



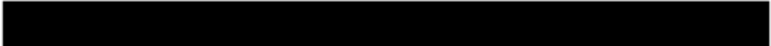
VALUTAZIONE DI IMPATTO ACUSTICO

Procedura ai sensi del D.Lgs. n. 152/2006 e s.m.i., art. 27-bis – Istruttoria interdisciplinare e coordinamento delle procedure di Valutazione di Impatto Ambientale, concessione di derivazione di acqua sotterranea e Autorizzazione Unica Ambientale relative al progetto denominato:

“Cavallerizza Reale di Torino – Impianto di scambio termico a circuito aperto con restituzione prevista in corpo idrico sotterraneo – Realizzazione di pozzi di estrazione e restituzione”, localizzato nel Comune di Torino presso la Cavallerizza Reale.

Proponente: **IREN SMART SOLUTION S.p.A.**

Il tecnico competente in acustica ambientale



Ing. Elena Bo, PhD



INDICE

1	INQUADRAMENTO NORMATIVA	2
2	MODALITÀ OPERATIVE.....	3
3	PREMESSA	4
4	CARATTERIZZAZIONE ACUSTICA DELL'OPERA	5
4.1	DESCRIZIONE DEGLI ORARI DI ATTIVITÀ	5
4.2	DEFINIZIONE DELL'AREA DI STUDIO E RELATIVI LIMITI NORMATIVI	5
4.3	IDENTIFICAZIONE DEL CARATTERE DEI RICETTORI NELL'AREA DI STUDIO.....	6
4.4	CARATTERIZZAZIONE ACUSTICA DELLE SORGENTI.....	8
5	VALUTAZIONE DELLA RUMOROSITA' ANTE OPERAM – RUMORE DI FONDO	11
5.1	METODOLOGIA DI MISURA.....	11
5.2	CONDIZIONI METEOREOLOGICHE DI MISURA	11
5.3	ANALISI DELLA SITUAZIONE ANTE-OPERAM	12
6	ANALISI DELLA SITUAZIONE POST-OPERAM.....	17
6.1	MODELLIZZAZIONE MATEMATICA DELL'AREA DI STUDIO	17
6.2	ANALISI DELLA SITUAZIONE POST-OPERAM	18
6.3	CONFRONTO TRA LE SITUAZIONI ANTE-OPERAM E POST-OPERAM.....	20
7	CONCLUSIONI	22
	ALLEGATO 01: NOMINA TECNICO COMPETENTE ACUSTICO	23
	ALLEGATO 02: DOCUMENTO D'IDENTITÀ.....	24

1 INQUADRAMENTO NORMATIVA

Il rumore risulta essere ad oggi una delle maggiori problematiche legate al mantenimento di un ambiente sano e adatto alla vita umana, non degradato da attività antropiche di tipo industriale o artigianale e dalla presenza di infrastrutture di trasporto o di altro tipo che si rivelino come sorgenti di rumorosità elevate, fastidiose e dannose. L'origine del disturbo da rumore di natura industriale, artigianale e derivante dalle infrastrutture di trasporto, è nella maggior parte dei casi dovuto ad una pianificazione territoriale in ritardo rispetto all'evoluzione socio-acustica che le nostre comunità hanno sperimentato. Il Paese lavora e opera in un contesto sempre più globalizzato dove le attività produttive, fulcro vitale dell'economia, devono essere pensate e inserite in un contesto favorevole e gestite attraverso sistemi di Gestione Ambientale e di valorizzazione del territorio, di flessibilità delle destinazioni d'uso e di snellimento delle procedure.

A tale proposito è fondamentale il valore della prevenzione e della programmazione, a cui si ispira il concetto di **Valutazione d'Impatto Acustico Ambientale (VIAA)**. La VIA (e in particolare la VIA Acustica) ha lo scopo di assicurare a tutti i cittadini un ambiente sicuro, sano, produttivo, esteticamente e culturalmente confortevole e ottenere dall'ambiente il massimo beneficio, senza provocarne il degrado sia temporaneo che permanente. Questo implica la necessità di preservare con approccio preventivo gli aspetti storici, culturali e naturali del patrimonio nazionale e realizzare un equilibrio con le attività produttive e l'utilizzo del territorio, che permetta elevate condizioni di vita e condizioni di benessere.

Parlando di una riqualificazione è fondamentale il valore della prevenzione e della programmazione, a cui si ispira il concetto di **Valutazione d'Impatto Acustico Ambientale (VIAA)**. Per valutare l'impatto acustico, si deve far riferimento ad un panorama basato su leggi e norme di stampo nazionale ed internazionale, che possono essere riassunte come segue.

Legislazione italiana

L'Italia si è voluta dotare di una legislazione completa con la **Legge 447/95 (Legge quadro sull'inquinamento acustico)** che prevede l'istituzione della VIAA per numerose categorie di opere che vanno ad aggiungersi a quelle già previste dalla normativa in tema di VIA (art. 8 della Legge Quadro sull'Inquinamento Acustico 447/95). Le opere per le quali è richiesta la VIAA dalla L. 447/95 sono, oltre le opere per le quali è richiesta la VIA secondo la legislazione vigente in materia (D.Lgs. 152/06 Nuovo Testo Unico dell'Ambiente), le infrastrutture dei trasporti (strade, ferrovie ed altri sistemi di trasporto collettivo su rotaia, aeroporti, aviosuperfici, elisuperfici), le discoteche, i circoli privati e i pubblici esercizi dove vengano installati macchinari o impianti rumorosi, gli impianti sportivi o ricreativi.

I soggetti titolari dei progetti e delle opere di cui sopra, in occasione di realizzazione, modifica o potenziamento, devono predisporre preventivamente una documentazione di impatto acustico. Le domande per il rilascio di concessioni edilizie relative a nuovi impianti e infrastrutture adibiti ad attività produttive, sportive e ricreative e a postazioni di servizi commerciali polifunzionali, dei provvedimenti comunali che abilitano alla utilizzazione dei medesimi immobili e infrastrutture, nonché le domande di licenza o di autorizzazione all'esercizio di attività produttive devono pertanto essere corredate di documentazione di previsione di impatto acustico.

La L. 447/95 richiede, oltre alla VIAA per le opere il cui impatto acustico ambientale sul territorio può essere rilevante, anche una **valutazione del clima acustico (VCA)** per le opere sensibili che, al contrario, possono essere influenzate da sorgenti di rumore preesistenti, ovvero: scuole e asili, ospedali, case di cura e di riposo, parchi pubblici urbani ed extraurbani, insediamenti residenziali in prossimità delle opere per cui è richiesta la VIAA.

Regione Piemonte

La Regione Piemonte ha recepito la normativa nazionale in materia di inquinamento acustico con la **Legge regionale n. 52 del 20/10/2000**. Viene ribadito che la documentazione previsionale di impatto acustico è obbligatoria per la realizzazione, la modifica o il potenziamento delle opere, infrastrutture o insediamenti indicati nell'articolo 8, commi 1, 2 e 4 della **Legge 447/1995**. Si evidenzia, inoltre, che la valutazione di clima acustico è obbligatoria per le fattispecie di insediamento di cui

all'articolo 8, comma 3, della Legge 447/1995 e per i nuovi insediamenti residenziali da realizzare in prossimità di impianti o infrastrutture adibiti ad attività produttive o postazioni di servizi commerciali polifunzionali.

Al fine di prevenire l'inquinamento acustico, la L.447/95 prevede inoltre che ogni Comune stabilisca una **Zonizzazione acustica** del proprio territorio in base alle classi di destinazione d'uso e al piano regolatore (PRGC). Tale piano di zonizzazione acustica prevede la suddivisione del territorio comunale in sei classi acustiche in relazione al loro utilizzo antropico e alle attività commerciali, artigianali ed industriali insediate in ciascuna zona. La Zonizzazione acustica deve essere redatta in base a quanto previsto dalla Legge 447/95, dalla Legge Regionale del Piemonte n° 52 del 20 ottobre 2000 e dalla D.G.R. n. 9-11616 del 02/02/2000 e dalla D.G.R. n° 46-14762 del 14/02/2005. In relazione alla zonizzazione acustica vengono infatti determinati i limiti di legge – emissione, immissione e differenziali di immissione di cui al DPCM 14.11.97 e s.m.i. per ciascuna area del territorio comunale, con cui confrontarsi in fase di redazione delle valutazioni di impatto e di clima acustico.

Comune di Torino

Il Comune di Torino ha approvato il **“Regolamento comunale per la tutela dall'inquinamento acustico n.318”** *Approvato con deliberazione del Consiglio Comunale in data 6 marzo 2006 (mecc. 2005 12129/126), Modificato con deliberazioni del Consiglio Comunale in data 25 giugno 2018 (mecc. 2018 01353/126) i.e. - esecutiva dal 9 luglio 2018 e 24 luglio 2023 (del 446/2023), esecutiva dal 6 agosto 2023.*

2 MODALITÀ OPERATIVE

La presente VIAA, valutazione previsionale di impatto acustico, relativa al progetto di realizzazione di pozzi di estrazione e restituzione presso il complesso della Cavallerizza di Torino, fa riferimento al piano di zonizzazione acustica vigente adottato dal Comune di Torino (TO) per valutare il rispetto dei limiti normativi, con particolare riferimento agli impianti tecnologici e alle sorgenti sonore connesse con il nuovo progetto in esame.

Dovranno pertanto essere verificati nel seguito il rispetto dei limiti di emissione e di immissione delle sorgenti sonore imposti dalla Legge 447/95 e dai successivi decreti applicativi DPCM 14.11.97 e DM 16.03.98 (Vedi Allegato A) e il rispetto del limite differenziale di immissione (DPCM 14.11.97). Si ricorda inoltre che sono attuativi specifici decreti per quanto concerne le infrastrutture stradali (DPR 30 Marzo 2004 n° 142) e le infrastrutture aeroportuali (D.M. del 31 Ottobre 1997), che stabiliscono i limiti di immissione per le infrastrutture di trasporto nelle relative fasce di pertinenza. Per ciascuna infrastruttura stradale o ferroviaria vengono infatti definite delle fasce di pertinenza (A e B) all'interno delle quali il rumore delle infrastrutture stesse non concorre al raggiungimento dei limiti di immissione e va valutato separatamente.

Al fine di valutare correttamente l'impatto acustico delle sorgenti di rumore connesse con il progetto di rifunzionalizzazione dell'edificio e del traffico da esso indotto, il contributo arrecato al clima acustico dei ricettori più vicini, ovvero il rispetto dei limiti normativi vigenti, si ritiene di procedere ad una **valutazione effettiva Ante-Operam** – mediante campagna di misurazione a campione - e una **valutazione previsionale Post-Operam** delle emissioni e delle immissioni da parte di tutte le sorgenti collocate nell'area di studio, che comprende i ricettori più vicini e le sorgenti di rumore significative (si vedano paragrafi successivi). Viene inoltre valutato nella presente relazione l'impatto acustico in fase di realizzazione dell'opera (impatto acustico del cantiere) e l'impatto acustico derivante dal traffico indotto dalla nuova opera, come richiesto esplicitamente dalle linee guida regionali.

La metodologia operativa del presente lavoro seguirà gli step operativi:

- Analizzare le caratteristiche della zona in cui si prevede di realizzare l'opera. Caratterizzare in prima ipotesi l'area di influenza delle emissioni sonore degli impianti ed opere in progetto (Area di studio);

- Caratterizzare l'opera in progetto, l'attività e gli orari degli impianti rumorosi installati, in particolare riferimento agli impianti tecnologici e alle attività produttive;
- Descrivere le caratteristiche costruttive dei locali e dei materiali in cui si prevede di realizzare l'opera;
- Individuare tutti i possibili ricettori ed eventualmente i ricettori sensibili nell'area di studio;
- Identificare la classificazione acustica dei ricettori e dell'area di studio. Definire i limiti vigenti per i ricettori individuati;
- Descrivere e ubicare le sorgenti rumorose connesse all'opera (impianti tecnologici, sorgenti produttive...) e quantificare i livelli di potenza sonora emessa;
- Valutare l'impatto dell'opera sul traffico di mezzi pesanti e leggeri nell'area e conseguentemente l'impatto acustico del traffico indotto;
- Individuare le altre sorgenti di rumore preesistenti, legate ad attività produttive e/o a infrastrutture di trasporto, presenti nell'area di studio in esame e caratterizzarne l'emissione al variare delle condizioni operative;
- Individuare cartograficamente i ricettori e le sorgenti di rumore individuate nell'area di studio prescelta;
- Valutare tramite misure sul campo le emissioni ed immissioni delle attività produttive e delle infrastrutture di trasporto nella variante Ante-Operam, da usare anche come taratura del modello previsionale Ante-Operam;
- Valutare preventivamente l'impatto acustico delle opere in progetto e delle sorgenti sonore connesse agli impianti tecnologici e produttivi e al traffico indotto nella variante Post-Operam;

3 PREMESSA

La presente relazione riguarda un intervento realizzato presso la Cavallerizza Reale di Torino, e in particolare la realizzazione dei pozzi geotermici a servizio del compendio.

Tale elaborato costituisce parte integrante della documentazione del Permesso di Costruire ed è riferito a una unità minima d'intervento (UMI) intesa come area scoperta e/o aggregazione di uno o più corpi di fabbrica la cui funzionalità è strettamente connessa a progetti unitari d'intervento.



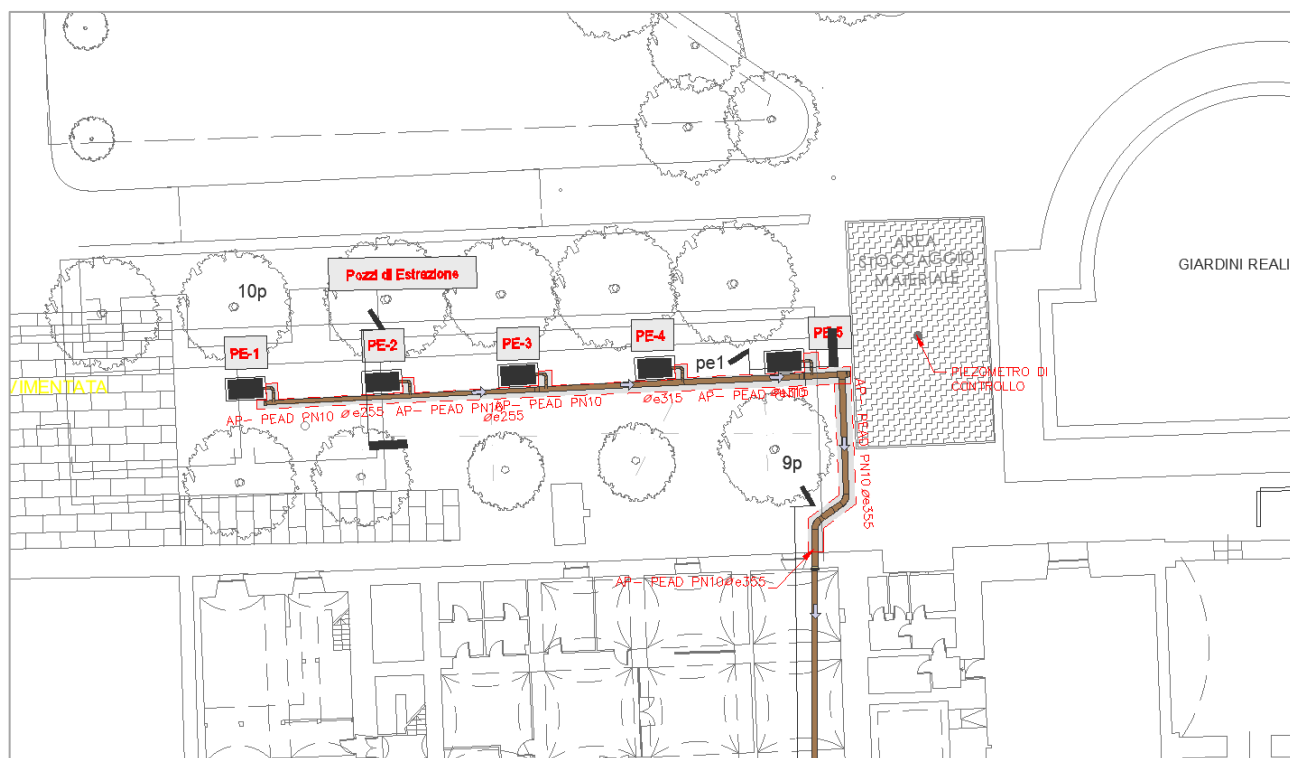
Figura 1: Identificazione collocazione dei pozzi geotermici

4 CARATTERIZZAZIONE ACUSTICA DELL'OPERA

Il **Compendio della Cavallerizza** è parte integrante della residua porzione dell'articolato complesso architettonico della "Zona di Comando" di Torino che, fatta eccezione per i fabbricati delle "Pagliere", dal 1997 risulta iscritta tra i siti UNESCO Patrimonio Mondiale dell'Umanità nell'ambito delle residenze sabaude piemontesi. Il compendio è situato nel centro storico di Torino nelle immediate vicinanze di via Po, che collega diagonalmente piazza Castello con piazza Vittorio Veneto. La Cavallerizza Reale risulta soggetto a Decreto di vincolo n. 9603 del 1° agosto 2005 emesso dalla Direzione Regionale per i Beni Culturali e Paesaggistici del Piemonte, dichiarato l'immobile de quo di interesse particolarmente importante ai sensi dell'art. 10, comma 3, lettera a) poiché "costituisce parte delle annesse dipendenze settecentesche del Complesso del Real Palazzo di Torino, sede della monarchia Sabauda e più tardi italiana fino al trasferimento della capitale del Regno d'Italia da Torino a Firenze". Il bene in oggetto risulta pertanto sottoposto ai disposti di cui alla Parte II del D.lgs 42/2004 e smi.

Come anticipato il progetto prevede la realizzazione di n.5 pozzi artesiani di emungimento che saranno collocati ad una profondità di circa 33m.

Se ne riporta di seguito una planimetria di progetto:



4.1 DESCRIZIONE DEGLI ORARI DI ATTIVITÀ

Il loro funzionamento sarà sulle 24 ore, ovvero saranno attivi in maniera continuativa per il periodo diurno e notturno.

4.2 DEFINIZIONE DELL'AREA DI STUDIO E RELATIVI LIMITI NORMATIVI

La definizione dell'area di studio permette di individuare, con principio cautelativo, i ricettori su cui le emissioni delle sorgenti sonore connesse con il centro direzionale in progetto possono avere un impatto rilevante, mentre vengono trascurate le zone esterne all'area di studio su cui le emissioni sonore delle sorgenti in progetto risultano prevedibilmente trascurabili. Qualora non sussistano variazioni critiche del rumore su tali ricettori interni all'area di studio si può concludere che i ricettori esterni e più distanti non saranno significativamente influenzati dalle emissioni degli impianti in esame.

L'area di studio viene identificata come da mappa allegata e verranno individuati nel seguito i ricettori più vicini ai nuovi impianti in progetto.

Il Comune di Torino (TO), come già descritto precedentemente, ha attualmente in vigore un piano di zonizzazione acustica che identifica la classe acustica del territorio in base alla destinazione d'uso, in riferimento peraltro alla Legge 447/95 e PCCA con delibera del Consiglio Comunale del 2010 06483/16 del 20/12/2020.

La Zonizzazione Acustica del Comune di Torino (TO) attribuisce all'area di intervento la **Classe III**, ovvero la classe che caratterizza le "Aree di tipo misto".

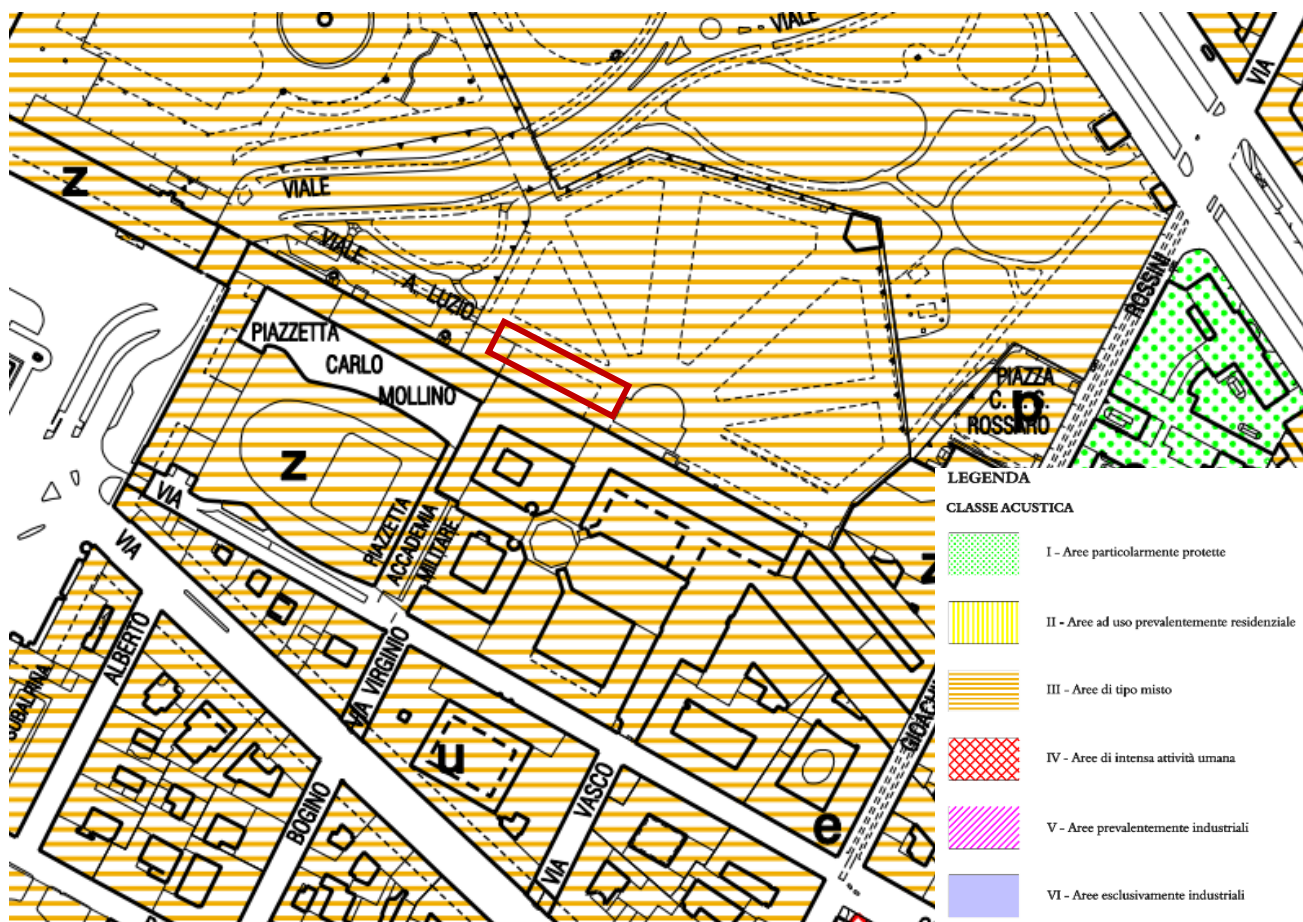


Figura 2: Estratto PCCA del comune di Torino, in rosso la zona oggetto di intervento

I limiti vigenti dalla **zonizzazione acustica attuale** relativi all'area su cui insiste l'insediamento del progetto sono:

Limiti Relativi alla Zonizzazione Acustica - DPCM 14/11/97 Classe III		
	<i>Periodo di riferimento Diurno</i>	<i>Periodo di riferimento Notturno</i>
Limite di Immissione	60	50
Limite di Emissione	55	45
Limite Differenziale di Immissione	5	3

4.3 IDENTIFICAZIONE DEL CARATTERE DEI RICETTORI NELL'AREA DI STUDIO

Per riceettore si intende, in base al D.M. 29/11/2000 e al DPR 30 Marzo 2004, n° 142 che riprende la definizione di ambiente abitativo stabilita dalla L. 447/95, qualsiasi *edificio adibito ad ambiente abitativo, comprese le relative aree esterne di*

pertinenza, o ad attività lavorativa o ricreativa; le aree naturalistiche, i parchi e le aree esterne adibite ad attività ricreative e sociali.

Tale definizione attribuisce al termine di “ricettore” un significato molto ampio che racchiude al suo interno qualsiasi tipo di edificio, indipendentemente dall’attività umana in esso svolta e dalla permanenza che questa comporta. Eccezione va fatta per gli edifici, sede di attività lavorative, per cui sono in vigore i limiti stabiliti dalle normative vigenti sul rumore nei luoghi di lavoro (D.Lgs. 81/08).

Si ritiene di dover considerare la definizione di ricettore stabilita dal D.M. 29/11/2000 congiuntamente alla definizione di ambiente abitativo stabilita dalla L. 447/95; si assume pertanto come “ricettore” gli edifici e l’ambiente esterno come di seguito riportati:

- Edifici adibiti a residenza
- Ricettori sensibili: edifici sensibili (Ospedali, case di riposo, scuole)
- Edifici adibiti ad attività lavorative non rumorose (uffici, negozi, palestre, centri ricreativi)
- Ambienti esterni adibiti ad attività ricreative e sociali (aree pubblicamente vincolate, parchi pubblici, ...)
- Aree edificabili

Si assumono pertanto come ricettori gli edifici residenziali/commerciali adiacenti all’edificio in analisi, che risultano essere i ricettori maggiormente esposti alle emissioni degli impianti tecnologici e delle sorgenti sonore connesse al progetto in esame. Si presuppone che il rispetto dei limiti su tali ricettori implichi che siano rispettati i limiti normativi sui ricettori posti a distanza superiore.

Dall’analisi del territorio circostante all’area di intervento di realizzazione dell’opera i ricettori potenzialmente maggiormente influenzati sono quindi identificati in mappa di seguito riportata.

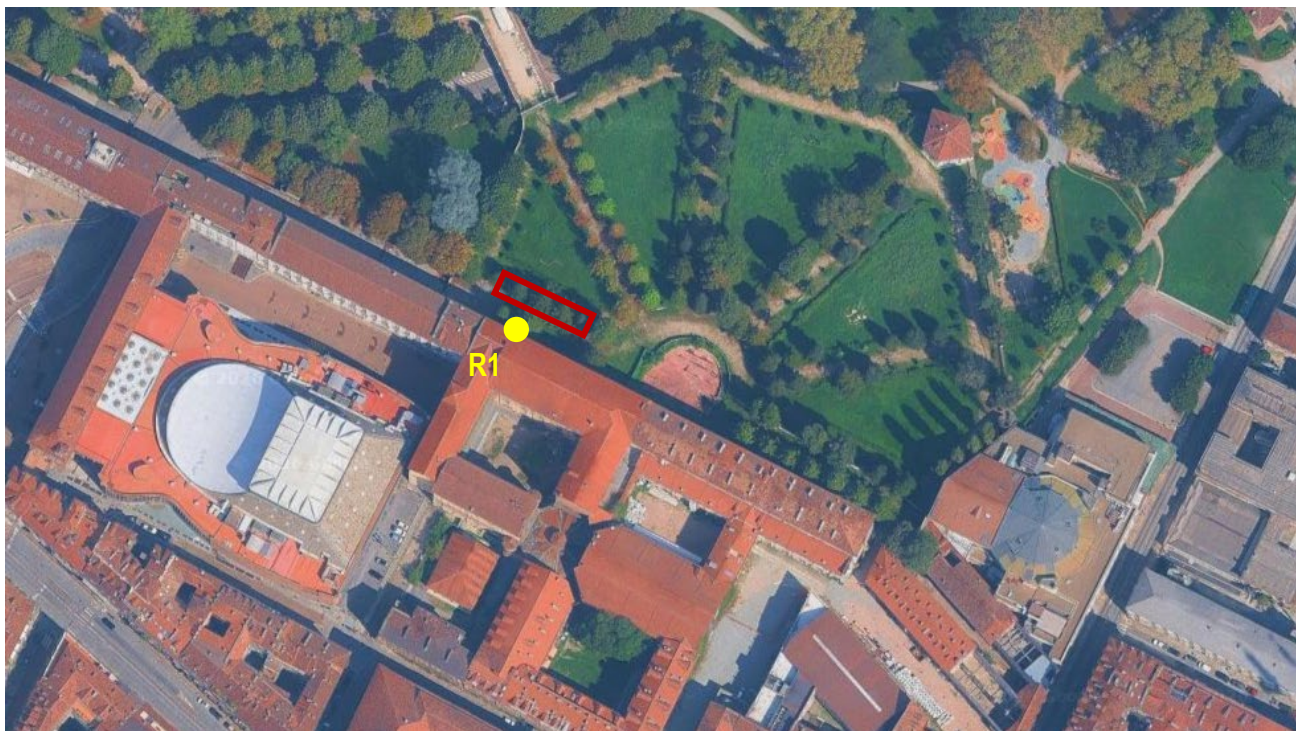


Figura 3: individuazione ricettore

In riferimento alla collocazione dei futuri pozzi, oggetto della presente relazione, il ricettore identificato è quindi il seguente:

- R1: edificio Forze Armate a 4 piani fuori terra

	Limite immissione		Limite emissione		Differenziale	
	<i>Diurno</i>	<i>Notturmo</i>	<i>Diurno</i>	<i>Notturmo</i>	<i>Diurno</i>	<i>Notturmo</i>
R1	60	50	55	45	5	3

4.4 CARATTERIZZAZIONE ACUSTICA DELLE SORGENTI

In relazione all'area di studio considerata, le sorgenti acustiche rilevanti risultano essere i soli pozzi di emungimento previsti presso l'area in progetto. Questi saranno utilizzati per la verifica del rispetto dei limiti normativi. Non si rilevano nell'area di studio altre sorgenti sonore significative, da considerarsi in fase di valutazione di impatto acustico.



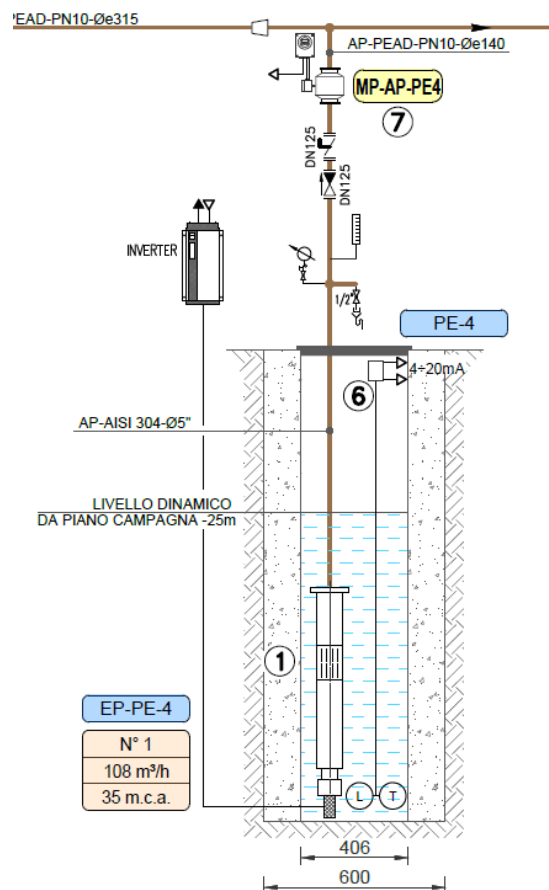
Pompa sommersa per pozzi, adatta per il pompaggio di acqua pulita. Può essere installata in orizzontale o in verticale. Tutti i componenti in acciaio sono stati realizzati in acciaio inox, EN 1.4301 (AISI 304), che garantisce elevate proprietà anticorrosive. Questa pompa è omologata per acqua potabile.

La pompa è dotata di un motore MS6000 a 18.5 kW con filtro antisabbia, tenuta meccanica, cuscinetti portanti lubrificati ad acqua e una membrana di compensazione volume. Il motore è di tipo sommerso incapsulato e garantisce un'ottima stabilità meccanica ed elevata efficienza. Adatto per temperature fino a 40 °C.

Il motore è dotato di sensore Grundfos Tempcon che consente il monitoraggio della temperatura mediante l'uso di comunicazione su linea elettrica insieme ad un pannello di controllo MP204.

Il motore è concepito per avviamento diretto (DOL).

Le elettropompe sommerse previste sono macchine di piccola potenza (18,5 kW), installate a una profondità di circa 25 m all'interno dei pozzi di emungimento.



Di seguito si riporta la scheda tecnica degli impianti considerati.

Stralcio scheda tecnica Pompa immersa GRUNDFOS mod SP 125:

Sound pressure level

The sound pressure level has been measured in accordance with the rules laid down in the EC machinery directive 2006/42/EC.

Sound pressure level of pumps

The values apply to pumps submerged in water without an external regulating valve.

Pump type	$\bar{L}_{pA}$ [dB(A)]
SP 1A	< 70
SP 2A	< 70
SP 3A	< 70
SP 5A	< 70
SP 7	< 70
SP 9	< 70
SP 11	< 70
SP 14	< 70
SP 17	< 70
SP 30	< 70
SP 46	< 70
SP 60	< 70
SP 77	< 70
SP 95	< 70
SP 125	79
SP 160	79
SP 215	82

Sound pressure level of motors

The sound pressure level of Grundfos MS and MMS motors is lower than 70 dB(A).

Other motor makes: See installation and operating instructions for these motors.

Si specifica che tale valore è riconducibile alle indicazioni di misura condivise nella Direttiva Europea 2006/42/CE, ovvero a 1 m dalla superficie della macchina e a 1,60 m di altezza dal suolo.

Inoltre, si assume che la sorgente equivalente posta alla quota della testa pozzo venga calcolata esclusivamente attraverso l'attenuazione geometrica per divergenza sferica fino alla profondità di installazione della pompa (25 m).

Pertanto, alla quota testa-posso, si può dedurre che il Livello di pressione sonora è pari a **51 dB(A)**.

Si riporta il calcolo effettuato valido per ognuna delle pompe a progetto:

tipologia impianto		POMPE
n. macchine		1
Livello di pressione sonora - Lp	dB(A)	79,0
distanza riferita	m	1,0
Distanza al ricevitore		25
Livello di pressione sonora globale		51,0

$$L_{eq} = L_{rif} - 20 * \log_{10} (r / r_{rif})$$

Si evidenzia che questa scelta è condotta in funzione di un calcolo estremamente cautelativo che non considera gli effetti schermanti dovuti all'immersione in acqua, al confinamento nel pozzo, alla camicia ed al filtro a progetto.

5 VALUTAZIONE DELLA RUMOROSITA' ANTE OPERAM – RUMORE DI FONDO

Al fine di effettuare una valutazione previsionale dell'impatto acustico delle sorgenti sonore connesse con il progetto si procede operativamente nel seguente modo:

- Viene programmata ed effettuata una campagna di misurazioni per determinare la condizione del clima acustico Rumore di fondo, in particolare riferimento al ricettore identificato Ante-Operam;
- Si valuta previsionale l'impatto acustico delle emissioni delle sorgenti sonore legate al progetto nella variante Post-Operam. La valutazione previsionale viene realizzata mediante la modellizzazione matematica utilizzando il software previsionale dBmap.net.

5.1 METODOLOGIA DI MISURA

Al fine di valutare la rumorosità nella Variante Ante-Operam e stabilire uno stato di fatto del clima acustico nella situazione attuale è stata effettuata una campagna di misurazioni a campione in loco in data 30/07/2026 nel periodo di riferimento diurno e notturno.

Le misurazioni sono state effettuate in conformità alla Legge Quadro sull'inquinamento acustico 447/95 e decreti applicativi DPCM 14.11.97 e dal DM 16.03.98.

Strumentazione di misura utilizzata

Le misurazioni vengono effettuate con analizzatore di rumore in tempo reale Nor145 fonometro integratore con microfono a condensatore di precisione 1/2", con calibrazione a norma (Vedi certificati di conformità e di taratura allegati).

Il **fonometro (e il microfono)**, **tarati a norma**, presentano le seguenti caratteristiche (DPCM 01/03/1991; Legge n° 447 del 26/10/1995; DM 16/03/1998):

- precisione classe I in conformità ad EN 60651/1994 e EN 60804/1994 (IEC651&804), omologazione PTB, certificato di conformità CE (compatibilità elettromagnetica); filtri a norme EN 61260 (IEC1260);
- misura con costanti di tempo: S(Slow), F(Fast), I(Impulse), P(Picco). Ponderazione: A, C, Lin
- analisi in banda larga, in ottave da 16Hz a 16kHz e in 1/3 ottava da 12.5Hz a 20kHz
- registrazione di: L_{max}, tempo in cui è avvenuto il L_{max}, SEL, Leq, L_{peak}.

Il **microfono** e i filtri utilizzati presenta le seguenti caratteristiche (DPCM 01/03/1991; Legge n° 447 del 26/10/1995; DM 16/03/1998):

- precisione in classe I in conformità alle norme EN 61260/1995 (IEC 1260) e EN 61094-1/1994, EN 61094-1/1994, EN 61094-2/1993, EN 61094-3/1995, EN 61094-4/1995.

Il **calibratore**, **tarato a norma**, presenta le seguenti caratteristiche (DPCM 01/03/1991; Legge n° 447 del 26/10/1995; DM 16/03/1998):

- conformità alle norme CEI 29-4
- precisione di classe I, secondo la norma IEC 942/1988

5.2 CONDIZIONI METEOROLOGICHE DI MISURA

I rilevamenti e le misurazioni dei relativi livelli equivalenti di pressione sonora **L_{Aeq}** sono stati effettuati presso l'area di progetto in corrispondenza del ricettore individuato.

Le condizioni meteorologiche in cui sono state effettuate le misurazioni rispettano i requisiti di legge, ovvero la campagna di rilevamento è avvenuta in assenza di precipitazioni atmosferiche, di nebbia e/o neve; la velocità è risultata inferiore a 5 m/s. Le giornate risultano essere serene ed afosa, con una temperatura ambientale superiore ai 30°C.

Condizioni, procedura e strumentazione di misura	
<i>Operatore</i>	Arch. Vincenzo Bonardo
<i>Località</i>	
<i>Data e ora di sopralluogo</i>	30/07/2026 (h 18 e 22)
<i>Data monitoraggio</i>	30/07/2026
<i>Condizioni meteorologiche</i>	Senza precipitazioni Tempo sereno
<i>Velocità del vento</i>	< 5 m/s
<i>Direzione del vento</i>	Non-determinata
<i>Pressione</i>	Non determinata
<i>Tipo analizzatore e taratura</i>	Nor 145
<i>Tipo calibratore e taratura</i>	Si vedano allegati
<i>Tempo di riferimento</i>	Diurno/Notturmo
<i>Tempo di misura</i>	Intervallo di tempo a campione opportuni per le misure previste sui ricettori, circa 30 minuti sul Ricettore.

5.3 ANALISI DELLA SITUAZIONE ANTE-OPERAM

L'analisi della situazione di vuoto viene realizzata analizzando e quantificando la situazione specifica del ricettore, considerata in assenza delle emissioni acustiche legate al progetto in analisi e specificamente ai pozzi di progetto. Tale situazione è rappresentativa del clima acustico dei ricettori precedentemente alla realizzazione dell'opera – rumore di fondo.

Valutazione del rispetto dei Limiti di immissione e di emissione

La determinazione del Rumore di Fondo viene realizzata mediante opportune misurazioni in loco. Si evidenzia come, al fine di valutare il rispetto dei limiti di legge nell'area di studio (DPCM 14.11.97 e dal DM 16.03.98, DPR 30 Marzo 2004, n° 142), si valutano i valori di LAeq in fronte ai ricettori nel periodo di riferimento diurno e notturno a cui contribuiscono tutte le sorgenti in tale variante.

Le misurazioni vengono analizzate, conformemente a quanto richiesto dal DM 16.03.98, per determinare la presenza di Componenti tonali, Componenti impulsive o Componenti a bassa frequenza. I valori rilevati vengono corretti secondo quanto previsto dallo stesso DM 16.03.98. I valori riportati nel seguito sono già opportunamente corretti.

Nella tabella seguente sono riportati i valori del LAeq in facciata al ricettore (in base a quanto stabilito dalla Legge 447/95 e decreti applicativi DPCM 14.11.97 e DM 16.03.98, nonché dal DPR 30 Marzo 2004, n° 142), confrontati con i limiti di immissione/emissione:

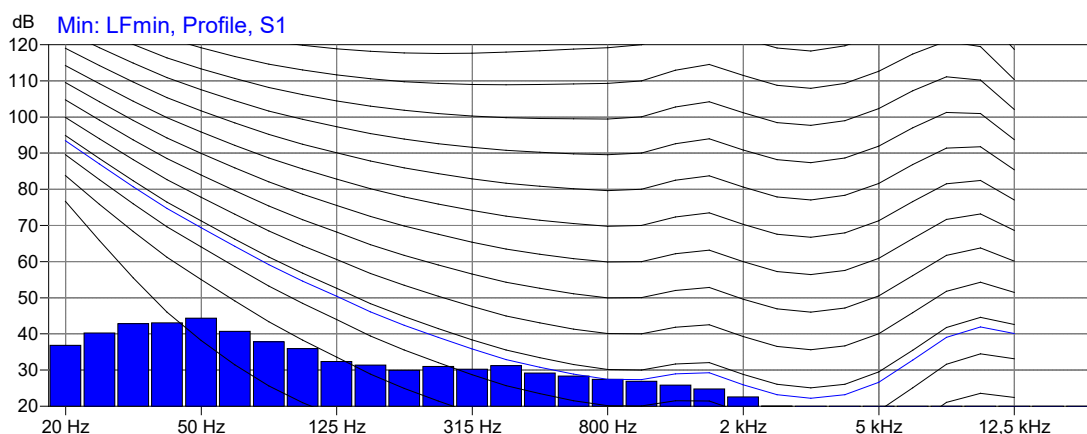
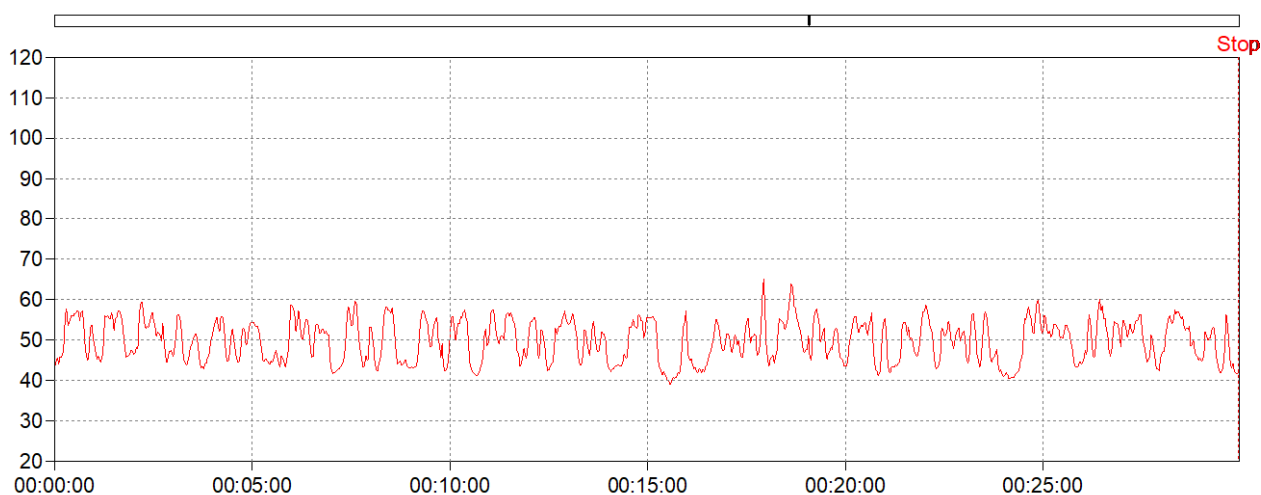
Ricettore	Livello di pressione sonora	Livello di pressione sonora	Limite di immissione	Limite di emissione
	Diurno dB(A)	Notturmo dB(A)	Diurno/Notturmo dB(A)	Diurno/Notturmo dB(A)
R1	52.5	48.0	60/50	55/45

Dai risultati ottenuti si può dedurre che:

- Nel periodo di riferimento **diurno**, i livelli sonori rilevati presso il ricettore individuato risultano conformi ai limiti previsti dalla normativa vigente. I valori misurati evidenziano infatti il rispetto dei limiti di emissione e confermano la compatibilità acustica dell'area nelle condizioni di esercizio considerate.
Nel periodo di riferimento **notturno**, si osserva invece un superamento del limite di emissione. Tale condizione è verosimilmente riconducibile al contributo delle sorgenti sonore esterne all'attività oggetto di valutazione.

Di seguito si riporta i dati rilevati nel monitoraggio sul ricettore R1:

Periodo diurno

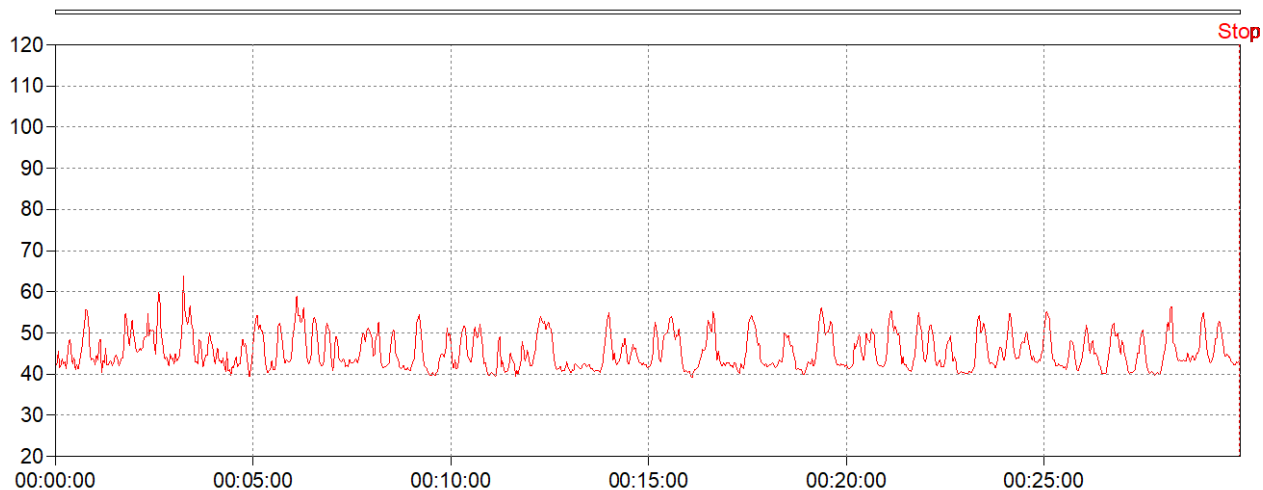


Sintesi dei risultati in conformità al d.m. 16/3/1998

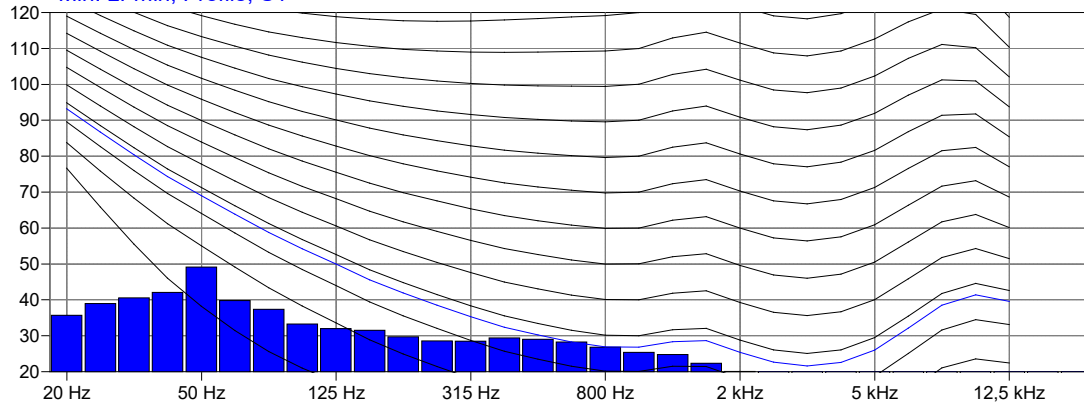
Livello globale misurato	L _{Aeq}	52,5 dB
Correzione per toni puri	kT	0,0 dB
Correzione per componenti di bassa frequenza	kB	0,0 dB
Correzione per impulsività	kl	0,0 dB
Livello corretto	Lc	52,5 dB

Frequenza 1/3-ottava	Calcolato LfF(min)	Isofoniche ISO 226
20 Hz	36,8 dB	93,5 dB
25 Hz	40,2 dB	87,0 dB
31,5 Hz	42,8 dB	80,7 dB
40 Hz	43,0 dB	74,7 dB
50 Hz	44,3 dB	69,4 dB
63 Hz	40,7 dB	64,3 dB
80 Hz	37,8 dB	59,2 dB
100 Hz	35,9 dB	54,6 dB
125 Hz	32,3 dB	50,4 dB
160 Hz	31,4 dB	46,1 dB
200 Hz	30,0 dB	42,4 dB
250 Hz	31,0 dB	39,0 dB
315 Hz	30,3 dB	35,8 dB
400 Hz	31,2 dB	32,9 dB
500 Hz	29,2 dB	30,8 dB
630 Hz	28,3 dB	28,8 dB
800 Hz	27,4 dB	27,5 dB
1 kHz	26,9 dB	27,3 dB
1,25 kHz	25,8 dB	28,9 dB
1,6 kHz	24,8 dB	29,2 dB
2 kHz	22,6 dB	26,0 dB
2,5 kHz	20,0 dB	23,2 dB
3,15 kHz	19,5 dB	22,2 dB
4 kHz	19,3 dB	23,2 dB
5 kHz	16,8 dB	26,6 dB
6,3 kHz	12,5 dB	32,7 dB
8 kHz	12,8 dB	39,0 dB
10 kHz	7,6 dB	41,9 dB
12,5 kHz	6,8 dB	40,1 dB
16 kHz	6,5 dB	
20 kHz	6,1 dB	

Periodo notturno



Min: LFmin, Profile, S1



Livello globale misurato	L _{Aeq}	48,0 dB
Correzione per toni puri	k _T	0,0 dB
Correzione per componenti di bassa frequenza	k _B	0,0 dB
Correzione per impulsività	k _I	0,0 dB
Livello corretto	L_c	48,0 dB

Frequenza 1/3-ottava	Calcolato LfF(min)	Isofoniche ISO 226
20 Hz	35,7 dB	93,2 dB
25 Hz	39,0 dB	86,7 dB
31,5 Hz	40,6 dB	80,4 dB
40 Hz	42,1 dB	74,4 dB
50 Hz	49,1 dB	69,0 dB
63 Hz	39,8 dB	63,9 dB
80 Hz	37,3 dB	58,8 dB
100 Hz	33,3 dB	54,2 dB
125 Hz	32,0 dB	50,0 dB

160 Hz	31,5 dB	45,6 dB
200 Hz	29,7 dB	41,9 dB
250 Hz	28,6 dB	38,5 dB
315 Hz	28,5 dB	35,3 dB
400 Hz	29,4 dB	32,4 dB
500 Hz	29,0 dB	30,2 dB
630 Hz	28,3 dB	28,3 dB
800 Hz	26,9 dB	26,9 dB
1 kHz	25,4 dB	26,8 dB
1,25 kHz	24,8 dB	28,4 dB
1,6 kHz	22,3 dB	28,7 dB
2 kHz	20,1 dB	25,4 dB
2,5 kHz	17,4 dB	22,6 dB
3,15 kHz	18,8 dB	21,6 dB
4 kHz	18,6 dB	22,6 dB
5 kHz	15,5 dB	26,0 dB
6,3 kHz	11,8 dB	32,1 dB
8 kHz	13,9 dB	38,5 dB
10 kHz	10,3 dB	41,4 dB
12,5 kHz	11,7 dB	39,6 dB
16 kHz	14,6 dB	
20 kHz	7,7 dB	

6 ANALISI DELLA SITUAZIONE POST-OPERAM

La fase di implementazione della situazione Post-Operam viene realizzata per analizzare e quantificare la situazione specifica dei ricettori esterni all'area di studio, considerati in presenza delle emissioni acustiche specificamente connesse con gli impianti del progetto. Si evidenzia come, al fine di valutare il rispetto dei limiti di legge nell'area di studio (DPCM 14.11.97 e dal DM 16.03.98, DPR 30 Marzo 2004, n° 142), si dovranno valutare i valori di LAeq in fronte al ricettore nel periodo di riferimento diurno e notturno a cui contribuiscono le sorgenti di rumore in tale variante.

La valutazione delle emissioni acustiche nella variante Post-Operam è stata effettuata utilizzando le metodologie di calcolo, derivanti dalle normative tecniche internazionali per la valutazione della propagazione del rumore in ambiente esterno, implementando la variante Post-Operam del software previsionale dBmap.

Le sorgenti sonore significative considerate, ovvero gli impianti tecnologici in progetto di installazione, sono stati modellizzati utilizzando le sorgenti puntuali della libreria ISO 9613 per rappresentare i pozzi geotermici ed i loro dati tecnici di potenza sonora massima ricavati da scheda tecnica.

6.1 MODELLIZZAZIONE MATEMATICA DELL'AREA DI STUDIO

I modelli matematici e numerici si sono rivelati indispensabili per determinare l'impatto acustico derivante dalla realizzazione, modifica o potenziamento di attività produttive e artigianali. Tale determinazione è peraltro resa necessaria dall'Articolo 8 della Legge Quadro 447/95 sull'inquinamento acustico e consigliata dalle Linee Guida della Regione Piemonte per la redazione della documentazione di Impatto Acustico (Supplemento Ordinario n.2 al B.U. n. 05 della Regione Piemonte del 2 Febbraio 2004).

La fase preliminare alla realizzazione del modello matematico consta dell'acquisizione di tutte le informazioni necessarie ad elaborare un modello cartografico e altimetrico dell'area interessata dall'opera, ivi compresa la presenza di costruzioni e la loro altezza e pianta.

Si procede pertanto con l'acquisizione delle planimetrie dell'area interessata, l'elaborazione di un modello altimetrico (eventualmente effettuati mediante GPS), l'esatta collocazione di costruzioni (tenendo conto della loro posizione, altezza ed effetti di riflessione legati ai particolari costruttivi delle abitazioni stesse) e delle eventuali barriere naturali e artificiali (vegetazione muri di cinta...). In tale fase si implementano nel modello matematico tutte le informazioni necessarie a identificare e caratterizzare correttamente i fenomeni di propagazione sonora nell'area interessata. Si tengono pertanto in dovuto conto gli effetti di assorbimento e di riflessione (diffrazione) delle onde sonore legate alle caratteristiche del territorio e delle costruzioni presenti. A tal fine è utile individuare l'eventuale presenza e la tipologia di vegetazione, la presenza di battuti di cemento...

I modelli matematici e numerici si sono rivelati indispensabili per determinare l'impatto acustico derivante dalla realizzazione, modifica o potenziamento di attività produttive e artigianali. Tale determinazione è peraltro resa necessaria dall'Articolo 8 della Legge Quadro 447/95 La fase preliminare alla realizzazione del modello matematico consta dell'acquisizione di tutte le informazioni necessarie ad elaborare un modello cartografico e altimetrico dell'area interessata dall'opera, ivi compresa la presenza di costruzioni e la loro altezza e pianta.

Si procede pertanto con l'acquisizione delle planimetrie dell'area interessata tramite mappatura satellitare, l'elaborazione di un modello planimetrico (eventualmente effettuati mediante GPS), l'esatta collocazione di costruzioni (tenendo conto della loro posizione, altezza ed effetti di riflessione legati ai particolari costruttivi delle abitazioni stesse) e delle eventuali barriere naturali e artificiali (vegetazione muri di cinta...). In tale fase si implementano nel modello matematico tutte le informazioni necessarie a identificare e caratterizzare correttamente i fenomeni di propagazione sonora nell'area interessata. Si tengono pertanto in dovuto conto gli effetti di assorbimento e di riflessione (diffrazione) delle onde sonore legate alle caratteristiche del territorio e delle costruzioni presenti. A tal fine è utile individuare l'eventuale presenza e la tipologia di vegetazione, la presenza di battuti di cemento...

Si procede con l'implementazione nel modello matematico mediante lo strumento di mappatura acustica dBmap.net che è utilizzato per modellare la propagazione del suono esterno e calcolare i livelli sonori utilizzando le sorgenti di rumore e la schermatura delle barriere. Si tratta di uno strumento per comprendere e implementare i calcoli della norma ISO-9613 e creare modelli interattivi liberamente accessibili. Il modello realizzato nella presente relazione consta di sorgenti puntuali legate agli impianti tecnologici.

Il modello si basa su equazioni di tipo semi-empirico, ossia ottenute partendo da una raccolta di dati sperimentali supportati da fondamenti teorici. Si tratta dunque di relazioni semplici, che hanno il vantaggio di poter prendere in considerazione aspetti anche complessi della propagazione acustica (effetto del terreno, diffrazioni, riflessioni multiple) senza per questo richiedere una mole eccessiva di dati.

I calcoli acustici sono effettuati seguendo le seguenti normative internazionali:

- ISO 9613-1:1993 — Attenuazione sonora nella propagazione all'aperto — Parte 1: Calcolo dell'assorbimento atmosferico
- ISO 9613-2:1996 — Attenuazione sonora nella propagazione all'aperto — Parte 2: Metodo generale di calcolo
- ISO/TR 17534-3:2015 — Acustica — Software per il calcolo dei suoni all'aperto — Parte 3: Raccomandazioni per l'implementazione di qualità assicurata di ISO 9613-2 nel software secondo il ISO 17534-1.

Di seguito si riporta in mappa la propagazione acustica dovuta ai pozzi in installazione a circa 33 m sottoterra sul ricettore R1.



Figura 4: Isofonica h. 1.5m

6.2 ANALISI DELLA SITUAZIONE POST-OPERAM

La fase di implementazione della situazione Post-Operam viene realizzata analizzando e quantificando la situazione specifica dei ricettori interni all'area di studio, valutando l'impatto delle emissioni degli impianti in progetto – considerando nello specifico gli impianti in progetto di installazione.

La valutazione delle emissioni acustiche è stata effettuata implementando il software nella variante Post-Operam, con l'utilizzo delle librerie ISO 9613.

Nella tabella seguente sono riportati i valori del LAeq in facciata ai ricettori (in base a quanto stabilito dalla Legge 447/95 e decreti applicativi DPCM 14.11.97 e DM 16.03.98, nonché dal DPR 30 Marzo 2004, n° 142), confrontati con i limiti di immissione/ emissione.

In tale variante vengono considerate le emissioni acustiche di:

- **N.5 elettropompe sommerse in acqua:**

Come descritto al capito 4.4, le elettropompe sommerse previste (18,5 kW) saranno installate a circa 25 m di profondità nei pozzi di emungimento. Ai fini della presente valutazione è stata assunta, in modo cautelativo, una potenza sonora pari a **L_w = 51 dB(A)** riferita alla sorgente emergente al piano campagna.

Si evidenzia come, al fine di valutare il rispetto dei limiti di legge nell'area di studio (DPCM 14.11.97 e dal DM 16.03.98, DPR 30 Marzo 2004, n° 142), si valutano i valori di LAeq in fronte ai ricettori nel periodo di riferimento diurno e notturno a cui contribuiscono tutte le sorgenti in tale variante.

Si evidenzia che in considerazione delle altezze degli edifici dei ricettori esistenti, è stata fatta un'analisi su varie altezze in facciata ai ricettori, per meglio valutare l'impatto acustico su tutto l'edificio.

Variante Post-Operam Impianti

Le emissioni acustiche degli impianti vengono valutate separatamente e successivamente confrontate con i limiti di emissione vigenti e con il rumore di fondo, rilevato in sito nel corso della campagna fonometrica.

Nella tabella seguente sono riportati i valori del LAeq in facciata ai ricettori prodotti nelle ipotesi cautelative assunte dalle emissioni Post Operam con impianti attivi, (in base a quanto stabilito dalla Legge 447/95 e decreti applicativi DPCM 14.11.97 e DM 16.03.98, nonché dal DPR 30 Marzo 2004, n° 142), confrontati con i limiti di emissione.

Ricettore / altezza	Livello pressione sonora Diurno/Notturno - dB(A)	Classe	Limite immissione/emissione dB(A) - Diurno	Limite immissione/emissione dB(A) - Notturno
R1/1,5m	30	III	60/55	50/45
R1/4,5m	30	III	60/55	50/45
R1/7,5m	29	III	60/55	50/45
R1/10,5m	28	III	60/55	50/45
R1/13,5m	27	III	60/55	50/45
R1/16,5m	26	III	60/55	50/45
R1/19,5m	25	III	60/55	50/45

Dai risultati ottenuti si conclude che i limiti di emissione e immissioni sul ricettore individuato previsti dalla normativa vigente nel periodo di riferimento diurno e notturno sono rispettati.



Figura 5: Mappa isofonica (h: 1.5m)



Figura 6: Mappa isofonica (h: 18m)

6.3 CONFRONTO TRA LE SITUAZIONI ANTE-OPERAM E POST-OPERAM

Per una valutazione del livello differenziale, si può far riferimento al livello del rumore di fondo misurato in campo nella situazione Ante-Operam. Nella tabella sottostante si fa il confronto i livelli di pressione sonora previsti nella Variante Post-Operam dal software previsionale dovuta ai soli impianti in progetto di installazione e i livelli di pressione sonora misurati nel monitoraggio acustico nella variante Ante-Operam (30/07/2026):

Punto di misura	Rumore ambientale LA dBmap variante POST-OPERAM Emissioni diurno/notturno	Rumore residuo LR Ante-Operam MISURE diurno	Rumore residuo LR Ante-Operam MISURE notturno
R1	30 dB(A)	52.5 dB(A)	48.0 dB(A)

Punto di misura	Differenziale dBmap variante POST-OPERAM Vs MISURE diurne	Limiti D.P.C.M. 14/11/97 Periodo di riferimento diurno	Differenziale dBmap variante POST-OPERAM Vs MISURE notturne	Limiti D.P.C.M. 14/11/97 Periodo di riferimento notturno
R1	0,0 dB(A)	5 dB(A)	0,1 dB(A)	3 dB(A)

Dall'analisi dei dati acquisiti e dalle valutazioni previsionali effettuate emerge che i livelli di emissione sonora attesi risultano compatibili con i limiti differenziali stabiliti dalla normativa vigente. In particolare, il confronto tra il rumore ambientale e il rumore residuo evidenzia il rispetto dei valori massimi di incremento consentiti sia nel periodo diurno sia nel periodo notturno, consentendo di escludere la presenza di condizioni di disturbo acustico riconducibili all'attività oggetto di valutazione.

Si ricorda, inoltre, che i limiti differenziali di immissione non trovano applicazione nei confronti delle infrastrutture di trasporto, quali infrastrutture stradali, ferroviarie, aeroportuali e marittime, per le quali la normativa prevede specifici criteri di valutazione e limiti dedicati. Pertanto, eventuali contributi acustici derivanti da tali sorgenti non sono soggetti alla verifica del criterio differenziale, ma vengono disciplinati dalle disposizioni normative specifiche previste per ciascuna tipologia di infrastruttura.

7 CONCLUSIONI

Come precedentemente evidenziato, gli impianti oggetto del presente progetto saranno installati a una profondità di circa 25 m rispetto al piano di campagna e saranno destinati a un funzionamento continuo, pari a 24 ore su 24 per l'intero arco della giornata.

Tale configurazione impiantistica rappresenta un elemento particolarmente favorevole sotto il profilo acustico, in quanto la sorgente sonora risulta completamente immersa e confinata all'interno del pozzo, con conseguente significativa attenuazione della propagazione del rumore verso l'ambiente esterno.

Ai fini della presente valutazione è stato adottato un approccio cautelativo, assumendo per ciascuna pompa un valore di potenza sonora pari a **$L_w = 51 \text{ dB(A)}$** , senza considerare i benefici derivanti dagli ulteriori fenomeni di attenuazione presenti nella configurazione reale dell'opera. In particolare, non sono stati considerati gli effetti schermanti e dissipativi dovuti all'immersione della pompa nella colonna d'acqua, al confinamento all'interno del pozzo, né quelli associati alla presenza della camicia e del filtro di progetto, elementi che nella pratica contribuiscono a ridurre ulteriormente la propagazione del rumore verso l'esterno.

Si aggiunge inoltre che, qualora dovessero variare le caratteristiche delle pompe a progetto, ciascuna di esse può raggiungere un Livello di pressione sonora massima di 65dB(A) alla testa del pozzo. Anche con tale assunzione i limiti di immissione ed emissione vengono rispettati ai ricettori individuati.

Le simulazioni acustiche evidenziano infatti che i livelli sonori attribuibili al funzionamento degli impianti risultano pienamente **compatibili con la classificazione acustica del territorio e rispettano i valori limite stabiliti dalla normativa vigente.**

ALLEGATO 01: NOMINA TECNICO COMPETENTE ACUSTICO

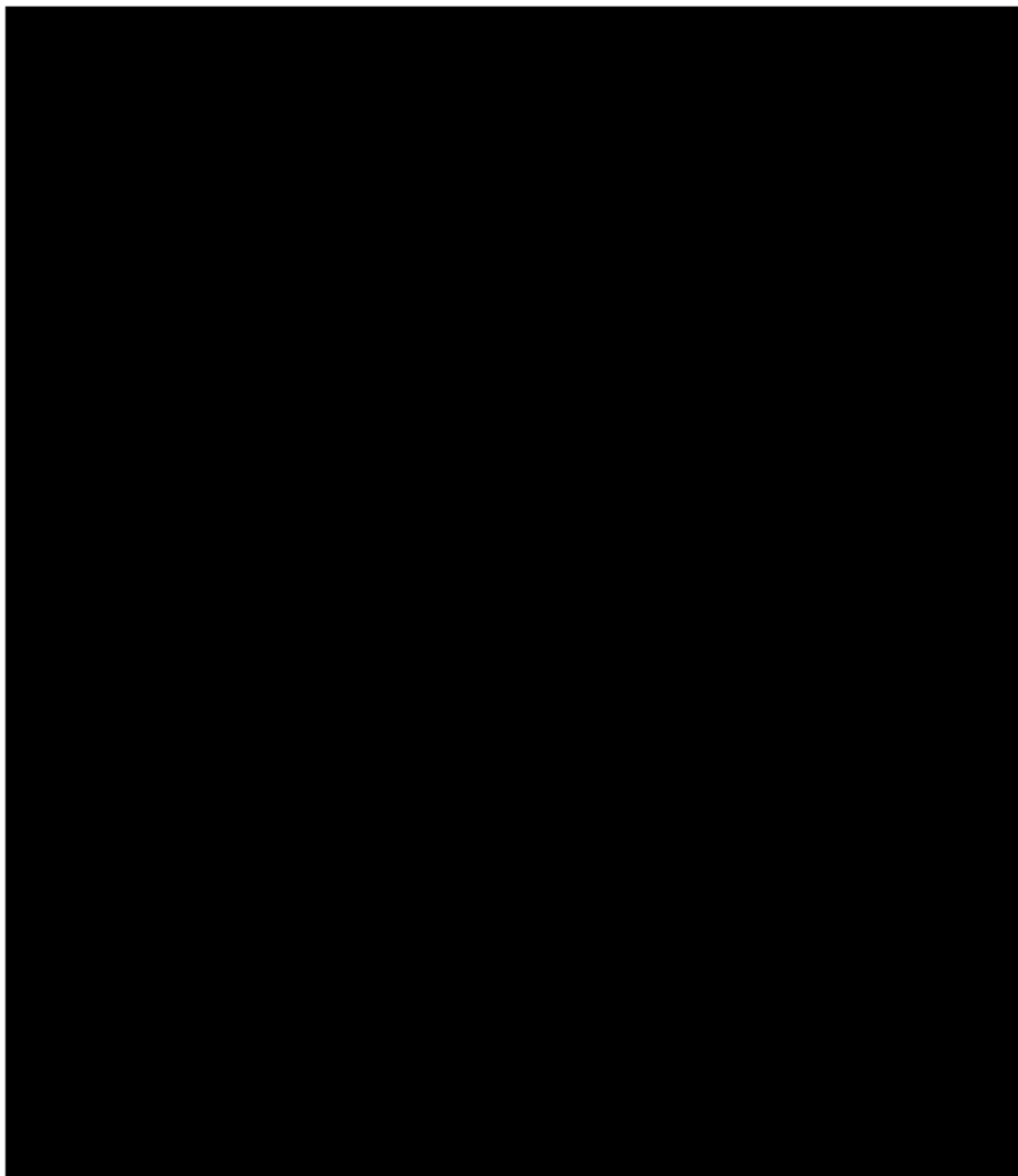


Direzione Ambiente, Governo e Tutela del Territorio

Settore Emissioni e Rischi Ambientali

rumore@regione.piemonte.it

territorio-ambiente@cert.regione.piemonte.it



ALLEGATO 02: DOCUMENTO D'IDENTITÀ

