

Milano



Comune
di Milano

**DIREZIONE MOBILITA',
AMBIENTE ED ENERGIA**
Area Ambiente ed Energia

C.U.P.: B47B15000050004

OGGETTO:

**Area di laminazione del Torrente Seveso
Sistemazione idraulica del Torrente Seveso**

PROGETTO ESECUTIVO



IL PROGETTISTA
Ing. Matteo Ghia

**IL RESPONSABILE DEL
PROCEDIMENTO**
Ing. Fabio Marelli

IL DIRETTORE DI AREA
Arch. Giuseppina Sordi

RELAZIONE ACUSTICA

Rev. 13	Apr. 2019	Progetto esecutivo Agg. per validazione			
Rev.	Data	Descrizione	Red.	Rev.	File

PE.21



13	Aprile 2019	Progetto esecutivo – Aggiornam. per validazione				Ghia
10	Luglio 2017	Progetto Definitivo – Aggiornamento post CDS				Ghia
8	Dicembre 2016	Progetto Definitivo – Aggiornamento per CDS				Ghia
4	Novembre 2015	Progetto Definitivo per V.I.A.				Recalcati
0	30/11/2015	EMISSIONE	Lobefalo	Acquati	Ghia	Recalcati
Aggiorn.	Data	Descrizione	Redatto	Verificato	Acquisito	Approvato

COLLABORAZIONE
ALLA PROGETTAZIONE:

CODIFICA
DOCUMENTO

Commessa

CT

Lotto

0

Fase

E

Categoria

G

Opera

IA

Progressivo

1024

IL DIRETTORE TECNICO DOTT. ING. FRANCESCO VENZA Ordine degli Ingegneri Milano n° 14647	IL PROGETTISTA RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE FRA LE VARIE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE DOTT. ING. MATTEO GHIA Ordine degli Ingegneri Pavia n° 2100	IL PROGETTISTA RESPONSABILE DOTT. ING. EMANUELA SPEZZIGU Ordine degli Ingegneri Lodi n° 614
--	---	---



INDICE

1	QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE	6
1.1	RUMORE	6
2	VALUTAZIONE DEI POTENZIALI EFFETTI DEL PROGETTO IN FASE DI ESERCIZIO SULL'AMBIENTE ED EVENTUALI MISURE DI MITIGAZIONE E/O COMPENSAZIONE	9
2.1	RUMORE E VIBRAZIONI	9
3	VALUTAZIONE DELLE POTENZIALI INTERAZIONI DELLE OPERE IN PROGETTO SULL'AMBIENTE IN FASE DI CANTIERE.....	10
3.1	RUMORE	10
3.1.1	LAVORI PREVISTI E RELATIVI IMPATTI	10
3.1.2	INTERVENTI DI MITIGAZIONE E OPERE COMPENSATIVE.....	12
3.2	VIBRAZIONI	15
4	PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE.....	16
4.1	ANTE OPERAM	16
4.1.1	RUMORE	16
4.2	FASE DI COSTRUZIONE.....	16
4.2.1	RUMORE E VIBRAZIONI.....	16
	ALLEGATO 1 – NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	18
	ALLEGATO 2 – VALORI LIMITE E CLASSI DI DESTINAZIONE D'USO DEL TERRITORIO.....	19
	ALLEGATO 3 – RISULTATI DELLE MISURE ACUSTICHE ANTE OPERAM.....	21
	ALLEGATO 4 – RISULTATI DELLE MISURE DEL RUMORE DELL'INFISSIONE DELLE PALANCOLE.....	27
	ALLEGATO 5 – STRUMENTAZIONE UTILIZZATA.....	29
	ALLEGATO 6 – CERTIFICATI DI TARATURA DEGLI STRUMENTI	31
	ALLEGATO 7 – ELENCO DEI TECNICI COMPETENTI IN ACUSTICA AMBIENTALE	37

1 QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE

1.1 RUMORE

È stata effettuata un'analisi della distribuzione residenziale nell'intorno dell'area oggetto dell'intervento e sono stati effettuati dei monitoraggi acustici atti a valutare i livelli di rumore presenti nei dintorni della zona oggetto del presente progetto.

Le residenze più prossime sono situate su via Papa Giovanni XXIII:

- civ. 43 condominio costituito da più palazzine a 8 piani. Alcune di queste sono poste a circa 50 m dalla futura recinzione del cantiere;
- civ. 47 condominio costituito da una sola palazzina a 8 piani, situata a circa 70 m futura recinzione del cantiere;
- civ. 97 è presente un'officina meccanica (autorecuperi);
- civ. 101 e 103 palazzina a tre piani. Questo è l'edificio residenziale più prossimo al cantiere: 20 m;
- civ. 107 sgrigliatore della Città di Milano, che ospita gli impianti del sistema sgrigliatore del torrente Seveso.

Per quanto riguarda il secondo fronte edificato, merita una nota la Scuola dell'Infanzia "Cino del Duca", con ingresso da via Campestre 50. La scuola, sebbene da considerarsi ricettore sensibile, si trova a circa 150 m dalla recinzione del cantiere ed è comunque schermata rispetto a questo grazie al primo fronte edificato, in particolare l'autofficina e la residenza ai civici 101 e 103. Vista le distanze in gioco e la distribuzione delle geometrie, è ragionevole supporre che presso la scuola si percepiranno livelli di circa 20 dB inferiori a quelli misurabili sul primo fronte edificato.

Su via Aldo Moro (Comune di Milano), posizionata sul lato sud del cantiere, non sono presenti residenze e a sud di essa si estende il parco.

Ai fini della verifica dell'impatto acustico sono stati effettuati dei monitoraggi acustici atti a valutare i livelli di rumore presenti nei dintorni della zona oggetto del presente progetto. I rilievi fonometrici sono stati effettuati nei giorni dal 25/11/2015 al 01/12/2015 al fine di caratterizzare il clima acustico a cui sono sottoposti i ricettori prima dell'intervento, nell'ottica di poter confrontare i risultati ed individuare eventuali cambiamenti del clima acustico a cui sarà sottoposta la popolazione residente rispetto allo stato attuale.

Il territorio del Comune di Bresso, dove sono ubicati i ricettori in esame, ha adottato il piano di zonizzazione acustica, i limiti di riferimento sono quelli indicati nel DPCM 14 novembre 1997.

Si riporta di seguito un estratto del piano di zonizzazione acustica del Comune di Bresso in cui è stata identificata l'area occupata dall'intervento e dai ricettori adiacenti. I limiti di riferimento sono quelli delle CLASSI I, II e III.

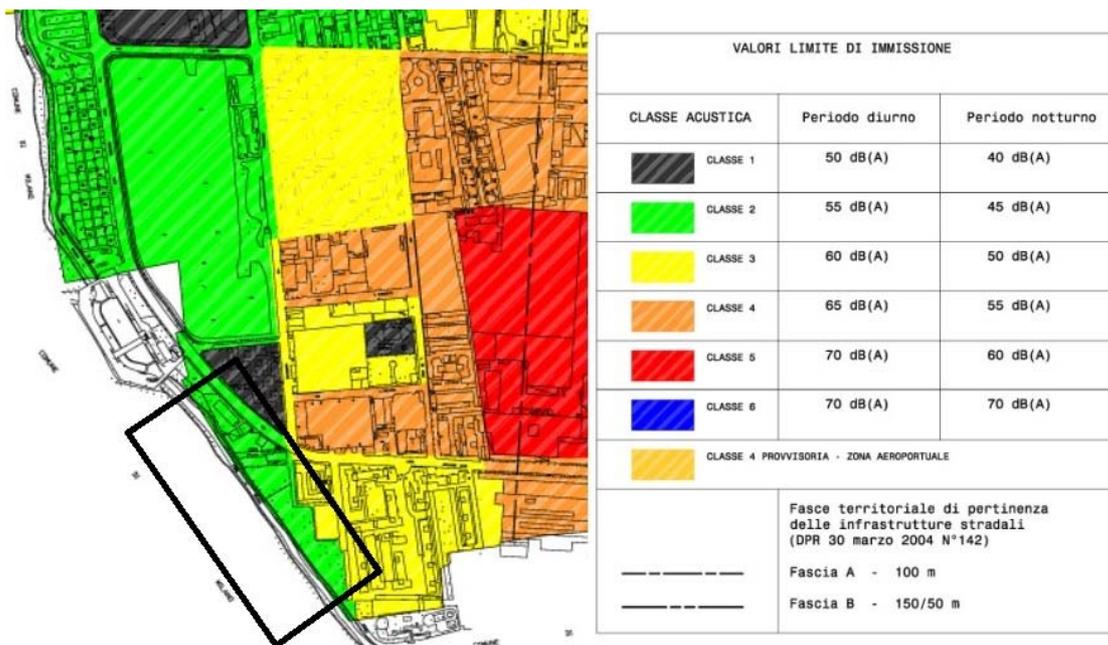


Figura 1 – Estratto della classificazione acustica del territorio del Comune di Bresso



Figura 2 – Ricettori più prossimi all'intervento

Il clima acustico, allo stato attuale, è prevalentemente silenzioso con presenza di scarsi transiti veicolari lungo via Papa Giovanni XXIII e superiori su via Aldo Moro. I ricettori adiacenti all'area di intervento e rappresentati in figura sono quelli coinvolti nella campagna di monitoraggio AO in quanto maggiormente impattati come descritto in precedenza:

- R1: edificio residenziale di 3 piani collocato a distanza ridotta dall'area (circa 20 m);
- R2: complesso di edifici residenziali più distanti (oltre 50 m);

Sono stati effettuati due rilievi acustici in corrispondenza dei due ricettori residenziali più prossimi alla struttura (R1 e R2), per la verifica dell'impatto. L'esito delle misure di durata di 24 ore ha consentito di determinare la situazione attuale del clima acustico.

La misura presso il ricettore R1 è stata eseguita nei giorni 25 e 26 novembre 2015 al piano terra dell'edificio in via Papa Giovanni XXIII 103, nel giardino con affaccio sul fiume Seveso e sul parco.

I livelli equivalenti misurati durante il periodo diurno e notturno sono risultati molto simili, in quanto caratterizzati dal predominante rumore di fondo legato allo scorrere dell'acqua del torrente Seveso. È importante segnalare che comunque entrambi i valori sono risultati al di sopra dei limiti assoluti previsti dal piano di zonizzazione acustica. Il superamento è sostanzialmente dovuto al rumore dell'acqua del torrente.

Punto di misura	Durata della misura [ore]	LAeq [dB]	L95 [dB]	Periodo della misura	Limiti	Rispetto dei limiti
Ricettore R1	16.00	57,2	55,0	diurno	55,0	NO
Ricettore R1	8.00	56,0	55,3	notturno	45,0	NO

La misura presso il ricettore R2 è stata eseguita nei giorni 30 novembre e 1 dicembre 2015 al quarto piano dell'edificio in via Papa Giovanni XXIII 43, su un balcone con affaccio sul fiume Seveso e sul parco per una durata di 24 ore.

Il livello equivalente misurato durante il periodo diurno è risultato di poco superiore a quello rilevato al ricettore R1, il contributo del torrente è meno percepibile perché più distante ma si è riscontrata la presenza di traffico veicolare e rumore antropico di un condominio densamente popolato. Questo è ulteriormente confermato dal livello equivalente misurato durante il periodo notturno che è risultato molto più basso del ricettore R1, anche se al di sopra dei limiti consentiti.

Punto di misura	Durata della misura [ore]	LAeq [dB]	L95 [dB]	Periodo della misura	Limiti	Rispetto dei limiti
Ricettore R2	16.00	58,7	51,7	diurno	60,0	SÌ
Ricettore R2	8.00	51,1	43,0	notturno	50,0	NO

Dal monitoraggio effettuato si evince che il clima acustico della zona non rispetta i limiti assoluti previsti dal piano di zonizzazione. Nello specifico i valori rilevati al ricettore R1 (diurno e notturno) e al ricettore R2 (notturno) non vengono rispettati i limiti assoluti previsti dal piano di zonizzazione, mentre per il ricettore R2 il limite diurno viene rispettato.

2 VALUTAZIONE DEI POTENZIALI EFFETTI DEL PROGETTO IN FASE DI ESERCIZIO SULL'AMBIENTE ED EVENTUALI MISURE DI MITIGAZIONE E/O COMPENSAZIONE

2.1 RUMORE E VIBRAZIONI

L'impatto derivante dalla componente rumore in fase di esercizio dell'opera è contenuto e tale da non suscitare preoccupazioni.

Gli impatti acustici prodotti dall'intervento in oggetto sono classificabili in impatto acustico dell'impianto a regime e in fase di realizzazione dell'opera (trattato successivamente). L'impianto acustico a regime è riconducibile alle emissioni acustiche degli organi elettromeccanici per il funzionamento del sistema di laminazione (funzionamento delle pompe di sollevamento dell'acqua per lo svuotamento della vasca di laminazione e paratoie per la regimazione e/o attivazione dello scarico/alimentazione della vasca).

All'interno del manufatto sono previste pompe a immersione di ricircolo/svuotamento. Lo svuotamento della vasca sarà operato in parte a gravità ed, in parte, con pompe di sollevamento. Le pompe sono completamente immerse in acqua e pertanto si prevede che non emetteranno, in fase di esercizio, alcun impatto acustico.

Tra le opere in progetto è prevista anche la costruzione di una cabina elettrica con impianti a ridotta rumorosità. Tali impianti sono ubicati all'interno della cabina elettrica, pertanto la rumorosità degli impianti è schermata dalle pareti della cabina.

Le pompe dei pozzi a servizio dell'emungimento della falda sono collocate all'interno di tombinature ubicate sotto il piano campagna, pertanto il loro collocamento sottoterra non influenza l'ambiente circostante emettendo rumore durante il loro funzionamento.

Il manufatto di presa entrerà in funzione solo durante gli eventi di piena pertanto la possibile emissione sonora, che si prevede comunque non di carattere significativo, sarà di tipo sporadico e limitato nel tempo.

Tutte le scelte progettuali che sono state adottate e che si adotteranno nelle future fasi saranno improntate per poter rendere tale impatto acustico praticamente nullo.

Non si prevedono impatti derivanti dalle componenti vibrazionali in fase di esercizio dell'opera.

3 VALUTAZIONE DELLE POTENZIALI INTERAZIONI DELLE OPERE IN PROGETTO SULL'AMBIENTE IN FASE DI CANTIERE

3.1 RUMORE

In sede di stima degli impatti acustici indotti dall'intervento durante la fase di realizzazione dell'opera sono state valutate le emissioni sonore prodotte sia dai mezzi che stazioneranno e lavoreranno all'interno dell'area di intervento che dal traffico indotto dal cantiere stesso nelle aree direttamente adiacenti l'area di intervento.

3.1.1 LAVORI PREVISTI E RELATIVI IMPATTI

I turni di lavoro sono previsti da lunedì a venerdì, dalle 8 alle 17.

L'intera opera richiede per la realizzazione 615 giorni.

Le lavorazioni più impattanti occupano però poco più di un anno. Come lavorazioni più impattanti si intendono:

- lo scavo e la realizzazione dei manufatti di presa e di scarico in alveo;
- la riqualifica delle sponde e del fondo alveo del torrente Seveso;
- lo scavo del bacino di laminazione;
- la trivellazione dei pozzi di falda.

Restano escluse alcune lavorazioni minori in termini di impatto:

- risoluzione interferenze,
- cantierizzazioni,
- realizzazione impianti e finiture,
- realizzazione pista manutentiva.

Queste sono tutte lavorazioni paragonabili a lavorazioni in ambito stradale/cittadino e quindi generatrici di impatti comunemente noti ai cittadini e più facilmente tollerati.

I manufatti di presa e di scarico in alveo sono situati a nord del cantiere e immediatamente a sud dell'impianto sgrigliatore. Sono opere in c.a. interamente interrate. Tali opere richiedono complessivamente 365 gg lavorativi (52 settimane).

Per il contenimento dello scavo atto a ospitare i manufatti, è prevista una cortina di palancole in acciaio lunga circa 115 m e profonda 14 m.

Il cantiere dei manufatti è situato immediatamente al di là del torrente Seveso rispetto all'edificio residenziale dei civici 101 e 103 di via Papa Giovanni XXIII. La distanza di questo edificio dalla cortina di palancole è di circa 20 m. Indubbiamente questo è l'edificio più impattato da queste lavorazioni. Immediatamente dietro di esso, e comunque schermata dallo stesso, vi è la Scuola dell'Infanzia.

Sicuramente questa costituisce la lavorazione a cui è associato l'impatto vibroacustico più significativo di tutto il cantiere. Le palancole sono infisse a vibrazione all'interno del terreno, per mezzo di una ganascia che aggancia le palancole dalla sommità.

La sorgente di rumore è costituita da tale ganascia vibrante e dalla palancola che vibrando emette rumore. L'infissione di tutta la cortina di palancole non avrà durata superiore ai 20 gg lavorativi.

Tale lavorazione è stata oggetto di una campagna di misure ad hoc realizzata dalla scrivente (MM S.p.a.), presso un cantiere, atta a caratterizzare i livelli acustici causati dai macchinari e dalle operazioni per quantificarne l'impatto associato.

Sono stati acquisiti due rilievi, il primo in prossimità delle lavorazioni, appena fuori dalla recinzione di cantiere, mentre il secondo ha monitorato l'impatto ad una distanza di circa 20 m dal cantiere (quindi stimando quello che sarà l'impatto del cantiere "manufatti" presso i ricettori di via Papa Giovanni XXIII civ. 101 e 103).

La prima misura di durata pari a 30 minuti ha caratterizzato i livelli di emissione della sorgente. La misura ha raggiunto picchi di oltre 100 dB e il livello equivalente è risultato pari a 88,9 dB.

La seconda misura di 45 minuti ha invece rilevato il rumore dell'infissione delle palancole ad una distanza di circa 20 m. Tale misura è quindi da considerarsi attendibile per la stima del contributo dei livelli emessi dalla sorgente presso il ricettore più prossimo al cantiere della vasca di laminazione del Seveso; il livello equivalente della misura è risultato pari a 79,8 dB con picchi che in nessun caso hanno superato i 100 dB. I dettagli di tali rilievi sono in Allegato 4.

Dai valori esposti, si comprende bene come tale lavorazione necessiti di soluzione mitigativa.

Terminate le strutture di sostegno, si procede con lo scavo. Il rumore in questo caso è dovuto alle operazioni degli escavatori e dei camion per il trasporto della terra. Raggiunto il termine dello scavo, si iniziano a realizzare le strutture in c.a.

L'impatto della realizzazione del manufatto costituito da opere in c.a. è stato quantificato prendendo a riferimento alcune simulazioni effettuate per un altro progetto, che si ritengono una stima molto attendibile del rumore emesso dai macchinari e dalle fasi di lavorazione per la realizzazione dell'opera.

Da modellazioni precedentemente effettuate in situazioni simili e da misurazioni di riscontro svolte durante l'operatività del cantiere, si può ragionevolmente supporre – in prima istanza – che il rumore prodotto durante la realizzazione delle strutture in c.a. è pari a circa 67 dB(A) $L_{eq,1h}$, misurato a 20 m di distanza. L'ipotesi considera la presenza contemporanea di autobetoniera, autopompa e compressore per 30 min e operatività su 60 min della gru a torre.

Il rumore prodotto durante lo scavo è di circa 9 dB più basso e va via via abbassandosi, man mano che lo scavo si approfondisce.

L'attività di riqualifica delle sponde e del fondo del torrente è equiparabile a un'attività di scavo e di realizzazione di manufatti in c.a. L'opera richiede 110 gg lavorativi (15 settimane).

Lo scavo del bacino invece è l'attività che si sviluppa sull'area più estesa e richiede 360 gg solo di movimenti terra (51 settimane). I mezzi, partendo da nord, si muoveranno su tutta l'area, interessando quindi più cittadini rispetto a quelli interessati dalle lavorazioni inerenti i manufatti.

La distanza dalla sorgente di rumore (escavatore, pala o camion) è variabile da giorno a giorno e conseguentemente l'impatto.

Infine vi è l'operazione di trivellazione dei pozzi di falda. I pozzi saranno tutti ubicati a nord del cantiere, alle spalle dello sgrigliatore, quindi in posizione più distante sia dalle residenze che dalla scuola. Ciononostante, considerato che l'operazione avrà durata di 30 gg (circa 4 settimane), sarà opportuno prevedere delle opere mitigative, come spiegato successivamente nel testo.

Considerati i livelli di rumore generati, la durata delle lavorazioni e le mitigazioni che è possibile mettere in atto, si ritiene che durante tutta la durata del cantiere sia possibile rispettare il limite: 65 dB(A) $L_{eq,1h}$ (livello equivalente con tempo di integrazione di 1 ora). Tale valore va inteso misurato presso le residenze più prossime, al piano primo.

Sarà compito dell'Appaltatore prevedere tutte le misure mitigative possibili per garantire il rispetto di questi limiti.

3.1.2 INTERVENTI DI MITIGAZIONE E OPERE COMPENSATIVE

Per il progetto in questione si è scelto di definire in anticipo i limiti da rispettare (65dB (A)), ritenendo tali valori facilmente ottenibili ottemperando alle proposte mitigative qui sotto esposte, e considerando al contempo che i valori limiti qui assunti siano corrispondenti a intensità sonore abbastanza tollerabili di giorno da parte della popolazione residente in prossimità del sito.

Deroga ai limiti di rumore e modelli di impatto

Secondo la legislazione vigente (art. 6 – comma 1 – lettera h della Legge n. 447 del 1995), le imprese che effettuano attività rumorose sono tenute a chiedere al Comune di competenza l'autorizzazione in deroga per il superamento dei limiti di immissione acustica in ambiente esterno.

Oltre alla legge nazionale, si applica in questo caso la delibera della Giunta Regionale della Lombardia (Deliberazione n. 9776, seduta del 2 Luglio 2002), denominata "Criteri tecnici di dettaglio per la redazione della classificazione acustica del territorio comunale". Questo documento, dopo aver analizzato altre fonti di rumore quali le infrastrutture stradali, ferroviarie e aeroportuali e gli impianti industriali o commerciali, si sofferma sulle aree destinate a spettacolo a carattere temporaneo, ovvero mobile, ovvero all'aperto. Considerando l'attività di cantiere come evento temporaneo, la norma specifica che non vi è l'obbligo per tutti i Comuni di individuare le aree destinate a questo tipo di attività. Per ciascun evento può essere concessa l'autorizzazione comunale di deroga ai valori limite per le emissioni ed immissioni sonore previste.

Come esposto, per il progetto in questione si è scelto di definire in anticipo i limiti da rispettare, ritenendo tali valori facilmente ottenibili ottemperando alle proposte mitigative qui sotto esposte, e considerando al contempo che i valori limiti qui assunti siano corrispondenti a intensità sonore abbastanza tollerabili di giorno da parte della popolazione residente in prossimità del sito.

La determinazione dei livelli di disturbo connessi con le lavorazioni previste per il cantiere dovrà essere effettuata con l'ausilio di un software previsionale di provata efficacia, già usato in altre situazioni di valutazione di impatto acustico di cantiere. Il software dovrà supportare un modello tridimensionale del terreno e degli edifici. Dovranno essere modellati gli edifici fino al secondo fronte edificato, compresi eventuali muri di recinzione.

Le sorgenti di rumore (macchinari) dovranno essere modellate come sorgenti puntuali, salvo casi di emissioni sonore da elementi di macchine di dimensioni ragguardevoli. Le potenze sonore introdotte nel modello dovranno essere quelle delle macchine reali che opereranno nel cantiere. Dovranno quindi essere acquisite per tempo le schede tecniche della completa dotazione macchine, comprese quelle dei subappaltatori.

Il software dovrà stimare il livello equivalente massimo per un'ora di lavorazione. La relazione dello studio di impatto dovrà essere validata dalla DL o da ente terzo, prima della trasmissione al Comune di competenza al fine di ricevere l'autorizzazione in deroga. Data l'elevata durata del cantiere e la varietà delle lavorazioni, dovranno essere modellati diversi scenari caratteristici di vari momenti dell'avanzamento del cantiere, così da dare evidenza del rispetto dei limiti. La richiesta di autorizzazione in deroga indirizzata al Comune dovrà riportare i diversi livelli stimati e il periodo di loro validità. La lettera di richiesta dovrà essere indirizzata contestualmente al Comune e alla DL. Analogamente la DL

dovrà essere messa a conoscenza dell'autorizzazione ricevuta dal Comune, così da svolgere le misurazioni coerentemente con quanto prescritto.

Qualora la potenza acustica dei macchinari senza mitigazioni aggiuntive non fosse sufficiente a garantire il rispetto dei limiti imposti, il modello dovrà contemplare anche le barriere acustiche o a ridosso delle lavorazioni o montate sui macchinari, come previsto nei punti seguenti.

Il modello dovrà riportare i livelli equivalenti orari stimati al piano primo dell'edificio più prossimo alla lavorazione modellata, comprendendo le potenze acustiche reali delle macchine e le eventuali barriere acustiche.

Acquisto o nolo di macchinari silenziosi

Le macchine, le attrezzature, gli impianti, i veicoli e i prodotti per il controllo del rumore devono essere scelti con l'obiettivo di minimizzare il carico di rumore localizzato nel cantiere a parità di funzionalità tecnica e di performance. Il primo passo per agire consapevolmente sulla gestione dei problemi del rumore consiste quindi nella possibilità che l'Appaltatore attui una politica di acquisti "silenziosi". L'implementazione di un programma di questo tipo (detto comunemente "Buy Quiet") è una delle più efficaci strategie per controllare l'esposizione al rumore, i cui vantaggi, conseguenti alla riduzione delle emissioni, si esplicano sia sull'ambiente di lavoro sia sull'ambiente esterno al cantiere.

Un programma di questo tipo si rivela efficace in progetti come quello oggetto di questo documento, nel quale, data l'estensione del cantiere, barriere a recinzione di cantiere possono rivelarsi di efficacia nulla.

La procedura verrà attuata dall'Ufficio Acquisti dell'Appaltatore – e dei relativi subappaltatori - in base a:

- il database di riferimento delle emissioni sonore delle attrezzature, macchine, ecc.;
- un accordo sulle condizioni operative di lavoro delle attrezzature, macchine, ecc. e sui requisiti prestazionali minimi richiesti;
- la conoscenza delle modalità di impiego da parte del personale;
- la conoscenza dei fattori ambientali che possono influenzare il rumore.

A parità di lavorazione e di prestazione l'ufficio acquisti identificherà il prodotto silenzioso più conveniente e valuterà, in caso di prezzo maggiore, se la riduzione di rumore giustifica una extra spesa, considerando anche i risparmi in termini di interventi sulla propagazione del rumore, il rischio di fermo dei cantieri in caso di conflitto con le comunità residenti nell'area di cantiere, la minore esposizione dei lavoratori, ecc.

Perché questa politica di acquisti o noli silenziosi abbia effetto reale, sarà previsto coinvolgimento diretto della DL. Nella documentazione di appalto si prevederà una procedura di controllo dell'effettiva implementazione del programma Buy Quiet. Per ogni macchinario operante sull'area di cantiere, l'Appaltatore dovrà dare evidenza di aver operato una scelta che tenga conto contestualmente dell'aspetto economico e dell'impatto acustico. Per questo motivo, per ogni macchina, l'Appaltatore dovrà produrre due schede-rumore, dove si illustra la potenza sonora emessa, le modalità di misura e l'ente che ha svolto le misure. Una scheda sarà relativa alla macchina realmente impiegata nel cantiere, l'altra a un'altra macchina di altro fornitore. Compito della DL sarà di verificare la disponibilità di queste schede per tutte le macchine presenti e operanti nel cantiere e di adottare politiche sanzionatorie o di divieto in caso di una macchina operante per la quale le schede non siano state fornite. Le procedure previste nella documentazione di appalto prevedranno criteri anche per imporre scelte più silenziose, a fronte di macchine con differenze di prezzo non elevate. Ad esempio se la macchina più costosa e più rumorosa ha prezzo del 5% superiore a quella meno costosa ma più rumorosa, l'Appaltatore sarà tenuto comunque a acquistare o noleggiare la macchina più silenziosa.

Barriere montate a ridosso dei macchinari

Qualora non fosse possibile mitigare più di tanto il rumore emesso dai macchinari, si può intervenire montando pannelli a ridosso o direttamente sopra ai macchinari, in modo tale da attenuare il rumore emesso.

Per esempio questa può risultare la soluzione più efficace per gli escavatori che si muovono all'interno del perimetro del bacino di laminazione. Data l'estensione del bacino, in rapporto all'altezza dei palazzi prospicienti, si comprende bene che qualsiasi barriera fissa a perimetro del cantiere ha efficacia nulla. Peraltro è impossibile prevedere delle aree o percorsi preferenziali lungo i quali far muovere i mezzi, e presso i quali montare barriere provvisorie. Rimane quindi come unica opzione percorribile quella di montare pannelli a ridosso del motore o comunque delle parti più rumorose del macchinario.

Altro esempio riguarda l'infissione delle palancole. Come detto, la sorgente del rumore durante l'infissione delle palancole è data dalla ganascia vibrante posta in sommità al pannello di palanca. In questo caso si possono impiegare pannelli fonoassorbenti montanti sulla ganascia vibrante, oppure sostenuti alla dovuta altezza con un autogru a ridosso della macchina.

Pannelli provvisori sono invece pensabili per gli impianti fissi o semi-fissi, come centrali di pompaggio, betonaggio o compressori.

Queste mitigazioni potranno risultare necessarie solo se lo studio previsionale (svolto ai fini della richiesta di autorizzazione in deroga) dimostrasse che le potenze acustiche dei macchinari previsti non fossero sufficienti per garantire il rispetto dei limiti sopra esposti.

Barriere fisse a ridosso di lavorazioni in aree ristrette

Barriere fisse devono essere assunte come ultima opzione, qualora quelle precedenti risultassero non sufficienti.

La motivazione sta nel fatto che, viste le caratteristiche del cantiere, sarebbero la soluzione meno efficace, soprattutto durante lo scavo del bacino di laminazione. Potrebbero però rivelarsi una soluzione per lavorazioni in aree ristrette, con macchinari che rimangono nella stessa posizione per un tempo adeguato a giustificare l'installazione delle barriere, considerato il tempo necessario per installarle/rimuoverle e le maestranze e gli oneri dovuti. Ad esempio, durante la realizzazione di getti, la betoniera e la pompa per il calcestruzzo si posizionano sempre nello stesso posto, indipendentemente dal punto dove il getto tramite la pompa deve cadere. In questo caso, ha senso posizionare barriere a fianco dei mezzi impiegati (e rimuoverle una volta terminati tutti i getti).

L'Appaltatore può anche valutare, secondo le proprie disponibilità e tempistiche, di installare barriere semi-permanenti in prossimità dell'area di cantiere dove si realizzano i manufatti. Si tratta di un'area relativamente ristretta, il cui confinamento con barriere può avere effetti apprezzabili. L'area però presenta degli elementi di criticità che vanno opportunamente considerati. I manufatti verranno realizzati molto a ridosso del torrente Seveso, perché solo così i manufatti possono accogliere l'acqua che proviene dal torrente. Quindi per isolare gli edifici a nord-est dei manufatti (civ. 101 e 103), le barriere possono essere solo montate a nord del torrente, ma qui lo spazio disponibile fra torrente e edifici è molto ristretto. Di fatto le barriere potrebbero essere montate solo all'interno del giardino della casa, con il risultato di togliere visibilità a tutte le finestre del condominio. L'eventuale montaggio di queste barriere dovrà essere valutato solo dopo consultazione con i condomini.

3.2 VIBRAZIONI

Viste le lavorazioni previste e le distanze sorgente-ricettore in gioco, non si prevedono impatti percepibili da vibrazioni.

L'unica lavorazione che può comportare vibrazioni è l'infissione delle palancole. Le palancole sono infisse proprio per mezzo di una ganascia, la quale, stringendo la sommità della palancola, impone delle vibrazioni alla stessa in modo che penetri più facilmente nel terreno.

Queste vibrazioni, in particolari condizioni, risultano percepibili all'interno delle unità abitative in prossimità del cantiere. Le vibrazioni, però, a differenza del rumore, non sono attenuabili con soluzioni mitigative. Ovvero non esiste qualcosa di analogo a delle barriere per interrompere il flusso delle vibrazioni nel terreno. Solo in alcuni casi, per cantieri di durata pluriennale (p.es. cave) si usa realizzare delle trincee di adeguata profondità nel terreno che fungono da barriera per interrompere l'onda vibratoria. Si comprende bene come la realizzazione di queste trincee non avrebbe alcun senso per l'operazione di infissione delle palancole, la quale avrà durata non superiore alle due settimane.

È prevedibile però che l'alveo del torrente Seveso (che di fatto costituisce una "trincea") operi adeguatamente allo scopo di ridurre le vibrazioni.

Un'informazione preventiva ai cittadini interessati può essere la misura migliore per evitare lamentele, segnalando comunque che le lavorazioni si svolgeranno solo in periodo diurno.

4 PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

4.1 ANTE OPERAM

Nella fase *ante operam* si indagano le componenti rumore e acque sotterranee, mentre per le componenti naturalistiche si utilizzeranno i dati disponibili presso il Parco Nord.

4.1.1 RUMORE

È stata effettuata una campagna di monitoraggio acustico, prima dell'inizio delle attività di cantiere, della durata di 24 h presso due punti nel Comune di Bresso in Via Papa Giovanni XXIII ai civ. 43 e civ. 103, individuati in base alle disponibilità dei residenti.

Gli strumenti di misurazione sono stati ubicati ai balconi o alle finestre degli edifici residenziali più prossimi al cantiere.

Gli esiti delle misure sono illustrati al § 1.1 e i dettagli sono in allegato 3.

Le misurazioni acustiche sono state svolte nel rispetto del D.M.A. 16.03.1998: "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico". Il parametro principale acquisito con le misurazioni è il livello equivalente con tempo di integrazione di 1 ora.

4.2 FASE DI COSTRUZIONE

Circa il *corso d'opera* (fase di costruzione), viene sottolineato che esso non assume particolari specificità rispetto ad altri interventi infrastrutturali che comportano movimenti di terra, transito di mezzi d'opera, costruzione di manufatti. Pertanto saranno indagate le componenti aria, rumore, acque sotterranee, acque superficiali e fauna.

4.2.1 RUMORE E VIBRAZIONI

Il monitoraggio del rumore prevede misurazioni acustiche di durata minima 72 h, da eseguirsi con cadenza mensile durante la fase più impattante del cantiere (realizzazione manufatti di presa e di scarico, scavo vasca, riqualifica sponde e fondo torrente Seveso).

Saranno quindi escluse dal monitoraggio le fasi realizzative di risoluzione interferenze, cantierizzazioni, realizzazione impianti e finiture, realizzazione pista manutentiva.

I siti di misurazione saranno balconi o finestre degli edifici residenziali più prossimi al cantiere:

- Bresso – Via Papa Giovanni XXIII, civ. 43;
- Bresso – Via Papa Giovanni XXIII, civ. 101 o 103.

Gli strumenti di misurazione saranno posizionati ad un'altezza minima corrispondente al piano primo.

Per ora non si prevedono misurazioni presso l'officina situata al civ. 97 (officina meccanico) e al civ. 107 (sgrigliatore), in quanto trattasi di realtà industriali.

Le misurazioni saranno ripetute in caso di esposti. Queste saranno svolte posizionando lo strumento sul balcone o finestra dell'appartamento del cittadino che ha manifestato la lamentela. L'installazione è prevista appena possibile dopo il recepimento della lamentela presso la DL o il RUP, compatibilmente con la disponibilità degli strumenti e con le condizioni meteo.

Lo scopo delle misurazioni a intervalli regolari è quello di verificare il rispetto dei valori autorizzati in deroga, e anche accertare un progressivo e effettivo abbassamento dei livelli di rumore man mano che il cantiere avanza.

Le misurazioni acustiche saranno svolte nel rispetto del D.M.A. 16.03.1998: "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico". Il parametro principale acquisito con le misurazioni sarà il livello equivalente con tempo di integrazione di 1 ora.

Non sono previste misurazioni a intervalli regolari per le vibrazioni, ma saranno effettuate solo in caso di esposti da parte dei cittadini e presso la residenza che ha sollevato la lamentela.

ALLEGATO 1 – NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La normativa connessa al rumore ambientale ed in ambito lavorativo ha lo scopo di minimizzare i rischi per la salute dell'uomo ed il disturbo da esso arrecato, garantendo una migliore vivibilità degli ambienti lavorativi, abitativi e di svago. Il rumore costituisce infatti un fattore di rischio sia dal punto di vista fisiologico (malattie professionali - ipoacusie) che psicologico (affaticamento, stress, danneggia la socializzazione e può rendere difficile la comunicazione verbale).

Di seguito si elencano le principali norme emanate dallo Stato Italiano in materia di rumore ambientale che costituiscono il quadro normativo di riferimento:

- Legge Quadro sull'inquinamento acustico del 26 ottobre 1995 nr.447
- D.P.C.M. 1 marzo 1991 "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno"
- D.P.C.M. 14 novembre 1997 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore"
- D.M. 16 marzo 1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico"
- D.M. 11 dicembre 1996 - Applicazione del criterio differenziale per gli impianti a ciclo produttivo continuo.
- D.P.C.M. 31 marzo 1998 - criteri generali per l'esercizio dell'attività del tecnico competente in acustica, ai sensi della legge 26 ottobre 1995, n. 447.
- D. Lgs. 194 del 19/08/2005 - Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale.
- D.C.C. 9 Settembre 2013, n. 32 – Classificazione Acustica del Territorio del Comune di Milano.

I riferimenti legislativi nel campo dell'Acustica Ambientale vigenti in Regione Lombardia considerati per lo svolgimento dell'indagine sono i seguenti:

- Legge Regionale Lombardia 10 agosto 2001 "Norme in materia di inquinamento acustico"
- Dgr 9/2/96 n. 8945, Dgr 17/5/96 n. VI/13195, Dgr 12/11/98 n. VI/39551. Requisiti e domande tecnici competenti in acustica
- Dgr 12/7/02 n. V/9776. Classificazione acustica comunale
- DGR Lombardia 8 marzo 2002 n.VII/8313 "Modalità e criteri di redazione della documentazione di previsione di impatto acustico e di valutazione previsionale del clima acustico"

ALLEGATO 2 – VALORI LIMITE E CLASSI DI DESTINAZIONE D'USO DEL TERRITORIO

I limiti di riferimento sono quelli indicati nel DPCM 14 novembre 1997.

Con tale decreto vengono fissati i limiti delle diverse grandezze acustiche previste dalla legge quadro e le classi che devono essere previste nella elaborazione della zonizzazione acustica del territorio, come riportato nelle tabelle seguenti. Tali valori limite devono intendersi come livelli di pressione sonora ponderati A, relativi al tempo di riferimento, ovvero l'integrazione temporale del livello di pressione sonora si deve estendere alla durata del tempo di riferimento. I rilievi fonometrici atti alla determinazione dei valori da confrontare con i suddetti valori limite possono essere effettuati in continuo oppure mediante tecnica di campionamento.

CLASSI DI DESTINAZIONE D'USO DEL TERRITORIO	TEMPI DI RIFERIMENTO	
	DIURNO (06:00-22:00)	NOTTURNO (22:00-06:00)
I aree particolarmente protette	45	35
II aree prevalentemente residenziali	50	40
III aree di tipo misto	55	45
IV aree di intensa attività umana	60	50
V aree prevalentemente industriali	65	55
V aree esclusivamente industriali	65	65

Valori limite assoluti di emissione – Leq in dB(A) (art. 2)

CLASSI DI DESTINAZIONE D'USO DEL TERRITORIO	TEMPI DI RIFERIMENTO	
	DIURNO (06:00-22:00)	NOTTURNO (22:00-06:00)
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
V aree esclusivamente industriali	70	70

Valori limite assoluti di immissione – Leq in dB(A) (art. 3)

CLASSI DI DESTINAZIONE D'USO DEL TERRITORIO	TEMPI DI RIFERIMENTO	
	DIURNO (06:00-22:00)	NOTTURNO (22:00-06:00)
I aree particolarmente protette	47	37
II aree prevalentemente residenziali	52	42
III aree di tipo misto	57	47
IV aree di intensa attività umana	62	52
V aree prevalentemente industriali	67	57
V aree esclusivamente industriali	70	70

Valori di qualità – Leq in dB(A) (art. 7)

Il superamento dei limiti di emissione e di immissione comporta l'applicazione di sanzioni amministrative. Le classi di destinazione d'uso del territorio sono le seguenti:

CLASSE I - aree particolarmente protette; rientrano in questa classe le aree nelle quali la quiete rappresenta un elemento di base per la loro utilizzazione: aree ospedaliere, scolastiche, aree destinate al riposo ed allo svago, aree residenziali rurali, aree di particolare interesse urbanistico, parchi pubblici, ecc;

CLASSE II - aree destinate ad uso prevalentemente residenziale: rientrano in questa classe le aree urbane interessate prevalentemente da traffico veicolare locale, con bassa densità di popolazione, con limitata presenza di attività commerciali ed assenza di attività industriali e artigianali;

CLASSE III - aree di tipo misto: rientrano in questa classe le aree urbane interessate da traffico veicolare locale o di attraversamento, con media densità di popolazione, con presenza di attività commerciali, uffici, con limitata presenza di attività artigianali e con assenza di attività industriali; aree rurali interessate da attività che impiegano macchine operatrici;

CLASSE IV - aree di intensa attività umana: rientrano in questa classe le aree urbane interessate da intenso traffico veicolare, con alta densità di popolazione, con elevata presenza di attività commerciali e uffici, con presenza di attività artigianali; le aree in prossimità di strade di grande comunicazione e di linee ferroviarie; le aree portuali, le aree con limitata presenza di piccole industrie;

CLASSE V - aree prevalentemente industriali: rientrano in questa classe le aree interessate da insediamenti industriali e con scarsità di abitazioni;

CLASSE VI - aree esclusivamente industriali: rientrano in questa classe le aree esclusivamente interessate da attività industriali e prive di insediamenti abitativi.

ALLEGATO 3 – RISULTATI DELLE MISURE ACUSTICHE ANTE OPERAM



Misure acustiche presso il ricevitore 1 in via Papa Giovanni XXIII 103

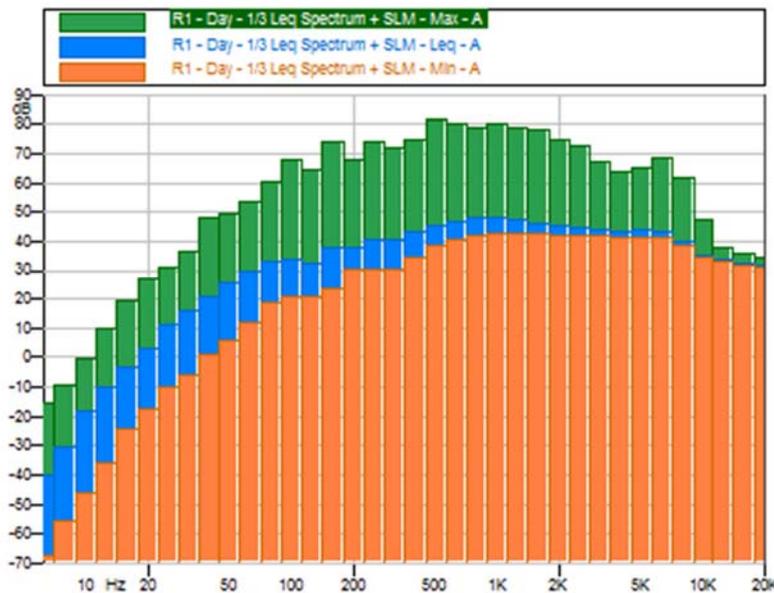
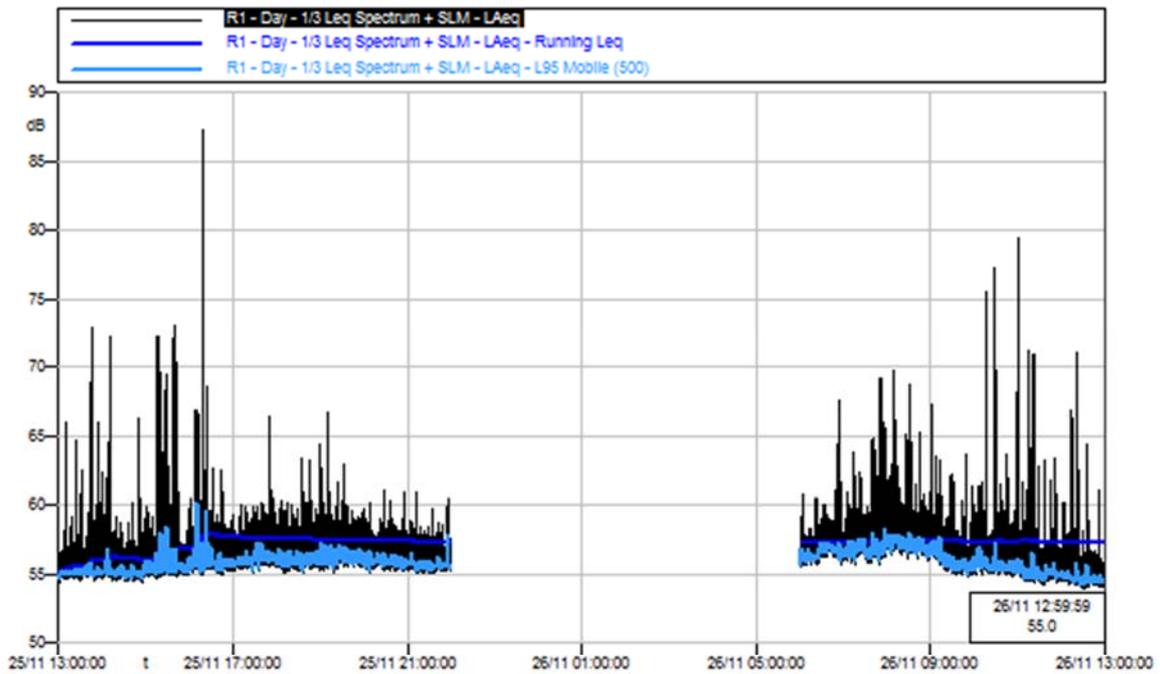
RICETTORE R1

Data: 25/11/2015

Ora: 13:00:00

PERIODO DIURNO

Durata Misura: 16 ore



$L_{Aeq} = 57.2 \text{ dB}$

- L1: 61.4 dB
- L5: 58.6 dB
- L10: 58.1 dB
- L50: 56.4 dB
- L90: 55.3 dB
- L95: 55.0 dB
- L99: 54.7 dB

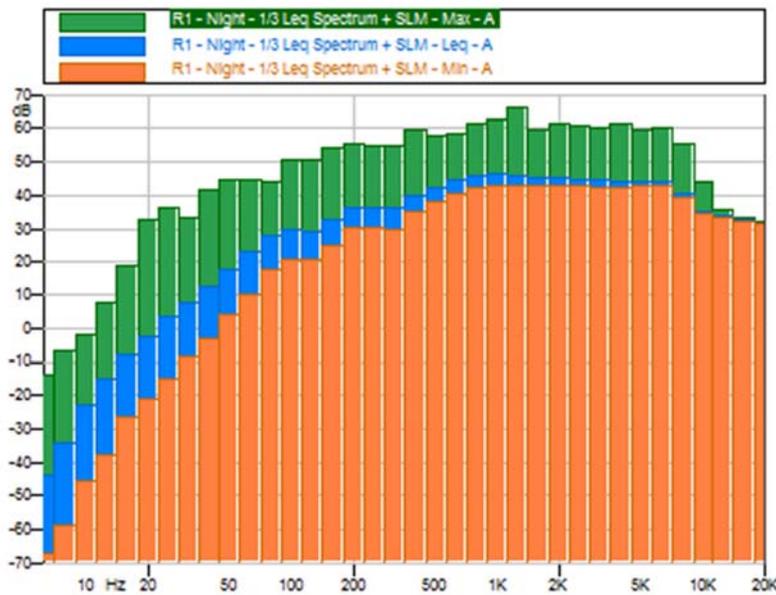
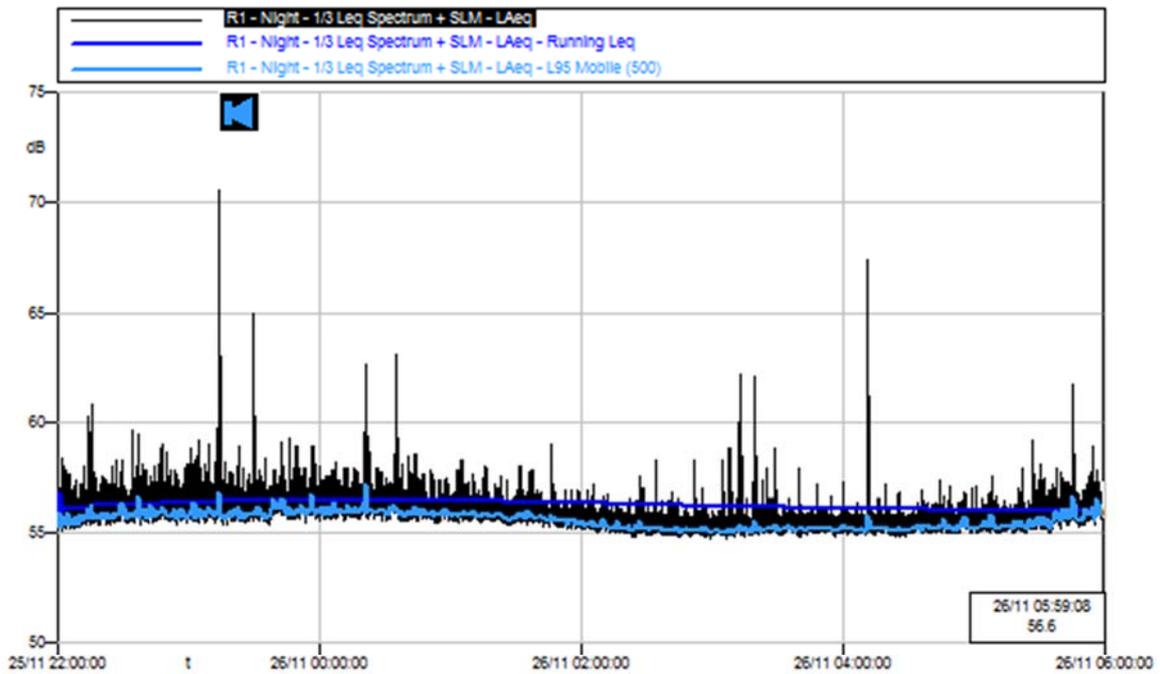
RICETTORE R1

Data: 25/11/2015

Ora: 22:00:00

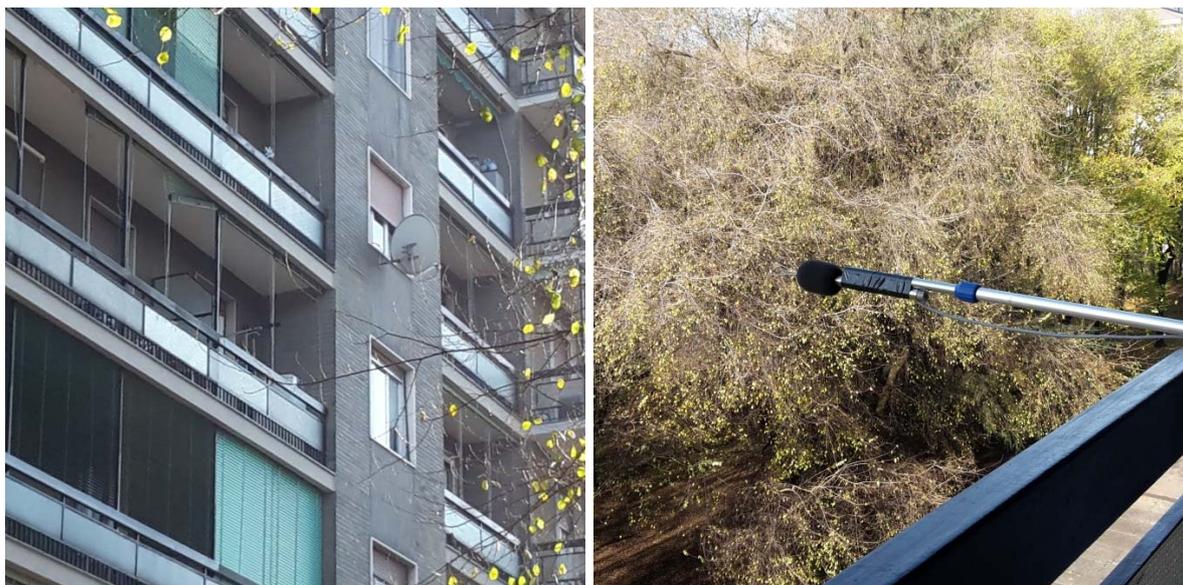
PERIODO NOTTURNO

Durata Misura: 8 ore



$L_{Aeq} = 56.0 \text{ dB}$

- L1: 57.8 dB
- L5: 57.0 dB
- L10: 56.7 dB
- L50: 55.9 dB
- L90: 55.3 dB
- L95: 55.3 dB
- L99: 55.1 dB



Misure acustiche presso il ricevitore 2 in via Papa Giovanni XXIII 43

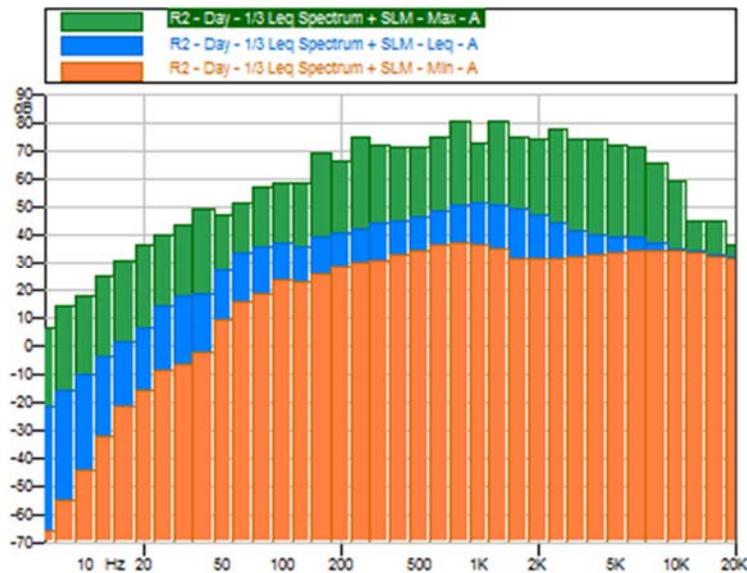
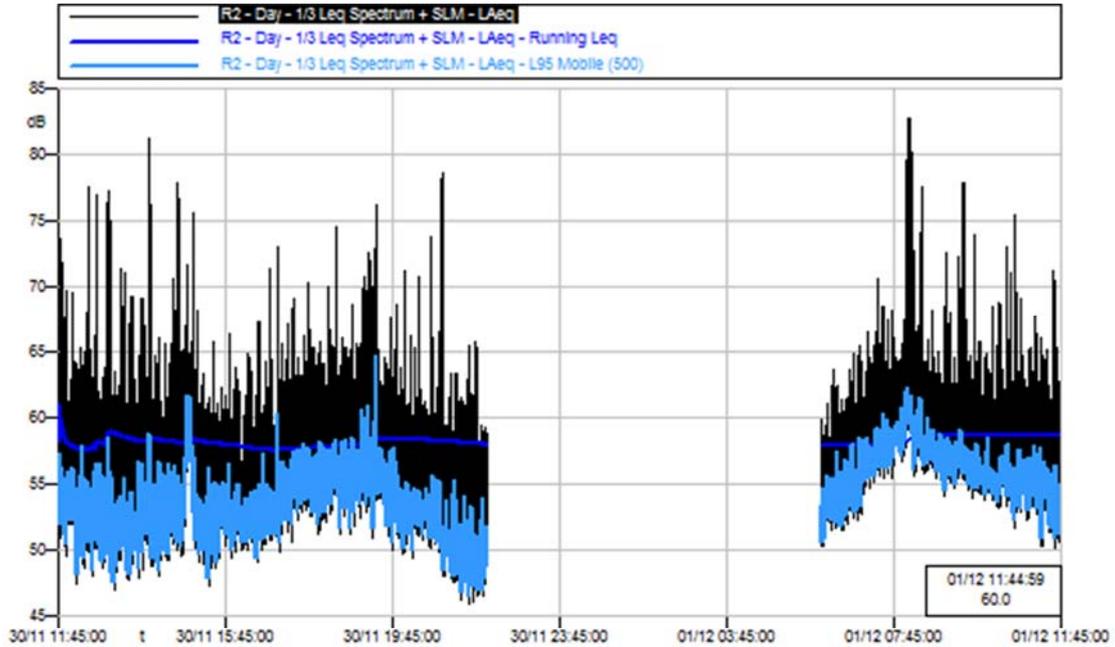
RICETTORE R2

Data: 30/11/2015

Ora: 11:45:00

PERIODO DIURNO

Durata Misura: 16 ore



$L_{Aeq} = 58.7 \text{ dB}$

- L1: 66.1 dB
- L5: 62.4 dB
- L10: 61.3 dB
- L50: 57.1 dB
- L90: 52.8 dB
- L95: 51.7 dB
- L99: 49.5 dB

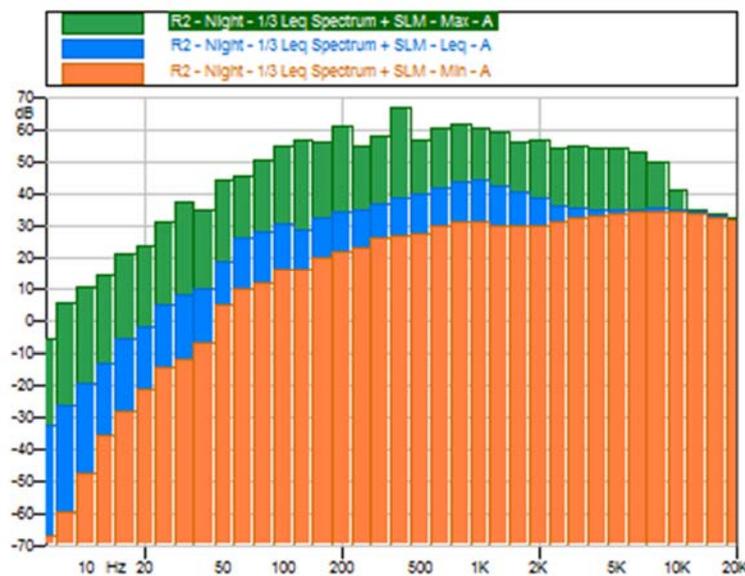
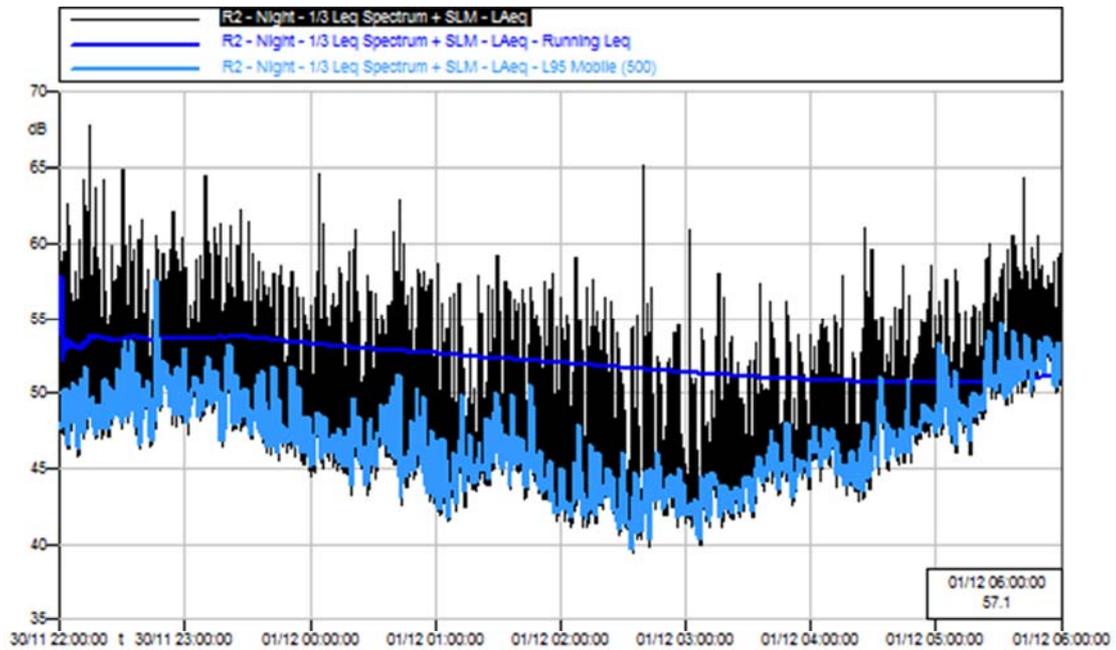
RICETTORE R2

Data: 30/11/2015

Ora: 22:00:00

PERIODO NOTTURNO

Durata Misura: 8 ore



$L_{Aeq} = 51.1 \text{ dB}$

- L1: 58.4 dB
- L5: 56.0 dB
- L10: 54.6 dB
- L50: 49.0 dB
- L90: 43.9 dB
- L95: 43.0 dB
- L99: 41.8 dB

ALLEGATO 4 – RISULTATI DELLE MISURE DEL RUMORE DELL'INFISSIONE DELLE PALANCOLE

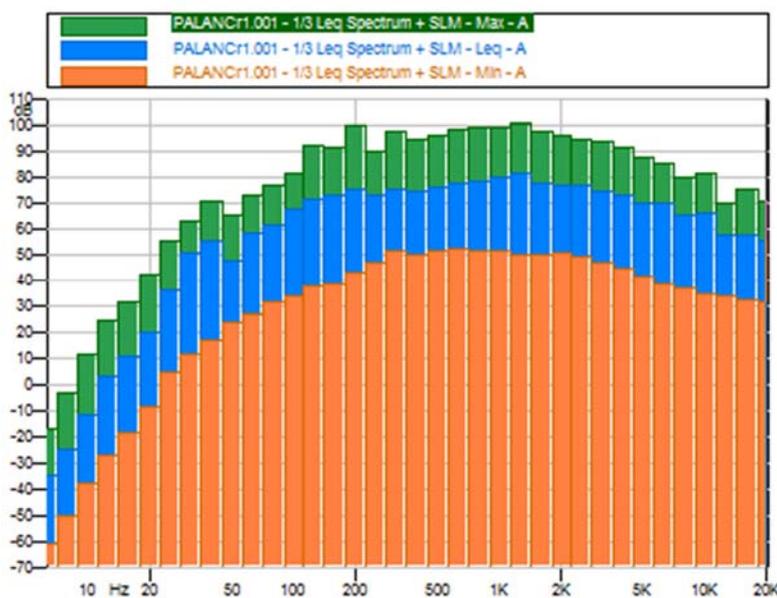
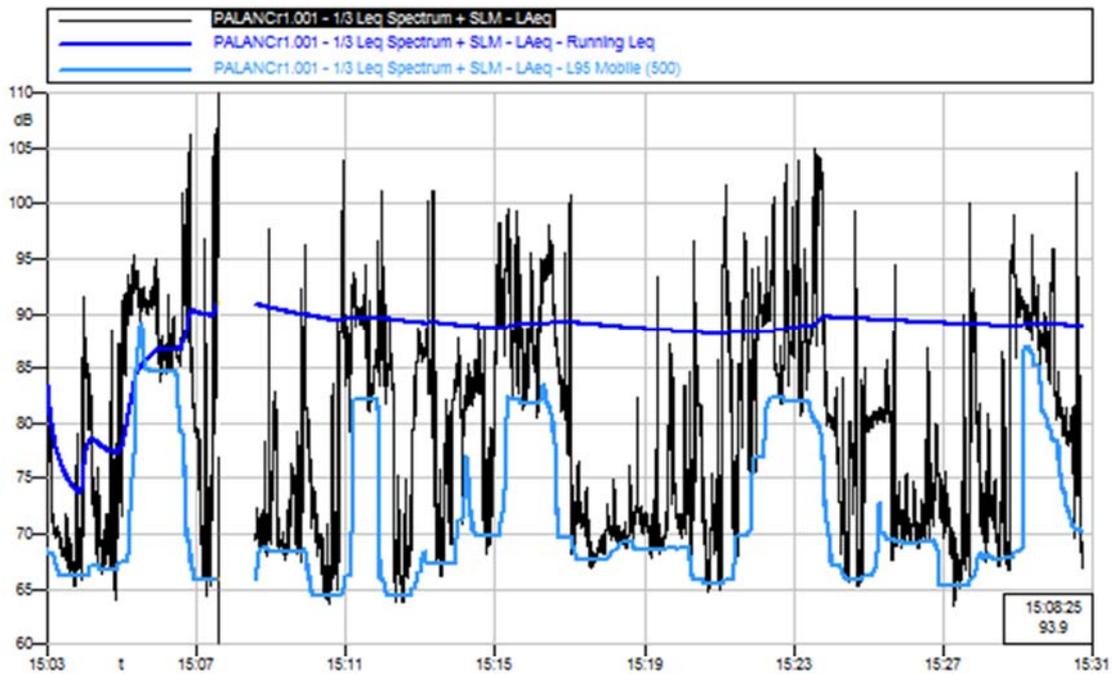
IMPATTO INFISSIONE PALANCOLE

Data: 27/11/2015

Ora: 15:03:48

PERIODO DIURNO

Durata Misura: 30 min

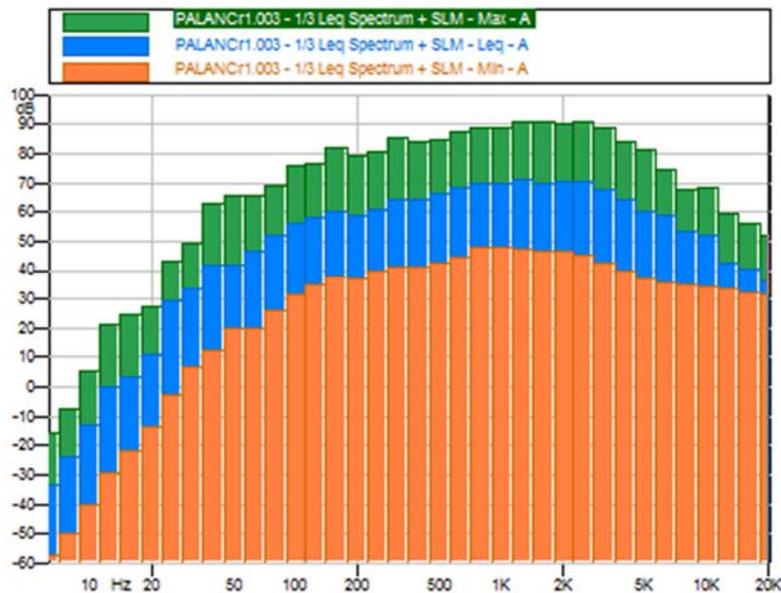
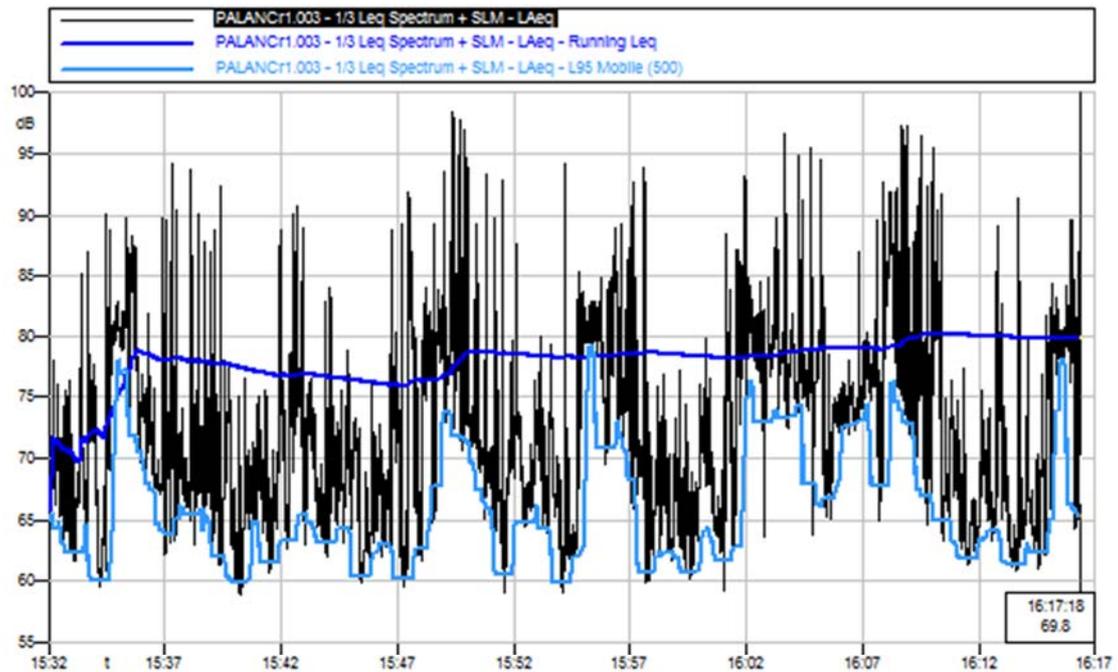


$L_{Aeq} = 88.9 \text{ dB}$

- L1: 101.5 dB
- L5: 94.8 dB
- L10: 91.7 dB
- L50: 79.3 dB
- L90: 68.4 dB
- L95: 67.0 dB
- L99: 65.1 dB

IMPATTO INFISSIONE PALANCOLE

Data: 27/11/2015
 Ora: 15:32:56
 PERIODO DIURNO
 Durata Misura: 45 min



$L_{Aeq} = 79.8 \text{ dB}$

- L1: 92.6 dB
- L5: 85.5 dB
- L10: 81.8 dB
- L50: 71.3 dB
- L90: 63.5 dB
- L95: 62.2 dB
- L99: 60.3 dB

ALLEGATO 5 – STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

La catena strumentale di misurazione del rumore utilizzata per il monitoraggio risulta essere così costituita:

Fonometro integratore Larson Davis LD 831 (S/N 03224) conforme alle richieste del D.M. 16 Marzo 1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico" oltre che alle norme IEC-601272 2002-1 Classe 1, IEC-60651 2001 Tipo 1, IEC-60804 2000-10 Tipo 1, IEC 61252 2002, IEC 61260 1995 Classe 0, ANSI S1.4 1983 e S1.43 1997 Tipo 1, ANSI S1.11 2004, Direttiva 2002/96/CE, WEEE e Direttiva 2002/95/CE, RoHS.

In particolare si tratta di un fonometro integratore di precisione in classe 1 IEC651 / IEC804 / IEC61672 con dinamica superiore ai 125 dB dotato delle seguenti principali caratteristiche:

- Costanti di tempo Fast, Slow, Impulse, Picco ed Leq contemporanee; ognuna con le curve di ponderazione A, C e Z in parallelo.
- Time History per tutti i parametri fonometrici ed analisi in frequenza a partire da 20ms.
- Analizzatore in frequenza Real-Time in 1/1 e 1/3 d'ottava IEC1260 con gamma da 6.3 Hz a 20 kHz e dinamica superiore ai 110 dB.
- Possibilità di rilievo contemporaneo di 58 diversi parametri di misura; contemporanea memorizzazione di spettri ad 1/1 e 1/3 d'ottava.
- Analizzatore statistico per LAF, LAeq, spettri ad 1/1 o 1/3 d'ottave, con sei livelli percentili definibili tra LN-0.01 e LN-99.99.



Fonometro integratore Larson Davis LD 831

Calibratore CAL200 Larson & Davis, conforme alla IEC 942 Classe 1 che fornisce due possibili segnali a tono puro con livello rispettivamente di 94 dB e 114 dB a 1000 Hz (S/N 9872).

Microfono da ½ pollice da esterni a campo libero tipo PCB 377B02 della Larson & Davis (S/N 135604).
Cavalletto treppiede per fonometro e schermo antivento della Larson & Davis.

Software NOISE & VIBRATION WORKS per trasferimento, visualizzazione, gestione dati in frequenza e nel tempo; ricerca automatica di toni puri ed impulsivi (DM 16/03/1998).

La strumentazione viene sottoposta a taratura periodica almeno ogni due anni presso laboratorio accreditato S.I.T. secondo quanto indicato dalle norme ed i certificati di taratura sono presenti in allegato 6. La catena di misura è compatibile con le condizioni meteorologiche riscontrate in loco, in accordo con le norme CEI 29-10 ed EN 60804/1994.

Il microfono, dotato di cuffia antivento, è stato posizionato ad una distanza non inferiore a metri 1 da ostacoli riflettenti, e ad una altezza variabile a seconda della misura.

Prima e dopo le misure, il fonometro è stato controllato e calibrato mediante calibratore portatile, in nessun caso la differenza fra i valori misurati all'inizio e alla fine delle sessioni di misure ha superato i $\pm 0,5$ dB(A) (requisito conforme a quanto indicato dall'art. 2 comma 3 D.M. 16/03/1998).

I rilievi di rumorosità tengono conto delle variazioni sia dell'emissione sonora delle sorgenti che della loro propagazione. Sono inoltre stati rilevati tutti i dati che conducono ad una descrizione delle sorgenti che influiscono sul rumore ambientale nelle zone interessate all'indagine.

Le misure sono state eseguite in condizioni meteo idonee alla acquisizione dei descrittori acustici, ovvero: in assenza di precipitazioni atmosferiche, la velocità del vento era inferiore a 5 m/s o non rilevabile.

ALLEGATO 6 – CERTIFICATI DI TARATURA DEGLI STRUMENTI



SkyLab Srl
Atez Laboratori
Via Belvedere, 42
Arcore (MB)
Tel-039 6133233 Fax-039 6133235
www.spectra.it/servizi/ht skylab.tarature@entlo

CENTRO DI TARATURA LAT N° 163
Calibration Centre
Laboratorio Accreditato di Taratura



LAT N°163

Membro degli Accordi di Mutuo
Riconoscimento EA, IAF ed ILAC

Signatory of EA, IAF and ILAC
Mutual Recognition Agreements

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 163/12214
Certificate of Calibration

Pagina 1 di 11
Page 1 of 11

- Data di Emissione: 2015/04/03
date of issue

- cliente
customer Metropolitana milanese Spa
Via Del Vecchio Politecnico, 8
20121 - Milano (MI)

- destinatario
addressee

- richiesta
application Off.81/15

- in data
date 2015/02/09

- Si riferisce a:
Referring to

- oggetto
item Fonometro

- costruttore
manufacturer LARSON DAVIS

- modello
model L&D 831

- matricola
serial number 3224

- data delle misure
date of measurements 2015/04/03

- registro di laboratorio
laboratory reference 175/15

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 ed 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 No. 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 citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i campioni di prima linea da cui inizia la catena di riferibilità del Centro ed 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 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 o al documento EA-4/02. Solitamente sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura k corrispondente al livello di fiducia di circa il 95%. Normalmente tale fattore 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

Emilio Caglio



SkyLab Srl
Area Laboratori
Via Belvedere, 42
Arosio (MB)
Tel-039 6133233 Fax-039 6133235
www.spectra.it/servizi.it skylab.tarature@outlook

CENTRO DI TARATURA LAT N° 163
Calibration Centre
Laboratorio Accreditato di Taratura



LAT N°163
Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento EA, IAF ed ILAC
Signatory of EA, IAF and ILAC Mutual Recognition Agreements

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 163/12214

Pagina 2 di 11
Page 2 of 11

Certificate of Calibration

Di seguito vengono riportate le seguenti informazioni:

- la descrizione dell'oggetto in taratura (se necessaria);
- l'identificazione delle procedure in base alle quali sono state eseguite le tarature;
- i campioni di prima linea da cui ha inizio la catena della riferibilità del Centro;
- gli estremi dei certificati di taratura di tali campioni e l'Ente che li ha emessi;
- luogo di taratura (se differente da quello del laboratorio);
- condizioni ambientali e di taratura;

The following information is reported about:

- description of the item to be calibrated (if necessary);
- technical procedures used for calibration performed;
- reference standards from which traceability chain is originated in the Centre;
- the relevant calibration certificates of those standards with the issuing Body;
- site of calibration (if different from the Laboratory);
- calibration and environmental conditions;
- calibration results and their expanded uncertainty.

Strumenti sottoposti a verifica

Instrumentation under test

Strumento	Costruttore	Modello	Serie/Matricola	Classe
Fonometro	LARSON DAVIS	L&D 831	3224	Classe 1
Microfono	PCB Piezotronics	PCB 377B02	135604	WS2F
Preamplificatore	LARSON DAVIS	L&D PRM 831	23953	

Normative e prove utilizzate

Standards and used tests

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure: Fonometri 61672 - PR 2 -
The measurement result reported in this Certificate were obtained following the Procedures:

Il gruppo di strumenti analizzato è stato verificato seguendo le normative: IEC 61672 - IEC 61672 - Rev. 2007/04 -
The devices under test was calibrated following the Standards:

Catena di Riferibilità e Campioni di Prima Linea - Strumentazione utilizzata per la taratura

Traceability and First Line Standards - Instrumentation used for the measurements

Strumento	Linea	Marca e modello	N. Serie	Certificato N.	Data Emiss.	Ente validante
Microfono Campione	1°	GRAS 40AU	2246085	5-033-02	15/02/25	INRIM
Pistonefono Campione	1°	GRAS 42AA	3303	5-033-02	15/02/23	INRIM
Multmetro	1°	Agilent 34401A	SM Y4 D M993	41038	14/11/21	Aviatronik Spa
Barometro	1°	Druck	511002	243P H	14/11/20	Emil Las
Generatore	2°	Stanford Research DS360	6102	26	15/01/30	Spectra
Attenuatore	2°	ASIC 1001	0100	26	15/01/30	Spectra
Analizzatore FFT	2°	NB052	777746-01	26	15/01/30	Spectra
Attuatore Elettrostatico	2°	Gras HAA	23991	26	15/01/30	Spectra
Preamplificatore Inset Voltage	2°	Gras 20AG	2157	26	15/01/30	Spectra
Alimentatore Microfonico	2°	Gras 2AA	25434	26	15/01/30	Spectra

Capacità metrologiche ed incertezze del Centro

Metrological abilities and uncertainties of the Centre

Grandezze	Strumento	Gamme Livelli	Gamme Frequenze	Incertezze
Livello di Pressione Sonora	Calibratori Acustici	94-114 dB	250 a 1 Hz	0,2 dB
Livello di Pressione Sonora	Pistonefoni	124 dB	250 Hz	0,1 dB
Livello di Pressione Sonora	Filtri Bande 1/10ttava	20-10-20000	315-8k Hz	0,1-2,0 dB
Livello di Pressione Sonora	Filtri Bande 1/3 Ottava	315-10-8000	20-20k Hz	0,1-2,0 dB
Livello di Pressione Sonora	Fonometri	25-110 dB	315-8k Hz	0,15 dB/ 0,15 - 12
Misura della distorsione THD	Calibratori	94-114 dB	250-1 Hz	0,12 %
Misura della distorsione THD	Pistonefoni	124 dB	250 Hz	0,1 %
Sensibilità assoluta alla pressione acustica	Capsule Microfoniche WS	114 dB	250 Hz	0,5 dB

Condizioni ambientali durante la misura

Environmental parameters during measurements

Pressione Atmosferica	996,8 hPa ± 0,5 hPa	(rif. 1013,3 hPa ± 120,5 hPa)
Temperatura	23,2 °C ± 1,0 °C	(rif. 23,0 °C ± 3,0 °C)
Umidità Relativa	36,8 UR % ± 3 UR %	(rif. 47,5 UR % ± 22,5 UR %)

L' Operatore

Federico Armani

Il Responsabile del Centro

Emilio Caglio



SkyLab Srl
Arca Laboratori
Via Belvedere, 42
Arcore (MB)
Tel-039 6133233 Fax-039 6133235
www.spectra.it/servizi/skylab.taratura@ouileo

CENTRO DI TARATURA LAT N° 163
Calibration Centre
Laboratorio Accreditato di Taratura



LAT N°: 63
Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento EA, IAF ed ILAC
Signatory of EA, IAF and ILAC Mutual Recognition Agreements

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 163/12215

Pagina 2 di 13

Certificate of Calibration

Page 2 of 13

Di seguito vengono riportate le seguenti informazioni:

- la descrizione dell'oggetto in taratura (se necessaria);
- l'identificazione delle procedure in base alle quali sono state eseguite le tarature;
- i campioni di prima linea da cui ha inizio la catena della riferibilità del Centro;
- gli estremi dei certificati di taratura di tali campioni e l'Ente che li ha emessi;
- l' luogo di taratura (se effettuato fuori dal laboratorio);
- condizioni ambientali e di taratura;

In the following information is reported about:

- description of the item to be calibrated (if necessary);
- technical procedures used for calibration performance;
- reference standards from which traceability chain is originated in the Centre;
- the relevant calibration certificates of those standards with the issuing Body;
- site of calibration (if different from the Laboratory);
- calibration and environmental conditions;
- calibration results and their expanded uncertainty.

Strumenti sottoposti a verifica

Instrumentation under test

Strumento	Costruttore	Modello	Serie/Matricola	Classe
Fonometro	LARSON DAVIS	L&D 831	3224	Classe 1
Preamplificatore	LARSON DAVIS	L&D PRM 831	23953	-

Normative e prove utilizzate

Standards and used tests

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure: Filtri 61260 - PR 3

The measurement result reported in this Certificate were obtained following the Procedures:

Il gruppo di strumenti analizzato è stato verificato seguendo le normative: IEC 61260 - IEC 61260 - Rev. 1997/11

The devices under test was calibrated following the Standards:

Catena di Riferibilità e Campioni di Prima Linea - Strumentazione utilizzata per la taratura

Traceability and First Line Standards - Instrumentation used for the measurements

Strumento	Linea	Marca e modello	N. Serie	Certificato N.	Data Emiss.	Ente validante
Microfono Campione	1°	GRAS 40AU	2246085	15-0133-02	15/02/25	INRIM
Pistonefona Campione	1°	GRAS 42AA	3103	15-0133-02	15/02/23	INRIM
Multimetro	1°	Agilent 34401A	SM Y4 D M 993	4108	14/11/21	Aviatronik Spa
Barometro	1°	Druck	15 H002	1243P H	14/11/20	Emil Las
Generatore	2°	Stanford Research DS300	0102	28	15/01/30	Spectra
Attenuatore	2°	ASIC 1001	0100	28	15/01/30	Spectra
Analizzatore FFT	2°	N6052	777746-01	28	15/01/30	Spectra
Attenuatore Elettrostatico	2°	Gras 11AA	23991	28	15/01/30	Spectra
Preamplificatore Insert Voltage	2°	Gras 26AG	2157	28	15/01/30	Spectra
Alimentatore Microfonico	2°	Gras 12AA	25434	28	15/01/30	Spectra

Capacità metrologiche ed incertezze del Centro

Metrological abilities and uncertainties of the Centre

Grandezze	Strumento	Gamme Livelli	Gamme Frequenze	Incertezze
Livello di Pressione Sonora	Calibratori Acustici	94-114 dB	250 e 1 Hz	0,12 dB
Livello di Pressione Sonora	Pistonefoni	124 dB	250 Hz	0,1 dB
Livello di Pressione Sonora	Filtri Bande 1/3 Ottava	20-10-20000	315-8K Hz	0,1-2,0 dB
Livello di Pressione Sonora	Filtri Bande 1/3 Ottava	315-10-8000	20-200 Hz	0,1-2,0 dB
Livello di Pressione Sonora	Fonometri	25-110 dB	315-16K Hz	0,15 dB / 0,15 - 12
Misura della distorsione THD	Calibratori	94-114 dB	250-1 Hz	0,2 %
Misura della distorsione THD	Pistonefoni	124 dB	250 Hz	0,1 %
Sensibilità assoluta alla pressione acustica	Capstufe Microfoniche WS	114 dB	250 Hz	0,15 dB

Condizioni ambientali durante la misura

Environmental parameters during measurements

Pressione Atmosferica	997,0 hPa ± 0,5 hPa	(rif. 1013,3 hPa ± 120,5 hPa)
Temperatura	23,2 °C ± 1,0 °C	(rif. 23,0 °C ± 3,0 °C)
Umidità Relativa	37,4 UR % ± 3 UR %	(rif. 47,5 UR % ± 22,5 UR %)

L' Operatore

Federico Amari

Il Responsabile del Centro

Emilio Caglio



SkyLab Srl
 Area Laboratori
 Via Belvedere, 42
 Arcore (MB)
 Tel-039 6133233 Fax-039 6133235
 www.spectra.it/servizi/skylab.taratura@outlook

CENTRO DI TARATURA LAT N° 163
 Calibration Centre
Laboratorio Accreditato di Taratura



LAT N° 163
 Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento EA, IAF ed ILAC
 Signatory of EA, IAF and ILAC Mutual Recognition Agreements

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 163/12213
 Certificate of Calibration

Pagina 1 di 5
 Page 1 of 5

- Data di Emissione: **2015/04/02**
date of issue

- cliente **Metropolitana milanese Spa**
customer
Via Del Vecchio Politecnico, 8
20121 - Milano (MI)

- destinatario
addressee

- richiesta **Off.81/15**
application

- in data **2015/02/09**
date

- Si riferisce a:
Referring to

- oggetto **Calibratore**
item

- costruttore **LARSON DAVIS**
manufacturer

- modello **L&D CAL 200**
model

- matricola **9872**
serial number

- data delle misure **2015/04/02**
date of measurements

- registro di laboratorio **175/15**
laboratory reference

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 ed 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 No. 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 citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i campioni di prima linea da cui inizia la catena di riferibilità del Centro ed 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 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 al livello di fiducia di circa il 95%. Normalmente tale fattore 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

Emilio Caglio



SkyLab Srl
 Area Laboratori
 Via Belvedere, 42
 Arcore (MB)
 Tel-039 6133233 Fax-039 6133235
 www.spectra.it/servizi/skylab.tarature@outlook

CENTRO DI TARATURA LAT N° 163
 Calibration Centre
Laboratorio Accreditato di Taratura



LAT N°163

Membro degli Accordi di Mutuo
 Riconoscimento EA, IAF ed ILAC

Signatory of EA, IAF and ILAC
 Mutual Recognition Agreements

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 163/12213

Pagina 2 di 5
 Page 2 of 5

Certificate of Calibration

Di seguito vengono riportate le seguenti informazioni:

- In descrizione dell'oggetto in taratura (se necessaria);
- l'identificazione delle procedure in base alle quali sono state eseguite le tarature;
- i campioni di prima linea da cui ha inizio la catena della riferibilità del Centro;
- gli estremi dei certificati di taratura di tali campioni e l'Ente che li ha emessi;
- luogo di taratura (se effettuato fuori dal laboratorio);
- condizioni ambientali e di taratura;

In the following information is reported about:

- description of the item to be calibrated (if necessary);
- technical procedures used for calibration performed;
- reference standards from which traceability chain is originated in the Centre;
- the relevant calibration certificates of these standards with the issuing Body;
- site of calibration (if different from the Laboratory);
- calibration and environmental conditions;
- calibration results and their expanded uncertainty.

Strumenti sottoposti a verifica

Instrumentation under test

Strumento	Costruttore	Modello	Serie/Matricola	Classe
Calibratore	LARSON DAVIS	L&D CAL 200	9872	Classe 1

Normative e prove utilizzate

Standards and used tests

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure: Calibratori - PR 4

The measurement results reported in this Certificate were obtained following the Procedures:

Il gruppo di strumenti analizzato è stato verificato seguendo le normative: IEC 60942 - IEC 660942 - Rev. 2004/03

The devices under test was calibrated following the Standards:

Catena di Riferibilità e Campioni di Prima Linea - Strumentazione utilizzata per la taratura

Traceability and First Line Standards - Instrumentation used for the measurements

Strumento	Linea	Marca e modello	N. Serie	Certificato N.	Data Emiss.	Ente validante
Microfono Campione	1°	GRAS 40AU	2246085	5-033-02	5/02/25	INRIM
Pistonefono Campione	1°	GRAS 42AA	3303	5-033-02	5/02/23	INRIM
Multimetro	1°	Agilent 34401A	5M Y4 D M 993	41038	14/11/21	Avistronik Spa
Barometro	1°	Druck	161002	1243P W	14/11/20	Emil Las
Generatore	2°	Stanford Research DS360	61012	26	5/01/30	Spectra
Attenuatore	2°	ASIC 1001	0100	26	5/01/30	Spectra
Analizzatore FFT	2°	NB052	777746-01	26	5/01/30	Spectra
Attenuatore Elettrostatico	2°	Gras 4AA	23691	26	5/01/30	Spectra
Preamplificatore Inert Voltage	2°	Gras 26AG	21657	26	5/01/30	Spectra
Alimentatore Microfonico	2°	Gras 12AA	25434	26	5/01/30	Spectra

Capacità metrologiche ed incertezze del Centro

Metrological abilities and uncertainties of the Centre

Grandezze	Strumento	Gamme Livelli	Gamme Frequenze	Incertezze
Livello di Pressione Sonora	Calibratori Acustici	94-114 dB	250 e 1k Hz	0,12 dB
Livello di Pressione Sonora	Pistonefoni	124 dB	250 Hz	0,1 dB
Livello di Pressione Sonora	Filtri Bande V10ttava	20-1c-20000	315-8k Hz	0,1-2,0 dB
Livello di Pressione Sonora	Filtri Bande V3 Ottava	315-1c-8000	20-20k Hz	0,1-2,0 dB
Livello di Pressione Sonora	Fonometri	25-140 dB	315-16k Hz	0,15 dB / 0,5 - 12
Misura della distorsione THD	Calibratori	94-114 dB	250-1k Hz	0,12 %
Misura della distorsione THD	Pistonefoni	124 dB	250 Hz	0,1 %
Sensibilità assoluta alla pressione acustica	Capsule Microfoniche WS	114 dB	250 Hz	0,15 dB

Condizioni ambientali durante la misura

Environmental parameters during measurements

Pressione Atmosferica	987,7 hPa ± 0,5 hPa	(rif. 1013,3 hPa ± 120,5 hPa)
Temperatura	23,4 °C ± 1,0 °C	(rif. 23,0 °C ± 3,0 °C)
Umidità Relativa	31,6 UR % ± 3 UR %	(rif. 47,5 UR % ± 22,5 UR %)

L' Operatore

Federico Armani

Il Responsabile del Centro

Emilio Caglio

Calibration Certificate

Certificate Number 2014000576**Customer:**Larson Davis, a division of PCB Piezotronics, Inc.
1681 West 820 North
Provo UT, 84601, US
716-684-0001**Model Number** 831
Serial Number 0003582
Test Results **Pass**
Initial Condition As Manufactured
Description Larson Davis Model 831**Procedure Number** D0001.8378
Technician Ron Harris
Calibration Date 4 Apr 2014
Calibration Due
Temperature 22.27 °C ± 0.01 °C
Humidity 50.4 %RH ± 0.5 %RH
Static Pressure 86.12 kPa ± 0.03 kPa**Evaluation Method** Tested electrically using PRM831 S/N 026171 and a 12.0 pF capacitor to simulate microphone capacitance. Data reported in dB re 20 µPa assuming a microphone sensitivity of 50.0 mV/Pa.**Compliance Standards** Compliant to Manufacturer Specifications and the following standards:

IEC 60651:2001 Type 1	ANSI S1.4 (R2006) Type 1
IEC 60804:2000 Type 1	ANSI S1.11 (R2009) Class 1
IEC 61252:2002	ANSI S1.25 (R2007)
IEC 61260:2001 Class 1	ANSI S1.43 (R2007) Type 1
IEC 61672:2013 Class 1	

Larson Davis, a division of PCB Piezotronics, Inc. certifies that the instrument described above meets or exceeds all specifications as stated in the referenced procedure (unless otherwise noted). It has been calibrated using measurement standards traceable to the SI through the National Institute of Standards and Technology (NIST), or other national measurement institutes.

The quality system is registered to ISO 9001:2008.

This calibration is a direct comparison of the unit under test to the listed reference standards and did not involve any sampling plans to complete. No allowance has been made for the instability of the test device due to use, time, etc. Such allowances will be made by the customer as needed.

The uncertainties were computed in accordance with the ISO Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement (GUM). A coverage factor of approximately 2 sigma (k=2) has been applied to the standard uncertainty to express the expanded uncertainty at approximately 95% confidence level.

This report may not be reproduced, except in full, unless permission for the publication of an approved abstract is obtained in writing from the organization issuing this report.

Description	Standards Used		
	Cal Date	Cal Due	Cal Standard
Hart Scientific 2626-H Temperature Probe	05/07/2013	05/07/2014	006767
SRS DS360 Ultra Low Distortion Generator	06/17/2013	06/17/2014	007117
Barometric Pressure Sensor	08/14/2013	08/14/2014	007130

Larson Davis, a division of PCB Piezotronics, Inc.
1681 West 820 North
Provo UT, 84601, US
716-684-0001



4/4/2014 9:19:18AM

Page 1 of 21

ALLEGATO 7 – ELENCO DEI TECNICI COMPETENTI IN ACUSTICA AMBIENTALE

Di seguito si riporta l'elenco dei tecnici competenti in acustica ambientale che hanno contribuito alla realizzazione dello studio.

Marco Acquati Tecnico competente in acustica ambientale riconosciuto con Decreto n. 3224 del 15/04/2013 della Regione Lombardia	
Caterina Lobefalo Tecnico competente in acustica ambientale riconosciuto con Decreto n. 3224 del 15/04/2013 della Regione Lombardia	