

L.C.E. Srl

Sede legale e uffici: via dei Platani n. 7/9 - 20090 Opera (MI)

Cod. fisc. e P. IVA n. 03531170961

Tel: 02-57602858 [Fax: 02-57607234

internet: www.lce.it [info@lce.it

Committente

APENNINE ENERGY SpA

Via Angelo Moro, 109 – 20097 San Donato M.se (MI)

Progetto

Operazioni di perforazione per sondaggio gas naturale
presso un'area agricola in Comune di
Ripatransone (AP)



VALUTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO

Gennaio 2015

Relazione Tecnica



Il presente documento è stato elaborato dalla:

L.C.E. S.r.l.

via Dei Platani n.7/9 - 20090 Opera (MI)
Cod. fisc. e P. IVA n. 03531170961 2 Iscriz. Trib. n. 1681794
Tel: (+39) 02-57602858 2 Fax: (+39) 02-57607234 2 <http://www.lce.it>

Ne hanno curato la stesura:

COSTA Claudio

(Tecnico Competente in Acustica – Regione Lombardia – D.P.G.R. n° 550 del 20.01.2006)

Staff:

CANEVARI Mirco, FUMAGALLI Daniele, PANI Riccardo.

Rif. Doc 14-0105



Sommario

SOMMARIO	3
1 PREMESSA	6
2 DEFINIZIONI TECNICHE	7
3 NORMATIVA DI RIFERIMENTO	11
4 CRITERI DI VALUTAZIONE	12
4.1 I LIMITI ASSOLUTI DI ZONA.....	12
4.2 IL CRITERIO DIFFERENZIALE.....	14
4.3 IL DECRETO SUI LIMITI SONORI DELLE INFRASTRUTTURE STRADALI.....	15
5 INQUADRAMENTO TERRITORIALE	17
5.1 LOCALIZZAZIONE.....	17
5.2 IL PROGETTO.....	18
5.3 LA CLASSIFICAZIONE ACUSTICA DEL TERRITORIO.....	19
5.3.1 I limiti acustici.....	20
6 INQUADRAMENTO DELLA PROBLEMATICHE DI EMISSIONE	21
6.1 LA SITUAZIONE ATTUALE.....	21
6.1.1 Infrastrutture viarie.....	21
6.2 SITUAZIONE FUTURA.....	21
6.2.1 L'impianto di perforazione.....	21
6.2.2 Livelli sonori generati dall'impianto di perforazione.....	22
6.2.3 Attività delle sorgenti.....	22
6.3 LOCALIZZAZIONE DEI RECETTORI.....	22
7 LE MISURE ACUSTICHE	23
7.1 STRUMENTAZIONE UTILIZZATA.....	23
7.1.1 Catena di misura.....	23
7.1.2 Estremi dei certificati di taratura delle catene di misura.....	23
7.2 PUNTI DI MISURA.....	24
7.2.1 Posizione dei punti di misura.....	24
7.3 RISULTATI DELLE MISURE.....	25
7.3.1 Misure a breve termine.....	25
8 MODELLISTICA MATEMATICA SUL RUMORE	29
8.1 GRANDEZZE CONSIDERATE AI FINI DELL'ATTENUAZIONE ACUSTICA.....	29
8.2 SPECIFICHE DEL MODELLO MATEMATICO USATO.....	30
8.2.1 Tecnica di ritracciamento dei raggi (Raytracing).....	31
8.2.2 Le tipologie di sorgenti.....	32
8.2.3 La diffrazione degli ostacoli.....	33
8.2.4 L'assorbimento di elementi.....	34
8.2.5 Quote di calcolo delle mappe.....	34
8.3 RIFERIMENTI NORMATIVI DEL MODELLO UTILIZZATO.....	35
9 ACCURATEZZA DELLE MISURE E DELLE SIMULAZIONI	36
9.1 ACCURATEZZA DELLE MISURE ACUSTICHE.....	36
9.1.1 Incertezza dello strumento.....	36
9.1.2 Incertezza della parte microfonica.....	36
9.1.3 Variabilità delle condizioni emissive della sorgente.....	36
9.1.4 Variabilità delle condizioni atmosferiche.....	36
9.1.5 Direttività dell'onda acustica incidente.....	37
9.1.6 Campo sonoro nel punto di misura.....	37
9.1.7 Calcolo delle incertezze associate alle misure.....	37
9.2 ACCURATEZZA DELLE SIMULAZIONI ACUSTICHE.....	38
9.2.1 Tipo di modello e utilizzo dello stesso.....	38



9.2.2	Dati di potenza sonora delle sorgenti.....	38
9.2.3	Dati non considerati nei modelli.....	38
9.2.4	Inserimento dati morfologici.....	38
9.2.5	Riferimenti normativi del modello.....	39
9.2.6	Scelta dei parametri di calcolo.....	39
9.2.7	Calcolo delle incertezze associate alle simulazioni.....	40
9.3	MIGLIORAMENTO DELL'ACCURATEZZA.....	42
9.4	QUALI PARAMETRI MISURARE.....	42
9.5	LA DURATA DELLE MISURE.....	42
9.6	IL LIVELLO DI ACCURATEZZA.....	43
10	PREVISIONE DEI LIVELLI SONORI NEL TERRITORIO CIRCOSTANTE.....	44
10.2	PREMESSA.....	44
10.3	SITUAZIONE ATTUALE.....	44
10.4	SITUAZIONE FUTURA.....	44
10.5	VALUTAZIONE PREVISIONALE DELL'IMPATTO ACUSTICO.....	45
10.5.1	Individuazione dei Ricettori.....	45
10.6	GRANDEZZE CONSIDERATE AI FINI DELL'ATTENUAZIONE ACUSTICA.....	45
10.7	SPECIFICHE DEL MODELLO MATEMATICO USATO.....	46
10.7.1	Tecnica di ritracciamento dei raggi (Raytracing).....	47
10.7.2	Le tipologie di sorgenti.....	48
10.7.3	La diffrazione degli ostacoli.....	49
10.7.4	L'assorbimento di elementi.....	50
10.7.5	Quote di calcolo delle mappe.....	50
10.8	RIFERIMENTI NORMATIVI DEL MODELLO UTILIZZATO.....	51
11	ACCURATEZZA DELLE MISURE E DELLE SIMULAZIONI.....	52
11.1	ACCURATEZZA DELLE MISURE ACUSTICHE.....	52
11.1.1	Incertezza dello strumento.....	52
11.1.2	Incertezza della parte microfonica.....	52
11.1.3	Variabilità delle condizioni emmissive della sorgente.....	52
11.1.4	Variabilità delle condizioni atmosferiche.....	52
11.1.5	Direttività dell'onda acustica incidente.....	53
11.1.6	Campo sonoro nel punto di misura.....	53
11.1.7	Calcolo delle incertezze associate alle misure.....	53
11.2	ACCURATEZZA DELLE SIMULAZIONI ACUSTICHE.....	53
11.2.1	Tipo di modello e utilizzo dello stesso.....	54
11.2.2	Dati di potenza sonora delle sorgenti.....	54
11.2.3	Dati non considerati nei modelli.....	54
11.2.4	Inserimento dati morfologici.....	54
11.2.5	Riferimenti normativi del modello.....	54
11.2.6	Scelta dei parametri di calcolo.....	55
11.2.7	Calcolo delle incertezze associate alle simulazioni.....	55
11.3	MIGLIORAMENTO DELL'ACCURATEZZA.....	57
11.4	QUALI PARAMETRI MISURARE.....	57
11.5	LA DURATA DELLE MISURE.....	57
11.6	IL LIVELLO DI ACCURATEZZA.....	58
12	PREVISIONE DEI LIVELLI SONORI NEL TERRITORIO CIRCOSTANTE.....	59
12.2	PREMESSA.....	59
12.3	SITUAZIONE ATTUALE.....	59
12.4	SITUAZIONE FUTURA.....	59
12.5	VALUTAZIONE PREVISIONALE DELL'IMPATTO ACUSTICO.....	60
12.5.1	Individuazione dei Ricettori.....	60
12.5.2	Valori puntuali.....	61
12.5.3	Analisi dei risultati.....	61
13	GLI INTERVENTI DI MITIGAZIONE DEL RUMORE.....	62
13.1	IL MONITORAGGIO AD INIZIO LAVORI.....	62
13.1.1	Le barriere acustiche.....	62



13.2 INTERVENTI ALTERNATIVI.....	63
13.3 SITUAZIONE FUTURA CON INTERVENTI.....	64
13.3.1 Valori puntuali.....	64
14 CONCLUSIONI.....	65
15 ALLEGATO 1: MISURE ACUSTICHE.....	66
16 ALLEGATO 2: MAPPE DEL RUMORE.....	67



1 Premessa

Ai sensi di quanto richiesto dalla legge 26 ottobre 1995 n.447 - "Legge quadro in materia di inquinamento acustico" - ed in particolare dall'art. 8 comma 3 si è provveduto ad effettuare una valutazione previsionale dell'impatto acustico relativo al progetto di perforazione presso un'area sita in territorio comunale di Ripatransone in provincia di Ascoli Piceno.

Le perforazioni in esame nella presente relazione tecnica saranno eseguite al fine di valutare la presenza e l'eventuale produttività di un giacimento di gas naturale.

Al fine di descrivere il clima acustico della zona in esame sono state eseguite delle rilevazioni fonometriche ed è stata fatta una successiva modellizzazione per determinare quali siano i livelli sonori immessi nello stato attuale e quali saranno quelli previsti in futuro a seguito della realizzazione del progetto.

L'attività prevista avrà una durata di circa 2 mesi e rientra quindi nelle "attività a carattere temporaneo" normate come previsto al paragrafo 2.8 della Relazione Tecnica del Piano di Zonizzazione Acustica del Comune di Ripatransone (AP).



2 Definizioni tecniche

2.1 *Inquinamento acustico*

Introduzione di rumore nell'ambiente abitativo o nell'ambiente esterno tale da provocare fastidio o disturbo al riposo ed alle altre attività umane, pericolo per la salute umana, deterioramento degli ecosistemi, dei beni materiali, dei monumenti, dell'ambiente abitativo o dell'ambiente esterno o tale da interferire con le legittime fruizioni degli ambienti stessi.

2.2 *Ambiente abitativo*

Ogni ambiente interno ad un edificio destinato alla permanenza di persone o comunità ed utilizzato per le diverse attività umane; vengono esclusi gli ambienti di lavoro salvo quanto concerne l'immissione di rumore da sorgenti esterne o interne non connesse con attività lavorativa propria.

2.3 *Ambiente di lavoro*

E' un ambiente confinato in cui operano uno o più lavoratori subordinati, alle dipendenze sotto l'altrui direzione, anche al solo scopo di apprendere un'arte, un mestiere od una professione.

Sono equiparati a lavoratori subordinati i soci di enti cooperativi, anche di fatto, e gli allievi di istituti di istruzione o laboratori-scuola.

2.4 *Rumore*

Qualunque emissione sonora che provochi sull'uomo effetti indesiderati, disturbanti o dannosi o che determini un qualsiasi deterioramento qualitativo dell'ambiente.

2.5 *Sorgente sonora*

Qualsiasi oggetto, dispositivo, macchina, impianto o essere vivente, atto a produrre emissioni sonore.

2.6 *Sorgente specifica*

Sorgente sonora selettivamente identificabile che costituisce la causa del potenziale inquinamento acustico.

2.7 *Tempo a lungo termine (T_L)*

Rappresenta un insieme sufficientemente ampio di T_R all'interno del quale si valutano i valori di attenzione. La durata di T_L è correlata alle variazioni dei fattori che influenzano la rumorosità a lungo periodo.

2.8 *Tempo di riferimento (T_R)*

Rappresenta il periodo della giornata all'interno del quale si eseguono le misure. La durata della giornata è articolata in due tempi di riferimento: quello diurno compreso tra le ore 6.00 e le ore 22.00 e quello notturno compreso tra le ore 22.00 e le ore 6.00.



2.9 Tempo di osservazione (T_o)

È un periodo di tempo compreso in T_R nel quale si verificano le condizioni di rumorosità che si intendono valutare.

2.10 Tempo di misura (T_M)

All'interno di ciascun tempo di osservazione, si individuano uno o più tempi di misura (T_M) di durata pari o minore del tempo di osservazione, in funzione delle caratteristiche di variabilità del rumore ed in modo tale che la misura sia rappresentativa del fenomeno.

2.11 Livelli dei valori efficaci di pressione sonora ponderata "A" L_{AS} , L_{AF} , L_{AI}

Esprimono i valori efficaci in media logaritmica mobile della pressione sonora ponderata "A" L_{pA} secondo le costanti di tempo "slow", "fast", "impulse".

2.12 Livelli dei valori massimi di pressione sonora L_{ASmax} , L_{AFmax} , L_{AImax}

Esprimono i valori massimi della pressione sonora ponderata in curva "A" e costanti di tempo "slow", "fast", "impulse".

2.13 Livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata "A"

Valore del livello di pressione sonora ponderata "A" di un suono costante che, nel corso di un periodo specificato T , ha la medesima pressione quadratica media di un suono considerato, il cui livello varia in funzione del tempo

$$L_{Aeq, T} = 10 \log \frac{1}{t_2 - t_1} \int_0^T \frac{P_A^2(t)}{P_0^2} dt \quad \text{dB(A)}$$

dove L_{Aeq} è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata "A" considerato in un intervallo di tempo che inizia all'istante t_1 e termina all'istante t_2 ; $P_A(t)$ è il valore istantaneo della pressione sonora ponderata "A" del segnale acustico in Pascal (Pa); p_0 20 μ Pa è la pressione sonora di riferimento.

2.14 Livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata "A" relativo al tempo a lungo termine TL ($L_{A,qTL}$)

Il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata "A" relativo al tempo a lungo termine (L_{AeqTL}) può essere riferito:

- a) al valore medio su tutto il periodo, con riferimento al livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata "A" relativo a tutto il tempo TL , espresso dalla relazione

$$L_{Aeq, TL} = 10 \log \left[\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N 10^{0,1(L_{Aeq, Tr})} \right] \quad \text{dB(A)}$$

essendo N i tempi di riferimento considerati.

- b) al singolo intervallo orario nei TR . In questo caso si individua un TM di 1 ora all'interno del TO nel quale si svolge il fenomeno in esame. ($L_{Aeq, TL}$) rappresenta il livello continuo equivalente di



pressione sonora ponderata "A" risultante dalla somma degli M tempi di misura T_M , espresso dalla seguente relazione:

$$L_{Aeq, TL} = 10 \log \left[\frac{1}{M} \sum_{i=1}^M 10^{0,1(L_{Aeq, TM})_i} \right] \quad \text{dB(A)}$$

dove i è il singolo intervallo di 1 ora nell' i -esimo T_R .

E' il livello che si confronta con i limiti di attenzione.

2.15 Livello sonoro di un singolo evento L_{AE} , (SEL)

E' dato dalla formula

$$SEL = L_{AE} = 10 \log \left[\frac{1}{t_0} \int_{t_1}^{t_2} \frac{P_A^2(t)}{P_0^2} dt \right] \quad \text{dB(A)}$$

dove:

$t_2 - t_1$ è un intervallo di tempo sufficientemente lungo da comprendere l'evento;

t_0 è la durata di riferimento (1 s)

2.16 Livello di rumore ambientale (L_A)

E' il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato "A", prodotto da tutte le sorgenti di rumore esistenti in un dato luogo e durante un determinato tempo. Il rumore ambientale è costituito dall'insieme del rumore residuo e da quello prodotto dalle specifiche sorgenti disturbanti, con l'esclusione degli eventi sonori singolarmente identificabili di natura eccezionale rispetto al valore ambientale della zona. E' il livello che si confronta con i limiti massimi di esposizione:

- 1) nel caso dei limiti differenziali, è riferito a T_M
- 2) nel caso di limiti assoluti è riferito a T_R

2.17 Livello di rumore residuo (L_R)

E' il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato "A", che si rileva quando si esclude la specifica sorgente disturbante. Deve essere misurato con le identiche modalità impiegate per la misura del rumore ambientale e non deve contenere eventi sonori atipici.

2.18 Livello differenziale di rumore (L_D)

$$L_D = (L_A - L_R) \quad \text{dB(A)}$$

2.19 Livello di emissione

E' il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato "A", dovuto alla sorgente specifica. E' il livello che si confronta con i limiti di emissione.



2.20 Fattore correttivo (K_i)

E' la correzione in dB(A) introdotta per tenere conto della presenza di rumori con componenti impulsive, tonali o di bassa frequenza il cui valore è di seguito indicato:

- per la presenza di componenti impulsive $K_I = 3$ dB
- per la presenza di componenti tonali $K_T = 3$ dB
- per la presenza di componenti in bassa frequenza $K_B = 3$ dB

I fattori di correzione non si applicano alle infrastrutture dei trasporti.

2.21 Presenza di rumore a tempo parziale

Esclusivamente durante il tempo di riferimento relativo al periodo diurno, si prende in considerazione la presenza di rumore a tempo parziale, nel caso di persistenza del rumore stesso per un tempo totale non superiore ad un'ora. Qualora il tempo parziale sia compreso in 1 ore il valore del rumore ambientale, misurato in $L_{eq}(A)$ deve essere diminuito di 3 dB(A); qualora sia inferiore a 15 minuti il $L_{eq}(A)$ deve essere diminuito di 5 dB(A).

2.22 Livello di rumore corretto (L_C)

E' definito dalla relazione

$$L_C = L_A + K_I + K_T + K_B \quad dB(A)$$



3 Normativa di riferimento

Disposizioni nazionali

Legge quadro

- Legge quadro sull'inquinamento acustico n. 447 del 26/10/95

Limiti massimi di esposizione al rumore

- D.P.C.M. 1/3/91 "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno"

Valori limite delle sorgenti sonore

- D.P.C.M. 14/11/97 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore"

Rumore da traffico stradale

- D.P.R. 30/03/04 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"

Rumore da traffico ferroviario

- D.P.C.M. 18/11/98 n. 459 "Regolamento recante norme di esecuzione dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n.447, in materia di inquinamento acustico derivante da traffico ferroviario"

Requisiti acustici passivi degli edifici

- D.P.C.M. 5/12/97 "Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici"

Risanamento Acustico

- D.M. 29/11/2000 "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"

Tecniche di rilevamento e misurazione dell'inquinamento acustico

- D.M. 16/3/98 "Tecniche di rilevamento e misurazione dell'inquinamento acustico"

Tecnico competente in acustica

- D.P.C.M. 31/3/98 "Atto di indirizzo e coordinamento recante criteri generali per l'esercizio dell'attività del tecnico competente in acustica, ai sensi dell'art. 3, comma 1, lettera b), e dell'art. 2, commi 6, 7 e 8, della legge 26 ottobre 1995, n. 447 "Legge quadro sull'inquinamento acustico"



4 Criteri di valutazione

4.1 I limiti assoluti di zona

Il D.P.C.M. 1/3/91 e il successivo D.P.C.M. 14/11/97 prevedono la classificazione del territorio comunale in zone di sei classi:

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 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 con scarsità di abitazioni.

Classe VI - Aree esclusivamente industriali

Rientrano in questa classe le aree esclusivamente interessate da attività industriali prive di insediamenti abitativi.

Viene poi fissata una suddivisione dei livelli massimi in relazione al periodo di emissione del rumore, definito dal decreto come "Tempo di riferimento":

- *periodo diurno dalle ore 6.00 alle ore 22.00;*
- *periodo notturno dalle ore 22.00 alle ore 6.00.*



I limiti massimi di immissione prescritti nel D.P.C.M. 14/11/97, fissati per le varie aree, sono rappresentati nella tabella seguente.

Classe di destinazione d'uso del territorio	Periodo diurno (6-22)	Periodo notturno (22-6)
<i>Classe I - Aree particolarmente protette</i>	50 dBA	40 dBA
<i>Classe II - Aree destinate ad uso residenziale</i>	55 dBA	45 dBA
<i>Classe III - Aree di tipo misto</i>	60 dBA	50 dBA
<i>Classe IV - Aree di intensa attività umana</i>	65 dBA	55 dBA
<i>Classe V - Aree prevalentemente industriali</i>	70 dBA	60 dBA
<i>Classe VI - Aree esclusivamente industriali</i>	70 dBA	70 dBA

Tabella 1 - Limiti massimi di immissione per le diverse aree (D.P.C.M. 14/11/97)

Mentre, per quel che riguarda i limiti di emissione (misurati in prossimità della sorgente sonora) abbiamo i seguenti limiti.

Classe di destinazione d'uso del territorio	Periodo diurno (6-22)	Periodo notturno (22-6)
<i>Classe I - Aree particolarmente protette</i>	45 dBA	35 dBA
<i>Classe II - Aree destinate ad uso residenziale</i>	50 dBA	40 dBA
<i>Classe III - Aree di tipo misto</i>	55 dBA	45 dBA
<i>Classe IV - Aree di intensa attività umana</i>	60 dBA	50 dBA
<i>Classe V - Aree prevalentemente industriali</i>	65 dBA	55 dBA
<i>Classe VI - Aree esclusivamente industriali</i>	65 dBA	65 dBA

Tabella 2 - Limiti massimi di emissione per le diverse aree (D.P.C.M. 14/11/97)

I livelli di pressione sonora, ponderati con la curva di pesatura A, devono essere mediati attraverso il Livello Equivalente (Leq).



4.2 Il criterio differenziale

Questo tipo di criterio è un ulteriore parametro di valutazione che si applica alle zone non esclusivamente industriali che si basa sulla differenza di livello tra il "rumore ambientale" e il "rumore residuo".

Il "rumore ambientale" viene definito come il livello equivalente di pressione acustica ponderato con la curva A del rumore presente nell'ambiente con la sovrapposizione del rumore relativo all'emissione delle sorgenti disturbanti specifiche. Mentre con "rumore residuo" si intende il livello equivalente di pressione acustica ponderato con la curva A presente senza che siano in funzione le sorgenti disturbanti specifiche.

Il criterio differenziale non si applica nei seguenti casi, in quanto ogni effetto del rumore è da ritenersi trascurabile:

- 1 se il rumore misurato a finestre aperte sia inferiore a 50 dBA durante il periodo diurno e 40 dBA durante il periodo notturno;
- 2 se il livello del rumore ambientale misurato a finestre chiuse sia inferiore a 35 dBA durante il periodo diurno e 25 dBA durante il periodo notturno.

Non si dovrà tenere conto di eventi eccezionali in corrispondenza del luogo disturbato.

Le differenze ammesse tra il livello del "rumore ambientale" e quello del "rumore residuo" misurati nello stesso modo non devono superare i 5 dBA nel periodo diurno e 3 dBA nel periodo notturno.

La misura deve essere eseguita nel "tempo di osservazione" del fenomeno acustico.

Con il termine "tempo di osservazione" viene inteso il periodo, compreso entro uno dei tempi di riferimento (diurno, notturno), durante il quale l'operatore effettua il controllo e la verifica delle condizioni di rumorosità. Nella misura del "rumore ambientale" ci si dovrà basare su un tempo significativo ai fini della determinazione del livello equivalente e comunque la misura dovrà essere eseguita nel periodo di massimo disturbo.



4.3 Il Decreto sui limiti sonori delle infrastrutture stradali

Il DECRETO DEL PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA del 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" istituisce, sia per le strade di nuova realizzazione che per quelle esistenti, delle fasce di pertinenza e dei limiti acustici, differenziate in base alle caratteristiche dell'infrastruttura stessa.

Nella tabella seguente (DPR n. 142/2004 - Allegato 1 - Tabella 2) si riportano i valori relativi alle infrastrutture stradali esistenti e assimilabili.

Tipo di strada (codice della strada)	Sottotipi ai fini acustici (secondo norma 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 DPCM 14/11/97, e comunque in modo conforme alla zonizzazione acustica delle aree urbane così prevista dall'art. 6, comma 1, lettera a), della Legge Quadro n. 447 del 26/10/95.			
F - Locale		30				

Tabella 4 – Limiti acustici e fasce di pertinenza delle infrastrutture stradali esistenti - D.P.R. 30/3/2004



Nella tabella seguente (DPR n. 142/2004 - Allegato 1 - Tabella 1) si riportano i valori relativi alle infrastrutture stradali di nuova realizzazione.

Tipo di strada (codice della strada)	Sottotipi ai fini acustici (secondo norma 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		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	Da	100	50	40	65	55
E – Urbana di quartiere		30	Definiti dai Comuni, nel rispetto dei valori riportati in tabella C allegata al DPCM 14/11/97, e comunque in modo conforme alla zonizzazione acustica delle aree urbane così prevista dall'art. 6, comma 1, lettera a), della Legge Quadro n. 447 del 26/10/95.			
F - Locale		30				

Tabella 5 – Limiti acustici e fasce di pertinenza delle infrastrutture stradali di nuova realizzazione - D.P.R. 30/3/2004



5 Inquadramento territoriale

5.1 Localizzazione

L'area di progetto in esame si trova nel Comune di Ripatransone in provincia di Ascoli Piceno. L'area è situata lungo la Strada Statale n.142 a nord del Monastero delle Suore Passioniste.

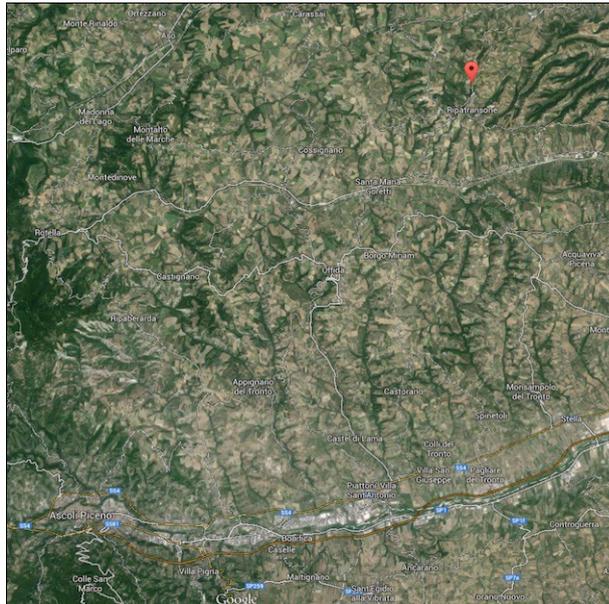


Figura 1 – Ripatransone rispetto Ascoli Piceno



Figura 2 – L'impianto rispetto al centro abitato

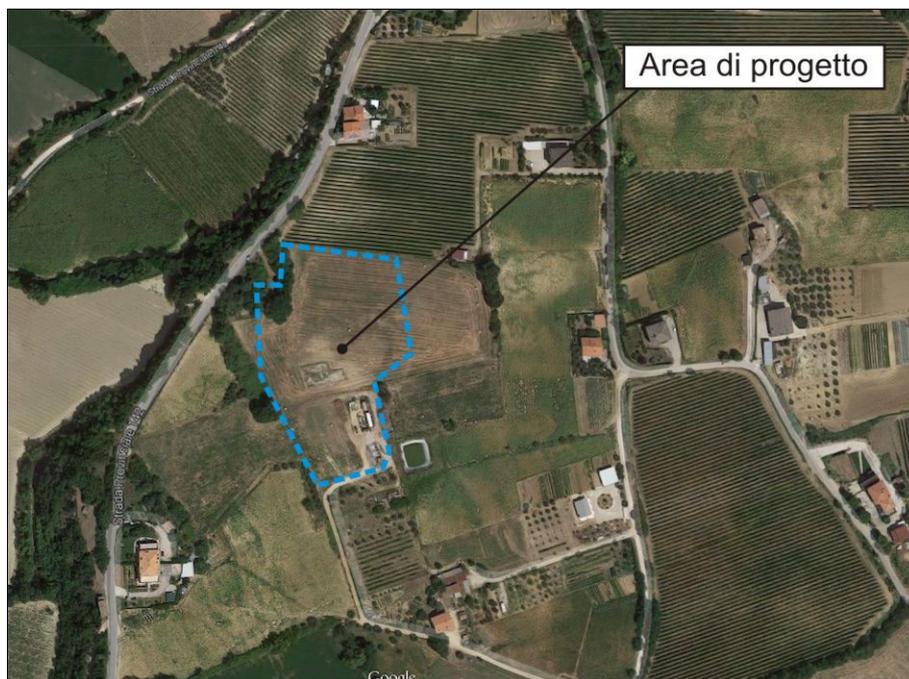


Figura 3 – Localizzazione dell'area di progetto



5.2 Il progetto

Il progetto in esame prevede l'istallazione di un impianto temporaneo di perforazione per l'esecuzione di prove di indagine relativamente alla presenza di un giacimento di gas naturale presso l'area di progetto individuata in precedenza.

Nella figura seguente si riporta la planimetria generale dell'impianto in esame, per i dettagli si faccia riferimento agli elaborati tecnici di dettaglio.

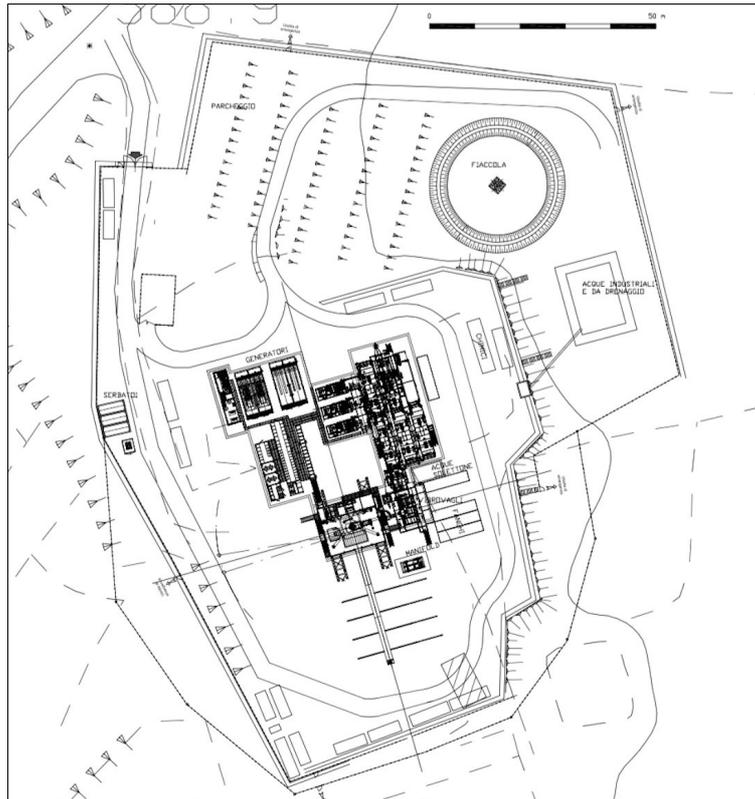


Figura 4 – Planimetria dell'impianto temporaneo di perforazione



5.3 La Classificazione Acustica del Territorio

Nel Piano di Classificazione Acustica del territorio comunale di Ripatransone, tutta l'area in esame è stata posta in *Classe III – Aree di tipo misto*.

Riportiamo di seguito uno stralcio del Piano di Classificazione Acustica del territorio comunale di Ripatransone e relativa legenda.

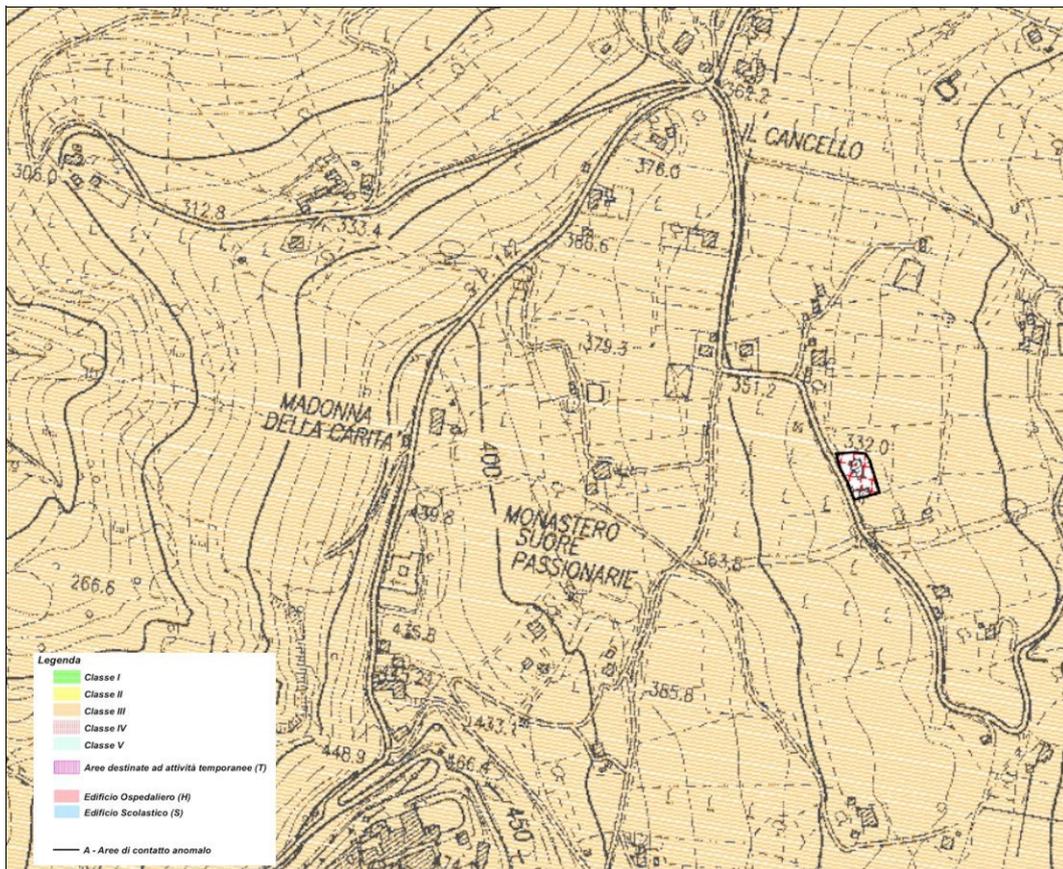


Figura 5 – Stralcio del Piano di Classificazione Acustica di Ripatransone (AP)



5.3.1 I limiti acustici

La tabella seguente riporta i limiti assoluti di immissione ed emissione sonora previsti per le diverse aree acustiche presenti nell'area di intervento in esame.

Limiti di immissione sonora (D.P.C.M. 14/11/1997)

Classe di destinazione d'uso del territorio	Periodo diurno (6-22)	Periodo notturno (22-6)
Classe III - Aree di tipo misto	60 dBA	50 dBA

Tabella 3 - Limiti massimi di immissione per la Classe III (D.P.C.M. 14/11/97)

Limiti di emissione sonora (D.P.C.M. 14/11/1997)

Classe di destinazione d'uso del territorio	Periodo diurno (6-22)	Periodo notturno (22-6)
Classe III - Aree di tipo misto	55 dBA	45 dBA

Tabella 4 - Limiti massimi di emissione per la Classe III (D.P.C.M. 14/11/97)



6 Inquadramento della problematica di emissione

6.1 La situazione attuale

6.1.1 Infrastrutture viarie

L'infrastruttura stradale più importante nelle vicinanze dell'area di progetto è la Strada Statale n.142, classificabile come strada di **tipo Cb** (extraurbane secondarie); per queste strade, la legislazione vigente, prevede due fasce di rispetto acustico pari a 100m (Fascia A) e 50m (Fascia B) con limiti acustici rispettivamente di 70dBA di giorno e 60dBA di notte per la Fascia A e 65dBA i giorno e 55dBA di notte per la Fascia B.

Le altre infrastrutture stradali presenti sono di carattere locale e sono contraddistinte da scarsi flussi veicolari.

6.2 Situazione futura

6.2.1 L'impianto di perforazione

Le sorgenti sonore fisse identificabili nell'impianto temporaneo di progetto sono:

- Area di separazione dei fanghi;
- n.3 pompe;
- n.2 generatori;
- n.3 vibrovagli;
- n.1 organo di perforazione modello PTD-500-AC della Maritime Hydraulik.

Nell'immagine seguente si può vedere la localizzazione delle principali sorgenti sonore previste dal progetto; ad esclusione della testa motore idraulica, tutte le altre sorgenti sono poste a livello del terreno.

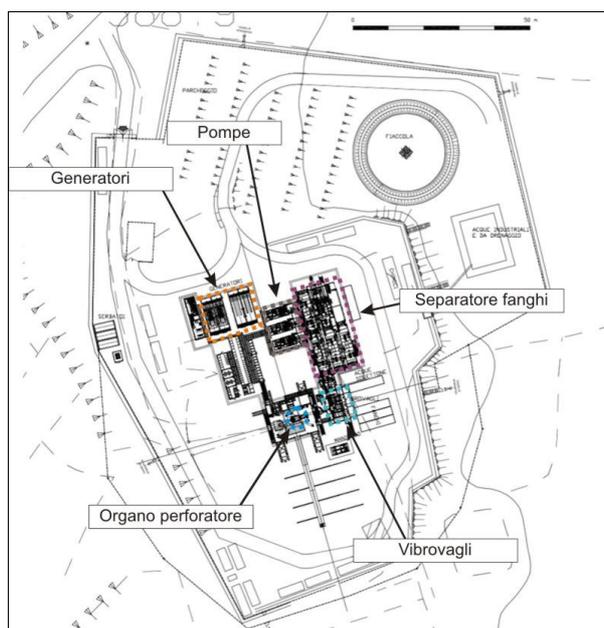


Figura 6 – Localizzazione delle sorgenti rumorose previste dal progetto



6.2.2 Livelli sonori generati dall'impianto di perforazione

I produttori delle sorgenti sonore succitate non forniscono alcun dato acustico relativo a tali impianti.

Si tratta comunque di un impianto di ultima generazione per il quale l'aspetto acustico è stato molto migliorato rispetto alle tipologie di impianti analoghi di generazioni precedenti.

I dati acustici presi a riferimento per la taratura delle emissioni sonore dell'impianto temporaneo di perforazione in esame sono stati tratti da diverse campagne di monitoraggio eseguite sullo stesso impianto durante normali attività perforative in atto presso altri siti.

6.2.3 Attività delle sorgenti

L'attività temporanea di perforazione in esame avrà una durata complessiva di 24gg consecutivi. L'impianto dovrà necessariamente rimanere in funzione 24 ore su 24, 7 giorni su 7.

6.3 Localizzazione dei recettori

La zona che circonda l'area di progetto è fortemente connotata da un carattere agricolo e da alcune abitazioni private.

A sud dell'area di progetto sorge inoltre il Monastero delle Suore Passioniste.

Nella figura seguente si localizzano gli edifici identificati come potenziali recettori.



Figura 7 – Localizzazione dei recettori potenzialmente esposti alle emissioni sonore dell'impianto in esame



7 Le misure acustiche

Per meglio comprendere il clima acustico della zona e caratterizzare acusticamente le sorgenti sonore presenti sono state effettuate, in data mercoledì 17 dicembre 2014, delle misure fonometriche di breve periodo sia nel periodo di riferimento diurno che nel periodo di riferimento notturno.

7.1 Strumentazione utilizzata

7.1.1 Catena di misura

Per le misure è stato utilizzato uno strumenti in classe 1 secondo le specifiche della EN60651/94 e EN60804/94 richiesti nel D.M. 16/3/98. In particolare si è fatto uso di un LARSON&DAVIS 831.

Le misure sono state eseguite come previsto dalle prescrizioni del D.M. 16/3/98 e, per quegli argomenti non previsti all'interno di tale decreto, ci si è attenuti a norme di buona tecnica.

La catena di misura utilizzata è stata calibrata all'inizio e alla fine delle sessioni di misura, senza riscontrare, tra il valore iniziale e quello finale, una differenza superiore a 0.5 dB, ed è tarata annualmente da un laboratorio del SIT (Servizio di Taratura in Italia).

Il calibratore usato è in classe 1 secondo la CEI 29-4 (IEC942/98).

7.1.2 Estremi dei certificati di taratura delle catene di misura

La catena di misure utilizzata è tarate annualmente da un laboratorio ACCREDIA (ex-SIT Servizio di Taratura in Italia).

Si riportano nella tabella sottostante gli estremi dei certificati di taratura della catena di misure utilizzata.

Strumento	Modello	Costruttore	Matricola	Data Certificato	N. Certificato	Laboratorio
Analizzatore	L&D 831	LARSON&DAVIS	2494	30/09/14	34474-A	L.C.E. - Opera
Filtri 1/3 ottava				02/10/14	34452-A	L.C.E. - Opera
Calibratore	B&K 4231	BRUEL&KJAER	2518174	29/09/14	34437-A	L.C.E. - Opera

Tabella 5 – Estremi dei certificati di taratura



7.2 Punti di misura

7.2.1 Posizione dei punti di misura

I punti presso i quali sono state eseguite le misure acustiche sono stati individuati nella zona di intervento e nelle vicinanze delle principali sorgenti sonore individuate.

Nella figura seguente si può osservare la localizzazione dei punti di misura.



Figura 8 – Localizzazione dei punti di misura

Si riportano di seguito dei prospetti riassuntivi delle misure eseguite, i grafici ed i risultati dettagliati sono riportati in **Allegato 1** al termine della presente relazione.



7.3 Risultati delle misure

7.3.1 Misure a breve termine

Punto 01 Diurno

Posizione: Lo strumento è stato posizionato lungo la SP n.142
Catena di misura utilizzata: L&D 831
Sorgente sonora monitorata: Traffico stradale
Distanza dalla sorgente: 4,5m dalla mezzeria della SP n.142
Periodo di rilevamento: dalle 16:07 di mercoledì 17 dicembre 2014
alle 16:27 di mercoledì 17 dicembre 2014



Figura 9 – Vista del Punto 01



Figura 10 – Vista del Punto 01

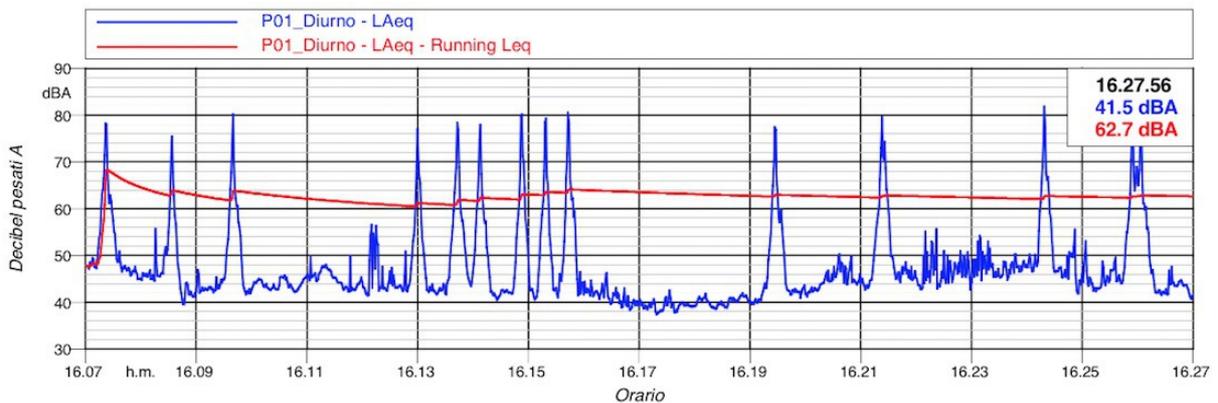


Grafico 1 – Andamento temporale dei livelli sonori misurati nel Punto 01 nel periodo diurno

Misura	Leq (A)	Leq(A) arrotondato
Punto 01	62,7 dB(A)	62,5 dB(A)

Tabella 6 – Risultato della misura eseguita nel Punto 01 nel periodo diurno



Punto 01 Notturmo

Posizione: Lo strumento è stato posizionato lungo la SP n.142
Catena di misura utilizzata: L&D 831
Sorgente sonora monitorata: Traffico stradale
Distanza dalla sorgente: 4,5m dalla mezzeria della SP n.142
Periodo di rilevamento: dalle 23:16 di mercoledì 17 dicembre 2014
alle 23:36 di mercoledì 17 dicembre 2014



Figura 11 – Vista del Punto 01



Figura 12 – Vista del Punto 01

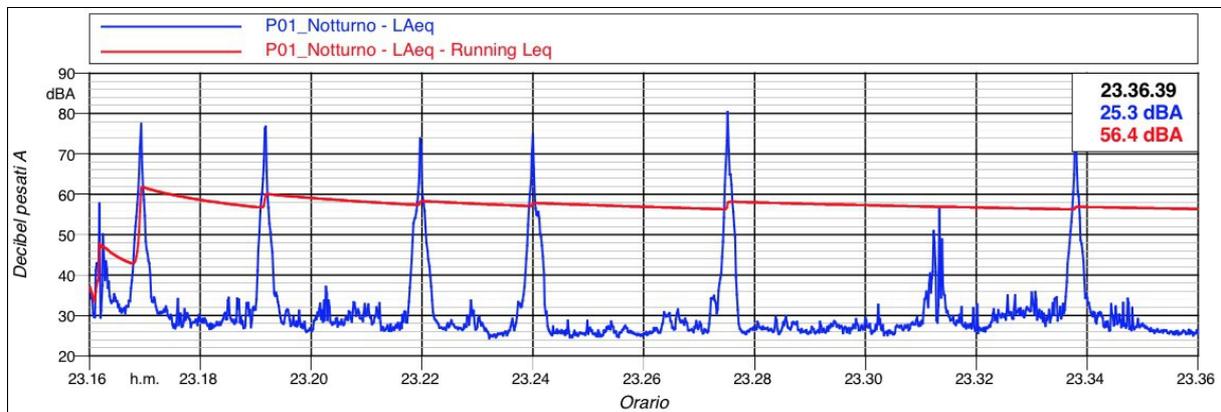


Grafico 2 – Andamento temporale dei livelli sonori misurati nel Punto 01 nel periodo notturno

Misura	Leq (A)	Leq(A) arrotondato
Punto 01	56,4 dB(A)	56,5 dB(A)

Tabella 7 – Risultato della misura eseguita nel Punto 01 nel periodo notturno



Punto 02 Diurno

Posizione: Lo strumento è stato posizionato lungo la Strada Canali
Catena di misura utilizzata: L&D 831
Sorgente sonora monitorata: Traffico stradale
Distanza dalla sorgente: 3,5m dalla mezzeria della strada
Periodo di rilevamento: dalle 16:48 di mercoledì 17 dicembre 2014
alle 17:08 di mercoledì 17 dicembre 2014



Figura 13 – Vista del Punto 02



Figura 14 – Vista del Punto 02

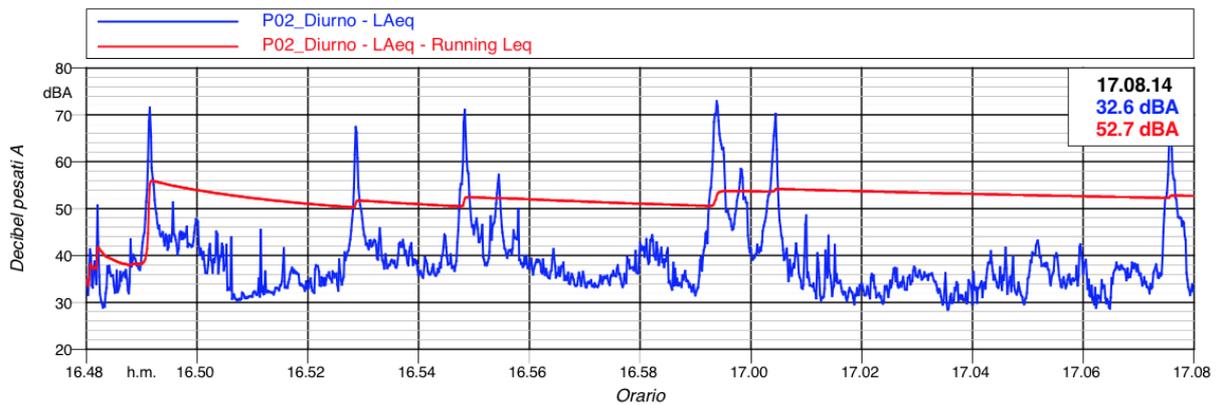


Grafico 3 – Andamento temporale dei livelli sonori misurati nel Punto 02 nel periodo diurno

Misura	Leq (A)	Leq(A) arrotondato
Punto 02	52,7 dB(A)	52,5 dB(A)

Tabella 8 – Risultato della misura eseguita nel Punto 02 nel periodo diurno



Punto 02 Diurno

Posizione: Lo strumento è stato posizionato lungo la Strada Canali
Catena di misura utilizzata: L&D 831
Sorgente sonora monitorata: Traffico stradale
Distanza dalla sorgente: 3,5m dalla mezzeria della strada
Periodo di rilevamento: dalle 23:42 di mercoledì 17 dicembre 2014
alle 23:58 di mercoledì 17 dicembre 2014



Figura 15 – Vista del Punto 02



Figura 16 – Vista del Punto 02

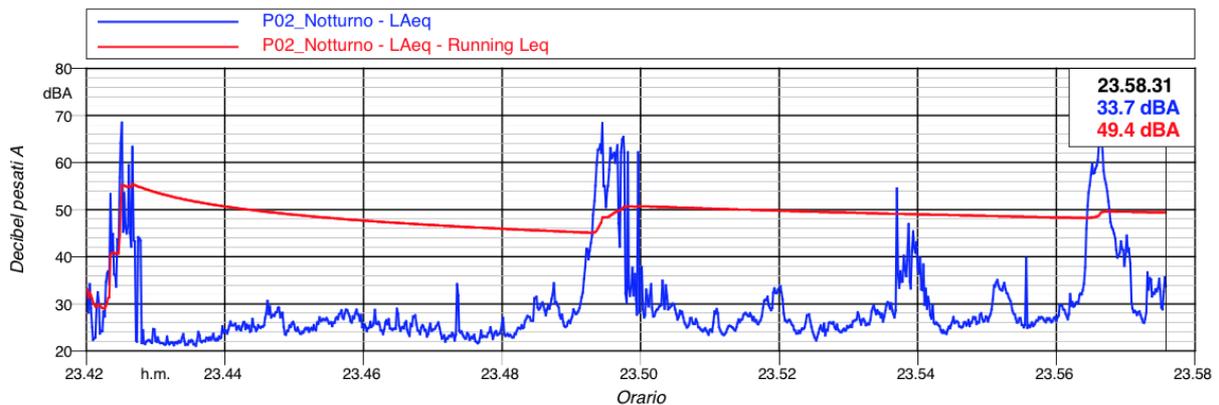


Grafico 4 – Andamento temporale dei livelli sonori misurati nel Punto 02 nel periodo notturno

Misura	Leq (A)	Leq(A) arrotondato
Punto 02	49,4 dB(A)	49,5 dB(A)

Tabella 9 – Risultato della misura eseguita nel Punto 02 nel periodo notturno



8 Modellistica matematica sul rumore

Diamo una breve descrizione del modello matematico utilizzato ai fini delle previsioni di impatto acustico in esame.

8.1 Grandezze considerate ai fini dell'attenuazione acustica

- Direttività della sorgente

Molto spesso nelle emissioni di rumore che avvengono a media ed alta frequenza osserviamo una certa direttività nell'emissione sonora della sorgente.

Dovremo quindi tenere conto di questa eventualità e considerare come livello di potenza sonora non tanto quello globale fornito ma un livello corretto che tenga conto di questa direttività

$$L_{wd} = L_w + D_c \quad [1]$$

dove:

- L_{wd} è il livello di potenza sonora corretto (dB);
- L_w è il livello di potenza sonora medio (dB);
- D_c è la correzione da applicare al livello di potenza sonora (dB).

La condizione in cui il fattore correttivo $D_c = 0 \text{ dB}$ indica che la sorgente è omnidirezionale o che comunque non possiede una spiccata direttività.

I termini che compongono D_c sono fondamentalmente due: l'indice di direttività (*directivity index* D_i) e l'indice di emissione sull'angolo solido (D_Ω).

$$D_c = D_i + D_\Omega \quad [2]$$

Il fattore di correzione D_Ω sarà:

- $D_\Omega = 0 \text{ dB}$ emissione su 4π radianti (radiazione sferica sull'intero spazio);
- $D_\Omega = 3 \text{ dB}$ emissione su 2π radianti (una superficie riflettente);
- $D_\Omega = 6 \text{ dB}$ emissione su π radianti (due superfici riflettenti);
- $D_\Omega = 9 \text{ dB}$ emissione su $\pi/2$ radianti (tre superfici riflettenti).



Questi fattori correttivi vanno bene seguendo il metodo di calcolo proposto in queste pagine, in quando l'influenza dell'assorbimento del terreno viene tenuta in conto nei prossimi paragrafi. Nel caso di metodi diversi in cui l'attenuazione del terreno non viene contemplata i valori saranno i seguenti:

- $D_{\Omega}=0\text{ dB}$ emissione su 4π radianti (radiazione sferica sull'intero spazio);
- $D_{\Omega}=3\text{ dB}$ emissione su 2π radianti (una superficie riflettente che non sia il terreno);
- $D_{\Omega}=3\text{ dB}$ emissione su π radianti (due superfici riflettenti di cui una il terreno);
- $D_{\Omega}=6\text{ dB}$ emissione su π radianti (due superfici riflettenti di cui nessuna sia il terreno);
- $D_{\Omega}=6\text{ dB}$ emissione su $\pi/2$ radianti (tre superfici riflettenti di cui una il terreno);
- $D_{\Omega}=9\text{ dB}$ emissione su $\pi/2$ radianti (tre superfici riflettenti).

Elementi di attenuazione sul percorso dell'onda acustica

Il livello di pressione sonora L_p presente nella posizione del ricevitore sarà fornita dal valore di partenza della potenza sonora a cui devono essere detratti i contributi di attenuazione.

$$L_p = L_{wd} - A \quad [3]$$

dove:

- L_p è il livello di pressione sonora al ricevitore (dB);
- L_{wd} è il livello di potenza sonora corretto (dB);
- A è la correzione da applicare che tiene conto dei fattori di attenuazione (dB).

I fattori di assorbimento che concorrono nella formazione del nostro termine A possono essere riassunti nella seguente relazione:

$$A = A_{div} + A_{atm} + A_{ter} + A_{rifl} + A_{dif} + A_{misc} \quad [4]$$

dove:

- A_{div} è l'attenuazione per la divergenza geometrica (dB);
- A_{atm} è l'attenuazione per le condizioni meteorologiche (dB);
- A_{ter} è l'attenuazione del terreno (dB);
- A_{rifl} è l'attenuazione per la riflessione su ostacoli (dB);
- A_{dif} è l'attenuazione per effetti schermanti (dB);
- A_{misc} è l'attenuazione per effetti diversi (dB).

Le condizioni del vento non entrano in questo contesto supponendole di entità non influente, per aree ad intensa presenza di vento si correggerà la direzionalità di emissione della sorgente.

8.2 Specifiche del modello matematico usato

Il modello matematico per acustica usato è Soundplan ver. 6.0 agg. 2003 prodotto dalla Braunstein + Bernt Gmb.

E' il modello acustico più diffuso e testato nel mondo e consente attraverso i suoi moduli di poter sopperire a tutte le problematiche di emissione delle diverse sorgenti presenti sul territorio.



Il problema di un qualunque modello matematico è che questi sono nati per sparare fuori numeri e se non c'è un operatore in grado di capire se l'output sono cose sensate o meno il risultato può essere disastroso. Non a caso abbiamo sviluppato un capitolo dedicato alle incertezze associate alle valutazioni.

8.2.1 Tecnica di ritracciamento dei raggi (*Raytracing*)

Nel calcolo del livello presente nei diversi punti della rappresentazione spaziale della zona è stata utilizzata la tecnica di ritracciamento.

Vengono in sostanza sparati dei raggi che partono dalle diverse sorgenti e quando un raggio colpisce un ostacolo il punto di proiezione diventa esso stesso una sorgente di tipo puntiforme.

La situazione viene descritta nella figura seguente.

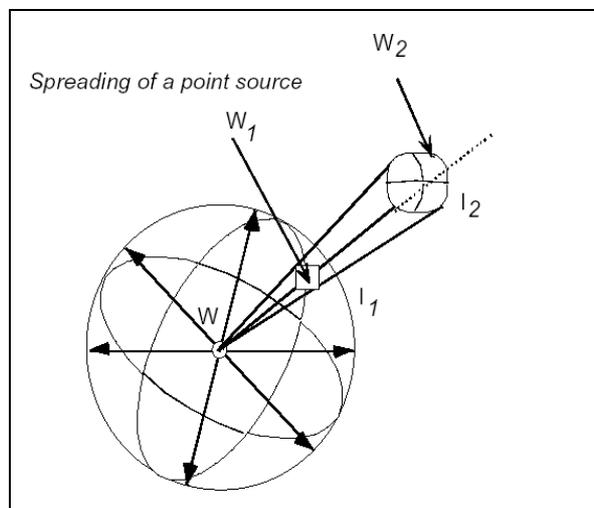


Figura 17 – Emissione dei raggi di tracciamento

Viene infine calcolato il contributo dei diversi raggi che arrivano all'ascoltatore ipotetico come somma energetica dei livelli.



8.2.2 Le tipologie di sorgenti

Come sappiamo le sorgenti possono essere considerate fondamentalmente di tre tipi:

- ✓ puntiformi
- ✓ lineiformi
- ✓ areali

Per le sorgenti puntiformi vale la legge generale della divergenza geometrica per cui abbiamo che ad ogni raddoppio della distanza un'attenuazione di 6 dB del livello sonoro.

Nel caso di sorgente lineare, come in pratica sono rappresentate tutte le sorgenti viarie abbiamo una situazione che viene descritta nella figura seguente.

Per le sorgenti areali la propagazione è una composizione delle diverse tipologie e diviene molto importante nella valutazione di impianti e strutture industriali.

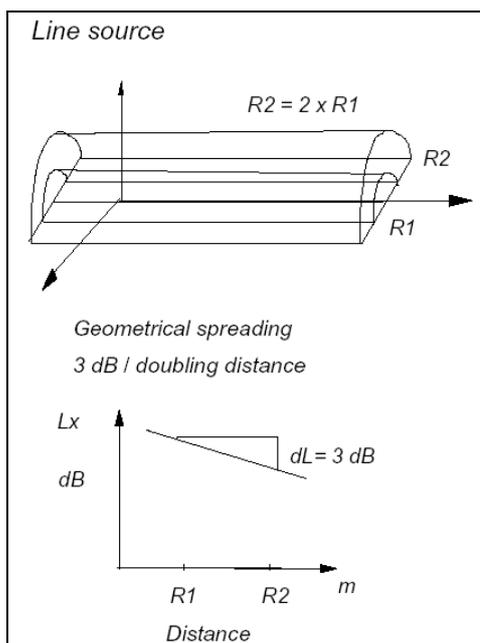


Figura 18 – Emissione di una sorgente lineiforme

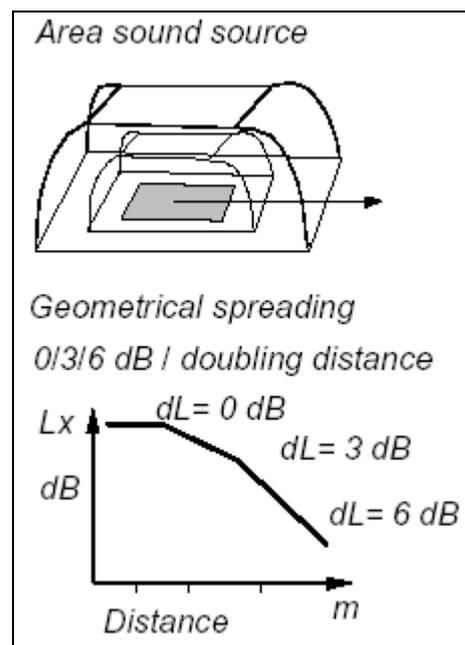


Figura 19 – Emissione di una sorgente areale



8.2.3 La diffrazione degli ostacoli

Elemento importante soprattutto per la caratterizzazione degli eventuali risanamenti sono le metodologie di calcolo per le barriere e gli eventuali ostacoli.

Nella figura sottostante si possono notare i diversi percorsi dell'onda acustica nel suo cammino quando incontra una barriera.

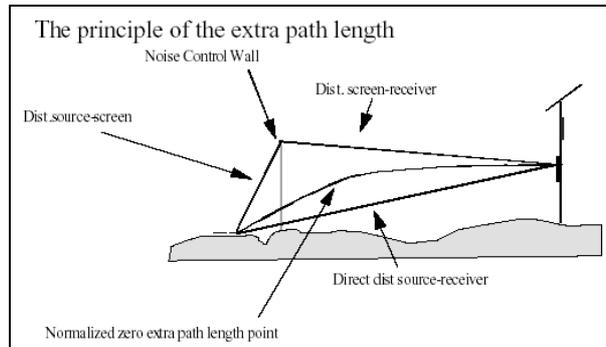


Figura 20 – Diffrazioni verticali

All'interno del programma di calcolo vengono considerate non solo le diffrazioni dei bordi superiori di eventuali ostacoli (barriere, edifici, ecc.) ma anche le diffrazioni laterali, cosa molto importante nel caso di strutture industriali.

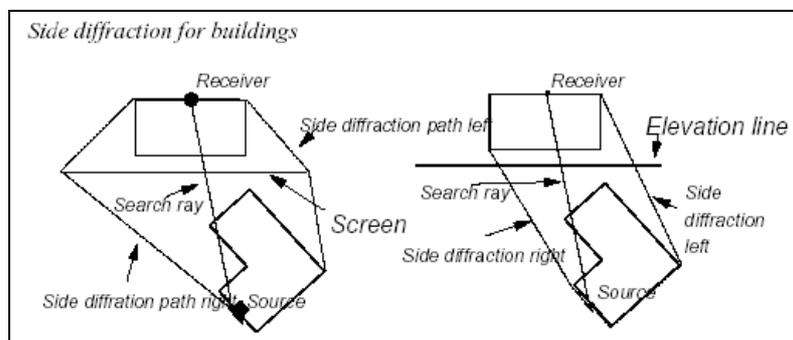


Figura 21 – Diffrazioni laterali



8.2.4 L'assorbimento di elementi

Lungo il suo percorso l'onda sonora può incontrare elementi che assorbono parte dell'energia come può avvenire nel caso di boschi o di aree particolari con moltitudine di ostacoli.

Nel programma è possibile considerare queste aree fornendo un valore di assorbimento per frequenza o semplicemente impostando la tipologia del fogliame.

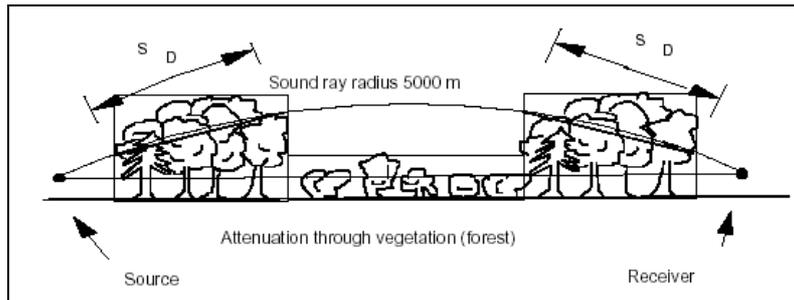


Figura 22 – Calcolo di una mappa ad una certa quota dal terreno

8.2.5 Quote di calcolo delle mappe

Le mappature sono ottenute ad una certa altezza relativa dal terreno in modo che anche in condizioni di morfologie particolari i livelli sono quelli che si misurerebbero andando su quel punto con un cavalletto di altezza pari alla quota scelta.

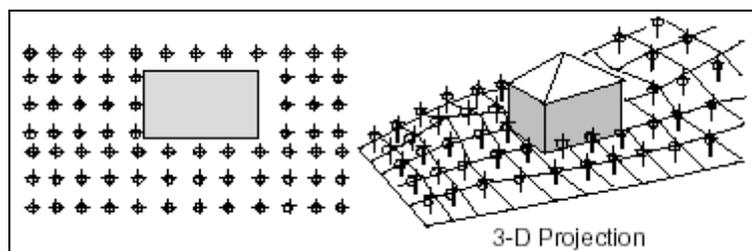


Figura 23 – Calcolo di una mappa ad una certa quota dal terreno



8.3 Riferimenti normativi del modello utilizzato

Per quanto riguarda l'accuratezza del modello utilizzato va precisato che questo è stato verificato in molte condizioni reali anche nel nostro paese, e gli algoritmi di calcolo sono conformi alle seguenti linee guida e normative Europee:

- ISO 9613-1 "Attenuation of sound during propagation outdoors - Part 1: Method of calculation of the attenuation of sound by atmospheric absorption"
- ISO 9613-2 "Attenuation of sound during propagation outdoors - Part 2: A general method of calculation"
- VDI 2714 "Sound propagation outdoors"
- VDI 2720 "Noise control by screening"
- RLS90 "Guideline for noise protection along highways"
- SHALL 03 "Guideline for calculating sound immersion of railroads"
- VDI 2751 "Sound radiation of industrial buildings"



9 Accuratezza delle misure e delle simulazioni

9.1 Accuratezza delle misure acustiche

I problemi relativi all'accuratezza della misura sono diversi ed in particolare dobbiamo tenere in considerazione:

- incertezza dello strumento;
- incertezza del sistema microfonico per esterni;
- variabilità dell'emissione della sorgente;
- condizioni atmosferiche;
- direttività dell'onda sonora incidente;
- campo sonoro nel punto di misura.

9.1.1 Incertezza dello strumento

Evitando di scavare troppo nelle problematiche metrologiche degli strumenti per il rilevamento del rumore, diciamo che la sola parte di analisi del segnale (il corpo dello strumento con il suo sistema di alimentazione senza microfono) una volta che è stato verificato presso un centro SIT ha un notevole livello di accuratezza che potremmo riassumere entro i 0,3 dB(A).

9.1.2 Incertezza della parte microfonica

Questa parte è sicuramente quella che della catena strumentale può avere più problemi. Infatti dobbiamo pensare che il microfono ed in particolare la membrana è sottoposta a escursioni termiche notevoli e non sempre il funzionamento continua a essere lineare. Anche l'umidità incide pesantemente sulla risposta del microfono in quanto questo è fondamentalmente un condensatore che ha come dielettrico l'aria e quando questa è umida variano le condizioni di movimento della membrana e della conducibilità dielettrica.

Dalle osservazioni svolte in molti anni di misure e in molteplici verifiche su sistemi di monitoraggio per esterni, la variabilità di risposta dei microfoni per esterni può essere contenuta entro 1 dB(A).

9.1.3 Variabilità delle condizioni emissive della sorgente

Se non avvengono fatti strani, come ad esempio per un'infrastruttura può essere un incidente stradale (anche se questi sono all'ordine del giorno), la ripetibilità emissiva di un insieme di sorgenti sul territorio è notevole e da giorno a giorno (almeno per i feriali) abbiamo valori medi globali che si discostano entro 1 dB(A).

La maggior variabilità del rumore emesso la si ha nel periodo notturno, dove i flussi di traffico sono di molto inferiori a quelli diurni e le velocità salgono.

9.1.4 Variabilità delle condizioni atmosferiche

Per il fatto stesso che le misure vengono eseguite all'aperto, questi elementi sono più importanti di quanto sembri. Una variazione della velocità dell'aria, anche modesta, può comportare una variazione di livello di alcuni dB(A), per cui è bene che le misure avvengano in condizioni pressoché stabili.

In condizioni di controllo dei parametri dove si hanno temperature comprese tra i 5 e i 35 °C, velocità dell'aria inferiore a 1 m/s e umidità compresa tra il 30 e il 90% con un normale sistema per esterni possiamo stare sotto un'incertezza di 0,5 dB(A).



9.1.5 Direttività dell'onda acustica incidente

Questa componente non è di grande rilevanza quando parliamo di rumore proveniente da infrastrutture viarie (che costituiscono, statisticamente, un contributo pari al 90% del clima acustico del territorio) in quanto le frequenze in gioco vanno dai 100 ai 1000 Hz.

9.1.6 Campo sonoro nel punto di misura

Questo elemento può avere una certa importanza se nelle vicinanze del punto di misura vi sono superfici riflettenti.

Sicuramente i valori rilevati ad una stessa distanza dal bordo dell'infrastruttura ma in due contesti di campo sonoro diversi possono portare a differenze di alcuni dB(A).

L'importante è che se questa misura è finalizzata alla taratura del modello matematico, ne si tenga conto in fase di simulazione.

9.1.7 Calcolo delle incertezze associate alle misure

Tenuto conto delle grandezze che intervengono nella determinazione del misurando, l'incertezza associata alle misure acustiche può essere espressa attraverso la relazione seguente

$$u^2(y) = \sum_{i=1}^n u_i^2(y)$$

La quantità $u_i(y)$ ($i = 1, 2, \dots, n$) è il contributo all'incertezza standard associata al valore stimato y di *output* risultante dall'incertezza standard associata x_i

$$u_i(y) = c_i u(x_i)$$

dove c_i è il coefficiente di sensibilità associato al valore stimato di *input* x_i , ad esempio la derivata parziale della funzione modello f rispetto ad X_i , valutata al valore stimato di *input* x_i ,

$$c_i = \frac{\delta f}{\delta x_i} = \frac{\delta f}{\delta X_i} \Big|_{X_i = x_i \dots X_N = x_n}$$

Il coefficiente di sensibilità c_i descrive l'estensione con la quale il valore dei dati di uscita y è influenzato dalle variazioni del valore stimato di *input* x_i .

Nel nostro caso, con le ampiezze di incertezza espresse nei punti precedenti, in condizioni meteo normali abbiamo un'incertezza totale sulla misura acustica pari a

$$u(m) = 1.64 \text{ dBA}$$



9.2 Accuratezza delle simulazioni acustiche

Gli elementi che concorrono all'incertezza dei dati forniti da una valutazione previsionale possono essere fondamentalmente riassunti nei seguenti punti:

- tipo di modello e utilizzatore di questo;
- dati delle potenze delle sorgenti in gioco;
- dati non considerati nella propagazione sonora;
- corretto inserimento della morfologia del territorio;
- riferimenti normativi del modello;
- taratura del modello;
- scelta dei parametri di calcolo.

9.2.1 Tipo di modello e utilizzo dello stesso

Vi sono in commercio diversi modelli matematici dedicati all'acustica con costi e prestazioni svariate. Non spetta a me dire quale è quello buono e quello non buono per lo specifico uso, di certo ve ne sono alcuni che sono molto approssimativi su queste problematiche e che, quantomeno, non danno modo di percepire un possibile errore valutativo.

In questo senso conta molto l'esperienza del modellista che oltre che tecnico competente ai sensi di legge deve avere anche una conoscenza profonda delle problematiche di propagazione delle onde sonore.

9.2.2 Dati di potenza sonora delle sorgenti

E' sicuramente il punto di partenza di una buona valutazione revisionale, se abbiamo un dato di partenza sbagliato difficilmente troveremo un dato di uscita corretto.

Questo elemento richiede forzatamente la distribuzione spettrale di emissione perché nei processi di propagazione la lunghezza d'onda è la componente che determina i fattori diffrattivi.

Nel caso del rumore emesso da infrastrutture stradali abbiamo una serie di linee guida che variano in relazione alla nazione dove sono state sviluppate. Alcune lavorano sullo spettro altre sul valore globale.

La sorgente viene supposta con distribuzione lineare (per alcuni modelli la distribuzione è pseudo-lineare) e quindi abbiamo una propagazione di tipo cilindrico.

Il modelli propagativi da cui, inseriti i dati di volume di traffico, velocità e composizione, si ottengono i livelli sonori, sono fondamentalmente empirici e quindi fortemente dipendenti dalla tipologia e dalla manutenzione delle autovetture che in alcune zone potrebbero essere diverse da altre: per esempio in paesi come la Germania abbiamo un numero limitato di piccole cilindrate rispetto al nostro paese.

9.2.3 Dati non considerati nei modelli

Spesso i modelli lavorano su condizioni meteorologiche standardizzate per cui diventa difficile rapportarli alle misure di taratura se queste sono state eseguite in condizioni molto diverse.

9.2.4 Inserimento dati morfologici

Diventa difficile riprodurre la reale morfologia del territorio quando questo possiede una notevole variabilità: è il caso di zone con variazioni altimetriche, dove l'inserimento corretto dei valori di quota della strada e del terreno intorno creano non pochi problemi.



L'assorbimento del terreno è anch'esso uno dei parametri delicati difficile da quantificare.

9.2.5 Riferimenti normativi del modello

Questo potrebbe sembrare un problema da poco, spesso siamo portati a pensare che la grande diversità tra una simulazione e l'altra sia fondamentale legata all'algoritmo di calcolo che viene utilizzato dal modello stesso, e invece dobbiamo osservare come esistano grandi differenze a seconda dei riferimenti normativi utilizzati.

Prendiamo ad esempio una situazione semplice:

- strada extraurbana;
- 10.000 veicoli sulle 24 ore di cui 9360 dalle ore 6 alle 22 e 640 dalle ore 22 alle 6;
- 20% di veicoli pesanti di giorno;
- 10% di pesanti di notte;
- velocità veicoli leggeri 70 km/h;
- velocità veicoli pesanti 50 km/h;
- simulazioni eseguite a 4 metri di altezza a distanza di 25, 50 e 100 metri dalla strada.

Nella tabella seguente è possibile osservare i valori ottenuti usando lo stesso modello ma con i riferimenti normativi diversi.

Norma	Diurno a 25 m	Notturno o a 25 m	Diurno a 50 m	Notturno a 50 m	Diurno a 100 m	Notturno a 100 m
<i>RLS 90</i>	66.6	56.1	61.4	50.8	57	46.4
<i>DIN 18005</i>	67.6	56.8	63.6	52.8	59.1	48.3
<i>Nordic</i>	70		64.8		58.4	
<i>RVS</i>	64.4	58.2	60.4	54.2	56.2	50
<i>NMPB</i>	72.5	61.7	67.4	56.5	60.8	49.9

La ISO 9613 esprime, in condizioni meteorologiche favorevoli, l'accuratezza associabile alla previsione, in relazione alla distanza ed all'altezza del ricevitore come riportato nella tabella sottostante

Altezza media di ricevitore e sorgente (m)	Distanza (m) $0 < d < 100$	Distanza (m) $100 < d < 1000$
$0 < h < 5$	$\pm 3 \text{ dB}$	$\pm 3 \text{ dB}$
$5 < h < 30$	$\pm 1 \text{ dB}$	$\pm 3 \text{ dB}$

9.2.6 Scelta dei parametri di calcolo

Anche in questo caso vi possono essere diversità tra i risultati ottenuti modificando i parametri di calcolo del modello, come ad esempio avviene quando si vuole abbreviare i tempi di calcolo e si eseguono delle interpolazioni con una griglia molto estesa.



Il software comunque esegue l'interpolazione e quindi il risultato apparentemente sembra corretto ma in punti specifici le differenze possono essere notevoli.

9.2.7 Calcolo delle incertezze associate alle simulazioni

In questo caso, per quanto sopra esposto, diventa difficile quantificare in modo preciso e numerico i diversi parametri che concorrono a determinare l'incertezza dei valori di uscita di una simulazione matematica. In particolare sono così diversi i comportamenti umani di fronte a queste problematiche che conviene considerare questo parametro come un'incertezza di **Tipo B**.

Un'analisi delle differenze ottenibili dai diversi modelli matematici fu sviluppata nel 1995 al congresso dell'Associazione Italiana di Acustica" (supplemento degli atti del congresso), la memoria era "INTERCOMPARISON OF TRAFFIC NOISE COMPUTER SIMULATION" – R. Pompoli, A. Farina, P. Fausti, M. Bassanino, S. Invernizzi, L. Menini.

A questo test parteciparono 23 soggetti che attraverso i diversi modelli posseduti fornirono i risultati su situazioni semplici predefinite dagli autori.

Nella figura sottostante riportiamo da quella memoria i grafici dei risultati su tre posizioni diverse di una simulazione.

Sulle ascisse abbiamo il numero del partecipante al test mentre sulle ordinate il livello previsto in un particolare punto ad una certa distanza dall'infrastruttura viaria.

Come si può osservare le differenze possono essere anche maggiori di 10 dB(A).

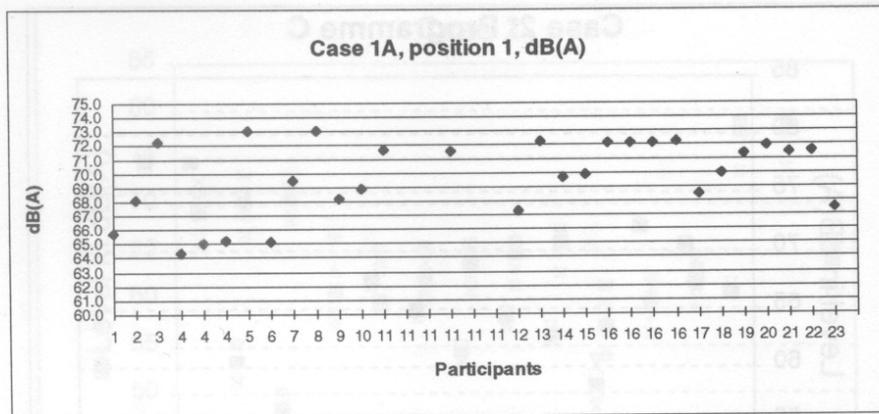


Fig. 17: $L_{med} = 69.7 \text{ dB(A)}$ $L_{max} - L_{min} = 8.7 \text{ dB(A)}$ $Std.Dev. = 2.66$

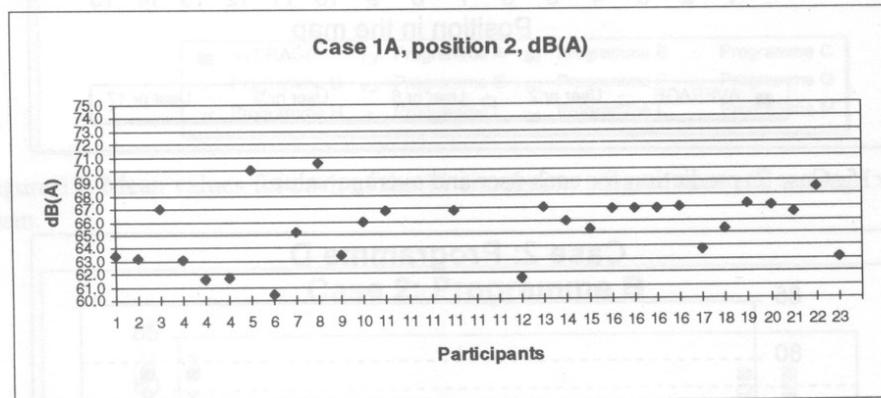


Fig. 18: $L_{med} = 65.5 \text{ dB(A)}$ $L_{max} - L_{min} = 10.1 \text{ dB(A)}$ $Std.Dev. = 2.47$

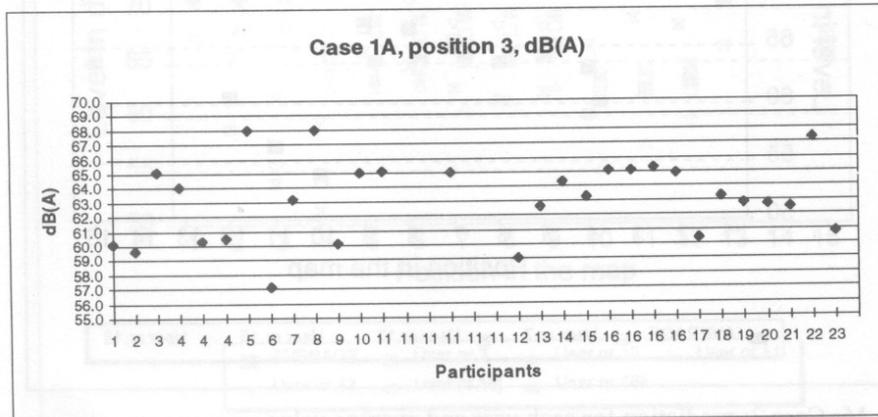


Fig. 19: $L_{med} = 63.1 \text{ dB(A)}$ $L_{max} - L_{min} = 10.9 \text{ dB(A)}$ $Std.Dev. = 2.69$



9.3 Miglioramento dell'accuratezza

Visti i valori non certo esigui di incertezza associata alle simulazioni è bene porsi l'obiettivo di comprendere quali possono essere i parametri che ci consentono di migliorare l'accuratezza.

L'elemento principale che ci consente di limitare la variabilità dei risultati delle simulazioni sono le misure di taratura del modello e la veridicità dei dati di potenza sonora delle sorgenti.

Le misure di taratura del modello sono molto più importanti di quanto si possa credere : danno un riferimento metrologico alla simulazione che, come abbiamo visto, resta altrimenti in balia del riferimento normativo usato, del modello matematico acquistato e delle capacità personali del modellista.

Questo vuol dire che più costringiamo il modello ad adeguarsi alla misura acustica di taratura più accurato sarà il risultato ottenuto.

In pratica se la misura viene eseguita vicino ai ricevitori l'incertezza viene a diminuire per arrivare quasi a quella della sola misura: l'errore di cui potrebbe essere affetta sarà presente solo negli scenari futuri in relazione alle inesattezze dei dati delle sorgenti sonore inserite e agli effetti di diffrazione degli schermi che verranno posti.

9.4 Quali parametri misurare

A parte il rispetto delle richieste del DPCM del 16/3/98 (Tecniche di rilevamento e misurazione dell'inquinamento acustico) può essere importante avere una serie di indicatori statistici e spettrali che ci possono descrivere meglio la situazione di inquinamento acustico.

Avere questi dati su base oraria può in certi casi non essere sufficientemente descrittivo del fenomeno sonoro, e allora sarà necessario utilizzare intervalli di tempo inferiore anche se solo finalizzati ad un approfondimento delle problematiche emissive.

9.5 La durata delle misure

Il DPCM del 16/3/98 sulle Tecniche di rilevamento, nel caso di traffico stradale, ci indica misure di una settimana e possiamo dire che questo periodo è effettivamente rappresentativo per poter osservare le differenze di rumore emesso nelle giornate festive e prefestive rispetto ai giorni feriali.

Per una situazione di identificazione del clima acustico presente sul territorio, vista la ripetitività già accennata, possono essere sufficienti una misura a 24 ore e alcune a breve termine.

Se le sorgenti sono principalmente di tipo industriale e l'andamento temporale è di tipo stazionario, allora saranno sufficienti un buon numero di misure a breve termine.



9.6 Il livello di accuratezza

Per la modellazione della situazione esistente, il livello di accuratezza, seguendo queste indicazioni, migliora fino a portarsi vicino all'accuratezza della sola misura. E' chiaro che quando si affrontano le simulazioni di stato futuro, con l'introduzione di sorgenti specifiche e con gli elementi di bonifica acustica (dossi o barriere), si possono introdurre nuove incertezze che vanno a peggiorare il valore di accuratezza globale.

La differenza in questa situazione si può avere su come un modello calcola, a differenza di un altro, le attenuazioni delle barriere. Analizzando le relazioni di Fresnel si può dire che l'ampiezza di errore dovrebbe essere limitata entro 1 dB(A), il che ci porta verso un'incertezza totale sulla simulazione pari a

$$u(s) = 2.88 \text{ dBA}$$

Questo valore è la migliore accuratezza ottenibile ma, ribadiamo, solo nelle seguenti condizioni:

- strumentazione a norma tarata (presso un Centro SIT) possibilmente negli ultimi sei mesi;
- misura di almeno 24 ore in vicinanza dei recettori più esposti;
- ulteriori misure di taratura di durata inferiore;
- morfologia non troppo complicata;
- condizioni atmosferiche stabili;
- corretto valore dello spettro di potenza delle diverse sorgenti modellizzate;
- situazione di normalità delle sorgenti in gioco.

Nel momento stesso in cui la misura non viene eseguita in prossimità dei recettori, per motivi di diverso genere, non ultimo l'impossibilità di accedere in proprietà private, il valore di incertezza sulla situazione preesistente può arrivare a 7- 8 dB(A).



10 Previsione dei livelli sonori nel territorio circostante

10.2 Premessa

Le valutazioni sui livelli di pressione sonora previsti a seguito dell'inizio delle operazioni di perforazione previste sono state eseguite su entrambi i periodi di riferimento: diurno (06:00-22:00) e notturno (22:00-06:00).

I valori riportati nelle seguenti tavole sono stimati a 1.5 metri di altezza, vincolo previsto dal DM 16/3/98.

10.3 Situazione Attuale

Per "Situazione Attuale" si intende lo scenario com'è allo stato attuale senza considerare le future operazioni di perforazione. Il modello matematico è stato tarato sui dati acustici raccolti durante la campagna di monitoraggio acustico eseguita.

Mappe di isolivello allegate:

MAP01) Situazione Attuale a 1.5 metri - Rumore ambientale in ambito diurno (06.00-22.00)

MAP02) Situazione Attuale a 1.5 metri - Rumore ambientale in ambito notturno (22.00-06.00)

10.4 Situazione Futura

Per "Situazione Futura" si intende lo scenario come previsto nel futuro considerando il funzionamento delle attività di in esame.

Le emissioni sonore prodotte dall'impianto di perforazione sono state tarate su misure eseguite su un analogo impianto durante le normali attività di perforazione.

Mappe di isolivello allegate:

MAP03) Situazione Futura a 1.5 metri - Rumore ambientale in ambito diurno (06.00-22.00)

MAP04) Situazione Futura a 1.5 metri - Rumore ambientale in ambito notturno (22.00-06.00)



10.5 Valutazione previsionale dell'impatto acustico

10.5.1 Individuazione dei Ricettori

Attraverso la modellazione matematica della propagazione delle onde sonore generate dalle sorgenti sonore fisse esistenti e previste sono stati calcolati i livelli di pressione sonora che, nella situazione futura, incideranno sulle facciate degli edifici maggiormente esposti al rumore prodotto dall'impianto in esame.

I punti di previsione sono riportati nelle figure seguenti e si devono considerare come posti ad una distanza di 1m dalla facciata senza considerare le riflessioni delle onde sonore generate dalla facciata stessa.

Diamo una breve descrizione del modello matematico utilizzato ai fini delle previsioni di impatto acustico in esame.

10.6 Grandezze considerate ai fini dell'attenuazione acustica

- Direttività della sorgente

Molto spesso nelle emissioni di rumore che avvengono a media ed alta frequenza osserviamo una certa direttività nell'emissione sonora della sorgente.

Dovremo quindi tenere conto di questa eventualità e considerare come livello di potenza sonora non tanto quello globale fornito ma un livello corretto che tenga conto di questa direttività

$$L_{wd} = L_w + D_c \quad [1]$$

dove:

- L_{wd} è il livello di potenza sonora corretto (dB);
- L_w è il livello di potenza sonora medio (dB);
- D_c è la correzione da applicare al livello di potenza sonora (dB).

La condizione in cui il fattore correttivo $D_c = 0 \text{ dB}$ indica che la sorgente è omnidirezionale o che comunque non possiede una spiccata direttività.

I termini che compongono D_c sono fondamentalmente due: l'indice di direttività (*directivity index* D_i) e l'indice di emissione sull'angolo solido (D_Ω).

$$D_c = D_i + D_\Omega \quad [2]$$

Il fattore di correzione D_Ω sarà:

- $D_\Omega = 0 \text{ dB}$ emissione su 4π radianti (radiazione sferica sull'intero spazio);
- $D_\Omega = 3 \text{ dB}$ emissione su 2π radianti (una superficie riflettente);
- $D_\Omega = 6 \text{ dB}$ emissione su π radianti (due superfici riflettenti);
- $D_\Omega = 9 \text{ dB}$ emissione su $\pi/2$ radianti (tre superfici riflettenti).



Questi fattori correttivi vanno bene seguendo il metodo di calcolo proposto in queste pagine, in quando l'influenza dell'assorbimento del terreno viene tenuta in conto nei prossimi paragrafi. Nel caso di metodi diversi in cui l'attenuazione del terreno non viene contemplata i valori saranno i seguenti:

- $D_{\Omega}=0\text{ dB}$ emissione su 4π radianti (radiazione sferica sull'intero spazio);
- $D_{\Omega}=3\text{ dB}$ emissione su 2π radianti (una superficie riflettente che non sia il terreno);
- $D_{\Omega}=3\text{ dB}$ emissione su π radianti (due superfici riflettenti di cui una il terreno);
- $D_{\Omega}=6\text{ dB}$ emissione su π radianti (due superfici riflettenti di cui nessuna sia il terreno);
- $D_{\Omega}=6\text{ dB}$ emissione su $\pi/2$ radianti (tre superfici riflettenti di cui una il terreno);
- $D_{\Omega}=9\text{ dB}$ emissione su $\pi/2$ radianti (tre superfici riflettenti).

Elementi di attenuazione sul percorso dell'onda acustica

Il livello di pressione sonora L_p presente nella posizione del ricevitore sarà fornita dal valore di partenza della potenza sonora a cui devono essere detratti i contributi di attenuazione.

$$L_p = L_{wd} - A \quad [3]$$

dove:

- L_p è il livello di pressione sonora al ricevitore (dB);
- L_{wd} è il livello di potenza sonora corretto (dB);
- A è la correzione da applicare che tiene conto dei fattori di attenuazione (dB).

I fattori di assorbimento che concorrono nella formazione del nostro termine A possono essere riassunti nella seguente relazione:

$$A = A_{div} + A_{atm} + A_{ter} + A_{rifl} + A_{dif} + A_{misc} \quad [4]$$

dove:

- A_{div} è l'attenuazione per la divergenza geometrica (dB);
- A_{atm} è l'attenuazione per le condizioni meteorologiche (dB);
- A_{ter} è l'attenuazione del terreno (dB);
- A_{rifl} è l'attenuazione per la riflessione su ostacoli (dB);
- A_{dif} è l'attenuazione per effetti schermanti (dB);
- A_{misc} è l'attenuazione per effetti diversi (dB).

Le condizioni del vento non entrano in questo contesto supponendole di entità non influente, per aree ad intensa presenza di vento si correggerà la direzionalità di emissione della sorgente.

10.7 Specifiche del modello matematico usato

Il modello matematico per acustica usato è Soundplan ver. 6.0 agg. 2003 prodotto dalla Braunstein + Bernt GmbH.

E' il modello acustico più diffuso e testato nel mondo e consente attraverso i suoi moduli di poter sopperire a tutte le problematiche di emissione delle diverse sorgenti presenti sul territorio.



Il problema di un qualunque modello matematico è che questi sono nati per sparare fuori numeri e se non c'è un operatore in grado di capire se l'output sono cose sensate o meno il risultato può essere disastroso. Non a caso abbiamo sviluppato un capitolo dedicato alle incertezze associate alle valutazioni.

10.7.1 Tecnica di ritracciamento dei raggi (*Raytracing*)

Nel calcolo del livello presente nei diversi punti della rappresentazione spaziale della zona è stata utilizzata la tecnica di ritracciamento.

Vengono in sostanza sparati dei raggi che partono dalle diverse sorgenti e quando un raggio colpisce un ostacolo il punto di proiezione diventa esso stesso una sorgente di tipo puntiforme.

La situazione viene descritta nella figura seguente.

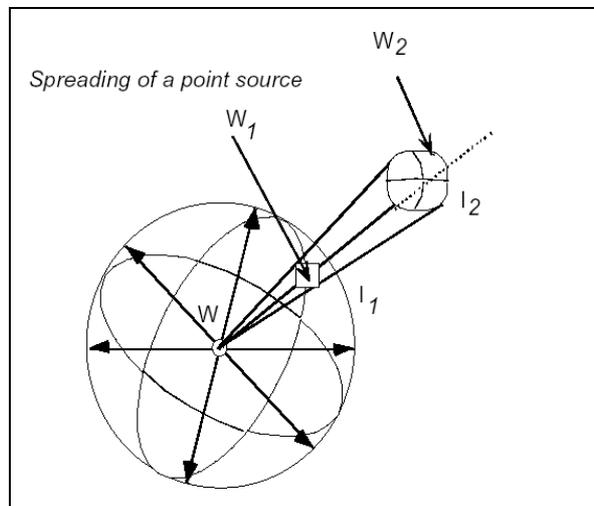


Figura 24 – Emissione dei raggi di tracciamento

Viene infine calcolato il contributo dei diversi raggi che arrivano all'ascoltatore ipotetico come somma energetica dei livelli.



10.7.2 Le tipologie di sorgenti

Come sappiamo le sorgenti possono essere considerate fondamentalmente di tre tipi:

- ✓ puntiformi
- ✓ lineiformi
- ✓ areali

Per le sorgenti puntiformi vale la legge generale della divergenza geometrica per cui abbiamo che ad ogni raddoppio della distanza un'attenuazione di 6 dB del livello sonoro.

Nel caso di sorgente lineare, come in pratica sono rappresentate tutte le sorgenti viarie abbiamo una situazione che viene descritta nella figura seguente.

Per le sorgenti areali la propagazione è una composizione delle diverse tipologie e diviene molto importante nella valutazione di impianti e strutture industriali.

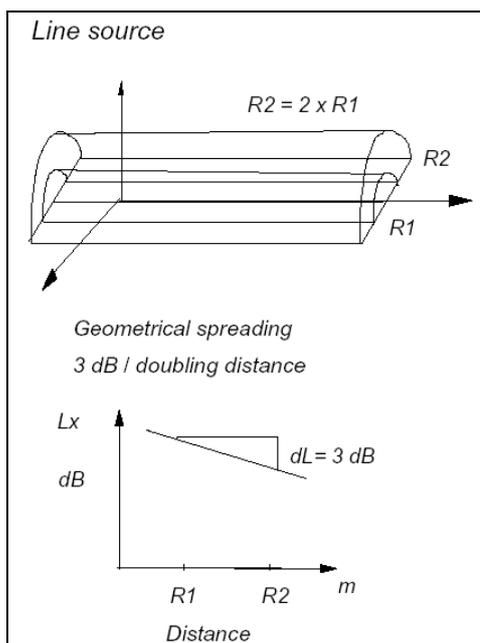


Figura 25 – Emissione di una sorgente lineiforme

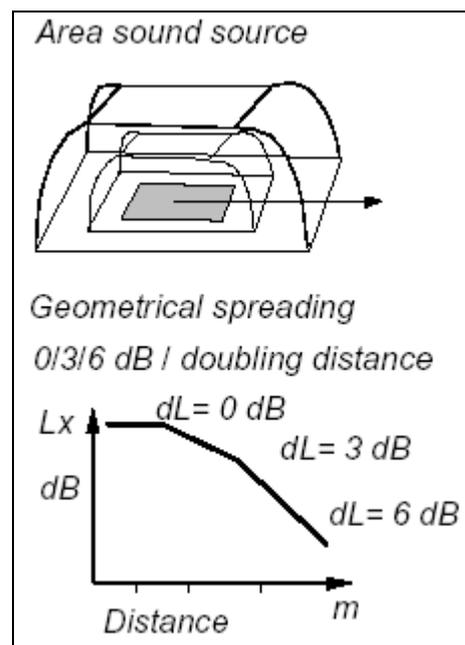


Figura 26 – Emissione di una sorgente areale



10.7.3 La diffrazione degli ostacoli

Elemento importante soprattutto per la caratterizzazione degli eventuali risanamenti sono le metodologie di calcolo per le barriere e gli eventuali ostacoli.

Nella figura sottostante si possono notare i diversi percorsi dell'onda acustica nel suo cammino quando incontra una barriera.

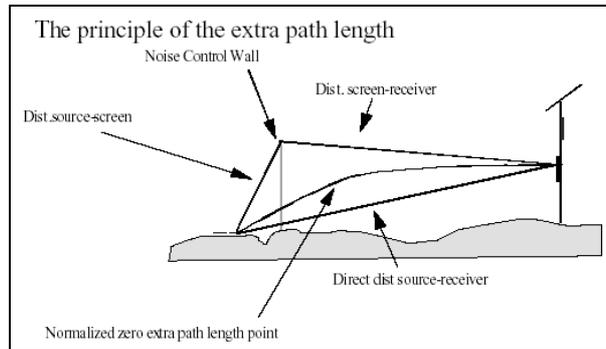


Figura 27 – Diffrazioni verticali

All'interno del programma di calcolo vengono considerate non solo le diffrazioni dei bordi superiori di eventuali ostacoli (barriere, edifici, ecc.) ma anche le diffrazioni laterali, cosa molto importante nel caso di strutture industriali.

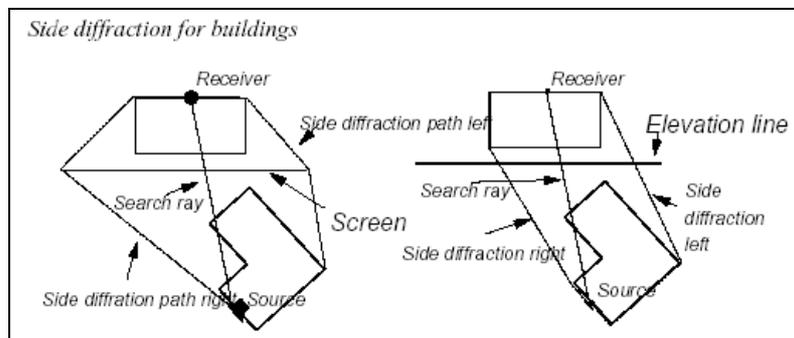


Figura 28 – Diffrazioni laterali



10.7.4 L'assorbimento di elementi

Lungo il suo percorso l'onda sonora può incontrare elementi che assorbono parte dell'energia come può avvenire nel caso di boschi o di aree particolari con moltitudine di ostacoli.

Nel programma è possibile considerare queste aree fornendo un valore di assorbimento per frequenza o semplicemente impostando la tipologia del fogliame.

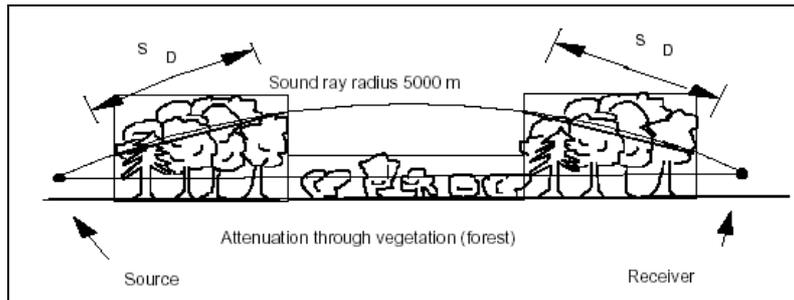


Figura 29 – Calcolo di una mappa ad una certa quota dal terreno

10.7.5 Quote di calcolo delle mappe

Le mappature sono ottenute ad una certa altezza relativa dal terreno in modo che anche in condizioni di morfologie particolari i livelli sono quelli che si misurerebbero andando su quel punto con un cavalletto di altezza pari alla quota scelta.

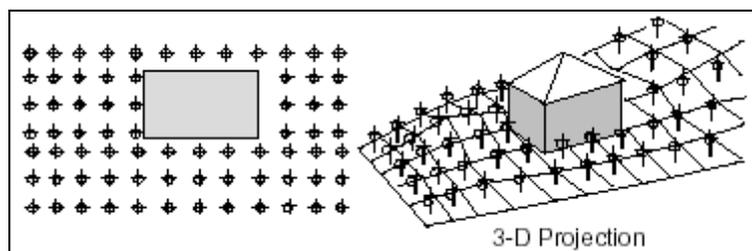


Figura 30 – Calcolo di una mappa ad una certa quota dal terreno



10.8 Riferimenti normativi del modello utilizzato

Per quanto riguarda l'accuratezza del modello utilizzato va precisato che questo è stato verificato in molte condizioni reali anche nel nostro paese, e gli algoritmi di calcolo sono conformi alle seguenti linee guida e normative Europee:

- ISO 9613-1 "Attenuation of sound during propagation outdoors - Part 1: Method of calculation of the attenuation of sound by atmospheric absorption"
- ISO 9613-2 "Attenuation of sound during propagation outdoors - Part 2: A general method of calculation"
- VDI 2714 "Sound propagation outdoors"
- VDI 2720 "Noise control by screening"
- RLS90 "Guideline for noise protection along highways"
- SHALL 03 "Guideline for calculating sound immision of railroads"
- VDI 2751 "Sound radiation of industrial buildings"



11 Accuratezza delle misure e delle simulazioni

11.1 Accuratezza delle misure acustiche

I problemi relativi all'accuratezza della misura sono diversi ed in particolare dobbiamo tenere in considerazione:

- incertezza dello strumento;
- incertezza del sistema microfonico per esterni;
- variabilità dell'emissione della sorgente;
- condizioni atmosferiche;
- direttività dell'onda sonora incidente;
- campo sonoro nel punto di misura.

11.1.1 Incertezza dello strumento

Evitando di scavare troppo nelle problematiche metrologiche degli strumenti per il rilevamento del rumore, diciamo che la sola parte di analisi del segnale (il corpo dello strumento con il suo sistema di alimentazione senza microfono) una volta che è stato verificato presso un centro SIT ha un notevole livello di accuratezza che potremmo riassumere entro i 0,3 dB(A).

11.1.2 Incertezza della parte microfonica

Questa parte è sicuramente quella che della catena strumentale può avere più problemi. Infatti dobbiamo pensare che il microfono ed in particolare la membrana è sottoposta a escursioni termiche notevoli e non sempre il funzionamento continua a essere lineare. Anche l'umidità incide pesantemente sulla risposta del microfono in quanto questo è fondamentalmente un condensatore che ha come dielettrico l'aria e quando questa è umida variano le condizioni di movimento della membrana e della conducibilità dielettrica.

Dalle osservazioni svolte in molti anni di misure e in molteplici verifiche su sistemi di monitoraggio per esterni, la variabilità di risposta dei microfoni per esterni può essere contenuta entro 1 dB(A).

11.1.3 Variabilità delle condizioni emissive della sorgente

Se non avvengono fatti strani, come ad esempio per un'infrastruttura può essere un incidente stradale (anche se questi sono all'ordine del giorno), la ripetibilità emissiva di un insieme di sorgenti sul territorio è notevole e da giorno a giorno (almeno per i feriali) abbiamo valori medi globali che si discostano entro 1 dB(A).

La maggior variabilità del rumore emesso la si ha nel periodo notturno, dove i flussi di traffico sono di molto inferiori a quelli diurni e le velocità salgono.

11.1.4 Variabilità delle condizioni atmosferiche

Per il fatto stesso che le misure vengono eseguite all'aperto, questi elementi sono più importanti di quanto sembri. Una variazione della velocità dell'aria, anche modesta, può comportare una variazione di livello di alcuni dB(A), per cui è bene che le misure avvengano in condizioni pressoché stabili.

In condizioni di controllo dei parametri dove si hanno temperature comprese tra i 5 e i 35 °C, velocità dell'aria inferiore a 1 m/s e umidità compresa tra il 30 e il 90% con un normale sistema per esterni possiamo stare sotto un'incertezza di 0,5 dB(A).



11.1.5 Direttività dell'onda acustica incidente

Questa componente non è di grande rilevanza quando parliamo di rumore proveniente da infrastrutture viarie (che costituiscono, statisticamente, un contributo pari al 90% del clima acustico del territorio) in quanto le frequenze in gioco vanno dai 100 ai 1000 Hz.

11.1.6 Campo sonoro nel punto di misura

Questo elemento può avere una certa importanza se nelle vicinanze del punto di misura vi sono superfici riflettenti.

Sicuramente i valori rilevati ad una stessa distanza dal bordo dell'infrastruttura ma in due contesti di campo sonoro diversi possono portare a differenze di alcuni dB(A).

L'importante è che se questa misura è finalizzata alla taratura del modello matematico, ne si tenga conto in fase di simulazione.

11.1.7 Calcolo delle incertezze associate alle misure

Tenuto conto delle grandezze che intervengono nella determinazione del misurando, l'incertezza associata alle misure acustiche può essere espressa attraverso la relazione seguente

$$u^2(y) = \sum_{i=1}^n u_i^2(y)$$

La quantità $u_i(y)$ ($i = 1, 2, \dots, n$) è il contributo all'incertezza standard associata al valore stimato y di *output* risultante dall'incertezza standard associata x_i

$$u_i(y) = c_i u(x_i)$$

dove c_i è il coefficiente di sensibilità associato al valore stimato di *input* x_i , ad esempio la derivata parziale della funzione modello f rispetto ad X_i , valutata al valore stimato di *input* x_i ,

$$c_i = \frac{\delta f}{\delta x_i} = \left. \frac{\delta f}{\delta X_i} \right|_{X_i = x_i \dots X_N = x_n}$$

Il coefficiente di sensibilità c_i descrive l'estensione con la quale il valore dei dati di uscita y è influenzato dalle variazioni del valore stimato di *input* x_i .

Nel nostro caso, con le ampiezze di incertezza espresse nei punti precedenti, in condizioni meteo normali abbiamo un'incertezza totale sulla misura acustica pari a

$$u(m) = 1.64 \text{ dBA}$$

11.2 Accuratezza delle simulazioni acustiche

Gli elementi che concorrono all'incertezza dei dati forniti da una valutazione previsionale possono essere fondamentalmente riassunti nei seguenti punti:

- tipo di modello e utilizzatore di questo;
- dati delle potenze delle sorgenti in gioco;
- dati non considerati nella propagazione sonora;



- corretto inserimento della morfologia del territorio;
- riferimenti normativi del modello;
- taratura del modello;
- scelta dei parametri di calcolo.

11.2.1 Tipo di modello e utilizzo dello stesso

Vi sono in commercio diversi modelli matematici dedicati all'acustica con costi e prestazioni svariate. Non spetta a me dire quale è quello buono e quello non buono per lo specifico uso, di certo ve ne sono alcuni che sono molto approssimativi su queste problematiche e che, quantomeno, non danno modo di percepire un possibile errore valutativo.

In questo senso conta molto l'esperienza del modellista che oltre che tecnico competente ai sensi di legge deve avere anche una conoscenza profonda delle problematiche di propagazione delle onde sonore.

11.2.2 Dati di potenza sonora delle sorgenti

E' sicuramente il punto di partenza di una buona valutazione revisionale, se abbiamo un dato di partenza sbagliato difficilmente troveremo un dato di uscita corretto.

Questo elemento richiede forzatamente la distribuzione spettrale di emissione perché nei processi di propagazione la lunghezza d'onda è la componente che determina i fattori diffrattivi.

Nel caso del rumore emesso da infrastrutture stradali abbiamo una serie di linee guida che variano in relazione alla nazione dove sono state sviluppate. Alcune lavorano sullo spettro altre sul valore globale.

La sorgente viene supposta con distribuzione lineare (per alcuni modelli la distribuzione è pseudo-lineare) e quindi abbiamo una propagazione di tipo cilindrico.

Il modelli propagativi da cui, inseriti i dati di volume di traffico, velocità e composizione, si ottengono i livelli sonori, sono fondamentalmente empirici e quindi fortemente dipendenti dalla tipologia e dalla manutenzione delle autovetture che in alcune zone potrebbero essere diverse da altre: per esempio in paesi come la Germania abbiamo un numero limitato di piccole cilindrate rispetto al nostro paese.

11.2.3 Dati non considerati nei modelli

Spesso i modelli lavorano su condizioni meteorologiche standardizzate per cui diventa difficile rapportarli alle misure di taratura se queste sono state eseguite in condizioni molto diverse.

11.2.4 Inserimento dati morfologici

Diventa difficile riprodurre la reale morfologia del territorio quando questo possiede una notevole variabilità: è il caso di zone con variazioni altimetriche, dove l'inserimento corretto dei valori di quota della strada e del terreno intorno creano non pochi problemi.

L'assorbimento del terreno è anch'esso uno dei parametri delicati difficile da quantificare.

11.2.5 Riferimenti normativi del modello

Questo potrebbe sembrare un problema da poco, spesso siamo portati a pensare che la grande diversità tra una simulazione e l'altra sia fondamentalmente legata all'algoritmo di calcolo che viene utilizzato dal modello stesso, e invece dobbiamo osservare come esistano grandi differenze a seconda dei riferimenti normativi utilizzati.



Prendiamo ad esempio una situazione semplice:

- strada extraurbana;
- 10.000 veicoli sulle 24 ore di cui 9360 dalle ore 6 alle 22 e 640 dalle ore 22 alle 6;
- 20% di veicoli pesanti di giorno;
- 10% di pesanti di notte;
- velocità veicoli leggeri 70 km/h;
- velocità veicoli pesanti 50 km/h;
- simulazioni eseguite a 4 metri di altezza a distanza di 25, 50 e 100 metri dalla strada.

Nella tabella seguente è possibile osservare i valori ottenuti usando lo stesso modello ma con i riferimenti normativi diversi.

Norma	Diurno a 25 m	Notturno o a 25 m	Diurno a 50 m	Notturno a 50 m	Diurno a 100 m	Notturno a 100 m
<i>RLS 90</i>	66.6	56.1	61.4	50.8	57	46.4
<i>DIN 18005</i>	67.6	56.8	63.6	52.8	59.1	48.3
<i>Nordic</i>	70		64.8		58.4	
<i>RVS</i>	64.4	58.2	60.4	54.2	56.2	50
<i>NMPB</i>	72.5	61.7	67.4	56.5	60.8	49.9

La ISO 9613 esprime, in condizioni meteorologiche favorevoli, l'accuratezza associabile alla previsione, in relazione alla distanza ed all'altezza del ricevitore come riportato nella tabella sottostante

Altezza media di ricevitore e sorgente (m)	Distanza (m) $0 < d < 100$	Distanza (m) $100 < d < 1000$
$0 < h < 5$	$\pm 3 \text{ dB}$	$\pm 3 \text{ dB}$
$5 < h < 30$	$\pm 1 \text{ dB}$	$\pm 3 \text{ dB}$

11.2.6 Scelta dei parametri di calcolo

Anche in questo caso vi possono essere diversità tra i risultati ottenuti modificando i parametri di calcolo del modello, come ad esempio avviene quando si vuole abbreviare i tempi di calcolo e si eseguono delle interpolazioni con una griglia molto estesa.

Il software comunque esegue l'interpolazione e quindi il risultato apparentemente sembra corretto ma in punti specifici le differenze possono essere notevoli.

11.2.7 Calcolo delle incertezze associate alle simulazioni

In questo caso, per quanto sopra esposto, diventa difficile quantificare in modo preciso e numerico i diversi parametri che concorrono a determinare l'incertezza dei valori di uscita di una simulazione matematica. In particolare sono così diversi i comportamenti umani di fronte a queste problematiche che conviene considerare questo parametro come un'incertezza di **Tipo B**.



Un'analisi delle differenze ottenibili dai diversi modelli matematici fu sviluppata nel 1995 al congresso dell'Associazione Italiana di Acustica" (supplemento degli atti del congresso), la memoria era "INTERCOMPARISON OF TRAFFIC NOISE COMPUTER SIMULATION" – R. Pompoli, A. Farina, P. Fausti, M. Bassanino, S. Invernizzi, L. Menini.

A questo test parteciparono 23 soggetti che attraverso i diversi modelli posseduti fornirono i risultati su situazioni semplici predefinite dagli autori.

Nella figura sottostante riportiamo da quella memoria i grafici dei risultati su tre posizioni diverse di una simulazione.

Sulle ascisse abbiamo il numero del partecipante al test mentre sulle ordinate il livello previsto in un particolare punto ad una certa distanza dall'infrastruttura viaria.

Come si può osservare le differenze possono essere anche maggiori di 10 dB(A).

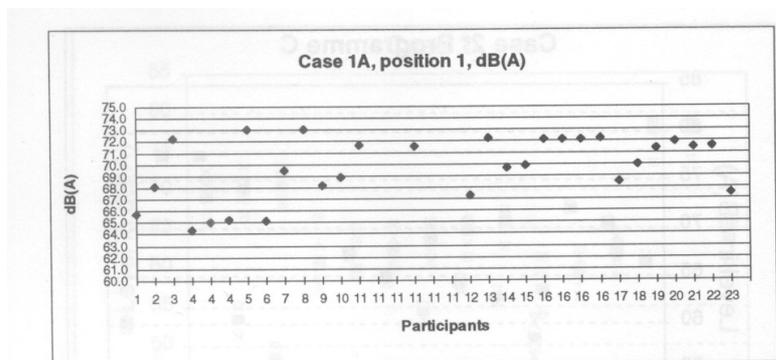


Fig. 17: $L_{med} = 69.7$ dB(A) $L_{max} - L_{min} = 8.7$ dB(A) Std.Dev. = 2.66

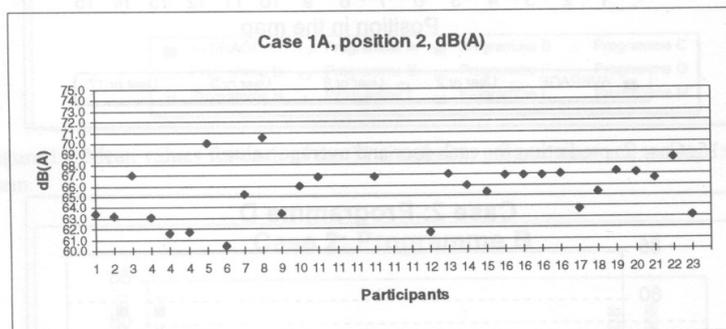


Fig. 18: $L_{med} = 65.5$ dB(A) $L_{max} - L_{min} = 10.1$ dB(A) Std.Dev. = 2.47

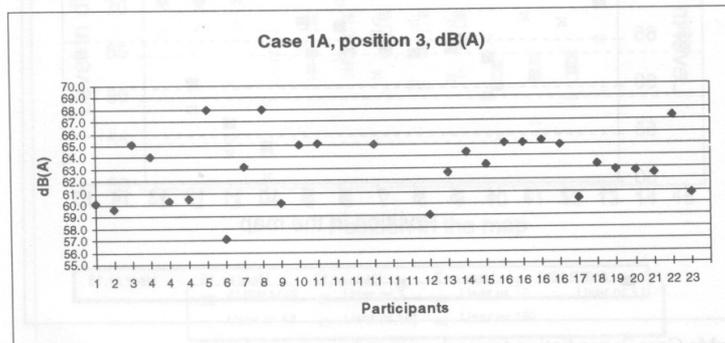


Fig. 19: $L_{med} = 63.1$ dB(A) $L_{max} - L_{min} = 10.9$ dB(A) Std.Dev. = 2.69



11.3 Miglioramento dell'accuratezza

Visti i valori non certo esigui di incertezza associata alle simulazioni è bene porsi l'obiettivo di comprendere quali possono essere i parametri che ci consentono di migliorare l'accuratezza.

L'elemento principale che ci consente di limitare la variabilità dei risultati delle simulazioni sono le misure di taratura del modello e la veridicità dei dati di potenza sonora delle sorgenti.

Le misure di taratura del modello sono molto più importanti di quanto si possa credere : danno un riferimento metrologico alla simulazione che, come abbiamo visto, resta altrimenti in balia del riferimento normativo usato, del modello matematico acquistato e delle capacità personali del modellista.

Questo vuol dire che più costringiamo il modello ad adeguarsi alla misura acustica di taratura più accurato sarà il risultato ottenuto.

In pratica se la misura viene eseguita vicino ai ricevitori l'incertezza viene a diminuire per arrivare quasi a quella della sola misura: l'errore di cui potrebbe essere affetta sarà presente solo negli scenari futuri in relazione alle inesattezze dei dati delle sorgenti sonore inserite e agli effetti di diffrazione degli schermi che verranno posti.

11.4 Quali parametri misurare

A parte il rispetto delle richieste del DPCM del 16/3/98 (Tecniche di rilevamento e misurazione dell'inquinamento acustico) può essere importante avere una serie di indicatori statistici e spettrali che ci possono descrivere meglio la situazione di inquinamento acustico.

Avere questi dati su base oraria può in certi casi non essere sufficientemente descrittivo del fenomeno sonoro, e allora sarà necessario utilizzare intervalli di tempo inferiore anche se solo finalizzati ad un approfondimento delle problematiche emissive.

11.5 La durata delle misure

Il DPCM del 16/3/98 sulle Tecniche di rilevamento, nel caso di traffico stradale, ci indica misure di una settimana e possiamo dire che questo periodo è effettivamente rappresentativo per poter osservare le differenze di rumore emesso nelle giornate festive e prefestive rispetto ai giorni feriali.

Per una situazione di identificazione del clima acustico presente sul territorio, vista la ripetitività già accennata, possono essere sufficienti una misura a 24 ore e alcune a breve termine.

Se le sorgenti sono principalmente di tipo industriale e l'andamento temporale è di tipo stazionario, allora saranno sufficienti un buon numero di misure a breve termine.



11.6 Il livello di accuratezza

Per la modellazione della situazione esistente, il livello di accuratezza, seguendo queste indicazioni, migliora fino a portarsi vicino all'accuratezza della sola misura. E' chiaro che quando si affrontano le simulazioni di stato futuro, con l'introduzione di sorgenti specifiche e con gli elementi di bonifica acustica (dossi o barriere), si possono introdurre nuove incertezze che vanno a peggiorare il valore di accuratezza globale.

La differenza in questa situazione si può avere su come un modello calcola, a differenza di un altro, le attenuazioni delle barriere. Analizzando le relazioni di Fresnel si può dire che l'ampiezza di errore dovrebbe essere limitata entro 1 dB(A), il che ci porta verso un'incertezza totale sulla simulazione pari a

$$u(s) = 2.88 \text{ dBA}$$

Questo valore è la migliore accuratezza ottenibile ma, ribadiamo, solo nelle seguenti condizioni:

- strumentazione a norma tarata (presso un Centro SIT) possibilmente negli ultimi sei mesi;
- misura di almeno 24 ore in vicinanza dei recettori più esposti;
- ulteriori misure di taratura di durata inferiore;
- morfologia non troppo complicata;
- condizioni atmosferiche stabili;
- corretto valore dello spettro di potenza delle diverse sorgenti modellizzate;
- situazione di normalità delle sorgenti in gioco.

Nel momento stesso in cui la misura non viene eseguita in prossimità dei recettori, per motivi di diverso genere, non ultimo l'impossibilità di accedere in proprietà private, il valore di incertezza sulla situazione preesistente può arrivare a 7- 8 dB(A).



12 Previsione dei livelli sonori nel territorio circostante

12.2 Premessa

Le valutazioni sui livelli di pressione sonora previsti a seguito dell'inizio delle operazioni di perforazione previste sono state eseguite su entrambi i periodi di riferimento: diurno (06:00-22:00) e notturno (22:00-06:00).

I valori riportati nelle seguenti tavole sono stimati a 1.5 metri di altezza, vincolo previsto dal DM 16/3/98.

12.3 Situazione Attuale

Per "Situazione Attuale" si intende lo scenario com'è allo stato attuale senza considerare le future operazioni di perforazione. Il modello matematico è stato tarato sui dati acustici raccolti durante la campagna di monitoraggio acustico eseguita.

Mappe di isolivello allegate:

MAP01) Situazione Attuale a 1.5 metri - Rumore ambientale in ambito diurno (06.00-22.00)

MAP02) Situazione Attuale a 1.5 metri - Rumore ambientale in ambito notturno (22.00-06.00)

12.4 Situazione Futura

Per "Situazione Futura" si intende lo scenario come previsto nel futuro considerando il funzionamento delle attività di in esame.

Le emissioni sonore prodotte dall'impianto di perforazione sono state tarate su misure eseguite su un analogo impianto durante le normali attività di perforazione.

Mappe di isolivello allegate:

MAP03) Situazione Futura a 1.5 metri - Rumore ambientale in ambito diurno (06.00-22.00)

MAP04) Situazione Futura a 1.5 metri - Rumore ambientale in ambito notturno (22.00-06.00)



12.5 Valutazione previsionale dell'impatto acustico

12.5.1 Individuazione dei Ricettori

Attraverso la modellazione matematica della propagazione delle onde sonore generate dalle sorgenti sonore fisse esistenti e previste sono stati calcolati i livelli di pressione sonora che, nella situazione futura, incideranno sulle facciate degli edifici maggiormente esposti al rumore prodotto dall'impianto in esame.

I punti di previsione sono riportati nelle figure seguenti e si devono considerare come posti ad una distanza di 1m dalla facciata senza considerare le riflessioni delle onde sonore generate dalla facciata stessa.

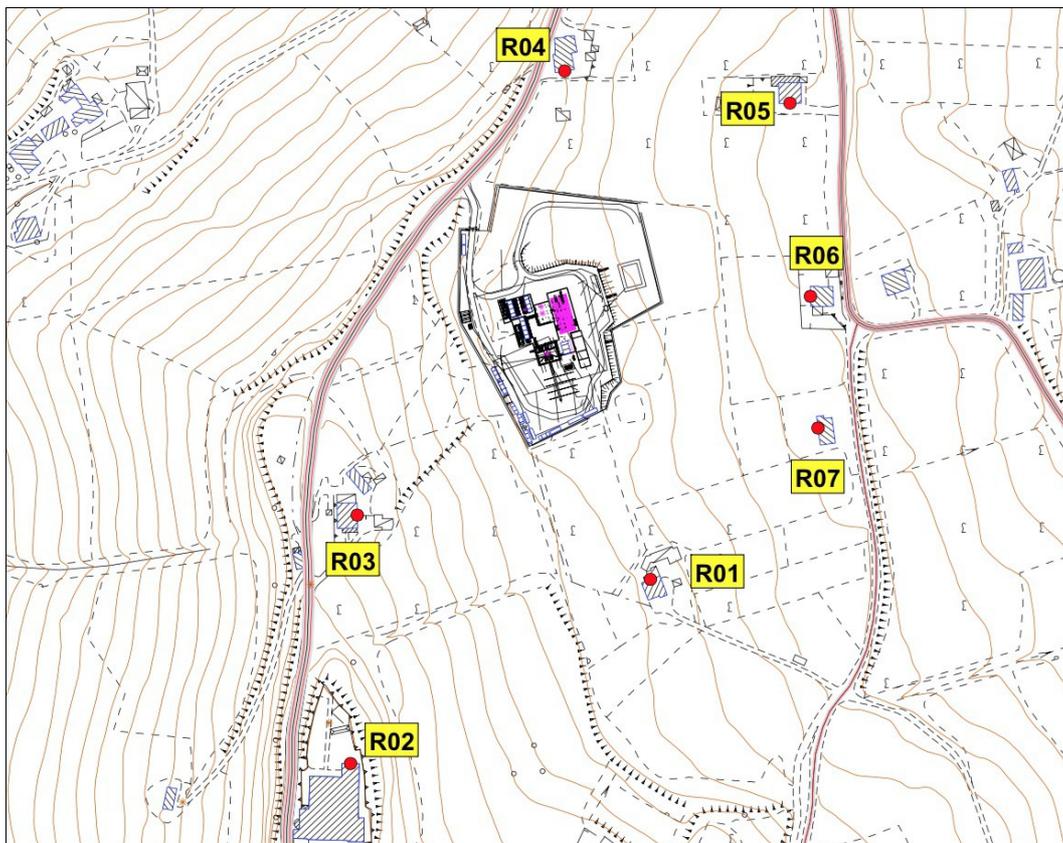


Figura 31 – Localizzazione dei punti di calcolo dei livelli di pressione sonora



12.5.2 Valori puntuali

Nella seguente tabella si riportano i valori di pressione sonora calcolati come incidenti sulle facciate dei recettori individuati sia nella situazione attuale che nella situazione futura ed il loro confronto con i limiti acustici assoluti di immissione sonora.

Recettore	Piano	Altezza	Limiti acustici			Leq Attuale		Leq Futuro	
			Classe	Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo
R01	PT	1,5m	III	60	50	39.7	33.4	47.9	47.4
R01	P1	4,5m	III	60	50	40.2	33.9	47.6	47.0
R02	PT	1,5m	III	60	50	39.4	32.9	43.2	41.5
R02	P1	4,5m	III	60	50	41.7	35.2	45.0	43.0
R02	P2	7,5m	III	60	50	43.7	37.1	46.1	43.5
R03	PT	1,5m	III	60	50	38.0	31.8	47.1	46.7
R03	P1	4,5m	III	60	50	40.7	34.3	48.3	47.7
R04	PT	1,5m	III	60	50	47.0	40.4	48.2	44.4
R04	P1	4,5m	III	60	50	54.4	47.8	55.4	51.2
R05	PT	1,5m	III	60	50	42.9	37.7	47.1	45.8
R05	P1	4,5m	III	60	50	43.6	38.7	47.7	46.3
R06	PT	1,5m	III	60	50	40.2	33.6	46.3	45.4
R06	P1	4,5m	III	60	50	40.7	34.2	47.7	47.0
R07	PT	1,5m	III	60	50	39.2	32.6	47.0	46.4
R07	P1	4,5m	III	60	50	39.5	32.9	47.6	47.0

Tabella 6 – Valutazione dei valori di pressione sonora calcolati presso i recettori

12.5.3 Analisi dei risultati

La tabella riportata nel paragrafo precedente indica che gli incrementi dei livelli sonori previsti nella situazione futura per il periodo di riferimento diurno saranno sensibili anche se i valori stimati presso i recettori individuati si manterranno al di sotto della soglia, sia diurna che notturna, prevista dai limiti assoluti di immissione sonora previsti per la Classe III.

Questo risulta valido per tutti i punti di previsione considerati con l'eccezione del secondo piano del recettore denominato R04 dove si prevede un leggero superamento di questo limite nel periodo di riferimento notturno (+1,2dBA).

Data l'estrema silenziosità della zona, in particolare durante il periodo di riferimento notturno risulta che il limite acustico previsto dal criterio differenziale non è quasi mai rispettato nei punti di previsione indicati.



13 Gli interventi di mitigazione del rumore

13.1 Il monitoraggio ad inizio lavori

I risultati della modellizzazioni acustiche eseguite indicano che l'unico superamento potenziale del limite acustico assoluto di immissione sonora previsto è limitato a soli 1,2 dBA ed al periodo notturno presso un solo recettore e quindi pienamente all'interno del range di incertezza delle simulazioni matematiche.

Per queste motivazioni si prevede di eseguire, all'inizio delle operazioni di perforazione, una campagna di misurazioni acustiche mirate a determinare l'effettiva presenza di un disturbo da rumore. La campagna di misurazioni avrà come oggetto di indagine tutti i recettori potenzialmente interessati dalle emissioni sonore dell'impianto in esame.

Sulla base dei risultati di tale monitoraggio saranno decisi gli interventi di mitigazione sonora, diretti sulla sorgente o in accordo con le parti disturbate, al fine di garantire, per l'intero periodo di lavoro, il massimo comfort acustico possibile ed il rispetto dei limiti acustici assoluti vigenti.

13.1.1 Le barriere acustiche

I livelli sonori presso il recettore R04 sono fortemente influenzati anche dalle emissioni sonore prodotte dal traffico veicolare transitante sulla Strada Statale n.142. Nella situazione futura, il superamento del limite di immissione sonora notturna è dovuto in buona parte dalle parti dell'impianto in esame poste nella zona nord del cantiere.

Il posizionamento di alcuni schermi fonoisolanti in questa area sarà in grado di limitare tali emissioni sonore riducendo il valore globale previsto al di sotto del limite acustico di immissione sonora notturna. Questi schermi dovranno avere un'altezza non inferiore a 4m e la loro superficie interna (quella rivolta verso le sorgenti sonore schermate) dovrà avere proprietà di fonoassorbimento medio pari almeno ad $\alpha = 0,45$.

Nella figura seguente si riporta la localizzazione e l'estensione degli schermi acustici.

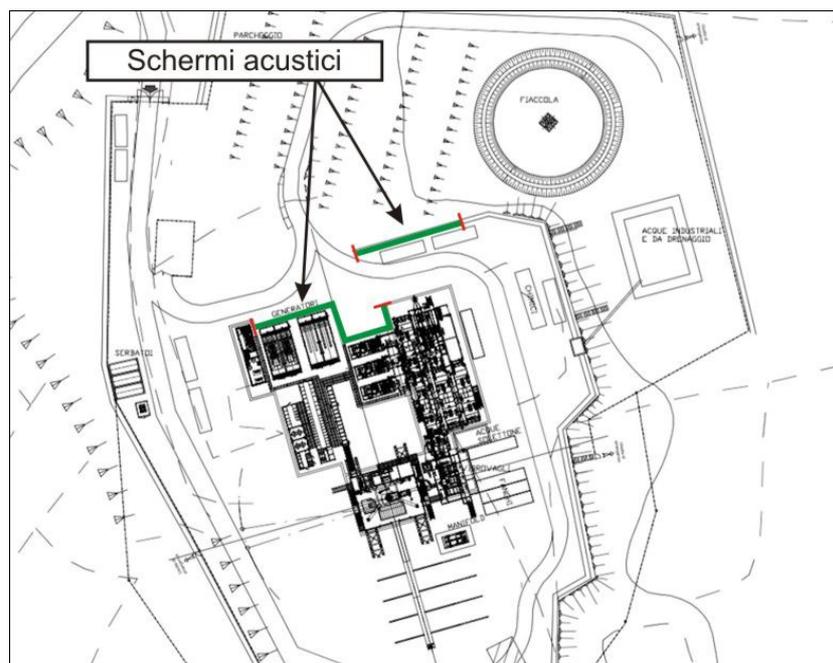


Figura 32 – Localizzazione dello schermo acustico



13.2 Interventi alternativi

Come detto, nel caso che le misurazioni previste in esecuzione all'inizio delle operazioni di perforazione risultino in superamenti dei limiti acustici vigenti nelle aree di pertinenza dei recettori individuati, la società committente si impegna, di concerto con le persone interessate, l'amministrazione comunale e gli enti preposti, a porre in essere gli interventi di mitigazione previsti (installazione di barriere fonoisolanti e fonoassorbenti) o alternativamente, a concordare, con le persone direttamente interessate dalle emissioni sonore dell'impianto in esame, forme di compensazione.



13.3 Situazione Futura con interventi

Per “Situazione Futura con interventi” si intende lo scenario come previsto nel futuro considerando il funzionamento delle attività di in esame e la realizzazione dell'intervento di mitigazione sonora riportato descritto nel paragrafo 13.1.1.

Mappe di isolivello allegate:

MAP05) Situazione Futura con interventi a 1.5 metri - Rumore ambientale in ambito diurno (06.00-22.00)

MAP06) Situazione Futura con interventi a 1.5 metri - Rumore ambientale in ambito notturno (22.00-06.00)

13.3.1 Valori puntuali

Nella seguente tabella si riportano i valori di pressione sonora calcolati come incidenti sulle facciate dei recettori individuati sia nella situazione attuale che nella situazione futura e in quella con gli interventi ed il loro confronto con i limiti acustici assoluti di immissione sonora.

Recettore	Piano	Altezza	Limiti acustici			Leq Attuale		Leq Futuro		Leq dopo interventi	
			Classe	Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo
R01	PT	1,5m	III	60	50	39.7	33.4	47.9	47.4	47.9	47.4
R01	P1	4,5m	III	60	50	40.2	33.9	47.6	47.0	47.6	47.0
R02	PT	1,5m	III	60	50	39.4	32.9	43.2	41.5	43.2	41.5
R02	P1	4,5m	III	60	50	41.7	35.2	45.0	43.0	45.0	43.0
R02	P2	7,5m	III	60	50	43.7	37.1	46.1	43.5	46.1	43.5
R03	PT	1,5m	III	60	50	38.0	31.8	47.1	46.7	47.1	46.7
R03	P1	4,5m	III	60	50	40.7	34.3	48.3	47.7	48.3	47.7
R04	PT	1,5m	III	60	50	47.0	40.4	48.2	44.4	47.7	42.8
R04	P1	4,5m	III	60	50	54.4	47.8	55.4	51.2	54.9	49.6
R05	PT	1,5m	III	60	50	42.9	37.7	47.1	45.8	46.8	45.4
R05	P1	4,5m	III	60	50	43.6	38.7	47.7	46.3	47.4	45.9
R06	PT	1,5m	III	60	50	40.2	33.6	46.3	45.4	46.2	45.3
R06	P1	4,5m	III	60	50	40.7	34.2	47.7	47.0	47.7	47.0
R07	PT	1,5m	III	60	50	39.2	32.6	47.0	46.4	47.0	46.4
R07	P1	4,5m	III	60	50	39.5	32.9	47.6	47.0	47.6	47.0

Tabella 6 – Valutazione dei valori di pressione sonora calcolati presso i recettori dopo la realizzazione degli interventi

La realizzazione dello schermo sonoro così come descritto sarà in grado di abbattere le emissioni sonore dirette verso il recettore R04 di circa 2dBA garantendo quindi il rispetto dei limiti acustici assoluti di immissione sonora notturni previsti per la Classe III.



14 Conclusioni

Le analisi eseguite nell'ambito della presente valutazione previsionale di impatto acustico relative all'attività temporanea di perforazione esplorativa in comune di Ripatransone (AP) indicano che le emissioni da essa prodotte determineranno solo un piccolo superamento del limite assoluto di immissione sonora nel periodo notturno presso il secondo piano del recettore R04.

La campagna di misurazioni acustiche prevista sull'impianto in esame per i primissimi giorni di attivazione delle operazioni di perforazione avrà l'obiettivo di determinare l'effettiva sussistenza di situazioni di superamento dei limiti acustici vigenti. Nel caso che i risultati di tale campagna di monitoraggio indichino effettive situazioni di superamento dei limiti acustici vigenti, la committenza proporrà ai diretti interessati dalle emissioni sonore fuori norma forme di compensazione ritenute adeguate.

In caso che nessun accordo tra le parti sia praticabile, la committenza porrà in essere i necessari interventi passivi di risanamento acustico (quelli descritti nella presente relazione al paragrafo 13.1.1 e tutti quelli eventualmente necessari) volti a riportare le immissioni sonore fuori norma al di sotto dei limiti acustici assoluti vigenti nelle aree di pertinenza degli edifici per i quali sia stato acclarato il superamento.

La silenziosità della zona dove è prevista l'installazione del cantiere di progetto è tale da rendere tecnicamente impossibile garantire il rispetto dei limiti imposti dal criterio differenziale; per questo, posto che siano poste in essere tutte le possibili misure di contenimento del rumore tecnicamente applicabili, si richiede che, come pienamente nei poteri dell'amministrazione comunale (capitolo 2.8 della Relazione Tecnica della Zonizzazione Acustica di Ripatransone), l'attività in esame sia esentata dal rispetto del criterio differenziale.

Ricordiamo inoltre che le operazioni di perforazione avranno una durata complessiva non superiore a 2 mesi con orari di lavorazione a ciclo continuo 7 giorni su 7.



Costa Claudio



15 Allegato 1: Misure acustiche

In questo allegato si riportano i grafici ed i dati ottenuti dalle misure eseguite mercoledì 17 dicembre 2014 per caratterizzare acusticamente le sorgenti sonore fisse attualmente esistenti nelle vicinanze dell'area di progetto.

Punto 01_Diurno

Descrizione:

Lo strumento di misura è stato posizionato lungo la SP142 vicino alla Chiesa Monumentale "Madonna della Carità".

Vista del punto di misura



Strumentazione:

L&D831

Sorgente monitorata:

Traffico stradale

Distancia dalla sorgente:

4.5m dalla mezzeria della SP142

Data di misura:

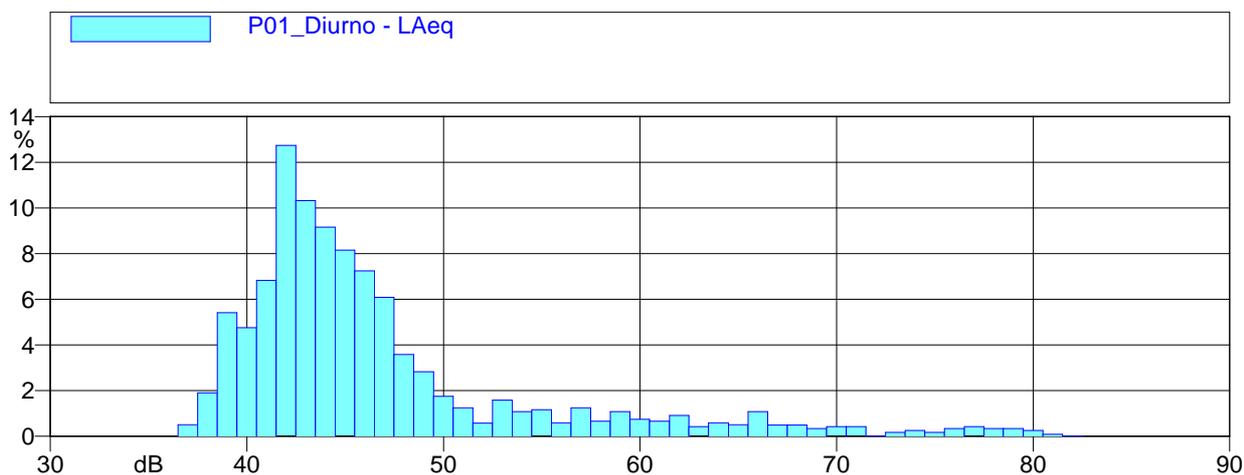
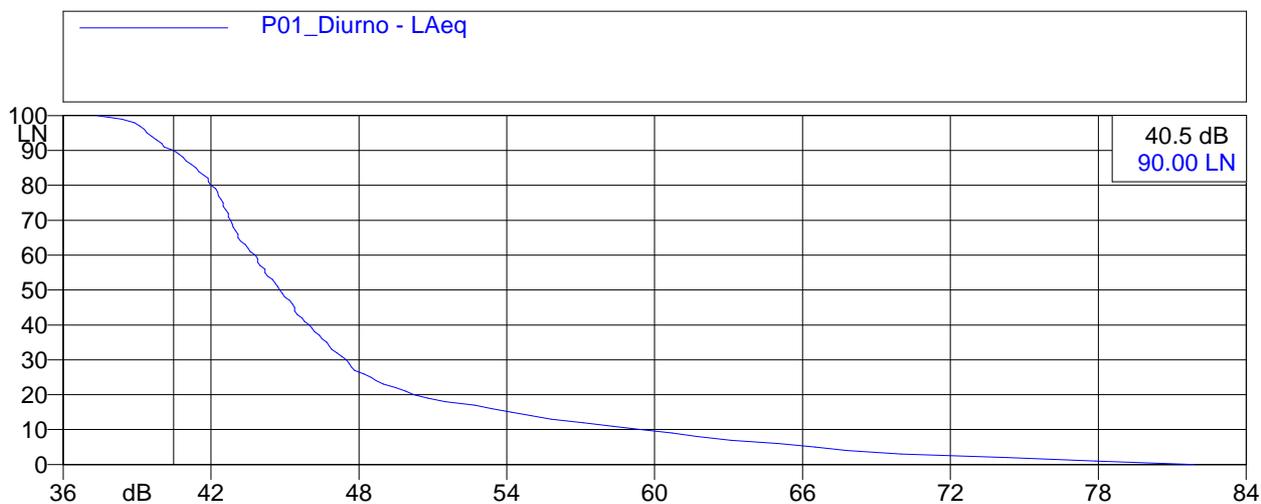
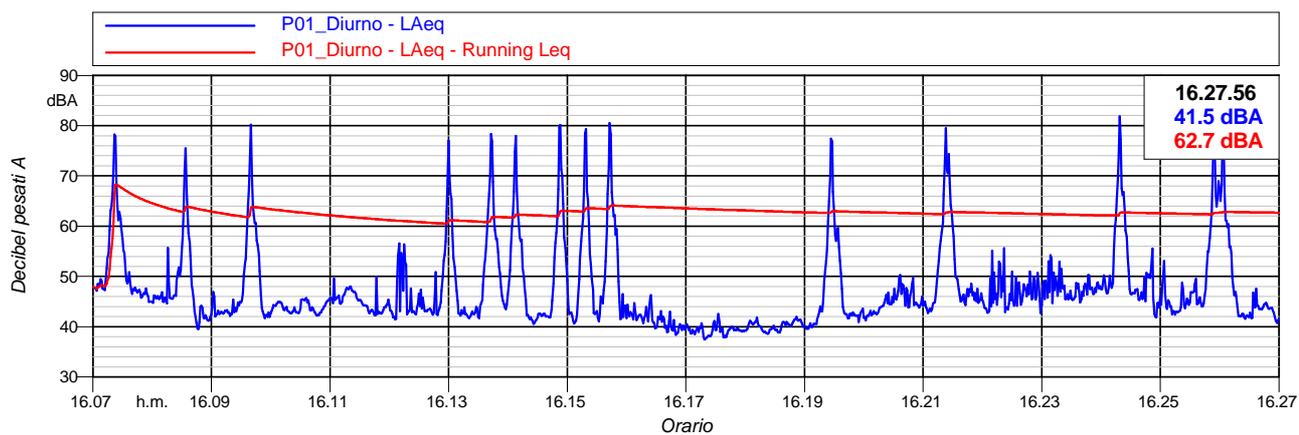
mercoledì 17 dicembre 2014

Ora inizio misura:

dalle 16:07 di mercoledì 17 dicembre 2014

Ora termine misura:

alle 16:27 di mercoledì 17 dicembre 2014



Punto 01_Notturno

Descrizione:

Lo strumento di misura è stato posizionato lungo la SP142 vicino alla Chiesa Monumentale "Madonna della Carità".

Vista del punto di misura



Strumentazione:

L&D831

Sorgente monitorata:

Traffico stradale

Distancia dalla sorgente:

4.5m dalla mezzera della SP142

Data di misura:

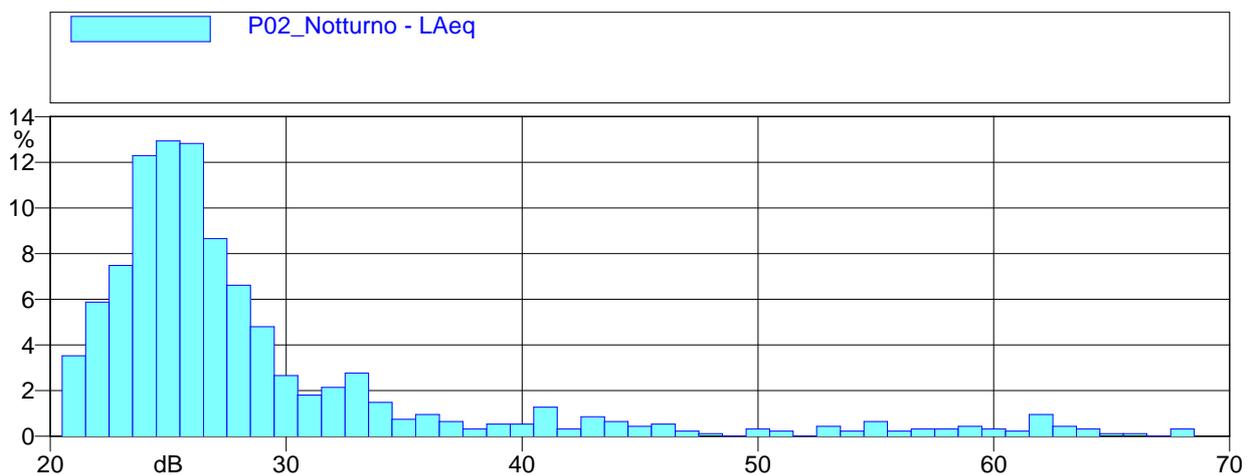
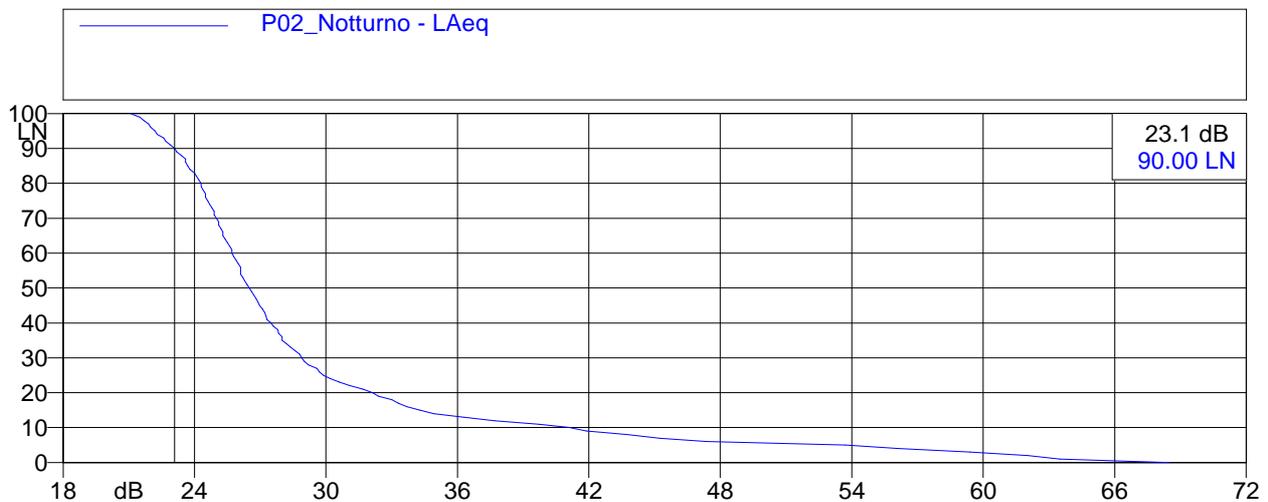
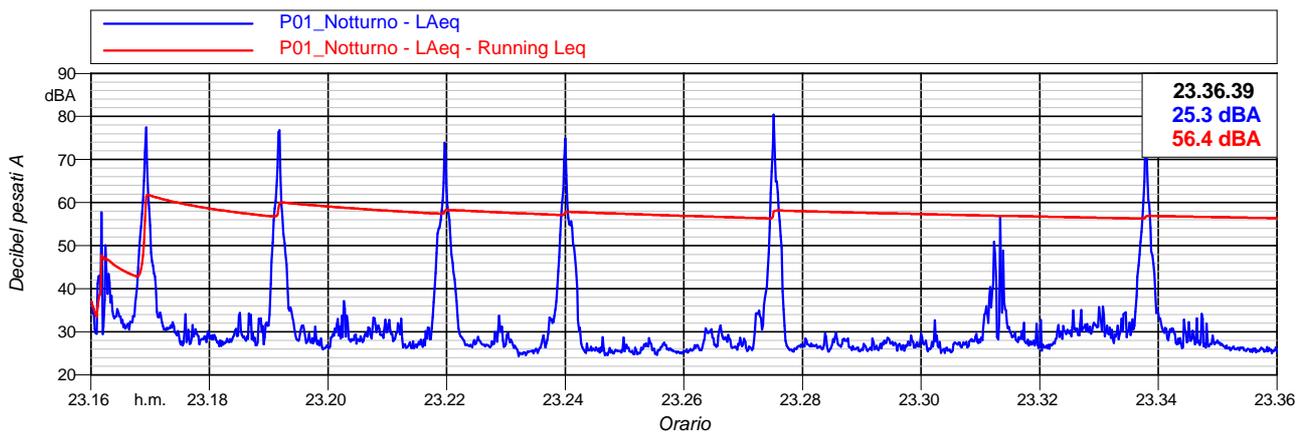
mercoledì 17 dicembre 2014

Ora inizio misura:

dalle 23:18 di mercoledì 17 dicembre 2014

Ora termine misura:

alle 23:38 di mercoledì 17 dicembre 2014



Punto 02_Diurno

Descrizione:

Lo strumento di misura è stato posizionato lungo la strada che attraversa Contrada Canali in prossimità dell'area di progetto.

Vista del punto di misura



Strumentazione:

L&D831

Sorgente monitorata:

Traffico stradale

Distanza dalla sorgente:

3.5m dalla mezzera della strada

Data di misura:

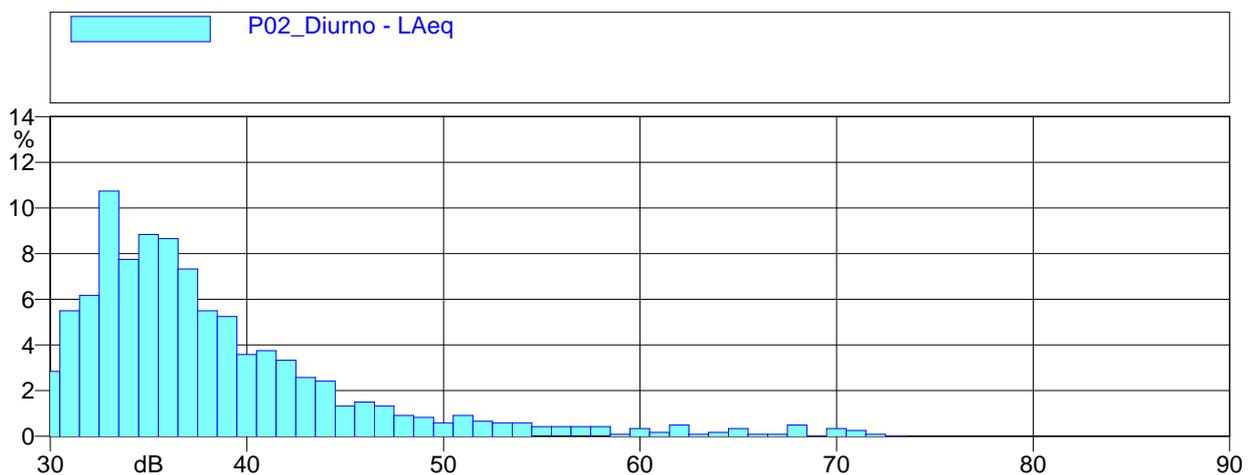
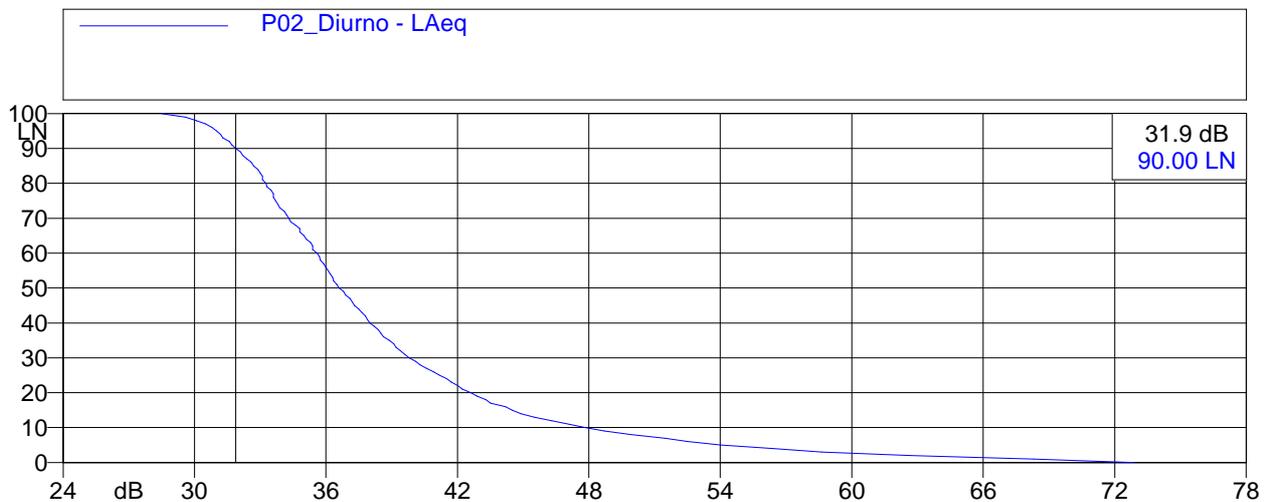
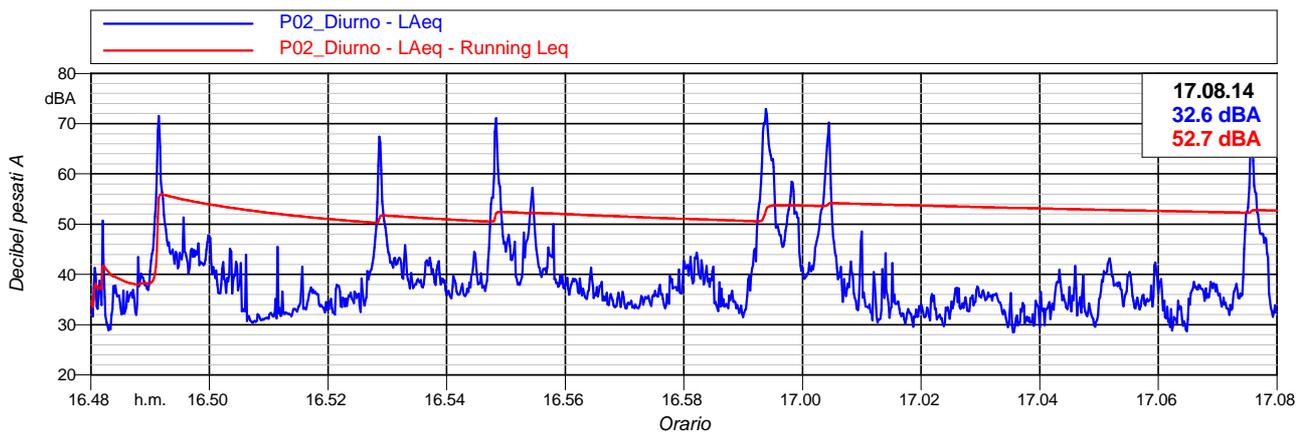
mercoledì 17 dicembre 2014

Ora inizio misura:

dalle 16:48 di mercoledì 17 dicembre 2014

Ora termine misura:

alle 17:08 di mercoledì 17 dicembre 2014



Punto 02_Notturno

Descrizione:

Lo strumento di misura è stato posizionato lungo la strada che attraversa Contrada Canali in prossimità dell'area di progetto.

Vista del punto di misura



Strumentazione:

L&D831

Sorgente monitorata:

Traffico stradale

Distanza dalla sorgente:

4.5m dalla mezzeria della SP142

Data di misura:

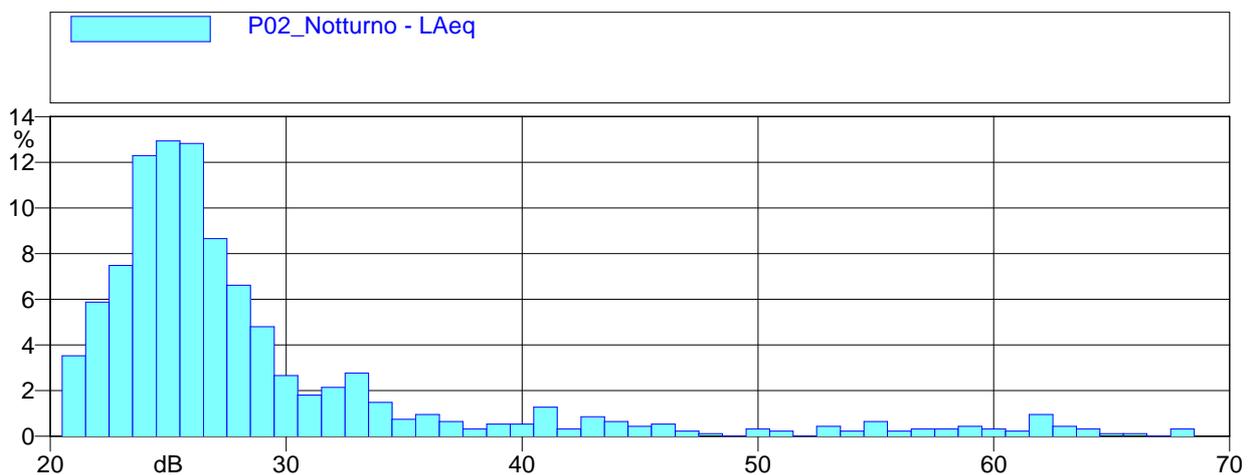
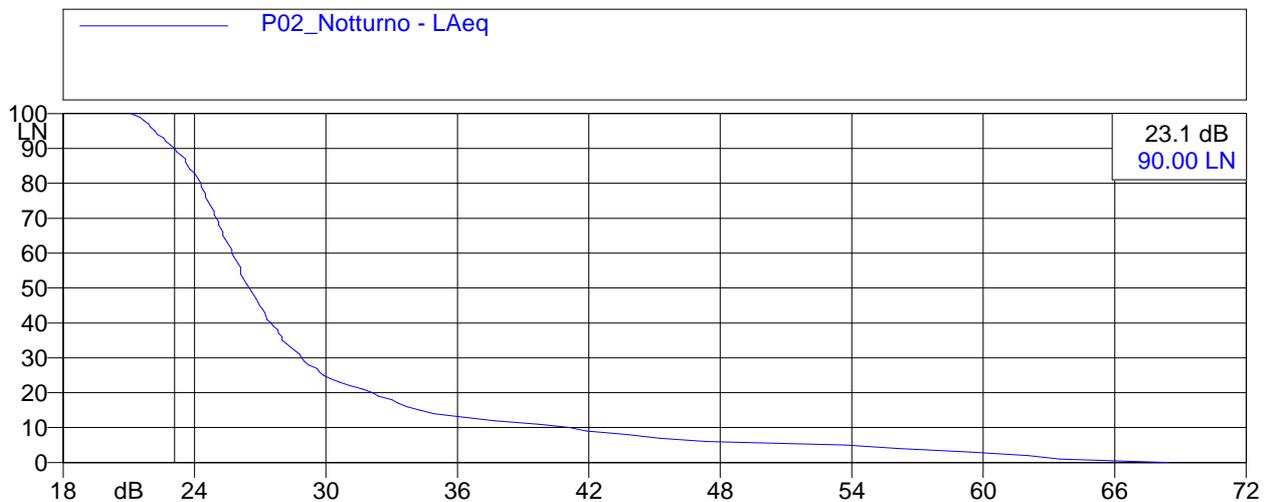
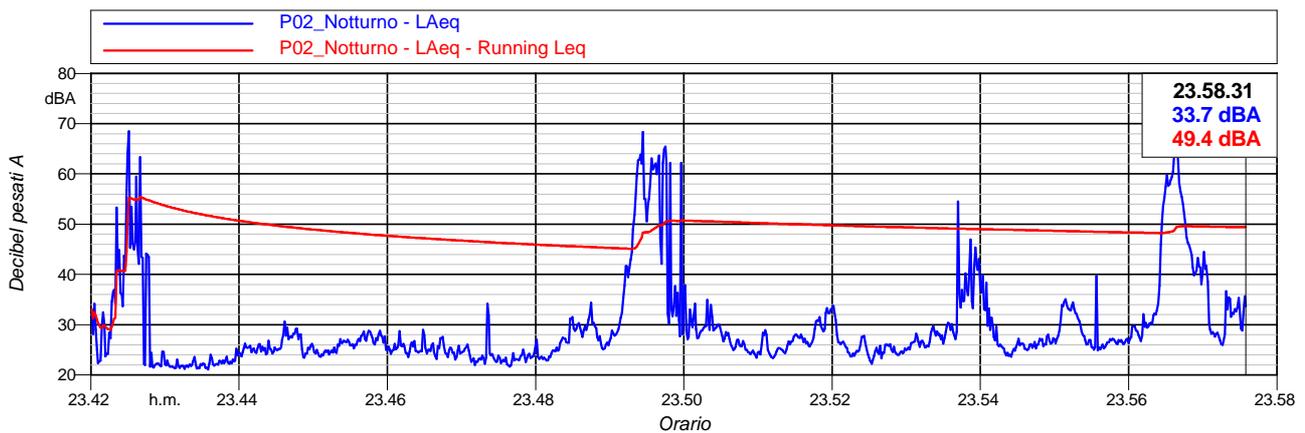
mercoledì 17 dicembre 2014

Ora inizio misura:

dalle 15:07 di mercoledì 17 dicembre 2014

Ora termine misura:

alle 15:27 di mercoledì 17 dicembre 2014





16 Allegato 2: Mappe del Rumore

Riportiamo di seguito le mappe del rumore elaborate:

MAP01) Situazione Attuale a 1.5 metri - Rumore ambientale in ambito diurno (06.00-22.00)

MAP02) Situazione Attuale a 1.5 metri - Rumore ambientale in ambito notturno (22.00-06.00)

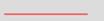
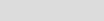
MAP03) Situazione Futura a 1.5 metri - Rumore ambientale in ambito diurno (06.00-22.00)

MAP04) Situazione Futura a 1.5 metri - Rumore ambientale in ambito notturno (22.00-06.00)

MAP05) Situazione Futura con interventi a 1.5 metri - Rumore ambientale in ambito diurno (06.00-22.00)

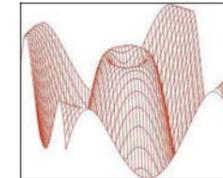
MAP06) Situazione Futura con interventi 1.5 metri - Rumore ambientale in ambito notturno (22.00-06.00)

Legenda

-  Linea di emissione strada
-  Superficie stradale
-  Edifici residenziali
-  Edifici di progetto
-  Area di progetto

Livello di rumore LrD in dB(A)

-  ≤ 40
-  40 < ≤ 43
-  43 < ≤ 46
-  46 < ≤ 49
-  49 < ≤ 52
-  52 < ≤ 55
-  55 < ≤ 58
-  58 < ≤ 61
-  61 < ≤ 64
-  64 < ≤ 67
-  67 < ≤ 70
-  70 <



L.C.E. Srl
 Via dei Platani 7/9
 20090 Opera (MI)
 internet: www.lce.it
 TEL: 02/57602858
 FAX: 02/57607234

Committente:

APENNINE ENERGY SpA
 Via Angelo Moro, 109
 20097 San Donato M.se (MI)

Progetto:

Attività di perforazione temporanea in Comune di Ripatransone (AP)

Progettista:

Claudio Costa

Descrizione della tavola

Tipo: Distribuzione dei livelli sonori
Situazione: Attuale
Altezza: 1,5m
Periodo: Diurno

Nome della tavola

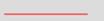
MAP01

Scala 1:2500



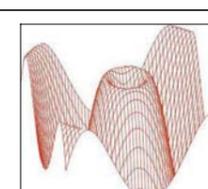
Riferimento	Revisione	Data	Scala
14-0105	Rev. 01	08/01/2015	1:2.500 @ A3

Legenda

-  Linea di emissione strada
-  Superficie stradale
-  Edifici residenziali
-  Edifici di progetto
-  Area di progetto

Livello di rumore LrN in dB(A)

-  ≤ 40
-  40 < ≤ 43
-  43 < ≤ 46
-  46 < ≤ 49
-  49 < ≤ 52
-  52 < ≤ 55
-  55 < ≤ 58
-  58 < ≤ 61
-  61 < ≤ 64
-  64 < ≤ 67
-  67 < ≤ 70
-  70 <



L.C.E. Srl
 Via dei Platani 7/9
 20090 Opera (MI)
 internet: www.lce.it
 TEL: 02/57602858
 FAX: 02/57607234

Committente:

APENNINE ENERGY SpA
 Via Angelo Moro, 109
 20097 San Donato M.se (MI)

Progetto:

Attività di perforazione temporanea in Comune di Ripatransone (AP)

Progettista:

Claudio Costa

Descrizione della tavola

Tipo: Distribuzione dei livelli sonori
Situazione: Attuale
Altezza: 1,5m
Periodo: Notturno

Nome della tavola

MAP02

Scala 1:2500



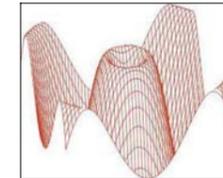
Riferimento	Revisione	Data	Scala
14-0105	Rev. 01	08/01/2015	1:2.500 @ A3

Legenda

-  Linea di emissione strada
-  Superficie stradale
-  Edifici residenziali
-  Edifici di progetto
-  Area di progetto

Livello di rumore LrD in dB(A)

-  ≤ 40
-  40 < ≤ 43
-  43 < ≤ 46
-  46 < ≤ 49
-  49 < ≤ 52
-  52 < ≤ 55
-  55 < ≤ 58
-  58 < ≤ 61
-  61 < ≤ 64
-  64 < ≤ 67
-  67 < ≤ 70
-  70 <



L.C.E. Srl
 Via dei Platani 7/9
 20090 Opera (MI)
 internet: www.lce.it
 TEL: 02/57602858
 FAX: 02/57607234

Committente:

APENNINE ENERGY SpA
 Via Angelo Moro, 109
 20097 San Donato M.se (MI)

Progetto:

Attività di perforazione temporanea in Comune di Ripatransone (AP)

Progettista:

Claudio Costa

Descrizione della tavola

Tipo: Distribuzione dei livelli sonori
Situazione: Futuro
Altezza: 1,5m
Periodo: Diurno

Nome della tavola

MAP03

Scala 1:2500



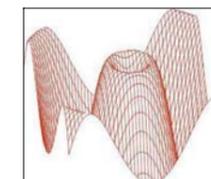
Riferimento	Revisione	Data	Scala
14-0105	Rev. 01	08/01/2015	1:2.500 @ A3

Legenda

-  Linea di emissione strada
-  Superficie stradale
-  Edifici residenziali
-  Edifici di progetto
-  Area di progetto

Livello di rumore LrN in dB(A)

-  ≤ 40
-  40 < ≤ 43
-  43 < ≤ 46
-  46 < ≤ 49
-  49 < ≤ 52
-  52 < ≤ 55
-  55 < ≤ 58
-  58 < ≤ 61
-  61 < ≤ 64
-  64 < ≤ 67
-  67 < ≤ 70



L.C.E. Srl
Via dei Platani 7/9
20090 Opera (MI)

internet: www.lce.it
TEL: 02/57602858
FAX: 02/57607234

Committente:

APENNINE ENERGY SpA
Via Angelo Moro, 109
20097 San Donato M.se (MI)

Progetto:

Attività di perforazione temporanea in Comune di Ripatransone (AP)

Progettista:

Claudio Costa

Descrizione della tavola

Tipo: Distribuzione dei livelli sonori
Situazione: Futuro
Altezza: 1,5m
Periodo: Notturmo

Nome della tavola

MAP04

Scala 1:2500



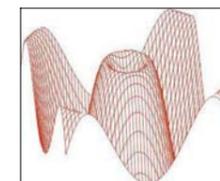
Riferimento	Revisione	Data	Scala
14-0105	Rev. 01	08/01/2015	1:2.500 @ A3

Legenda

-  Linea di emissione strada
-  Superficie stradale
-  Edifici residenziali
-  Edifici di progetto
-  Area di progetto
-  Schermi acustici

Livello di rumore LrD in dB(A)

-  ≤ 40
-  40 < ≤ 43
-  43 < ≤ 46
-  46 < ≤ 49
-  49 < ≤ 52
-  52 < ≤ 55
-  55 < ≤ 58
-  58 < ≤ 61
-  61 < ≤ 64
-  64 < ≤ 67
-  67 < ≤ 70
-  70 <



L.C.E. Srl
 Via dei Platani 7/9
 20090 Opera (MI)
 internet: www.lce.it
 TEL: 02/57602858
 FAX: 02/57607234

Committente:

APENNINE ENERGY SpA
 Via Angelo Moro, 109
 20097 San Donato M.se (MI)

Progetto:

Attività di perforazione temporanea in Comune di Ripatransone (AP)

Progettista:

Claudio Costa

Descrizione della tavola

Tipo: Distribuzione dei livelli sonori con interventi
Situazione: Altezza: 1,5m
Periodo: Diurno

Nome della tavola

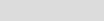
MAP05

Scala 1:2500



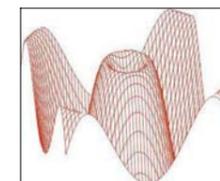
Riferimento	Revisione	Data	Scala
14-0105	Rev. 01	08/01/2015	1:2.500 @ A3

Legenda

-  Linea di emissione strada
-  Superficie stradale
-  Edifici residenziali
-  Edifici di progetto
-  Area di progetto
-  Schermi acustici

Livello di rumore LrD in dB(A)

-  ≤ 40
-  40 < ≤ 43
-  43 < ≤ 46
-  46 < ≤ 49
-  49 < ≤ 52
-  52 < ≤ 55
-  55 < ≤ 58
-  58 < ≤ 61
-  61 < ≤ 64
-  64 < ≤ 67
-  67 < ≤ 70



L.C.E. Srl
 Via dei Platani 7/9
 20090 Opera (MI)
 internet: www.lce.it
 TEL: 02/57602858
 FAX: 02/57607234

Committente:

APENNINE ENERGY SpA
 Via Angelo Moro, 109
 20097 San Donato M.se (MI)

Progetto:

Attività di perforazione temporanea in Comune di Ripatransone (AP)

Progettista:

Claudio Costa

Descrizione della tavola

Tipo: Distribuzione dei livelli sonori con interventi
Situazione: Altezza: 1,5m
Periodo: Notturmo

Nome della tavola

MAP06

Scala 1:2500



Riferimento	Revisione	Data	Scala
14-0105	Rev. 01	08/01/2015	1:2.500 @ A3