



Progetto Esecutivo

PROGETTO ESECUTIVO - Piano risanamento acustico- Realizzazione barriera antirumore su Viale Fratelli Cervi

TITOLO: RELAZIONE ACUSTICA DESCRITTIVA	Codice: 7
Oggetto: Relazione acustica descrittiva	Elab.: A4.doc
Gruppo di progettazione: Dott. Sergio Spagnesi Ing. Serena Gatti Geom. Nunzio Miceli	Scala:
Società incaricata: VIE En.Ro.Se. Ingegneria	Data: SETTEMBRE 2016
Responsabile di progetto per la società incaricata: Dott. Ing. Sergio Luzzi	Revisione: 1
Progetto acustico: Ing. Francesco Borchi Arch. Lucia Busa	
Collaboratori: Geom. Fabio Galgani	

Responsabile della UOC - Tutela dell'ambiente: Dott. SPAGNESI Sergio

Dirigente del servizio Governo del territorio - Arch. Riccardo Pecorario





INDICE

1. INTRODUZIONE.....	3
2. RIFERIMENTI LEGISLATIVI E NORMATIVI	4
3. METODOLOGIA DI PROGETTO.....	5
4. PROGETTO DEFINITIVO ACUSTICO	6
4.1 PREMESSA.....	6
4.2 INTERVENTO: BARRIERA ANTIRUMORE	6
4.2.1 <i>Caratterizzazione del clima acustico ante-operam (stato di fatto).....</i>	<i>7</i>
4.2.2 <i>Caratterizzazione del clima acustico post-operam (stato di progetto).....</i>	<i>10</i>
4.2.3 <i>Descrizione dello stato di progetto</i>	<i>12</i>
5. CONCLUSIONI	15
6. ALLEGATO: MAPPE DELLE CURVE ISOLIVELLO SONORO DELLA CONFIGURAZIONE POST-OPERAM.....	17



1. INTRODUZIONE

Con determinazione n° 303 del 4/03/2014, il Comune di Prato ha conferito alla società VIE EN.RO.SE. Ingegneria S.r.l. l'incarico di "Monitoraggio acustico, Progettazione acustica (Progetto Preliminare/Definitivo ed Esecutivo), Assistenza alla Direzione dei Lavori per le problematiche di acustica e 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.

In particolare, la presente relazione tecnica contiene il Progetto Esecutivo Acustico dell'intervento di risanamento acustico del resede scolastico e dell'edificio stesso previsti dal Progetto Nadia e di seguito riepilogati:

- Realizzazione di barriera antirumore su viale Fratelli Cervi e, per un tratto, su via Cantagallo.

In accordo con i responsabili del Comune, si è proceduto all'esecuzione dell'incarico secondo il programma e la metodologia concordati.



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".



3. METODOLOGIA DI PROGETTO

Di seguito si riassume sinteticamente la metodologia impiegata per la progettazione acustica a livello definitivo degli interventi previsti dal Progetto Nadia.

La fase di progettazione acustica a livello definitivo comprende le attività di:

- analisi di quanto emerso dallo studio acustico di approfondimento e dal collaudo degli interventi già realizzati;
- analisi delle ipotesi di intervento proposte all'interno del progetto NADIA per la riduzione della rumorosità residua presente nel resede scolastico e sulle facciate dell'edificio;
- per l'ipotesi di intervento è stato effettuato il dimensionamento e sono state definite le caratteristiche acustiche dei materiali da utilizzare;
- stima di massima dei costi.



4. PROGETTO ESECUTIVO ACUSTICO

4.1 Premessa

I lavori già completati relativi al risanamento acustico della scuola in oggetto hanno previsto la riasfaltatura di viale F.lli Cervi (con esclusione della rotonda antistante la scuola) e la sostituzione dei serramenti delle aule della Scuola Materna con serramenti ad elevate prestazioni acustiche.

Le misure effettuate per il collaudo acustico di tali interventi (v. elaborato "Verifica di efficacia acustica degli interventi"), consegnato in una fase precedente del lavoro, hanno evidenziato superamenti residui sul resede scolastico di circa 6 dB(A). Non sono state effettuate misure in facciata dell'edificio, ma considerando che i livelli in facciata misurati in precedenza sono risultati superiori a 59 dB(A) (v. elaborato "Relazione del monitoraggio acustico ante-operam") e considerando una attenuazione misurata di circa 3 dB(A) dovuta alla pavimentazione a bassa rumorosità, si ritiene che, seppur ridotti, siano ancora presenti superamenti residui anche sulla facciata dell'edificio.

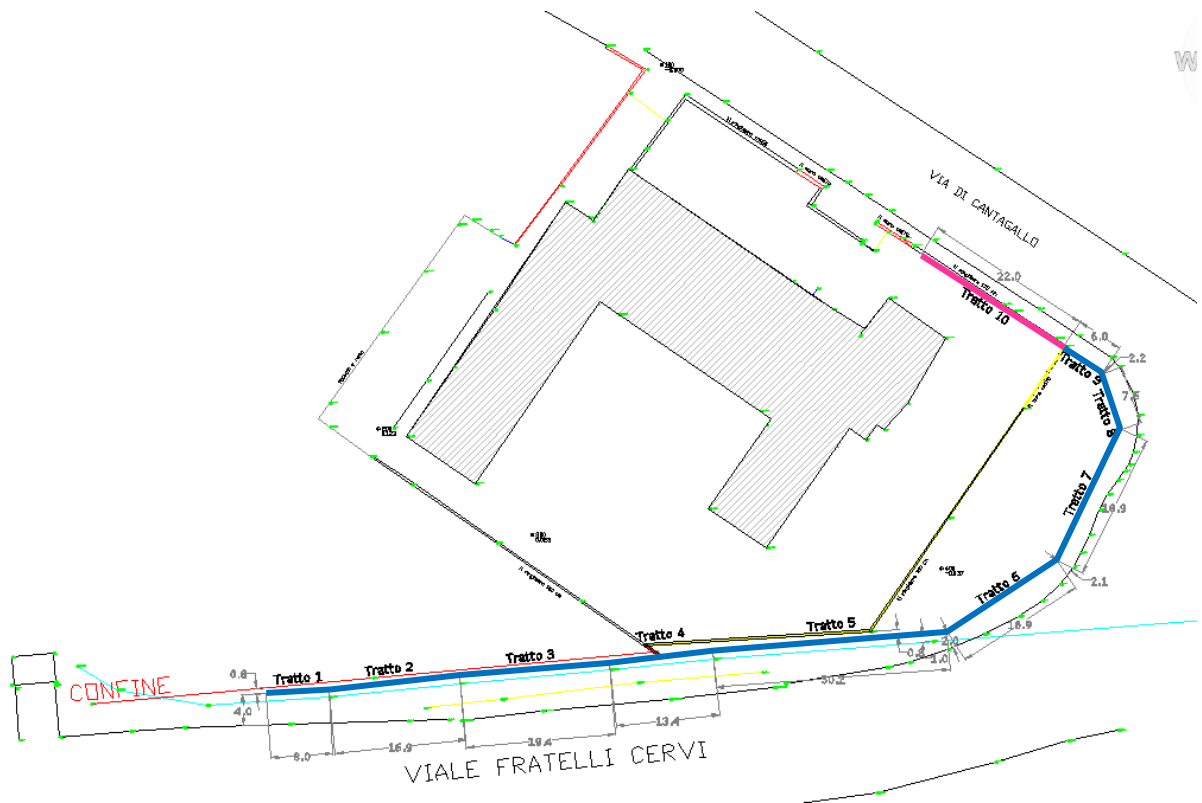
Tutto ciò premesso, a partire dalla tipologia di interventi previsti dal Progetto NADIA, oltre che da questioni legate alle somme a disposizione per la realizzazione degli interventi di risanamento acustico, è stato prospettato l'intervento di seguito descritto.

La soluzione concordata con l'Amministrazione riguarda la realizzazione di una barriera antirumore sul lato che affaccia su viale F.lli Cervi e, per un tratto, sul lato che affaccia su via Cantagallo.

4.2 Intervento: Barriera antirumore

L'intervento in esame per il risanamento acustico della scuola dell'Infanzia e Primaria "Meoni" prevede la realizzazione di una barriera antirumore sul lato che affaccia su Viale Fratelli Cervi di altezza 3.5 m e, per un tratto, sul lato che affaccia su via Cantagallo di altezza 3 m. Questo ultimo tratto di barriera, in particolare, coincide con la recinzione esistente, mentre sull'altro lato, vista la presenza di diversi vincoli (confine con altra proprietà, linea Snam e fosso di scolo delle acque) è stata posizionata tra il confine della scuola esistente, a circa 80 cm, e la linea dei condotti Snam, a circa 1 m da questa.

Figura 1 – Individuazione della barriera antirumore (in blu tratti con $h=3.5$ m e in magenta tratto con $h=3$ m)



4.2.1 Caratterizzazione del clima acustico ante-operam (stato di fatto)

Lo scenario di immissione risulta attualmente caratterizzato prevalentemente dal traffico stradale di viale F.lli Cervi e via Cantagallo.

Per la caratterizzazione delle sorgenti acustiche sono stati utilizzati i risultati del censimento dei flussi di traffico e delle misure fonometriche descritti nella relazione di Verifica di efficacia acustica degli interventi di riasfaltatura di viale F.lli Cervi.

4.2.1.1 Simulazioni acustiche

Per caratterizzare il clima acustico nello stato attuale in corrispondenza dei ricettori presenti nello scenario di immissione sono state effettuate simulazioni acustiche, utilizzando il modello di calcolo descritto successivamente.

Il livello di potenza sonora della sorgente stradale è stato opportunamente tarato rispetto al censimento del flusso di veicoli leggero e pesante eseguite due postazioni di misura (P01 e P02) descritte nella relazione di Monitoraggio Acustico.



4.2.1.2 Costruzione del modello di simulazione

Per le simulazioni è stato impiegato il package software CadnaA versione 3.7.124, sviluppato dalla DataKustik GmbH. Si tratta dell'implementazione di un modello previsionale progettato per simulare la propagazione acustica in ambiente esterno.

Il software è stato sviluppato in accordo alle ultime indicazioni degli standard europei ed implementa più modelli di calcolo della propagazione quali ad esempio la norma ISO 9613-2 utilizzata per la valutazione del rumore prodotto da sorgenti puntiformi o assimilabili ed il metodo di calcolo nazionale francese NMPB consigliato dalla Comunità Europea per il calcolo del rumore prodotto da infrastrutture stradali.

CadnaA consente di determinare la propagazione acustica in campo esterno prendendo in considerazione numerosi parametri e fattori legati:

- alla localizzazione, forma ed altezza degli edifici;
- alla topografia dell'area di indagine;
- alle caratteristiche fonoassorbenti del terreno;
- alla tipologia costruttiva del tracciato stradale o ferroviario;
- alla presenza di eventuali ostacoli schermanti;
- alle caratteristiche acustiche della sorgente;
- al numero dei raggi sonori;
- alla distanza di propagazione;
- al numero di riflessioni;
- all'angolo di emissione dei raggi acustici;
- alla eventuale dimensione ed alla tipologia delle barriere antirumore.

Il software utilizza un algoritmo di calcolo tipo "ray-tracing" con tracciamento dei raggi dai punti ricettori.

La procedura di costruzione del modello prevede:

- la realizzazione di un'apposita cartografia di base in formato digitale (3D), realizzata partendo dalla CTR della Regione Toscana fornita dall'Amministrazione. La disponibilità di una cartografia 3D risulta fondamentale, in quanto fornisce dati indispensabili per una corretta costruzione del modello, quali le caratteristiche orografiche del territorio interessato dall'intervento, la posizione delle infrastrutture e degli insediamenti civili;
- l'inserimento, per la caratterizzazione del clima acustico ante operam, delle sorgenti stradali;
- La caratterizzazione del terreno frapposto tra la sorgente sonora e il ricettore, nel caso in esame si tratta del giardino scolastico;
- La scelta del numero dei raggi di emissione, effettuata cercando di coniugare le esigenze di accuratezza dei risultati e velocità di calcolo (100 raggi).

- La scelta della distanza di propagazione: nel modello si è usato il valore di 2000 m.
- La scelta del numero di intersezioni e di riflessioni: si è scelto di considerare rispettivamente 500 intersezioni e 2 riflessioni.
- L'inserimento dei dati relativi a temperatura media e umidità: in considerazione del fatto che la zona in esame è caratterizzata da clima mite si sono mantenuti i parametri suggeriti dal programma di calcolo: temperatura 15°C, umidità 70%.
- Nella seguente figura si riporta una rappresentazioni 3D del modello di propagazione del rumore, nella configurazione modellata nel presente studio acustico: situazione ante operam.

4.2.1.3 Caratterizzazione del clima acustico ante-operam

Il modello ante-operam di questa configurazione coincide con il modello post-operam relativo agli interventi di riasfaltatura e sostituzione degli infissi della scuola materna.

Nella figura 2 si riporta una visualizzazione 3D dello scenario ante-operam e nella figura 3 le postazioni in cui è stato effettuato il calcolo.

Figura 2 – Rappresentazione 3D dello scenario oggetto di indagine

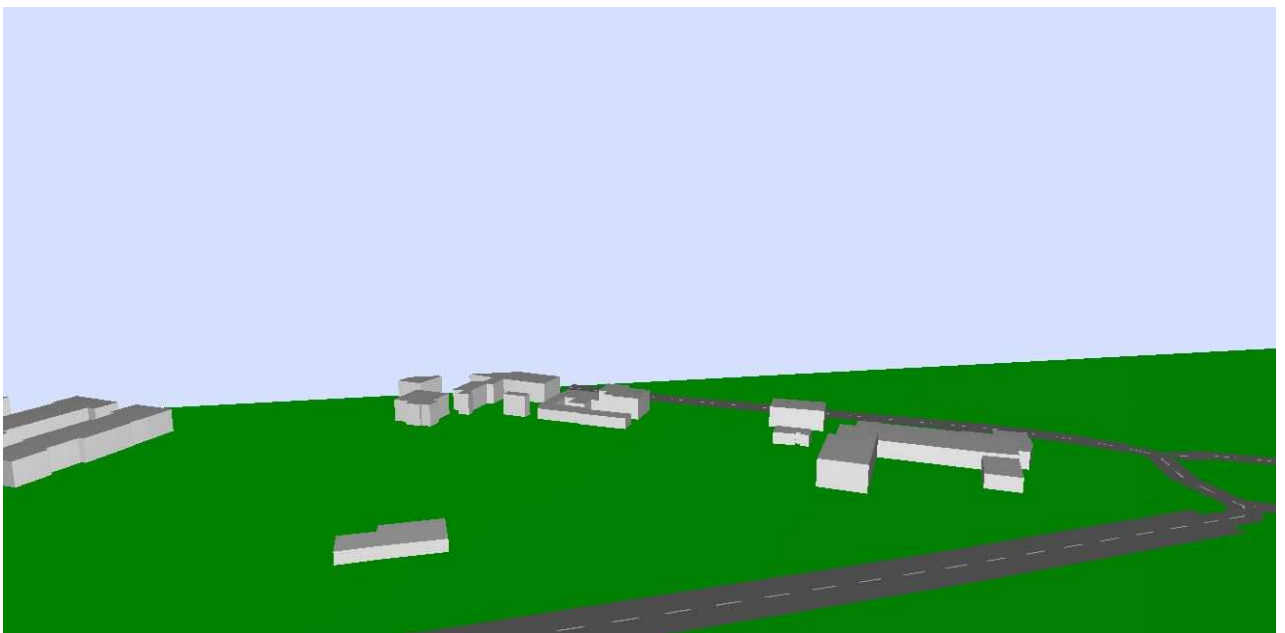
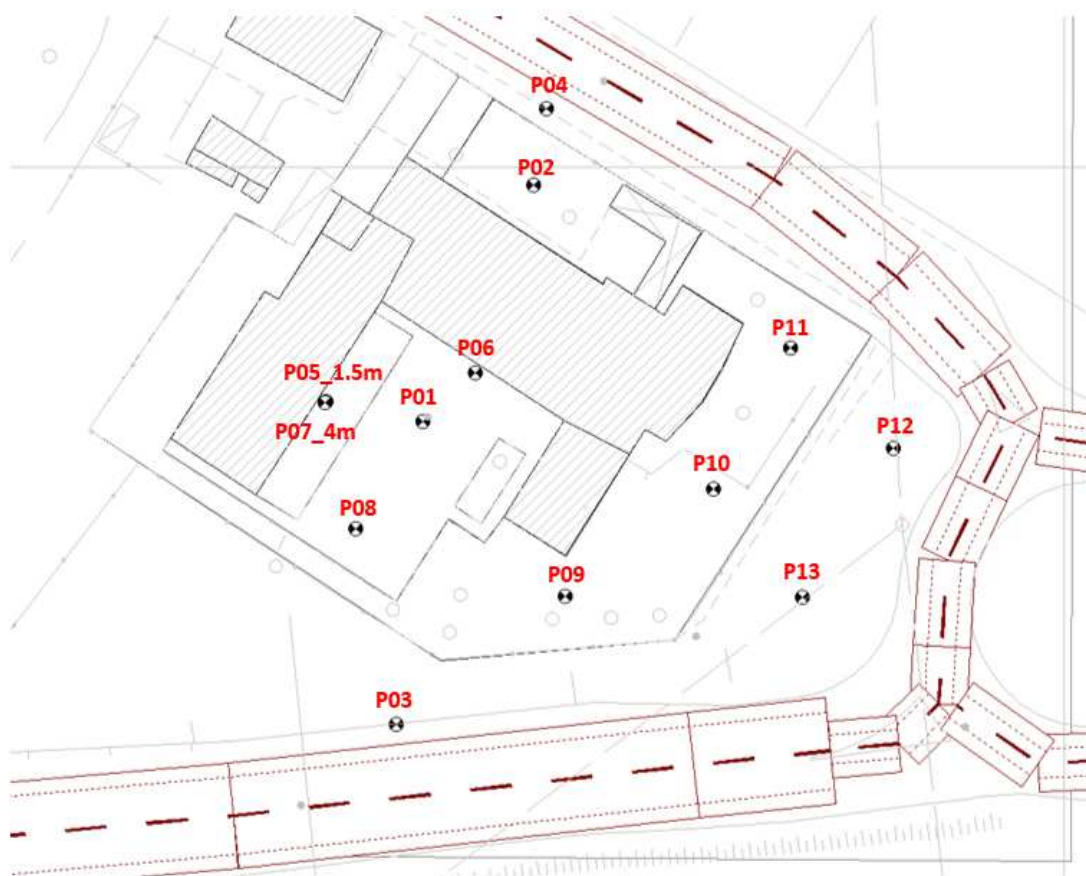


Figura 3 – Postazioni di calcolo per la configurazione ante-operam



Le postazioni sono state posizionate ad un'altezza di 1.5 m da terra, con eccezione della postazione di facciata P07 che è stata collocata ad un'altezza di 4 m per valutare i livelli in facciata delle aule al piano 1° della scuola elementare.

4.2.2 Caratterizzazione del clima acustico post-operam (stato di progetto)

La caratterizzazione del clima acustico post-operam si ottiene inserendo nello scenario di immissione l'intervento di risanamento acustico, nel caso specifico la realizzazione di una barriera antirumore su via F.lli Cervi e, per un tratto, su via Cantagallo.

La caratterizzazione del clima acustico post-operam è stata effettuata utilizzando il modello di propagazione del rumore, precedentemente descritto e validato.

Le fasi per la caratterizzazione del clima acustico post-operam comprendono:

- base di partenza: modello di calcolo validato relativo allo scenario ante-operam;
- inserimento nello scenario di immissione della soluzione progettuale (barriera antirumore);
- analisi dei risultati del clima acustico post-operam e confronto con i valori limite ai sensi del DPR 142 del 2004;

- rappresentazione dei livelli simulati in forma tabulare ed in forma grafica.

Per quanto riguarda il lato che affaccia su viale F.lli Cervi è stato valutato insieme all'Amministrazione Comunale di realizzare la barriera antirumore non coincidente con il confine del resede scolastico al fine di evitare un eccessivo effetto di chiusura del giardino stesso.

In accordo all'Amministrazione comunale si è previsto di variare i confini del resede scolastico, mediante demolizione di una parte di recinzione esistente e parziale ricostruzione, includendo la parte di giardino che si affaccia sulla rotonda da far utilizzare ai bambini della Scuola Materna al posto del resede che affaccia su via Cantagallo che sarà usato esclusivamente come ingresso, dal momento che gli elevati livelli riscontrati erano difficilmente sanabili anche mediante barriera antirumore. L'ultimo tratto di barriera, infine, che si affaccia su via Cantagallo, sarà coincidente con la recinzione esistente e avrà un'altezza di 3 m.

Nella tabella successiva sono riportati i risultati delle simulazioni acustiche relativamente alla soluzione progettuale in esame. Il calcolo è stato effettuato in diverse zone del resede scolastico per valutare la rumorosità post-operam di queste.

Figura 4 – Collocazione delle postazioni dei ricevitori per la simulazione post-operam

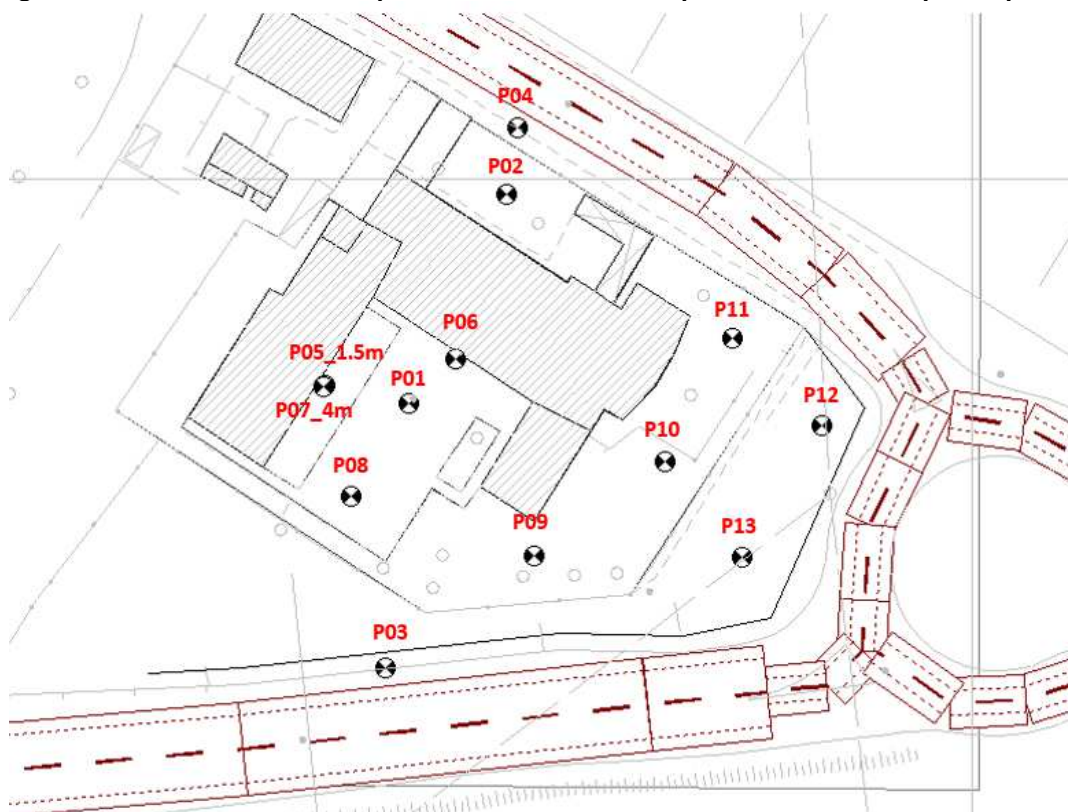


Tabella 1 – Verifica dei limiti assoluti di immissione

LIVELLI DI PRESSIONE SONORA EQUIVALENTE PONDERATA A periodo DIURNO			
CODIFICA DELLA POSTAZIONE DI CALCOLO	Livelli simulati ante-operam dB(A)	Livelli simulati post-operam dB(A)	Attenuazione dB(A)
P01	57.4	53.3	4.1
P02	63	63.2	-0.2
P03	68.5	70.4	-1.9
P04	67.2	67.5	0
P05_1.5 m	56.4	50.7	5.7
P06	55.4	53.0	2.4
P07_4 m	58.5	53.0	5.5
P08	60.6	54.7	5.9
P09	63.7	54.7	9.0
P10	62.8	52.9	9.9
P11	64.8	57.0	7.8
P12	68.0	56.4	11.6
P13	66.7	54.9	11.8

I risultati evidenziano elevati valori di attenuazione su tutti i punti di calcolo che beneficiano dell'effetto di schermatura dovuta alla barriera antirumore, con esclusione dunque dei punti P02, P03 e P04; tali valori variano da un minimo di 2 dB(A) in corrispondenza della facciata delle aule della scuola materna fino ad un massimo 11 dB(A) nella parte di giardino che si affaccia sulla rotonda maggiormente protetta della barriera.

L'intervento prima descritto consente di garantire in via previsionale il rispetto del valore assoluto di immissione di 55 dB(A) in gran parte del resede e in facciata dell'edificio corrispondente alle aule della scuola materna e della scuola elementare. Tale valore, in base all'analisi dello stato dell'arte, può essere ritenuto come valore obiettivo consolidato per la selezione delle "aree quiete", quindi utilizzabile nel caso in esame, anche se superiore al valore limite ai sensi del DPR 142.

4.2.3 Descrizione dello stato di progetto

L'intervento prevede nel dettaglio la realizzazione di una barriera antirumore di lunghezza complessiva pari a 159.3 m, suddivisa in 10 tratti diversi. I primi 9 tratti, di lunghezza complessiva pari a 137.3 m (indicati in blu nella figura seguente), hanno un'altezza di 3.5 m dal piano della strada, mentre l'ultimo tratto, coincidente con il muro di recinzione esistente, ha un'altezza pari a 3 m dal piano della strada (indicato in magenta nella figura seguente).

Cautelativamente, in considerazione del fatto che una buona parte ancora non definita della barriera sarà realizzata in elementi trasparenti, dal punto di vista acustico è stata considerata completamente riflettente.

La caratteristica acustica richiesta è la seguente:

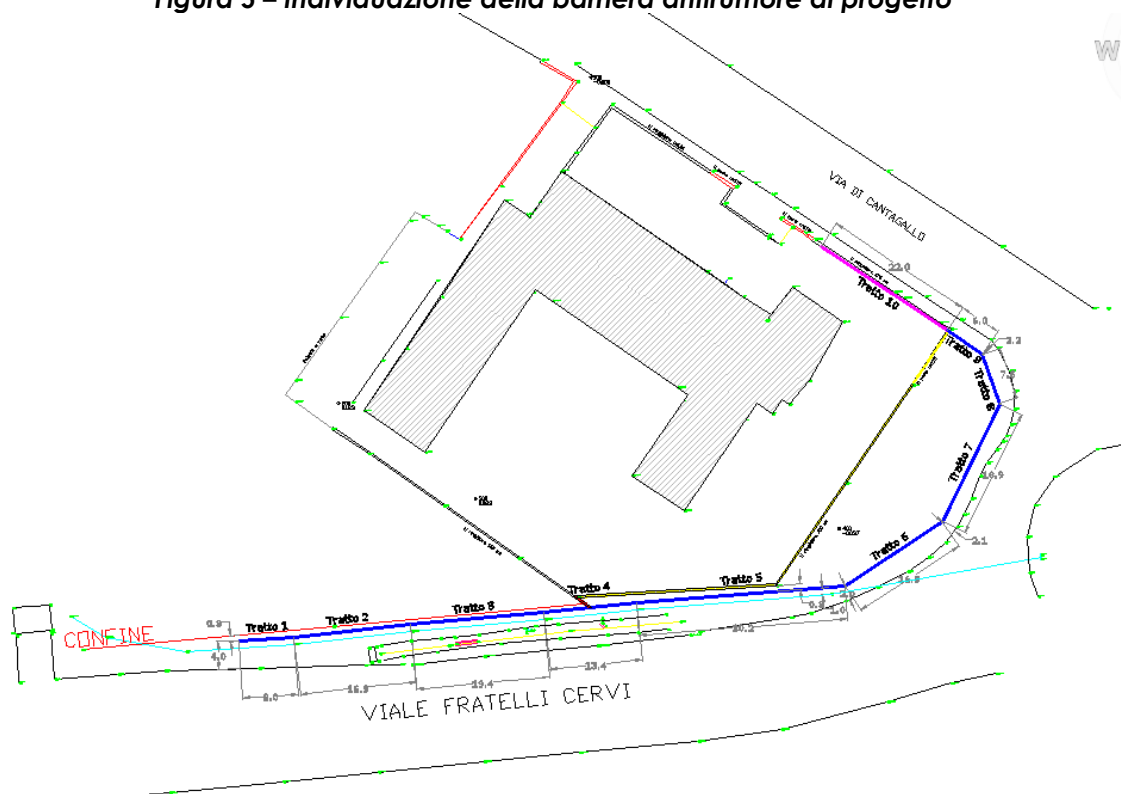
Per quanto riguarda le caratteristiche acustiche intrinseche della barriera (isolamento acustico) il **requisito prestazionale minimo** è il seguente:

- **classe B3** di isolamento acustico per via aerea secondo la classificazione stabilita dalla norma UNI EN 1793-2.

La barriera, sul lato che affaccia su viale F.lli Cervi, è stata posizionata tra la recinzione esistente e la linea della Snam (a circa 1 m da questa), mentre sul lato che affaccia su via Cantagallo è stata considerata coincidente con il muretto di recinzione esistente. Previa verifica statica, è possibile posizionare i pannelli della barriera al di sopra del muretto stesso. Sulla parte di giardino che si affaccia sulla rotonda la barriera è stata posizionata a circa 2 m dal cordonato della strada e in modo da non interferire con la linea Snam, così come indicato dal rilievo fornito dal Committente.

Questo tratto di barriera costituirà il nuovo confine del resede scolastico, previa demolizione di una parte della recinzione esistente (campitura in giallo) e ricostruzione di un nuovo tratto (campitura in rosso).

Figura 5 – Individuazione della barriera antirumore di progetto





Per i dettagli geometrici della barriera e il corretto posizionamento si rimanda all'elaborato grafico di progetto.



5. CONCLUSIONI

Le misure effettuate all'interno dello studio di approfondimento acustico che tengono conto degli interventi già realizzati (pavimentazione a bassa rumorosità su viale F.lli Cervi e finestre fonoisolanti nelle aule della scuola materna) hanno evidenziato superamenti residui sul resede scolastico e sulla facciata dell'edificio scolastico.

A partire dalla tipologia di interventi previsti dal Progetto NADIA, è stato prospettato un intervento relativo alla realizzazione di una barriera antirumore.

Tale intervento consente di garantire in via previsionale il rispetto del valore assoluto di immissione di 55 dB(A) in gran parte del resede e della facciata dell'edificio corrispondente alle aule della scuola materna e della scuola elementare. Tale valore, in base all'analisi dello stato dell'arte, può essere ritenuto come valore obiettivo consolidato per la selezione delle "aree quiete", quindi utilizzabile nel caso in esame, anche se superiore al valore limite ai sensi del DPR 142.

In aggiunta a ciò si sottolinea che i livelli simulati nel resede risultano coerenti con i valori di qualità previsti dalla classe III associati all'area nel PCCA.



La presente relazione tecnica si compone di **16 pagine e 1 allegato**.

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 **08 settembre 2016**.

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)





6. ALLEGATO: MAPPE DELLE CURVE ISOLIVELLO SONORO DELLA CONFIGURAZIONE POST-OPERAM

MAPPA DELLE CURVE ISOLIVELLO SONORO - CONFIGURAZIONE POST-OPERAM

