

Committente:



AUTOCAMIONALE DELLA CISA S.P.A.

Via Camboara 26/A - Frazione Ponte Taro - 43015 NOCETO (PR)

Impresa Esecutrice:



**AUTOSTRADA DELLA CISA A15
RACCORDO AUTOSTRADALE A15/A22
CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENO-BRENNERO
RACCORDO AUTOSTRADALE FRA L' AUTOSTRADA DELLA CISA-FONTEVIVO (PR)
E L' AUTOSTRADA DEL BRENNERO-NOGAROLE ROCCA (VR). I LOTTO.**

C.U.P. G61B04000060008

C.I.G. 307068161E

PROGETTO ESECUTIVO

AUTOCAMIONALE DELLA CISA S.p.A.

Il Direttore/TIBRE:

Il Responsabile del Procedimento:

Il Presidente:

IMPRESA PIZZAROTTI & C. S.p.A.

Il Direttore/Responsabile di Progetto

Dot. Ing. Luca Bondanelli

Il Geologo:



Tecnico Acustico:

Flavio Pinardi (T.C.A.)

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Viterbo n. 2385

Ing. Enrico Mucchio

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Viterbo n. 2385



PROGETTAZIONE DI:



Il Progettista:

A.T.I.:



Coordinatore per la Sicurezza in fase di Progettazione:

Ing. Giovanni Maria Cepparotti

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Viterbo n. 392

Consulenza specialistica a cura di:

Progettista Responsabile Integrale: **Dot. Ing. PIETRO MAZZOLI**

Impresa Pizzarotti & C. S.p.A.

Ing. Pietro Mazzoli

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Parma n. 621

Titolo Elaborato:

CANTIERIZZAZIONE

Cantierizzazione

Relazione acustica per gli impatti correlati al traffico dovuto alla produzione e trasporto del calcestruzzo e del misto cementato

Data Emissione Progetto:

18/03/2014

Scala:

Identif. Elaborato:

N.RO IDENTIFICATIVO	CODICE COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	AMBITO	CAT OPERA	N OPERA	PARTE OP	TIPO DOC	N Progr. Doc.	REV.
	RAAA	1	E	I	CN	CN	02	R	RE	002	A
D											
C											
B											
A	20/07/2014	Risposta CdS impianto ICEA				NERI - ROGNA		NIGRELLI		MAZZOLI	
Rev.	Data	DESCRIZIONE REVISIONE				Redatto		Controllato		Approvato	

SOMMARIO

1	INTRODUZIONE.....	2
1.1	Classificazione acustica comunale.....	2
2	CARATTERISTICHE AMBIENTALI, TERRITORIALI E INSEDIATIVE.....	4
2.1	Caratteristiche territoriali e insediative.....	4
2.1.1	Censimento dei ricettori.....	4
2.1.2	Edifici e aree di nuova edificazione.....	4
2.1.3	Ricettori sensibili.....	4
2.2	Ricettori esposti e limiti applicabili.....	4
3	Clima acustico ante operam.....	4
3.1	Localizzazione dei punti di rilievo fonometrico.....	4
3.1.1	Stazione fonometrica postazione1.....	5
3.1.2	Stazione fonometrica postazione2.....	6
3.1.3	Stazione fonometrica postazione3.....	8
3.1.4	Analisi del clima acustico presso i ricettori.....	9
4	QUADRO DI RIFERIMENTO PREVISIONALE.....	11
4.1	TRAFFICO RELATIVO AL CANTIERE 2A.....	11
4.2	Impianti presso il CANTIERE 2A.....	11
5	PREVISIONE LIVELLI DI RUMORE SUI RICETTORI.....	14
5.1	Modello per il disturbo causato DAI MEZZI DI TRASPORTO.....	14
5.2	Modello per il disturbo generato dal cantiere temporaneo.....	14
5.3	Risultati ottenuti.....	14
5.4	Misure di mitigazione.....	15
5.5	Considerazioni conclusive.....	16

FIGURE

- 1.1 - Classificazione acustica – scala 1:5.000
- 3.1 – Individuazione misure fonometriche – scala 1:5.000
- 4.1 - Posizione indicativa degli impianti di produzione calcestruzzo e misti cementati – scala 1:2.000
- 4.2 – Ricettori esposti e piste di cantiere – scala 1:2.000
- 5.1: Posizione indicativa di eventuali dune in terra

ALLEGATO A – RIFERIMENTI LEGISLATIVI

- A1 - Definizioni
- A2 - D.P.C.M. 01/03/1991
- A3 - Legge 447 del 4/11/1995
- A4 - D.P.C.M. 14 novembre 1997
- A5 – D.M.Amb. 16 marzo 1998
- A6 - D.P.R. n. 142 del 30 marzo 2004

ALLEGATO B – METODI DI ANALISI DELLO STATO AMBIENTALI

- B1 - Modello SEL per il disturbo causato da sorgenti lineari – strade
- B2 - Modello ISO 9613 per il disturbo causato dalle sorgenti fisse

1 INTRODUZIONE

Il presente documento è finalizzato alla verifica acustica degli impatti correlati al traffico dovuto alla produzione e trasporto del calcestruzzo e del misto cementato in entrata e in uscita dall'area 2A.

Tale documento costituisce un'integrazione della Valutazione previsionale di impatto acustico relativa alla predisposizione di un cantiere temporaneo della ditta ditta I.C.E.A. S.r.l. dei F.lli Di Fede presso il quale saranno prodotti calcestruzzo e misto cementato necessari alla realizzazione del 1° lotto (Fontevivo – Treccasali/Terre Verdiane) del raccordo autostradale A15/A22 "Fontevivo – Nogarole Rocca".

In particolare è in risposta alla seguente osservazione emersa in sede di Conferenza dei Servizi:

- o indicare (in decibel) gli impatti rumorosi dovuti al traffico correlato all'insediamento in oggetto, nonché individuare i ricettori posti su tale viabilità afferente all'impianto.

In particolare sono prese in esame le piste e le contro-strade in località Golena di Taro e dintorni del Comune di Fontanellato.

Il traffico che interessa le piste di cantiere al servizio della TIBRE, nell'area geografica in esame, è relativo al trasporto non solo del prodotto confezionato, ma anche della materia prima (inerti).

La valutazione d'impatto acustico è mirata alla verifica dell'idoneità delle scelte progettuali in termini costruttivi e logistici, in relazione alle emissioni sonore derivanti dalle sorgenti presenti sul territorio, come le infrastrutture viarie, ed eventualmente al dimensionamento di barriere antirumore laddove si renda necessario mitigare gli edifici abitativi da livelli sonori superiori alle soglie di non superamento dettate dalla normativa vigente.

La legislazione in materia d'acustica ha, infatti, l'obiettivo di minimizzare i rischi per la salute dell'uomo, garantendo così la vivibilità degli ambienti abitativi, lavorativi e di svago e una buona qualità della vita per tutti i cittadini.

La compatibilità ambientale per i cantieri temporanei e mobili in Regione Emilia Romagna è regolamentata dal D.G. 2002/45 del 21/1/2002 " *Criteri per il rilascio delle autorizzazioni per particolari attività ai sensi dell'art. 11, comma 1, della L.R. del 09/05/2001, n. 15 recante disposizioni in materia d'inquinamento acustico*",

Tale delibera detta gli indirizzi agli Enti locali per il rilascio, da parte degli enti locali, delle autorizzazioni comunali in deroga ai limiti fissati dalla classificazione acustica del territorio per lo svolgimento di attività temporanee e di manifestazioni in luogo pubblico o aperto al pubblico e per spettacoli a carattere temporaneo ovvero mobile qualora comportino l'impiego di sorgenti sonore o effettuino operazioni rumorose.

1.1 CLASSIFICAZIONE ACUSTICA COMUNALE

Il Piano di Zonizzazione acustica comunale vigente, redatto ai sensi della Legge n. 447 del 26/10/1995, classifica l'area in esame, sulla base delle destinazioni urbanistiche esistenti, nelle seguenti classi (v. Fig. 1.1):

- classe III - aree di tipo misto con limite diurno di 60 dBA e limite notturno di 50 dBA: comprende le aree a destinazione agricola prevalente, escludendo la fascia di circa 300 m relativa all'asse infrastrutturale Autostrada A1 e TAV – Milano Bologna;
- classe IV - aree d'intensa attività umana con limite diurno di 65 dBA e limite notturno di 55 dBA: comprende le aree contermini all'asse infrastrutturale Autostrada A1 e TAV – Milano Bologna;
- classe V - aree prevalentemente industriali con limite diurno di 70 dBA e limite notturno di 60 dBA: comprende le zone golenali del Taro interessate da attività estrattive e l'area produttiva CEPIM.

Le piste di cantiere, nell'ambito della zona geografica relativa all'area A2, rientrano in un ambito territoriale a prevalente destinazione agricola classificato in parte alla classe IV "aree d'intensa attività umana" con limite diurno di 65 dBA e limite notturno di 55 dBA e in parte in classe III "aree di tipo misto" con limite diurno di 60 dBA e limite notturno di 50 dBA

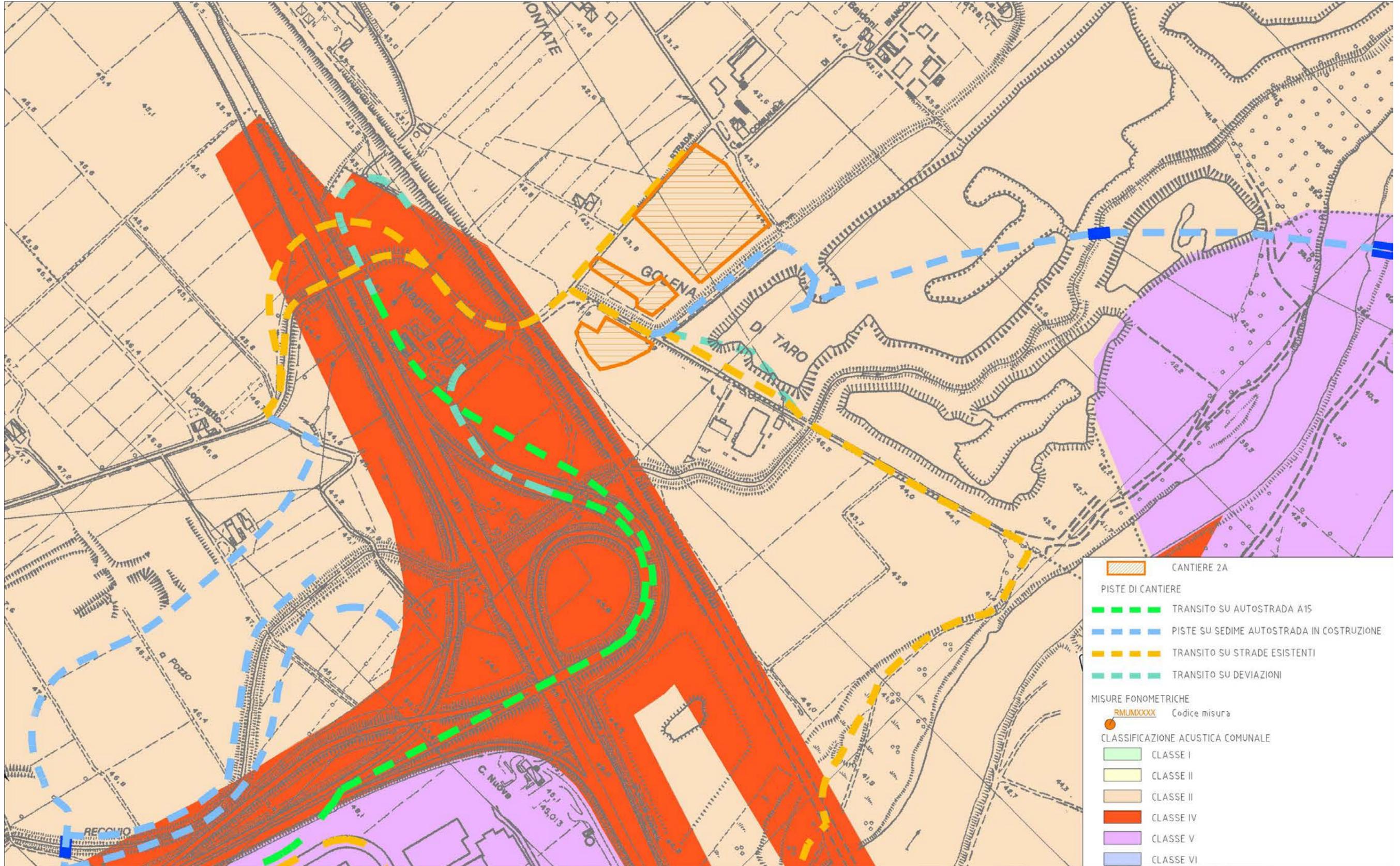


Figura 1.1: Classificazione acustica- scala 1:5.000

2 CARATTERISTICHE AMBIENTALI, TERRITORIALI E INSEDIATIVE

2.1 CARATTERISTICHE TERRITORIALI E INSEDIATIVE

2.1.1 CENSIMENTO DEI RICETTORI

È stata adottata un'estensione di 400 m dall'area di cantiere 2A: l'area sottesa è stata rilevata con lo scopo di identificare le destinazioni d'uso prevalenti degli edifici (residenziale, residenziale in progetto, edifici dismessi o ruderi, attività commerciali, attività artigianali e industriali, edifici religiosi e monumentali, asili, scuole, istituti superiori o universitari, ospedali, case di cura, case di riposo), impianti sportivi, parchi e aree naturalistiche, pertinenze non adibite a presenza umana permanente (box, tettoie, magazzini), servizi (municipi, centri sociali, stazioni, ecc.), lo stato abitativo, la presenza di eventuali ostacoli alla propagazione del rumore, la presenza di infrastrutture concorsuali o altre sorgenti di rumore mentre.

Le codifiche sono espresse da una stringa numerica composta da due o tre cifre che identificano il ricettore (v. Fig. 4.2).

2.1.2 EDIFICIE AREE DI NUOVA EDIFICAZIONE

I sopralluoghi svolti in occasione del censimento ricettori hanno permesso di apprezzare e rilevare lo stato dell'edificazione ad oggi, inclusi gli edifici in fase di costruzione indipendentemente dalla destinazione d'uso.

Le aree di nuova edificazione sono viceversa state derivate dallo strumento urbanistico comunale.

2.1.3 RICETTORI SENSIBILI

Ai sensi del DPR 142/2004 sono considerati ricettori sensibili:

- gli edifici scolastici di ogni ordine e grado;
- le case di cura;

Nell'area in esame non è stata rilevata la presenza di ricettori sensibili.

2.2 RICETTORI ESPOSTI E LIMITI APPLICABILI

Nella successiva Tabella 2.1 sono riepilogati tutti i ricettori esposti (unità residenziali) che rientrano nella fascia di 400 metri dall'area di cantiere 2A con i rispettivi limiti assoluti diurni e notturni dettati dalla legislazione vigente in materia.

Tabella 2.1: Ricettori esposti e sensibili con rispettivi limiti assoluti

Ricettore	Distanza minima dalla pista di cantiere	Distanza minima cantiere 2A	Limite assoluto diurno	Limite assoluto notturno	Zona Acustica	Limite assoluto diurno per attività di cantiere	Tipologia	Condizioni abitative
			dBA	dBA		dBA		
RRUM0029	30	163	60,0	50,0	III	70	Produttivi	Abitato
RRUM0030	43	55	60,0	50,0	III	70	Residenziale	Abitato
RRUM0031	77	44	60,0	50,0	III	70	Residenziale	Disabitato
RRUM0032	88	73	60,0	50,0	III	70	Residenziale	Abitato
RRUM0033	290	256	60,0	50,0	III	70	Residenziale	Disabitato
RRUM0034A	299	320	60,0	50,0	III	70	Residenziale	Abitato
RRUM0034B	281	258	60,0	50,0	III	70	Residenziale	Abitato
R1.1	200	199	60,0	50,0	III	70	Residenziale	Abitato
R1.2	226	225	60,0	50,0	III	70	Residenziale	Abitato

Ricettore	Distanza minima dalla pista di cantiere	Distanza minima cantiere 2A	Limite assoluto diurno	Limite assoluto notturno	Zona Acustica	Limite assoluto diurno per attività di cantiere	Tipologia	Condizioni abitative
			dBA	dBA		dBA		
R2.1	202	191	60,0	50,0	III	70	Residenziale	Abitato
R2.2	220	209	60,0	50,0	III	70	Residenziale	Abitato

3 CLIMA ACUSTICO ANTE OPERAM

L'attività di monitoraggio è stata finalizzata al riconoscimento delle emissioni di rumore delle infrastrutture di trasporto attualmente presenti sul territorio.

In una logica di ottimizzazione delle risorse, le aree e i punti di monitoraggio sono stati identificati in modo tale che i risultati delle misure possano essere utilizzati come base per la definizione delle emissioni delle infrastrutture di trasporto contenute nel bacino acustico dell'area della TIBRE e, al tempo stesso, come riferimento ante-operam.

Le misure fonometriche sono state compiute nelle adiacenze alla TIBRE finalizzate alla caratterizzazione delle emissioni.

I punti di monitoraggio sono stati scelti all'interno del documento previsionale d'impatto acustico allegato al progetto definitivo della TIBRE, evitando, per quanto possibile, posizioni caratterizzate da:

- eccessi di schermatura naturale;
- eccessi di attenuazione del terreno;
- schermature o riflessioni generate da superfici antropiche difficilmente ricostruibili dal modello di calcolo;
- interferenza con attività antropiche rumorose;
- tratte stradali con pavimentazioni ammalorate e tali da determinare significativi incrementi di emissioni da rotolamento o sobbalzi dei carichi.

3.1 LOCALIZZAZIONE DEI PUNTI DI RILIEVO FONOMETRICO

Sono stati complessivamente identificati 6 punti di monitoraggio. Nelle postazioni di misura MRUM0025, MRUM0030 e MRUM0034 è stata effettuata una misura del rumore da traffico in continuo di 24 ore. Nelle postazioni di misura Postazione1, Postazione2 e Postazione3 sono invece effettuati dei rilievi a SPOT della durata di 10 minuti.

Riferimenti punti di monitoraggio			Parametri riassuntivi		Confronto con i limiti di zona											
Codice Punto	Prov	Comune	LAeq D	LAeq N	I		II		III		IV		V		VI	
					D 50	N 40	D 55	N 45	D 60	N 50	D 65	N 55	D 70	N 60	D 70	N 70
MRUM0025	Pr	Fontevivo	56.0	53.5												
MRUM0030	Pr	Fontanellato	51.5	51.0												
MRUM0034	Pr	Fontanellato	47.0	48.0												
Postazione1	Pr	Fontanellato	52.9	49.6												
Postazione2	Pr	Fontanellato	61.0	50.4												
Postazione3	Pr	Fontanellato	64.4	55.1												

Tabella 3.1 – Punti di monitoraggio, parametri acustici riassuntivi e confronto con i limiti di zona

La localizzazione dei punti di rilievo fonometrico in scala 1:5.000 (v. Fig. 3.1) permette di verificare l'esatta posizione delle misure, le sigle identificative, le metodiche utilizzate e fornisce la sintesi dei rilievi in termini di Leq(6-22) e Leq(22-6).

3.1.1 STAZIONE FONOMETRICA POSTAZIONE1

POS. 1: in corrispondenza del ricevitore n. 1			
Rumore residuo – diurno		Report n. 1	
L _{Aeq} dB(A) 52,9 dB(A)	L _{AF 90} 49,3 dB(A)	L_{Aeq} non mascherato(1) 50,4 dB(A)	
Componenti tonali	No <input checked="" type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/>	a _____ Hz
Componenti impulsive ²⁾	No <input checked="" type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/>	
L_{Aeq} corretto in dB(A): 50,5			
Sorgenti esterne: a) traffico veicolare.			
Note: 1) il transito di veicoli in prossimità del fonometro è stato mascherato; 2) la C.I. riscontrata è riconducibile ad eventi estemporanei e non è stata considerata.			

POS. 1: in corrispondenza del ricevitore n. 1			
Rumore residuo – notturno		Report n. 5	
L _{Aeq} dB(A) 49,6 dB(A)	L _{AF 90} 43,7 dB(A)	L_{Aeq} non mascherato(1) 46,1 dB(A)	
Componenti tonali	No <input checked="" type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/>	a _____ Hz
Componenti impulsive ²⁾	No <input checked="" type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/>	
L_{Aeq} corretto in dB(A): 46,0			
Sorgenti esterne: a) traffico veicolare.			
Note: 1) il transito di veicoli in prossimità del fonometro è stato mascherato; 2) la C.I. riscontrata è riconducibile ad eventi estemporanei e non è stata considerata.			

Report n°: 1

Strumentazione: Larson-Davis 824 Velocità di Campionamento: 0.1 sec Range (A): 18 - 108 dB	Costanti di Tempo Misure in banda larga: S, F, I Statistiche in banda larga: F Spettro in frequenza: F	Data: 23/01/2015 Ora inizio misura: 17:11:28 Ora fine misura: 17:21:30 Durata Misura: 602.2 sec Località: Fontanelato (Pr)
---	---	---

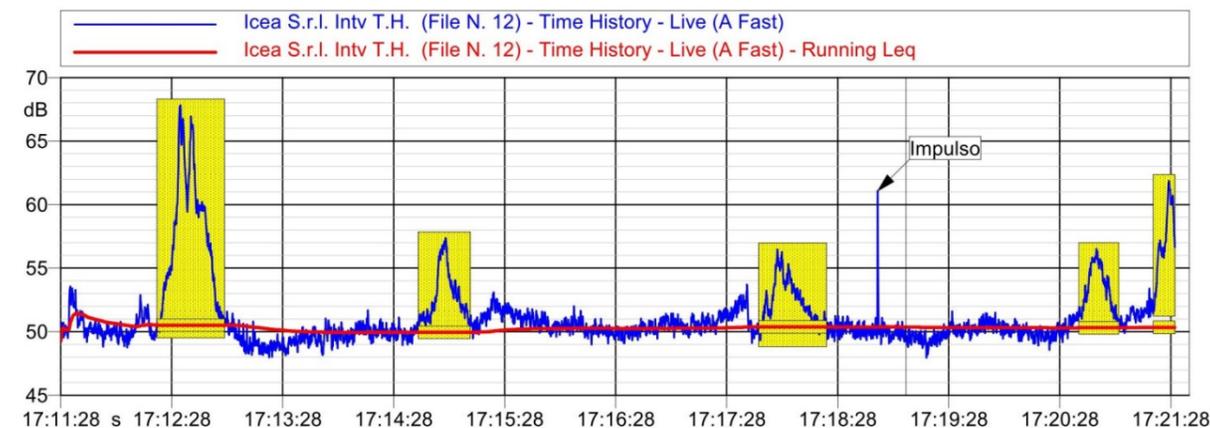
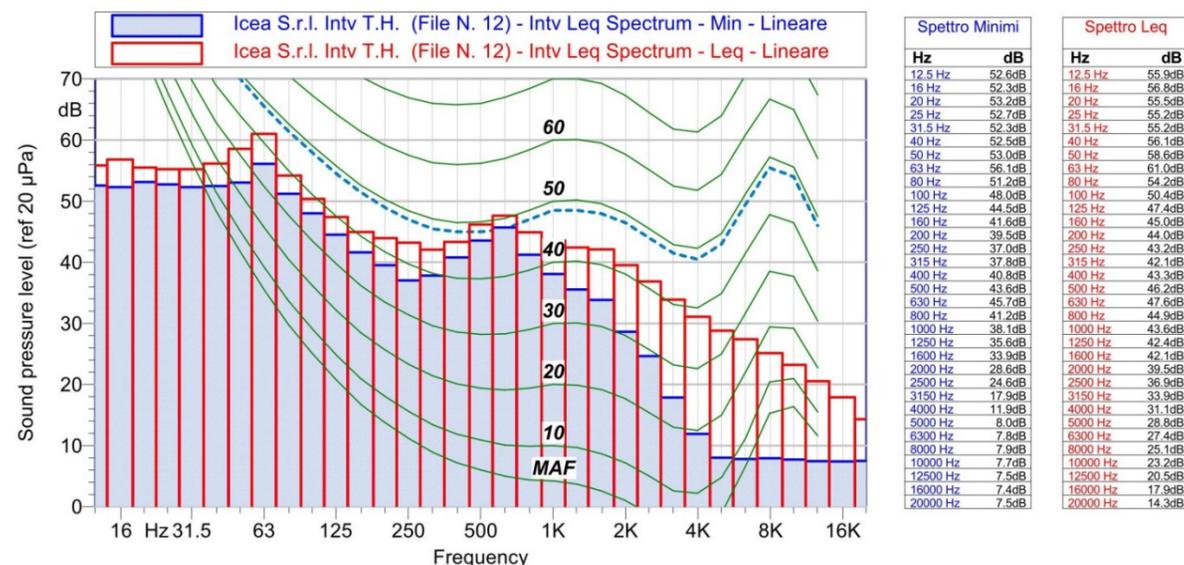
L_{Aeq}: 52.9 dBA
Leq: 66.2 dBLin
LLpk: 91.7 dBLin

	S	F	I
L_{Amax} (dBA)	66.3	68.0	68.5
L_{Amin} (dBA)	48.4	48.0	48.6
L_{Lmax} (dBLin)	83.1	85.8	86.2
L_{Lmin} (dBLin)	62.9	61.2	63.6

LAF01	63.1
LAF05	56.5
LAF10	53.8
LAF90	49.3
LAF95	49.0
LAF99	48.5

Icea S.r.l. Intv T.H. (File N. 12)
Time History - Live (A Fast)

Nome	Inizio	Durata	Leq
Totale	17:11:28	00:10:02.250	52.9 dB
Non Mascherato	17:11:28	00:07:47.500	50.4 dB
Mascherato	17:12:20	00:02:14.750	56.9 dB
auto	17:12:20	00:00:36.500	60.4 dB
auto1	17:14:41	00:00:28.250	53.4 dB
auto2	17:17:45	00:00:36.625	52.7 dB
auto3	17:20:38	00:00:21.625	53.8 dB
auto4	17:21:18	00:00:11.750	58.0 dB

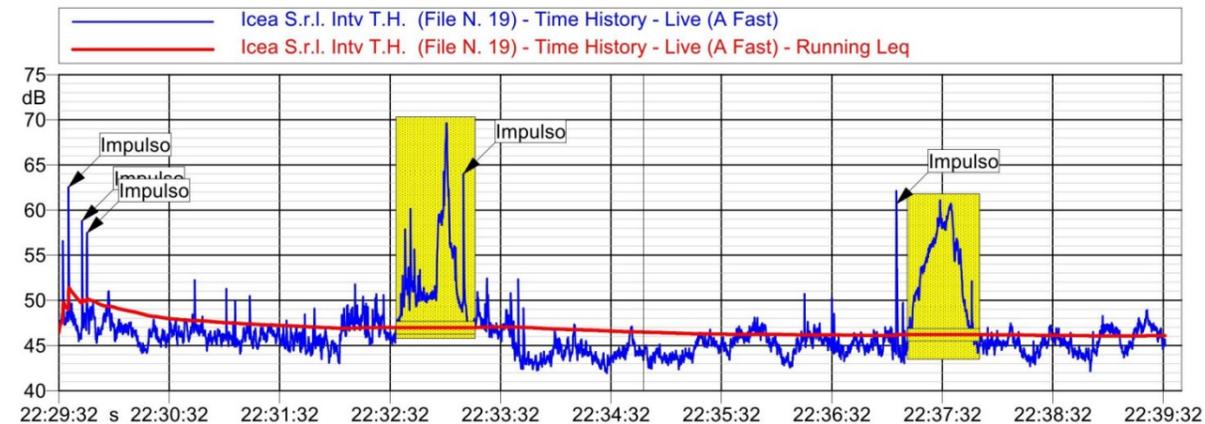
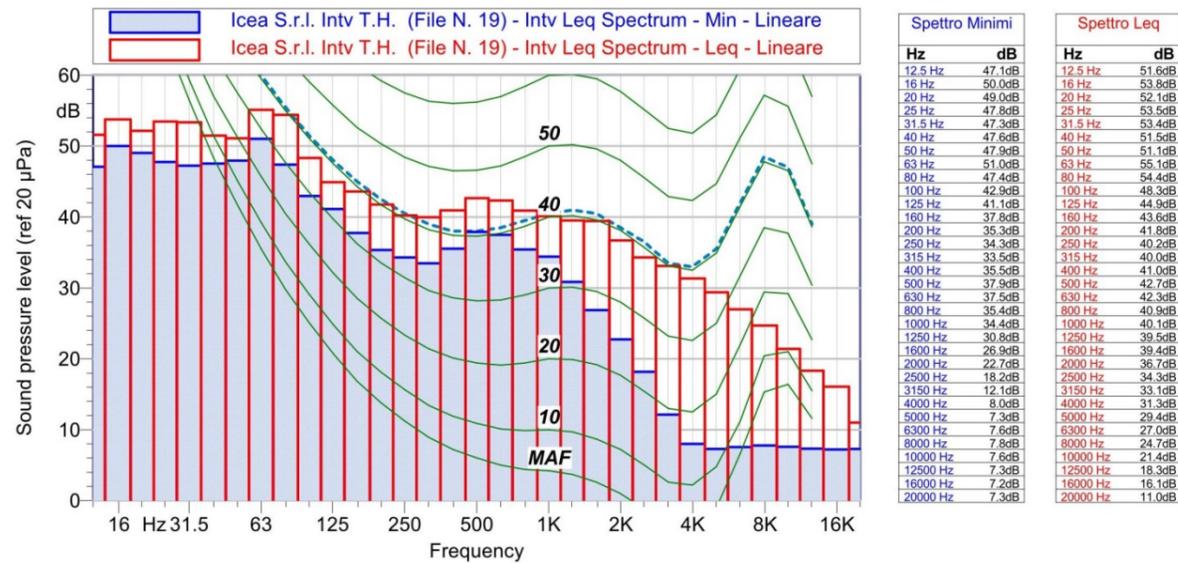


Report n°: 5

Strumentazione: Larson-Davis 824 Velocità di Campionamento: 0.1 sec Range (A): 18 - 108 dB	Costanti di Tempo Misure in banda larga: S, F, I Statistiche in banda larga: F Spettro in frequenza: F	Data: 23/01/2015 Ora inizio misura: 22:29:32 Ora fine misura: 22:39:33 Durata Misura: 601.0 sec Località: Fontanellato (Pr)
---	---	--

LAeq: 49.6 dBA Leq: 62.4 dBLin LLpk: 87.9 dBLin			
	S	F	I
LAmx (dBA)	67.2	69.8	71.1
LAmn (dBA)	42.5	42.0	42.4
LLmax (dBLin)	77.8	79.6	80.6
LLmin (dBLin)	57.8	55.7	59.1
LAF01	59.9		
LAF05	54.5		
LAF10	50.1		
LAF90	43.7		
LAF95	43.3		
LAF99	42.7		

Icea S.r.l. Intv T.H. (File N. 19) Time History - Live (A Fast)			
Nome	Inizio	Durata	Leq
Totale	22:29:32	00:10:01	49.5 dB
Non Mascherato	22:29:32	00:08:38.750	46.1 dB
Mascherato	22:32:35	00:01:22.250	56.0 dB
auto	22:32:35	00:00:43	56.6 dB
auto1	22:37:13	00:00:39.250	55.3 dB



3.1.2 STAZIONE FONOMETRICA POSTAZIONE2

POS. 2:	in corrispondenza del ricevitore n. 4			
Rumore residuo – diurno			Report n. 3	
LAeq dB(A)	61,0 dB(A)	LAF 90	50,5 dB(A)	LAeq non mascherato(1) 51,9 dB(A)
Componenti tonali	No <input checked="" type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/>	a _____	Hz
Componenti impulsive	No <input checked="" type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/>		
LAeq corretto in dB(A): 51,5				
Sorgenti esterne: a) traffico veicolare; b) traffico ferroviario.				
Note: 1) il transito di veicoli in prossimità del fonometro e il transito del treno sono stati mascherati.				

POS. 2:	in corrispondenza del ricevitore n. 4			
Rumore residuo – notturno			Report n. 4	
LAeq dB(A)	50,4 dB(A)	LAF 90	44,2 dB(A)	LAeq non mascherato(1) 46,3 dB(A)
Componenti tonali	No <input checked="" type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/>	a _____	Hz
Componenti impulsive	No <input checked="" type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/>		
LAeq corretto in dB(A): 46,5				
Sorgenti esterne: a) traffico veicolare; b) aereo in lontananza.				
Note: 1) il transito di veicoli in prossimità del fonometro e il passaggio di un aereo in lontananza sono stati mascherati.				

Report n°: 3

Strumentazione: Larson-Davis 824 Velocità di Campionamento: 0.1 sec Range (A): 18 - 108 dB	Costanti di Tempo Misure in banda larga: S, F, I Statistiche in banda larga: F Spettro in frequenza: F	Data: 23/01/2015 Ora inizio misura: 17:40:15 Ora fine misura: 17:50:57 Durata Misura: 642.7 sec Località: Fontanellato (Pr)
---	--	--

LAeq: 61.0 dBA
Leq: 68.8 dBLin
LLpk: 95.4 dBLin

	S	F	I
LAmx (dBA)	76.4	79.3	79.7
LAmn (dBA)	49.3	48.5	49.2
LLmax (dBLin)	84.0	85.9	87.4
LLmin (dBLin)	61.3	59.6	62.2
LAF01	74.1		
LAF05	67.9		
LAF10	62.1		
LAF90	50.5		
LAF95	50.1		
LAF99	49.4		

Icea S.r.l. Intv T.H. (File N. 14)
Time History - Live (A Fast)

Nome	Inizio	Durata	Leq
Totale	17:40:15	00:10:42.750	61.0 dBA
Non Mascherato	17:40:15	00:07:48.125	51.9 dBA
Mascherato	17:40:32	00:02:54.625	66.3 dBA
auto	17:40:32	00:00:15.125	65.8 dBA
auto1	17:43:28	00:00:14.125	59.0 dBA
treno	17:44:23	00:00:39	68.4 dBA
auto2	17:45:09	00:00:16.125	64.8 dBA
auto3	17:46:17	00:00:14	65.1 dBA
auto4	17:48:41	00:00:46	65.5 dBA
auto5	17:50:03	00:00:15.125	63.7 dBA
auto6	17:50:30	00:00:15.125	68.6 dBA

Report n°: 4

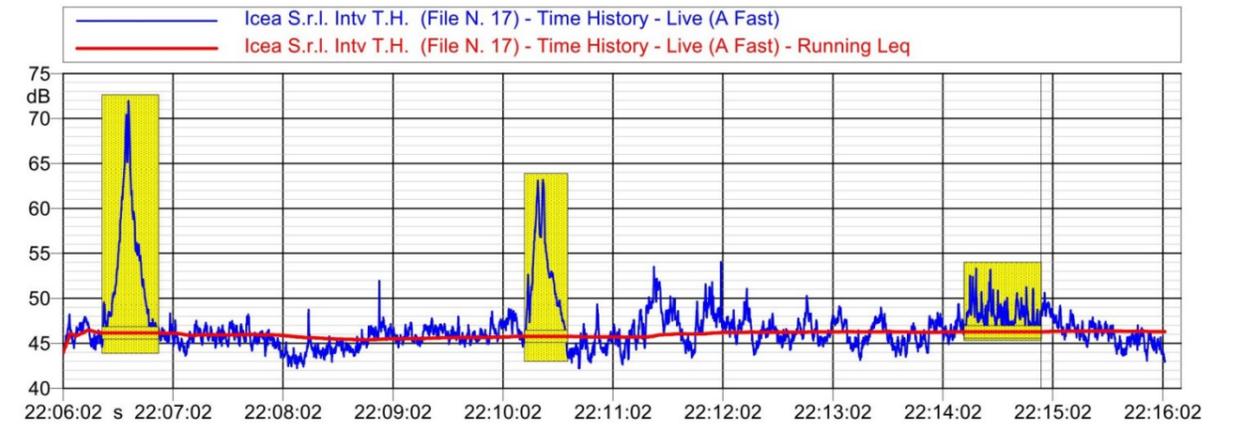
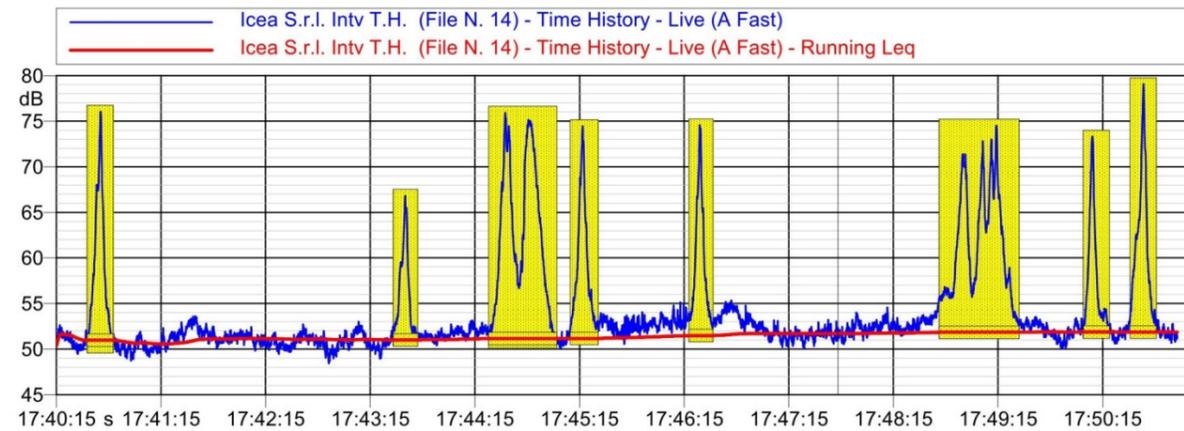
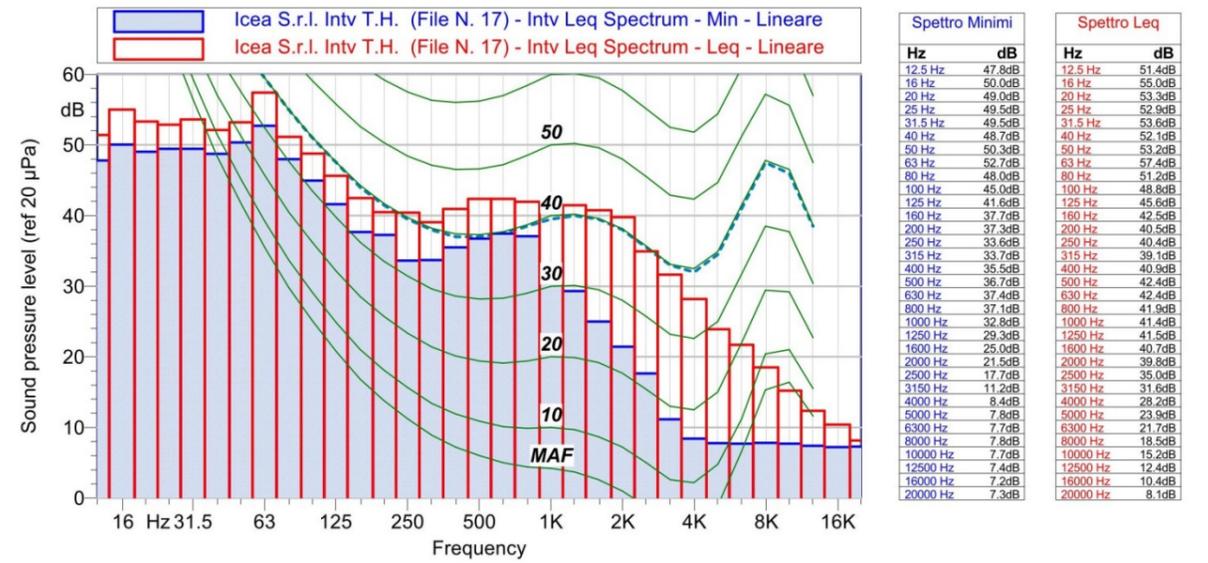
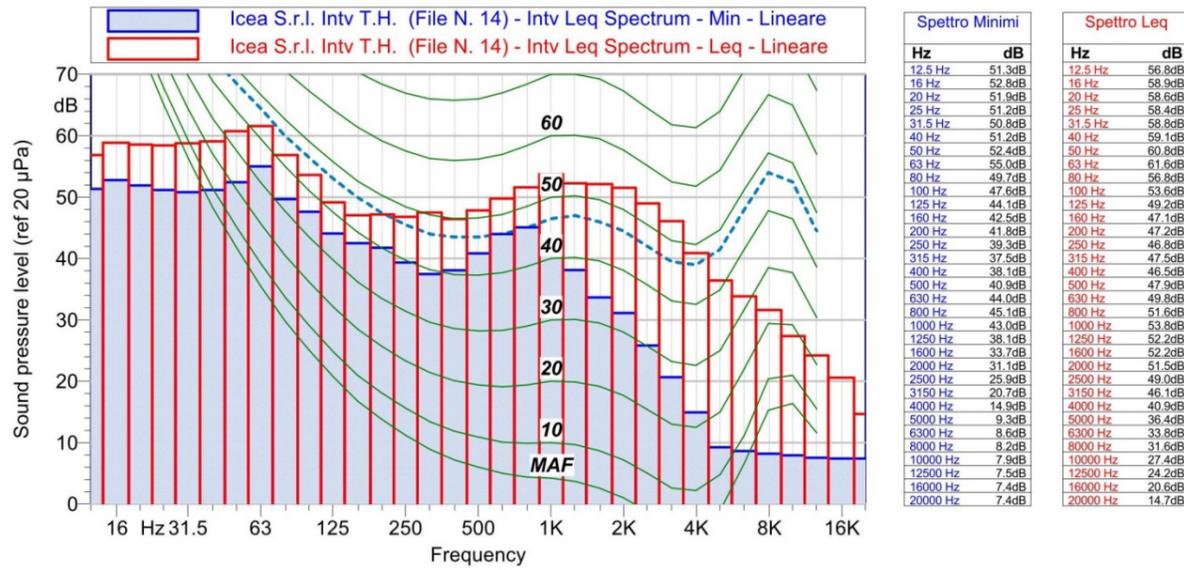
Strumentazione: Larson-Davis 824 Velocità di Campionamento: 0.1 sec Range (A): 18 - 108 dB	Costanti di Tempo Misure in banda larga: S, F, I Statistiche in banda larga: F Spettro in frequenza: F	Data: 23/01/2015 Ora inizio misura: 22:06:02 Ora fine misura: 22:16:03 Durata Misura: 601.2 sec Località: Fontanellato (Pr)
---	--	--

LAeq: 50.4 dBA
Leq: 62.9 dBLin
LLpk: 88.8 dBLin

	S	F	I
LAmx (dBA)	69.6	72.2	73.1
LAmn (dBA)	42.9	42.2	43.1
LLmax (dBLin)	78.0	80.8	81.6
LLmin (dBLin)	59.4	57.6	60.6
LAF01	61.9		
LAF05	51.6		
LAF10	49.1		
LAF90	44.2		
LAF95	43.8		
LAF99	43.0		

Icea S.r.l. Intv T.H. (File N. 17)
Time History - Live (A Fast)

Nome	Inizio	Durata	Leq
Totale	22:06:02	00:10:01.250	50.4 dBA
Non Mascherato	22:06:02	00:08:24.750	46.3 dBA
Mascherato	22:06:23	00:01:36.500	56.6 dBA
auto	22:06:23	00:00:30.875	60.3 dBA
auto1	22:10:13	00:00:23.500	55.6 dBA
aereo in lontananza	22:14:13	00:00:42.125	48.5 dBA



3.1.3 STAZIONE FONOMETRICA POSTAZIONE3

POS. 3: in corrispondenza del ricettore n. 3			
Rumore residuo – diurno		Report n. 2	
L _{Aeq} dB(A) 64,4	L _{AF 90} 50,0 dB(A)	L_{Aeq} non mascherato(1) 51,5 dB(A)	
Componenti tonali	No <input checked="" type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/>	a _____ Hz
Componenti impulsive	No <input checked="" type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/>	
L_{Aeq} corretto in dB(A): 51,5			
Sorgenti esterne: a) traffico veicolare.			
Note: 1) il transito di veicoli in prossimità del fonometro è stato mascherato.			

POS. 3: in corrispondenza del ricettore n. 3			
Rumore residuo – notturno		Report n. 6	
L _{Aeq} dB(A) 55,1 dB(A)	L _{AF 90} 44,9 dB(A)	L_{Aeq} non mascherato(1) 48,2 dB(A)	
Componenti tonali	No <input checked="" type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/>	a _____ Hz
Componenti impulsive	No <input checked="" type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/>	
L_{Aeq} corretto in dB(A): 48,0			
Sorgenti esterne: a) traffico veicolare.			
Note: 1) il transito di veicoli in prossimità del fonometro è stato mascherato.			

Report n°: 2

Strumentazione: Larson-Davis 824 Velocità di Campionamento: 0.1 sec Range (A): 18 - 108 dB	Costanti di Tempo Misure in banda larga: S, F, I Statistiche in banda larga: F Spettro in frequenza: F	Data: 23/01/2015 Ora inizio misura: 17:25:35 Ora fine misura: 17:35:36 Durata Misura: 601.0 sec Località: Fontanelato (Pr)
---	---	---

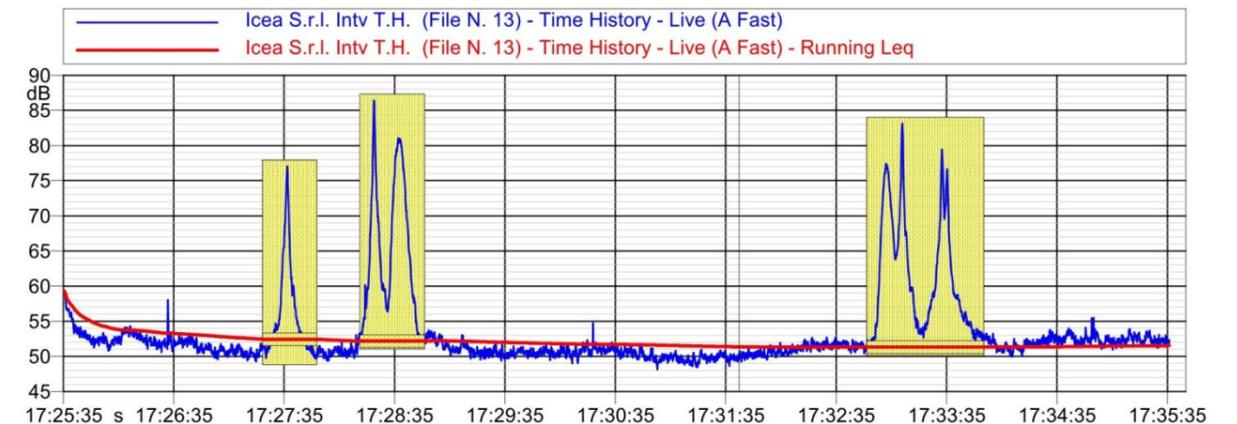
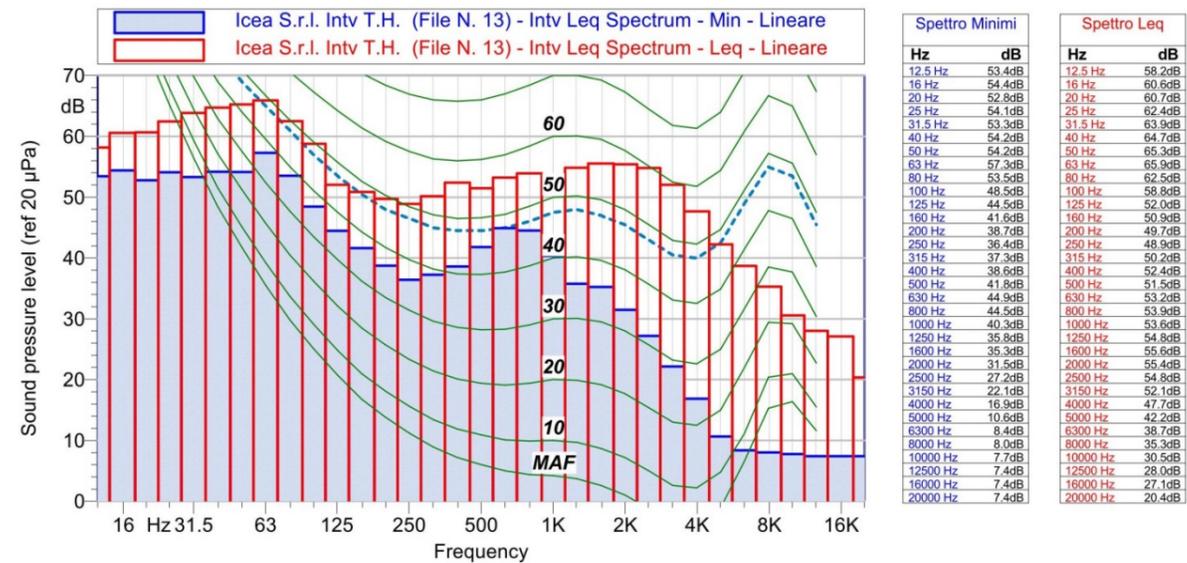
L_{Aeq}: 64.4 dBA
Leq: 73.0 dBLin
LLpk: 101.2 dBLin

	S	F	I
L_{Amax} (dBA)	83.3	86.7	87.6
L_{Amin} (dBA)	48.9	48.2	48.8
LL_{max} (dBLin)	89.4	90.9	92.6
LL_{min} (dBLin)	63.5	61.6	64.7

LAF01	78.9
LAF05	68.2
LAF10	58.8
LAF90	50.0
LAF95	49.6
LAF99	49.1

Icea S.r.l. Intv T.H. (File N. 13)
Time History - Live (A Fast)

Nome	Inizio	Durata	Leq
Totale	17:25:35	00:10:01	64.4 dB
Non Mascherato	17:25:35	00:07:52.625	51.5 dB
Mascherato	17:27:23	00:02:08.375	70.9 dB
auto	17:27:23	00:00:29.500	63.8 dB
auto 1	17:28:16	00:00:35.250	74.3 dB
auto 2	17:32:51	00:01:03.625	69.5 dB

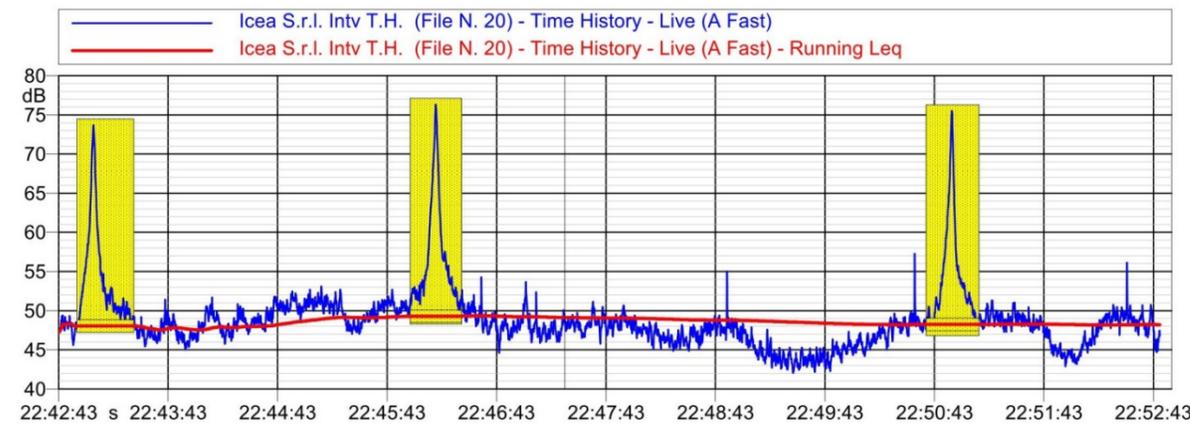
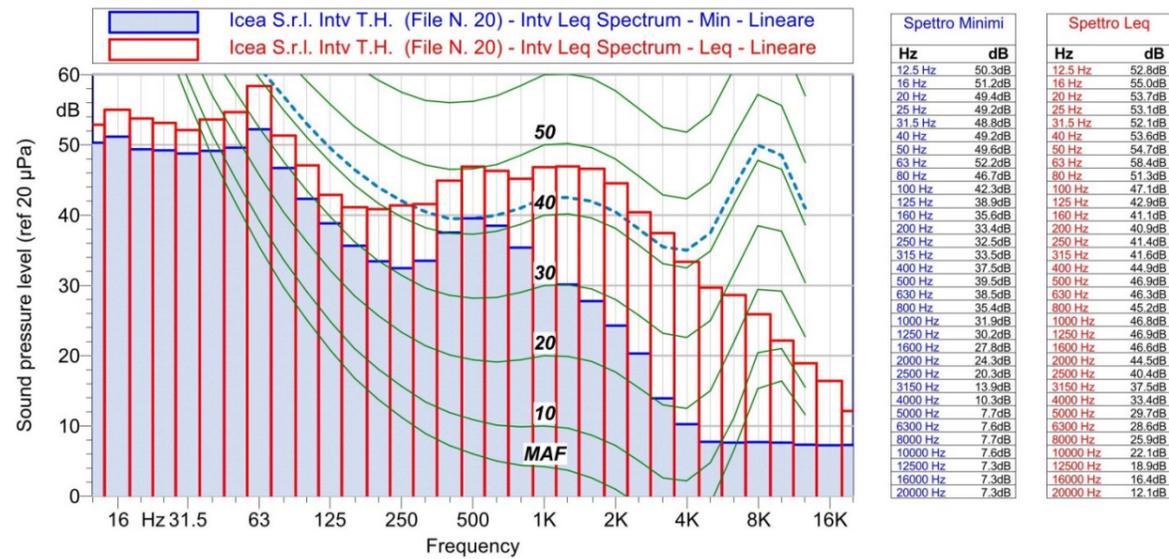


Report n°: 6

Strumentazione: Larson-Davis 824 Velocità di Campionamento: 0.1 sec Range (A): 18 - 108 dB	Costanti di Tempo Misure in banda larga: S, F, I Statistiche in banda larga: F Spettro in frequenza: F	Data: 23/01/2015 Ora inizio misura: 22:42:43 Ora fine misura: 22:52:46 Durata Misura: 603.5 sec Località: Fontanellato (Pr)
---	---	--

LAeq: 55.1 dBA			
Leq: 63.9 dBLin			
LLpk: 89.9 dBLin			
	S	F	I
LAmx (dBA)	73.9	76.4	77.5
LAmn (dBA)	43.0	42.1	42.9
LLmax (dBLin)	76.9	79.7	80.1
LLmin (dBLin)	58.6	56.3	59.9
LAF01	68.8		
LAF05	54.7		
LAF10	51.7		
LAF90	44.9		
LAF95	44.0		
LAF99	42.9		

Icea S.r.l. Intv T.H. (File N. 20)			
Time History - Live (A Fast)			
Nome	Inizio	Durata	Leq
Totale	22:42:43	00:10:03.500	55.1 dB
Non Mascherato	22:42:43	00:08:35.125	48.2 dB
Mascherato	22:42:53	00:01:28.375	62.6 dB
auto	22:42:53	00:00:31.125	61.2 dB
auto1	22:45:55	00:00:28.250	64.0 dB
auto2	22:50:38	00:00:29	62.2 dB



3.1.4 ANALISI DEL CLIMA ACUSTICO PRESSO I RICETTORI

Sulla base delle misure fonometriche i cui alla tabella 3.1, ai ricettori esposti elencati nel precedente capitolo 2.2 possono essere associati i livelli di rumorosità per il periodo diurno (quando si esercita l'attività lavorativa – attività di cantiere) i livelli equivalenti riportati nella successiva tabella 3.2.

Tabella 3.2: Livello equivalente ai ricettori esposti desunti dalle misure fonometriche

Ricettore	Distanza minima dalla pista di cantiere	Distanza minima dalla pista di cantiere	Limite assoluto diurno dBA	Zona Acustica	Livello Equivalente dBA
RRUM0029	30	163	60,0	III	51,5
RRUM0030	43	55	60,0	III	51,5
RRUM0031	77	44	60,0	III	50,5
RRUM0032	88	73	60,0	III	50,5
RRUM0033	290	256	60,0	III	47,0
RRUM0034A	299	320	60,0	III	47,0
RRUM0034B	281	258	60,0	III	47,0
R1.1	200	199	60,0	III	50,5
R1.2	226	225	60,0	III	50,5
R2.1	202	191	60,0	III	50,5
R2.2	220	209	60,0	III	50,5

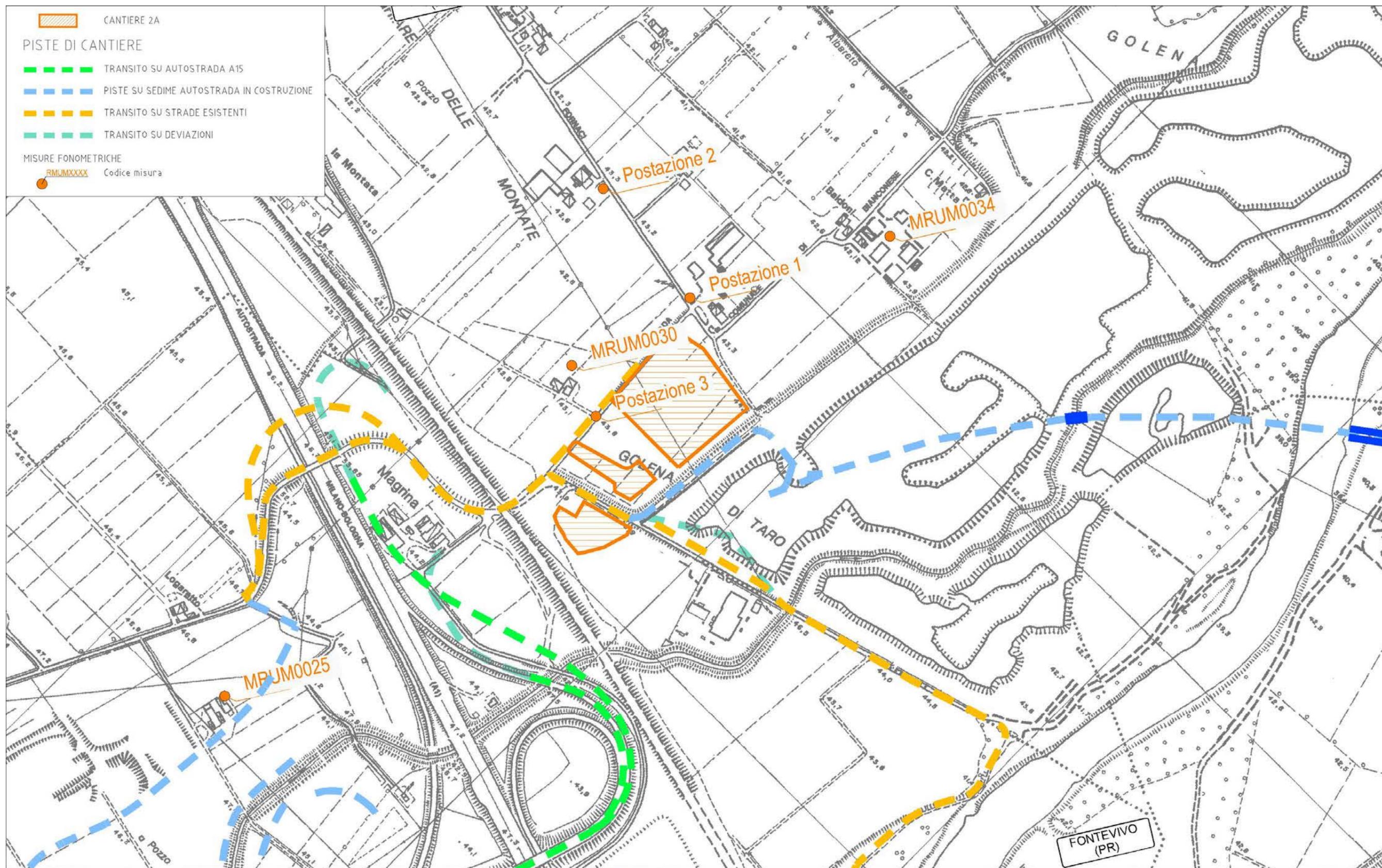


Figura 3.1 – Individuazione misure fonometriche – scala 1:5.000

4 QUADRO DI RIFERIMENTO PREVISIONALE

4.1 TRAFFICO RELATIVO AL CANTIERE 2A

I dati di traffico nell'area geografica del cantiere 2A sono legati al trasporto degli inerti per CLS e misto cementato e agli stessi CLS e misto cementato. Si tratta quasi esclusivamente di mezzi industriali pesanti costituiti da autocarri e autobetoniere.

Le successive Tabella 4.1 e 4.2, riportano un estratto dell'elaborato RAAA1EICNCN02CRE056A "Nota esplicativa sui flussi di traffico dei mezzi di cantiere" nel quale sono descritti i materiali movimentati che interessano il cantiere 2A con i relativi traffici indotti.

- pari a $L_w(A) = 102$ dBA;
2. Impianto produzione calcestruzzo A: per tale impianto è stato dichiarato un livello di potenza acustica pari a $L_w(A) = 102$ dBA;
 3. Impianto produzione calcestruzzo B: per tale impianto è stato dichiarato un livello di potenza acustica pari a $L_w(A) = 102$ dBA;

Nella successiva figura 4.1 si riporta la posizione indicativa degli impianti sopra citati.

Tabella 4.1 flussi di traffico dei mezzi relativi all'area di cantiere 2A

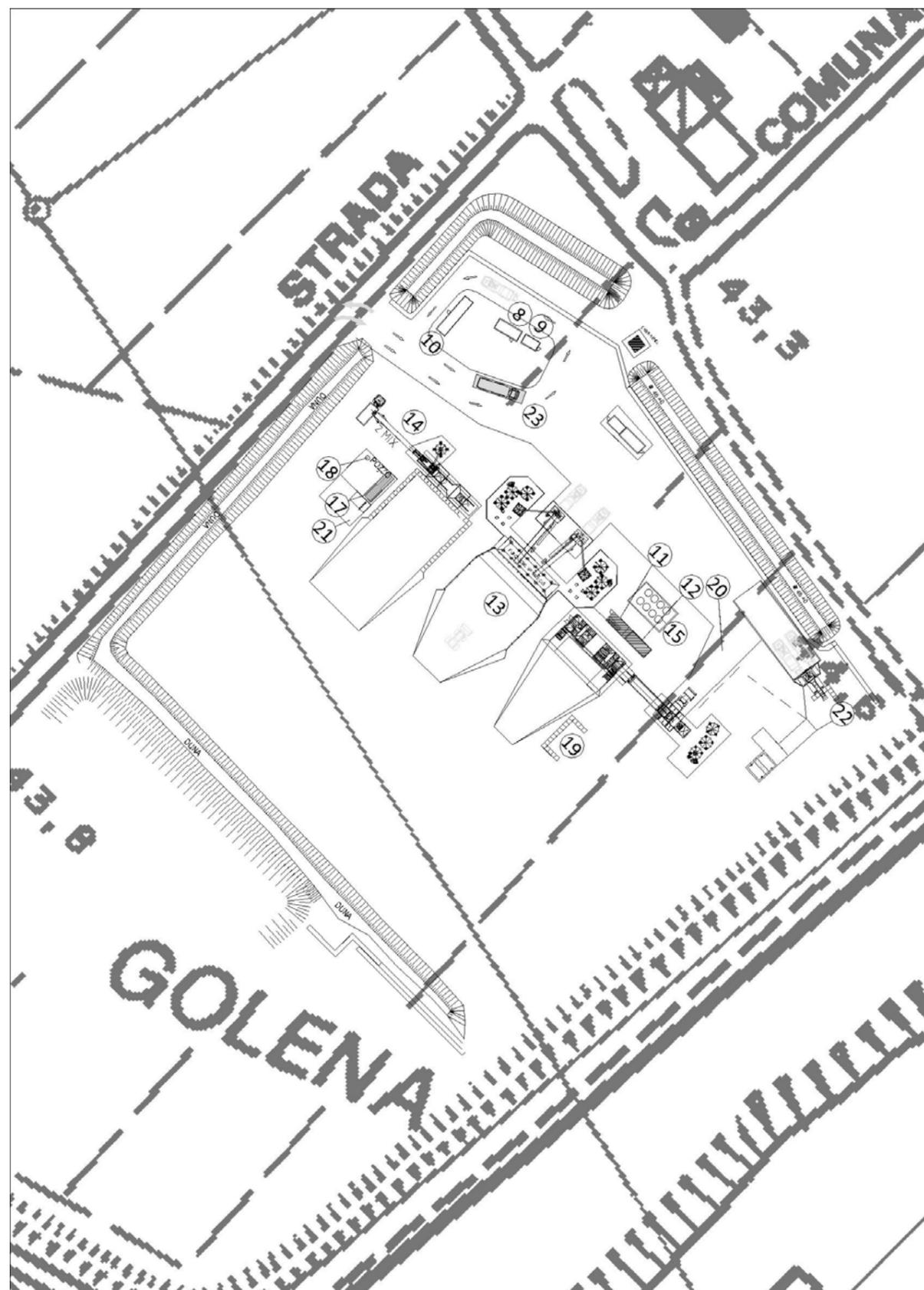
descrizione attività	Ambito	Volumi da movimentare (m³)	Descrizione percorso	Viabilità interessata	Capacità di trasporto (m³)	Durata attività (giorni lavorativi)	Numero transiti giornalieri A/R
Bilancio movimentazione inerti pregiati per CLS	1A	33.135	Sabbia da A1 al cantiere 2A	A1 / A15 / Cepim	20	396	8
		33.135	Sabbia da area golenale Po al cantiere 2A	S.C. per Torricella / Via caduti della guerra / S.P. 8 / Via Provinciale / S.P. 10	20	396	8
		123.074	Inerti da A1 al cantiere 2A	A1 / A15 / Cepim	20	396	31
		64.585	Cemento da A1 al cantiere 2A	A1 / A15 / Cepim	30	396	11
Bilancio movimentazione calcestruzzi	1A	60.748	Dal cantiere cls 2A all'ambito 1A	Interna al cantiere	10	396	31
	2	92.544	Dal cantiere cls 2A all'ambito 2	Interna al cantiere	10	396	47
	1B	31.237	Dal cantiere cls 2A all'ambito 1B	Interna al cantiere	10	396	16
Bilancio movimentazione inerti pregiati per Misto cementato	1A	38.730	Da ambito di cava 1PR	A15 / CEPIM	20	132	29
Bilancio movimentazione misti cementati	1A	24.731	Da impianto MC ad ambito 1A	Interna al cantiere	20	132	19
	2	0	Da impianto MC ad ambito 2	Interna al cantiere	20	0	0
	1B	13.999	Da impianto MC ad ambito 1B	Interna al cantiere	20	132	11

Il traffico complessivo giornaliero ammonta a 211 mezzi/ora che distribuito nelle 10 ore lavorative equivale a 21 mezzi/ora pesanti.

4.2 IMPIANTI PRESSO IL CANTIERE 2A

Come già indicato nella Valutazione previsionale d'impatto acustico, relativa alla predisposizione di un cantiere temporaneo da parte della ditta I.C.E.A. S.r.l. dei F.lli Di Fede, sono previsti nella stessa area di cantiere i seguenti macchinari che costituiscono sorgenti fisse:

1. Impianto produzione misto cementato: per tale impianto è stato dichiarato un livello di potenza acustica



- 8 Cabina controllo impianti
- 9 Sala d'attesa autisti
- 10 Spogliatoio, bagno e uffici
- 11 Cabina di trasformazione CTRN
- 12 Locale quadri generale area di cantiere
- 13 Impianto A e B di Calcestruzzo
- 14 Impianto di misto cementato
- 15 Cisterna additivo e vasca di contenimento
- 16 Deposito inerti
- 17 Cisterna acqua
- 18 Pozzo acqua
- 19 Depositi temporaneo non pericoloso
- 20 Canalina di raccolta acque impianti CLS
- 21 Area esterna per prove su CLS fresco + laboratorio
- 22 Impianto euroeco recupero acque di lavaggio
- 23 Pesa

Figura 4.1: Posizione indicativa degli impianti di produzione calcestruzzo e misti cementati – scala 1:2.000.

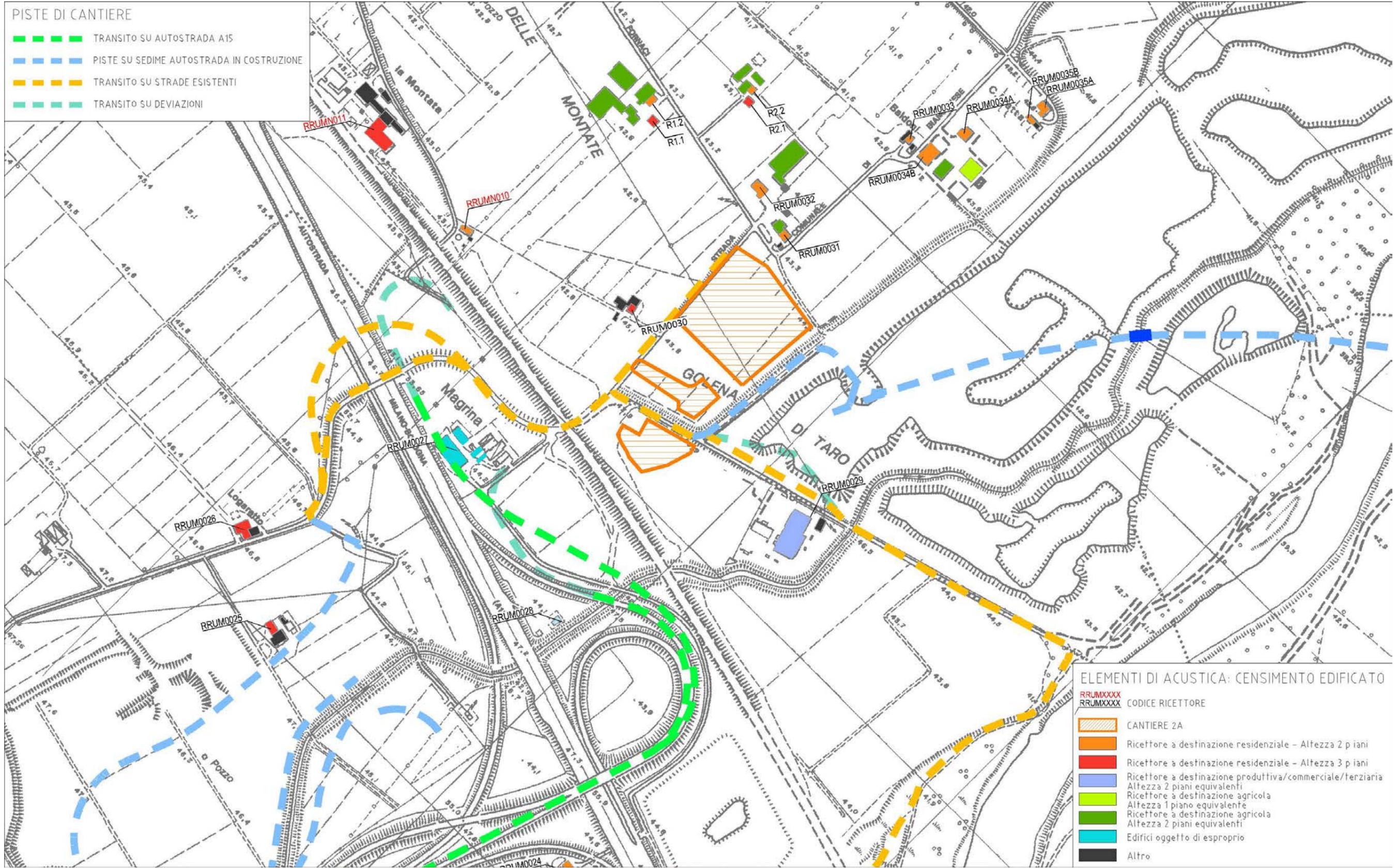


Figura 4.2 – Ricettori esposti e piste di cantiere – scala 1:5.000

5 PREVISIONE LIVELLI DI RUMORE SUI RICETTORI

5.1 MODELLO PER IL DISTURBO CAUSATO DAI MEZZI DI TRASPORTO

Il percorso utilizzato dai mezzi di trasporto dal cantiere 2A alle piste di cantiere della TIBRE, rappresentato in Fig. 4.2, comprende le piste e le strade indicate nella Figura 4.2.

Applicando gli algoritmi del modello SEL (v. Allegato B1), alimentato con i dati di traffico indicati, si ottiene per i potenziali ricettori esposti la situazione d'impatto descritta in seguito.

Nei calcoli tabulati sono stati considerati i seguenti parametri:

- velocità media di percorrenza: compresa tra 30 e 50 km/h;
- veicoli industriali pesanti: $SEL_{VIP} = 83,9$ dBA (v. Allegato B1 tabella B1);
- Veicoli totali transitanti presso i ricettori esposti in fregio alla viabilità: 21 v/h;
- fondo stradale in asfalto liscio.

La relazione per il calcolo del livello sonoro equivalente nello spazio L_{Aeq} , mediante modello matematico SEL (v. Allegato B1), è la seguente.

$$L_{Aeq} = 10 \times \log \left[\frac{1}{3600} \left(21 \times 10^{\frac{83,9}{10}} + \right) \right] + \Delta L_v + \Delta L_s + \Delta L_G + \Delta L_Z - \Delta L_{dis\ tan\ za} - \Delta L_{suolo} - \Delta L_{aria}$$

dove:

ΔL_v = fattore di correzione per le diverse velocità medie del flusso da traffico;

ΔL_s = fattore di correzione per il tipo di manto stradale;

ΔL_G = fattore di correzione per la pendenza della strada;

ΔL_Z = fattore di correzione per il tipo di strada aperta o chiusa da mure cittadine;

$\Delta L_{distanza} = 10 \times \log[(d + D)/(D \times \cos \delta)]$;

$\Delta L_{suolo} = (1 - e^{-d/300}) \times (1 + 20/h_m)$;

$\Delta L_{aria} = 0,005 \times d$;

d = distanza tra ciglio della strada e ricettore;

h_m = altezza media sorgente ricettore;

δ = angolo formato dall'orizzontale e dalla congiungente tra sorgente e ricettore;

D = distanza tra ciglio della strada (punto di osservazione) e mezzera stradale;

V_m = velocità media flusso traffico;

h_r = altezza ricettore;

h_s = altezza sorgente.

DC = indice di direttività della sorgente;

A_{div} = attenuazione dovuta alla divergenza geometrica;

A_{atm} = attenuazione dovuta all'assorbimento atmosferico;

A_{gr} = attenuazione dovuta all'effetto del suolo;

d = distanza tra sorgente e ricevitore;

h_m = altezza media tra sorgente e ricevitore;

h_s = altezza sorgente;

h_r = altezza ricevitore;

α = coefficiente di attenuazione (8,686/1000 dB);

5.3 RISULTATI OTTENUTI

Il calcolo del livello sonoro ai ricettori è stato effettuato sulla base delle seguenti considerazioni:

- gli aspetti climatici considerati sono "l'Umidità relativa media annua durante il periodo diurno", pari a UR = 50%, e la "Temperatura media annua durante il periodo diurno", pari a Tm = 15°;
- le sorgenti acustiche nella situazione maggiormente critica sono legate all'impianto produzione misto cementato ($L_w = 102,0$ dBA), all'impianto produzione calcestruzzo A ($L_w = 102,0$ dBA), all'impianto produzione calcestruzzo B ($L_w = 102,0$ dBA) e al traffico pesante di autocarri e autobetoniere ($L_{Aeq,h\ truck} = 61,6$ dBA);

Nelle successive Tabelle sono riportati i risultati forniti dall'applicazione della norma ISO 9613 e del modello SEL, ottenuti nel rispetto delle considerazioni sopraelencate.

Tabella 5.1 – Livelli di emissione attesi ai ricettori esposti dalle varie sorgenti

Ricettore	distanza ricettore misto cementato	livello attività misto cementato	distanza ricettore impianto CLS A	livello attività impianto CLS A	distanza ricettore impianto CLS B	livello attività impianto CLS B	distanza ricettore pista di transito automezzi	livello attività traffico pesante
RRUM0029	298	38,6	288	39,0	280	39,3	30	51,5
RRUM0030	140	46,1	156	45,1	163	44,6	43	49,3
RRUM0031	91	50,4	86	50,9	88	50,7	77	45,5
RRUM0032	127	47,1	133	46,6	141	46,0	88	44,6
RRUM0033	308	38,3	293	38,8	295	38,7	290	34,9
RRUM0034A	367	36,5	351	37,0	349	37,0	299	34,7
RRUM0034B	303	38,5	294	38,8	291	38,9	281	35,2
R1.1	249	40,4	267	39,7	279	39,3	200	38,2
R1.2	275	39,4	293	38,8	306	38,4	226	37,2
R2.1	248	40,5	257	40,1	264	39,9	202	38,2
R2.2	265	39,8	275	39,4	281	39,2	220	37,4

5.2 MODELLO PER IL DISTURBO GENERATO DAL CANTIERE TEMPORANEO

Il calcolo del Livello equivalente indotto dall'attività di scavo e dai lavori di impermeabilizzazione dei bacini è stato effettuato utilizzando la seguente relazione (modello matematico ISO9613; v. Allegato B2):

$$L_p = L_w + DC - A_{div} + A_{atm} + A_{gr} = L_w + \left[10 \times \log \left(1 + \frac{d^2 + (h_s - h_r)^2}{d^2 + (h_s + h_r)^2} \right) \right] - \left[20 \times \log \left(\frac{d}{d_0} \right) + 11 \right] - \left[\frac{\alpha \times d}{1000} \right] - \left[4,8 - \left(\frac{2 \times h_m}{d} \right) \times \left(17 + \frac{300}{d} \right) \right]$$

dove:

L_p = livello sonoro nella posizione del ricevitore;

L_w = livello di potenza sonora della sorgente;

Tabella 5.2 – Sintesi della situazione d’impatto per i ricettori situati nelle zone adiacenti al cantiere 2A

livello attività	livello ante operam	livello totale	Limiti di zona day	Superam.	Leq differenz.	Limiti diff.	Superam.	Limite assoluto diurno per attività di cantiere	Superam.	livello attività
52,2	51,5	54,9	60,0	NO	3,4	5	NO	70	NO	52,2
52,7	51,5	55,2	60,0	NO	3,7	5	NO	70	NO	52,7
55,9	50,5	57,0	60,0	NO	6,5	5	SI	70	NO	55,9
52,2	50,5	54,4	60,0	NO	3,9	5	NO	70	NO	52,2
44,0	47	48,8	60,0	NO	1,8	5	NO	70	NO	44,0
42,4	47	48,3	60,0	NO	1,3	5	NO	70	NO	42,4
44,1	47	48,8	60,0	NO	1,8	5	NO	70	NO	44,1
45,5	50,5	51,7	60,0	NO	1,2	5	NO	70	NO	45,5
44,6	50,5	51,5	60,0	NO	1,0	5	NO	70	NO	44,6
45,8	50,5	51,8	60,0	NO	1,3	5	NO	70	NO	45,8
45,1	50,5	51,6	60,0	NO	1,1	5	NO	70	NO	45,1

Alla luce dei dati contenuti nelle precedenti tabelle sono possibili le seguenti considerazioni:

- ai Ricettori esposti non è mai superato il limite assoluto di zona di 60 dBA, stabilito dal D.P.C.M. 01/03/91, della classe III “aree di tipo misto”;
- al ricettore RRUM0031 avviene il superamento del livello differenziale di 5 dBA, di cui all’art. 2 comma 3 lettera b) della L. N. 447 del 26/10/1995; si tratta però di un ricettore disabitato.

5.4 MISURE DI MITIGAZIONE

In base alle analisi svolte emerge che i livelli d’immissione del rumore sono conformi alla legislazione vigente in materia l’impatto acustico.

L’area di cantiere è stata mitigata con delle dune da posizionare a nord e ad est come indicato nella precedente Fig. 4.1, di altezza pari a circa 3 metri. L’effetto che si avrebbe è rappresentato nelle successive tabelle 5.3 e 5.4.

Tabella 5.1 – Livelli di emissione attesi ai ricettori esposti dalle varie sorgenti con interposizione di duna

Ricettore	distanza ricettore EURO 2 MIX	livello attività EURO 2 MIX	distanza ricettore EURO 5 DP MAX	livello attività EURO 5 DP MAX	distanza ricettore FAST 130	livello attività FAST 130	distanza ricettore pista di transito automezzi	livello attività traffico pesante
RRUM0030	140	40,8	156	39,9	163	38,9	43	49,3
RRUM0031	91	43,8	86	44,2	88	42,4	77	45,5
RRUM0032	127	41,5	133	41,2	141	39,6	88	44,6
RRUM0033	308	33,5	293	33,9	295	32,7	290	34,9
RRUM0034A	367	31,8	351	32,1	349	30,8	299	34,7
RRUM0034B	303	33,7	294	33,9	291	32,4	281	35,2
R1.1	249	35,6	267	35,0	279	34,4	200	38,2
R1.2	275	34,6	293	34,0	306	33,5	226	37,2
R2.1	248	35,7	257	35,3	264	34,8	202	38,2
R2.2	265	35,0	275	34,7	281	34,2	220	37,4

Tabella 5.2 – Sintesi della situazione d’impatto per i ricettori situati nelle zone adiacenti al cantiere 2A con interposizione di duna

Ricettore	livello attività	livello ante operam	livello totale	Limiti di zona day	Superam.	Leq differenz.	Limiti diff.	Superam.	Limite assoluto diurno per attività di cantiere	Superam.
RRUM0029	50,6	51,5	54,1	60,0	NO	2,6	5	NO	70	NO
RRUM0030	50,2	50,5	53,3	60,0	NO	2,8	5	NO	70	NO
RRUM0031	48,2	50,5	52,5	60,0	NO	2,0	5	NO	70	NO
RRUM0032	39,9	47	47,8	60,0	NO	0,8	5	NO	70	NO
RRUM0033	38,6	47	47,6	60,0	NO	0,6	5	NO	70	NO
RRUM0034A	39,9	47	47,8	60,0	NO	0,8	5	NO	70	NO
RRUM0034B	42,1	50,5	51,1	60,0	NO	0,6	5	NO	70	NO
R1.1	41,1	50,5	51,0	60,0	NO	0,5	5	NO	70	NO
R1.2	42,2	50,5	51,1	60,0	NO	0,6	5	NO	70	NO
R2.1	41,5	50,5	51,0	60,0	NO	0,5	5	NO	70	NO
R2.2	50,6	51,5	54,1	60,0	NO	2,6	5	NO	70	NO

Alla luce dei dati contenuti nelle precedenti tabelle si evince un miglioramento delle condizioni di clima acustico nei confronti del ricettore esposto:

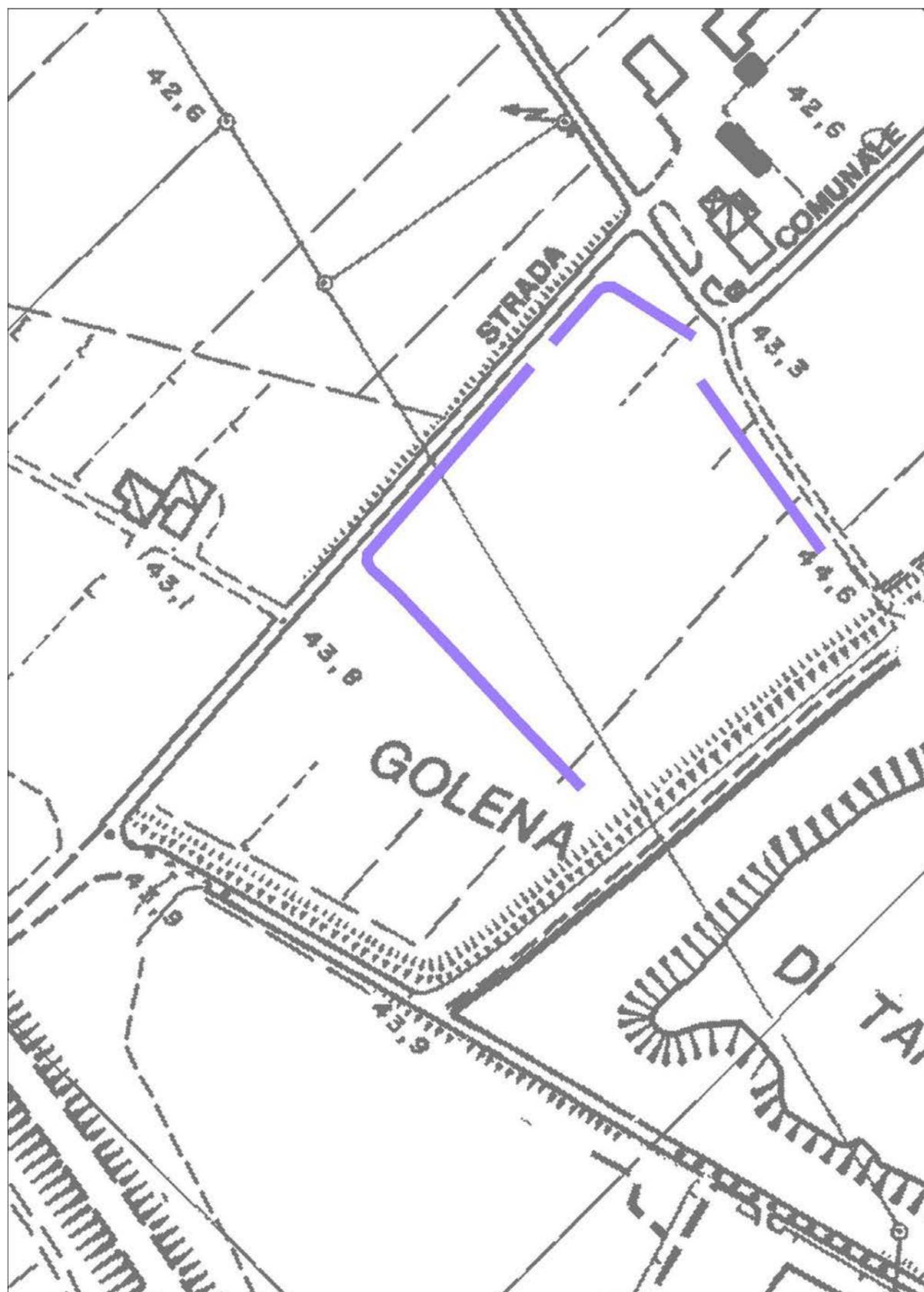


Figura 5.1: Posizione indicativa di eventuali dune in terra (linea colore viola) – scala 1:2.000

5.5 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Nella fase di cantiere il traffico generato dal cantiere 2A non comporta né il superamento del limite di $L_{Aeq} = 70$ dBA, di cui alla D.G. della Regione Emilia Romagna n. 2002/45 del 21/1/2002, né il superamento del limite di zona diurno di 60 dBA, stabilito dal D.P.C.M. 01/03/91, per la classe III "aree di tipo misto".

Anche se non sussistono situazioni di impatto oltre i limiti legislativi le ditte impegnate nel transito sulle piste di cantiere devono adottare le seguenti ulteriori misure di mitigazione:

- all'interno dei cantieri le macchine in uso dovranno operare in conformità alle direttive CE in materia d'emissione acustica ambientale delle macchine ed attrezzature destinate a funzionare all'aperto, così come recepite dalla legislazione italiana;
- all'interno degli stessi dovranno comunque essere utilizzati tutti gli accorgimenti tecnici e gestionali al fine di minimizzare l'impatto acustico verso l'esterno;
- in tutte le piste di cantiere è opportuno mantenere il limite di velocità dei 30 km/h.

ALLEGATO A – RIFERIMENTI LEGISLATIVI

A1- Definizioni

I termini tecnici, utilizzati nel presente documento, derivano dall'art. 2 della Legge n. 447 del 26/10/1995 e nell'allegato A del DPCM 01/03/1991.

- Inquinamento acustico: l'introduzione di rumore nell'ambiente abitativo o nell'ambiente esterno tale da provocare fastidio o disturbo al riposo ed alle 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.
- Ambiente abitativo: ogni ambiente interno ad un edificio destinato alla permanenza di persone o di comunità ed utilizzato per le diverse attività umane, fatta eccezione per gli ambienti destinati ad attività produttive, salvo per quanto concerne l'immissione di rumore da sorgenti sonore esterne ai locali in cui si svolgono le attività produttive.
- Sorgenti sonore fisse: gli impianti tecnici degli edifici e le altre installazioni unite agli immobili anche in via transitoria il cui uso produca emissioni sonore; le infrastrutture stradali, ferroviarie, aeroportuali, marittime, industriali, artigianali, commerciali ed agricole; i parcheggi; le aree adibite a stabilimenti di movimentazione merci; i depositi dei mezzi di trasporto di persone e merci; le aree adibite ad attività sportive e ricreative.
- Sorgenti sonore mobili: tutte le sorgenti sonore non comprese al punto precedente.
- Valori limite d'emissione: il valore massimo di rumore che può essere emesso da una sorgente sonora, misurato in prossimità della sorgente stessa.
- Valori limite d'immissione: il valore massimo di rumore che può essere emesso da una o più sorgenti sonore nell'ambiente abitativo o nell'ambiente esterno, misurato in prossimità dei ricettori.
- Valori d'attenzione: il valore di rumore che segnala la presenza di un potenziale rischio per la salute umana o per l'ambiente.
- Valori di qualità: i valori di rumore da conseguire nel breve, nel medio e nel lungo periodo con le tecnologie e le metodiche di risanamento disponibili, per realizzare gli obiettivi di tutela previsti dalla Legge n. 447.
- Livello di rumore residuo (Lr): è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato "A" che si rileva quando si escludono le specifiche sorgenti disturbanti. Esso deve essere misurato con le identiche modalità impiegate per la misura del rumore ambientale.
- Livello di rumore ambientale (La): è 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.
- Livello differenziale di rumore: differenza tra il livello $leq(A)$ di rumore ambientale e quello del rumore residuo.

Il concetto di livello differenziale si applica solo ai valori di immissione e pertanto i valori limite di immissione sono distinti in:

- valori limite assoluti, determinati con riferimento al livello equivalente di rumore ambientale;
- valori limite differenziali, determinati con riferimento alla differenza tra il livello equivalente di rumore ambientale ed il rumore residuo.

A2 - D.P.C.M. 01/03/1991

Il 01/03/1991 è stato emanato il D.P.C.M. dal titolo "Limiti massimi d'esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno"; nell'allegato "A" al D.P.C.M. citato sono sancite le modalità di misura del livello sonoro (quantificato in modo univoco tramite il Livello di Pressione Sonora Continuo Equivalente Ponderato "A", L_{AeqT}) e le penalizzazioni nel caso di rumori con componenti impulsive o tonali.

Nell'allegato "B" sono invece riportati i limiti massimi di rumorosità ammessa in funzione della destinazione d'uso del territorio (v. Tab. All. A1).

Tabella All. A1 – Classi di destinazione d'uso del territorio comunale.

Classe	Denominazione	Descrizione
Classe I	Aree particolarmente protette	Rientrano in questa classe le aree nelle quali la quiete rappresenta un elemento di base per la loro utilizzazione; aree ospedaliere, scolastiche, aree destinate al riposo ed allo svago, aree residenziali rurali, aree di particolare interesse urbanistico, parchi pubblici, ecc.
Classe II	Aree destinate ad uso prevalentemente residenziale	Rientrano in questa classe le aree urbane interessate prevalentemente da traffico veicolare locale, con bassa densità di popolazione, con limitata presenza di attività commerciali ed assenza di attività industriali ed 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 d'intensa attività umana	Rientrano in questa classe le aree urbane interessate da traffico veicolare, con alta densità di popolazione, con elevata presenza di attività artigianali; le aree in prossimità di strade di grande comunicazione e linee ferroviarie; le aree con limitata presenza di piccole industrie
Classe V	Aree prevalentemente industriali	Rientrano in questa classe le aree interessate da insediamenti industriali e con scarsità d'abitazioni
Classe VI	Aree esclusivamente industriali	Rientrano in questa classe le aree esclusivamente interessate da attività industriali e prive d'insediamenti abitativi

Tabella All. A2 – Valori limite di immissioni validi in regime definitivo.

Classe	Classi di destinazione d'uso del territorio	Limiti assoluti (dBA)		Limiti differenziali (dBA)	
		notturno	diurno	notturno	diurno
I	Aree particolarmente protette	40	50	3	5
II	Aree prevalentemente residenziali	45	55	3	5
III	Aree di tipo misto	50	60	3	5
IV	Aree di intensa attività umana	55	65	3	5
V	Aree prevalentemente industriali	60	70	3	5
VI	Aree esclusivamente industriali	70	70	-	-

L'applicabilità dei limiti suddetti è subordinata alla zonizzazione del territorio (v. Tab. All. A1), che compete ai singoli Comuni. In attesa che essi provvedano a tale incombenza, valgono comunque limiti provvisori basati sulla zonizzazione urbanistica (v. Tab. All. A3).

Tabella All. A3 – Valori limite di immissione validi in regime transitorio.

Zonizzazione	Limiti assoluti (dBA)		Limiti differenziali (dBA)	
	notturno	diurno	notturno	diurno
A (art.2 DM 02/04/1968)	55	65	3	5
B (art.2 DM 02/04/1968)	50	60	3	5
Altre (tutto il territorio)	60	70	3	5
Esclusivamente industriali	70	70	-	-

Le aree residenziali di completamento sono usualmente classificate in zona B, mentre i centri storici in zona A.

Va tuttavia precisato che una lettura pedissequa del testo del D.P.C.M. citato porta ad escludere l'applicabilità dei limiti provvisori alle sorgenti mobili, giacché il testo della norma recita testualmente: "In attesa della suddivisione del territorio comunale nelle zone di cui alla tabella 1, si applicano per le sorgenti sonore fisse i seguenti limiti di

accettabilità: etc. etc.“

Tuttavia la nuova Legge Quadro sull'Inquinamento Acustico, di cui si riferisce in un successivo paragrafo, ha modificato in maniera definitiva questo punto, perché include esplicitamente le infrastrutture di trasporto fra le sorgenti sonore fisse.

Va infine precisato che, a livello di misurazione del rumore ambientale, il D.P.C.M. distingue chiaramente fra sorgenti sonore fisse e mobili. Per queste ultime il Livello Equivalente va misurato (o calcolato) relativamente all'intera durata del periodo di riferimento considerato (diurno e notturno), mentre per le sorgenti fisse la misura va limitata all'effettiva durata del fenomeno rumoroso.

Oltre ai limiti assoluti, di cui si è ampiamente riferito sopra, il D.P.C.M. 1 marzo 1991 prevede anche limiti di tipo differenziale: nessuna sorgente sonora **specificata** può portare ad un innalzamento della rumorosità superiore a 5 dB diurni e 3 dB notturni, misurati **negli ambienti abitativi**, a finestre aperte. Normalmente si assume che, sebbene a rigore tale verifica andrebbe effettuata all'interno delle abitazioni, il rispetto del limite differenziale verificato all'esterno degli edifici sia garanzia sufficiente anche per il rispetto di tale limite all'interno.

In base alle definizioni riportate nell'allegato A al D.P.C.M. si evince che il criterio differenziale può essere applicato solo a specifiche sorgenti disturbanti, e non alla "rumorosità d'insieme" in un certo sito. L'applicabilità del criterio differenziale al rumore da traffico stradale è stata dunque ampiamente contestata, e sicuramente non può essere sostenuta in termini assoluti (confrontando cioè il rumore rilevato in presenza di traffico con quello che si ha in completa assenza dello stesso), anche e soprattutto perché considerando il traffico stradale nel suo insieme viene a mancare la **specificata individuazione delle sorgenti** che è invece chiaramente richiesta dal D.P.C.M..

A3 - Legge 447 del 4/11/1995

La Legge Quadro sull'inquinamento acustico, è stata approvata dalla Camera dei Deputati il 25 maggio 1995 e, con modifiche molto limitate, dalla Commissione Ambiente del Senato il 26 luglio 1995. La firma della legge e la conseguente pubblicazione sulla G.U. sono datate rispettivamente 25 ottobre 1995 e 4 novembre 1995.

La legge, sebbene pienamente operativa soltanto dopo l'emanazione di tutti i previsti decreti attuativi, introdusse, sin dalla sua emanazione, alcune rilevanti innovazioni al quadro legislativo, chiarendo soprattutto determinati punti lasciati nel vago dal D.P.C.M. 1 marzo 1991.

I decreti attuativi avrebbero dovuto essere emanati tutti entro due anni dall'entrata in vigore della Legge Quadro, ed invece, a 6 anni dall'entrata in vigore, ne sono stati emanati solo poco più della metà. Mancano, in particolare, quelli relativi al rumore da traffico stradale. Sono pertanto qui illustrati i punti maggiormente rilevanti della Legge Quadro:

- L'art. 1 riporta le finalità della legge;
- L'art. 2 contiene le definizioni dei termini. In particolare, il comma c) definisce come sorgenti sonore **fisse**: *...le infrastrutture stradali, ferroviarie, aeroportuali, marittime, industriale, artigianali, agricole;*
- L'art. 3 definisce le competenze dello Stato.
- L'art. 4 definisce le competenze delle Regioni: entro il termine di 1 anno, esse debbono emanare una legge regionale sulla Classificazione del territorio in zone secondo il D.P.C.M. 1 marzo 1991; in tale legge regionale deve essere previsto esplicitamente il divieto di far confinare aree con limiti di rumorosità diversi di più di 5 dB(A), anche se appartenenti a comuni diversi. Inoltre devono essere precisati modalità, sanzioni e scadenze per l'obbligo di Classificazione del territorio per i comuni che adottano nuovi strumenti urbanistici generali o particolareggiati;
- L'art. 5 definisce le competenze delle Provincie;
- L'art. 6 definisce le competenze dei Comuni: essi sono tenuti ad adeguare entro 1 anno i regolamenti locali di igiene e sanità o di polizia municipale, in modo da renderli conformi alla Legge Quadro;
- L'art. 7 definisce i piani di risanamento acustico; tale articolo prevede anche che entro 2 anni, e successivamente con cadenza biennale, i Comuni con più di 50.000 abitanti siano tenuti a presentare una relazione sullo stato acustico del Comune;
- L'art. 8 reca disposizioni in materia d'Impatto Acustico; sono ricondotti entro i limiti di questa legge tutti i procedimenti di V.I.A. resi obbligatori dalla legge 8/7/86 n. 349, dal D.P.C.M. 10/8/88 n. 377 e dal D.P.C.M. 27/12/88; in ogni caso deve essere fornita al Comune una relazione di Impatto Acustico relativa alla realizzazione, modifica o potenziamento delle seguenti opere:
 - a) aeroporti, eliporti, aviosuperfici;
 - b) strade ed autostrade di ogni ordine e grado, escluse le interpoderali o private;
 - c) discoteche;
 - d) impianti sportivi e ricreativi;

e) ferrovie ed altri sistemi di trasporto su rotaia;

va poi notato che è richiesto uno studio di compatibilità acustica anche come allegato alla richiesta di licenza edilizia, per quegli edifici situati in prossimità delle opere di cui ai precedenti punti a), b) e c) (restano dunque escluse le ferrovie!). In pratica, però, la relazione di compatibilità acustica è richiesta quasi ovunque, basta che ci sia una strada comunale nei dintorni;

- L'art. 9 riguarda ordinanze contingibili ed urgenti;
- L'art. 10 riguarda le sanzioni amministrative previste: il comma 5 di tale articolo stabilisce che le società e gli enti gestori di servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, ivi comprese le autostrade, nel caso di superamento dei valori limite vigenti, hanno l'obbligo di presentare entro 6 mesi al Comune competente territorialmente piani di contenimento ed abbattimento del rumore; essi debbono indicare tempi di adeguamento, modalità e costi e sono obbligati ad impegnare, in via ordinaria, una quota fissa non inferiore al 5% dei fondi di bilancio previsti per le attività di manutenzione e di potenziamento delle infrastrutture stesse per l'adozione di interventi di contenimento ed abbattimento del rumore;
- L'art. 11 prevede 4 Regolamenti d'Esecuzione, che saranno emanati entro 1 anno mediante appositi D.P.R., sulla disciplina dell'inquinamento acustico prodotto dalle specifiche sorgenti: stradali, ferroviarie, marittime ed aeree;
- L'art. 12 limita il volume dei messaggi pubblicitari tele o radio trasmessi;
- L'art. 13 regola i contributi delle Regioni agli enti locali;
- L'art. 14 regola le attività di controllo;
- L'art. 15 riguarda il regime transitorio: fino all'emanazione dei Regolamenti di Esecuzione di cui all'art. 11, si applica il D.P.C.M. 1 marzo 1991, fatta eccezione per le infrastrutture di trasporto, limitatamente al disposto di cui agli art. 2, comma 2, e 6, comma 2; ciò significa che il criterio differenziale non va applicato alle infrastrutture di trasporto (strade, ferrovie, aeroporti); esse tuttavia, essendo state comprese esplicitamente nella definizione di sorgenti fisse, sono comunque soggette ai limiti assoluti provvisori, che in determinati casi possono risultare più restrittivi dei limiti definitivi derivanti dalla zonizzazione acustica;
- L'art. 16 riguarda l'abrogazione di norme in conflitto con la Legge Quadro;
- L'art. 17 definisce l'entrata in vigore della legge: 60 giorni dopo la pubblicazione sulla Gazzetta Ufficiale.

A4 - D.P.C.M. 14 novembre 1997

Sulla G.U. n. 280 del 1/12/1997 è stato pubblicato il DPCM del 14/11/1997, che sostituisce ed integra il "precedente" DPCM 01/03/1991, stabilendo i nuovi limiti assoluti e differenziali di rumorosità vigenti sul territorio, nonché i criteri d'assegnazione delle classi (che restano sostanzialmente gli stessi già visti).

Le principali novità del nuovo DPCM sono le seguenti:

- si definiscono per ciascun tipo di sorgente sonora due diversi limiti, detti di emissione e di immissione; i primi rappresentano il rumore prodotto nel punto recettore dalla sola sorgente in esame, mentre i secondi costituiscono la rumorosità complessiva prodotta da tutte le sorgenti (quello che nel DPCM 1 marzo 1991 era chiamato "rumore ambientale"); si osservi come queste definizioni risultino in parziale contrasto sia con la stessa Legge Quadro, sia con analoghe definizioni esistenti in normative di altri paesi: ad es., in Germania si definisce Livello di Immissione il rumore prodotto dalla singola sorgente sonora nel punto ricettore, mentre si definisce Livello di Emissione il rumore prodotto ad una distanza fissa normalizzata di 25 m dalla singola sorgente; il livello sonoro complessivo, prodotto da tutte le sorgenti, si chiama ancora rumore ambientale; anche la Legge Quadro suggerisce una definizione analoga, sebbene non sufficientemente specifica;
- i limiti di immissione sono gli stessi già indicati dal DPCM 1 marzo 1991 (v. Tab. All. A1), così come la definizione delle classi di destinazione d'uso del territorio; in attesa che i comuni provvedano all'attribuzione di tali classi, si adottano i limiti provvisori previsti dal DPCM 1 marzo 1991;
- i limiti di emissione sono riportati in Tab. All. A4, in funzione della classe di destinazione d'uso del territorio, e sono in pratica sempre inferiori di 5 dB rispetto ai relativi limiti di immissione; per esempio, se si ipotizza di trovarsi in una zona di classe IV (lim. diurno 65 dB(A)), una singola sorgente sonora non può superare (da sola) i 60 dB(A), mentre

l'assieme di tutte le sorgenti sonore non può superare i 65 dB(A); non è chiaro tuttavia a che distanza dalla sorgente sonora stessa dovrà essere effettuata la verifica del limite d'emissione;

Tabella All. A4 – Valori limite di emissione validi in regime definitivo.

Classe	Classi di destinazione d'uso del territorio	Limiti assoluti di emissione (dBA)	
		notturno	diurno
I	Aree particolarmente protette	35	45
II	Aree prevalentemente residenziali	40	50
III	Aree di tipo misto	45	55
IV	Aree di intensa attività umana	50	60
V	Aree prevalentemente industriali	55	65
VI	Aree esclusivamente industriali	65	65

- sono ribaditi i valori limite differenziali di immissione di 5 dB diurni e 3 dB notturni, validi all'interno delle abitazioni; tali limiti non si applicano nelle zone di classi VI, ed inoltre quando il livello di immissione, misurato a finestre aperte, è inferiore a 50 dB(A) di giorno ed a 40 dB(A) di notte, ovvero quando, a finestre chiuse, tali valori sono inferiori rispettivamente a 35 dB(A) diurni e 25 dB(A) notturni; sulla base di tale affermazione, diventa possibile ipotizzare, nel caso di superamento dei limiti differenziali, non solo di intervenire alla fonte, ma anche di dotare le abitazioni disturbate di serramenti in grado di produrre una sufficiente attenuazione, in modo da rientrare nell'ultimo caso di esenzione previsto; i limiti differenziali non si applicano alle infrastrutture di trasporto, alla rumorosità prodotta in maniera occasionale ed estemporanea (feste, schiamazzi, litigi, etc.) e dai servizi ed impianti a servizio comune dell'edificio disturbato stesso (ascensore, centrale termica).
- le norme transitorie non stabiliscono limiti d'emissione validi fino all'adozione da parte dei comuni della suddivisione in zone del relativo territorio comunale; sembra pertanto che gli stessi entrino in vigore solo dopo che è stata effettuata la zonizzazione acustica;
- alcuni punti oscuri del DPCM sono chiariti dal successivo decreto sulla strumentazione e tecniche di misura (D.M. Amb. 16/3/1998).

A5 - D.M.Amb. 16 marzo 1998

Il D.M. del 16/03/1998 ha sostituito l'allegato "A" al DPCM 1 marzo 1991 ed ha introdotto numerose innovazioni e complicazioni alle tecniche di rilievo.

Le complicazioni riguardano in particolare la definizione e la modalità di rilevamento dei fattori di penalizzazione per presenza di componenti impulsive, tonali e di bassa frequenza, che fortunatamente però non si applicano al rumore generato dai mezzi di trasporto. Non si riferisce pertanto qui in merito a tali complesse problematiche.

Per quanto riguarda il rilevamento del rumore prodotto dal traffico stradale, il decreto prevede un rilevamento in continuo per una settimana, con memorizzazione dei livelli equivalenti ponderati "A" ogni ora, e calcolo a posteriori del livello equivalente medio del periodo diurno e notturno. Non è prevista né l'analisi statistica del rumore, né il tracciamento di profili temporali con risoluzione inferiore all'ora. A parte dunque la necessità di protrarre il rilevamento per un'intera settimana (cosa giustificabile in alcuni casi, ma non certo in tutti), questa nuova normativa prevede un rilevamento molto semplice, attuabile anche con strumentazione di costo molto basso.

Nel presente lavoro le misure sono state eseguite in condizioni meteorologiche normali, con cielo sereno ed in assenza di precipitazioni atmosferiche, posizionando il microfono all'altezza di 4 metri dal suolo.

All'inizio e al termine delle singole sessioni di rilievi fonometrici si è proceduto a controllare il livello prodotto dal segnale di calibrazione, emesso dal Calibratore Delta OHM HD9101. In nessun caso la differenza tra i livelli misurati all'inizio e alla fine della sessione di misure ha superato i $\pm 0,1$ dB(A). Ciò ci consente di affermare che durante tutta la sessione di misure non si sono verificati shock termici, elettrici, meccanici o di altra natura che abbiano alterato la fedeltà della catena strumentale e quindi di sostenere la validità delle misurazioni effettuate.

A6 - D.P.R. n. 142 del 30 marzo 2004

Il D.P.R. n. 142 del 30 marzo 2004 è uno dei decreti attuativi della Legge Quadro, avente per titolo "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".

Tale decreto stabilisce le norme per la prevenzione ed il contenimento dell'inquinamento da rumore avente origine dall'esercizio delle infrastrutture stradali, nonché l'estensione delle cosiddette "fasce di pertinenza" circostanti le infrastrutture stradali medesime.

All'art. 4 sono dettati i limiti d'immissione per infrastrutture stradali di nuova realizzazione; in proposito il proponente dell'opera è subordinato all'individuazione dei corridoi progettuali che possano garantire la migliore tutela dei ricettori presenti all'interno della fascia di studio d'ampiezza pari a quella di pertinenza, estesa ad una dimensione doppia in caso di presenza di scuole, ospedali, case di cura e case di riposo. Nella seguente Tab. All. A7 sono riportati i valori limite d'immissione.

Tabella All. A7 - Valori limite d'immissione e fasce di pertinenza per le strade di nuova realizzazione (per le scuole vale il solo limite diurno).

Tipo di strada (secondo Codice della strada)	Sottotipi a fini acustici (secondo Dm6.11.01 Norme funz. e geom. per la costruzione delle strade)	Ampiezza fascia di pertinenza acustica (m)	Scuole, ospedali, case di cura e di riposo		Altri Ricettori	
			Diurno DB(A)	Notturmo dB(A)	Diurno DB(A)	Notturmo dB(A)
A - autostrada	-	250	50	40	65	55
B - extraurbana principale	-	250	50	40	65	55
C - extraurbana secondaria	C1	250	50	40	65	55
	C2	150	50	40	65	55
D - urbana di scorrimento	-	100	50	40	65	55
E - urbana di quartiere	-	30	definiti dai Comuni, nel rispetto dei valori riportati in comunque in modo conforme alla zonizzazione acustica delle aree urbane, come prevista dall'articolo 6, comma 1, lettera a) della legge n. 447 del 1995			
F - locale	-	30				

All'art. 5 sono dettati i limiti d'immissione per le Strade esistenti e assimilabili, ampliamenti in sede, affiancamenti e varianti. I valori limite di immissione indicati nella successiva Tab. 8 devono essere conseguiti mediante un'attività pluriennale di risanamento, di cui al D.M.Amb del 29/11/2000.

Per le infrastrutture di nuova realizzazione in affiancamento di infrastrutture esistenti e delle varianti di infrastrutture esistenti, i limiti di immissione indicati nella successiva Tab. All. A8 si applicano a partire dalla data di entrata in vigore del D.P.R. n. 142 del 30 marzo 2004, fermo restando che il relativo impegno economico per le opere di mitigazione è da computarsi nell'insieme degli interventi effettuati nell'anno di riferimento del gestore. In via prioritaria l'attività pluriennale di risanamento dovrà essere attuata all'interno dell'intera fascia di pertinenza acustica per quanto riguarda scuole, ospedali, case di cura e case di riposo e, per quanto riguarda tutti gli altri ricettori, all'interno della fascia più vicina all'infrastruttura, con le modalità di cui all'articolo 3, comma 1, lettera i), e dall'articolo 10, comma 5, della legge 26 ottobre 1995, n. 447.

All'esterno della fascia più vicina all'infrastruttura, le rimanenti attività di risanamento dovranno essere armonizzate con i piani di cui all'articolo 7 della citata legge n.447 del 1995.

Tabella All. A8 - Valori limite d'immissione e fasce di pertinenza per Strade esistenti e assimilabili, ampliamenti in sede, affiancamenti e varianti (per le scuole vale il solo limite diurno).

Tipo di strada (secondo Codice della strada)	Sottotipi a fini acustici (secondo norme Cm 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 in data 14 novembre 1997 e comunque in modo conforme alla zonizzazione acustica delle aree urbane, come prevista dall'articolo 6, comma 1, lettera a) della legge n. 447 del 1995			
F - locale	-	30				

All'Articolo 6 è indicato che il rispetto dei limiti nelle fasce di pertinenza delle infrastrutture, riportati nelle precedenti Tab. 7 e 8, e il rispetto dei valori stabiliti nella Tabella C del D.P.C.M. del 14/11/1997, al di fuori delle stesse fasce di pertinenza, deve essere verificato in facciata degli edifici ad 1 metro di distanza ed in corrispondenza dei punti di maggiore esposizione, nonché dei ricettori. I citati valori limite qualora non fossero tecnicamente conseguibili, seconde valutazioni tecniche, economiche o di carattere ambientale, si dovrà vagliare l'opportunità di procedere ad interventi diretti sui ricettori. In particolare deve essere assicurato il rispetto di 35 dBA (Leq notturno) per ospedali, case di cura e case di riposo, di 40 dBA (Leq notturno) per tutti gli altri ricettori a carattere abitativo e di 45 dBA (Leq diurno) per le scuole, valutati al centro della stanza, a finestre chiuse, all'altezza di 1,5 metri dal pavimento. Per i ricettori inclusi nelle fasce di pertinenza acustica delle infrastrutture devono invece essere individuate ed adottate opere di mitigazione sulla sorgente, lungo la via di propagazione del rumore e direttamente sul ricettore, per ridurre l'inquinamento acustico prodotto dall'esercizio dell'infrastruttura, con l'adozione delle migliori tecnologie disponibili, tenuto conto delle implicazioni di carattere tecnico-economico.

All'Articolo 8 si definisce che gli interventi di risanamento acustico, nel caso di infrastrutture stradali esistenti (quelle effettivamente in esercizio o in corso di realizzazione o per la quale è stato approvato il progetto definitivo alla data di entrata in vigore del D.P.R. n. 142/2004), sono a carico del titolare della concessione edilizia o del permesso di costruire, se rilasciata dopo la data di entrata in vigore del D.P.R. n. 142/2004. Si dichiara inoltre che gli interventi di risanamento acustico sono sempre a carico del titolare della concessione edilizia o del permesso di costruire, per le strade di nuova realizzazione, ampliamenti in sede, affiancamenti e varianti, se rilasciata dopo la data di approvazione del progetto definitivo dell'infrastruttura stradale medesima.

ALLEGATO B – METODI DI ANALISI DELLO STATO AMBIENTALE

B1 - Modello SEL per il disturbo causato da sorgenti lineari - strade

La valutazione del disturbo causato dal traffico stradale, oltre ai parametri sopra descritti e misurati sperimentalmente, è stata eseguita attraverso il modello SEL, che sulla base delle caratteristiche del traffico effettivo (numero dei mezzi all'ora, discretizzati tra veicoli industriali leggeri, veicoli industriali pesanti automobili, motociclette e motorini, velocità di percorrenza), e sulle condizioni al contorno (tipologia del manto stradale, presenza o meno di edifici, morfologia), consente di ricostruire la situazione del rumore ambientale nello spazio.

Il modello necessita ovviamente di essere calibrato attraverso il confronto tra i valori misurati sperimentalmente mediante apparecchio misuratore (fonometro) e quelli calcolati in considerazione delle condizioni fisiche del punto di misura.

La relazione per il calcolo del livello sonoro equivalente nello spazio L_{Aeq} , mediante modello matematico SEL è la seguente:

$$L_{Aeq} = 10 \times \log \left[\frac{1}{3600} \left(N_{auto} \times 10^{\frac{SEL(auto)}{10}} + N_{vil} \times 10^{\frac{SEL(vil)}{10}} + N_{vip} \times 10^{\frac{SEL(vip)}{10}} + N_{moto} \times 10^{\frac{SEL(moto)}{10}} \right) \right] + \Delta L_v + \Delta L_s + \Delta L_G + \Delta L_z - \Delta L_{distanza} - \Delta L_{suolo} - \Delta L_{aria}$$

dove:

ΔL_v = fattore di correzione per le diverse velocità medie del flusso da traffico;

ΔL_s = fattore di correzione per il tipo di manto stradale;

ΔL_G = fattore di correzione per la pendenza della strada;

ΔL_z = fattore di correzione per il tipo di strada aperta o chiusa da mure cittadine;

$\Delta L_{distanza} = 10 \times \log[(d + D)/(D \times \cos \delta)]$;

$\Delta L_{suolo} = (1 - e^{-d/300}) \times (1 + 20/h_m)$;

$\Delta L_{aria} = 0,005 \times d$;

d = distanza tra ciglio della strada e ricettore;

h_m = altezza media sorgente ricettore;

δ = angolo formato dall'orizzontale e dalla congiungente tra sorgente e ricettore;

N_{auto} = numero auto per ora;

N_{vil} = numero veicoli industriali leggeri per ora;

N_{vip} = numero veicoli industriali pesanti per ora;

N_{moto} = numero motocicli e ciclomotori per ora;

D = distanza tra ciglio della strada (punto di osservazione) e mezzera stradale;

V_m = velocità media flusso traffico;

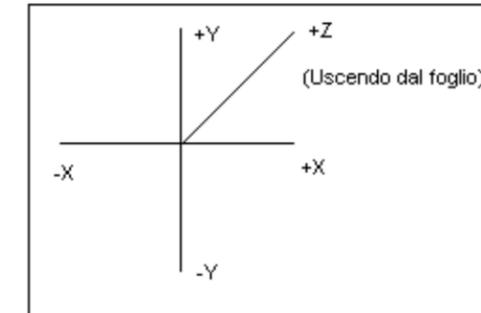
h_r = altezza ricettore;

h_s = altezza sorgente.

Tabella ALL. B1 - Valori medi di SEL per alcune tipologie di autoveicoli in funzione della velocità di marcia su superficie stradale pianeggiante di asfalto

Tipologia	Acc.	Dec.	Acc.	Dec.	Velocità costante km/h			
	0 ÷ 30	30 ÷ 0	30 ÷ 50	50 ÷ 30	50 ÷ 70	70 ÷ 90	90 ÷ 110	> 110
Motocicli	78,8	81,1	79,9	85,1	76,3	86,0	86,8	88,2
Autovetture	73,3	75,0	78,6	78,7	73,1	80,2	81,3	81,3
Camion 2 assi	86,8	88,6	90,7	88,7	80,2	77,1	77,8	78,3
Camion 3 assi	88,1	90,9	85,8	87,9	82,2	84,6	83,6	83,6
TIR	91,5	91,0	87,7	88,6	83,9	86,1	86,5	87,7

Il modulo di calcolo utilizza un sistema di coordinate cartesiane espresso in metri per l'implementazione della distribuzione del rumore nello spazio. Gli assi sono orientati come nella seguente figura:



Assi cartesiani di riferimento adottati nel modello.

Le coordinate dei vari oggetti (sorgenti, barriere, edifici, ecc.) sono espresse in metri.

Per la valutazione di alcuni effetti (orografia, effetto del terreno, fondo sonoro) sono stati assegnati al reticolo di calcolo una matrice (i,j) che contenga un valore della grandezza in esame per ogni cella.

Dati i valori dell'origine del reticolo di calcolo (x_0, y_0), la dimensione della singola cella (dx, dy) e il numero totale di celle (n_x, n_y) le coordinate delle singole celle del reticolo sono espresse dalle relazioni seguenti:

$$x = x_0 + (i - 1) \cdot dx$$

$$y = y_0 + (j - 1) \cdot dy$$

B2 - Modello ISO 9613 per il disturbo causato dalle sorgenti fisse

La norma ISO 9613 (prima edizione 15 dicembre 1996), intitolata "Attenuation of sound during propagation outdoors", consiste di due parti:

1. Calculation of the absorption of sound by the atmosphere;
2. General method of calculation.

La prima parte tratta con molto dettaglio l'attenuazione del suono causata dall'assorbimento atmosferico; la seconda parte tratta vari meccanismi d'attenuazione del suono durante la sua propagazione nell'ambiente esterno (diffrazione, schermi, effetto suolo). Il trattamento del suono descritto nella seconda parte è riconosciuto dalla stessa norma come "più approssimato ed empirico" rispetto a quanto descritto nella prima parte.

Scopo della ISO 9613-2 è fornire un metodo ingegneristico per calcolare l'attenuazione del suono durante la propagazione in esterno. La norma calcola il livello continuo equivalente della pressione sonora pesato in curva A che si ottiene assumendo sempre condizioni meteorologiche favorevoli alla propagazione del suono, cioè propagazione sottovento o in condizioni di moderata inversione al suolo. In tali condizioni la propagazione del suono è curvata verso il terreno.

Il metodo contiene una serie di algoritmi in banda d'ottava per il calcolo dei seguenti effetti:

- attenuazione per divergenza geometrica;
- attenuazione per assorbimento atmosferico;
- attenuazione per effetto del terreno;
- riflessione del terreno;
- attenuazione per presenza di ostacoli che si comportano come schermi.

Le sorgenti sonore trattate dalla ISO 9613-2 sono sorgenti puntiformi descritte tramite i valori di direttività e di potenza sonora in banda d'ottava (dB):

- la potenza sonora in banda d'ottava (dB) è convenzionalmente specificata in relazione ad una potenza sonora di riferimento di un picowatt; i valori vanno inseriti per ogni banda d'ottava (62,5Hz ; 125Hz; 250Hz; 500Hz; 1kHz; 2kHz; 4kHz; 8kHz);
- la direttività (dB) è un termine che dipende dalla frequenza e dalla direzione e rappresenta la deviazione del livello equivalente di pressione sonora (SPL) in una specifica direzione rispetto al livello prodotto da una sorgente omnidirezionale.

Le equazioni di base utilizzate dal modello della ISO 9613-2 sono:

$$L_p(f) = L_w(f) + D(f) - A(f)$$

dove:

L_p = livello di pressione sonora equivalente in banda d'ottava (dB) generato nel punto p dalla sorgente w alla frequenza f;

L_w = livello di potenza sonora in banda d'ottava alla frequenza f (dB) prodotto dalla singola sorgente w relativa ad una potenza sonora di riferimento di un picowatt;

D = indice di direttività della sorgente w (dB);

A = attenuazione sonora in banda d'ottava (dB) alla frequenza f durante la propagazione del suono dalla sorgente w al ricevitore p;

Il termine di attenuazione A è espresso dalla seguente equazione:

$$A = A_{div} + A_{atm} + A_{gr} + A_{bar} + A_{misc}$$

dove:

A_{div} = attenuazione dovuta alla divergenza geometrica;

A_{atm} = attenuazione dovuta all'assorbimento atmosferico;

A_{gr} = attenuazione dovuta all'effetto del suolo;

A_{bar} = attenuazione dovuta alle barriere;

A_{misc} = attenuazione dovuta ad altri effetti (descritti nell'appendice della norma).

Il valore totale del livello sonoro equivalente ponderato in curva A si ottiene sommando i contributi di tutte le bande d'ottava e di tutte le sorgenti presenti secondo l'equazione seguente:

$$Leq(dBA) = 10 \log \left(\sum_{i=1}^n \left(\sum_{j=1}^8 10^{0,1(L_p(ij)+A(j))} \right) \right)$$

dove:

n = numero di sorgenti;

j = indice che indica le otto frequenze standard in banda d'ottava da 63 Hz a 8kHz;

A_f = indica il coefficiente della curva ponderata A.

Divergenza geometrica

L'attenuazione per divergenza è calcolata secondo la seguente formula:

$$A_{div} = 20 \log \left(\frac{d}{d_0} \right) + 11 \quad dB$$

dove:

d = distanza tra la sorgente e il ricevitore in metri;

d_0 = distanza di riferimento (pari a 1 metro).

Assorbimento atmosferico

L'attenuazione per assorbimento atmosferico è calcolata secondo la formula:

$$A_{atm} = \alpha \cdot d / 1000$$

dove:

d = distanza di propagazione in metri;

α = coefficiente di assorbimento atmosferico in decibel per chilometro per ogni banda d'ottava.

Assorbimento del terreno

La ISO 9613-2 prevede due metodi per il calcolo dell'attenuazione dovuta all'assorbimento del terreno: il metodo completo e il metodo alternativo.

Il metodo completo si basa sull'ipotesi che nelle condizioni meteorologiche di propagazione del suono previste dalla norma l'attenuazione dovuta all'interferenza del suono si realizzi principalmente in due aree limitate una vicina alla sorgente e una vicina al ricevitore. Queste due aree hanno rispettivamente estensione massima pari a trenta volte l'altezza della sorgente sul suolo e trenta volte l'altezza del ricevitore sul suolo. L'equazione utilizzata è la seguente:

$$A_{gr} = A_s + A_r + A_m$$

dove :

A_s = attenuazione calcolata nella regione della sorgente;

A_r = attenuazione calcolata nella regione del ricevitore;

A_m = attenuazione calcolata nella regione di mezzo (che può anche non esserci).

La Tab. ALL. B2 riporta lo schema di calcolo descritto nella norma.

Tabella ALL. B2 – Schema di calcolo per la determinazione dell'attenuazione nella regione della sorgente e del ricevitore.

Hz	A_s, A_r (dB)	A_m (dBI)
63	-1,5	-3q
125	-1,5+G·a(h)	-3q(1-Gm)
250	-1,5+G·b(h)	-3q(1-Gm)
500	-1,5+G·c(h)	-3q(1-Gm)
1000	-1,5+G·d(h)	-3q(1-Gm)
2000	-1,5(1-G)	-3q(1-Gm)
4000	-1,5(1-G)	-3q(1-Gm)
8000	-1,5(1-G)	-3q(1-Gm)

dove :

$$a(h) = 1,5 + 3 \cdot e^{-0,12(h-5)^2} (1 - e^{-d/50}) + 5,7 \cdot e^{-0,09h^2} (1 - e^{-2,8 \cdot 10^{-6} \cdot d^2})$$

$$b(h) = 1,5 + 8,6 \cdot e^{-0,09h^2} (1 - e^{-d/50})$$

$$c(h) = 1,5 + 14 \cdot e^{-0,46h^2} (1 - e^{-d/50})$$

$$d(h) = 1,5 + 5 \cdot e^{-0,9h^2} (1 - e^{-d/50})$$

h = nel calcolo di A_s rappresenta l'altezza sul suolo in metri della sorgente, nel calcolo di A_r rappresenta l'altezza sul suolo in metri del ricevitore;

d = è la proiezione sul piano della distanza in metri tra sorgente e ricevitore;

$$q = 1 - \frac{30(h_s + h_r)}{d}$$

q = se $d \leq 30 \cdot (h_s + h_r)$ il termine q vale 0 altrimenti vale

G = Ground factor, fattore che descrive le proprietà acustiche del terreno compreso tra 0 (Hard ground) e 1 (Porous Ground).

Il metodo alternativo, rispetto a quello completo, è maggiormente semplificato e calcola l'attenuazione dovuta al terreno ponderata in curva A (e non quindi in banda d'ottava):

$$A_{gr} = 4,8 - \frac{2 \times h_m}{d} \times \left(17 + \frac{300}{d} \right)$$

dove:

h_m = altezza media del raggio di propagazione in metri;

d = distanza tra la sorgente e il recettore in metri;

Assorbimento dovuto a schermi

Le condizioni per considerare un oggetto come schermo sono le seguenti:

- la densità superficiale dell'oggetto è almeno pari a 10 Kg/m²;
- l'oggetto ha una superficie uniforme e compatta (si ignorano quindi molti impianti presenti in zone industriali);
- la dimensione orizzontale dell'oggetto normale al raggio acustico è maggiore della lunghezza d'onda della banda nominale in esame.

Il modello di calcolo valuta solo la diffrazione dal bordo superiore orizzontale secondo l'equazione :

$$A_{bar} = D_z - A_{gr}$$

dove:

D_z = attenuazione della barriera in banda d'ottava;

A_{gr} = attenuazione del terreno in assenza della barriera.

L'equazione che descrive l'effetto dello schermo è la seguente:

$$D_z = 10 \times \log(3 + (C_2 / \lambda) \times C_3 \times z \times K_{met}) \quad dB$$

dove:

C_2 = uguale a 20;

C_3 = vale 1 in caso di diffrazione semplice mentre in caso di diffrazione doppia vale:

$$C_3 = (1 + (5 \times \lambda / e)^2) / (1/3 + (5 \times \lambda / e)^2)$$

λ = lunghezza d'onda nominale della banda d'ottava in esame;

z = differenza tra il percorso diretto del raggio acustico e il percorso diffratto calcolato come mostrato nelle immagini seguenti;

K_{met} = correzione meteorologica data da $K_{met} = \exp(-(1/2000) \sqrt{d_{ss} \times d_{sr} \times d / (2z)})$;

e = distanza tra i due spigoli in caso di diffrazione doppia.



Schema esemplificativo dei tipi di schermi e delle grandezze in gioco.

Attenuazione dovuta a propagazione attraverso vegetazione

L'attenuazione dovuta alla vegetazione è molto limitata e si verifica solo se la vegetazione è molto densa al punto da bloccare la vista. L'attenuazione si verifica solo nei pressi della sorgente e nei pressi del recettore secondo la seguente Tab. ALL. B3.

Tabella ALL. B3 – Confronto tra lo spessore della barriera “d” in metri e il corrispondente valore di attenuazione in dB/m per banda d'ottava (per valori di d superiori a 200 metri si assume comunque d = 200 metri).

(m)	63 (Hz)	125 (Hz)	250 (Hz)	500 (Hz)	1000 (Hz)	2000 (Hz)	4000 (Hz)	8000 (Hz)
10 ≤ d ≤ 20	0	0	1	1	1	1	2	3
20 ≤ d ≤ 200	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,08	0,09	0,12

Attenuazione dovuta a propagazione attraverso siti industriali

L'attenuazione è linearmente proporzionale alla lunghezza del percorso curvo d che attraversa il sito industriale secondo la seguente Tab. ALL. B4.

Tabella ALL. B4 – Valore di attenuazione in dB/m per banda d'ottava (tale attenuazione non deve comunque superare 10 dB).

63 (Hz)	125 (Hz)	250 (Hz)	500 (Hz)	1000 (Hz)	2000 (Hz)	4000 (Hz)	8000 (Hz)
0	0,015	0,025	0,025	0,02	0,02	0,015	0,015

Attenuazione dovuta a propagazione attraverso siti edificati

L'attenuazione dovuta all'attraversamento di zone edificate è calcolata secondo la formula:

$$A_{hous} = 0,1 \times B \times d$$

dove:

B = densità degli edifici nella zona data dal rapporto tra la zona edificata e la zona libera;

d = lunghezza del raggio curvo che attraversa la zona edificata sia nei pressi della sorgente che nei pressi del recettore, calcolato come descritto in precedenza.

Si tenga presente che:

- il valore dell'attenuazione non deve superare i 10 dB;
- se il valore dell'attenuazione del suolo calcolato come se le case non fossero presenti è maggiore dell'attenuazione calcolata con l'equazione sopra, allora tale ultimo termine viene trascurato.