



COMUNE DI PRATO

PROGETTAZIONE INTERVENTI DI RISANAMENTO ACUSTICO

SCUOLA DELL'INFANZIA E PRIMARIA "MEONI"

EL01 – VERIFICA DI EFFICACIA ACUSTICA DEGLI INTERVENTI

Responsabili del progetto Per il Comune di Prato Dott. Sergio Spagnesi Per la Società incaricata Legale Rappresentante Dott. Ing. Sergio Luzzi <small>(Tecnico Competente in Acustica Ambientale n. 67 della Regione Toscana)</small>	La società incaricata  VIE En.Ro.Se. Ingegneria Via Stradivari 19, 50127 Firenze Tel. 055 4379140 Fax. 055 416835 acustica@vienrose.it	Project Manager Dott. ssa Raffaella Bellomini <small>(Tecnico Competente in Acustica Ambientale n. 103 della Provincia di Firenze)</small> Progettisti Dott. Ing. Francesco Borchi <small>(Tecnico Competente in Acustica Ambientale n. 38 della Provincia di Firenze)</small> Dott.ssa Arch. Lucia Busa <small>(Tecnico Competente in Acustica Ambientale della Regione Calabria)</small>
Revisione	Descrizione	Data
00	Prima emissione	01/04/2014
Formato	Elaborato	pagine
A4 (*.doc)	EL01	31

Questo documento è di proprietà esclusiva del Comune di Prato.
È proibita la riproduzione anche parziale e la cessione a terzi senza una precisa autorizzazione.





INDICE

1. INTRODUZIONE	3
2. RIFERIMENTI LEGISLATIVI E NORMATIVI	4
2.1 LIMITI ALL'INTERNO DELLA "FASCIA DI PERTINENZA"	5
2.2 LIMITI ALL'ESTERNO DELLA "FASCIA DI PERTINENZA"	7
3 STRUMENTAZIONE E METODOLOGIA DI MISURA	8
4 VERIFICA DELL'EFFICACIA ACUSTICA DEGLI INTERVENTI REALIZZATI	10
4.1 INTERVENTI SULL'ESTERNO.....	10
4.2 INTERVENTO SULL'EDIFICIO	17
5. CONCLUSIONI	25



1. INTRODUZIONE

Con determinazione n° 3004 del 24/10/2013, il Comune di Prato ha conferito alla società VIE EN.RO.SE. Ingegneria S.r.l. l'incarico di "Monitoraggio acustico, la Progettazione acustica (Progetto Preliminare/Definitivo ed Esecutivo), l'Assistenza alla Direzione dei Lavori per le problematiche di acustica e la Verifica di Efficacia Acustica degli Interventi" per la Scuola dell'Infanzia e Primaria "Meoni" di Prato, nell'ambito degli interventi previsti dal Progetto Nadia.

L'incarico suddetto è stato svolto per la società VIE EN.RO.SE. Ingegneria S.r.l. da:

- Dott. Ing. Sergio Luzzi, tecnico competente in acustica ambientale n. 67 della Regione Toscana, esperto qualificato di livello 3 CICPND in Acustica Suono e Vibrazioni n. 160/ASV, Direttore Tecnico;
- Dott.ssa Raffaella Bellomini, tecnico competente in acustica ambientale n. 108 della Provincia di Firenze;
- Dott. Ing. Francesco Borchi, tecnico competente in acustica ambientale n. 38 della Provincia di Firenze;
- Dott.ssa Arch. Lucia Busa, tecnico competente in acustica ambientale della Regione Calabria.

con la collaborazione per l'effettuazione delle misure dell'Ing. Andrea Falchi, dell'Arch. Giacomo Nocentini e dell'Arch. Diletta Brandaglia.

In particolare, la presente relazione tecnica contiene il risultato della campagna di misure fonometriche volta alla verifica dell'efficacia acustica degli interventi progettati.

In particolare, gli interventi oggetto della presente relazione tecnica sono:

- Stesa di asfalto fonoassorbente su viale Fratelli Cervi;
- Sostituzione degli infissi delle aule didattiche della scuola materna.



2. RIFERIMENTI LEGISLATIVI E NORMATIVI

A partire dal Piano Comunale di Classificazione Acustica, approvato con delibera del Consiglio Comunale n. 11 del 24.01.2002, e da quanto previsto dalla normativa e dalla legislazione vigente in materia:

- Legge 26 ottobre 1995, n.447 "Legge Quadro sull'inquinamento acustico".
- Legge 18 dicembre 1975 "Norme tecniche aggiornate relative all'edilizia scolastica, ivi compresi gli indici di funzionalità didattica, edilizia ed urbanistica, da osservarsi nella esecuzione di opere di edilizia scolastica".
- D.P.C.M. 14 novembre 1997 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore".
- D.M. 16 marzo 1998 "Tecniche di rilevamento e misurazione dell'inquinamento da rumore".
- D.M. 29 novembre 2000 "Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore".
- D.P.R. 30 marzo 2004, n. 142 "Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447".
- Norma UNI 9884 "Caratterizzazione acustica del territorio mediante la descrizione del rumore ambientale".
- Norma UNI 11367 "Classificazione acustica delle unità immobiliari".
- Norma UNI EN ISO 140-5 "Acustica - Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio - Misurazioni in opera dell'isolamento acustico per via aerea degli elementi di facciata e delle facciate".
- Norma UNI EN 3382-2 "Acustica - Misurazione dei parametri acustici degli ambienti. Parte 2: tempo di riverberazione negli ambienti ordinari".

Le disposizioni da seguire per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento del rumore derivante dal traffico stradale sono indicate dal D.P.R. 142/2004 *"Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447"*.

Il decreto definisce l'estensione di una particolare area limitrofa all'infrastruttura stradale, denominata fascia di pertinenza, all'interno della quale i limiti di riferimento vengono stabiliti dallo stesso decreto.

L'estensione della fascia di pertinenza dell'infrastruttura ed i limiti ad essa relativi sono definiti

in base alla tipologia di strada (definita secondo Codice della Strada, D.L. n. 285 del 1992 e successive modificazioni).

Nel proseguo vengono descritti i limiti di riferimento per il rumore da traffico stradale all'interno ed all'esterno delle fasce di pertinenza.

2.1 Limiti all'interno della "fascia di pertinenza"

In **Tabella 1** e **Tabella 2** vengono riportati l'estensione delle fasce ed i limiti relativi rispettivamente a strade di nuova realizzazione e strade esistenti e assimilabili (ampliamenti in sede, affiancamenti e varianti).

Tabella 1 - Ampiezza delle fasce di pertinenza e limiti di immissione relativi ad infrastrutture stradali di nuova realizzazione

TIPO DI STRADA (secondo Codice della Strada)	SOTTOTIPI A FINI ACUSTICI (secondo D.M. 5/11/01 Norme funz. e geom. per la costruzione della strada)	Ampiezza fascia di pertinenza acustica (m)	Scuole*, ospedali, case di cura e di riposo		Altri Ricettori	
			Diurno dB(A)	Notturmo dB(A)	Diurno dB(A)	Notturmo dB(A)
A- autostrada		250	50	40	65	55
B- extraurbana principale		250	50	40	65	55
C- extraurbana secondaria	C1	250	50	40	65	55
	C2	150	50	40	65	55
D- urbana di scorrimento		100	50	40	65	55
E- urbana di quartiere		30	definiti dai Comuni, nel rispetto dei valori riportati in tabella C allegata al D.P.C.M. del 14 novembre 1997 e comunque in modo conforme alla zonizzazione acustica delle aree urbane, come prevista dall'articolo 6, comma 1, lettera a) della Legge n. 447 del 1995.			
F- locale		30				
* per le scuole vale solo il limite diurno						

**Tabella 2 – Ampiezza delle fasce di pertinenza e limiti di immissione relativi ad infrastrutture stradali esistenti e assimilabili (ampliamenti in sede, affiancamenti e varianti)**

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



Dalle tabelle precedenti si può notare come, per le strade di tipo A, B, C, D, i limiti di fascia risultino definiti direttamente all'interno delle tabelle 1 e 2 allegate al D.P.R. 142/2004. Invece, per le strade di tipo E ed F, il D.P.R. stabilisce che i limiti di fascia coincidono con quelli della tabella C allegata al D.P.C.M. 14 novembre 1997 (valori limite assoluti di immissione, vedi **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**), dipendenti dalla classificazione acustica dell'area di interesse.

Tabella 3 – Valori limite assoluti di immissione (Tabella C allegata al D.P.C.M. 14/11/97)

Valori Limite Assoluti di Immissione - Leq in dB (A)		
	periodo di riferimento diurno	periodo di riferimento notturno
I aree particolarmente protette	50	40
II aree prevalentemente residenziali	55	45
III aree di tipo misto	60	50
IV aree di intensa attività umana	65	55
V aree prevalentemente industriali	70	60
VI aree esclusivamente industriali	70	70

2.2 Limiti all'esterno della "fascia di pertinenza"

All'esterno della fascia di pertinenza dell'infrastruttura, in base a quanto previsto dall'art. 3 comma 2 del D.P.C.M. 14/11/1997 "*Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore*", il rumore prodotto dal traffico stradale, concorre, insieme alle altre sorgenti dell'area, al superamento dei limiti assoluti di immissione fissati dallo stesso D.P.C.M. 14/11/1997 e riportati in **Tabella 3**.

Indipendentemente dall'appartenenza o meno del ricettore alla fascia di pertinenza, i valori limite di immissione devono essere verificati in corrispondenza dei punti di maggior esposizione, conformemente a quanto disposto dal D.M. 16 marzo 1998.



3 STRUMENTAZIONE E METODOLOGIA DI MISURA

Per le misure sono stati utilizzati diversi sistemi fonometrici che si compongono dei seguenti strumenti:

SISTEMA N. 1

- **FONOMETRO INTEGRATORE DI PRECISIONE**

BRUEL & KJÆR tipo 2250 S.N. 2690231

conforme alle normative IEC 651 – EN 60651 classe 1 e IEC 804 – EN 60804

analizzatore di frequenza in tempo reale con modulo BZ7210

provvisto di: ponderazione A, C, lineare

- **MICROFONO DI PRECISIONE A CONDENSATORE PREPOLARIZZATO**

BRUEL & KJÆR tipo 4189 S.N. 2680594

conforme alle normative EN61094-1/94 EN61094-2/93 EN61094-3/93 EN61094-4/95 IEC 651 classe 1 (imp.) e IEC 804

SISTEMA N. 2

- **FONOMETRO INTEGRATORE DI PRECISIONE**

BRUEL & KJÆR tipo 2250 S.N. 2645143

conforme alle normative IEC 651 – EN 60651 classe 1 e IEC 804 – EN 60804

analizzatore di frequenza in tempo reale con modulo BZ7210

provvisto di: ponderazione A, C, lineare

- **MICROFONO DI PRECISIONE A CONDENSATORE PREPOLARIZZATO**

BRUEL & KJÆR tipo 4189 S.N. 2643505

conforme alle normative EN61094-1/94 EN61094-2/93 EN61094-3/93 EN61094-4/95 IEC 651 classe 1 (imp.) e IEC 804.

- **CALIBRATORE ACUSTICO**

BRUEL & KJÆR tipo 4231 S.N.2691669

classe 1 secondo la norma IEC 942:1988

livello sonoro prodotto 94 dB a 1000 Hz

Per la memorizzazione e l'elaborazione dei dati si è fatto uso del Software dedicato:

Utility Software

- **BRUEL & KJÆR BZ-5503 v 4.0.0.237**

Noise evaluator



- **BRUEL & KJÆR 7820-7821 v. 4.16.2**

COPIA DEI CERTIFICATI DI TARATURA DEGLI STRUMENTI CHE COMPONGONO IL SISTEMA DI MISURA E' RIPORTATA IN ALLEGATO

Tutte le misure sono state effettuate attenendosi alle procedure e alle modalità stabilite dal D.M.16 marzo 1998 e dai suoi allegati. Si sono seguite le regole della buona tecnica previste dalla Norma UNI 9884 per la descrizione dei livelli sonori nell'ambiente.

- Per le misure in esterno si sono rispettate le regole e le distanze previste dall'allegato B del D.M. 16-03-1998;
- il tecnico incaricato della rilevazione e le persone che hanno assistito ai rilievi si sono tenuti, durante la misura, a una distanza tale da non influenzarla;
- il tempo di misura è stato scelto coerentemente con le esigenze della campagna di rilevazioni fonometriche: per le misure di clima acustico, misure di almeno 15 minuti ciascuna, rappresentative del sotto-periodo del periodo di riferimento diurno, corrispondente all'orario di apertura della scuola (dalle ore 8:00 alle ore 17:00);
- tutte le misure si intendono eseguite a temperatura e pressione ambiente; in condizioni meteorologiche normali, in assenza di precipitazioni atmosferiche, con velocità del vento in quel punto non superiore a 5 m/s.
- per quanto concerne l'incertezza delle misure, si deve comunque tener conto di una tolleranza di ± 0.5 dB.

Le misure di isolamento acustico di facciata sono state effettuate in conformità alla norma tecnica UNI EN ISO 140-5 "Acustica. Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Misurazioni in opera dell'isolamento acustico per via aerea degli elementi di facciata e delle facciate".

Le misure di tempo di riverbero sono state effettuate in conformità alla norma tecnica UNI EN ISO 140-5 di cui sopra ed alla UNI EN ISO 3382-2 "Misurazione dei parametri acustici degli ambienti. Parte 2: Tempo di riverberazione negli ambienti ordinari".

4 VERIFICA DELL'EFFICACIA ACUSTICA DEGLI INTERVENTI REALIZZATI

In questo capitolo vengono descritti i risultati delle misure fonometriche volte ad individuare l'efficacia acustica degli interventi di risanamento acustico realizzati nella Scuola dell'Infanzia e primaria "Meoni".

4.1 Interventi sull'esterno

L'intervento sull'esterno per il risanamento acustico della scuola dell'Infanzia e Primaria "Meoni" ha previsto la stesa di pavimentazione a bassa rumorosità su Viale Fratelli Cervi per il tratto compreso tra la rotonda antistante la scuola (esclusa) e la successiva rotonda di Galcetello. Il tratto interessato ha una superficie complessiva di circa 8.500 m² ed è individuata nella figura che segue.

Figura 1 – Individuazione del tratto di via F.lli Cervi interessata dalla stesa di pavimentazione a bassa rumorosità

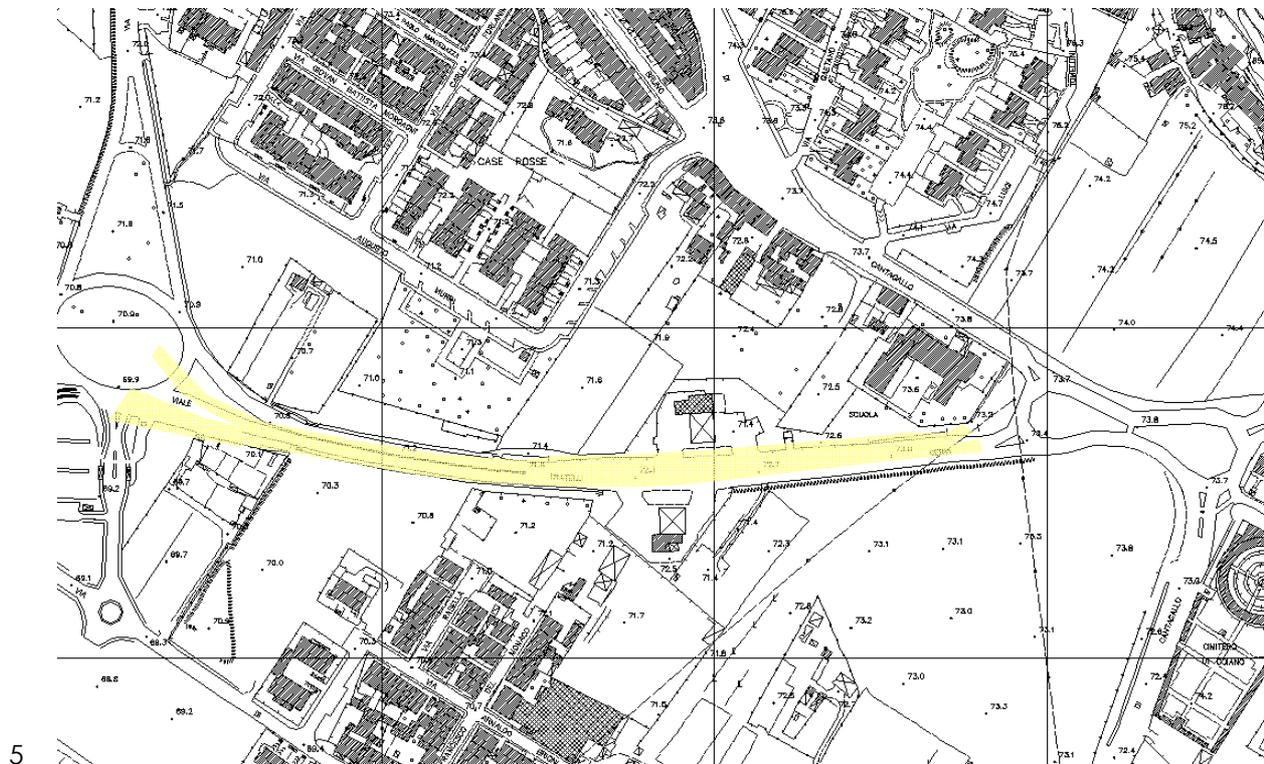
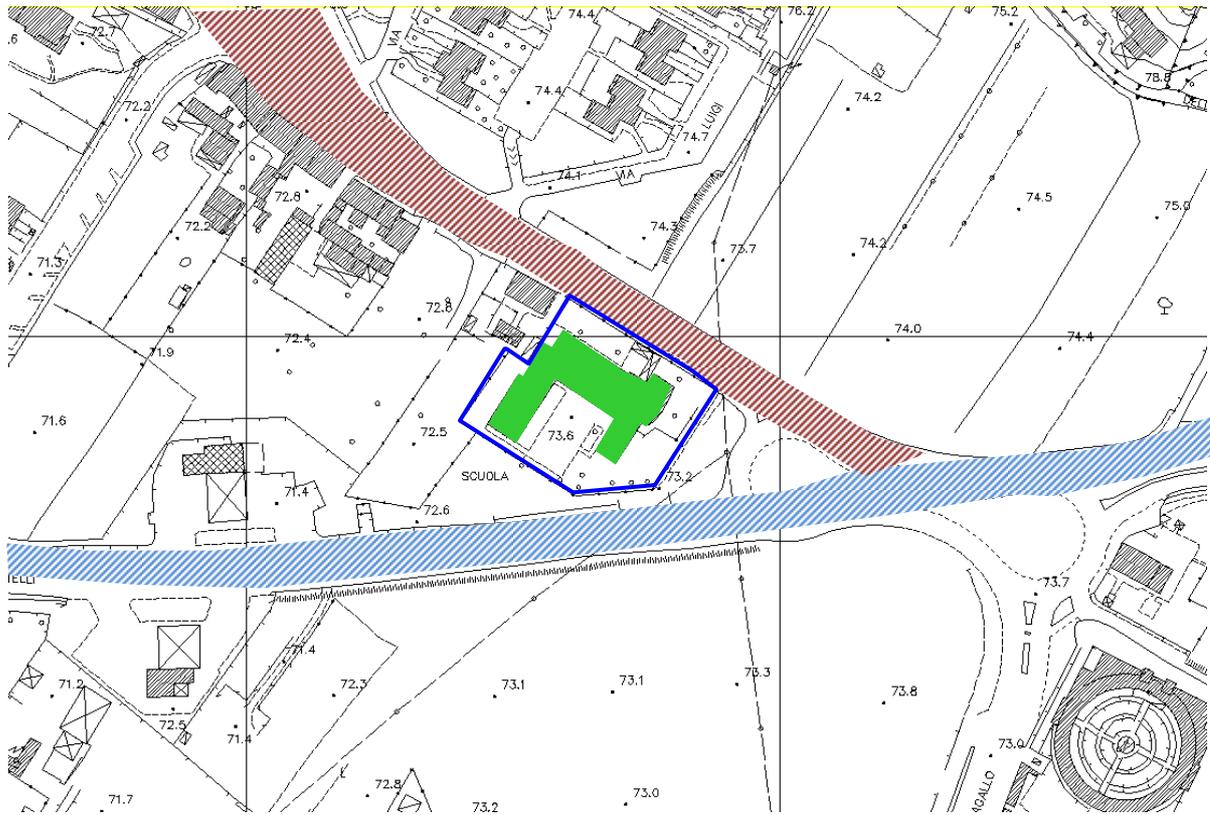


Figura 2 - Planimetria degli scenari di Immissione

Legenda	
	Viale Fratelli Cervi
	Via Cantagallo
	Scuola dell'Infanzia e Primaria "Meoni"
	Confine del resede scolastico

La strada oggetto di intervento è risultata classificabile, come da indicazione del Committente, come di tipologia B secondo la definizione dell'art. 2, c.2 del D.lgs. 30/04/1992 n° 285: strade extra-urbane principali.

In base a tale classificazione, secondo quanto previsto dal D.P.R. 142/2004, le fasce di pertinenza hanno un'ampiezza di 100 m (fascia A) e 150 m (fascia B) dal confine stradale ed i limiti di fascia corrispondono ai valori limite assoluti di immissione del ricettore di 50 dB(A) nel periodo diurno e 40 dB(A) nel periodo notturno.

Tabella 4 - Classificazione acustica del Comune di Prato

SCUOLA DELL'INFANZIA E PRIMARIA "MEONI" (Viale Fratelli Cervi)																																																
ESTRATTO DEL P.C.C.A.			LEGENDA																																													
			Retinatura ai sensi della L.R. n.89/1998 COLORAZIONE CLASSI E VALORI LIMITE Leq in dB(A)																																													
			<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">COLORE</th> <th rowspan="2">CLASSE</th> <th colspan="2">ASSOLUTI DI IMMISSIONE</th> <th colspan="2">EMISSIONE</th> </tr> <tr> <th>GIORNO 6:00-22:00</th> <th>NOTTURNO 22:00-6:00</th> <th>GIORNO 6:00-22:00</th> <th>NOTTURNO 22:00-6:00</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>CLASSE I</td> <td>50</td> <td>40</td> <td>45</td> <td>35</td> </tr> <tr> <td></td> <td>CLASSE II</td> <td>55</td> <td>45</td> <td>50</td> <td>40</td> </tr> <tr> <td></td> <td>CLASSE III</td> <td>60</td> <td>50</td> <td>55</td> <td>45</td> </tr> <tr> <td></td> <td>CLASSE IV</td> <td>65</td> <td>55</td> <td>60</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td></td> <td>CLASSE V</td> <td>70</td> <td>60</td> <td>65</td> <td>55</td> </tr> <tr> <td></td> <td>CLASSE VI</td> <td>70</td> <td>70</td> <td>65</td> <td>65</td> </tr> </tbody> </table>	COLORE	CLASSE	ASSOLUTI DI IMMISSIONE		EMISSIONE		GIORNO 6:00-22:00	NOTTURNO 22:00-6:00	GIORNO 6:00-22:00	NOTTURNO 22:00-6:00		CLASSE I	50	40	45	35		CLASSE II	55	45	50	40		CLASSE III	60	50	55	45		CLASSE IV	65	55	60	50		CLASSE V	70	60	65	55		CLASSE VI	70	70	65
COLORE	CLASSE	ASSOLUTI DI IMMISSIONE				EMISSIONE																																										
		GIORNO 6:00-22:00	NOTTURNO 22:00-6:00	GIORNO 6:00-22:00	NOTTURNO 22:00-6:00																																											
	CLASSE I	50	40	45	35																																											
	CLASSE II	55	45	50	40																																											
	CLASSE III	60	50	55	45																																											
	CLASSE IV	65	55	60	50																																											
	CLASSE V	70	60	65	55																																											
	CLASSE VI	70	70	65	65																																											

I limiti per entrambe la strada sul ricettore in oggetto sono espressi nella seguente tabella.

Tabella 5 - Tabella indicante la classificazione della strada, la dimensione della fascia di pertinenza acustica e i valori limite da rispettare (*per le scuole vale il solo limite diurno)

Denominazione della strada	Classificaz. in base art.2 DLgs 192	Fascia di pertinenza acustica in base al DPR 142/04		Valore limite di immissione
		100 Fascia A	150 Fascia B	Diurno (dBA)*
Viale Fratelli Cervi	B	100 Fascia A	150 Fascia B	50 (diurno) 40 (notturno)

Al fine di caratterizzare la sorgente traffico stradale sono stati eseguiti una serie di rilievi contemporanei fonometrici e di flussi di traffico sia in configurazione ante-operam che post-operam.

Le rilevazioni, in entrambe le configurazioni, sono state eseguite con la seguente tecnica di campionamento:

Tabella 6 – Rilevazioni fonometriche

Tratto stradale	Durata campionamento [min/h]	Giornata campionamento	Configurazione
Viale Fratelli Cervi	15	Periodo diurno 10 settembre 2013	Ante-operam
		Periodo diurno 26 marzo 2014	Post-operam

Per quanto riguarda la caratterizzazione delle sorgenti rumorose, nella tabella sottostante sono indicate le caratteristiche tipologiche dell'infrastruttura stradale di interesse nella configurazione post-operam.

Tabella 7 - Caratteristiche tipologiche della infrastruttura stradale di interesse

Toponimo strada	n. corsie	Senso di marcia	Tipo di pavimentazione
Viale Fratelli Cervi	4	doppio	Pavimentazione a bassa rumorosità

Al fine di caratterizzare le sorgenti di interesse sono stati eseguiti una serie di rilievi contemporanei di flussi di traffico e di misure fonometriche.

Le rilevazioni sono state eseguite con la seguente tecnica di campionamento:

Tabella 8 - Rilevazioni fonometriche

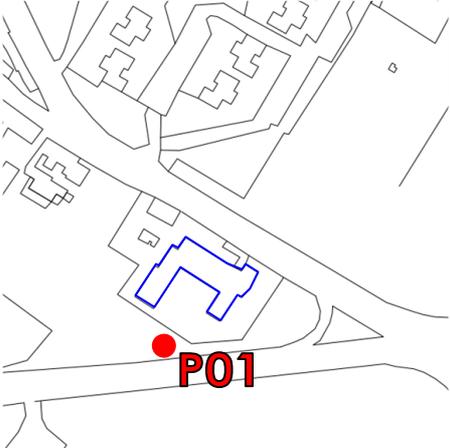
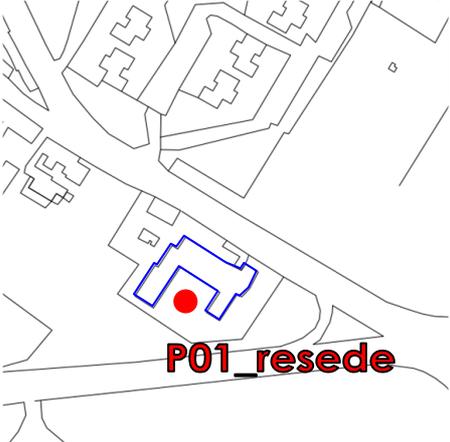
Configurazione	Durata campionamento [min/h]	Giornata campionamento
Ante-operam	15	Dalle ore 8.00 alle ore 17.00 del 10 settembre 2013
Post-operam	15	Dalle ore 8.00 alle ore 17.00 del 26 marzo 2014

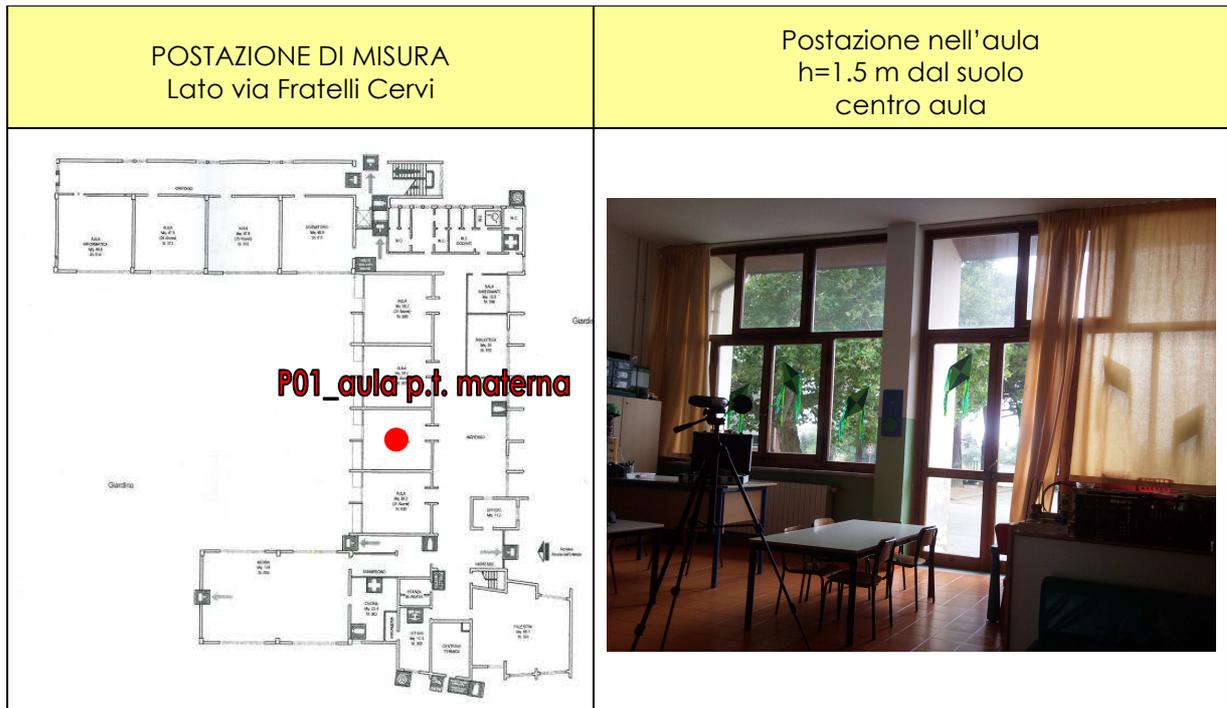
Le misure fonometriche sono state effettuate contemporaneamente al censimento dei flussi di traffico, nelle seguenti postazioni di misura:

- P01 (esterno, lato viale Fratelli Cervi): postazione alla sorgente a 1.5 m dal suolo;
- P01_resede (esterno, lato viale Fratelli Cervi): postazione nel resede a 1.5 m dal suolo;
- P01_facciata (esterno, lato viale Fratelli Cervi): postazione a 1 m dalla facciata e a 1.5 m dal suolo;
- P01_aula p.t. materna (interno, lato via Fratelli Cervi): postazione a centro stanza a 1.5 m dal pavimento;

La collocazione cartografica e la rappresentazione fotografica delle postazioni di misura è riportata nella tabella seguente.

Tabella 9 - Postazioni di misura

POSTAZIONE DI MISURA Lato via Fratelli Cervi	Postazione alla sorgente h=1.5 m da piano stradale
 <p>P01</p>	
POSTAZIONE DI MISURA Lato via Fratelli Cervi	Postazione nel resede scolastico h=1.5 m dal suolo
 <p>P01_resede</p>	



Dai riscontri fonometrici sono stati ricavati:

- la composizione in frequenza delle emissioni sonore (spettro in bande di 1/3 di ottava);
- la variabilità delle immissioni nel tempo (time history del livello di pressione sonora);
- i valori di $L_{Aeq,TR}$ riferiti alla singola giornata di misura.

Nelle tabelle riepilogative e nei grafici riportati di seguito sono illustrati i risultati delle rilevazioni di traffico e fonometriche effettuate nelle postazioni di misura, nel sotto-periodo orario del periodo diurno corrispondente all'orario di apertura della scuola, in configurazione ante e post-operam.

Tabella 10 - Flussi orari di traffico stradale

	FLUSSI VEICOLARI	8.00-9.00		9.00-10.00		14.00-15.00		15.00-16.00		16.00-17.00	
ante-operam 10/09/2013	POSTAZIONE MISURA	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
	Veicoli leggeri	580	840	592	676	568	768	584	704	0	0
	Veicoli pesanti	36	52	12	24	20	28	76	64	0	0
post-operam 26/03/2014	FLUSSI VEICOLARI	8.00-9.00		9.00-10.00		14.00-15.00		15.00-16.00		16.00-17.00	
	POSTAZIONE MISURA	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
	Veicoli leggeri	700	876	672	768	472	824	512	784	524	856
	Veicoli pesanti	44	108	72	76	36	76	52	88	16	56

I valori L_{Aeq} sono riportati nella tabella sottostante.

Tabella 11 - Riepilogo risultati delle rilevazioni fonometriche – livelli equivalenti Leq [dB(A)]

LA,eq dB(A)		FASCIA ORARIA					MEDIA
POSTAZIONE MISURA	8.00-9.00	9.00-10.00	14.00-15.00	15.00-16.00	16.00-17.00		
ante-operam 10/09/2013	P01	70.1	70.3	70.3	70.3	-	70.3
	P01_resede	-	-	59.2	-	-	59.2
	P01_facciata	-	-	-	58.1	-	58.1
	P01_aula p.t. materna	-	-	46.7	-	-	46.7
LA,eq dB(A)		FASCIA ORARIA					MEDIA
POSTAZIONE MISURA	8.00-9.00	9.00-10.00	14.00-15.00	15.00-16.00	16.00-17.00		
post-operam 26/03/2014	P01	68.7	68.8	67.9	67.8	68.2	68.3
	P01_resede	56.2	56.8	56.6	56.6	-	55.6
	P01_facciata	-	-	-	-	-	-
	P01_aula p.t. materna	-	-	-	-	33.8	33.8

Dalla tabella precedente si può desumere che i livelli misurati sia a bordo strada che nel resede in configurazione post-operam risultano inferiori a quelli ante-operam in ciascuna fascia oraria considerata nel rilievo fonometrico. Anche il livello misurato all'interno dell'aula della materna a centro stanza e finestre chiuse risulta ampiamente inferiore a quello misurato in configurazione ante-operam, a fronte di un livello esterno e di un numero orario di passaggi di veicoli pressoché costante nell'arco della giornata. Tale livello interno misurato risulta ampiamente inferiore al limite di immissione previsto dal DPR 142/04 pari a 45 dB(A).

Di seguito si riporta il confronto del livello di rumore $LA_{eq,TR}$ con i limiti di legge e l'indicazione dell'entità del superamento, considerando, come deducibile anche dagli elaborati nel PCRA, l'approssimativa costanza dei flussi di traffico anche nelle ore scoperte dal monitoraggio. Si ricorda che per il ricettore sensibile in oggetto è stato fissato come obiettivo del risanamento acustico il raggiungimento dei valori limite della Classe I.

Tabella 12 - Verifica dei limiti di legge

Postazione di misure	Valori di riferimento del risanamento dB(A)	Valori previsti dal DPR 142/04 (limite di immissione) dB(A)	Livelli misurati diurno (06.00-22.00) Ante-operam dB(A)	Livelli misurati diurno (06.00-22.00) Post-operam dB(A)	Superamento Diurno (06.00-22.00) Post-operam dB(A)
P01_1,5 m	-	-	70.3	68.3	-
P01_resede	50	50	59.2	55.6	5.6
P01_facciata	50	50	58.1	-	-
P01_aula p.t. materna	45	45	46.7	33.8	0

Dalla tabella si evince come le misure eseguite in configurazione post-operam confermino il superamento rispetto al limite imposto dal DPR di 5.6 dB(A) sul resede.

Per poter fare un confronto diretto tra i livelli misurati nelle due configurazioni e quantificare l'efficacia acustica della pavimentazione a bassa rumorosità occorre normalizzare il numero di veicoli leggeri e pesanti che sono transitati su viale Fratelli Cervi nelle fasce orarie analizzate in entrambe le configurazioni (8.00-9.00, 9.00-10.00, 14.00-15.00 e 15.00-16.00).

Ipotizzando che il passaggio di un mezzo pesante corrisponda a n. 8 passaggi di veicoli leggeri, sono stati calcolati i coefficienti di normalizzazione che risultano essere:

- fascia oraria 8.00-9.00: +1.2 dB(A);
- fascia oraria 9.00-10.00: +2.3dB(A);
- fascia oraria 14.00-15.00: +1.1 dB(A);
- fascia oraria 15.00-16.00: 0 dB(A).

Sommando tali coefficienti correttivi alle differenze tra i livelli misurati in configurazione ante-operam e post-operam si può ricavare che **l'attenuazione acustica prodotta dalla presenza della pavimentazione a bassa rumorosità è variabile tra 2.5 e 3.8 dB(A)**, pertanto risulta pienamente in linea con il beneficio considerato nel progetto acustico: 2 dB(A).

Tabella 13 – Calcolo dell'attenuazione acustica prodotta dalla pavimentazione a bassa rumorosità

		FASCIA ORARIA				
		8.00-9.00	9.00-10.00	14.00-15.00	15.00-16.00	16.00-17.00
Coefficiente correttivo per la normalizzazione dei flussi dB(A)		1.2	2.3	1.1	0.0	-
Beneficio effettivo	P01	2.6	3.8	3.5	2.5	-
	P01_resede	-	-	3.7	-	-

4.2 Intervento sull'edificio

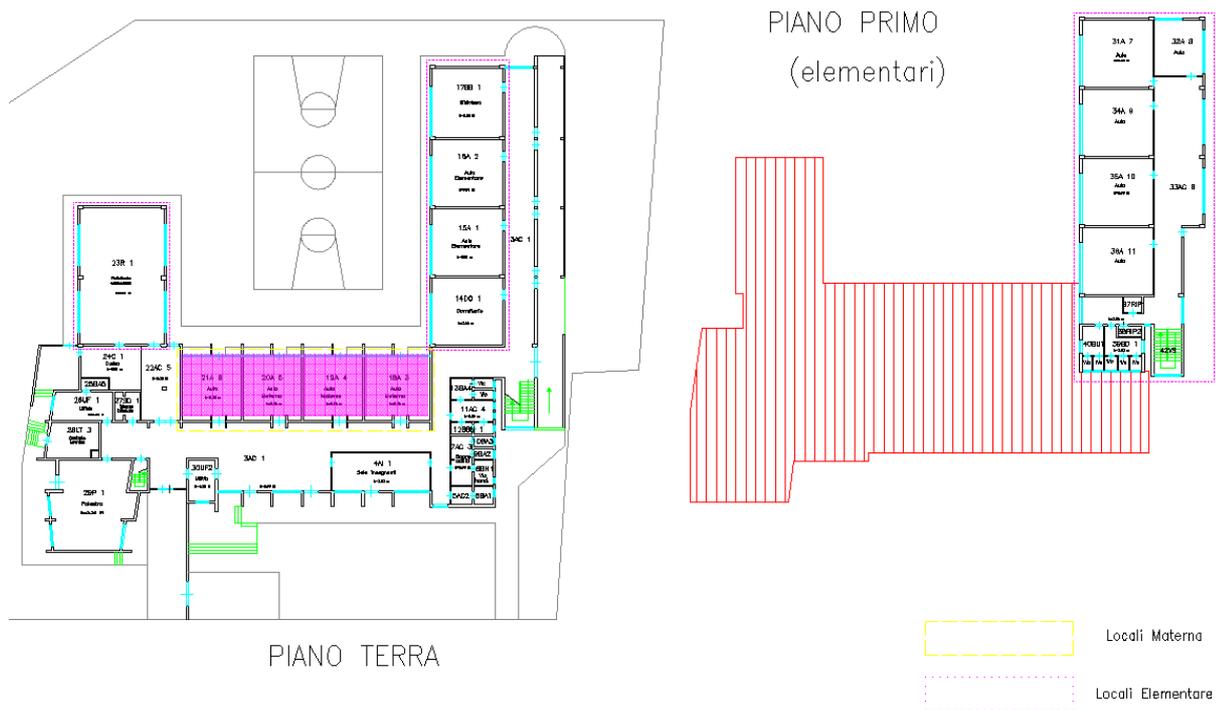
L'intervento sull'edificio finalizzato al risanamento acustico della scuola dell'Infanzia e Primaria "Meoni" ha previsto la sostituzione dei serramenti esterni delle aule della scuola Materna dal momento che a livello progettuale l'intervento relativo alla pavimentazione a bassa rumorosità non era risultato risolutivo nei confronti della criticità acustica sulla facciata dell'edificio. Il DPR 142 prevede, infatti, che, qualora i valori limite stabiliti non siano tecnicamente conseguibili, in base a valutazioni tecniche, economiche o di carattere ambientale, si può procedere ad interventi diretti sui recettori al fine di assicurare il rispetto del limite di 45 dB(A) da valutare al centro della stanza a finestra chiusa, all'altezza di 1.5 m dal pavimento.

La campagna di monitoraggio acustico aveva evidenziato il superamento di tale limite nelle

aule al piano terra della scuola materna, mentre risultava già rispettato nelle aule della scuola elementare.

Per questa ragione l'intervento B è costituito dalla sostituzione dei serramenti esterni delle aule della scuola materna che, come già in precedenza evidenziato, sono affacciate solo su viale F.lli Cervi e sono indicate nella figura che segue.

Figura 3 – Individuazione delle aule della Scuola Materna in cui si propone di sostituire i serramenti esterni



Nella figura che segue si evidenzia la facciata per la quale sono state fatte misure di isolamento acustico di facciata in condizione ante (misurato in data 10/09/2013) e post-operam (misurato in data 26/03/2014). In entrambi i casi l'isolamento acustico di facciata standardizzato della facciata in esame è stato misurato in conformità alla norma UNI EN ISO 140-5, da cui si ricava l'indice di valutazione relativo alle prestazioni dell'edificio, in conformità alla UNI EN ISO 717-1.

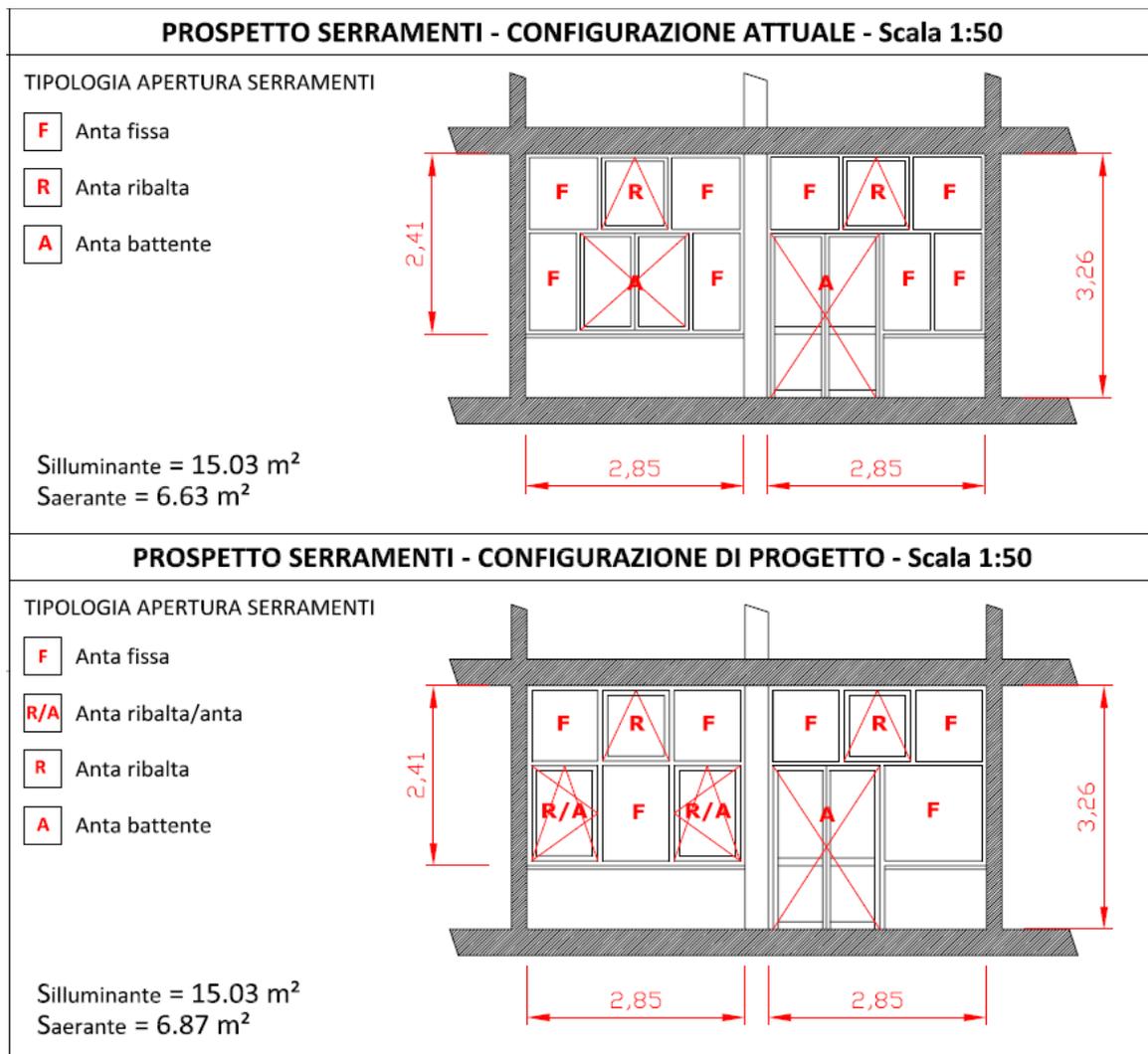
La cassa è stata posizionata sul piano esterno ad una distanza d dalla facciata tale da formare con la normale ad essa un angolo di incidenza del suono uguale a $45^\circ \pm 5^\circ$.

Figura 5 – Individuazione della facciata oggetto di misura nella configurazione post-operam



Nella configurazione ante-operam la facciata in oggetto era caratterizzata da setti in cemento armato, parti opache sotto-finestra in muratura di spessore 30 cm e ampie porzioni di infissi in legno con vetro singolo con apertura ad anta battente per la finestra e la porta-finestra e ad anta-ribalta per il sopra-luce. A parità di tutti gli altri elementi, gli infissi sono stati sostituiti con infissi in alluminio a taglio termico denominati WINDSTOP 65 tt, con classe di tenuta all'aria 4, forniti dalla Ditta Prestige Metall Systems.

Come mostra la figura seguente, con l'unica eccezione della porta-finestra, la configurazione di progetto ha previsto la presenza solo di ante singole apribili, al fine di ridurre le criticità acustiche dovute alla minore tenuta acustica di serramenti a più ante.

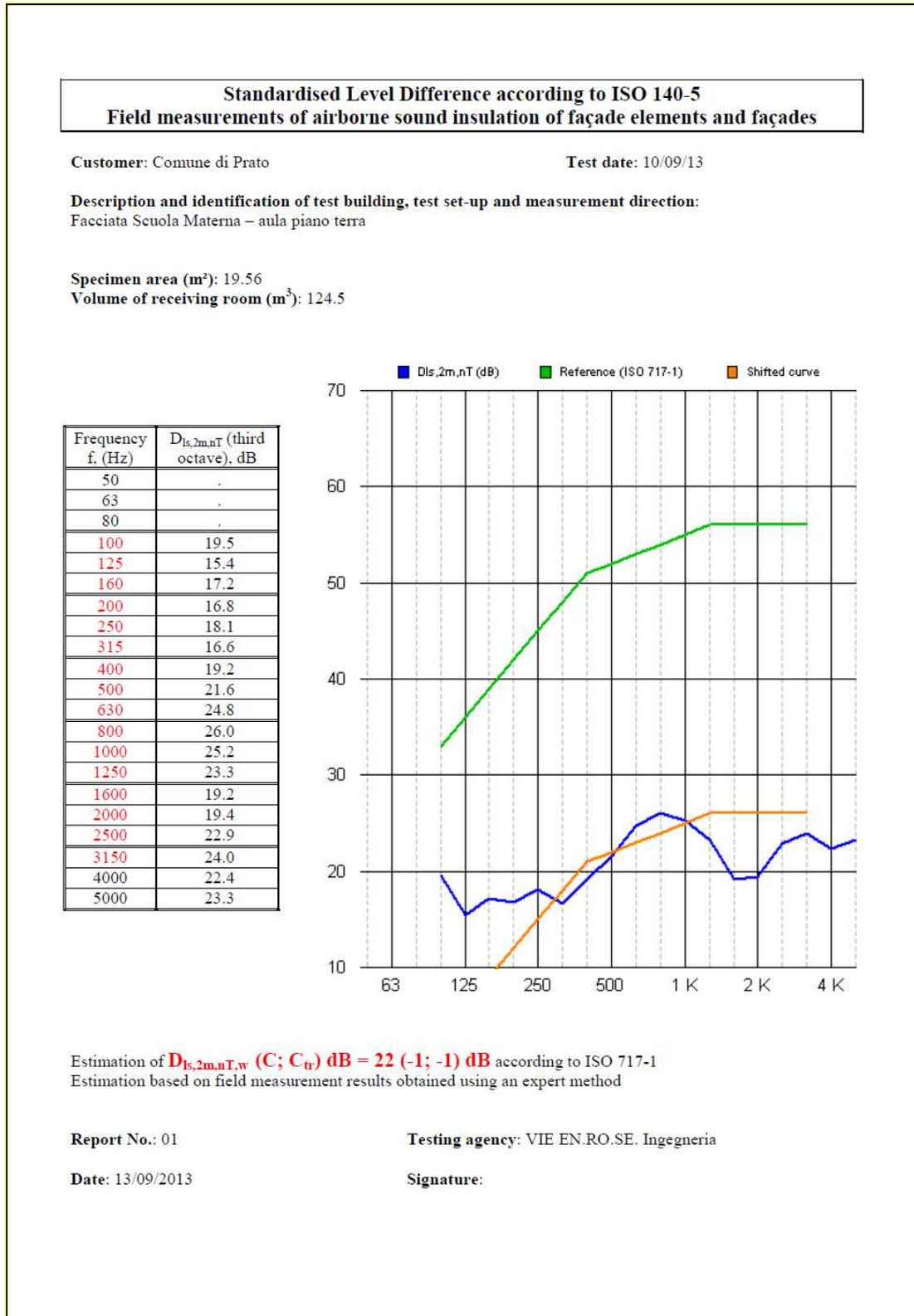
Figura 6 – Schema delle finestre nella configurazione ante-operam e di progetto

In fase di posa in opera dei suddetti serramenti sono stati effettuati da tecnici della VIE EN.RO.SE. Ingegneria alcuni sopralluoghi volti a controllare la corretta esecuzione dei giunti.

In configurazione ante-operam l'indice di valutazione dell'isolamento acustico di facciata normalizzato rispetto al tempo di riverbero per l'aula della scuola materna era risultato pari a:

$$D_{2m,nT,w} = 22 (-1 ; -1) \text{ dB}$$

Figura 7 - Rapporto di prova della misura di isolamento acustico standardizzato di facciata per la facciata dell'aula della scuola Materna (configurazione ANTE-OPERAM)



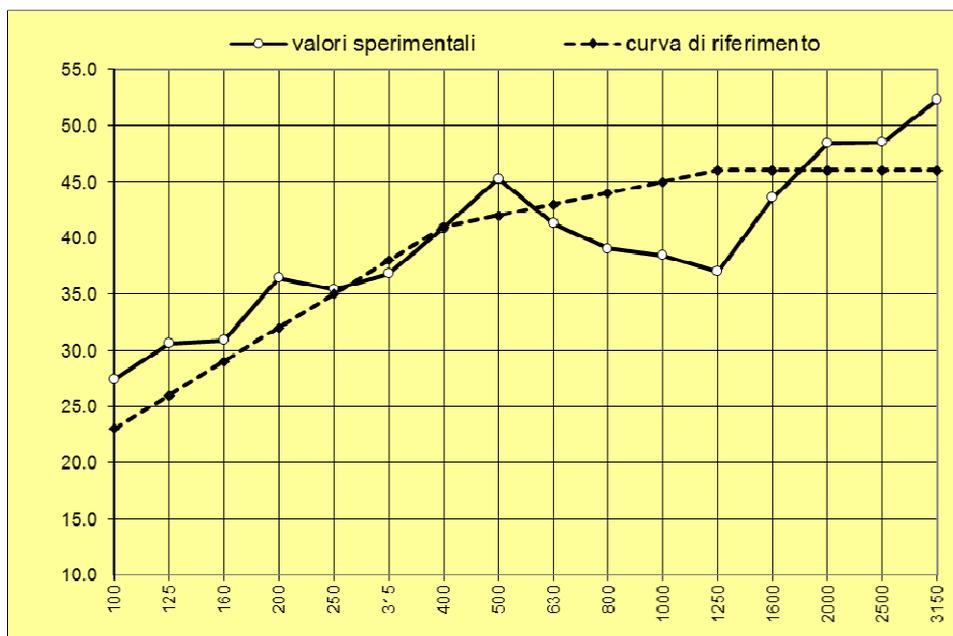
Nella tabella e nella figura che segue si riportano i risultati delle misure di isolamento acustico di facciata in configurazione post-operam. L'indice di valutazione dell'isolamento acustico di facciata normalizzato rispetto al tempo di riverbero per l'aula della scuola materna è risultato pari a:

$$D_{2m,nT,w} = 42 \text{ (-1 ; -4) dB}$$

Tabella 14 – Risultati delle misure di isolamento acustico standardizzato di facciata in configurazione post-operam

Frequenza [Hz]	L2 pos 1 (dB)	L2 pos 2 (dB)	L2 pos 3 (dB)	L2 pos 4 (dB)	L2 pos 5 (dB)	L2 media (dB)	L1,2m (dB)	Rumore di fondo (s)	TR (s)	D2m,nT (dB)
100	45.8	39.3	47.2	46.9	43.2	45.3	70.2	31.1	0.89	27.4
125	47.2	47.1	45.4	44.8	48.6	46.8	72.9	31.6	1.43	30.6
160	38.5	39.1	42.3	41.7	43.0	41.3	69.2	31.5	0.99	30.9
200	38.1	38.1	38.5	36.2	39.3	38.2	72.7	28.0	0.79	36.5
250	37.1	36.1	37.6	36.6	36.9	36.9	69.8	25.9	0.89	35.4
315	34.6	34.9	33.9	34.1	33.0	34.1	68.0	27.3	0.98	36.8
400	32.0	28.9	32.0	31.5	30.9	31.2	69.4	27.5	0.92	40.9
500	35.7	35.5	35.6	35.5	37.1	35.9	78.4	25.2	0.95	45.3
630	37.3	35.7	37.2	36.3	36.3	36.6	75.3	22.9	0.91	41.3
800	37.1	36.6	35.6	37.9	37.6	37.0	73.3	21.3	0.96	39.1
1000	43.1	41.6	43.1	43.1	41.8	42.6	78.5	19.2	0.91	38.5
1250	41.0	40.3	39.9	39.2	39.1	40.0	74.6	16.1	0.87	37.0
1600	33.3	33.2	33.8	32.9	33.7	33.4	74.2	14.1	0.95	43.6
2000	27.7	29.0	27.5	28.2	27.5	28.0	73.9	12.5	0.9	48.4
2500	23.2	22.2	22.7	24.1	22.8	23.0	69.1	13.5	0.87	48.5
3150	20.7	21.0	20.3	22.0	21.0	21.1	70.9	11.3	0.88	52.3
4000	16.6	16.9	17.4	19.3	17.0	17.5	69.8	9.4	0.85	54.6
5000	15.3	14.5	14.1	18.8	14.8	15.9	67.0	8.3	0.83	53.4
D2m,nT,w (dB)										42

Figura 8 – Curva sperimentale della misura di isolamento acustico standardizzato di facciata





Le misure effettuate in entrambe le configurazioni hanno prodotto i seguenti risultati, riepilogati nel prospetto sottostante.

Tabella 15 - Sinottico dei risultati delle misure di isolamento acustico di facciata

Facciata scuola Materna	Prospetto	$D_{2m,nT,w}$ [dB]
Configurazione ante-operam	Viale Fratelli Cervi	22 (-1;-1)
Configurazione post-operam	Viale Fratelli Cervi	42 (-1;-4)

La prestazione misurata in configurazione post-operam supera di 20 dB la prestazione misurata in configurazione ante-operam e supera ampiamente la prestazione di riferimento del progetto fissata pari alla "prestazione di base" per i requisiti acustici di scuole ed ospedali contenuti nell'Appendice A (normativa) della recente norma tecnica 11367 "Acustica in edilizia. Classificazione acustica delle unità immobiliari. Procedura di valutazione e verifica in opera".

Tabella 16 - Requisiti acustici di ospedali, case di cura e scuole (prospetto A.1 contenuto nell'Appendice A della norma UNI 11367)

	Prestazione di base	Prestazione superiore
Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato di facciata, $D_{2m,nT,w}$ [dB]	38	43
Descrittore del potere fonoisolante apparente di partizioni fra ambienti di differenti unità immobiliari, R'_w [dB]	50	56
Descrittore del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato fra ambienti di differenti unità immobiliari, L'_{nw} [dB]	63	53
Livello sonoro corretto immesso da impianti a funzionamento continuo, L_{ic} in ambienti diversi da quelli di installazione [dB(A)]	32	28
Livello sonoro massimo corretto immesso da impianti a funzionamento discontinuo, L_{id} in ambienti diversi da quelli di installazione [dB(A)]	39	34
Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato di partizioni fra ambienti sovrapposti della stessa unità immobiliare, $D_{nT,w}$ [dB]	50	55
Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato di partizioni / fra ambienti adiacenti della stessa unità immobiliare, $D_{nT,w}$ [dB]	45	50
Descrittore del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato fra ambienti sovrapposti della stessa unità immobiliare, L'_{nw} [dB]	63	53



5. CONCLUSIONI

In questa relazione tecnica si riportano i risultati della campagna fonometrica volta ad individuare l'efficacia acustica degli interventi di risanamento acustico realizzati nell'ambito della Scuola dell'Infanzia e Primaria "Meoni" a Prato.

In particolare, sono state effettuate:

- misure di livelli di pressione sonora continua equivalente, contestualmente al rilievo dei flussi di traffico, in alcune postazioni a bordo strada e nel resede scolastico, per valutare l'efficacia acustica della pavimentazione a bassa rumorosità realizzata su viale Fratelli Cervi;
- misure di isolamento acustico standardizzato di facciata per valutare l'efficacia acustica della facciata delle aule in cui sono stati sostituiti i serramenti.

Per quanto riguarda l'intervento in esterno si è rilevata un'attenuazione acustica **prodotta dalla presenza della pavimentazione a bassa rumorosità quantificabile tra 2.5 e 3.8 dB(A)**.

Per quanto riguarda, infine, l'intervento sull'edificio è stato misurato **un isolamento acustico di facciata pari a 42 dB, ampiamente superiore al valore di riferimento di progetto di 38 dB** (prestazione di base ai sensi della norma UNI 11367) e, nel contempo, si è **un livello a centro aula a finestra chiusa ampiamente inferiore rispetto al valore limite di immissione di 45 dB(A)** previsto dal DPR 142/2004.



La presente relazione tecnica si compone di **26 pagine e 3 pagine di allegati**.

Questo documento è stato redatto per Vie En. Ro. Se. Ingegneria S.r.l.

dalla Dott.ssa Arch. Lucia Busa,

Tecnico Competente in Acustica Ambientale della Regione Calabria.

il presente rapporto è stato consegnato al Committente

in data **01 aprile 2014**.

Per Vie En. Ro. Se. Ingegneria S.r.l.

Dott. Ing. Sergio Luzzi (Legale Rappresentante)

Dott.ssa Raffaella Bellomini (Project Manager)

Dott. Ing. Francesco Borchi (Direttore Tecnico)

Dott.ssa Arch. Lucia Busa (Responsabile Tecnico)



Dipartimento di Prevenzione
Laboratorio di Sanità Pubblica
Area Vasta Toscana Sud Est
U.O. Igiene Industriale – Laboratorio
Agenti Fisici
100 Strada del Raffaello - 51100 Siena
Tel 0577 536097 – Fax 0577 536754

Centro di Taratura LAT N° 164
Calibration Centre
Laboratorio Accreditato di
Taratura



LAT N° 164

Membro degli Accordi di Mutuo
Riconoscimento
EA, IAF e ILAC

Signatory of EA, IAF and ILAC
Mutual Recognition, Agreements

Pagina 1 di 3

Page 1 of 3

CERTIFICATO DI TARATURA LAT164 C0647_14
Certificate of Calibration

data di emissione <i>date of issue</i>	25/03/2014	
- cliente <i>Address</i>	Studio Ingegneria Scatragli Elena Via Giovanni da Empoli, 29 50127 Firenze (FI)	
destinatario <i>receiver</i>	come sopra	
- richiesta <i>applicant</i>	820	
- in data	25/03/2014	
Si riferisce a <i>Referring to</i>		
- oggetto <i>Item</i>	Calibratore	
- costruttore <i>manufacturer</i>	Bruel & Kjaer	
- modello <i>model</i>	4231	
- matricola <i>serial number</i>	2691669	
- data di ricevimento oggetto <i>date of receipt of item</i>	25/03/2014	
- data delle misure <i>date of measurement</i>	25/03/2014	
- registro di laboratorio <i>laboratory reference</i>	820	

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT N. 164 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). ACCREDIA attesta la capacità di misura e di taratura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali ed internazionali delle unità 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° 164, 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 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 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

I. L. Picci



Dipartimento di Prevenzione
Laboratorio di Sanita' Pubblica
Area Vasta Toscana Sud Est
U.O. Igiene Industriale
Laboratorio Agenti Fisici
Strada del Ruffolo - 53100 Siena
Tel 0577 536097 - Fax 0577 536754

Centro di Taratura LAT N° 164
Calibration Centre
Laboratorio Accreditato di
Taratura



LAT N° 164

Membro degli Accordi di Mutuo
Riconoscimento
EA, IAF e ILAC

Signatory of EA, IAF and ILAC
Mutual Recognition, Agreements

Pagina 1 di 10
Page 1 of 10

CERTIFICATO DI TARATURA LAT164 F0730_12
Certificate of Calibration

- data di emissione <i>date of issue</i>	21/08/2012
- cliente <i>Address</i>	Studio Dott. Francesco Borchi Via Cavallotti, 19 50019 Sesto Fiorentino (FI)
- destinatario <i>receiver</i>	come sopra
- richiesta <i>application</i>	689
- in data <i>date</i>	19/08/2012
Si riferisce a <i>Referring to</i>	
- oggetto <i>item</i>	Fonometro
- costruttore <i>manufacturer</i>	Bruel & Kjaer
- modello <i>model</i>	2250
- matricola <i>serial number</i>	2645143
- data di ricevimento oggetto <i>date of receipt of item</i>	20/08/2012
- data delle misure <i>date of measurements</i>	20/08/2012
- registro di laboratorio <i>laboratory reference</i>	689

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT N. 164 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT).
ACCREDIA attesta la capacità di misura e di taratura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali ed internazionali delle unità 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° 164, 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 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 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



Dipartimento di Prevenzione
Laboratorio di Sanità Pubblica
Area Vasta Toscana Sud Est
U.O. Igiene Industriale – Laboratorio
Agenti Fisici
Via Strada del Ruffolo - 51100 Siena
Tel 0577 536097 - Fax 0577 536754

Centro di Taratura LAT N° 164
Calibration Centre
Laboratorio Accreditato di
Taratura



LAT N° 164

Membro degli Accordi di Mutuo
Riconoscimento
EA, IAF e ILAC

Signatory of EA, IAF and ILAC
Mutual Recognition, Agreements

Pagina 1 di 3
Page 1 of 3

CERTIFICATO DI TARATURA LAT164 C0647_14
Certificate of Calibration

data di emissione <i>date of issue</i>	25/03/2014	
- cliente <i>Address</i>	Studio Ingegneria Scatragli Elena Via Giovanni da Empoli, 29 50127 Firenze (FI)	
destinatario <i>receiver</i>	come sopra	
- richiesta <i>applicant</i>	820	
- in data	25/03/2014	
Si riferisce a <i>Referring to</i>		
- oggetto <i>item</i>	Calibratore	
- costruttore <i>manufacturer</i>	Bruel & Kjaer	
- modello <i>model</i>	4231	
- matricola <i>serial number</i>	2691669	
- data di ricevimento oggetto <i>date of receipt of item</i>	25/03/2014	
- data delle misure <i>date of measurement</i>	25/03/2014	
- registro di laboratorio <i>laboratory reference</i>	820	

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT N. 164 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). ACCREDIA attesta la capacità di misura e di taratura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali ed internazionali delle unità 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° 164, 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 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 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

I. C. Piel