

	PROGETTISTA: 	COMMESSA NR/20049	UNITA' 000
	LOCALITÀ: Regione Toscana	REL-AMB-E-03031	
	PROGETTO / IMPIANTO Rifacimento metanodotto Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 1 di 38	Rev. 1


Rif. SAIPEM: 023113-010-SPC-BG-E-94700

Rifacimento metanodotto Livorno – Piombino
DN 750 (30"), DP 75 bar
ed opere connesse

Progetto di fattibilità tecnica ed economica

STUDIO DI IMPATTO ACUSTICO

1	Revisione per richieste MiTE	Bultrighini	Brunetti	Santi	Sett. '22
0	Emissione	Bultrighini	Brunetti	Santi	Feb. '22
Rev.	Descrizione	Elaborato	Verificato	Approvato	Data

	PROGETTISTA: 	COMMESSA NR/20049	UNITA' 000
	LOCALITÀ: Regione Toscana	REL-AMB-E-03031	
	PROGETTO / IMPIANTO Rifacimento metanodotto Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 2 di 38	Rev. 1


Rif. SAIPEM: 023113-010-SPC-BG-E-94700

INDICE

1	GENERALITÀ	3
2	SCOPO DEL LAVORO	4
3	RIFERIMENTI NORMATIVI.....	6
	3.1 Normativa nazionale	6
	3.2 Normativa regionale	7
	3.3 Normativa comunale	8
4	DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ	9
	4.1 Attività di cantiere con scavo a cielo aperto	9
	4.2 Attività di cantiere di attraversamento	10
	4.3 Esercizio dell'impianto HPRS	14
	4.4 Caratterizzazione dell'area di indagine	15
	4.5 Scelta dei ricettori	16
	4.6 Misure fonometriche	17
5	RISULTATI DELLO STUDIO ACUSTICO	19
	5.1 Modello di calcolo	19
	5.2 Risultati della simulazione del cantiere	21
	5.3 Risultati della simulazione dell'impianto HPRS	35
6	CONCLUSIONI.....	38

ALLEGATI

Allegato 1 – Misure fonometriche ante operam

	PROGETTISTA: 	COMMESSA NR/20049	UNITA' 000
	LOCALITÀ: Regione Toscana	REL-AMB-E-03031	
	PROGETTO / IMPIANTO Rifacimento metanodotto Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 3 di 38	Rev. 1

Rif. SAIPEM: 023113-010-SPC-BG-E-94700

Il presente documento viene emesso in revisione 1.

In blu si evidenziano le modifiche rispetto al testo originario (febbraio 2022).

1 GENERALITÀ


Il progetto denominato "Rifacimento Met. Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar e opere connesse" ha come principale intervento la messa in opera di una nuova condotta DN 750 (30") di lunghezza pari a 84,240 km, che fiancheggerà l'attuale metanodotto "Livorno-Piombino DN 400 (16"), MOP 70 bar" in esercizio. La linea in progetto ricade interamente nel territorio della regione Toscana e interessa i territori dei comuni di Collesalvetti, Rosignano Marittimo, Cecina, Bibbona, Castagneto Carducci, San Vincenzo, Campiglia Marittima e Piombino in Provincia di Livorno e Fauglia, Santa Luce, Castellina Marittima e Riparbella, in Provincia di Pisa.

La nuova infrastruttura, in generale, incrementerà l'affidabilità e la flessibilità di trasporto della rete esistente, consentendo, inoltre, il futuro declassamento a MOP 24 bar del gasdotto in esercizio "Livorno-Piombino" citato.

Fanno parte del progetto in esame anche la messa in opera di 7 linee secondarie e la rimozione di 4 linee secondarie esistenti, descritte nelle tabelle seguenti.

Tabella 1/A – Linea principale e linee secondarie in progetto

Denominazione metanodotto	DN	DP (bar)	Lunghezza (km)
Linea principale			
Rifacimento met. Livorno-Piombino	750	75	84,240
Linee secondarie			
Ricollegamento All.to 4160603 Rosen Rosignano	400	75	0,785
Variante per inserimento PIDI su met. 4160603 Rosen Rosignano	400	75	0,080
Nuova Derivazione dal gasdotto 4160603 Rosen Rosignano	250	75	0,820
Rifacimento All.to Solvay Rosignano	150	75	0,065
Rifacimento All.to Solvay Chimica	150	75	0,055
Rifacimento All.to Comune di Rosignano	100	75	0,025
Rifacimento All.to TirrenoMet	100	75	0,770

	PROGETTISTA: 	COMMESSA NR/20049	UNITA' 000
	LOCALITÀ: Regione Toscana	REL-AMB-E-03031	
	PROGETTO / IMPIANTO Rifacimento metanodotto Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 4 di 38	Rev. 1

Rif. SAIPEM: 023113-010-SPC-BG-E-94700

Tabella 1/B – Linee secondarie in dismissione

Denominazione metanodotto	DN	MOP (bar)	Lunghezza (km)
Linee secondarie			
All.to Solvay di Rosignano	250	70	3,290
Dismissione associata a variante per inserimento PIDI su met. 4160603 Rosen Rosignano	400	75	0,080
Met. All.to TirrenoMet	100	75	0,675
All.to Comune di Rosignano	100	75	0,015

2 SCOPO DEL LAVORO

Scopo del presente documento è la valutazione degli impatti che saranno indotti sulla componente rumore nelle aree interessate dalla realizzazione del progetto. Le emissioni acustiche sono determinate principalmente dalle fasi di cantiere previste per la posa della condotta in oggetto. Tali operazioni richiederanno l'impiego di mezzi pesanti di rumorosità rilevante che lavoreranno, in modo transitorio, con scavi a cielo aperto lungo quasi tutta l'estensione del metanodotto. Lungo il tracciato sono anche previsti attraversamenti in sotterraneo con l'utilizzo di metodi di scavo diversificati, quali microtunnel (MT) e trivellazioni orizzontali controllate (TOC). Nello studio saranno caratterizzate le principali fasi di cantiere per la realizzazione di tali opere e stimati gli impatti associati alla fase più critica.

Al termine dell'opera il metanodotto non produrrà affatto emissioni acustiche, pertanto lo studio riguarda prevalentemente la fase in corso d'opera. Fa eccezione, tra le opere connesse, il nuovo impianto di riduzione HPRS-100 TC IS (75/24 bar), che verrà realizzato in corrispondenza dell'impianto esistente 793/A, nel comune di Campiglia Marittima, al km 75,6. L'impianto comprende apparecchiature fuori terra che possono produrre emissioni acustiche rilevanti e continue, pertanto lo studio riguarda anche la fase post operam di esercizio dell'impianto.

Lo studio è stato articolato nelle seguenti fasi:

- analisi dei riferimenti normativi;
- analisi del contesto territoriale, individuazione dei ricettori potenzialmente interferiti;
- analisi delle principali sorgenti di rumore e loro caratterizzazione;
- stima degli impatti acustici con modello di calcolo previsionale;
- verifica del rispetto dei limiti di legge.

L'indicatore ambientale del rumore, tratto dalla normativa nazionale per l'inquinamento acustico, è il livello sonoro equivalente (Leq). Il Leq rappresenta il livello di pressione sonora medio in un punto dello spazio e in un determinato intervallo di tempo, ed è misurato in dB(A), valore ponderato alle varie frequenze secondo la curva convenzionale "A" per tener conto delle capacità uditive umane. Poiché le attività di cantiere per la costruzione del gasdotto avverranno soltanto in orario diurno, il tempo di riferimento è la fascia oraria diurna 6-22. Fanno eccezione i cantieri degli attraversamenti MT/TOC, che all'occorrenza possono

	PROGETTISTA: 	COMMESSA NR/20049	UNITA' 000
	LOCALITÀ: Regione Toscana	REL-AMB-E-03031	
	PROGETTO / IMPIANTO Rifacimento metanodotto Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 5 di 38	Rev. 1

Rif. SAIPEM: 023113-010-SPC-BG-E-94700

protrarsi anche nella fascia oraria notturna 22-6. Per l'esercizio dell'impianto HPRS, che avverrà a orario continuato, si considera soprattutto la fascia oraria notturna 22-6.

Tutte le attività di costruzione in esame rientrano tra le attività rumorose temporanee soggette ad autorizzazione da parte dei comuni interessati. Tali attività non sono tenute a rispettare i limiti di rumore assoluti e differenziali normalmente vigenti, ma ciascun comune può imporre altre prescrizioni specifiche, in particolare sugli orari di lavoro e sulle misure di mitigazione da adottare.

In merito alla componente vibrazioni si evidenzia che, nel presente studio, non è stata valutata in quanto l'impatto atteso è ritenuto trascurabile. Questo, in considerazione del fatto che non sono previsti, in superficie, scavi in roccia che richiederebbero l'impiego di martelloni pneumatici o altri utensili adatti alla frantumazione della stessa, ma unicamente scavi in terreni sciolti.

La relazione è stata elaborata dal tecnico competente in acustica Filippo Bultrighini, riconosciuto dalla regione Marche con D.D. n. 47/TRA del 31/3/2014.

	PROGETTISTA: 	COMMESSA NR/20049	UNITA' 000
	LOCALITÀ: Regione Toscana	REL-AMB-E-03031	
	PROGETTO / IMPIANTO Rifacimento metanodotto Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 6 di 38	Rev. 1

Rif. SAIPEM: 023113-010-SPC-BG-E-94700

3 RIFERIMENTI NORMATIVI

3.1 Normativa nazionale

In Italia il problema dell'inquinamento acustico nell'ambiente esterno è stato affrontato attraverso specifici provvedimenti legislativi. Si riportano in ordine cronologico i più rilevanti per il caso in esame:

- D.P.C.M. 1/3/1991 "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno" e s.m.i.
- Legge n. 447 del 26/10/1995 "Legge Quadro sul Rumore"
- D.P.C.M. 14/11/1997 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore"
- D.M.A. 16/3/1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico"
- D.Lgs. n. 262 del 4/9/2002 "Attuazione della direttiva 2000/14/CE concernente l'emissione acustica ambientale delle macchine e attrezzature destinate a funzionare all'aperto" e s.m.i.

Il DPCM 1/3/1991 si propone di stabilire i limiti di accettabilità dei livelli di rumore validi su tutto il territorio nazionale. L'accettabilità del rumore si basa sul rispetto di due criteri: il criterio assoluto e quello differenziale.


Il criterio assoluto è riferito agli ambienti esterni e richiede di verificare che il livello di rumore ambientale complessivo non superi i limiti assoluti stabiliti in funzione della destinazione d'uso del territorio e della fascia oraria (diurna 06-22 o notturna 22-06), con modalità diverse a seconda che i Comuni siano dotati di Piano Regolatore Comunale, non siano dotati di PRG o abbiano già adottato la zonizzazione acustica comunale (Tabella 3/A).

Il criterio differenziale riguarda gli ambienti interni nelle zone non esclusivamente industriali: viene stabilito che la differenza tra livello di rumore ambientale corretto e livello di rumore residuo non deve superare 5 dB(A) nel periodo diurno e 3 dB(A) nel periodo notturno. Le misure si intendono effettuate all'interno del locale disturbato a finestre aperte.

Tabella 3/A – Limiti di immissione assoluti, stabiliti dal DPCM 1/3/1991 e confermati dalle norme successive, per comuni dotati di zonizzazione acustica del territorio

Classe di destinazione d'uso del territorio	Limite diurno [06-22] dB(A)	Limite notturno [22-06] dB(A)
I Aree particolarmente protette	50	40
II Aree prevalentemente residenziali	55	45
III Aree di tipo misto	60	50
IV Aree di intensa attività umana	65	55
V Aree prevalentemente industriali	70	60
VI Aree esclusivamente industriali	70	70

La Legge n. 447 del 26.10.1995 "Legge Quadro sul Rumore" è una legge di principi e demanda a successivi strumenti attuativi la puntuale definizione sia dei parametri sia delle norme tecniche. La Legge stabilisce tra l'altro che le Regioni, entro un anno dalla sua entrata in vigore, devono definire i criteri di zonizzazione acustica del territorio comunale. La legge è

	PROGETTISTA: 	COMMESSA NR/20049	UNITA' 000
	LOCALITÀ: Regione Toscana	REL-AMB-E-03031	
	PROGETTO / IMPIANTO Rifacimento metanodotto Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 7 di 38	Rev. 1

Rif. SAIPEM: 023113-010-SPC-BG-E-94700

stata successivamente aggiornata dal D.Lgs. n. 42 del 17/02/2017 "Disposizioni in materia di armonizzazione della normativa nazionale in materia di inquinamento acustico, a norma dell'articolo 19, comma 2, lettere a), b), c), d), e), f) e h) della legge 30 ottobre 2014, n. 161."

Il DPCM 14/11/1997 integra le indicazioni normative espresse dal DPCM 1/3/1991 e dalla successiva Legge n. 447 del 26/10/1995, nello spirito di armonizzare i provvedimenti in materia di limitazione delle emissioni sonore alle indicazioni fornite dall'Unione Europea. Stabilisce in particolare i limiti di emissione, relativi alla singola sorgente e valutati in prossimità della stessa, che sono pari a quelli di Tabella 3/A diminuiti di 5 dB(A). Relativamente al criterio differenziale di immissione, il decreto stabilisce che i valori limite non si applicano nei seguenti casi, in quanto ogni effetto del rumore è da ritenersi trascurabile:

- Rumore ambientale misurato a finestre aperte inferiore a 50 dB(A) nel periodo diurno e 40 dB(A) nel periodo notturno;
- Rumore ambientale misurato a finestre chiuse inferiore a 35 dB(A) nel periodo diurno e 25 dB(A) nel periodo notturno.

Il D.M.A. 16/3/1998 stabilisce le tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento da rumore, in attuazione della Legge n. 447/1995. Definisce i requisiti tecnologici della strumentazione fonometrica e la metodologia da utilizzare per le misure in interno e in esterno.

Il D.Lgs. n. 262 del 4/9/2002 recepisce la Direttiva Europea 2000/14/CE e regola le emissioni sonore delle macchine destinate a operare all'aperto. La direttiva stabilisce che tali apparecchiature possono essere immesse sul mercato o messe in servizio solo se rispettano determinati valori massimi di potenza sonora. La tabella delle categorie di macchine e relative potenze sonore massime ammesse è stata successivamente aggiornata dalla Direttiva 2005/88/CE (recepita in Italia tramite D.M. 24 luglio 2006). Il D.Lgs. è stato successivamente aggiornato dal D.Lgs. n. 41 del 17/02/2017 "Disposizioni per l'armonizzazione della normativa nazionale in materia di inquinamento acustico con la direttiva 2000/14/CE e con il regolamento (CE) n. 765/2008, a norma dell'articolo 19, comma 2, lettere i), l) e m) della legge 30 ottobre 2014, n. 161".

3.2 Normativa regionale

La regione Toscana ha emanato la Legge Regionale n. 89 del 1/12/1998 "Norme in materia di inquinamento acustico" e ss.mm.ii., in attuazione dell'articolo 4 della L. 447/95 (Legge quadro nazionale sull'inquinamento acustico) e dei relativi decreti attuativi. Essa definisce le competenze della regione stessa, delle province e dei comuni, i criteri generali per zonizzazioni acustiche comunali e piani di risanamento, ecc.

La D.G.R. n. 857 del 21/10/2013 "Criteri per la predisposizione della documentazione di impatto acustico ai sensi dell'art. 12 comma 2 e 6bis della L.R. n. 89/98" definisce i criteri per la redazione della documentazione acustica, che i comuni devono richiedere ai soggetti che fanno domanda di autorizzazione alla costruzione o utilizzo di vari tipi di opere e infrastrutture, come quella in oggetto.

Il D.P.G.R. n. 2/R dell'8/1/2014 "Regolamento regionale di attuazione ai sensi dell'articolo 2, comma 1, della legge regionale 1° dicembre 1998, n. 89" definisce in dettaglio i criteri tecnici di stesura dei piani comunali di classificazione acustica del territorio e le modalità per il

	PROGETTISTA: 	COMMESSA NR/20049	UNITA' 000
	LOCALITÀ: Regione Toscana	REL-AMB-E-03031	
	PROGETTO / IMPIANTO Rifacimento metanodotto Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 8 di 38	Rev. 1

Rif. SAIPEM: 023113-010-SPC-BG-E-94700

rilascio delle autorizzazioni comunali per lo svolgimento di attività rumorose temporanee. Tra queste ultime, in particolare, rientra l'attività di costruzione in oggetto.

Con l'autorizzazione, rilasciabile anche in deroga ai limiti stabiliti dalla zonizzazione acustica, il comune può stabilire la durata e l'area di applicazione della deroga e le misure necessarie a mitigare l'impatto acustico delle attività. Alla domanda per il rilascio delle autorizzazioni in deroga va allegata una relazione descrittiva dell'attività che si intende svolgere, con contenuti definiti dal DPGR.

L'autorizzazione è rilasciata previa acquisizione del parere delle ASL competenti, le quali possono chiedere il supporto tecnico dell'ARPAT. In determinati casi i comuni possono prevedere forme semplificate di autorizzazione, disciplinando eventualmente fasce orarie e valori limite di immissione specifici per l'attività. I limiti della deroga sono considerati come limiti di emissione dell'attività nel suo complesso, intesa come sorgente unica, e sono misurati in corrispondenza dei ricettori più esposti al rumore. Il tempo di misura è di almeno quindici minuti e la misura è conforme al DMA 16/3/1998, comprese le eventuali penalizzazioni. Quando non altrimenti specificato è sempre implicita la deroga al criterio differenziale (Allegato 4 del DPGR).

3.3 Normativa comunale

Tutti i comuni interessati dalle attività in oggetto sono dotati di zonizzazione acustica comunale (Z.A.C.), pertanto normalmente sul territorio si applicano i limiti di immissione assoluta definiti in Tabella 3/A. Le attività di costruzione rientrano tuttavia tra quelle temporanee di cantiere, soggette a specifica autorizzazione e ad eventuali limiti di immissione meno restrittivi e indipendenti dalla zonizzazione acustica, come previsto dalla DPGR 2/R/2014.

Molti dei comuni interessati hanno anche emanato propri regolamenti per le attività rumorose temporanee, le cui prescrizioni (es. fasce orarie) possono differire leggermente da quelle previste dalla norma regionale. Generalmente viene confermato che le autorizzazioni in forma semplificata sono ammesse nelle aree di classe III o superiore, in assenza di ricettori particolarmente sensibili, con valore limite alternativo di 70 dB(A). Tuttavia nel caso in esame la deroga in forma semplificata non è generalmente ammissibile a causa della durata complessiva dei lavori, superiore a 20 giorni lavorativi, e a causa della possibile necessità per alcune lavorazioni di protrarsi anche in orario notturno.

	PROGETTISTA: 	COMMESSA NR/20049	UNITA' 000
	LOCALITÀ: Regione Toscana	REL-AMB-E-03031	
	PROGETTO / IMPIANTO Rifacimento metanodotto Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 9 di 38	Rev. 1

Rif. SAIPEM: 023113-010-SPC-BG-E-94700

4 DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ

4.1 Attività di cantiere con scavo a cielo aperto

Le attività di cantiere per la realizzazione di un metanodotto consistono principalmente nell'installazione o rimozione delle tubazioni tramite scavo a cielo aperto, lungo la grande maggioranza della sua estensione.


La valutazione di impatto acustico dovuto a questo tipo di attività pone qualche problematica in quanto si tratta di un cantiere mobile in cui i mezzi operativi lavorano in fasi sequenziali lungo il tracciato: apertura pista, scavo, posa o dismissione delle tubazioni, rinterro dello scavo e ripristino dei luoghi. Il treno di lavoro, lungo l'asse del metanodotto, procede con una velocità media di circa 300 m al giorno per le attività di costruzione della nuova linea del metanodotto e per le attività di dismissione della condotta esistente. Tale velocità può essere significativamente ridotta nel caso di orografia complessa, ma l'attività resta comunque transitoria, per un totale di pochi giorni effettivi presso ogni punto del metanodotto.

Tutte le fasi di lavoro vengono svolte esclusivamente nel periodo diurno (06:00 – 22:00) **dei giorni feriali**, per un'operatività complessiva massima di circa 10 ore giornaliere. **Le attività di rumorosità rilevante si svolgeranno al di fuori delle ore della giornata dedicate al riposo, in accordo alle prescrizioni di ciascun comune interessato, indicativamente nelle fasce 8:00 – 12:00 e 14:00 – 18:00.**

I mezzi pesanti impiegati e significativi dal punto di vista acustico saranno conformi alla Direttiva 2000/14/CE e s.m.i., che stabilisce la massima potenza acustica di ciascuna macchina considerata come sorgente a sé stante.



Figura 4/A – Esempio di posa di una condotta con trattori posatubi

	PROGETTISTA: 	COMMESSA NR/20049	UNITA' 000
	LOCALITÀ: Regione Toscana	REL-AMB-E-03031	
	PROGETTO / IMPIANTO Rifacimento metanodotto Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 10 di 38	Rev. 1

Rif. SAIPEM: 023113-010-SPC-BG-E-94700

L'entità degli impatti varia con la fase del progetto, alla quale è legata la composizione dei mezzi di cantiere che sono contemporaneamente in movimento. Per tale motivo la stima dell'impatto acustico è stata impostata prendendo come riferimento la fase che determina la maggiore movimentazione di mezzi pesanti e quindi la più impattante dal punto di vista delle emissioni acustiche. Tale fase è individuata nella posa delle tubazioni con il massimo impiego di posatubi (vedi figura precedente), il cui maggiore impatto è confermato anche da precedenti monitoraggi. In tal modo si ottengono stime comunque conservative.

In tabella seguente si schematizzano le principali sorgenti di rumore (mezzi e macchinari pesanti) che operano nella fase di posa, ciascuna con la stima delle massime ore di impiego giornaliero effettivo. L'esatta varietà tipologica e dimensionale delle apparecchiature non è nota a priori, ma si prende in esame una configurazione tipica.

Tabella 4/A – Sorgenti rumorose tipicamente utilizzate nella fase di posa del metanodotto

Mezzo o macchinario	Taglia	Potenza dB(A)	Numero	Ore giornaliere
Trattore posatubi	200 kW	101	6	4
Escavatore	110 kW	103	1	6
Pala caricatrice gommata	110 kW	107,5	1	2
Autocarro	15/34 t	105	1	6

Inoltre è previsto l'impiego di pulmini e fuoristrada per la gestione degli aspetti logistici. Il numero di tali mezzi e dei viaggi giornalieri che effettuano in media è tale da non determinare impatti significativi sul clima acustico delle aree.

Il livello di potenza acustica associato a ciascuna sorgente è, dove disponibile, quello massimo stabilito dalla Direttiva 2000/14/CE e s.m.i. per le emissioni sonore delle macchine destinate a operare all'aperto. Per le apparecchiature non contemplate dalla direttiva la potenza è stata ricavata in base a valori noti in letteratura relativi a macchine analoghe.

I rumori emessi nel corso dei lavori hanno caratteristiche di indeterminazione e incerta configurazione e i mezzi cambiano continuamente posizione e regime di funzionamento. Il cantiere verrà perciò approssimato come una sorgente unica complessiva. Considerando la somma logaritmica delle potenze e le ore di attivazione, per il cantiere di posa si stima una potenza acustica totale di **106,5 dB(A)** relativa alle 16 ore del periodo diurno.

La costruzione dei vari impianti di linea (impianto HPRS, punti di intercettazione, stazioni PIG) ha un coinvolgimento di mezzi inferiore rispetto alla posa del metanodotto e non viene valutata in quanto meno impattante dell'attività già esaminata.

4.2 Attività di cantiere di attraversamento

Dove le condizioni dei luoghi lo richiedono, alcuni tratti limitati della condotta saranno realizzati tramite attraversamenti sotterranei (trenchless). Tali tipi di lavorazioni non producono rumore in superficie lungo il territorio attraversato, ma fanno uso di cantieri rumorosi alle due estremità dell'attraversamento. Le maggiori tecniche trenchless sono:

- Microtunnel (MT)
- Trivellazione orizzontale controllata (TOC)

	PROGETTISTA: 	COMMESSA NR/20049	UNITA' 000
	LOCALITÀ: Regione Toscana	REL-AMB-E-03031	
	PROGETTO / IMPIANTO Rifacimento metanodotto Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 11 di 38	Rev. 1

Rif. SAIPEM: 023113-010-SPC-BG-E-94700

Sono previste 27 opere di questo tipo, di lunghezze variabili tra 150 m e 1,1 km circa. Per un elenco completo si veda REL-SIA-E-03010 "Studio di Impatto Ambientale". A questi si aggiungono numerosi attraversamenti stradali realizzati con tecnica spingitubo, che si ritengono di impatto minoritario e non vengono considerati in questo studio.

La tecnologia del **microtunnel** si basa sull'avanzamento di uno scudo cilindrico con un sistema di scavo frontale, spinto in avanti da martinetti idraulici che premono su un anello di spinta. Lo scudo avanza in profondità grazie all'aggiunta periodica di nuovi elementi tubolari davanti all'anello di spinta. Lo scavo è guidato da un sistema laser per garantire la traiettoria. Le fasi operative principali, necessariamente consecutive, sono:

- Realizzazione delle postazioni di spinta e di ricezione ai due estremi del tunnel
- Perforazione del tunnel
- Saldatura e inserimento della condotta nel tunnel, tramite tiraggio o spinta

In tutti i casi, la postazione dove avvengono le lavorazioni rumorose più intense è quella di spinta, che pertanto verrà presa in considerazione in questo studio. In particolare, nella fase di realizzazione delle postazioni, la sottofase più impattante dal punto di vista del rumore è quella dell'infissione delle palancole. Le dimensioni dello scavo palancole dove alloggerà l'anello di spinta si prevedono di 8 x 12 x 6 m.



Figura 4/B – Esempio di stazione di spinta per microtunnel con scavo palancole

La realizzazione delle postazioni e l'inserimento della condotta avverranno nel normale orario di cantiere, quindi esclusivamente nel periodo diurno (06:00 – 22:00), per un'operatività complessiva massima di circa 10 ore giornaliere. La perforazione invece va realizzata in modo continuativo e all'occorrenza può protrarsi ininterrottamente anche nel periodo notturno (22:00 – 06:00). **Quando non saranno strettamente necessarie lavorazioni continuative, le attività di rumorosità rilevante si svolgeranno negli orari meno disturbanti.**

In tabella seguente si schematizzano le principali sorgenti di rumore (mezzi e macchinari pesanti) che operano nelle tre fasi. Il livello di potenza acustica associato a ciascuna sorgente è, dove disponibile, quello massimo stabilito dalla Direttiva 2000/14/CE e s.m.i. per

	PROGETTISTA: 	COMMESSA NR/20049	UNITA' 000
	LOCALITÀ: Regione Toscana	REL-AMB-E-03031	
	PROGETTO / IMPIANTO Rifacimento metanodotto Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 12 di 38	Rev. 1

Rif. SAIPEM: 023113-010-SPC-BG-E-94700

le emissioni sonore delle macchine destinate a operare all'aperto. Per le apparecchiature non contemplate dalla direttiva la potenza è stata ricavata in base a valori noti in letteratura relativi a macchine analoghe.

Tabella 4/B – Sorgenti rumorose nelle fasi di realizzazione dei microtunnel

Macchinario	Potenza dB(A)	Fase di lavorazione		
		Infissione palancole	Perforazione	Inserimento condotta
Escavatore	103	1		
Autogrù	80		1	
Gru tralicciata cingolata	106	1		
Vibroinfissore con generatore 250 hp	120	1		
Dissabbiatore	83		1	
Pompa bentonite	83		1	
Gruppo elettrogeno	92	1	1	
Gruppo idraulico	91		1	
Filtropressa	78		1	
Escavatore con benna	105			1
Autogrù 60 t	103			1
Autocarro 4x4 attrezzato per fasciatura	102			1
Motosaldatrice 400 A	98			1
Paywelder automatica	99			1
Potenza acustica totale dB(A)		120,3	95,3	109,1
Periodo di attività		Diurno 10h	24h	Diurno 10h

Come da tabella, nel periodo diurno la fase più impattante dal punto di vista acustico risulta essere quella dell'infissione palancole, sostanzialmente a causa dell'elevata rumorosità del vibroinfissore. Anche se la fase di perforazione può protrarsi per tutto il periodo diurno (16 ore), il L_{eq} diurno associato all'infissione palancole per 10 ore è comunque superiore. Nel periodo notturno invece può avvenire soltanto la fase di perforazione. Ponendosi quindi nel caso peggiore, di seguito per i microtunnel verranno presi in esame due scenari, la fase di infissione nel periodo diurno e la fase di perforazione nel periodo notturno.

La tecnologia della **trivellazione orizzontale controllata** si basa su un impianto di perforazione (rig) simile a quelli utilizzati nella trivellazione dei pozzi petroliferi. L'impianto è costituito da una rampa inclinata sulla quale trasla un carrello mobile, che provvede alla rotazione, alla spinta, alla tensione e all'immissione dei fanghi necessari alla perforazione. Il rig provvede poi anche al traino della condotta. Le fasi operative principali, necessariamente consecutive per una condotta di queste dimensioni, sono:

- Realizzazione del foro pilota
- Alesatura (allargamento) del foro tramite alesatore trainato dal rig
- Inserimento della condotta tramite tiraggio dal rig

Nelle prime due fasi il cantiere dove avvengono le lavorazioni rumorose più intense è quello principale dove è installato il rig. Nella terza fase assume rilevanza anche il cantiere

	PROGETTISTA: 	COMMESSA NR/20049	UNITA' 000
	LOCALITÀ: Regione Toscana	REL-AMB-E-03031	
	PROGETTO / IMPIANTO Rifacimento metanodotto Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 13 di 38	Rev. 1

Rif. SAIPEM: 023113-010-SPC-BG-E-94700

all'estremità opposta, dove la condotta da inserire, preferibilmente già assemblata in un'unica tratta, viene temporaneamente alloggiata in un'area di varo e guidata con trattori posatubi mentre il rig la traina. Le due estremità della TOC sono in genere abbastanza lontane da poter trascurare la sovrapposizione degli effetti acustici dei due cantieri.





Figura 4/C – Esempio di impianto di perforazione (rig) per TOC

La perforazione del foro pilota va realizzata in modo continuativo e all'occorrenza può protrarsi ininterrottamente per tutto il periodo diurno (06:00 – 22:00) e il periodo notturno (22:00 – 06:00). La fase di alesatura si considera assimilabile e non più impattante della precedente. La fase di inserimento della condotta, a meno di circostanze straordinarie che qui non verranno prese in esame, avverrà esclusivamente nel periodo diurno (06:00 – 22:00), per un'operatività complessiva massima di circa 10 ore giornaliere. **Quando non saranno strettamente necessarie lavorazioni continuative, le attività di rumorosità rilevante si svolgeranno negli orari meno disturbanti.**

In tabella seguente si schematizzano le principali sorgenti di rumore (mezzi e macchinari pesanti) che operano nella fase di perforazione, considerando il cantiere principale, e nella fase di inserimento, considerando i cantieri a entrambe le estremità. Il livello di potenza acustica associato a ciascuna sorgente è, come per la tabella precedente, un valore tipico disponibile in letteratura.

Tabella 4/C – Sorgenti rumorose nelle fasi di realizzazione dei microtunnel

Macchinario	Potenza dB(A)	Fase di lavorazione		
		Perforazione	Inserimento	
			Cantiere principale	Area di varo
Posatubi	103			5
Autocarro	80	1		1
Fuoristrada	77			1
Compressore	101	1	1 (5h)	
Autogrù	80	1	1 (5h)	
Impianto di perforazione (rig)	94	1	1	
Generatore	92	1	1	
Potenza acustica totale dB(A)		102,3	100,2	110,0
Periodo di attività		24h	Diurno 10h	Diurno 10h

	PROGETTISTA: 	COMMESSA NR/20049	UNITA' 000
	LOCALITÀ: Regione Toscana	REL-AMB-E-03031	
	PROGETTO / IMPIANTO Rifacimento metanodotto Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 14 di 38	Rev. 1

Rif. SAIPEM: 023113-010-SPC-BG-E-94700

Come da tabella, nel periodo diurno la fase più impattante dal punto di vista acustico risulta essere quella dell'inserimento, relativamente all'area di varo. Tuttavia, il dispiegamento di mezzi coinvolto è inferiore a quello analizzato per la posa a cielo aperto (capitolo 4.1), che in particolare comprende 6 posatubi. La potenza acustica complessiva misurata per la posa a cielo aperto risulta infatti superiore. Per questo motivo l'area di varo non verrà presa in considerazione in questo studio, dal momento che è già ampiamente presente un caso di rumorosità diurna peggiore. Nel periodo notturno invece può avvenire la fase di perforazione. Ponendosi quindi nel caso peggiore, di seguito per le TOC verrà preso in esame un solo scenario, il cantiere principale in fase di perforazione nel periodo notturno.

4.3 Esercizio dell'impianto HPRS

L'esercizio dell'impianto di riduzione HPRS avverrà a orario continuato, interessando con emissioni praticamente costanti gli interi periodi diurno e notturno definiti dalla normativa.

La principale sorgente di rumore è data dalle valvole di regolazione della pressione, installate su due tratti di tubazioni fuori terra, lontani tra loro circa 2 m. Le due linee sono gemelle e alternative, ovvero soltanto una alla volta può operare, alle stesse condizioni. Di seguito verrà preso in considerazione soltanto lo scenario in cui è operativa la valvola dal lato del ricettore; data la vicinanza e l'equivalenza strutturale tra le due valvole, gli effetti sull'ambiente esterno sono comunque molto simili nei due casi.

Non si dispone ancora del programma di calcolo delle emissioni sonore che dovrà essere fornito dal fabbricante delle valvole, pertanto la rumorosità di ciascuna valvola è stata stimata in base alla specifica di Snam Rete Gas GASD C.06.01.51 ("Valvole di regolazione della pressione di valle con pilota"). Secondo tale specifica, per un impianto con portata di 100.000 Sm³/h e pressione massima di 75 bar, come quello in oggetto, il massimo livello di pressione sonora consentito è di 92 dB(A) a 1 m dalla valvola. Per le stime, a scopo cautelativo, verrà quindi utilizzato tale valore che rappresenta il caso peggiore.

Le suddette valvole saranno tuttavia dotate di cappa di insonorizzazione montata su binari. Secondo la specifica di Snam Rete Gas GASD C.06.05.01 ("Cappa di insonorizzazione da installare su linea di regolazione fuori terra e non ubicata in fabbricato"), tali cappe devono essere progettate per attenuare di almeno 30 dB(A) il livello di pressione sonora generato da ogni linea di regolazione. Alla sorgente è stato pertanto applicato tale fattore di attenuazione.

L'impianto comprende un fabbricato caldaie, delle dimensioni di 10,5 m × 10,5 m per 5,86 m di altezza, che ospita al suo interno tre pompe e due caldaie come principali sorgenti di rumore. Per stimare la rumorosità esterna dell'edificio nel suo complesso si è fatto riferimento a misurazioni fonometriche in archivio effettuate su precedenti fabbricati già operativi con caratteristiche analoghe. Per l'edificio si suppone quindi un livello medio di pressione sonora di 55 dB(A) a 1 m di distanza da ciascuna parete esterna.

Tutte le altre potenziali sorgenti di rumore, quale la turbolenza del flusso di gas all'interno delle tubazioni, sono trascurabili rispetto alle sorgenti sopra descritte. Altre sorgenti particolari come la doppia candela possono essere attivate solo in circostanze straordinarie e temporanee e non sono oggetto di questo studio.

Le posizioni delle due sorgenti individuate sono mostrate rispetto alla planimetria dell'impianto in figura seguente.

	PROGETTISTA: 	COMMESSA NR/20049	UNITA' 000
	LOCALITÀ: Regione Toscana	REL-AMB-E-03031	
	PROGETTO / IMPIANTO Rifacimento metanodotto Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 15 di 38	Rev. 1

Rif. SAIPEM: 023113-010-SPC-BG-E-94700

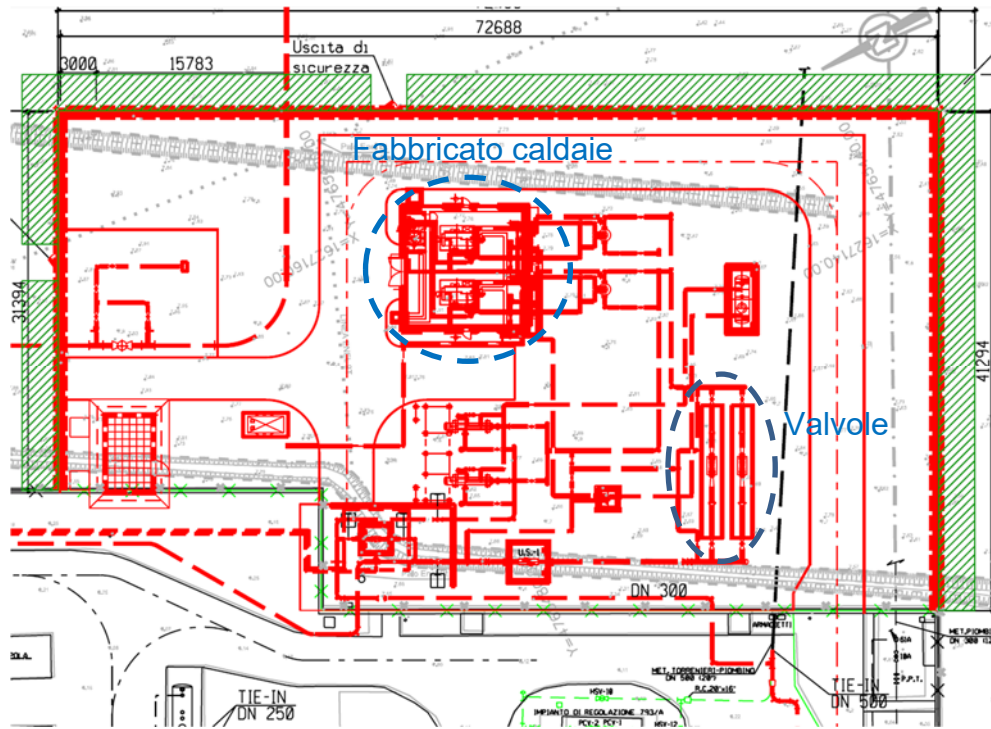



Figura 4/D – Localizzazione delle sorgenti rumorose dell'impianto

4.4 Caratterizzazione dell'area di indagine

Il territorio attraversato dal metanodotto è prevalentemente pianeggiante e a destinazione agricola. La linea in progetto non passa praticamente mai nelle vicinanze di centri abitati, ma in molte occasioni passa a meno di 100 m da abitazioni sparse, in quasi tutti i comuni attraversati. Non viene mai interferito alcun ricettore particolarmente sensibile, ad esempio di tipo scolastico o sanitario. Anche le attività di dismissione con rimozione dei brevi tratti di condotte esistenti non interferiscono con ricettori sensibili. Nello studio, per tali motivi, si fa riferimento soltanto alla linea in progetto.

Per quanto riguarda le aree naturali protette, il tracciato proposto non attraversa alcuna area della Rete Natura 2000, avvicinandosi solo marginalmente ad alcune di esse. Nel caso peggiore, la linea in progetto passa a circa 260 m dal Sito di Interesse Comunitario (SIC) IT5160022 "Monti Livornesi", nel comune di Rosignano Marittimo, oltretutto in un punto dove il SIC è già costeggiato dall'autostrada A12, predominante dal punto di vista acustico. Le altre aree più vicine sono la Zona Speciale di Conservazione (ZSC) IT5170009 "Lago di Santa Luce" (500 m), la Zona di Protezione Speciale (ZPS) IT5160004 "Palude di Bolgheri" (1 km) e la ZPS IT5160010 "Padule Orti – Bottagone" (750 m). Tali distanze sono sufficienti a escludere qualunque impatto acustico significativo.

	PROGETTISTA: 	COMMESSA NR/20049	UNITA' 000
	LOCALITÀ: Regione Toscana	REL-AMB-E-03031	
	PROGETTO / IMPIANTO Rifacimento metanodotto Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 16 di 38	Rev. 1

Rif. SAIPEM: 023113-010-SPC-BG-E-94700

4.5 Scelta dei ricettori

Per valutare l'impatto acustico che le operazioni di costruzione del nuovo metanodotto avranno sull'area interessata dall'intervento sono stati selezionati 12 ricettori, rappresentativi delle zone maggiormente affette dalle immissioni rumorose. Al fine di stimare le modifiche che i lavori apporteranno al clima acustico, in prossimità di ciascun ricettore sono stati effettuati un rilievo fonometrico, per conoscere il rumore di fondo attualmente presente, e un calcolo previsionale delle emissioni acustiche determinate dalle attività di cantiere. Fa eccezione uno dei ricettori che si trova presso il futuro impianto HPRS ed è finalizzato a valutare l'impatto acustico in fase di esercizio, sempre tramite misure fonometriche e calcolo previsionale.



Data l'assenza di ricettori particolarmente sensibili, di zone residenziali e di aree naturali protette a portata di impatto acustico, la scelta dei ricettori è stata basata sostanzialmente sulla minore distanza delle attività in progetto dalle abitazioni. Si è cercato inoltre di distribuire equamente i punti lungo gli 84 km del tracciato, selezionando possibilmente i ricettori sui territori di comuni differenti.

I ricettori selezionati, etichettati con un numero crescente lungo la progressiva chilometrica del tracciato (quindi da nord a sud), sono elencati nella tabella seguente. Tutti i ricettori sono abitazioni di uno o due piani. Le distanze, arrotondate, si intendono dalla facciata del ricettore all'asse del metanodotto in progetto. Il ricettore R12 è stato aggiunto in una successiva revisione, pertanto non rispetta la numerazione progressiva da nord a sud.

Tabella 4/D – Ricettori selezionati per la misura e la stima previsionale del rumore

Cod.	km	Coordinate UTM 32T		Comune	Distanza tracciato (m)	Classe ZAC	Impatto valutato
		Est	Nord				
R1	3,850	618229	4827603	Collesalveti (LI)	60	III	Posa
R2	10,600	618327	4822110	Collesalveti (LI)	55	IV	Posa
R3	18,450	619999	4815555	Rosignano Marittimo (LI)	45	III	Posa
R4	28,600	621725	4806888	Castellina Marittima (PI)	55	III	Posa
R5	36,570	623379	4799889	Cecina (LI)	25	IV	Posa
R6	49,990	627468	4788340	Castagneto Carducci (LI)	35	III	Posa
R7	56,800	626898	4782293	Castagneto Carducci (LI)	50	III	Posa
R8	63,650	626132	4776000	Castagneto Carducci (LI)	50	III	Posa e TOC
R9	72,400	626653	4768364	San Vincenzo (LI)	20	III	Posa
R10	75,680	627153	4765368	Campiglia Marittima (LI)	50*	III	HPRS
R11	82,410	630703	4759985	Piombino (LI)	30	III	Posa
R12	65,950	626785	4774005	San Vincenzo (LI)	30	III	Microtunnel

* distanza dal confine impianto HPRS

	PROGETTISTA: 	COMMESSA NR/20049	UNITA' 000
	LOCALITÀ: Regione Toscana	REL-AMB-E-03031	
	PROGETTO / IMPIANTO Rifacimento metanodotto Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 17 di 38	Rev. 1

Rif. SAIPEM: 023113-010-SPC-BG-E-94700

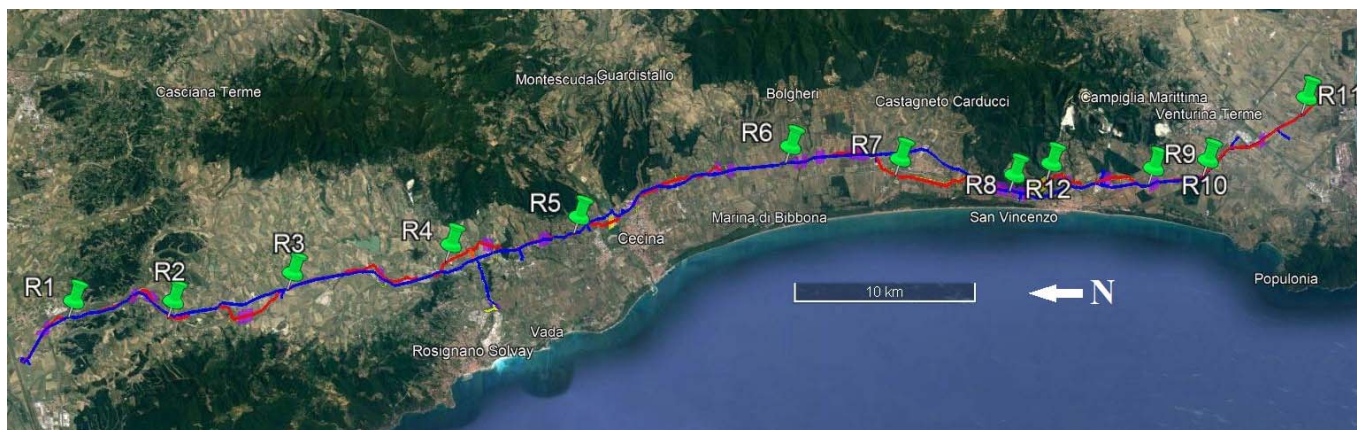


Figura 4/E – Distribuzione geografica dei ricettori lungo il tracciato

Il ricettore R10 è quello selezionato per la valutazione dell'esercizio dell'impianto HPRS. Il ricettore R8 è stato selezionato, oltre che per l'impatto della posa a cielo aperto, anche per la valutazione a campione della costruzione di un attraversamento con TOC. Di fronte al ricettore infatti opererà il cantiere principale per la perforazione della TOC "Podere Le Colonne", lunga 930 m (una delle più impegnative dell'intero progetto). Il ricettore R12 è stato introdotto per la valutazione a campione della costruzione di un attraversamento con microtunnel. Di fronte al ricettore infatti opererà il cantiere di spinta del microtunnel "Poggio Cervialesi", lungo 1110 m (il più impegnativo del progetto).

Per immagini satellitari ravvicinate, fotografie e carte topografiche con zonizzazione acustica di ciascun ricettore si veda l'Allegato 1.

4.6 Misure fonometriche

Presso ciascuno dei punti individuati è stata eseguita una sessione di misura nel periodo diurno, in data lunedì 21 e martedì 22 giugno 2021, con un rilievo della durata di almeno 30 minuti. Data la sostanziale uniformità del rumore di fondo nelle aree, il campione temporale si ritiene rappresentativo del clima acustico dell'intero periodo diurno. Presso il ricettore R10 è stata eseguita anche una misura analoga nel periodo notturno, poiché l'esercizio dell'impianto HPRS avverrà anche in tale orario.

I rilievi sono stati effettuati in conformità alle modalità stabilite dal D.M.A. 16/3/1998 e con il microfono posto a 1,5 m di altezza dal piano campagna. La posizione effettiva dello strumento era nei pressi della facciata del ricettore rivolta verso la futura attività in progetto. Le misure sono state costantemente presidiate dall'operatore, che ha osservato anche qualitativamente il clima acustico. Nei casi in cui sono stati rilevati eventi rumorosi intensi e anomali (passaggio di trattore, abbaiare di cane in prossimità del microfono), il livello sonoro misurato è stato successivamente filtrato mascherando i picchi di rumore relativi ai singoli eventi. Il risultato sintetico è riportato in tabella seguente, arrotondato a 0,5 dB(A) come previsto dal D.M.A. 16/3/1998 e messo a confronto con il limite assoluto diurno vigente secondo la zonizzazione acustica.

	PROGETTISTA: 	COMMESSA NR/20049	UNITA' 000
	LOCALITÀ: Regione Toscana	REL-AMB-E-03031	
	PROGETTO / IMPIANTO Rifacimento metanodotto Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 18 di 38	Rev. 1

Rif. SAIPEM: 023113-010-SPC-BG-E-94700

Tabella 4/E – Risultato sintetico delle misure fonometriche

Cod. punto	Periodo	L_{eq} misurato dB(A)	Limite di immiss. dB(A)	Principali sorgenti del clima acustico
R1	diurno	44,5	60	
R2	diurno	62,5	65	Traffico intenso su SR206 (di fronte) e A12 (250 m)
R3	diurno	53,0	60	Traffico su A12 (100 m)
R4	diurno	41,5	60	Traffico locale
R5	diurno	46,0	65	Traffico su E80 (70 m)
R6	diurno	55,5	60	Traffico locale e lavori nella casa vicina
R7	diurno	51,0	60	Traffico locale e su E80 (300 m)
R8	diurno	45,5	60	
R9	diurno	46,0	60	Traffico locale e su E80 (650 m)
R10	diurno	37,5	60	
R10	notturno	32,0	50	
R11	diurno	52,5	60	Traffico locale occasionale

Analizzando i risultati dei rilievi è evidente che il clima acustico attuale rispetta sempre i limiti stabiliti dalle zonizzazioni acustiche.

Il ricettore R12 è stato aggiunto in una successiva revisione, pertanto non è disponibile la relativa misura. In base alle caratteristiche della zona, presso R12 ci si aspetta la presenza di un valore simile a quello misurato presso altri ricettori con scarsa presenza di traffico, dell'ordine di 45 dB(A) diurni.

Nell'Allegato 1 alla presente relazione sono riportate le schede dettagliate dei risultati analitici di ciascuna misura fonometrica, comprensive di documentazione fotografica, stralci delle zonizzazioni acustiche e descrizione della strumentazione utilizzata.

	PROGETTISTA: 	COMMESSA NR/20049	UNITA' 000
	LOCALITÀ: Regione Toscana	REL-AMB-E-03031	
	PROGETTO / IMPIANTO Rifacimento metanodotto Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 19 di 38	Rev. 1

Rif. SAIPEM: 023113-010-SPC-BG-E-94700

5 RISULTATI DELLO STUDIO ACUSTICO

5.1 Modello di calcolo

Per la simulazione dell'impatto acustico indotto dalle attività di cantiere è stato utilizzato il software previsionale *SoundPlan® 7.4*. Tale modello appartiene alla classe di modelli previsionali basati sulla tecnica del *Ray Tracing*, che permette di simulare la propagazione del rumore in situazioni di sorgente e orografia complesse, tenendo conto di tutti i fenomeni fisici significativi: divergenza geometrica, riflessioni di ordine multiplo, assorbimento del terreno, della vegetazione e dell'aria, diffrazione.

Le informazioni richieste dal modello *SoundPlan* per fornire le previsioni dei livelli equivalenti sono numerose e riguardano le sorgenti sonore, la propagazione delle onde e, da ultimo, i ricettori. È quindi necessario fornire al programma la topografia dell'area oggetto di studio, comprensiva delle informazioni riguardanti il terreno e gli ostacoli che possono influenzare la propagazione del rumore.



SoundPlan supporta diversi tipi di algoritmi standard per il calcolo, in funzione del tipo di sorgente. In questo caso è stato applicato lo standard ISO 9613-2 "*Attenuation of sound during propagation outdoors*", di uso comune nel caso di sorgenti di tipo industriale.

L'orografia della zona, dove significativa, è stata rappresentata da un modello digitale del terreno tramite triangolazione su curve altimetriche o su piani quotati ad alta risoluzione. In alcuni casi il territorio attorno al ricettore è praticamente piatto, per cui è stato approssimato come un piano ideale. Gli edifici sono stati ricostruiti in base alla Carta Tecnica Regionale, integrando le informazioni con le immagini satellitari più recenti. Il coefficiente di assorbimento delle pareti si è impostato cautelativamente piuttosto basso e pari a 1 dB(A). Si è tenuto conto del tipo di terreno, che è quasi sempre agricolo o secondariamente boschivo, quindi con elevato grado di assorbimento delle onde sonore.

Come ricettori sono stati presi quelli definiti in Tabella 4/D, disponendo i punti di calcolo al centro della facciata più esposta, a diverse altezze nel caso di edifici a più piani. Sono state eseguite 14 simulazioni distinte, nelle zone circostanti ciascun ricettore per un raggio di almeno 300 m. Il tempo di riferimento delle simulazioni è quello del periodo diurno di legge (6-22, ovvero 16 ore), a eccezione del punto R10 (presso HPRS) che viene interessato da emissioni costanti anche in periodo notturno. Presso i punti R8 e R12 sono state svolte simulazioni sia diurne, sia continuative/notturne, in quanto interessati da due differenti tipi di cantiere.

Il cantiere con **scavo a cielo aperto** quale sorgente rumorosa è stato rappresentato come una sorgente puntiforme posta lungo il tracciato della condotta, nel punto ritenuto più disturbante nei confronti del ricettore, ovvero il più vicino. Questa estrema semplificazione è dovuta alla natura mobile e imprevedibile dei singoli macchinari. La potenza sonora della sorgente è quella stimata per l'intero cantiere, pari a **106,5 dB(A) nel periodo diurno**. La sorgente è stata posizionata a una quota convenzionale di 1,5 m dal piano campagna. Lo spettro in frequenza della sorgente, che influisce sulla propagazione delle emissioni, è stato selezionato tra quelli di letteratura forniti da *SoundPlan* per una tipica macchina da movimento terra cingolata.

In merito alla approssimazione tramite sorgente puntiforme del cantiere, che ha in realtà uno sviluppo spaziale tendenzialmente lineare, si sottolinea come tale scelta sia da ritenersi

	PROGETTISTA: 	COMMESSA NR/20049	UNITA' 000
	LOCALITÀ: Regione Toscana	REL-AMB-E-03031	
	PROGETTO / IMPIANTO Rifacimento metanodotto Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 20 di 38	Rev. 1

Rif. SAIPEM: 023113-010-SPC-BG-E-94700

comunque cautelativa. La distribuzione dei mezzi nello spazio, delimitata essenzialmente dall'immediato intorno all'area di cantiere, determina la dispersione della potenza sonora soprattutto longitudinalmente, lungo la direzione di avanzamento del tracciato, e non trasversalmente alla stessa. Pertanto la propagazione delle onde sonore, il cui asse principale si svilupperebbe lungo la linea di avanzamento lavori, assumerebbe una forma circa ellittica in prossimità delle sorgenti. Una ipotetica sorgente puntiforme, baricentrica al cantiere, vedrebbe la concentrazione della potenza sonora in un solo punto, con una propagazione concentrica delle onde sonore e una maggiore distanza di propagazione trasversale a parità di potenza totale. Di seguito si riporta un'immagine esplicativa delle considerazioni di cui sopra.

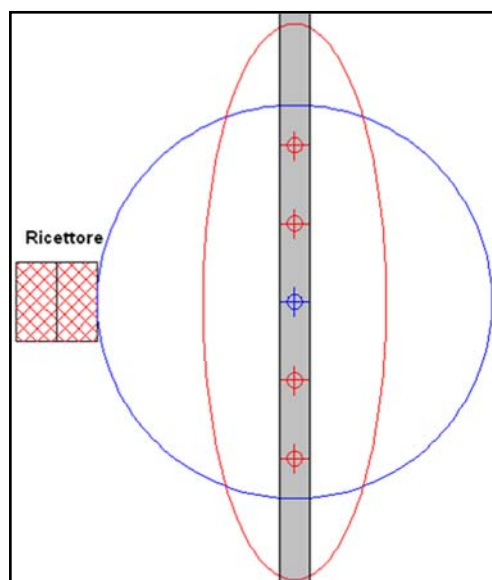


Figura 5/A – Approssimazione puntiforme del cantiere; in blu le relative emissioni, che raggiungono più direttamente il ricettore posto di fronte rispetto alla distribuzione in rosso

Per quanto riguarda il **microtunnel** il cantiere di spinta è stato simulato come unica sorgente puntiforme, facendo considerazioni analoghe a quelle precedenti per lo scavo a cielo aperto. La potenza sonora della sorgente è stimata come somma delle potenze di tutti i macchinari coinvolti, e posizionata a una quota convenzionale di 1,5 m dal piano campagna. Nello scenario dell'infissione palancole la potenza è pari a 120,3 dB(A), con un tempo di attivazione di 10 ore diurne. Date le ridotte dimensioni dello scavo, tale sorgente è stata posizionata a circa 10 m dall'imboccatura del futuro tunnel. Nello scenario della perforazione notturna la potenza è pari a 95,3 dB(A) con tempo di attivazione continuo. Considerando l'estensione del cantiere, tale sorgente è stata posizionata a circa 30 m dall'imboccatura del tunnel, cautelativamente più vicino al ricettore. In entrambi i casi lo spettro in frequenza della potenza sonora è stato approssimato con quello predefinito dal modello SoundPlan come "Averaged Industry" (industriale medio).

Per quanto riguarda la **trivellazione orizzontale controllata** l'area di cantiere principale è stata simulata come unica sorgente puntiforme, facendo considerazioni analoghe a quelle precedenti per lo scavo a cielo aperto. La potenza sonora della sorgente è stimata come somma delle potenze di tutti i macchinari coinvolti, e posizionata a una quota convenzionale di 1,5 m dal piano campagna. Lo scenario è di perforazione notturna e la potenza della

	PROGETTISTA: 	COMMESSA NR/20049	UNITA' 000
	LOCALITÀ: Regione Toscana	REL-AMB-E-03031	
	PROGETTO / IMPIANTO Rifacimento metanodotto Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 21 di 38	Rev. 1

Rif. SAIPEM: 023113-010-SPC-BG-E-94700

sorgente è pari a 102,3 dB(A) con tempo di attivazione continuo. Considerando l'estensione del cantiere e del rig, tale sorgente è stata posizionata a circa 30 m dal foro. Lo spettro in frequenza della potenza sonora è stato approssimato con quello predefinito dal modello SoundPlan come "Averaged Industry" (industriale medio).

Per quanto riguarda l'impianto HPRS, le due sorgenti in esercizio permanente sono una valvola di regolazione, comprensiva di cappa insonorizzante di circa 5 x 2 x 4 m, e il fabbricato caldaie, considerato dall'esterno come entità unica. Entrambi sono stati modellati come sorgenti di forma a parallelepipedo, con potenza acustica uniformemente distribuita su tutta la superficie delle quattro pareti e della copertura (approssimata come piatta).

Le potenze acustiche associate a ciascuna sorgente dell'HPRS sono state impostate in modo da produrre, se la sorgente fosse l'unico oggetto nello scenario, i livelli di pressione sonora a 1 m di distanza descritti al capitolo 4.3. Lo spettro in frequenza della potenza sonora è stato approssimato con quello predefinito dal modello SoundPlan come "Averaged Industry" (industriale medio). La direttività delle sorgenti è considerata uniforme e massima in tutte le direzioni dello spazio. La potenza acustica è costante nel tempo, pertanto il valore di pressione sonora istantaneo generato dallo scenario coincide con il L_{eq} su qualsiasi periodo.

Gli edifici e strutture più massicce che compongono l'impianto HPRS e il vicino impianto esistente sono stati modellati come ostacoli, analogamente agli edifici esterni. Anche la cappa di insonorizzazione della seconda valvola non utilizzata rappresenta un ostacolo e una superficie riflettente. La pavimentazione degli impianti, dove non è tenuta a verde, è stata modellata come superficie massimamente riflettente.


Per tutti gli scenari, come condizioni meteorologiche sono state utilizzate quelle di default del modello, e più precisamente temperatura di 10 °C e umidità relativa del 70%; tali condizioni sono suggerite dallo standard VDI 2714, che a sua volta si basa sulla norma ISO 9613.

Per la rappresentazione complessiva dei risultati è stata generata per ciascun ricettore la mappa isofonica delle emissioni generate dalle sole attività in progetto sulla rispettiva area di interesse, alla quota di 2 m dal piano campagna, basata su griglia di calcolo con risoluzione di 5x5 m e interpolazione di 9x9 punti in ogni tassello. Le curve isofoniche hanno la risoluzione di 5 dB(A) utilizzata dalle normative.

5.2 Risultati della simulazione del cantiere

In tabella seguente, per ciascun ricettore relativo alla linea in progetto con scavi a cielo aperto, vengono riportati in sintesi: il livello di emissione sonora stimato con il modello di calcolo previsionale dell'impatto dovuto alle sole attività di cantiere, il rumore residuo misurato in campo, e il livello di immissione sonora totale diurno dato dalla somma logaritmica dei precedenti, per valutare come le attività in esame incidano sul clima acustico. Nel caso di edifici di più piani è stato riportato il valore corrispondente al piano dove si è ottenuto il livello sonoro maggiore (le differenze tra piani sono comunque minime).

Trattandosi di attività rumorose temporanee, non si applicano i limiti di zonizzazione acustica e differenziali (vedi capitolo 3.2), ma in tabella è possibile il confronto con il limite assoluto di 70 dB(A) richiesto dalla maggior parte dei regolamenti comunali per il rilascio delle autorizzazioni in deroga in forma semplificata per i cantieri.

	PROGETTISTA: 	COMMESSA NR/20049	UNITA' 000
	LOCALITÀ: Regione Toscana	REL-AMB-E-03031	
	PROGETTO / IMPIANTO Rifacimento metanodotto Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 22 di 38	Rev. 1

Rif. SAIPEM: 023113-010-SPC-BG-E-94700

Tabella 5/A – Risultato sintetico della simulazione delle attività di cantiere a cielo aperto

Cod. punto	Leq residuo diurno dB(A)	Leq cantiere diurno dB(A)	Leq totale diurno dB(A)	Limite tipico cantieri dB(A)
R1	44,5	57,2	57,4	70
R2	62,5	60,8	64,7	70
R3	53,0	61,4	62,0	70
R4	41,5	60,3	60,4	70
R5	46,0	67,7	67,7	70
R6	55,5	64,2	64,7	70
R7	51,0	59,7	60,2	70
R8	45,5	57,6	57,9	70
R9	46,0	67,0	67,0	70
R11	52,5	63,5	63,8	70

Presso tutti i ricettori selezionati l'impatto del cantiere incrementa notevolmente il livello sonoro rispetto al clima acustico preesistente. **L'impatto è di entità modesta solo presso R2, che presenta un livello di residuo già molto alto.** Si ricorda però che le immissioni presso ciascun ricettore hanno durata di pochi giorni, dei quali la simulazione rappresenta la giornata di massimo impatto possibile, con numerose approssimazioni per eccesso. **Il livello di immissione assoluta ai ricettori è in ogni caso non critico, in quanto sempre inferiore al limite generalmente richiesto nella regione Toscana per concedere le autorizzazioni alle attività rumorose temporanee in forma semplificata (più restrittive sull'impatto).**

In tabella seguente, in modo analogo alla precedente, si riportano in sintesi i risultati degli scenari relativi alle simulazioni di cantieri di attraversamento. In questo caso non si dispone di misure del residuo, ma il valore riportato è ipotizzato, arrotondando la media di misure diurne effettuate presso punti con caratteristiche simili (vedi capitolo 4.6); cautelativamente si è supposto lo stesso valore anche per il periodo notturno, sebbene quest'ultimo sia probabilmente molto più basso in realtà.

Tabella 5/B – Risultato sintetico della simulazione delle attività di cantiere di attraversamento

Cod. punto	Sorgente stimata	Periodo	Leq residuo ipotetico dB(A)	Leq cantiere dB(A)	Leq totale dB(A)	Limite cantieri dB(A)
R8	TOC (perforazione)	Notturmo	45,0	47,9	49,7	-
R12	MT (palancole)	Diurno	45,0	66,8	66,8	70
R12	MT (perforazione)	Notturmo	45,0	45,3	48,2	-

I lavori diurni presso R12 per la realizzazione del microtunnel hanno un impatto notevole e **paragonabile a quello massimo** previsto per gli scavi a cielo aperto. **Il livello di immissione assoluta su R12 è in ogni caso non critico, in quanto sempre inferiore al limite generalmente richiesto nella regione Toscana in orario diurno per concedere le autorizzazioni alle attività rumorose temporanee in forma semplificata (più restrittive sull'impatto).** I lavori di perforazione a orario continuato, sia per il microtunnel sia per la trivellazione orizzontale controllata, hanno impatto molto più contenuto, anche considerando il caso più critico che è quello notturno. **I livelli ai ricettori sono inferiori perfino a 50 dB(A), limite notturno di classe III che si applicherebbe se le attività non fossero temporanee.**

	PROGETTISTA: 	COMMESSA NR/20049	UNITA' 000
	LOCALITÀ: Regione Toscana	REL-AMB-E-03031	
	PROGETTO / IMPIANTO Rifacimento metanodotto Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 23 di 38	Rev. 1

Rif. SAIPEM: 023113-010-SPC-BG-E-94700

Le mappe isofoniche relative a ciascun ricettore, che rappresentano le emissioni dovute al solo cantiere (escluso il rumore residuo) con scavo a cielo aperto nell'intero periodo diurno, sono mostrate in Figure 5/B–5/M seguenti.

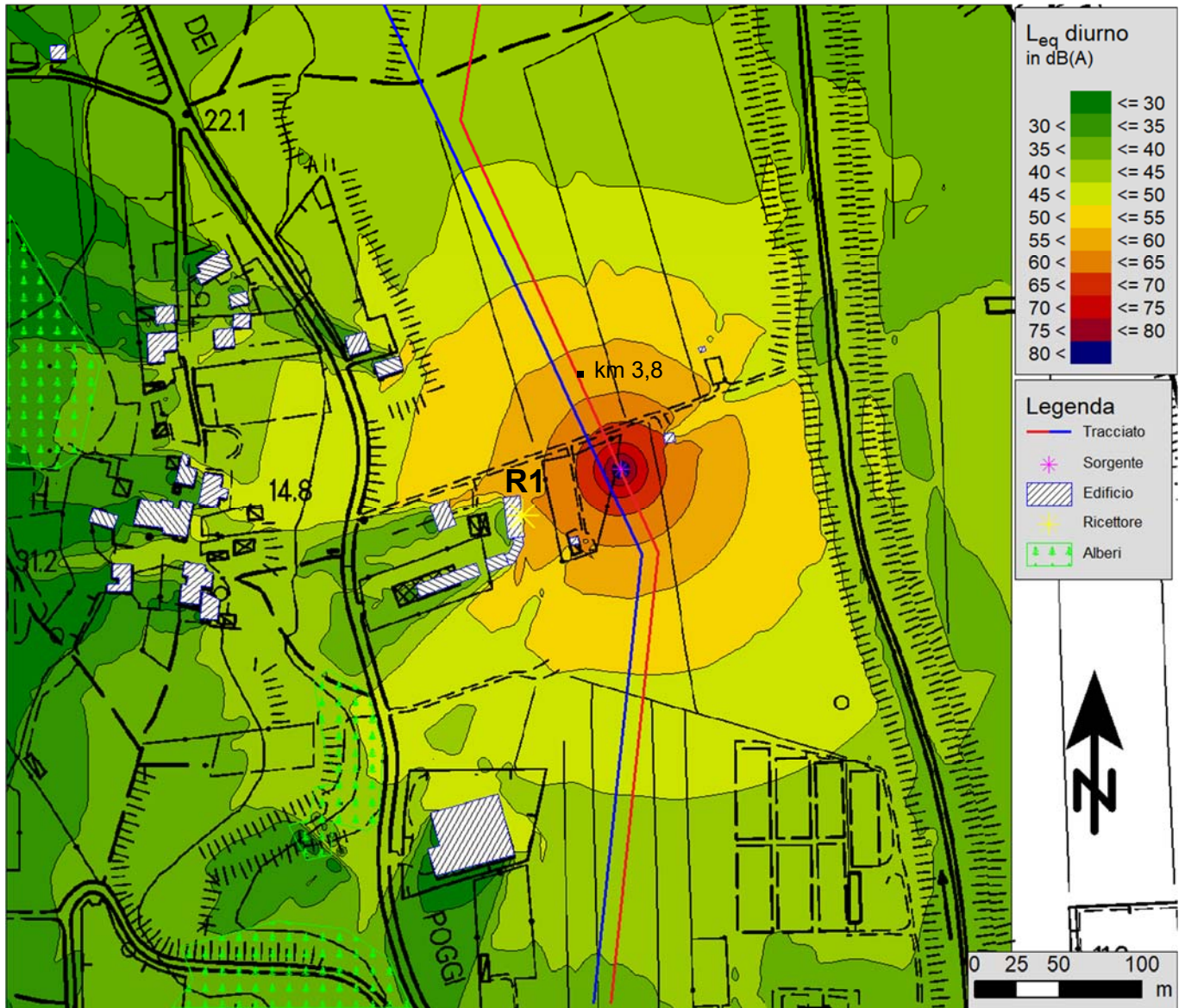


Figura 5/B – Mapa isofonica diurna a 2 m dal piano campagna, con il cantiere in prossimità di R1

	PROGETTISTA: 	COMMESSA NR/20049	UNITA' 000
	LOCALITÀ: Regione Toscana	REL-AMB-E-03031	
	PROGETTO / IMPIANTO Rifacimento metanodotto Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 24 di 38	Rev. 1

Rif. SAIPEM: 023113-010-SPC-BG-E-94700

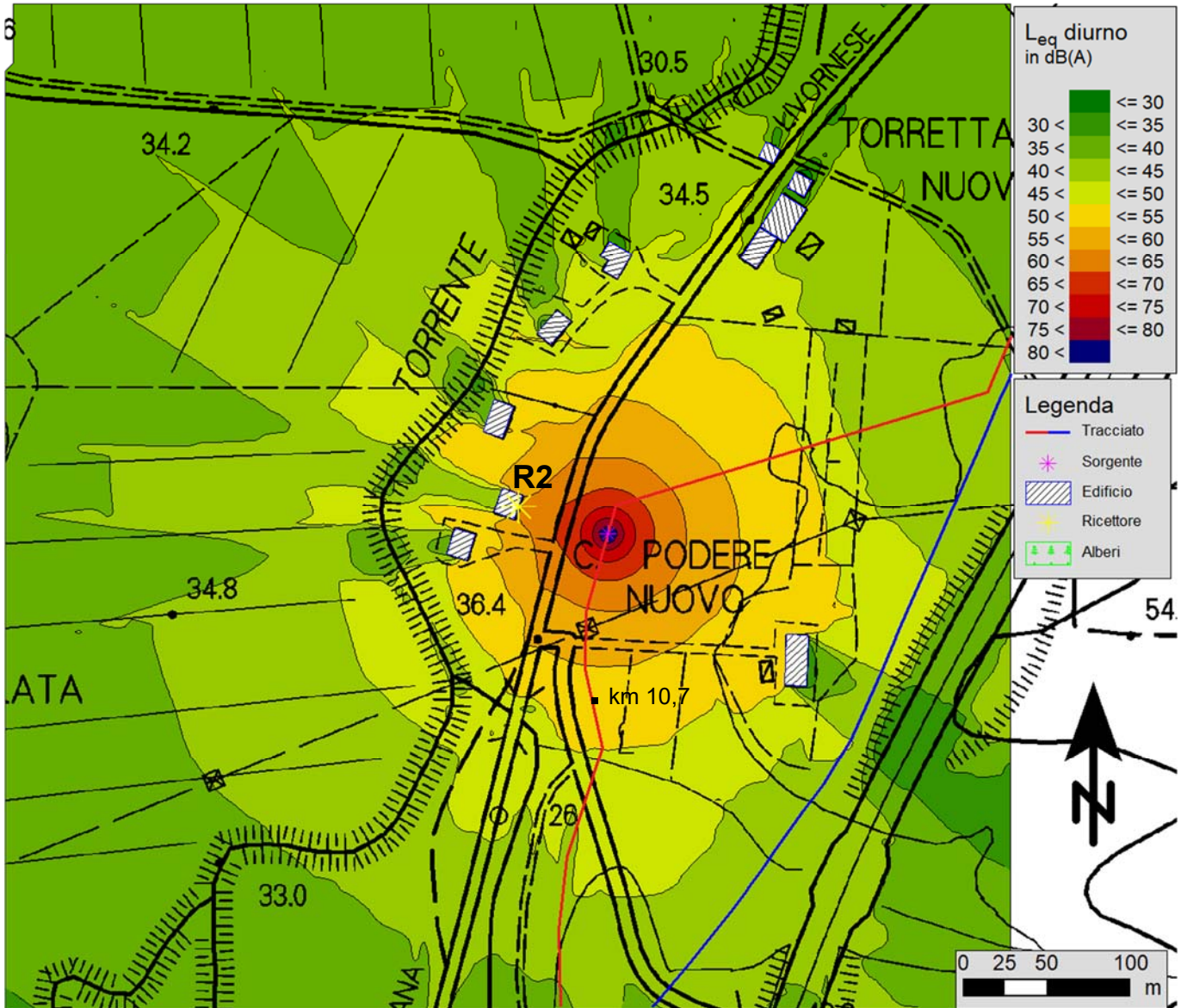


Figura 5/C – Mappa isofonica diurna a 2 m dal piano campagna, con il cantiere in prossimità di R2

	PROGETTISTA: 	COMMESSA NR/20049	UNITA' 000
	LOCALITÀ: Regione Toscana	REL-AMB-E-03031	
	PROGETTO / IMPIANTO Rifacimento metanodotto Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 25 di 38	Rev. 1

Rif. SAIPEM: 023113-010-SPC-BG-E-94700

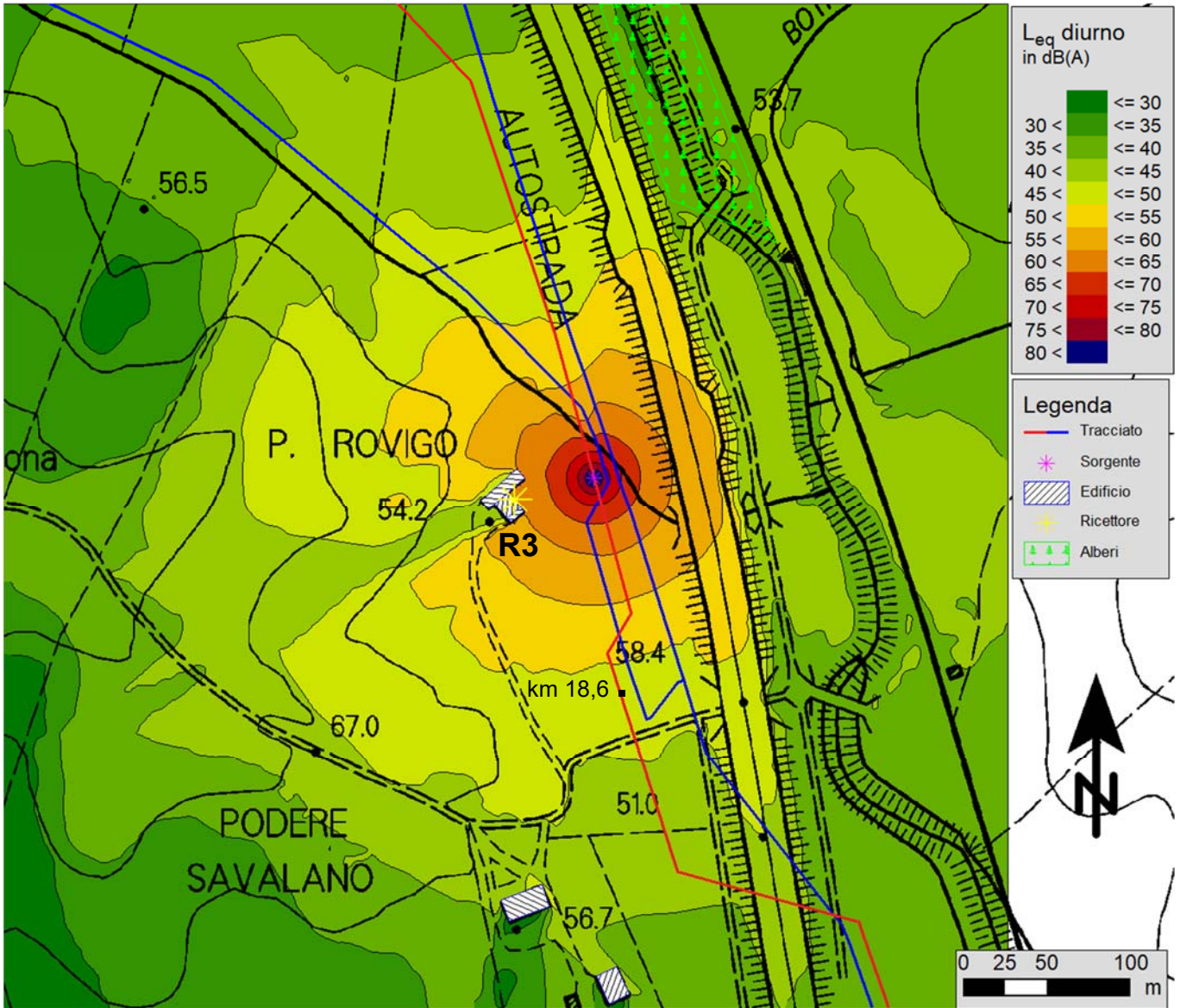


Figura 5/D – Mappa isofonica diurna a 2 m dal piano campagna, con il cantiere in prossimità di R3

	PROGETTISTA: 	COMMESSA NR/20049	UNITA' 000
	LOCALITÀ: Regione Toscana	REL-AMB-E-03031	
	PROGETTO / IMPIANTO Rifacimento metanodotto Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 26 di 38	Rev. 1

Rif. SAIPEM: 023113-010-SPC-BG-E-94700

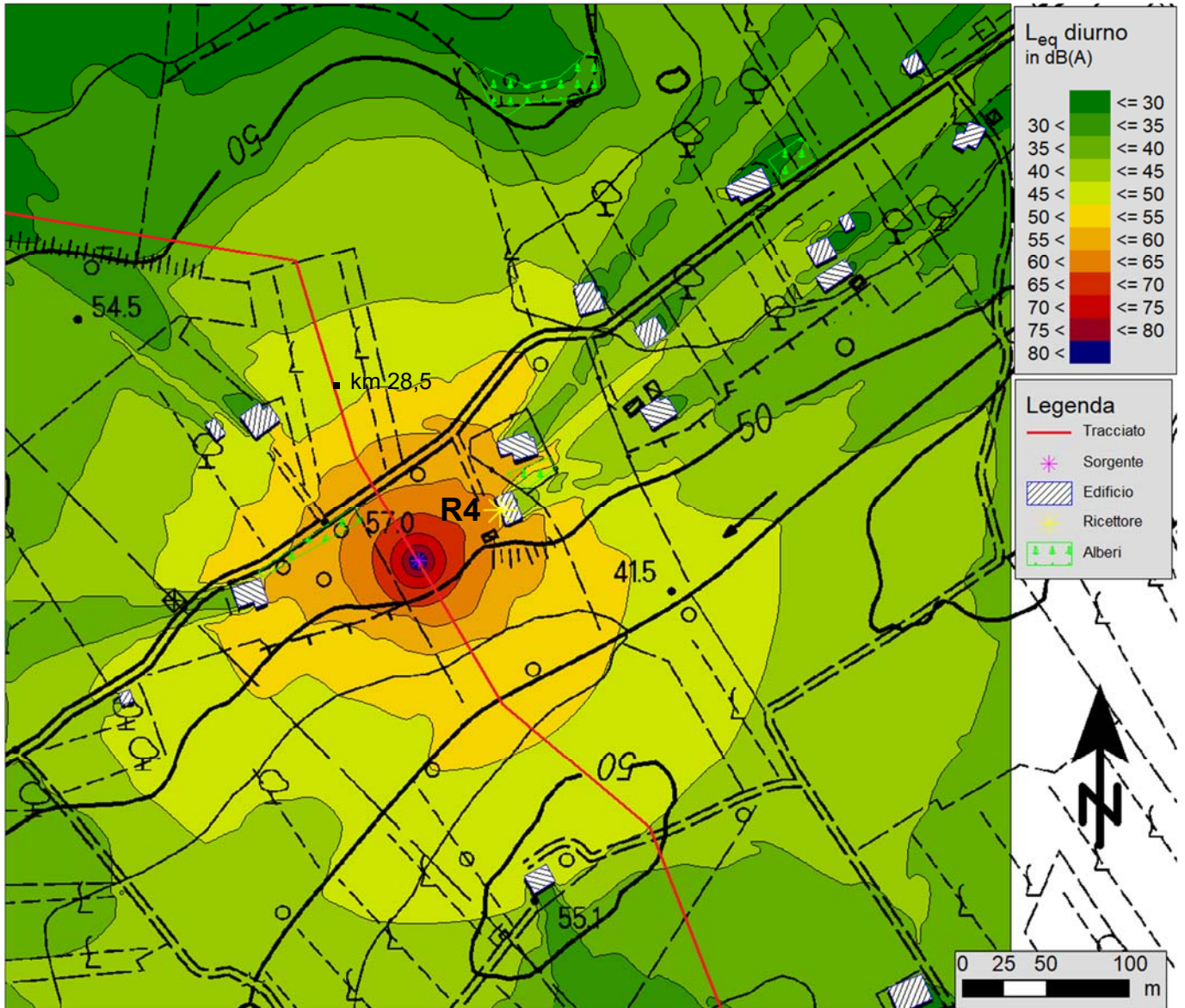


Figura 5/E – Mapa isofonica diurna a 2 m dal piano campagna, con il cantiere in prossimità di R4

	PROGETTISTA: 	COMMESSA NR/20049	UNITA' 000
	LOCALITÀ: Regione Toscana	REL-AMB-E-03031	
	PROGETTO / IMPIANTO Rifacimento metanodotto Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 27 di 38	Rev. 1

Rif. SAIPEM: 023113-010-SPC-BG-E-94700

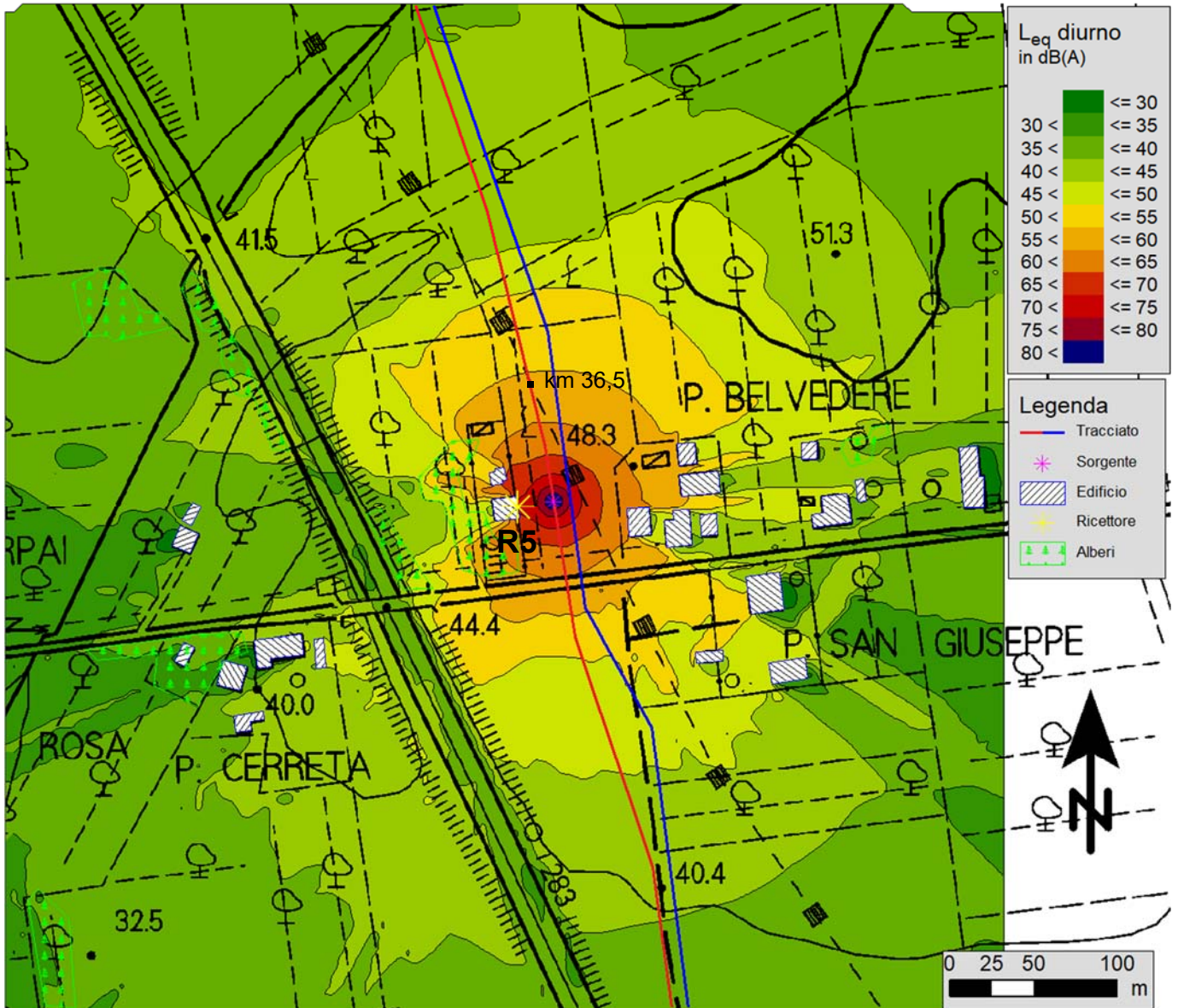


Figura 5/F – Mappa isofonica diurna a 2 m dal piano campagna, con il cantiere in prossimità di R5

	PROGETTISTA: 	COMMESSA NR/20049	UNITA' 000
	LOCALITÀ: Regione Toscana	REL-AMB-E-03031	
	PROGETTO / IMPIANTO Rifacimento metanodotto Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 28 di 38	Rev. 1

Rif. SAIPEM: 023113-010-SPC-BG-E-94700

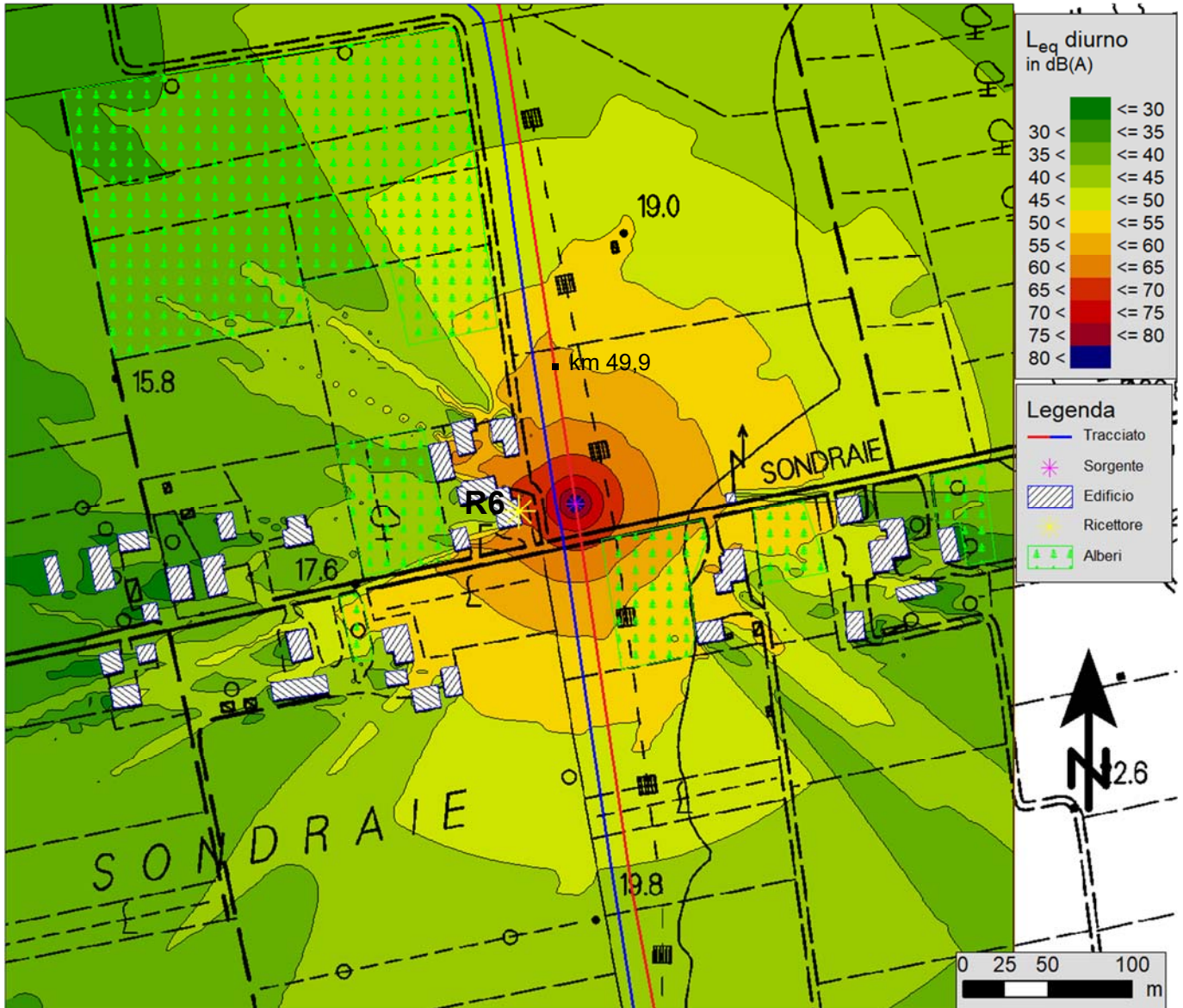


Figura 5/G – Mappa isofonica diurna a 2 m dal piano campagna, con il cantiere in prossimità di R6

	PROGETTISTA: 	COMMESSA NR/20049	UNITA' 000
	LOCALITÀ: Regione Toscana	REL-AMB-E-03031	
	PROGETTO / IMPIANTO Rifacimento metanodotto Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 29 di 38	Rev. 1

Rif. SAIPEM: 023113-010-SPC-BG-E-94700

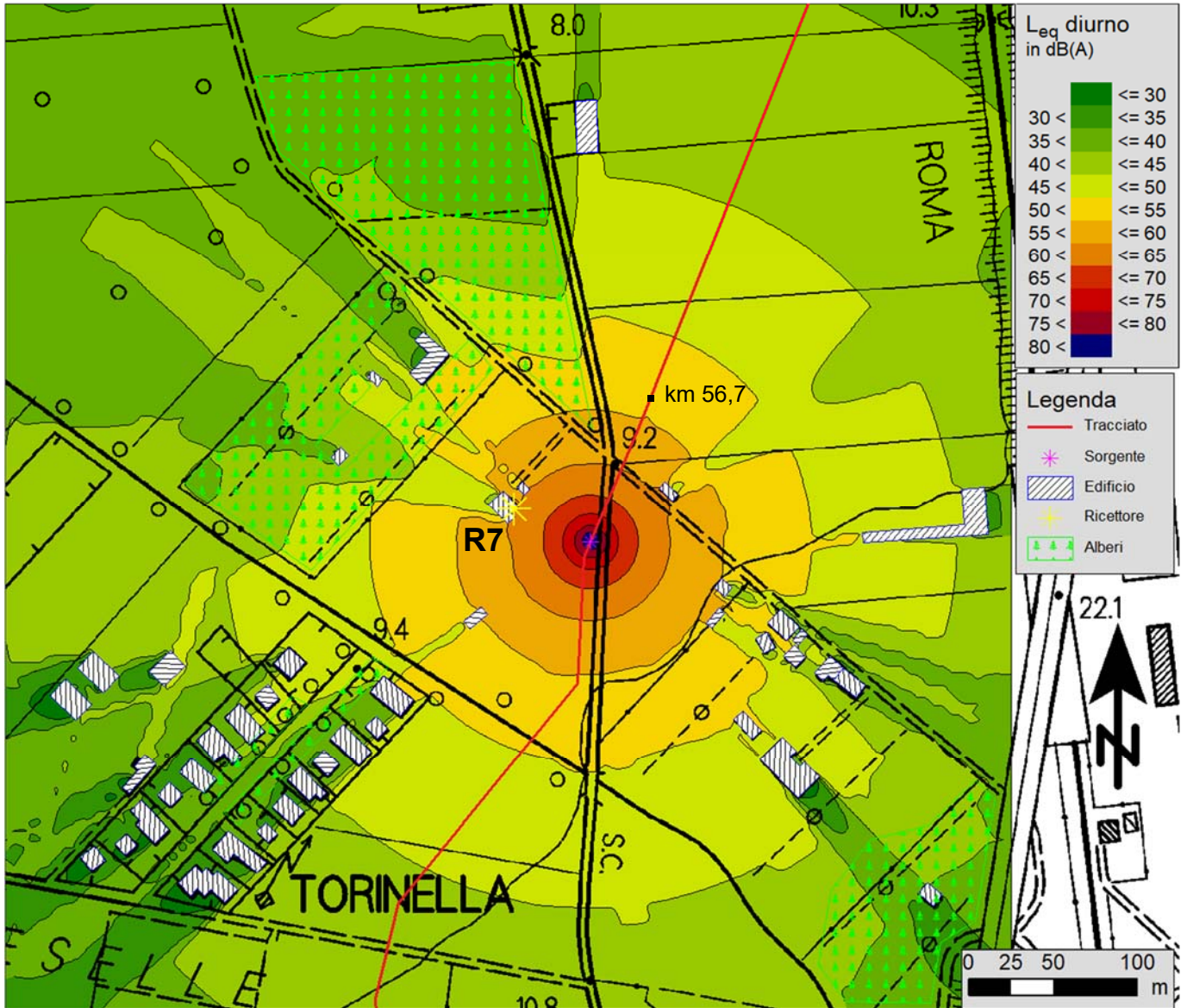


Figura 5/H – Mapa isofonica diurna a 2 m dal piano campagna, con il cantiere in prossimità di R7

	PROGETTISTA: 	COMMESSA NR/20049	UNITA' 000
	LOCALITÀ: Regione Toscana	REL-AMB-E-03031	
	PROGETTO / IMPIANTO Rifacimento metanodotto Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 30 di 38	Rev. 1

Rif. SAIPEM: 023113-010-SPC-BG-E-94700

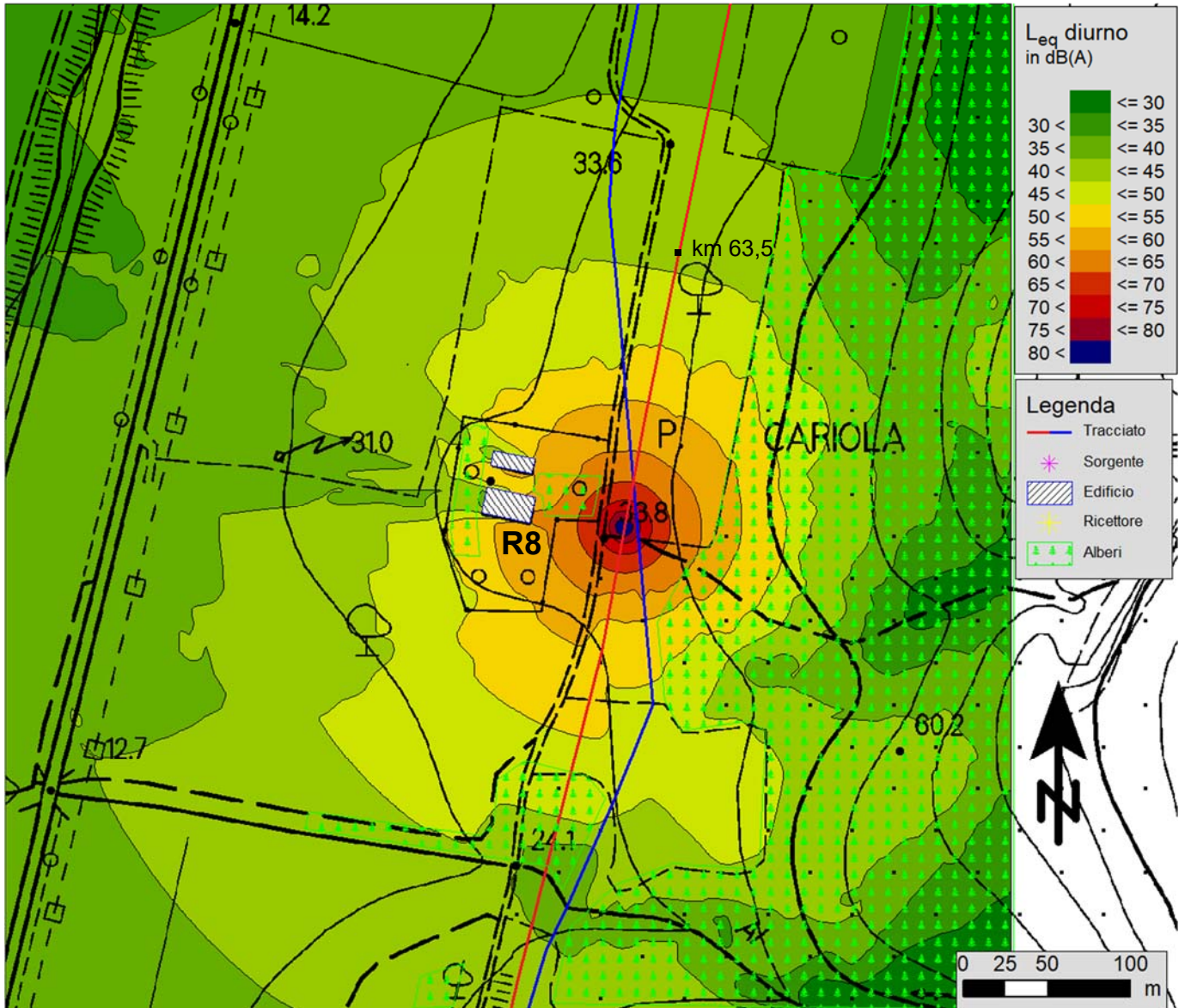


Figura 5/I – Mapa isofonica diurna a 2 m dal piano campagna, con il cantiere in prossimità di R8

	PROGETTISTA: 	COMMESSA NR/20049	UNITA' 000
	LOCALITÀ: Regione Toscana	REL-AMB-E-03031	
	PROGETTO / IMPIANTO Rifacimento metanodotto Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 31 di 38	Rev. 1

Rif. SAIPEM: 023113-010-SPC-BG-E-94700

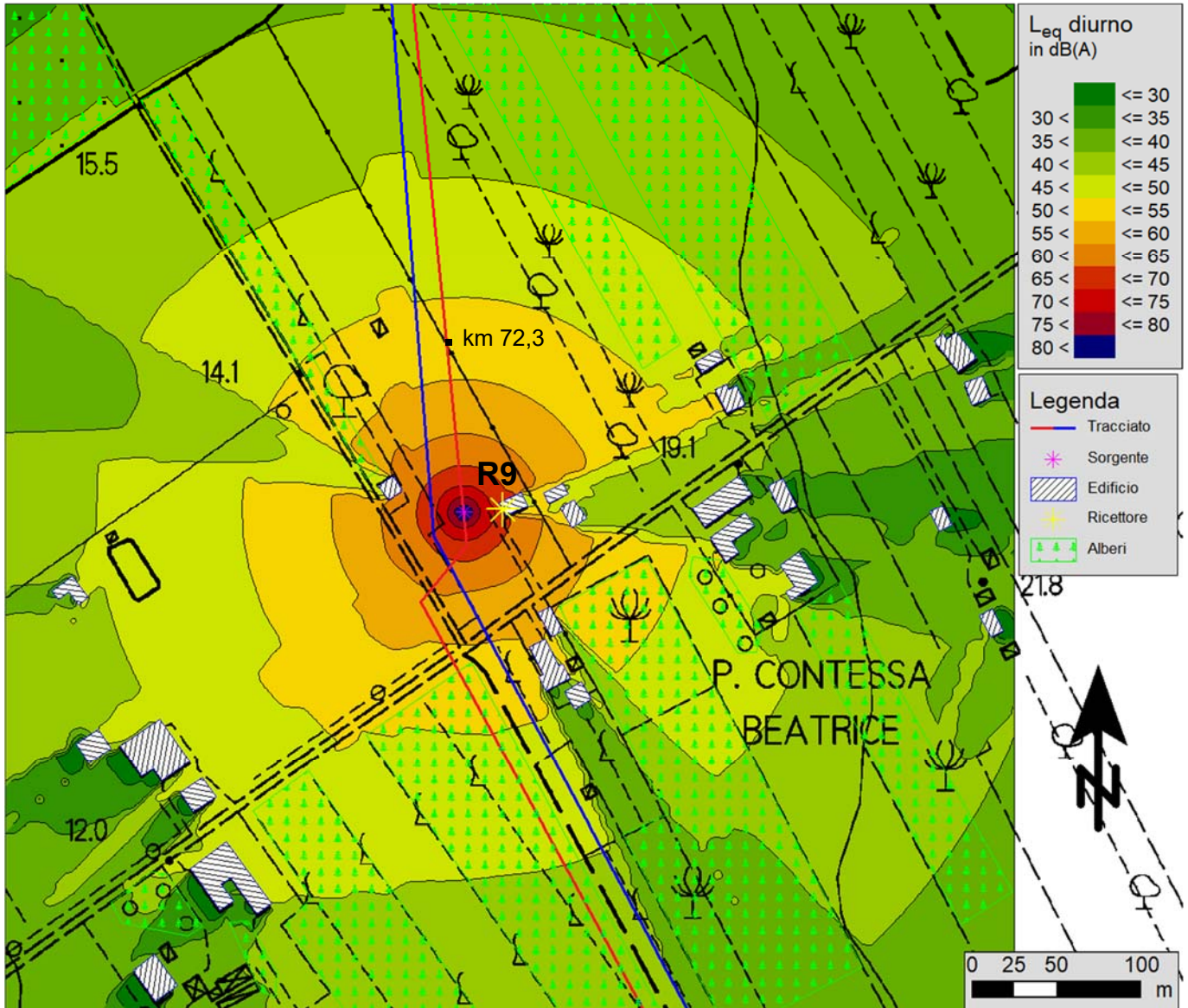


Figura 5/L – Mappa isofonica diurna a 2 m dal piano campagna, con il cantiere in prossimità di R9

	PROGETTISTA: 	COMMESSA NR/20049	UNITA' 000
	LOCALITÀ: Regione Toscana	REL-AMB-E-03031	
	PROGETTO / IMPIANTO Rifacimento metanodotto Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 32 di 38	Rev. 1

Rif. SAIPEM: 023113-010-SPC-BG-E-94700

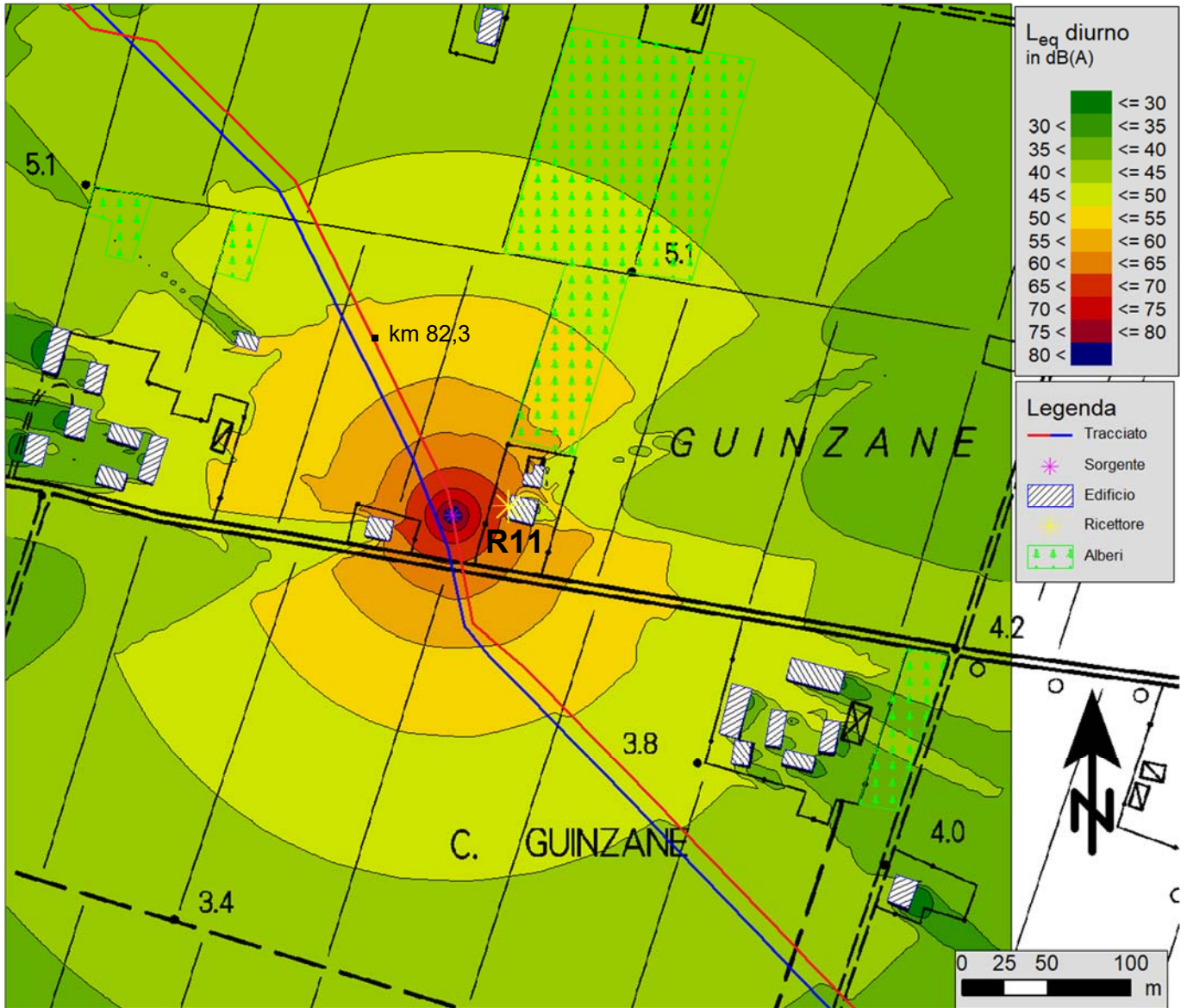


Figura 5/M – Mappa isofonica diurna a 2 m dal piano campagna, con il cantiere in prossimità di R11

	PROGETTISTA: 	COMMESSA NR/20049	UNITA' 000
	LOCALITÀ: Regione Toscana	REL-AMB-E-03031	
	PROGETTO / IMPIANTO Rifacimento metanodotto Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 33 di 38	Rev. 1

Rif. SAIPEM: 023113-010-SPC-BG-E-94700

Nel caso dei lavori di attraversamento, le mappe isofoniche relative a ciascun ricettore, che rappresentano le emissioni dovute al solo cantiere (escluso il rumore residuo) nell'intero periodo diurno oppure a orario continuato, sono mostrate in Figure 5/N–5/P seguenti.

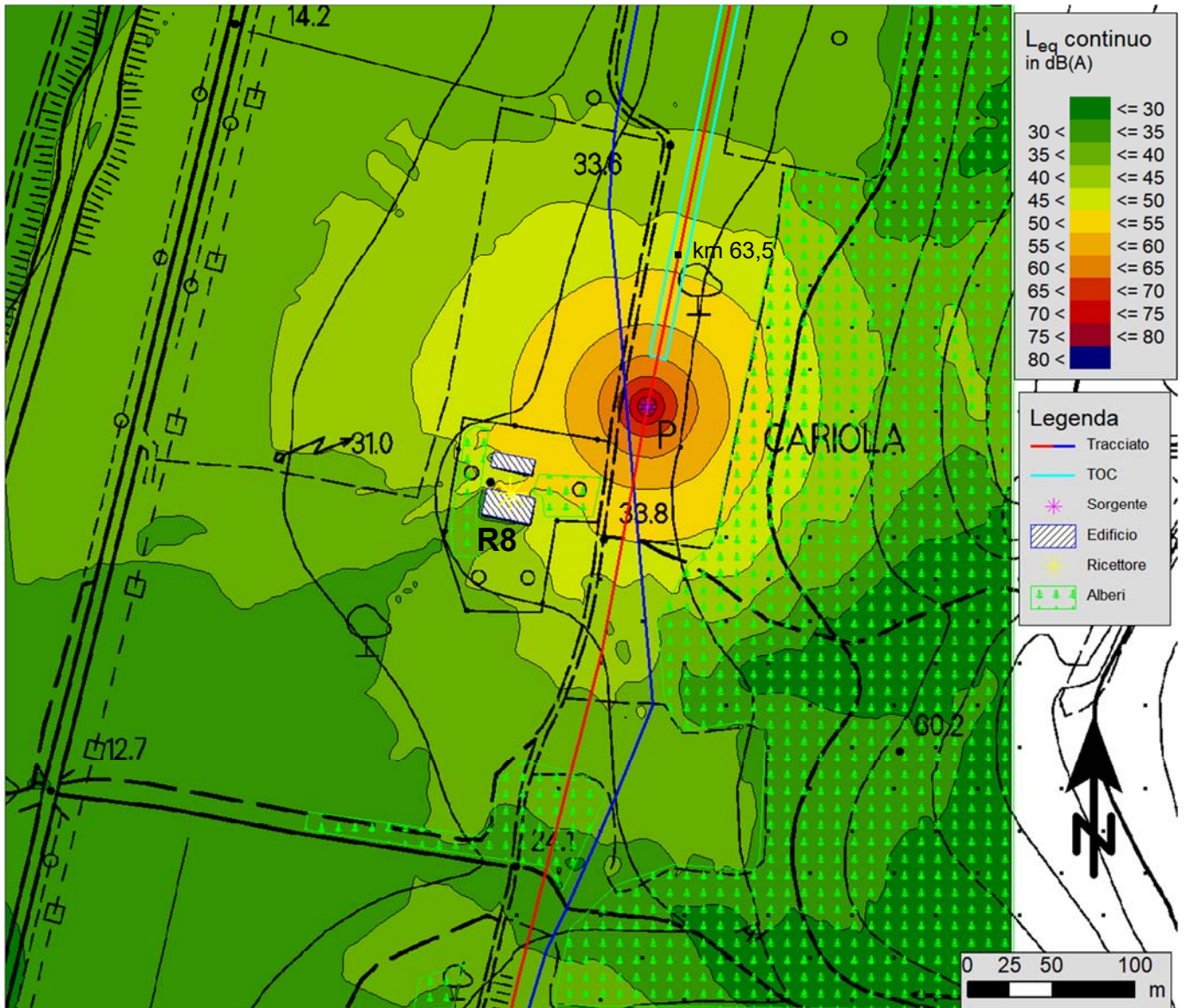


Figura 5/N – Mapa isofonica diurna e notturna a 2 m dal piano campagna, con il cantiere per la perforazione della TOC in prossimità di R8

	PROGETTISTA: 	COMMESSA NR/20049	UNITA' 000
	LOCALITÀ: Regione Toscana	REL-AMB-E-03031	
	PROGETTO / IMPIANTO Rifacimento metanodotto Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 34 di 38	Rev. 1

Rif. SAIPEM: 023113-010-SPC-BG-E-94700

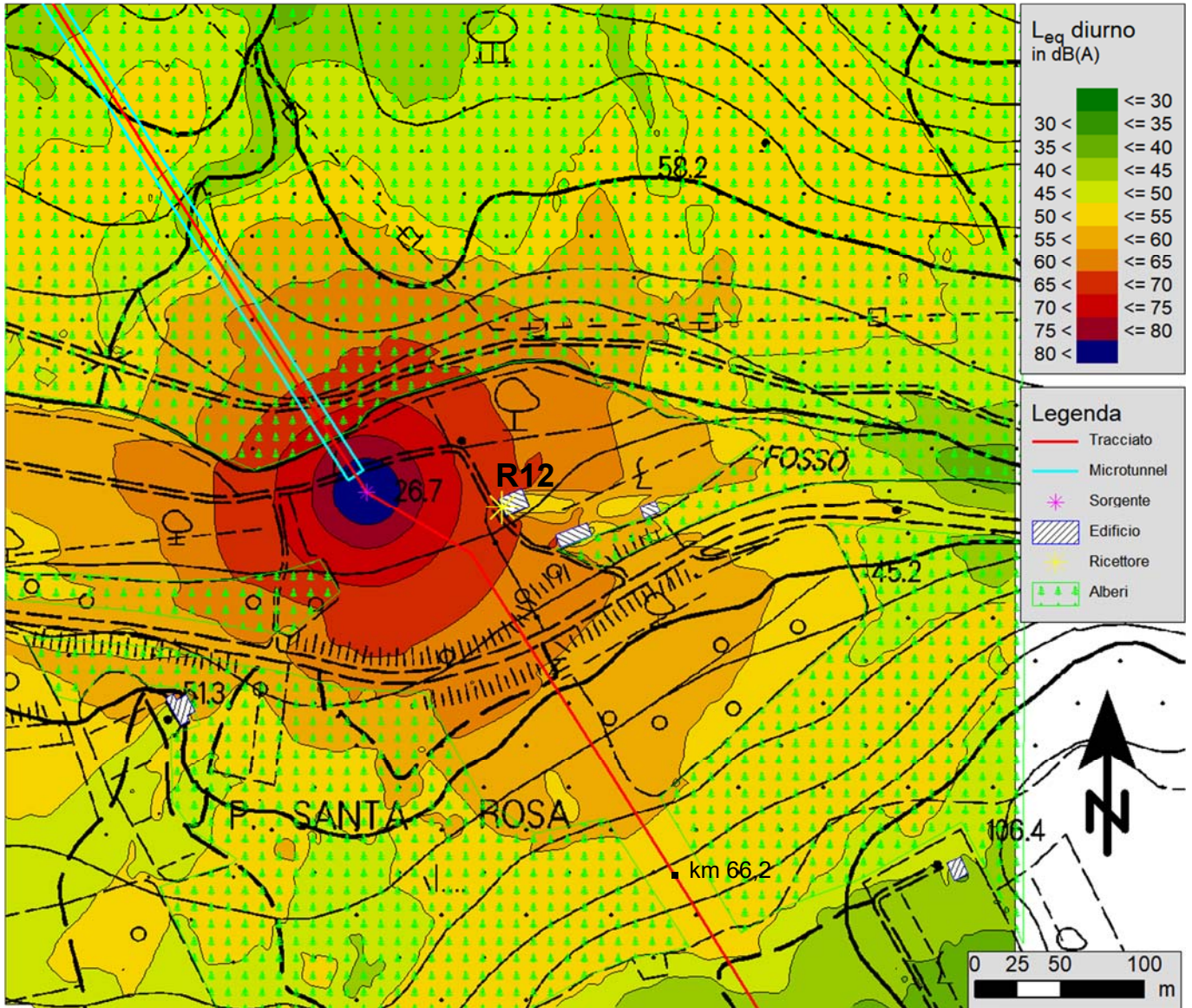


Figura 5/O – Mappa isofonica diurna a 2 m dal piano campagna, con il cantiere per l'infissione delle palancole per il microtunnel in prossimità di R12

	PROGETTISTA: 	COMMESSA NR/20049	UNITA' 000
	LOCALITÀ: Regione Toscana	REL-AMB-E-03031	
	PROGETTO / IMPIANTO Rifacimento metanodotto Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 35 di 38	Rev. 1

Rif. SAIPEM: 023113-010-SPC-BG-E-94700

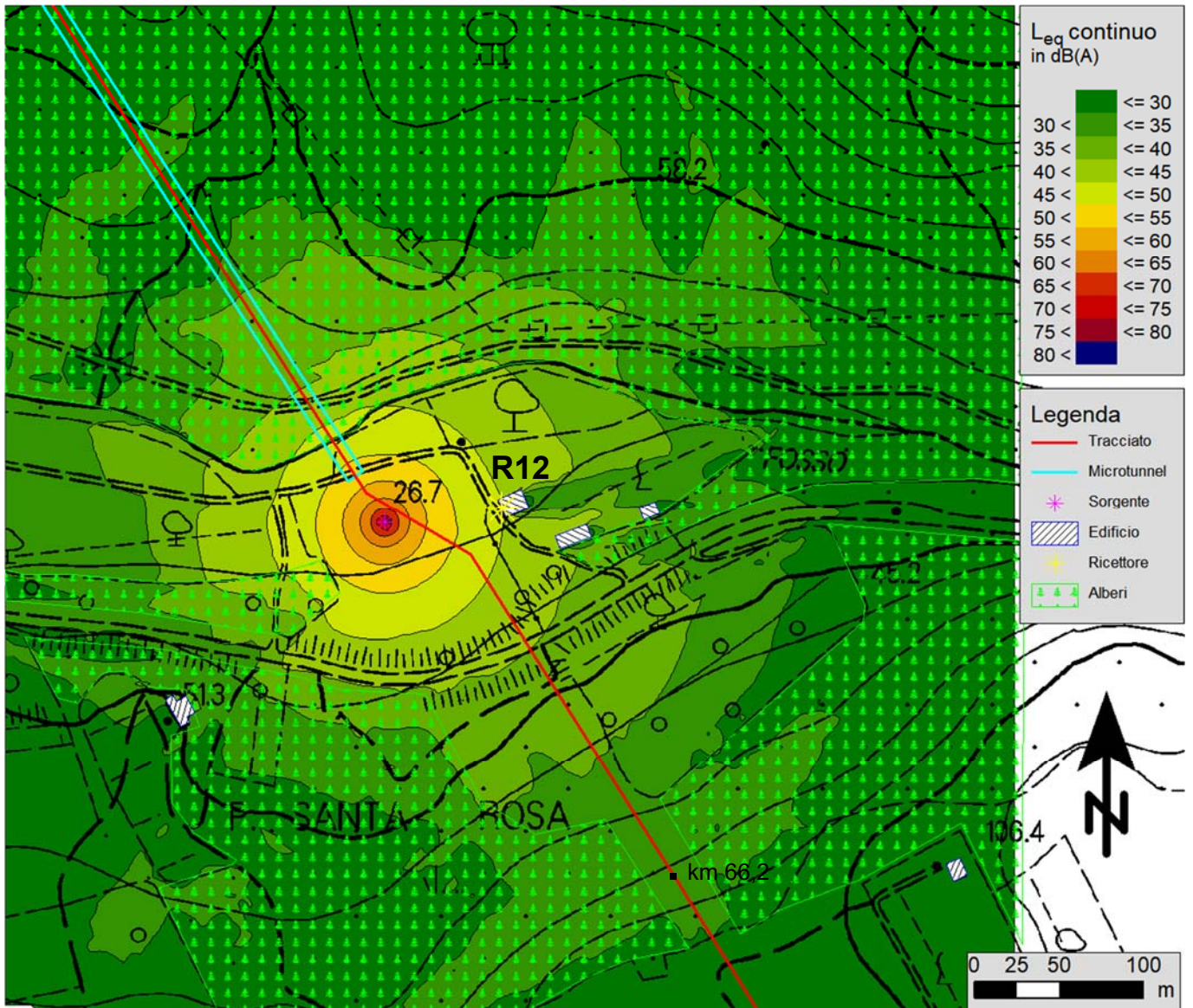



Figura 5/P – Mapa isofonica diurna e notturna a 2 m dal piano campagna, con il cantiere per la perforazione del microtunnel in prossimità di R12

5.3 Risultati della simulazione dell'impianto HPRS

In tabella seguente, per il solo ricettore R10 relativo all'esercizio dell'impianto HPRS nei periodi diurno e notturno, vengono riportati in sintesi: il livello di emissione sonora stimato con il modello di calcolo previsionale dell'impatto dovuto alle sole sorgenti dell'impianto, il rumore residuo misurato in campo, il livello di immissione sonora totale dato dalla somma logaritmica dei precedenti, e il livello differenziale, per valutare come le attività in esame incidano sul clima acustico. Il valore di emissione del solo impianto è lo stesso nei due periodi in quanto costante nel tempo. Il valore è quello simulato in corrispondenza del primo

	PROGETTISTA: 	COMMESSA NR/20049	UNITA' 000
	LOCALITÀ: Regione Toscana	REL-AMB-E-03031	
	PROGETTO / IMPIANTO Rifacimento metanodotto Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 36 di 38	Rev. 1

Rif. SAIPEM: 023113-010-SPC-BG-E-94700

piano dell'abitazione, dove si è ottenuto il livello maggiore (la differenza col piano terra è comunque di appena 0,5 dB(A)). In tabella si effettua anche il confronto diretto con i limiti di immissione assoluti e differenziali previsti dalla normativa.

Tabella 5/C – Risultato sintetico della simulazione dell'esercizio dell'impianto HPRS

Cod. punto	Periodo	L_{eq} residuo dB(A)	L_{eq} HPRS dB(A)	L_{eq} totale dB(A)	Limite ass. dB(A)	Differenziale dB(A)	Limite diff. dB(A)
R10	diurno	37,5	27,5	37,9	60	0,4	5
R10	notturno	32,0	27,5	33,3	50	1,3	3

Le emissioni dell'impianto che si prevede raggiungeranno il ricettore sono evidentemente molto basse. Il limite di immissione assoluto di classe III imposto dalla zonizzazione acustica viene rispettato con margine molto ampio.

Anche il rumore residuo è piuttosto ridotto, il più basso misurato in tutta la campagna ante operam, ciononostante le emissioni dell'impianto sono sensibilmente inferiori al fondo. Il criterio differenziale viene ampiamente rispettato. Notare che i livelli sono in generale talmente bassi che all'interno del ricettore non si raggiungerebbe comunque la soglia di applicabilità del criterio differenziale.

Essendo l'impianto un'attività rumorosa permanente, è opportuno valutare anche il livello di emissione negli spazi fruibili dalla comunità in prossimità della sorgente, in questo caso quindi all'immediato esterno della recinzione dell'impianto, visto come sorgente unica. Anche l'impianto si trova nella classe III, pertanto è soggetto a limiti di emissione di 55 dB(A) diurno e 45 dB(A) notturno al confine. La simulazione, come si vede anche dalla mappa isofonica in Figura 5/N, stima un livello massimo di emissione al confine di circa 45 dB(A), raggiungibile in corrispondenza del lato suddest dell'impianto, in prossimità del fabbricato caldaie. I limiti di emissione, anche nel caso peggiore notturno, risultano pertanto rispettati.

Osservando la mappa isofonica è evidente anche che la valvola con cappa insonorizzante e il fabbricato caldaie costituiscono sorgenti di entità simile, con effetti dello stesso ordine di grandezza sul territorio. Se non dovesse essere installata la cappa insonorizzante, la sorgente valvola avrebbe un aumento delle emissioni dell'ordine di 30 dB(A) (pari all'efficacia della cappa, da specifiche) e diventerebbe la sorgente nettamente predominante. Il limite di emissione, già quasi eguagliato nello scenario con cappe, verrebbe decisamente superato, e sono probabili anche superamenti dei limiti di immissione assoluti e differenziali. Si conferma quindi che l'installazione delle cappe è consigliabile.

La mappa isofonica relativa a R10, che rappresenta le emissioni costanti dovute al solo impianto sia nel periodo diurno sia nel periodo notturno, è mostrata in figura seguente.

	PROGETTISTA: 	COMMESSA NR/20049	UNITA' 000
	LOCALITÀ: Regione Toscana	REL-AMB-E-03031	
	PROGETTO / IMPIANTO Rifacimento metanodotto Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 37 di 38	Rev. 1

Rif. SAIPEM: 023113-010-SPC-BG-E-94700

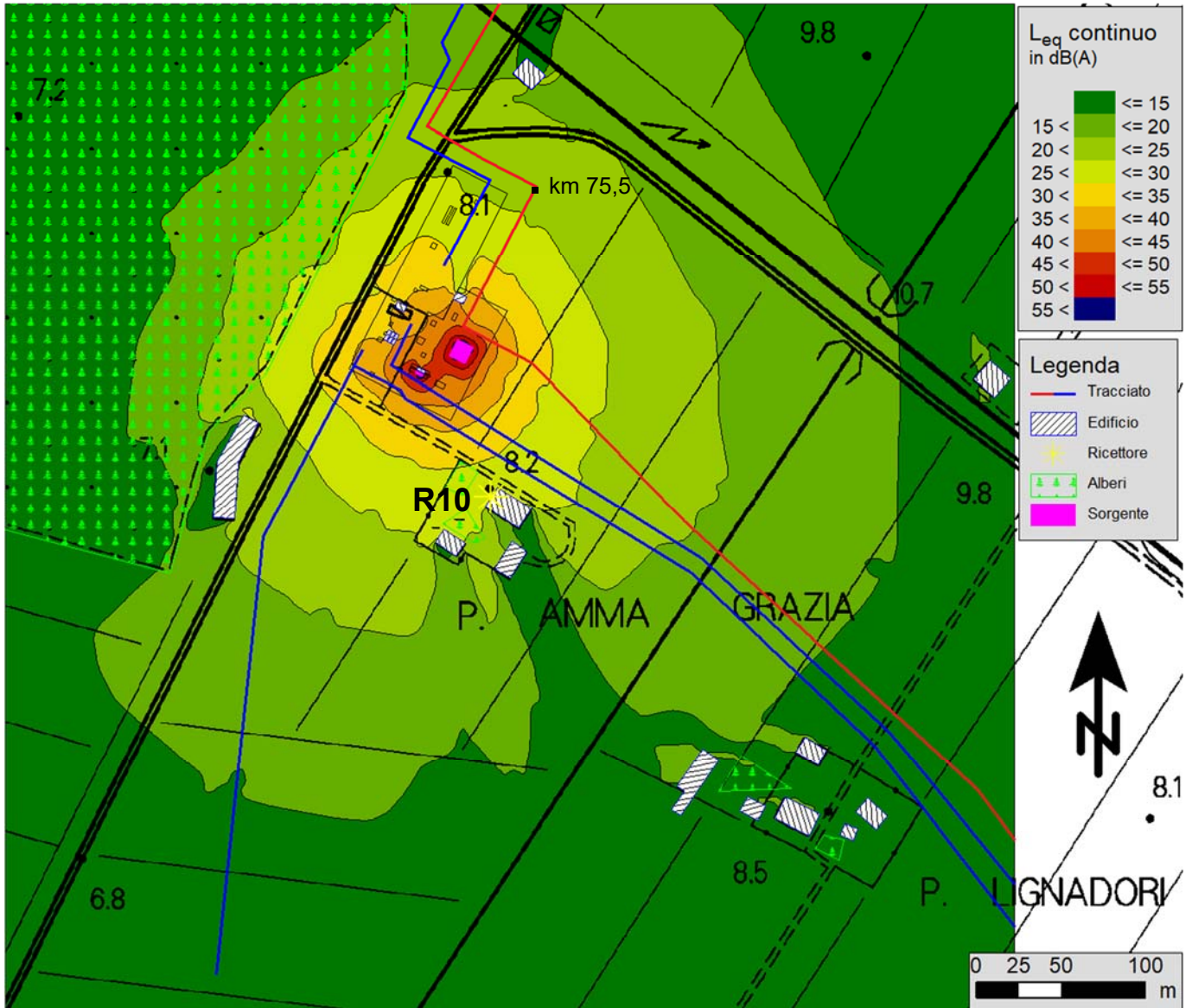



Figura 5/Q – Mappa isofonica diurna e notturna a 2 m dal piano campagna in prossimità di R10, nella fase di esercizio dell'impianto HPRS

	PROGETTISTA: 	COMMESSA NR/20049	UNITA' 000
	LOCALITÀ: Regione Toscana	REL-AMB-E-03031	
	PROGETTO / IMPIANTO Rifacimento metanodotto Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 38 di 38	Rev. 1

Rif. SAIPEM: 023113-010-SPC-BG-E-94700

6 CONCLUSIONI

Per valutare l'impatto acustico dell'opera sono stati presi come riferimento 12 ricettori distribuiti in diversi comuni lungo il tracciato, selezionando gli ambienti abitativi più esposti alle attività rumorose. Presso tutti i ricettori si valuta l'impatto delle operazioni di costruzione del metanodotto, eccetto un ricettore situato in prossimità dell'impianto HPRS, dove si valuta l'impatto dell'esercizio dell'opera. Le operazioni di costruzione esaminate sono perlopiù quelle della posa con scavo a cielo aperto, che avverrà per gran parte del metanodotto; inoltre sono stati valutati un cantiere relativo a un attraversamento con microtunnel e uno relativo a un attraversamento con trivellazione orizzontale controllata (TOC). Tramite un'apposita campagna di misure fonometriche è stato monitorato lo stato preesistente del clima acustico, che è risultato privo di criticità.

Le simulazioni modellistiche hanno previsto che i lavori di cantiere in periodo diurno **causeranno impatti in prossimità dei ricettori, stimati nell'intervallo di 57-67 dB(A) circa**. Per le poche attività che potrebbero protrarsi anche in periodo notturno, relative alle perforazioni degli attraversamenti, le simulazioni modellistiche hanno previsto livelli molto più moderati, inferiori al limite notturno di classe III di 50 dB(A). In ogni caso gli impatti della costruzione del metanodotto avranno natura temporanea, interessando ciascun luogo prossimo al tracciato solo per un totale di pochi giorni effettivi. In quanto temporanee, tutte le attività **sono soggette ad autorizzazione comunale in deroga ai limiti di zonizzazione comunale e al criterio differenziale**. **L'impatto acustico non sarà critico neppure in periodo diurno, in quanto sempre inferiore al limite generalmente richiesto nella regione Toscana per concedere le suddette autorizzazioni in forma semplificata**.

Si evidenzia inoltre che, data la natura dinamica e imprevedibile delle sorgenti di cantiere, sono state fatte diverse ipotesi cautelative che sovrastimano l'effettivo impatto, in particolare considerando il cantiere concentrato in prossimità del ricettore per l'intera giornata lavorativa. È ragionevole attendersi che i livelli di emissione reali siano meno intensi rispetto alle simulazioni, le quali rappresentano i casi peggiori.

I livelli di pressione sonora indotti e il carattere temporaneo e intermittente delle attività per la costruzione del metanodotto sono tali da non richiedere la predisposizione di misure di mitigazione aggiuntive rispetto agli accorgimenti di minimizzazione del rumore già adottati per legge in fase di progettazione per le apparecchiature e per la gestione del cantiere.

Per l'esercizio permanente dell'HPRS, che avverrà in orario diurno e notturno, si prevede il rispetto di tutti i limiti di immissione, emissione e differenziali. L'installazione sulle valvole di regolazione di cappe di insonorizzazione, conformi alle specifiche Snam Rete Gas, è un requisito necessario per il completo rispetto di tali limiti.