

Cliente Enel Produzione S.p.A.

Oggetto Centrale Termoelettrica "Eugenio Montale" di La Spezia
Progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas
Studio di Impatto Ambientale (art.22 D.Lgs 152/2006 e ss.mm.ii.)
Allegato C - Valutazione di impatto acustico

Ordine A.Q. 8400134283, attivazione N. 3500038648 del 04.04.2019

Note A1300001867 - Lettera di trasmissione B9014186

La parziale riproduzione di questo documento è permessa solo con l'autorizzazione scritta del CESI.

PAD B9014373 (2733116) - USO RISERVATO

N. pagine 58 **N. pagine fuori testo** 0

Data 29/11/2019

Elaborato ESC - Lamberti Marco, ESC - Ziliani Roberto, ESC - Boi Laura
B9014373 3728 AUT B9014373 3754 AUT B9014373 2657816 AUT

Verificato ESC - Pertot Cesare
B9014373 3840 VER

Approvato ESC - Il Responsabile - Pertot Cesare
B9014373 3840 APP

Indice

1	PREMESSA E SCOPI	3
2	APPROCCIO METODOLOGICO	4
2.1	Analisi del contesto territoriale.....	4
2.2	Descrizione degli interventi previsti.....	5
2.3	Quadro di riferimento normativo e zonizzazione acustica.....	6
3	CARATTERIZZAZIONE ACUSTICA DELLA SITUAZIONE ANTE OPERAM	9
3.1	Punti di misura.....	9
3.2	Parametri di misura.....	11
3.3	Metodo di misura	12
3.4	Circostanze di misura.....	13
3.5	Strumentazione utilizzata	13
3.6	Risultati dei rilievi	13
4	IMPATTO ACUSTICO DELLA NUOVA OPERA IN FASE DI ESERCIZIO	21
4.1	Predisposizione del modello.....	21
4.1.1	Orografia.....	21
4.1.2	Punti di calcolo.....	21
4.1.3	Rappresentazione modellistica della nuova unità a ciclo combinato.....	22
4.1.4	Parametri di calcolo	27
4.2	Risultati della simulazione.....	27
4.2.1	Calcolo su specifici ricettori	27
4.2.2	Mappe isofoniche	29
4.3	Verifica dei limiti di legge	32
4.3.1	Limite assoluto di immissione.....	32
4.3.2	Limite di emissione	37
4.3.3	Limite differenziale di immissione	38
5	IMPATTO ACUSTICO DELLE ATTIVITÀ DI REALIZZAZIONE	42
5.1	Caratteristiche generali del cantiere e delle lavorazioni.....	42
5.1.1	Demolizioni.....	43
5.1.2	Aree di cantiere	44
5.1.3	Risorse e mezzi utilizzati per la costruzione	44
5.1.4	Volumi di scavo.....	45
5.1.5	Programma cronologico	45
5.2	Valutazione previsionale	46
5.2.1	Macchinari impiegati – Livelli emissivi	47
5.2.2	Risultati del calcolo.....	48
5.3	Misure gestionali di ottimizzazione dell'intervento.....	49
6	CONCLUSIONI	51
	APPENDICE	53
	Quadro di riferimento normativo.....	53
	Strumentazione utilizzata.....	56
	Descrizione del modello utilizzato	57

STORIA DELLE REVISIONI

Numero revisione	Data	Protocollo	Lista delle modifiche e/o dei paragrafi modificati
0	29/11/2019	B9014373	Prima emissione

1 PREMESSA E SCOPI

La Centrale termoelettrica Eugenio Montale di La Spezia fu costruita dalla società Edisonvolta negli anni sessanta con quattro sezioni a carbone per una potenza complessiva di 1800 MW. L'unità SP4, da 600 MW, fu messa fuori servizio nel 1999. Le sezioni SP1 e SP2 furono trasformate in ciclo combinato con alimentazione a gas naturale ed entrarono in servizio nel 1999 e 2000. Esse sono state messe fuori servizio nel 2016 (lettera MISE N° 0003139 del 8/02/2016). La sezione SP3 ha mantenuto il funzionamento a carbone; dopo aver subito interventi di adeguamento ambientale, è rientrata in esercizio nel 2001. Attualmente, essa è l'unica unità autorizzata.

Il nuovo progetto prevede il riutilizzo del sito e la costruzione nell'area di impianto di una nuova unità a gas, di circa 840 MW_e¹, in sostituzione all'unità SP3, inoltre prevede una prima fase con l'esercizio della sola Turbina a Gas (funzionamento in ciclo aperto - OCGT), con una potenza prodotta di circa 560 MW_e e una seconda fase con l'installazione di una turbina a vapore con una ulteriore potenza prodotta di circa 280 MWe e conseguente chiusura del ciclo (funzionamento in ciclo chiuso - CCGT). Il nuovo gruppo si chiamerà La Spezia SP5.

Il presente documento contiene la Valutazione di Impatto Acustico per l'opera in progetto.

¹ La potenza di 840 MWe corrisponde alla potenza nominale più alta dei cicli combinati disponibili sul mercato appartenenti alla taglia degli 800 MW elettrici, l'effettivo incremento di potenza elettrica dipenderà dalla potenza della macchina del produttore che si aggiudicherà la gara di fornitura.

2 APPROCCIO METODOLOGICO

Nell'ambito del presente studio, in relazione all'inquinamento acustico, saranno presi a riferimento i seguenti assetti:

- *ante operam*: funzionamento dell'unità SP3;
- *post operam – fase 1*: funzionamento dell'unità SP5 con il gruppo TG in ciclo aperto (OCGT) ed unità a carbone SP3 fuori servizio;
- *post operam – fase 2*: funzionamento dell'unità SP5 con il gruppo TG+TV in ciclo combinato (CCGT 1 su 1), unità a carbone SP3 fuori servizio.

La stima dell'impatto acustico della nuova opera², in accordo con la norma UNI 11143³, è stata condotta in due fasi:

- caratterizzazione *acustica della situazione ante operam* sulla base dei dati sperimentali disponibili;
- stima previsionale dei livelli sonori dopo la realizzazione delle nuove opere (situazione *post operam*) ed in fase di realizzazione delle opere stesse.

Mediante un pacchetto software dedicato, è stata predisposta una modellazione matematica previsionale dell'area interessata dal progetto, che è stata utilizzata, previo inserimento delle opportune sorgenti, per la valutazione della situazione futura.

I dati relativi alla caratterizzazione del rumore nell'assetto attuale si riferiscono ad alcune campagne di misura condotte da Enel nell'anno 2018. Tali attività sperimentali di caratterizzazione del livello sonoro sono descritte al § 3.

La stima degli effetti della nuova unità sul rumore ambientale per le fasi 1 e 2 è stata effettuata considerando questa attiva in continuo, al carico nominale, nell'arco delle ventiquattro ore.

Le campagne sperimentali svolte sul sito ed il presente studio previsionale di impatto acustico sono stati condotti da personale⁴ in possesso del riconoscimento di "Tecnico competente in acustica ambientale", ai sensi dell'art.2 comma 7 della Legge 447/95.

Il modello è stato predisposto utilizzando un pacchetto software commerciale, con applicazione dello standard ISO 9613, parte 1 e parte 2, per il calcolo della propagazione sonora.

2.1 Analisi del contesto territoriale

La Centrale Termoelettrica Eugenio Montale è sita in prossimità del porto nell'estrema parte Est del Comune di La Spezia nella cosiddetta piana di Fossamastra su un'area di circa 70 ettari di proprietà dell'Enel, che in minima parte sconfinava nel Comune di Arcola. L'area su cui sorge l'impianto è di tipo industriale e vede la presenza, nel suo intorno, di una pluralità di insediamenti produttivi.

Nell'assetto attuale la centrale dispone di una unità a carbone, denominata SP 3, della potenza di 600 MW elettrici.

² Per "nuova opera" si intende una nuova realizzazione o la modifica di un'opera esistente

³ Norma 11143: 2005 Acustica – Metodo per la stima dell'impatto e del clima acustico per tipologia di sorgenti – Parte 1: Generalità, Parte 5: Rumore da insediamenti produttivi

⁴ Predisposizione del modello matematico e valutazione d'impatto a cura dei Tecnici Competenti Sig. Marco Lamberti (Provincia di Piacenza - Servizio di Valorizzazione e Tutela dell'ambiente, determinazione n° 2329 del 25/11/08) ed Ing. Roberto Ziliani (Regione Emilia Romagna Bollettino Ufficiale N. 148 del 2/12/1998. Determinazione del Direttore generale Ambiente del 09/11/1998, n. 11394). I tecnici sono iscritti all'elenco nominativo nazionale dei tecnici competenti in acustica (<https://agentifisici.isprambiente.it/enteca/home.php>), rispettivamente con i numeri 5676 e 5729 e a quello regionale con i numeri RER/00633 e RER/00686.

Il rifornimento del combustibile carbone è realizzato via mare, con scarico nella banchina portuale in concessione; il conferimento in centrale avviene tramite nastro trasportatore.

L'area della centrale confina:

- a Nord col raccordo autostradale Aurelia e il quartiere Melara dove sono presenti anche locali di pubblico servizio (supermercati, ristorante) nelle immediate adiacenze;
- a Sud con l'area ex-bacini ceneri e con aeree militari;
- a Est con l'area comunale dell'ex parcheggio Enel e aree occupate da strutture industriali;
- a Ovest con aree occupate da insediamenti produttivi (industriali) tra cui, nelle immediate vicinanze, lo stabilimento dell'OTO Melara.

Nel raggio di circa 5 km è compresa parte del centro abitato della Spezia e dei centri di Vezzano L., Arcola e Lerici.

La centrale termoelettrica è ubicata ai margini di aree fortemente antropizzate, collocate soprattutto nei quadranti settentrionali ed orientali rispetto alla centrale, dove, dal punto di vista del potenziale impatto acustico, insistono numerosi ricettori.

La rumorosità ambientale nell'area limitrofa alla centrale è influenzata da una molteplicità di sorgenti sonore, che vanno dalle attività industriali, alle infrastrutture di trasporto, al traffico locale, all'attività antropica, ad attività a carattere commerciale, artigianale e di servizio. Si ha inoltre l'attività portuale legata alla movimentazione merci e all'approvvigionamento di carbone per la centrale; dal punto di vista delle installazioni facenti capo alla rete elettrica, si segnala la Stazione Elettrica Terna, situata a Sud-Est dell'isola produttiva.

Il raccordo autostradale e la stessa viabilità locale presentano un intenso traffico, anche di veicoli pesanti, che, soprattutto in alcune postazioni di misura, apporta un contributo acustico fortemente variabile nel tempo, talora prevalente rispetto alla rumorosità prodotta dall'impianto termoelettrico.

Danno contributo al rumore ambientale diverse sorgenti che sono state individuate in:

- funzionamento dell'impianto SP3 di proprietà Enel;
- funzionamento degli impianti di movimentazione e approvvigionamento del carbone;
- funzionamento degli impianti industriali e artigianali limitrofi al sito Enel;
- funzionamento della stazione Terna Rete Italia S.p.A.;
- attività antropiche e industriali e portuali;
- traffico veicolare lungo il raccordo autostradale a Nord, la SP 331 convergente nella zona retro portuale in via San Bartolomeo, la rete viabilistica di accesso all'area industriale e alle aree abitate;
- transiti dei convogli ferroviari sulla linea Pisa-Genova.

Dal punto di vista acustico il sito produttivo della centrale Enel Eugenio Montale è costituito dai macchinari, dalle strutture e dai servizi esistenti all'interno del perimetro dello stabilimento industriale pertanto lo stesso viene considerato come un'unica fonte di "emissione" del rumore nell'ambiente circostante. La "sorgente specifica" è formata dai gruppi termoelettrici con tutti gli impianti ausiliari connessi; il loro esercizio è da considerarsi a ciclo produttivo continuo per le definizioni incluse nel DM del 11/12/1996.

2.2 Descrizione degli interventi previsti

Il progetto prevede l'installazione di un ciclo combinato (CCGT) da circa 840 MW_e. Appena terminato il montaggio della Turbina a Gas e relativo allacciamento alla rete, l'unità sarà esercita in ciclo aperto tramite il camino di by-pass previsto per lo scopo. Durante la prima fase di esercizio in ciclo aperto la potenza elettrica massima prodotta sarà di 560 MW_e. I

lavori si completeranno con la realizzazione della caldaia a recupero e della turbina a vapore.

Le caratteristiche principali della nuova unità sono quelle di un'elevata compatibilità ambientale delle emissioni generate e delle tecnologie impiegate, un'elevata efficienza, la rapidità nella presa di carico, la flessibilità operativa e la rapidità temporale in termini di approvvigionamento e costruzione.

Nell'assetto futuro, la centrale di La Spezia sarà costituita da una turbina a gas, dalla potenza nominale paria circa 560 MW_e, una caldaia a tre livelli di pressione per il recupero dei gas di scarico, una turbina a vapore a condensazione della potenza di circa 280 MW_e.

Il nuovo CCGT sarà ubicato nella zona Sud-Est di impianto, alla base del rilevato dell'ex bacino ceneri, con la sola eccezione della turbina a vapore che sarà posizionata in sala macchine, al posto della vecchia TV del gr. 4. Anche le altre apparecchiature principali come la turbina a gas ed il relativo generatore saranno poste all'interno di edifici dedicati.

2.3 Quadro di riferimento normativo e zonizzazione acustica

Il quadro di riferimento normativo per la regolamentazione dell'inquinamento acustico è descritto con dettaglio in Appendice, a pag. 53.

In relazione all'inquinamento acustico, la centrale con la nuova unità a ciclo combinato deve sottostare ai limiti di immissione (assoluto e differenziale) ed ai limiti di emissione.

La centrale, poiché impianto a ciclo produttivo continuo, sottostà all'applicazione del criterio differenziale secondo il DPCM 11/12/1996 e la Circolare del Min. Ambiente del 06/09/2004 *"Interpretazione in materia di inquinamento acustico: criterio differenziale e applicabilità dei valori limite differenziali"*. Il DPCM citato stabilisce la non applicabilità del criterio differenziale per gli impianti "esistenti" alla data di entrata in vigore del decreto stesso (marzo 1997), qualora essi rispettino i limiti assoluti di immissione.

I limiti traggono spunto dalla Legge Quadro 447/95 e dal DPCM 14/11/1997; essi trovano applicazione mediante lo strumento della classificazione acustica comunale.

Nel caso specifico, un aspetto di grande rilevanza nella valutazione dei risultati sperimentali è quello della presenza di infrastrutture di trasporto, tra cui autostrade, strade e ferrovie, nell'intorno della centrale. Infatti, come stabilito dal DPCM 14/11/1997, le sorgenti sonore costituite da tali infrastrutture all'esterno delle rispettive fasce di pertinenza (vedasi in appendice a pag. 53 per maggiori dettagli), *"concorrono al raggiungimento dei limiti assoluti di immissione"*, mentre all'interno di queste esse sono regolamentate da apposito decreto e cioè il D.P.R. 142/2004 per le strade e D.P.R. 459/1998 per le ferrovie.

L'area produttiva della Centrale di La Spezia ricade, per la quasi totalità, nel Comune di La Spezia; solo una porzione dell'area ad Est si trova nel limitrofo Comune di Arcola, anch'esso in provincia di La Spezia.

Il Comune di La Spezia è dotato di classificazione acustica del territorio, adottata con Deliberazione del Consiglio Comunale n°99 del 27/10/97, ed approvata dalla Provincia della Spezia con Deliberazione della Giunta Provinciale n° 376 del 20/07/99. Successivamente, il consiglio comunale, con deliberazione n°16 del 21/03/00, prese atto delle modifiche imposte dalla Provincia in sede di approvazione⁵.

⁵ Le tavole del piano sono reperibili alla pagina (consultata in data 20/02/2020): <http://www.istanze.spezianet.it/maps/jquery/mobile.html?mapset=acustica>

Il Comune di Arcola dispone anch'esso del piano di classificazione, approvato con Deliberazione del Consiglio Provinciale n°59 (prot. gen. n. 2017 30623 del 24/11/2017)⁶. In Figura 1 è riportato lo stralcio del piano di classificazione acustica per l'area circostante la centrale, comprendente le porzioni territoriali dei comuni interessati. Il materiale è stato rielaborato da CESI sulla base delle planimetrie disponibili alle pagine istituzionali indicate. Il piano di zonizzazione acustica inserisce una parte dell'impianto della centrale in Classe VI "Aree esclusivamente industriali", con limiti assoluti di immissione pari a 70 dB(A) nel tempo di riferimento diurno e a 70 dB(A) nel tempo di riferimento notturno. La classe VI interessa anche la maggior parte delle aree degli ex bacini ceneri e dell'adiacente stazione Terna.

Una parte del carbonile ed una fascia perimetrale del sito è stata inserita in Classe V ovvero in "Aree prevalentemente industriali", con limiti assoluti di immissione pari a 70 dB(A) nel tempo di riferimento diurno e a 60 dB(A) nel tempo di riferimento notturno.

L'area della centrale confina ad Ovest con un'altra area industriale allocata in classe VI, mentre, nella zona Nord, sino al tracciato autostradale, il piano di classificazione prevede una classe V "Aree prevalentemente industriale", al cui interno, a Est-Nord Est delle unità produttive, si inserisce una porzione di territorio in classe III, contornata da una fascia in classe IV. A Nord dell'autostrada, sino al sedime ferroviario, si ha un'ampia porzione di territorio in classe IV, con zone in classe III, II e anche I, in corrispondenza, ad esempio, di un edificio di culto⁷. A Nord della ferrovia, inserita in classe IV, la classificazione presenta zone in classe III e II.

⁶ Le tavole del piano sono reperibili alla pagina (consultata in data 01/02/2019): <http://arcola.4pe.it/ambiente/index.php?dir=acustica%2F>

⁷ La classe I è assegnata all'edificio, mentre l'area immediatamente circostante ricade in classe II.

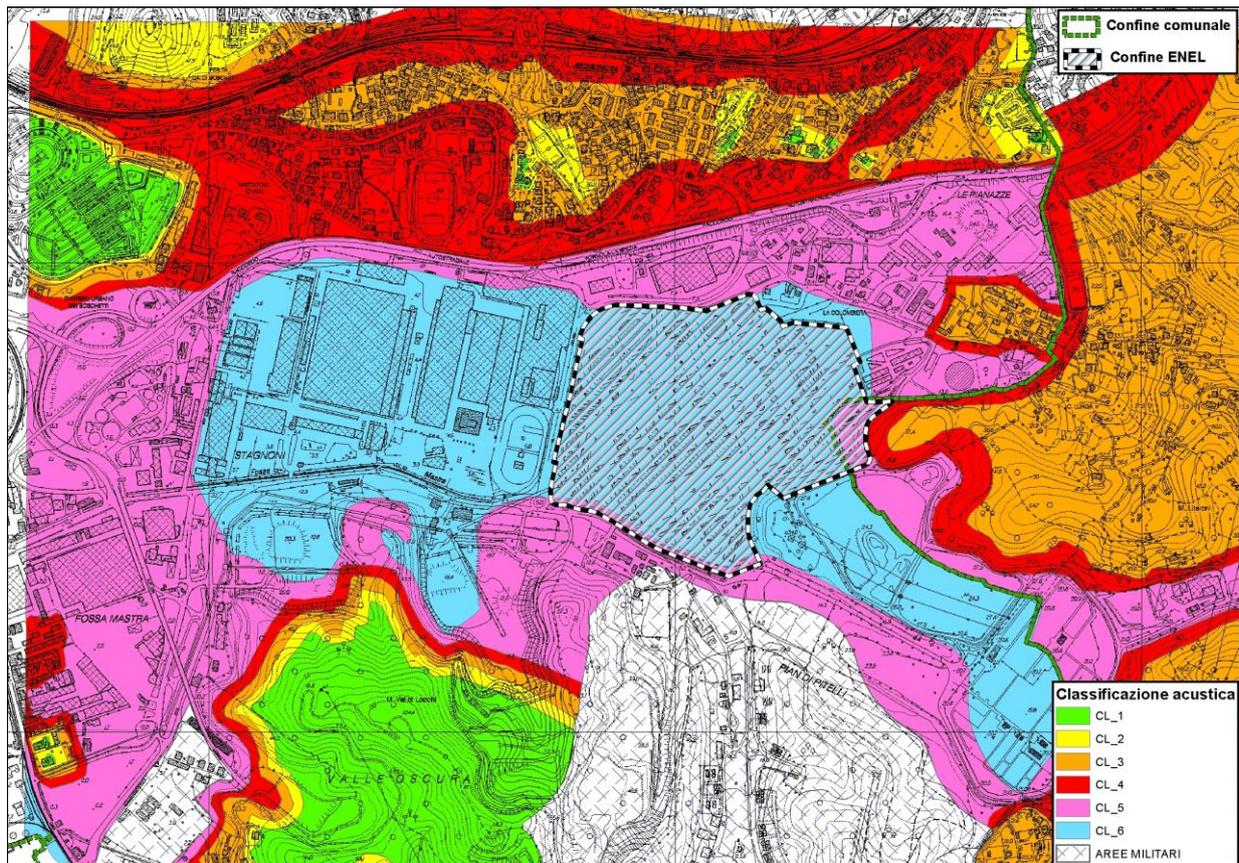


Figura 1 – C.le di La Spezia - Classificazione acustica dell'area circostante.

Ad Est della Centrale, il Comune di Arcola prevede per la zona Enel la classe V, una fascia di transizione in classe IV ed una ampia porzione di territorio in classe III, all'interno della quale ricadono numerosi fabbricati residenziali.

A Sud della Centrale si segnala una vasta area militare, esclusa dalla classificazione acustica; in direzione Sud-Ovest vi è un'ampia zona in classe I, contornata da fasce di transizione in classe II, III e IV, mentre a Sud-Est, un'area in classe V separa la zona industriale da quella militare. L'area portuale di Fossamastra vede la prevalenza della classe V, con una ristretta zona in classe I corrispondente ad un edificio di culto e ad una scuola⁷. Anche in questo caso strette fasce di transizione impediscono il contatto diretto di aree i cui limiti si discostino per più di 5 dB, ossia il cosiddetto "salto di classe".

3 CARATTERIZZAZIONE ACUSTICA DELLA SITUAZIONE ANTE OPERAM

Per la caratterizzazione del clima acustico del sito pre-esistente alla realizzazione del progetto è stata assunta a riferimento un'ampia attività sperimentale condotta nel 2018 da Enel.

L'indagine sperimentale ha avuto luogo tra febbraio (unità di produzione SP3 in servizio) ed aprile 2018 (unità di produzione SP3 in fermata) ed è stata svolta secondo i criteri descritti nel documento ASP18AMBRT004-00⁸ e i risultati sono stati presentati nella relazione tecnica Enel 18AMBRT046-00 del di luglio 2019⁹, a cui si rimanda per maggiori dettagli.

Le misure sono state eseguite con il solo gruppo Gr. 3 (SP3) in funzione a oltre 500 MW_e (comprese le attività di scarico e movimentazione carbone). In una fase di inattività dell'unità SP3 della centrale è stato invece caratterizzato il livello di rumore attribuibile al complesso delle sorgenti sonore "non Enel".

Il monitoraggio è stato eseguito da Enel secondo quanto stabilito dal D.M. 16/3/98 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico".

L'esecuzione delle prove, l'elaborazione dei dati e la produzione dei risultati è stata condotta da personale in possesso dei requisiti di Tecnico Competente in Acustica Ambientale, ai sensi della Legge Quadro 447/95¹⁰.

3.1 Punti di misura

L'indagine si è esplicata su un insieme di punti costituito da:

- punti posti sul perimetro dell'impianto, indicati con E1÷E8, per la caratterizzazione della rumorosità prodotta dall'impianto stesso;
- punti situati in corrispondenza di alcuni ricettori rappresentativi (I1÷I8, RS1), per la caratterizzazione del livello di "immissione". Alcuni di tali punti corrispondono ad edifici residenziali o realtà equivalenti.

Taluni punti (E8, I6, I7) riguardano la zona del molo di scarico del carbone e non sono quindi direttamente attinenti con l'area di sviluppo del progetto del nuovo ciclo combinato. Alcuni dei restanti punti sono rappresentativi di aree interne al sedime di impianto (E4, E5) o appartenenti a zone prevalentemente industriali (I5/E6) e quindi non riguardano alcun ambiente abitativo. Anche il punto E7, in vista dell'impianto, ma interno al carbonile, non rappresenta alcun ambiente abitativo. A Sud Ovest di tale punto vi sono zone a classe minore.

La localizzazione dei punti di misura è riportata in Figura 2. Non si riportano i punti E8, I6, I7 (zona Fossamastra e Pagliari) perché molto lontani dall'area d'intervento e non impattati dalla nuova unità in progetto.

⁸ Enel E&TS Relazione Tecnica ASP18AMBRT004-00 "Progetto di monitoraggio acustico Centrale Eugenio Montale di La Spezia ai sensi della Legge 447/95" rev. 0.

⁹ Enel E&TS Relazione Tecnica 18AMBRT046-00 "UB LA SPEZIA – Valutazione impatto acustico della centrale Eugenio Montale di La Spezia ai sensi della Legge 447/95" rev. 0 del 20/12/2018.

¹⁰ P.I. Marcantonio Mallus, tecnico competente iscritto nell'elenco della Regione Sardegna con il n°58 (Det. D.G./D.A n. 11/II del 16.01.2003), iscritto all'elenco nazionale con il n°3956. http://www.regione.sardegna.it/documenti/1_19_20180406130613.pdf

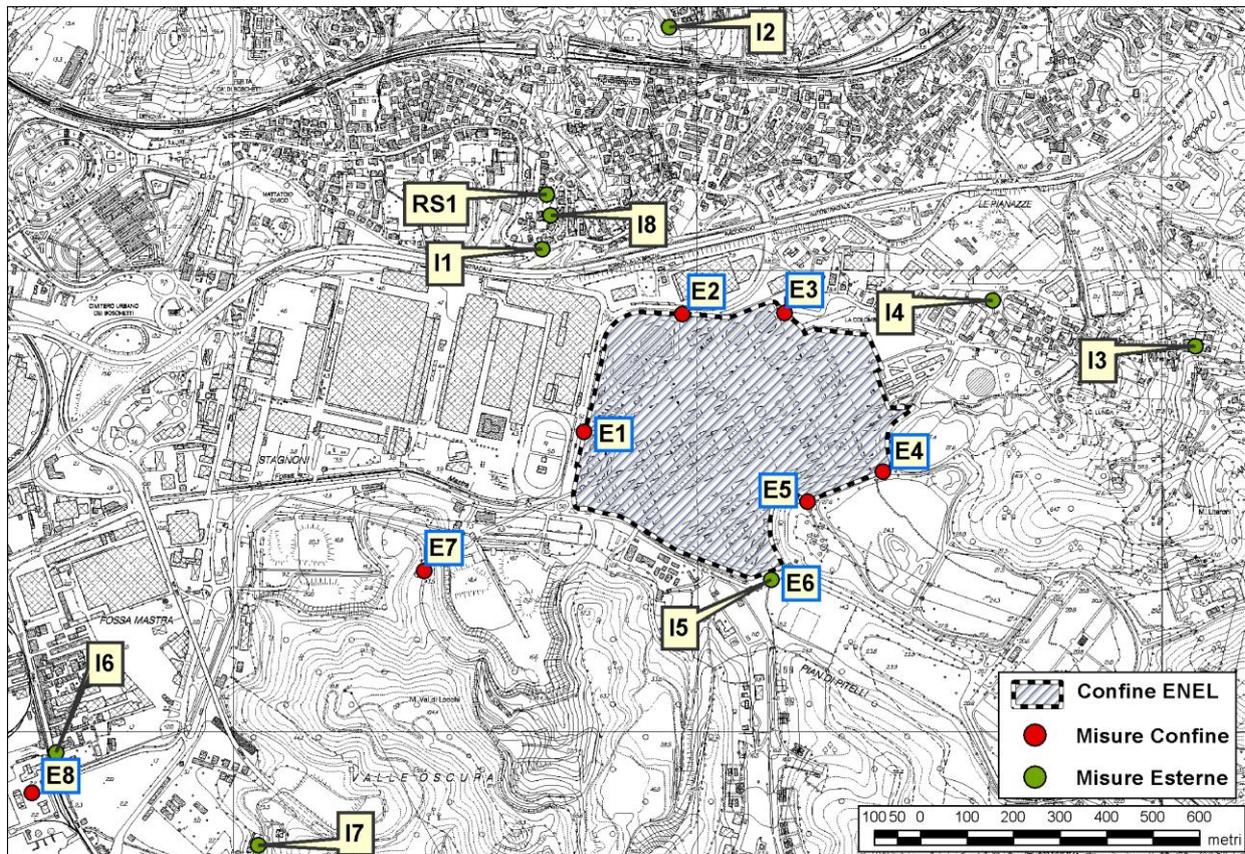


Figura 2 – C.le di La Spezia – Ubicazione dei punti di misura E1÷E7, I1 ÷I5, I8 ed RS1 indagati durante la campagna del 2018.

La Tabella 1 riporta una breve caratterizzazione delle postazioni di misura, con la relativa classificazione acustica.

Tabella 1 – C.le di La Spezia – Descrizione dei punti di misura indagati durante la campagna del 2018

Punto	Latitudine / Longitudine (Datum WGS84 proiez. UTM Fuso 32T)	Classificazione acustica	Note
E1	4884632 m N / 569727 m E	Classe VI (La Spezia)	Al margine dell'area adibita a parcheggio, lungo il confine Ovest della centrale, verso lo stabilimento OTO MELARA, adiacente a Via Melara
E2	4884888 m N / 569939 m E	Classe VI (La Spezia)	Lungo la recinzione Nord della centrale, adiacente a Via Melara, in vista dei gruppi.
E3	4884890 m N / 570159 m E	Classe VI (La Spezia)	Lungo la recinzione Nord della centrale, in corrispondenza di fabbricati residenziali di Via Pianazze.
E4	4884546 m N / 570371 m E	Classe V (La Spezia)	All'interno del perimetro della centrale, lungo la strada perimetrale dell'ex parco ceneri.
E5	4884481 m N / 570209 m E	Classe VI (La Spezia)	All'interno del perimetro della centrale, lungo la strada perimetrale dell'ex parco ceneri.

Punto	Latitudine / Longitudine (Datum WGS84 proiez. UTM Fuso 32T)	Classificazione acustica	Note
E6	4884312 m N / 570130 m E	Classe VI (La Spezia)	Lungo la viabilità perimetrale esterna alla centrale, presso l'ingresso del deposito containers, coincidente con il punto I5), in Via Valdilocchi.
E7	4884331 m N / 569383 m E	Classe V (La Spezia)	Lungo la strada interna di servizio al carbonile, in posizione rialzata, in vista dell'impianto.
E8	4883850 m N / 568539 m E	Classe VI (La Spezia)	Banchina scarico carbone.
I1	4885029 m N / 569637 m E	Classe IV (La Spezia)	Fabbricato residenziale lungo Via Aurelia, al civico 692.
I2	4885509 m N / 569910 m E	Classe II (La Spezia)	Ricettore sito lungo via Brigola, in corrispondenza del n° civico 21, in vista della centrale.
I3	4884818 m N / 571043 m E	Classe III (Arcola)	Ricettore sito in via Soggiano, Comune di Arcola.
I4	4884917 m N / 570607 m E	Classe III (La Spezia)	Lungo una strada bianca che si dirama da Via Pianazze, nell'ambito di un'area non edificata, ma limitrofa ad abitazioni. Per tale motivo, nella trattazione seguente, il punto, che ricadrebbe in classe V, viene considerato rappresentativo di tali ricettori, appartenenti alla classe III.
I5	4884312 m N / 570130 m E	Classe V (La Spezia)	Ingresso deposito containers, coincidente con il punto E6.
I6	4883932 m N / 568592 m E	Classe II (La Spezia)	Postazione rappresentativa della scuola e della chiesa di Fossamastra, lungo Viale San Bartolomeo. Tali edifici sono inseriti in classe I, l'area esterna in classe II.
I7	4883737 m N / 569026 m E	Classe IV (La Spezia)	Ricettore in zona Pagliari, in vista del pontile Enel, in posizione elevata.
I8	4885105 m N / 569655 m E	Classe III (La Spezia)	A nord del punto I1, lungo Via Sarzana.
RS1	4885147 m N / 569647 m E	Classe II (La Spezia)	Presso area laterale chiesa lungo Salita S.Teresa. L'area esterna all'edificio di culto è assegnata alla classe II; la classe I è limitata all'edificio.

3.2 Parametri di misura

Nel corso delle misure sono stati acquisiti tutti i principali parametri di caratterizzazione del rumore in termini globali e spettrali, tra cui l'andamento temporale del L_{Aeq} , i principali livelli statistici percentili, gli spettri di L_{eq} ed L_{min} .

Il parametro comunemente indicato dai riferimenti tecnici e legislativi per la caratterizzazione dell'inquinamento acustico è il livello equivalente ponderato 'A' (L_{Aeq}), relativo al tempo di riferimento diurno e notturno.

La centrale termoelettrica di La Spezia si colloca ai margini di aree fortemente antropizzate ed industrializzate, un raccordo autostradale e viabilità locale con presenza di intenso traffico, anche di veicoli pesanti che, soprattutto in alcune postazioni di misura, apportano un contributo acustico fortemente variabile nel tempo e che risulta prevalente rispetto alla

rumorosità prodotta dall'impianto termoelettrico la quale, nelle condizioni di normale funzionamento, produce una rumorosità ritenuta stazionaria nel tempo e priva di fenomeni impulsivi.

In questo ambito, dove coesistono molteplici sorgenti sonore, il parametro L_{Aeq} non risulta idoneo ad individuare il contributo dell'impianto; esso infatti risulta influenzato da tutte le sorgenti sonore attive nell'ambito della misura, siano esse di tipo stazionario o variabile nel tempo.

Per discriminare il livello di immissione specifica dell'impianto è prassi comune utilizzare, quale descrittore, il valore del 95° livello percentile della distribuzione retrocumulata del livello sonoro ponderato 'A', indicato con L_{A95} , sfruttando la prerogativa di stazionarietà nel tempo del rumore emesso dalla centrale.

Tale parametro, infatti, indica il livello sonoro superato per il 95% del tempo di misura e risente solamente delle sorgenti che emettono in maniera continua; esso permette quindi di eliminare il contributo, anche elevato, di sorgenti sporadiche (quali ad esempio il transito di automezzi, il sorvolo di un aereo, il transito di un convoglio ferroviario ecc.).

Esso può perciò essere utilizzato per stimare il contributo alla rumorosità ambientale complessiva delle sorgenti di rumore ad emissione costante, tra cui si colloca, per l'appunto, la centrale Enel.

Occorre tuttavia evidenziare che il livello percentile L_{A95} offre una stima per eccesso del contributo acustico dell'impianto Enel, poiché esso può includere i contributi di altre sorgenti aventi una componente costante nella loro emissione.

Nel caso particolare, possono apportare un contributo al L_{A95} sorgenti quali il flusso continuo del traffico stradale, eventuali macchinari in servizio continuo presso gli stabilimenti industriali limitrofi alla centrale.

Inoltre, ai ricettori situati all'interno delle fasce di pertinenza delle infrastrutture di trasporto, ai fini della determinazione dei livelli di immissione da confrontare con i limiti di zona, occorre detrarre la rumorosità prodotta dall'infrastruttura stessa, la quale è regolata dagli appositi decreti. Si rimanda, a tale proposito, all'appendice a pag. 53. L'utilizzo del parametro L_{A95} , in luogo di L_{Aeq} consente di operare una discriminazione eliminando il contributo del traffico non continuo.

3.3 Metodo di misura

Sia per la campagna di caratterizzazione del rumore con SP3 fuori servizio che per quella con SP3 in servizio sono state applicate congiuntamente le due tecniche di misura previste dal DM 16/03/1998, ossia il rilevamento con "tecnica di campionamento" che quello per "integrazione continua".

Le emissioni sono state rilevate col metodo del "campionamento" nel tempo di misurazione T_M e sono risultate rappresentative sia per il tempo di osservazione T_O che per il tempo di riferimento T_R .

Per valutare le immissioni, oltre al metodo del "campionamento" con misure a breve termine¹¹, sono stati realizzati alcuni monitoraggi mediante "integrazione continua" per più ore o per più giorni in alcuni punti, tra i quali E8, I6 ed I8⁹.

L'altezza microfonica è risultata compresa tra le altezze di 1.5 e 4 m dal suolo per superare gli eventuali ostacoli tra il punto di misura e la sorgente specifica.

¹¹ Ogni misura è stata limitata al tempo necessario ad ottenere la stabilizzazione entro $\pm 0,3$ dB(A) della lettura del livello, e comunque con "Tm" non inferiore a 900 s.

3.4 Circostanze di misura

La scansione temporale dei rilievi è stata la seguente:

13 ÷ 16/02/2018: campagna di caratterizzazione del rumore ambientale presso i punti E1÷E8, I1÷I8 ed RS1 con l'unità **SP3 in servizio** a un carico maggiore di 530 MW_e (comprese le attività di scarico e movimentazione carbone);

06 ÷ 19/04/2018: campagna di caratterizzazione del rumore ambientale con l'unità **SP3 fuori servizio**, presso i punti E1÷E8, I1÷I8 ed RS1.

Durante tutto il periodo di misura sono stati rilevati e memorizzati i principali parametri meteo.

3.5 Strumentazione utilizzata

I rilievi sono stati eseguiti con strumentazione di Classe 1, dotata di certificato di calibrazione rilasciato da centro ACCREDIA o equivalente¹², come richiesto dal D.M. 16/03/1998. L'elenco della strumentazione utilizzata, con gli estremi dei relativi certificati di taratura, è riportato in Appendice a pag. 56. Sono state utilizzate diverse catene di misura indipendenti.

3.6 Risultati dei rilievi

Sono stati eseguiti rilievi i punti di misura E1÷E8, I1÷I8 e RS1 di Figura 2, posizionati lungo il confine della centrale e presso postazioni esterne, alcune delle quali rappresentative di ricettori, per caratterizzare il clima acustico durante una fase di fuori servizio dell'unità produttiva SP3.

I tempi di misura impostati per le misure nei punti E1÷E8 ed I1÷I8 rilevati con tecnica di campionamento sono pari ad almeno 15' per punto. In taluni casi si è invece impostato un tempo di misura di 60'.

I monitoraggi a lungo termine in continuo con tecnica di "integrazione continua" si sono protratti per più giorni, con entrambi gli assetti di SP3. Si rimanda alla relazione tecnica Enel⁹ per maggiori dettagli.

Di seguito si riportano i risultati sintetici dei rilievi eseguiti, espressi attraverso i livelli statistici percentili L_{Aeq}, L_{A05}, L_{A10}, L_{A50}, L_{A90} e L_{A95}. Si riportano anche alcune segnalazioni degli operatori relative alle circostanze di misura.

In Tabella 2 e Tabella 3 sono riportati rispettivamente i risultati dei rilievi a breve termine con unità SP3 in servizio e fuori servizio.

¹² Il SIT, è stato, sino al 2010, l'ente pubblico italiano che permetteva ai laboratori metrologici di essere accreditati per la taratura di strumentazione di misura, prova o collaudo. La struttura SIT è confluita nell'Ente unico di accreditamento italiano ACCREDIA. I centri SIT sono ora chiamati LAT (laboratorio di taratura accreditato). I certificati emessi da tali centri accreditati conservano il medesimo valore (anche all'estero) dei precedenti certificati SIT.

Tabella 2 – Risultati dei rilievi di rumore ambientale (unità SP3 in servizio) – Valori in dB(A)

Punto	TR	Data / ora inizio misura	L _{Aeq}	L _{A05}	L _{A10}	L _{A50}	L _{A90}	L _{A95}	Note
E1	Diu	14/02 16:25	62.0	66.0	64.6	60.6	57.4	56.8	Traffico veicolare sostenuto.
	Not	14/02 23:00	59.6	61.8	60.8	59.0	58.0	57.8	Traffico veicolare sostenuto.
E2	Diu	14/02 15:01	65.9	70.1	68.6	64.3	61.9	61.6	Traffico veicolare sostenuto.
	Not	14/02 23:34	63.5	66.4	65.0	62.4	61.8	61.7	Traffico veicolare anche pesante, rumore antropico, rumore impianto.
E3	Diu	14/02 15:06	57.2	62.0	57.6	53.9	51.9	51.4	Traffico veicolare sostenuto. Rumore antropico; rumore impianto.
	Not	14/02 23:36	52.2	55.2	53.5	50.6	49.5	49.2	Traffico veicolare. Rumore antropico; rumore impianto.
E4	Diu	14/02 16:39	54.5	56.3	55.8	54.2	53.1	52.9	Traffico veicolare anche pesante, rumore antropico, rumore impianto.
	Not	14/02 22:50	55.4	57.8	57.2	54.9	53.3	53.0	Traffico veicolare. Rumore antropico, rumore impianto.
E5	Diu	14/02 16:36	60.0	61.8	61.3	59.8	58.7	57.0	Traffico veicolare anche pesante, rumore antropico, rumore impianto.
	Not	14/02 22:45	60.2	63.4	62.7	59.6	56.7	56.4	Traffico veicolare, rumore impianto.
E6	Diu	14/02 15:22	59.1	64.8	62.2	54.4	50.2	49.8	Movimentazione containers nel sito adiacente, traffico veicolare anche pesante, rumore antropico; rumore impianto.
	Not	14/02 23:40	54.6	56.6	54.5	51.8	50.3	50.1	Traffico veicolare anche pesante, rumore antropico, rumore impianto.
E7	Diu	13/02 17:49	57.4	61.4	60.0	56.1	54.4	51.8	Attività di una macchina operatrice nelle vicinanze, traffico veicolare in lontananza, rumore impianto, movimentazione containers.
	Not	13/02 22:21	50.2	51.5	50.5	49.2	48.3	48.1	Dentro il parco carbone, traffico veicolare, rumore antropico; rumore impianto.
E8	Diu	14/02 09:00	60.1	61.8	60.9	58.9	52.8	51.5	Misura all'interno del molo, centro piazzale, durante lo scarico carbone da nave carboniera attraccata nel molo Enel. Nave portacontainer nel molo adiacente con operazioni di movimentazione containers. Misura protrattasi in continuo per circa 11 ore nel TR diurno.

Punto	TR	Data / ora inizio misura	L _{Aeq}	L _{A05}	L _{A10}	L _{A50}	L _{A90}	L _{A95}	Note
	Not	14/02 22:00	58.6	59.9	59.3	58.3	57.8	57.7	Misura all'interno dell'area del molo, centro piazzale, durante lo scarico carbone e nastri in funzione. Nave carboniera attraccata nel molo Enel. Misura protrattasi per l'intero TR notturno (8 ore).
I1	Diu	13/02 15:58	67.3	71.6	70.5	66.0	59.2	56.7	Punto molto panoramico affacciato sul golfo. Traffico veicolare locale; traffico autostradale; rumore antropico, rumore zona porto.
	Not	13/02 23:49	62.1	69.3	65.6	53.5	47.7	47.0	Traffico veicolare frequente anche pesante, rumore antropico.
I2	Diu	-	-	-	-	-	-	-	-
	Not	14/02 00:00	43.3	45.3	42.8	40.9	39.6	39.3	Traffico veicolare autostradale anche pesante, passaggio auto localmente. Rumore antropico, passaggio treno (fine misura).
I3	Diu	13/02 18:00	57.9	63.2	61.0	54.7	50.4	49.2	Traffico veicolare autostradale come sottofondo. Traffico locale. La centrale è percepibile in sottofondo. Abbaire cani, rumore antropico, rumore zona porto.
	Not	-	-	-	-	-	-	-	-
I4	Diu	13/02 16:32	59.9	66.1	62.5	55.3	52.6	52.1	Traffico veicolare locale, rumore antropico; rumore impianto.
	Not	14/02 00:38	54.9	56.6	55.6	53.1	51.1	50.4	Traffico veicolare in autostrada anche pesante, rumore antropico, rumore impianto molto in lontananza. Componente tonale a 250 Hz non attribuibile all'impianto termoelettrico.
I5	Diu	14/02 15:22	59.1	64.8	62.2	54.4	50.2	49.8	Movimentazione containers nel sito adiacente, traffico veicolare anche pesante, rumore antropico; rumore impianto.
	Not	14/02 23:40	54.6	56.6	54.5	51.8	50.3	50.1	Traffico veicolare anche pesante, rumore antropico; rumore impianto.
I6	Diu	13/02 17:07	68.9	72.6	71.2	67.6	65.1	64.5	Traffico veicolare molto sostenuto (anche pesante). Rumore porto con movimentazione containers. Nastro carbone in funzione.
	Not	13/02 22:49	63.2	70.1	67.0	56.0	54.0	53.5	Traffico veicolare continuo anche pesante, rumore antropico, rumore attività porto con movimentazione containers. Nastro carbone in funzione.
I7	Diu	13/02 17:10	51.8	53.7	53.2	51.4	50.0	49.6	Traffico veicolare locale, rumore antropico; rumore dal porto; uccelli.
	Not	13/02 23:00	43.0	44.9	44.4	42.7	41.1	40.5	Traffico veicolare anche pesante, rumore antropico, rumore proveniente dal porto, movimentazione containers, scarico carbone e nastro carbone in funzione.

Punto	TR	Data / ora inizio misura	L _{Aeq}	L _{A05}	L _{A10}	L _{A50}	L _{A90}	L _{A95}	Note
I8	Diu	15/02 08:00	57.4	58.9	57.9	55.3	53.5	53.1	Traffico autostradale sostenuto, rumore industriale, porto e rumore antropico.
	Not	15/02 22:00	52.2	54.4	53.5	51.7	50.4	50.1	Traffico autostradale sostenuto, rumore industriale, porto e rumore antropico.
RS1	Diu	13/02 15:48	51.3	54.7	51.4	48.8	47.4	47.0	Traffico veicolare locale, rumore antropico.
	Not	13/02 23:43	47.7	49.5	48.0	46.4	45.2	44.8	Traffico veicolare locale, traffico autostrada, rumore antropico.

Nota comune a tutti i rilievi: Gr 3 a oltre 500 MW. Condizioni ambientali per le misure a breve termine diurne: Ta 6±10 °C circa, vento < 2 m/s. Per le misure notturne la temperatura è variata da 0±8 °C. Durata della misura: almeno 15', salvo ove diversamente specificato.

Tabella 3 – Risultati dei rilievi di rumore residuo (unità SP3 non in servizio) – Valori in dB(A)

Punto	TR	Data / ora inizio misura	L _{Aeq}	L _{A05}	L _{A10}	L _{A50}	L _{A90}	L _{A95}	Note
E1	Diu	12/04 12:24	63.6	69.0	67.4	60.7	52.7	51.3	Traffico veicolare sostenuto. Scorrere acqua.
	Not	19/04 01:04	55.5	55.4	52.4	48.6	47.5	47.3	Traffico veicolare adiacente sporadico.
E2	Diu	12/04 13:40	71.0	75.1	72.7	63.4	55.8	54.9	Traffico veicolare sostenuto, rumore attività antropiche (cantieri adiacenti) varie.
	Not	19/04 00:15	56.7	63.1	57.4	47.6	46.1	45.9	Traffico veicolare, rumore antropico, rumore cantieri adiacenti.
E3	Diu	12/04 14:50	52.3	54.9	53.7	51.7	50.3	49.9	Traffico veicolare; traffico autostradale. Rumore attività antropiche (cantieri adiacenti) varie con movimentazione lamiere con scuotimenti.
	Not	19/04 00:36	46.3	49.7	48.4	44.9	42.3	41.9	Traffico veicolare adiacente, rumore antropico, rumore impianto.
E4	Diu	12/04 16:05	50.6	52.8	51.7	49.7	48.7	48.4	Rumore impianto. Scuotimenti lamiere.
	Not	18/04 23:05	48.9	50.9	48.9	46.9	45.7	45.4	Traffico veicolare in lontananza, rumore antropico, passaggio treno.
E5	Diu	12/04 15:46	51.7	53.4	52.5	51.3	50.7	50.5	Rumore impianto. Scuotimenti lamiere. Traffico veicolare lontano.
	Not	18/04 23:23	49.4	50.9	50.3	49.1	48.4	48.2	Traffico veicolare in lontananza. Rumore antropico. Cani in lontananza.

Punto	TR	Data / ora inizio misura	L _{Aeq}	L _{A05}	L _{A10}	L _{A50}	L _{A90}	L _{A95}	Note
E6	Diu	12/04 15:11	59.5	66.1	63.7	52.3	46.4	44.9	Confine impianto adiacente deposito containers. Scuotimenti di lamiere, traffico veicolare pesante, traffico macchine operatrici.
	Not	18/04 23:55	49.0	54.0	51.4	41.4	39.6	39.3	Traffico veicolare sporadico.
E7	Diu	12/04 17:04	45.7	47.7	46.8	45.3	44.2	43.9	Dentro il parco carbone, traffico veicolare in lontananza, rumore attività antropiche.
	Not	19/04 23:23	47.6	50.7	49.7	46.4	44.7	44.3	Traffico veicolare in lontananza, rumore antropico, rumore prevalente proveniente dal porto oltre ad un fondo assimilabile ad un grosso motore a scoppio forse una nave.
E8	Diu	14/04 09:00	65.2	69.0	68.7	60.5	56.5	50.6	Presenza di navi in porto. Operazioni di movimentazione containers nel molo adiacente, traffico veicolare adiacente sostenuto. Il rilievo si è protratto per n°11 ore nell'ambito del TR diurno.
	Not	15/04 22:00	54.5	57.7	56.6	53.5	51.9	51.5	Presenza di navi in porto. Operazioni di movimentazione containers nel molo adiacente, traffico veicolare adiacente sostenuto. Il rilievo si è protratto per l'intero TR notturno.
I1	Diu	12/04 12:03	72.7	76.7	75.8	72.1	65.2	63.2	Traffico veicolare sostenuto, traffico autostradale. Sirena in lontananza.
	Not	20/04 00:57	60.9	67.9	62.7	50.3	45.7	44.7	Traffico veicolare adiacente, traffico autostradale in lontananza.
I2	Diu	12/04 17:35	60.6	65.0	58.9	49.0	47.4	47.1	Traffico veicolare locale, traffico autostradale. Campane in lontananza. Passaggio treni.
	Not	20/04 00:16	56.7	54.4	49.5	41.0	39.0	38.6	Traffico veicolare adiacente; passaggio treni.
I3	Diu	12/04 11:14	62.9	61.4	54.0	48.3	46.3	45.9	Traffico veicolare adiacente. Traffico autostradale in lontananza. Abbaiani cani, scrosciare acqua. Attività antropiche.
	Not	20/04 01:38	45.0	49.0	45.5	40.6	38.1	37.8	Traffico veicolare adiacente, traffico autostradale in lontananza.
I4	Diu	12/04 10:50	65.4	71.1	67.6	53.4	45.6	44.2	Traffico veicolare anche pesante, traffico autostradale in lontananza.
	Not	20/04 01:18	51.2	52.9	48.3	40.4	38.2	37.4	Traffico veicolare adiacente, traffico autostradale in lontananza. Scuotimenti.
I5	Diu	12/04 15:11	59.5	66.1	63.7	52.3	46.4	44.9	Confine impianto adiacente deposito containers. Scuotimenti di lamiere, traffico veicolare pesante, traffico macchine operatrici.
	Not	18/04 23:55	49.0	54.0	51.4	41.4	39.6	39.3	Traffico veicolare sporadico.

Punto	TR	Data / ora inizio misura	L _{Aeq}	L _{A05}	L _{A10}	L _{A50}	L _{A90}	L _{A95}	Note
16	Diu	11/04 09:00	71.5	76.4	75.0	68.0	58.5	56.4	Durata della misura pari a circa 11 ore all'interno del TR diurno (!) Traffico veicolare molto sostenuto anche pesante e macchine operatrici. Rumore antropico. Rumore porto molto rilevante.
	Not	09/04 22:00	60.8	73.0	69.9	59.9	55.8	55.3	Durata della misura pari all'intero TR notturno. Traffico Veicolare molto sostenuto anche pesante e macchine operatrici. Rumore antropico. Rumore porto molto rilevante.
17	Diu	12/04 09:13	51.1	57.7	55.6	46.6	44.2	43.7	Rumore porto e deposito containers, scuotimenti di lamiere, traffico veicolare adiacente, attività antropiche.
	Not	19/04 23:49	44.7	47.4	46.6	44.2	41.8	41.4	Traffico veicolare in lontananza, rumore attività portuali.
18	Diu	12/04 09:00	56.3	58.7	57.7	54.9	52.4	51.7	Traffico veicolare autostradale sostenuto, rumore antropico, rumore porto. La misura si è protratta per circa 10 ore nell'ambito del TR diurno.
	Not	11/04 22:00	56.7	67.6	64.1	56.4	52.5	51.3	Traffico veicolare autostradale sostenuto, rumore antropico, rumore porto. La misura si è protratta per l'intero TR notturno.
RS1	Diu	12/04 11:40	63.1	67.5	60.7	51.3	49.5	49.1	Traffico veicolare, traffico autostradale, traffico veicolare adiacente, attività antropiche varie, cani, campane.
	Not	20/04 00:39	48.6	51.6	49.4	45.8	43.3	42.7	Traffico autostradale in lontananza.

Nota comune a tutti i rilievi: Gr 3 non in servizio. Condizioni ambientali per le misure a breve termine: Ta 13÷17 °C circa, vento < 1 m/s. Durata della misura: almeno 15', salvo ove diversamente specificato.

SINTESI DEI RISULTATI DELLE MISURE

Nella Tabella 4 sono riassunti i livelli rilevati con centrale nell'assetto attuale (unità SP3 in servizio) e con centrale fuori servizio (unità SP3 fuori servizio), ricavati dai rilievi nei punti E1÷E8 eseguiti durante la campagna 2018. I valori sono arrotondati allo 0.5 dB più vicino. Per i motivi sopra evidenziati al § 0, il parametro utilizzato per la restituzione dei risultati è il livello percentile L_{A95} .

Tabella 4 – Sintesi dei livelli di rumore rilevati sui punti di misura delle emissioni (L_{A95}).

Punto	TR Diurno		TR Notturno	
	SP3 in servizio	SP3 fuori servizio	SP3 in servizio	SP3 fuori servizio
	L_{A95} dB(A)	L_{A95} dB(A)	L_{A95} dB(A)	L_{A95} dB(A)
E1	57.0	51.5	58.0	47.5
E2	61.5	55.0	61.5	46.0
E3	51.5	50.0	49.0	42.0
E4	53.0	48.5	53.0	45.5
E5	57.0	50.5	56.5	48.0
E6	50.0	45.0	50.0	39.5
E7	52.0	44.0	48.0	44.5
E8	51.5	50.5	57.5	51.5

Dall'osservazione dei dati di Tabella 4 si evince che nei punti E1÷E6, dislocati nell'immediato intorno della centrale, i livelli sonori L_{A95}

- con SP3 in servizio, non presentano grandi scostamenti tra il periodo diurno e quello notturno.
- con SP3 fuori servizio vede una prevalenza dei valori diurni dovuta alla maggiore rumorosità dell'ambiente urbano, causata dal traffico e dall'attività antropica, in tale periodo rispetto al notturno.

La Tabella 5 riporta i livelli di immissione assoluta rilevati nell'ambito della stessa campagna. Anch'essi fanno riferimento ai due assetti operativi dell'unità SP3. Con l'unità SP3 in servizio, i valori indicati in tabella rappresentano una stima (per eccesso) del contributo della centrale al rumore ambientale.

Anche in questo caso, il parametro utilizzato per la restituzione dei risultati è il livello percentile L_{A95} .

Tabella 5 – Sintesi dei livelli di rumore rilevati sui punti di misura delle immissioni (L_{A95})

Punto	TR Diurno		TR Notturno	
	SP3 in servizio	SP3 fuori servizio	SP3 in servizio	SP3 fuori servizio
	L_{A95} dB(A)	L_{A95} dB(A)	L_{A95} dB(A)	L_{A95} dB(A)
I1	56.5	44.5 (+)	47.0	44.5
I2	48.0 (*)	47.0	39.5	38.5
I3	49.0	46.0	41.0 (*)	38.0
I4	52.0	44.0	50.5	37.5
I5	50.0	45.0	50.0	39.5
I6	64.5	56.5	53.5	55.5
I7	49.5	43.5	40.5	41.5
I8	53.0	51.5	50.0	51.5
RS1	47.0	49.0	45.0	42.5

Note:
 (+) Il dato diurno di I1 con SP3 fuori servizio è stato ritenuto anomalo, si assume per il diurno il corrispondente dato notturno.
 (*) Il dato sperimentale per il punto I2 con SP3 in servizio in periodo diurno non è disponibile. Per consentire le valutazioni successive, questo valore è stato stimato sulla falsariga del corrispondente valore notturno; si assume un incremento di + 1 dB rispetto al valore di L_{A95} relativo ad SP3 fuori servizio. Il dato così ottenuto è indicato in corsivo. In maniera analoga il valore di L_{A95} per il periodo notturno nel punto I3 è stato calcolato assumendo la stessa differenza di + 3 dB riscontrata dalla misura diurna. Il dato così ottenuto è indicato in corsivo.

Nella Tabella 5 sono elencati i risultati ottenuti presso i punti esterni alla centrale, tra questi vi sono i punti dislocati presso i ricettori; con entrambi gli assetti (in servizio e non) di SP3 si evince che i livelli diurni, nella quasi totalità dei casi, sono superiori ai corrispondenti valori notturni dovuti all'attività sul territorio.

Nell'ambito dello stesso tempo di riferimento (TR) i livelli con SP3 in servizio sono generalmente più elevati di quelli con SP3 fuori servizio. Si hanno alcune eccezioni, tra cui il punto I1 nel TR diurno; in questo caso il valore di L_{A95} con SP3 fuori servizio si attesta a circa 63 dB, a fronte di un L_{Aeq} di oltre 72 dB (Tabella 3). Le segnalazioni degli operatori indicano, per tale misura, la presenza di traffico veicolare sostenuto e della sirena in lontananza presente nell'area portuale in funzione durante le 24 ore per la gestione del carico e scarico delle navi porta containers. Il valore di L_{A95} con SP3 non in servizio è di oltre 5 dB più elevato del corrispondente livello con SP3 in servizio; si ritiene che la misura sia da considerare anomala, perché affetta da una fonte sonora preponderante assente invece nel rilievo con SP3 in servizio. Per tale motivo, in termini conservativi, si assume per il TR diurno il valore di L_{A95} acquisito in periodo notturno, pari a 44.5 dB(A)

Il recettore RS1 ricade in una zona caratterizzata dalla presenza di sorgenti quali traffico veicolare e ferroviario, con scarsa influenza della centrale: gli L_{A95} riscontrati in tale recettore in periodo diurno sono maggiori con SP3 fuori esercizio che con tale unità attiva (Tabella 5). Ciò non si manifesta invece in periodo notturno.

Il recettore I6 è fortemente influenzato dalle attività portuali, ma soprattutto dal traffico veicolare leggero e pesante che scorre sull'antistante Viale San Bartolomeo.

4 IMPATTO ACUSTICO DELLA NUOVA OPERA IN FASE DI ESERCIZIO

È stato predisposto un modello matematico della centrale di La Spezia, nel quale sono state inserite le sorgenti sonore relative alla nuova unità a ciclo combinato SP5 ed è stato valutato il contributo di quest'ultima nel territorio circostante nell'assetto futuro.

In sintesi, il processo ha visto le seguenti fasi:

1. predisposizione del modello matematico: elaborazione del materiale cartografico disponibile e creazione dello scenario tridimensionale di simulazione, comprendente la centrale e l'area circostante con i ricettori/edifici residenziali più prossimi, le sorgenti sonore, le caratteristiche del suolo ed eventuali aree di attenuazione;
2. valutazione previsionale dell'impatto delle nuove sorgenti: calcolo del livello di rumore prodotto nel territorio circostante dalle nuove sorgenti;
3. verifica di conformità ai limiti di legge.

Alcuni elementi illustrativi del progetto sono presentati al § 2.2.

4.1 Predisposizione del modello

Le simulazioni della rumorosità prodotta dalla centrale sono state eseguite mediante un modello matematico previsionale, in grado di ricostruire, a partire dai dati di potenza sonora espressi in banda d'ottava o di terzi d'ottava, la propagazione acustica in ambiente esterno e calcolare il livello di pressione sonora sia presso singoli punti recettori che in tutta l'area circostante. Nella presente applicazione è stato utilizzato il modello matematico SoundPLAN ver. 7.4, sviluppato dalla SoundPLAN GmbH (www.soundplan.eu); il calcolo è stato eseguito in conformità allo standard ISO 9613, parte 1 e parte 2, per il calcolo della propagazione sonora. Tale standard è stato recepito in Italia in altrettante norme UNI¹³. Si rimanda all'appendice a pag. 57 per una descrizione più dettagliata del modello stesso.

4.1.1 Orografia

La simulazione è stata condotta su uno scenario tridimensionale; l'orografia del sito è stata ricavata da cartografia tecnica regionale (C.T.R.) e da piante e prospetti progettuali della centrale in formato vettoriale. Il file di mappa ottenuto dall'elaborazione del suddetto materiale contiene gli ingombri delle sorgenti, la dislocazione dei ricettori, le informazioni sulla tipologia di terreno, l'altezza dei fabbricati e delle strutture. L'altezza dei fabbricati e delle apparecchiature è stata ricavata dai documenti progettuali.

Per quanto riguarda le caratteristiche di assorbimento acustico del suolo, all'area interna alla centrale è stata assegnata una caratteristica spiccatamente riflettente.

4.1.2 Punti di calcolo

Nel modello sono stati inseriti, come punti di calcolo, i punti sede di rilievi sperimentali nell'ambito della campagna 2018 (Figura 2). Alcuni di tali punti sono rappresentativi di ambienti abitativi secondo la Legge Quadro 447/95. Si rimanda alla Tabella 1 per la corrispondenza tra punti di misura e la loro classificazione acustica.

Tali punti rappresentano i potenziali ricettori impattati dalle opere in progetto. Essi sono da intendersi in senso rappresentativo e non esaustivo di tutte le possibili localizzazioni.

¹³ UNI ISO 9613-1: 2006 "Acustica – Attenuazione sonora nella propagazione all'aperto. Parte 1: Calcolo dell'assorbimento atmosferico"; UNI ISO 9613-2: 2006 "Acustica – Attenuazione sonora nella propagazione all'aperto. Parte 2: Metodo generale di calcolo".

4.1.3 Rappresentazione modellistica della nuova unità a ciclo combinato.

Le sorgenti di rumore presenti in una centrale a ciclo combinato, in assetto di normale esercizio, sono legate al funzionamento dei macchinari principali e delle apparecchiature ausiliarie preposti alla produzione dell'energia elettrica.

La nuova unità produttiva si compone di una turbina a gas (TG) con il relativo generatore elettrico, di una turbina a vapore (TV) anch'essa con il relativo generatore, di una caldaia a recupero e di una serie di apparecchiature in grado di garantire il servizio delle unità suddette, tra cui, ad esempio, le pompe di circolazione dell'acqua di raffreddamento, il condensatore, la stazione gas, ecc.

Si evidenzia, che le turbine ed i relativi generatori elettrici saranno posti all'interno di edifici dedicati.

L'edificio TG sarà monopiano, in struttura metallica e chiuso con pannelli di tipo sandwich, facenti anche la funzione di isolare acusticamente l'ambiente esterno dal rumore prodotto dal macchinario installato all'interno. Nell'edificio TG si avrà un'area turbogas ed un'area ove troverà posto il generatore elettrico. È prevista una prima fase di funzionamento, in ciclo aperto (OCGT), dove solo la turbina a gas è in funzione e i fumi sono scaricati in atmosfera attraverso un camino di by-pass. Successivamente verrà realizzata la chiusura del ciclo termico (CCGT) attraverso la caldaia a recupero (GVR) e la turbina a vapore TV.

La nuova TV sarà collocata nella sala macchine esistente, nell'area occupata dalla turbina a vapore del vecchio gr. 4, in prossimità del cavalletto di tale unità, dove saranno necessari interventi di adeguamento atti ad accogliere la nuova apparecchiatura

I gas di scarico provenienti dalla turbina a gas saranno convogliati all'interno del generatore di vapore a recupero (GVR), dove attraverseranno in sequenza i banchi di scambio termico. I fumi esausti saranno poi convogliati all'atmosfera attraverso il camino. Esso sarà del tipo "self-standing", realizzato in acciaio, con un diametro di circa 8.5 m e un'altezza di 90 m.

Il condotto di scarico del TG ed il GVR, comprensivo della parte bassa del camino, saranno contenuti in una enclosure con funzione insonorizzante, realizzata mediante pannelli tipo sandwich costituiti da due lamiere di acciaio con interposto materiale tipo lana di roccia. Anche la parte inferiore del camino di by-pass sarà circondata da una pannellatura, che lascerà scoperta la parte terminale del camino, per circa 10 m.

I trasformatori elevatori saranno del tipo immerso in olio con circolazione dell'aria forzata e circolazione dell'olio forzata e guidata (ODAF). Si prevede l'installazione di n°1 trasformatore principale per il TG ed uno per il TV, di potenza nominale pari rispettivamente a 650 e 330 MVA.

Il trasformatore dei servizi ausiliari di gruppo sarà del tipo immerso in olio con raffreddamento ONAN/ONAF.

L'edificio elettrico, adiacente all'edificio TV, sarà di due piani (uno di servizi), in struttura metallica e chiuso ancora con pannelli di tipo sandwich.

Si realizzerà una nuova stazione gas, opportunamente segregata dal resto dell'impianto con una recinzione. Per il funzionamento del TG, potrebbe rendersi necessaria la presenza di un compressore del gas naturale; è stato individuato uno spazio dedicato per la sua eventuale installazione. Se confermata la presenza del compressore, la stazione sarà inclusa in un edificio dedicato.

Nella modellazione, la schematizzazione della centrale è stata effettuata utilizzando principalmente sorgenti di tipo puntiforme e sorgenti del tipo "edificio industriale". Questi ultimi oggetti consistono in blocchi emissivi di forma prismatica (ad es. parallelepipedo), con possibilità di assegnare la potenza sonora, in termini complessivi o per unità di superficie, non solo alle singole facce, ma anche a porzioni di esse. Con tali oggetti sono

stati rappresentati i cabinati/edifici ove sono inseriti i principali macchinari, il condotto di scarico e il corpo del GVR.

Le strutture che non costituiscono sorgenti sonore, ossia i serbatoi, i magazzini, le strutture dell'unità SP3, gli edifici di centrale, sono stati rappresentati con oggetti "edificio" i quali, ai fini della propagazione sonora, esercitano una azione schermante e riflettente, in funzione delle loro caratteristiche.

Nella Tabella 6 sono indicate le principali sorgenti acustiche dell'impianto introdotte nel modello previsionale, la cui ubicazione è riportata in Figura 3.

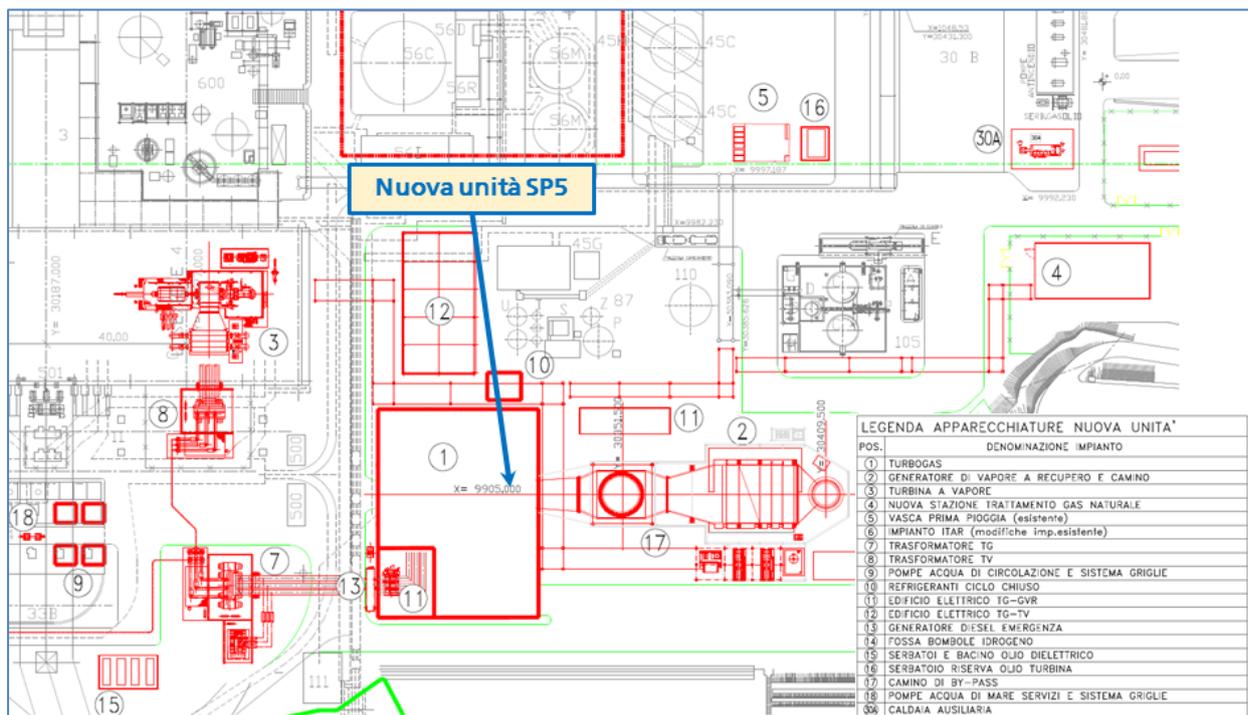


Figura 3 – C.le di La Spezia - Dislocazione delle principali sorgenti sonore.

Tabella 6 – Rappresentazione delle sorgenti d’impianto

Sorgente	Schematizzazione adottata / fonte dei dati
Turbina a gas (TG), generatore elettrico e relativi ausiliari	Le sorgenti sono collocate nell’edificio dedicato (edificio TG). Nel modello la struttura è stata schematizzata come un oggetto “edificio industriale”, con sorgenti areali emittenti, rappresentative delle pareti e del tetto.
Filtro ingresso TG e relativi condotti	Componente inserito nel modello mediante due oggetti "edificio industriale" affiancati e posizionati al di sopra dell’edificio generatore. La parte rappresentativa dell’ingresso aria (filtri) è stata differenziata, a livello di sorgenti sonore, dalla parte rappresentativa delle altre pareti del condotto di aspirazione.
Turbina vapore (TV), generatore elettrico e relativi ausiliari	Le sorgenti sono collocate all’interno dell’edificio Sala Macchine. Nel modello questo fabbricato è stato schematizzato come un oggetto “edificio industriale”, con n° sorgenti areali emittenti, rappresentative della parte finestrata, da cui si ritiene possa essere trasmesso maggiormente il rumore interno.
Air Cooler Aux	Componente rappresentato mediante una sorgente puntuale collocata sulla copertura dell’edificio TG.
Pompa alimento	Componente rappresentato con un oggetto “edificio industriale” alla base del GVR, rappresentativo dell’enclosure che conterrà il gruppo motore/pompa.
Condotto di scarico TG, GVR e camino (parte bassa)	Componenti schematizzate come una serie di oggetti "edificio industriale" adiacenti, con dimensioni ricavate dalla documentazione progettuale. Tali oggetti rappresentano l’enclosure insonorizzante che contiene le sorgenti, attraverso la quale avviene l’emissione sonora. Il corpo del camino è anch'esso realizzato con due di tali oggetti, a pianta poligonale, sovrapposti. L’emissione sonora della parte bassa del camino (sino all’altezza del corpo del GVR) è stata assimilata a quella del corpo del GVR stesso ed associata a questo.
Camino (parte alta)	Componente rappresentato mediante un edificio industriale a piante poligonale, emissivo sulle facce laterali. Esso consiste nella parte di camino che non rientrerà nell’enclosure insonorizzante.
Camino (bocca d’uscita)	N° 1 sorgente puntuale omnidirezionale posta alla sommità del camino.
Trasformatori principali	Macchinari schematizzati attraverso n° 2 sorgenti puntuali omnidirezionali, una per TG, l’altra per TV. L’emissione sonora è stata ricavata dal database CESI per trasformatori di recente concezione.
Trasformatore d’unità	Macchinario schematizzati attraverso una sorgente puntuale omnidirezionali, con emissione ricavata dal database CESI per trasformatori di recente concezione.
Edificio elettrico TG	Oggetto “edificio industriale”, con sorgenti areali emittenti, rappresentative delle pareti e del tetto.
Edificio elettrico GVR	Oggetto “edificio industriale”, con n° 5 sorgenti areali emittenti, rappresentative delle pareti e del tetto.
Edificio elettrico BOP e sala controllo	Oggetto “edificio industriale”, con n° 5 sorgenti areali emittenti, rappresentative delle pareti e del tetto.

Sorgente	Schematizzazione adottata / fonte dei dati
Stazione Gas	I diversi elementi facenti parte della stazione gas sono rappresentati nel modello come una sorgente puntuale omnidirezionale (skid) ed un edificio industriale rappresentativo del fabbricato ove sarà posto l'eventuale compressore gas.
Pompe Acqua Circolazione (AC)	Apparecchiature rappresentate come n°2 sorgenti puntuali collocati sul piano campagna presso la vasca di calma frontalmente alla vecchia Sala Macchine, in sostituzione di quelle esistenti del gr.3.
Torrini ventilazione Edificio TG	Componenti rappresentate come n°2 sorgenti puntuali collocati al di sopra della copertura del relativo edificio industriale.
CAMINO DI BY-PASS TURBOGAS	
Condotto di scarico TG, camino di bypass (corpo camino, parte inferiore)	Il condotto di scarico in uscita dal fabbricato TG e la parte inferiore del camino saranno ricompresi in una <i>enclosure</i> schermante, aperta nella parte superiore, per consentire il passaggio del camino di bypass stesso. Questa struttura è stata rappresentata con più oggetti "edificio industriale", di cui uno con emissione maggiore per la faccia superiore.
Camino di bypass (corpo camino, parte superiore)	Componente rappresentato mediante oggetti "edificio industriale" emissivi sulle facce laterali, per la porzione al di fuori della pannellatura schermante.
Camino di bypass (bocca d'uscita)	N. 1 sorgente puntuale omnidirezionale posta alla sommità del camino.

La nuova unità è stata modellata con le sorgenti sonore indicate in Tabella 7, ove sono riportati il tipo di sorgente (puntuale o "edificio industriale", costituita da sorgenti areali), l'estensione in m² delle sorgenti areali e la potenza sonora in termini globali con ponderazione 'A'.

Tutte le sorgenti considerate sono state rappresentate ad emissione isotropa, salvo ove diversamente specificato. Il calcolo è stato eseguito in bande di 1/3 d'ottava nel range 20÷20k Hz; la forma spettrale attribuita alle varie sorgenti emissive è stata ricavata da rilievi sperimentali eseguiti da CESI su componenti similari.

In termini cautelativi, la simulazione del funzionamento OCGT non tiene conto dell'eventuale effetto schermante operato dai componenti non attivi relativi all'altro assetto. Invece, l'effetto schermante operato dalla struttura del camino di bypass e relativa pannellatura nella fase 2 è stato considerato.

Il campo "Fase" di Tabella 7 suddivide le sorgenti in tre gruppi:

1. sorgenti comuni ai funzionamenti OCGT e CCGT (indicate con "1-2" nella prima colonna della tabella);
2. sorgenti proprie del funzionamento OCGT (indicate con "1");
3. sorgenti proprie del funzionamento CCGT (indicate con "2").

In Figura 4 sono riportate le viste 3D degli oggetti introdotti nella simulazione degli scenari.

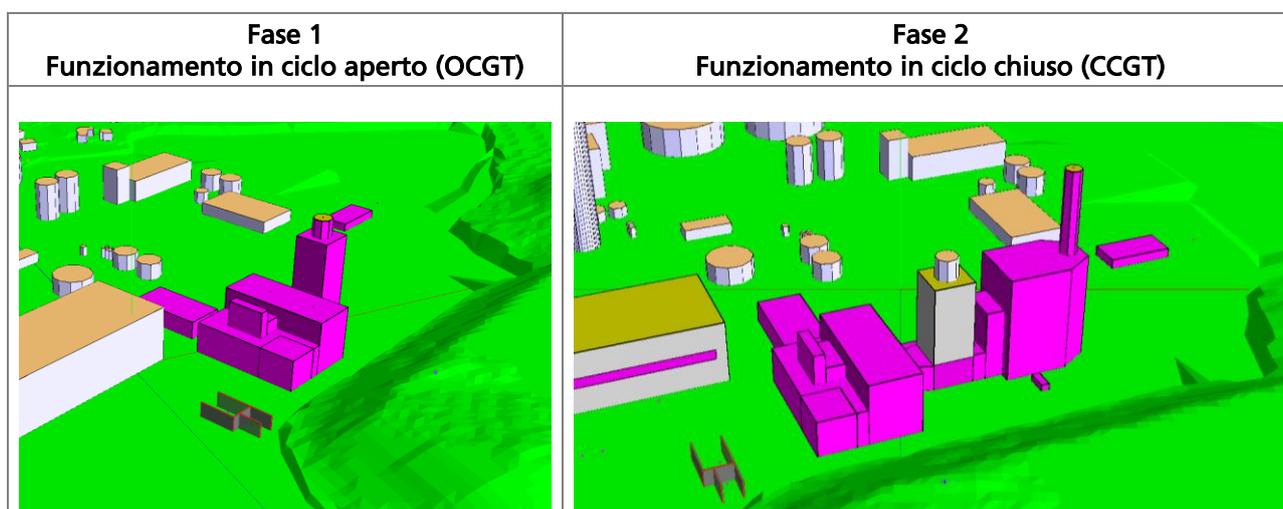


Figura 4 – C.le di La Spezia – Rappresentazione 3D degli oggetti introdotti nella modellazione delle due fasi di funzionamento.

Tabella 7 – Livelli di potenza sonora delle sorgenti utilizzate per la modellazione della nuova unità a ciclo combinato SP5.

Fase	Sorgente	Tipo / Note	Superf. di emissione complessiva [m ²]	Livello di potenza sonora [dB(A)]
1-2	Air Cooler Aux	N°1 sorg. puntuale	-	100.0
1-2	Air Intake (condotto)	N°8 sorg. areali	815	105.1
1-2	Air Intake (parte frontale, filtri)	N°1 sorg. areale	280	104.5
1-2	Edificio Compr. Gas	N°5 sorg. areali	1015	94.1
1-2	Edificio Elettrico TG	N°3 sorg. areali	955	90.8
1-2	Edificio Generatore TG	N°4 sorg. areali	2105	99.2
1-2	Edificio TG	N°5 sorg. areali	5165	100.1
1-2	Skid Metano	N°1 sorg. puntuale	-	90.0
1-2	Torrini Edificio TG	N°2 sorg. puntuali	-	100.0
1-2	Trasformatore Principale TG	N°1 sorg. puntuale	-	98.0
1-2	Trasformatore di unità	N°1 sorg. puntuale	-	86.0
1	Camino ByPass (corpo)	N°8 sorg. areali	310	99.9
1	Camino ByPass (uscita)	N°1 sorg. puntuale	-	105.0
1	Enclosure Condotto Scarico e camino ByPass (parte inferiore pannellata)	N°7 sorg. areali	4145	102.2
1	Enclosure camino ByPass (top)	N°1 sorg. areale	345	100.4
2	Camino GVR (corpo)	N°7 sorg. areali	940	93.7
2	Camino GVR (uscita)	N°1 sorg. puntuale	-	101.0
2	Edificio Elettrico GVR	N°5 sorg. areali	455	87.6
2	Enclosure Condotto Scarico	N°5 sorg. areali	1400	97.4
2	Enclosure ingresso GVR	N°7 sorg. areali	1085	96.3

Fase	Sorgente	Tipo / Note	Superf. di emissione complessiva [m ²]	Livello di potenza sonora [dB(A)]
2	Enclosure GVR (sup. laterale)	N°8 sorg. areali	5815	103.6
2	Enclosure GVR (top)	N°1 sorg. areale	1085	105.4
2	Pompa Acqua Mare (n°2)	N°2 sorg. puntuali	-	102.0 (tot.)
2	Pompa Alimento GVR (enclosure)	N°5 sorg. areali	110	97.9
2	Sala Macchine	N°2 sorg. areali	525	97.2
2	Trasformatore Principale TV	N°1 sorg. puntuale	-	98.0

4.1.4 Parametri di calcolo

Il modello matematico è stato alimentato con i parametri sorgente riportati in Tabella 8 ed è stato condotto il calcolo previsionale del rumore prodotto dalle installazioni. Questo è stato effettuato sia in termini puntuali, presso i singoli ricettori rappresentativi degli edifici circostanti, che in termini estensivi su tutta l'area attorno alle installazioni, mediante la produzione delle curve isofoniche d'immissione specifica.

Tabella 8 – Parametri di calcolo impostati in SoundPLAN per le simulazioni.

Parametro	Valore
Temperatura (°C)	10
Umidità relativa (%)	70
Pressione atmosferica (mbar)	1013
Standard di riferimento per sorgenti industriali	ISO 9613-2 : 1996
Standard di riferimento per l'assorbimento dell'aria	ISO 9613-1
Numero delle riflessioni:	2
Ponderazione:	dB(A)
Diffrazione su spigoli laterali	Abilitato
Meteo. Corr. C0	0,0 dB

4.2 Risultati della simulazione

4.2.1 Calcolo su specifici ricettori

I risultati del calcolo puntuale del contributo della nuova unità a ciclo combinato sui ricettori individuati (Figura 2) sono riportati in Tabella 9. La seconda colonna riporta l'altezza dal suolo a cui si riferisce il punto di calcolo.

Tabella 9 – Nuova unità SP5 presso la c.le di La Spezia – Livelli di immissione specifica calcolati presso i punti di misura della campagna 2018 – Funzionamento OCGT e CCGT - Valori in dB(A)

Nome	Altezza del punto dal suolo	Livello sonoro calcolato dal modello per la nuova unità SP5	
		L _{SP5}	
		Fase 1 – OCGT (SP5 a ciclo semplice)	Fase 2 – CCGT (SP5 a ciclo combinato)
E1	2 m	< 30	30.0
E2		35.2	36.2
E3		49.0	48.4
E4		52.2	54.3
E5		59.0	60.0
E6		51.7	54.3
E7		39.7	39.9
E8		< 30	< 30
I1	2, 5, 8 m (valore medio)	39.2	39.1
I2		37.4	37.8
I3		35.4	35.6
I4		42.3	43.4
I5		52.1	54.2
I6		< 30	< 30
I7		< 30	< 30
I8		38.5	38.6
RS1		36.1	36.4

I livelli previsti dal modello per il contributo della nuova unità SP5 al rumore ambientale sono ovunque molto esigui. I valori più elevati, pari 60 dB circa, sono calcolati per il punto E5, situato però internamente all'impianto, nell'ex-bacino ceneri; a seguire i ricettori E6 / I5, posti immediatamente all'esterno della recinzione, ai margini di un'area adibita a deposito dei container e quindi non rappresentativa di alcun ricettore.

Nei punti di calcolo presso ricettori (I1÷I4, I8, RS1), il contributo della nuova unità risulta pari, al più, a 43.5 dB(A) circa e quindi scarsamente significativo, visto il contesto ove tali punti sono inseriti.

Come atteso, il calcolo conferma l'irrelevanza del contributo della nuova unità SP5 sui punti E8, I6 e I7, situati presso il molo in località Fossamastra e presso la località Pagliari.

Tali punti non saranno presi in considerazione nella successiva verifica dei limiti di legge (S 4.3).

Il progetto prevede l'utilizzo di nuovi macchinari, di recente concezione, intrinsecamente meno rumorosi di quelli attuali. In fase progettuale saranno considerati i necessari dispositivi ed interventi di contenimento del rumore (edifici con tamponature ad elevato potere fonoisolante, pannellature, silenziatori, barriere, cappottature, ecc.).

4.2.2 Mappe isofoniche

Per una rappresentazione delle immissioni specifiche della nuova unità a ciclo combinato in tutto il territorio circostante, sono state prodotte le mappe delle curve isofoniche.

Il calcolo è stato eseguito ad un'altezza di 4 m dal suolo.

Le curve calcolate, a partire da 25 dB(A), con passo 5 dB(A), sono rappresentate, sulla planimetria del sito in Figura 5 per il funzionamento OCGT ed in Figura 6 per il funzionamento CCGT.

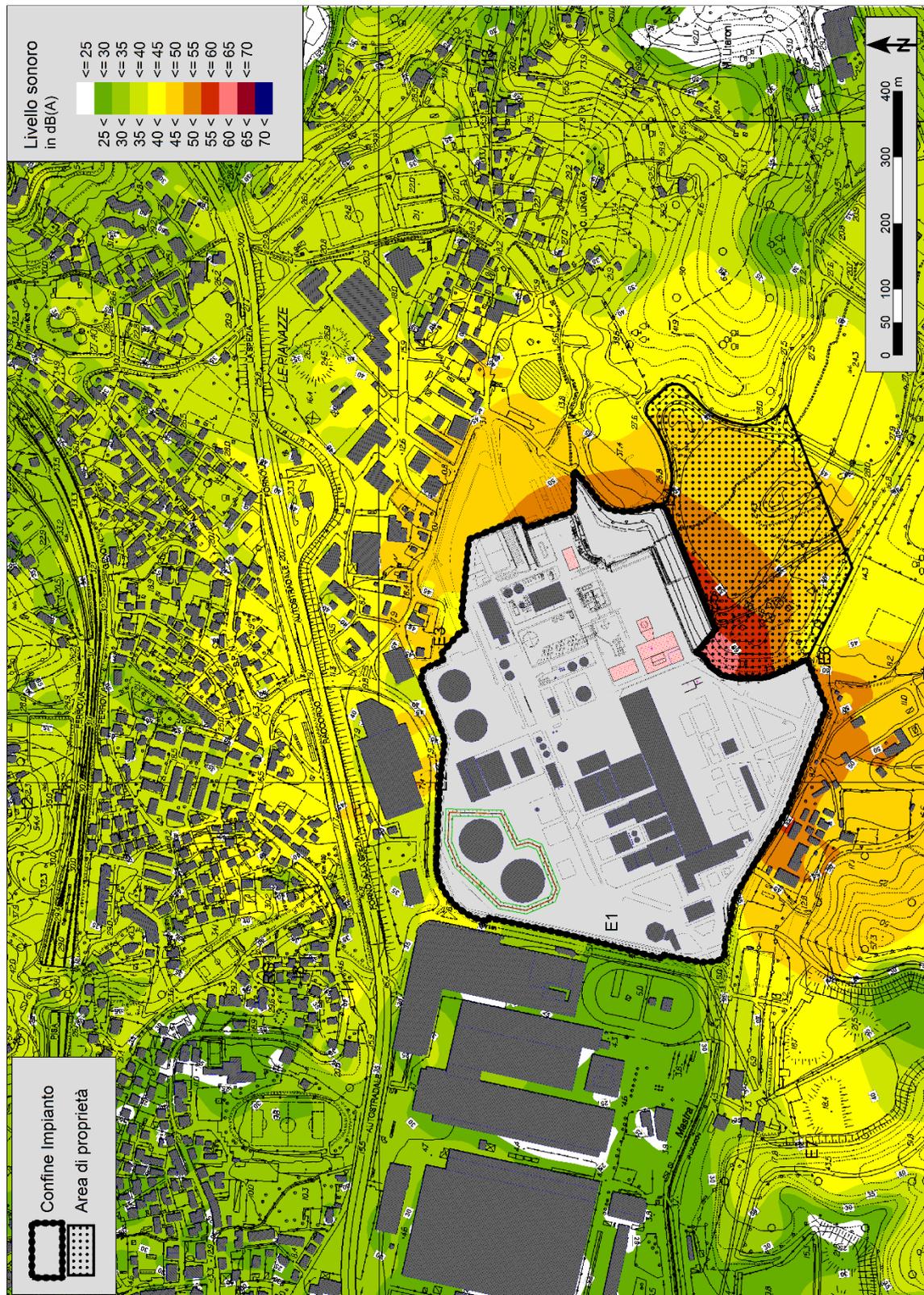


Figura 5 – C.le di La Spezia - Curve isofoniche di immissione specifica della nuova unità SP5 nell'area circostante all'altezza di 4 m dal suolo – Funzionamento a ciclo semplice OCGT

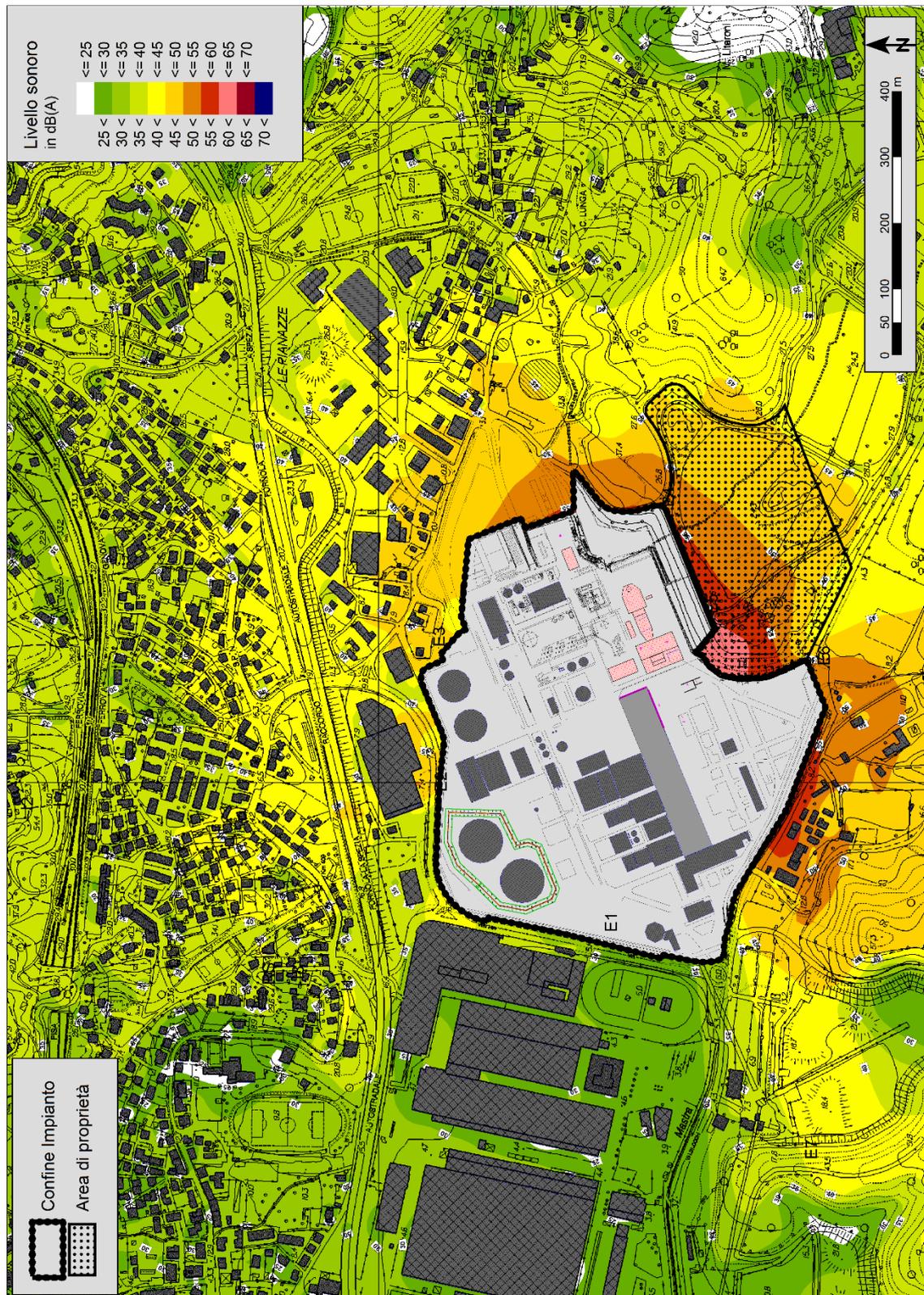


Figura 6 – C.le di La Spezia - Curve isofoniche di immissione specifica della nuova unità SP5 nell'area circostante all'altezza di 4 m dal suolo – Funzionamento a ciclo combinato CCGT.

L'andamento spaziale delle curve isofoniche mostra come la rumorosità della nuova unità a ciclo combinato SP5 interesserà soprattutto la zona ad Est e a Sud dell'isola produttiva, ed in particolare l'area industriale del bacino ceneri, l'area di deposito container e l'area militare a Sud della proprietà Enel. I livelli previsti all'esterno dell'area Enel sono comunque ridotti; l'isofona a 55 dB intersecherà marginalmente il confine lungo la viabilità perimetrale (Via Valdilocchi) frontalmente alla sala macchine, specie nel funzionamento CCGT (Figura 6). L'isofona a 60 dB andrà ad interessare il bacino ceneri, mentre l'isofona a 50 dB si attesterà al di fuori dell'area Enel in una zona priva di ricettori ad Est di SP5.

Il contributo della nuova unità nei quadranti settentrionali risulterà particolarmente ridotto; lungo la recinzione si prevede un contributo compreso, al più tra 45 e 50; infatti, in questo settore, l'isofona a 50 dB(A) resterà contenuta entro il perimetro.

Le aree edificate situate a Nord del raccordo autostradale saranno interessate da livelli compresi, al più, tra 40 e 45 dB(A). Le aree con presenza di abitazioni a Nord-Est e ad Est della nuova unità saranno interessate, al più, da livelli che si attesteranno nell'intorno di 45 dB(A).

4.3 Verifica dei limiti di legge

Per la verifica dei limiti di legge si valutano:

- il livello sonoro di immissione previsto dopo l'entrata in servizio della nuova unità nei due assetti OCGT e CCGT, ottenuto dalla somma dei livelli sperimentali di rumore con SP3 fuori servizio e dei livelli ottenuti del calcolo modellistico, da confrontare con i limiti assoluti di cui alla classificazione acustica;
- il contributo della nuova unità SP5 in relazione ai limiti di emissione, valutati sia lungo la recinzione che presso i potenziali ricettori sede dei rilievi sperimentali.
- i limiti differenziali di immissione, ottenuti dalle misure sperimentali e dai risultati del calcolo, valutati presso i potenziali ricettori sede dei rilievi sperimentali (punti I1÷I4, I8, RS1).

4.3.1 Limite assoluto di immissione

Grazie alla disponibilità di rilievi di rumore con l'unità SP3 non in servizio, è possibile il calcolo del livello d'immissione e delle differenze tra la situazione attuale e futura, dopo l'entrata in servizio della nuova unità a ciclo combinato SP5 nelle due fasi (OCGT e CCGT). Il calcolo del livello d'immissione nell'assetto futuro nei punti di calcolo lungo la recinzione e in localizzazioni rappresentative dei più prossimi ricettori abitativi è stata effettuata sommando al rumore acquisito con l'attuale unità SP3 non in servizio (colonne n°3 e n°5 di Tabella 4 e Tabella 5), ottenuto dai rilievi sperimentali (L_{off}), il contributo di SP5 con il modello L_{SP5} (Tabella 9) per le fasi 1 e 2. Il calcolo è stato eseguito mediante la seguente relazione:

$$L_{fut} = 10 \cdot \log_{10}(10^{0.1 \cdot L_{off}} + 10^{0.1 \cdot L_{SP5}})$$

dove L_{fut} rappresenta il valore del livello di immissione dopo l'attivazione della nuova unità SP5, che andrà a rimpiazzare l'esistente unità SP3, sempre in relazione alle due fasi OCGT e CCGT. Il termine L_{SP5} rappresenta il contributo della nuova unità a ciclo semplice o a ciclo combinato (riportati rispettivamente in terza e quarta colonna della Tabella 9).

Il livello di rumore corretto L_C , da confrontare con i limiti di zona, si calcola dal livello di rumore ambientale L_{fut} , sommando le penalizzazioni per la presenza di componenti tonali anche in bassa frequenza (K_T e K_B come indicate dal DM 16/03/1998), le quali però potranno essere eventualmente accertate solo tramite misura diretta, dopo l'entrata in servizio delle nuove macchine, ma sono scarsamente probabili, vista l'assenza di sorgenti predominanti con emissione tonale. La rumorosità di una centrale turbogas a ciclo semplice o a ciclo

combinato è data dalla sovrapposizione di più sorgenti, talune delle quali hanno certamente una emissione concentrata in determinate bande spettrali, ma il cui effetto complessivo a distanza è quello di uno spettro a banda larga privo di particolari caratterizzazioni.

Anche l'altro termine correttivo K_1 , da considerare qualora il rumore abbia caratteristiche impulsive, si può ragionevolmente escludere visto il tipo di emissione stazionaria nel tempo delle sorgenti sonore presenti nell'impianto in oggetto.

Poiché la maggior parte dei punti considerati ricade all'interno delle fasce di pertinenza di una infrastruttura stradale, è necessario decurtare dal dato misurato il contributo del traffico. Infatti, come stabilito dal DPCM 14/11/1997, esso non concorre al raggiungimento dei limiti di zona all'interno di tali fasce. Tale operazione, che richiederebbe di isolare ed escludere i singoli passaggi, risulta piuttosto difficoltosa, in quanto, specie in periodo diurno, i transiti sono molto ravvicinati e non si hanno periodi significativi in cui tale sorgente si interrompe spontaneamente. Pertanto, la stima del livello di rumore residuo al netto del contributo del traffico stradale è stata effettuata ricorrendo alla distribuzione statistica ed assumendo, in luogo di L_{Aeq} , il parametro L_{A95} .

Tale parametro descrive il livello sonoro superato per il 95% del tempo di misura e caratterizza quindi la quota parte a carattere costante nel rumore rilevato.

Nella

Tabella 10, relativa alla fase operativa 1 (ciclo aperto, OCGT), sono riassunti:

- il livello di rumore L_{off} , ossia quello rilevato con l'unità SP3 non in servizio (colonne n°3 e n°5 di Tabella 4 e Tabella 5);
- il contributo della nuova unità SP5 (L_{SP5}) per la fase 1 (OCGT, terza colonna della Tabella 9);
- il livello di immissione acustica nella situazione futura (L_{fut}), per il periodo diurno e notturno.

Vengono anche riportati i limiti assoluti di immissione di cui al DPCM 14/11/1997, secondo la classificazione acustica dei vari punti di misura.

Il contributo della nuova unità L_{SP5} è stato assunto identico tra periodo diurno e notturno, stante l'invarianza del ciclo produttivo. Si considera l'unità SP5 attiva con continuità su entrambi i TR.

Tabella 10 – Livelli sonori previsti nei punti di misura nella situazione futura - Calcolo del livello di immissione – Fase 1 (funzionamento OCGT) - Valori in dB(A)

Punto	L_{off}	Situazione futura - Fase 1 (OCGT)		Limite assoluto di immissione
	Rumore con SP3 off (L_{A95}) [I]	L_{SP5} contributo SP5	L_{fut} Rum. amb.le futuro [II]	(DPCM 14/11/97)
Periodo DIURNO				
E1	51.5	< 30	51.5	70
E2	55.0	35.2	55.0	70
E3	50.0	49.0	52.5	70
E4	48.5	52.2	53.5	70
E5	50.5	59.0	59.5	70
E6	45.0	51.7	52.5	70
E7	44.0	39.7	45.5	70
I1	44.5	39.2	45.5	65
I2	47.0	37.4	47.5	55
I3	46.0	35.4	46.5	60
I4	44.0	42.3	46.0	60
I5	45.0	52.1	53.0	70
I8	51.5	38.5	51.5	60
RS1	49.0	36.1	49.0	55
Periodo NOTTURNO				
E1	47.5	< 30	47.5	70
E2	46.0	35.2	46.5	70
E3	42.0	49.0	50.0	70
E4	45.5	52.2	53.0	60
E5	48.0	59.0	59.5	70
E6	39.5	51.7	52.0	70
E7	44.5	39.7	45.5	60
I1	44.5	39.2	45.5	55
I2	38.5	37.4	41.0	45
I3	38.0	35.4	40.0	50
I4	37.5	42.3	43.5	50
I5	39.5	52.1	52.5	60
I8	51.5	38.5	51.5	50
RS1	42.5	36.1	43.5	45

L'analisi della

Tabella 10 evidenzia come il limite assoluto di immissione risulti rispettato nel TR diurno e nel TR notturno presso tutte le postazioni, con l'unica eccezione del punto I8 nel periodo notturno, dove, però, il livello di rumore residuo rilevato nel corso della campagna 2018 con SP3 fuori servizio (L_{off}) è di oltre 10 dB maggiore del contributo della nuova unità, che quindi è, di fatto, ininfluenza. Il superamento del limite notturno è quindi da imputare al livello di rumore residuo.

In modo del tutto analogo, la Tabella 11 riassume le valutazioni relative alla fase 2, quella che prevede il funzionamento CCGT. Il contributo della nuova unità SP5 (L_{SP5}) per la fase 2 (CCGT), assunto identico tra periodo diurno e notturno, è riportato in quarta colonna della Tabella 9.

Tabella 11 – Livelli sonori previsti nei punti di misura nella situazione futura - Calcolo del livello di immissione – Fase 2 (funzionamento CCGT) - Valori in dB(A)

Punto	L_{off}	Situazione futura - Fase 2 (CCGT)		Limite assoluto di immissione (DPCM 14/11/97)
	Rumore con SP3 off (L_{A95}) [I]	L_{SP5} contributo SP5	L_{fut} Rum. amb.le futuro [II]	
Periodo DIURNO				
E1	51.5	30.0	51.5	70
E2	55.0	36.2	55.0	70
E3	50.0	48.4	52.5	70
E4	48.5	54.3	55.5	70
E5	50.5	60.0	60.5	70
E6	45.0	54.3	55.0	70
E7	44.0	39.9	45.5	70
I1	44.5	39.1	45.5	65
I2	47.0	37.8	47.5	55
I3	46.0	35.6	46.5	60
I4	44.0	43.4	46.5	60
I5	45.0	54.2	54.5	70
I8	51.5	38.6	51.5	60
RS1	49.0	36.4	49.0	55
Periodo NOTTURNO				
E1	47.5	30.0	47.5	70
E2	46.0	36.2	46.5	70
E3	42.0	48.4	49.5	70
E4	45.5	54.3	55.0	60
E5	48.0	60.0	60.5	70
E6	39.5	54.3	54.5	70
E7	44.5	39.9	46.0	60
I1	44.5	39.1	45.5	55
I2	38.5	37.8	41.0	45
I3	38.0	35.6	40.0	50

Punto	L_{off}	Situazione futura - Fase 2 (CCGT)		Limite assoluto di immissione
	Rumore con SP3 off (L_{A95}) [I]	L_{SP5} contribuito SP5	L_{fut} Rum. amb.le futuro [II]	(DPCM 14/11/97)
I4	37.5	43.4	44.5	50
I5	39.5	54.2	54.5	60
I8	51.5	38.6	51.5	50
RS1	42.5	36.4	43.5	45

A commento della Tabella 11, si evidenzia ancora il rispetto del limite assoluto di immissione nel TR diurno e nel TR notturno presso tutte le postazioni, con l'unica eccezione, anche in questo caso, del punto I8 in periodo notturno. È evidente tuttavia come tale superamento sia da attribuire al livello di rumore residuo, già superiore al limite, e non al contributo della nuova unità, del tutto trascurabile.

4.3.2 Limite di emissione

Il livello di emissione della centrale di La Spezia nell'assetto futuro corrisponde al contributo della nuova unità a ciclo combinato SP5 (L_{SP5} in Tabella 9), ottenuto dal modello di calcolo per le due fasi di funzionamento OCGT e CCGT.

Esso viene talora inteso come una sorta di "immissione specifica" della sorgente; sembra andare in questa direzione la nuova terminologia introdotta dal D.Lgs. 17/02/2017 n.42, come descritto in Appendice, a pag. 53. Tali valori saranno confrontati con i limiti di emissione della classe di appartenenza dei ricettori, in linea con quanto stabilito dal DPCM 14/11/1997, il quale stabilisce che "i rilevamenti e le verifiche sono effettuati in corrispondenza degli spazi utilizzati da persone e comunità".

In Tabella 12 si riportano i valori di L_{SP5} per le fasi 1 e 2 insieme ai limiti diurni e notturni di emissione.

Tabella 12 – Nuova unità SP5 presso la Centrale di La Spezia – Confronto con i limiti di emissione – Valori in dB(A)

Punto	Livello sonoro calcolato dal modello per la nuova unità SP5 L_{SP5}		Limite di emissione (Diurno/ Notturmo)
	Fase 1 – OCGT (SP5 a ciclo semplice)	Fase 2 – CCGT (SP5 a ciclo combinato)	
E1	< 30	30.0	65 / 65
E2	35.2	36.2	65 / 65
E3	49.0	48.4	65 / 65
E4	52.2	54.3	65 / 55
E5	59.0	60.0	65 / 65
E6	51.7	54.3	65 / 65
E7	39.7	39.9	65 / 55
I1	39.2	39.1	60 / 50
I2	37.4	37.8	50 / 40

Punto	Livello sonoro calcolato dal modello per la nuova unità SP5 L_{SP5}		Limite di emissione (Diurno/ Notturmo)
	Fase 1 – OCGT (SP5 a ciclo semplice)	Fase 2 – CCGT (SP5 a ciclo combinato)	
I3	35.4	35.6	55 / 45
I4	42.3	43.4	55 / 45
I5	52.1	54.2	65 / 55
I8	38.5	38.6	55 / 45
RS1	36.1	36.4	50 / 40

In ogni punto di misura, sia per la fase 1 che per la fase 2, il valore di L_{SP5} risulta minore del limite di emissione più restrittivo della classe di appartenenza; tali limiti valgono 5 dB in meno dei rispettivi limiti assoluti di immissione e sono riferiti al solo contributo della nuova sorgente, cioè la nuova unità SP5 nei suoi due assetti operativi. Si conferma così il pieno rispetto del limite di emissione sia presso i ricettori, che lungo la recinzione della centrale. L'osservazione delle curve isofoniche di immissione specifica nei due assetti studiati (Figura 5 e Figura 6) mostra, infatti, che l'isofona a 65 dB resterà ovunque contenuta entro la classe VI e quella a 55, andrà ad interessare solo marginalmente la classe V, in zone prive di ricettori residenziali o assimilabili, in aree quindi diverse dagli "spazi occupati da persone o comunità" in cui il DPCM 14/11/1997 prevede le verifiche del limite di emissione.

4.3.3 Limite differenziale di immissione

Le variazioni del livello di immissione tra la situazione futura (SP5 in servizio) e la situazione attuale (SP3 in servizio), valutati in esterno ai fabbricati, rappresentano una stima del criterio differenziale di immissione, di cui al DPCM 14/11/1997.

Sono stati indicati con "Non apprezzabile" compresi entro ± 0.5 dB(A), valore ampiamente inferiore alla minima differenza di energia sonora che può venire percepita dall'orecchio umano.

La valutazione è limitata ai punti rappresentativi di potenziali ricettori abitativi.

Tabella 13 – Variazione del livello di immissione nei punti di misura nella situazione attuale e futura – Criterio differenziale – Fase 1, funzionamento OCGT - Valori in dB(A)

Punto	L_{RES}	L_{fut}	Criterio differ.le
	Rum. amb.le attuale (L_{A95}) - SP3 on [I]	Rum. amb.le futuro - (SP5 on) [II]	Variazione del livello di immissione [II] – [I]
Periodo DIURNO			
I1	56.5	45.5	-11.0
I2	48.0	47.5	-0.5
I3	49.0	46.5	-2.5
I4	52.0	46.0	-6.0
I8	53.0	51.5	-1.5
RS1	47.0	49.0	2.0
Periodo NOTTURNO			
I1	47.0	45.5	-1.5

Punto	L_{RES}	L_{fut}	Criterio differ.le
	Rum. amb.le attuale (L_{A95}) - SP3 on [I]	Rum. amb.le futuro - (SP5 on) [II]	Variazione del livello di immissione [II] - [I]
I2	39.5	41.0	1.5
I3	41.0	40.0	-1.0
I4	50.5	43.5	-7.0
I8	50.0	51.5	1.5
RS1	45.0	43.5	-1.5

Il confronto tra i livelli di immissione negli assetti attuale e futuro mostra, in generale, una tendenza al calo dei livelli di immissione tra la situazione attuale e quella futura. Si notano, infatti, decrementi più o meno marcati sulla quasi totalità dei punti considerati, con l'unica eccezione dei punti RS1 in periodo diurno ed I2, I8 in periodo notturno. Gli incrementi previsti rientrano comunque nel limite più restrittivo del criterio, pari a + 3 dB.

Va però sottolineato che la causa di tali incrementi è prevalentemente ascrivibile non al rumore prodotto dalla unità SP5, quanto piuttosto al livello rilevato con l'unità SP3 fuori servizio, ossia al rumore dovuto a sorgenti diverse dalla centrale. Tale contributo rientra nel calcolo del rumore ambientale futuro, insieme al rumore prodotto da SP5, come mostrato dall'equazione nella parte iniziale del § 4.3.1. In particolare, sia nel caso di RS1 in periodo diurno che di I8 in periodo notturno, il livello rilevato con SP3 fuori servizio è maggiore del corrispondente valore con SP3 in servizio (Tabella 5) a fronte di un contributo di SP5 di oltre 10 dB minore (Tabella 9) e quindi di fatto ininfluenza.

Benché non documentate nella tabella precedente per l'irrilevanza del contributo della nuova unità SP5 (Tabella 9), nella zona di Fossamastra e del quartiere Pagliari, il cessare delle operazioni di scarico del carbone comporterà l'annullarsi del contributo delle sorgenti Enel.

L'osservazione della tabella, in relazione alla stima del criterio differenziale (che è riferito però all'interno dei fabbricati, nel locale più esposto) consente di evidenziare quanto segue.

- In periodo diurno il criterio non è applicabile su quasi tutti i ricettori perché già il livello esterno L_{fut} è inferiore a 50 dB(A), soglia di applicabilità a finestre aperte. Nei casi ove il livello di immissione atteso supera i 50 dB, ossia sul punto I8, il contributo della nuova unità, è assolutamente trascurabile.
- In periodo notturno, nel punto I8 vale quanto già affermato in precedenza, ossia che già il livello rilevato con SP3 fuori servizio supera i 50 dB ed il contributo di SP5 è assolutamente trascurabile. Nei restanti punti, i livelli di immissione attesi all'esterno dei fabbricati sono compresi tra 40 e 45 dB(A) circa, pari o leggermente superiori quindi alla soglia di applicabilità interna del criterio differenziale a finestre aperte, che vale 40 dB(A). Come evidenziato in bibliografia¹⁴, è ragionevole attendersi che, negli ambienti interni, i livelli di rumore a finestre aperte risultino di almeno 5÷6 dB più bassi rispetto ai valori presenti in esterno, con ogni probabilità il livello interno si attesterà al di sotto della soglia di applicabilità notturna del criterio, pari, appunto, a 40 dB(A). Come

¹⁴ Iannace G., Maffei L., "Attenuazione del rumore ambientale attraverso una finestra aperta", Rivista Italiana di Acustica, vol. XIX n. 1, 1995. pp.5-6.

evidenziato in un documento ISPRA¹⁵ di alcuni anni fa, tale assunzione risulta addirittura piuttosto cautelativa; i valori di attenuazione indicati nel suddetto documento, da utilizzare in mancanza di indicazioni più precise, sono maggiori di quelli utilizzati nella presente valutazione. In tale testo si afferma, infatti, che *“in mancanza di stime più precise, la differenza tra il livello di rumore all’interno dell’edificio rispetto a quello in esterno (facciata) può essere stimato mediamente:*

- *da 5 a 15 dB (mediamente 10 dB) a finestre aperte.*
- *in 21 dB a finestre chiuse”.*
- Le soglie di applicabilità del criterio differenziale, stabilite dal D.P.C.M. 14/11/1997, valgono rispettivamente 50 dB in periodo diurno e 40 dB in periodo notturno a finestre aperte e 35 dB diurni e 25 dB notturni a finestre chiuse. Non conoscendo le caratteristiche di isolamento offerte dai serramenti installati presso i ricettori considerati, le valutazioni sull’applicabilità del criterio sono limitate alla sola condizione di finestre aperte, escludendo quindi le considerazioni a finestre chiuse. È ragionevole tuttavia ritenere che, sulla base delle prestazioni di serramenti di recente realizzazione in buono stato, le soglie di non applicabilità possano essere rispettate anche a finestre chiuse su entrambi i tempi di riferimento.

La Tabella 14 raccoglie le analoghe valutazioni per il funzionamento di SP5 nella fase 2 (CCGT).

Tabella 14 – Variazione del livello di immissione nei punti di misura nella situazione attuale e futura – Criterio differenziale – Fase 2, funzionamento CCGT - Valori in dB(A)

Punto	L _{RES}	L _{fut}	Criterio differ.le
	Rum. amb.le attuale (L _{A95}) - SP3 on [I]	Rum. amb.le futuro - (SP5 on) [II]	Variazione del livello di immissione [II] – [I]
Periodo DIURNO			
I1	56.5	45.5	-11.0
I2	48.0	47.5	-0.5
I3	49.0	46.5	-2.5
I4	52.0	46.5	-5.5
I8	53.0	51.5	-1.5
RS1	47.0	49.0	2.0
Periodo NOTTURNO			
I1	47.0	45.5	-1.5
I2	39.5	41.0	1.5
I3	41.0	40.0	-1.0
I4	50.5	44.5	-6.0
I8	50.0	51.5	1.5
RS1	45.0	43.5	-1.5

¹⁵ MATTM - Direzione Generale per le Valutazioni Ambientali, MiBACT - Direzione Generale per il Paesaggio, le Belle Arti, l’Architettura e l’Arte Contemporanee, con la collaborazione di ISPRA “Linee Guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.; D.Lgs. 163/2006 e s.m.i.) - Indirizzi metodologici specifici: Agenti fisici – Rumore (Capitolo 6.5.)” REV. 1 del 30/12/2014, pag. 29.

Le considerazioni avanzate a commento della Tabella 13 sono valide anche per la fase 2. Si nota un decremento generalizzato del livello di immissione; le uniche eccezioni sono ancora per i punti RS1 nel TR diurno ed I2, I8 nel TR diurno. Gli incrementi però sono ampiamente compatibili con il limite più restrittivo del criterio, pari a +3 dB.

Alcuni di tali incrementi sono dovuti ai risultati dei rilievi, quando, come nel caso di RS1 in periodo diurno e di I8 in periodo notturno, i livelli con SP3 fuori servizio sono maggiori dei corrispondenti valori con SP3 in funzione (Tabella 5).

5 IMPATTO ACUSTICO DELLE ATTIVITÀ DI REALIZZAZIONE

5.1 Caratteristiche generali del cantiere e delle lavorazioni

Le prime attività da eseguirsi saranno quelle relative alla preparazione delle aree di lavoro per l'installazione delle infrastrutture di cantiere (uffici, spogliatoi, officine, etc.) e le demolizioni di parti di impianto che risultano interferenti con il layout delle nuove attrezzature.

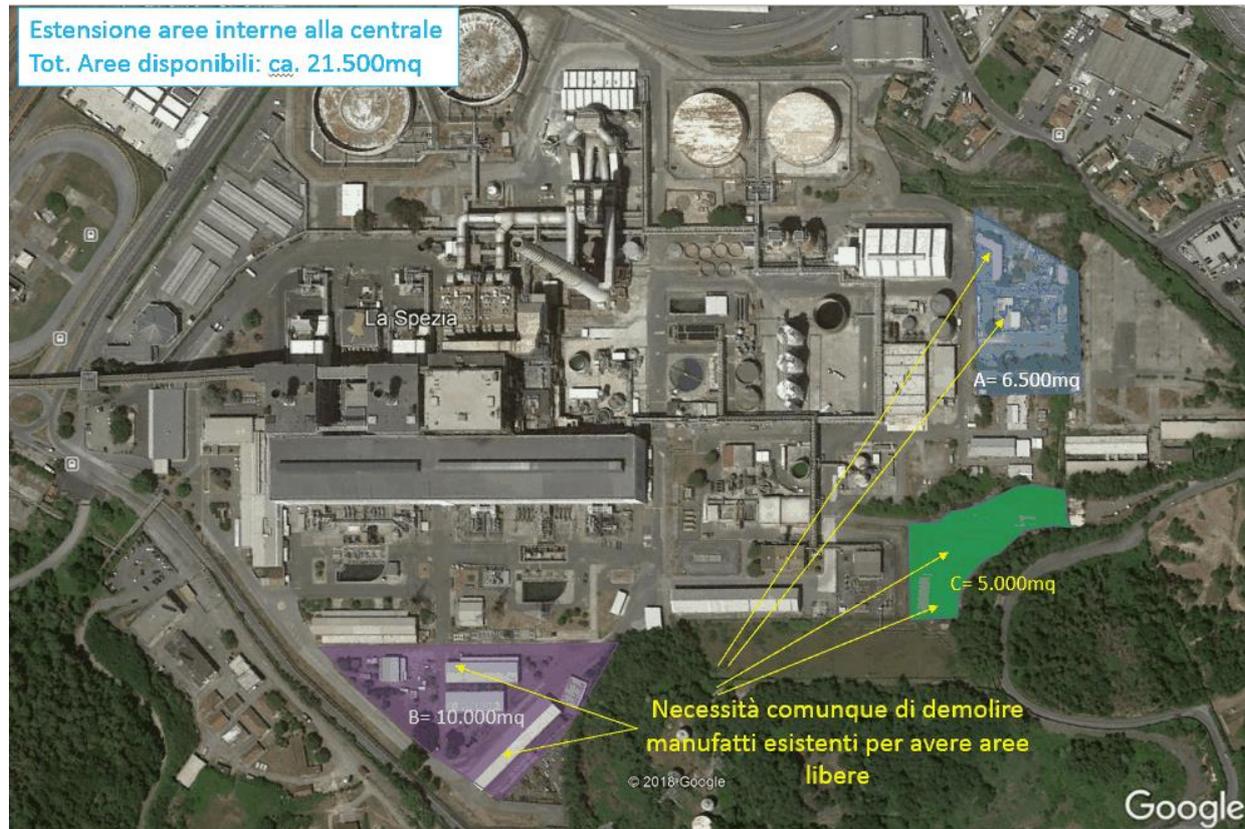


Figura 7 – C.le di La Spezia - Aree di lavoro per l'installazione delle infrastrutture di cantiere.

Si procederà quindi con:

- demolizione delle infrastrutture attualmente presenti nell'area B (Figura 7) attualmente occupata da magazzini materiali e edifici vari;
- preparazione e pulizia area indicata come C;
- preparazione e pulizia area indicata come A, attualmente adibita ad area rifiuti e parcheggi;
- installazione delle infrastrutture di cantiere.

Verranno poi effettuate le seguenti attività necessarie per la messa in servizio del nuovo impianto funzionante a ciclo aperto:

- salvaguardie meccaniche ed elettriche per parti di impianto coinvolte nelle demolizioni, compreso il *rerouting* del *pipe rack* afferente alla stazione gas, etc.
- demolizioni impianti e macchinari presenti in area trattamento acque reflue, del magazzino materiali pesanti, degli edifici servizi industriali, delle attrezzature fossa bombole idrogeno, delle platee e strade esistenti per permettere l'inizio dei lavori di fondazione del nuovo turbogruppo;

- realizzazione edificio elettrico;
- montaggio del TG e relativo trasformatore, dell'edificio TG, della nuova stazione gas.

Terminati i lavori della fase preliminare per il funzionamento a ciclo aperto, si procederà con la realizzazione delle nuove attrezzature, essenzialmente riassumibili nelle seguenti attività:

- scavi e sottofondazioni nuove attrezzature;
- fondazioni GVR e nuova turbina;
- montaggio GVR, comprensivo di camino;
- adeguamenti in sala macchine per TV, smontaggio TV esistente Gr.4 e demolizione condensatore;
- demolizione parziale del cavalletto turbina per futuro alloggiamento nuova TV;
- demolizione generatore TV4;
- montaggio nuova TV con relativo nuovo condensatore.

Occorre segnalare che il funzionamento del nuovo impianto a ciclo aperto dovrà comunque prevedere alcune fermate programmate necessarie per la costruzione e la realizzazione del camino del nuovo GVR e di collegamenti elettro-strumentali.

5.1.1 Demolizioni

L'avvio per il funzionamento in ciclo aperto è previsto dopo pochi mesi dalla fermata dell'unità SP3 a carbone, periodo nel quale sarà scollegata dalla rete elettrica l'unità SP3 e sarà allacciata la nuova unità turbogas SP5. Pertanto, sarà necessario realizzare una serie di demolizioni e rilocalizzazioni con lo scopo di consentire la costruzione del ciclo aperto, garantendo contemporaneamente il funzionamento dell'unità SP3.

Sono identificate queste attività principali:

- una serie di demolizioni per fare spazio ai nuovi ingombri del ciclo combinato, che interesseranno, tra l'altro, il serbatoio riserva olio turbina, la fossa bombole idrogeno, il magazzino ricovero materiali vari, le caldaie ausiliarie e relativo edificio, l'area trattamento acque reflue, ecc.;
- la costruzione di nuove opere, tra cui la stazione gas metano, incluso compressore, la caldaia ausiliaria, l'area trattamento acque reflue, il deposito rifiuti ecc., realizzate le quali sarà possibile demolire le analoghe esistenti, poiché interferenti con la nuova unità;
- demolizioni, realizzate tutte nella fase iniziale:
 - in area esterna – lato ITAR e Area Imprese: serbatoio riserva olio turbina, fossa bombole idrogeno, serbatoi e bacino deposito olio dielettrico, magazzino ricovero materiali vari, caldaie ausiliarie e relativo edificio, area trattamento acque reflue, ecc.;
 - in area esterna – lato acqua di circolazione – unità 4: pompe acqua circolazione, pompe AR, griglie e ausiliari ingresso, tubazioni acqua di circolazione, ecc.;
 - in area interna – sala macchine – unità 4: turbina a vapore e relativi ausiliari, condensatore e pompe vuoto, riscaldatori, cavalletto turbina, turbopompa ed elettropompa alimento e relativi ausiliari, pompe estrazione condensato, generatore, eccitatrice e condotti sbarre, tubazioni varie di collegamento, piani di servizio, ecc.

Vi sono inoltre una serie di opere che non hanno necessità di rilocalizzazione (edifici Magazzino e Archivio, Ricovero Mezzi, ecc.).

5.1.2 Aree di cantiere

L'area che si rende necessaria per le attività di Costruzione di un CCGT da circa 840 MW_e è di circa 25.000 m², da utilizzare per gli uffici Enel & Contractor di costruzione / *commissioning* e per lo stoccaggio dei materiali (7000 m² previsti) e per lo stoccaggio dei materiali (18000 m² previsti).

Sono state individuate aree da destinare alle *facilities*, sia per l'Enel che per l'Appaltatore. Queste aree dovranno essere preventivamente sgombrate da alcuni baraccamenti (magazzini) e dai materiali temporaneamente ivi depositati.

All'interno dell'impianto sono stati individuati circa 21.500 m² da destinare alle *facilities*, sia per l'Enel che per l'Appaltatore. Queste aree dovranno essere preventivamente sgombrate da alcuni baraccamenti (magazzini) e dai materiali temporaneamente ivi depositati. Lo stato e l'estensione delle aree disponibili è illustrata nella seguente figura, dove sono riportate:

- AREA A: ca. 6.500 m²
- AREA B: ca. 10.000 m²
- AREA C: ca. 5.000 m²

Poiché però tali aree potranno essere interessate anche da altri progetti Enel (soprattutto area B) e quindi non essere sufficienti per l'allestimento delle aree logistiche necessarie per lo stoccaggio dei materiali, si dovranno trovare ulteriori aree disponibili.

Pertanto, oltre alle aree A-B-C sopra descritte (che verranno occupate totalmente), è stata individuata come disponibile e idonea all'uso (vedi seguente figura) anche l'area logistica D di stoccaggio, dell'ex carbonile ora bonificato (Val Fornola), che potrà essere utilizzata durante le fasi di cantiere, se non utilizzata per altri progetti Enel. Se da un lato l'estensione di tale area (circa 40.000 m²) rende tale scelta molto valida dal punto di vista strategico, dall'altro bisogna considerare che la stessa si colloca fuori dal perimetro di pertinenza di centrale: come mostrato nella figura seguente, gli automezzi di cantiere dovrebbero percorrere ca. 1 km per arrivare al cancello di centrale, e poi ulteriori 400-450 m per raggiungere le aree di costruzione. In alternativa potrà essere utilizzata l'area E (blue) di circa 13.000 m².

Nelle zone limitrofe all'area di intervento saranno riservate delle aree opportunamente recintate, dedicate alla prefabbricazione a piè d'opera e al montaggio dei componenti principali.

5.1.3 Risorse e mezzi utilizzati per la costruzione

Per le attività di costruzione si stimano indicativamente circa 1.200.000 h così ripartite:

- per i montaggi meccanici 690.000 h comprensive delle attività di montaggio delle coibentazioni;
- per le attività civili circa 280.000 h;
- per i montaggi elettrici 230.000 h.

Durante le attività di cantiere, si stima la presenza media giornaliera di circa n. 200 unità per le maestranze, con picchi di circa n. 400. In relazione al numero di automezzi, si prevedono fino a n. 15 camion/giorno nei primi 12 mesi, che scenderanno n. 10 camion/giorno, sempre come dato medio, nei rimanenti mesi.

I mezzi utilizzati per la costruzione saranno indicativamente i seguenti, anche se la loro tipologia esatta verrà scelta dall'appaltatore che si aggiudicherà i contratti di montaggio e realizzazione:

- escavatori gommati e cingolati;
- pale e grader;
- bulldozer;

- vibrofinitrici e rulli compattatori;
- betoniere e pompe carrate per calcestruzzo;
- sollevatori telescopici;
- piattaforme telescopiche;
- autocarri e autoarticolati per trasporto materiali e attrezzature;
- autogru carrate con taglie 135 t, 65 t e 40 t;
- autogru cingolate da 600 t;
- gru a torre.

5.1.4 Volumi di scavo

Nella prima fase di funzionamento in ciclo aperto verranno realizzate la maggioranza degli scavi (circa 12.000 m³). Il volume di scavo previsto per il completamento del ciclo combinato è di 6.900 m³. Il volume totale di terra scavata sarà pari a circa 18.900 m³.

Le attività relative alle opere civili richiederanno scavi e trasporti a discarica per un quantitativo stimato di 4.000 m³.

5.1.5 Programma cronologico

Il programma cronologico include una prima fase di realizzazione del ciclo aperto (OCGT), a cui segue una seconda fase di costruzione della caldaia a recupero e della turbina a vapore (CCGT).

Dal cronoprogramma, riportato in

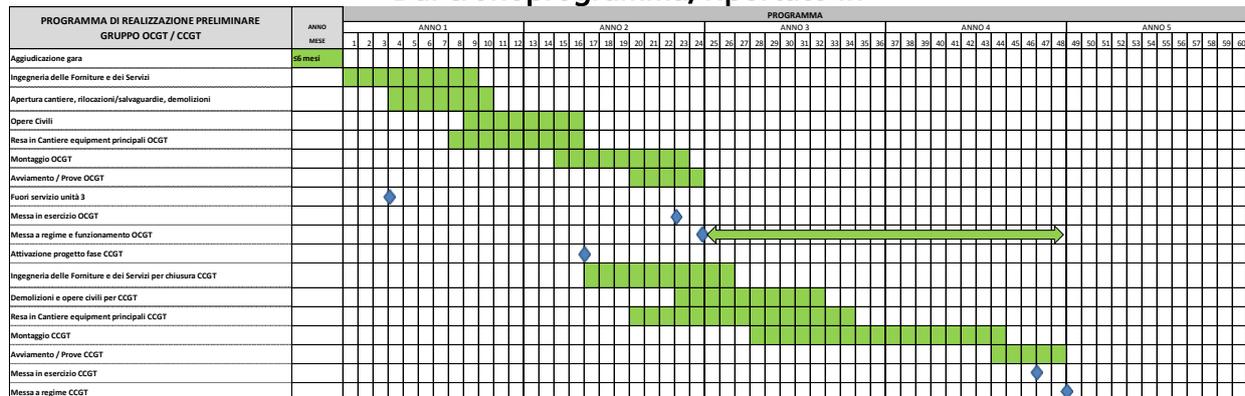


Figura 8, si evince un periodo dedicato alle opere civili di circa 8 mesi per la prima fase, e di circa 10 mesi per la seconda fase.

La costruzione dell'impianto in 2 fasi, con ciclo aperto e sua successiva fase operativa di 2 anni durante i quali avviene la realizzazione della chiusura del ciclo combinato, ha il benefico effetto di ridurre le condizioni di forte concentrazione di macchinari, maestranze ed attività di cantiere, diluendole su un periodo più lungo. Il programma cronologico evidenzia, infatti, come le fasi potenzialmente più impattanti anche sul comparto acustico (ad esempio le opere civili) avvengano in periodi ben distinti. La possibilità di eseguire i lavori in due fasi così distinte comporta i seguenti vantaggi:

- le lavorazioni più critiche come le opere civili (fondazioni) e i montaggi meccanici (montaggio camino di *by-pass* e montaggio del HRSG) sono maggiormente diluite nel tempo, consentendo quindi una miglior programmazione delle attività di cantiere ed un ridotto carico di manodopera su aree di impianto che, diversamente, risulterebbero sovraccariche;
- minori emissioni sonore dai mezzi d'opera, considerata la non contemporaneità di molte lavorazioni e, di conseguenza, il minor impatto complessivo delle attività di realizzazione.

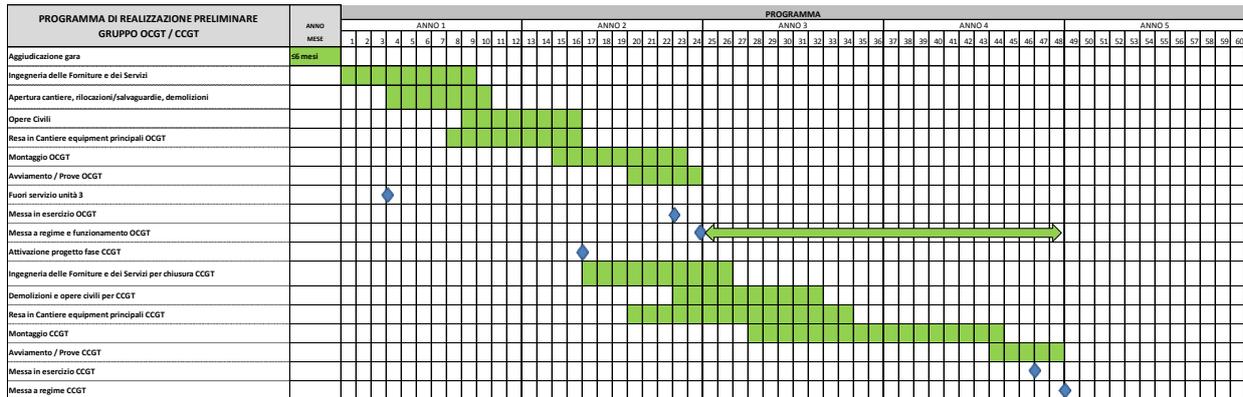


Figura 8 – C.le di La Spezia – Cronoprogramma degli interventi.

5.2 Valutazione previsionale

Il rumore di un'area di cantiere per la realizzazione di un impianto termoelettrico è generato prevalentemente dai macchinari utilizzati per le diverse attività e dal traffico indotto.

I potenziali impatti sulla componente rumore si riferiscono quindi essenzialmente alle emissioni sonore generate dalle macchine operatrici utilizzate per la predisposizione del sito, per la realizzazione degli scavi di fondazione, per la movimentazione terra e la sistemazione delle aree, per il montaggio dei vari componenti e dai mezzi di trasporto coinvolti.

Per i mezzi indicati al § 5.1.3, l'emissione sonora del propulsore e del condotto di scarico dei gas combusti è di solito la componente più significativa del rumore; alcune macchine operatrici generano rumore anche per effetto della lavorazione che svolgono.

Nell'evoluzione di un cantiere per la realizzazione di una unità termoelettrica, si possono distinguere, da un punto di vista della tipologia delle emissioni acustiche, cinque diverse fasi:

1. preparazione del sito,
2. lavori di scavo,
3. lavori di fondazione,
4. lavori di edificazione dei fabbricati e montaggi,
5. finiture, pavimentazione e pulizia.

Nelle prime due fasi il macchinario utilizzato è composto quasi esclusivamente da macchine movimento terra (escavatori, pale, trattori, grader, rulli compressori, etc.) e da autocarri.

Nelle fasi successive intervengono nel cantiere macchine movimento materiali (gru, gru semoventi), macchine stazionarie (pompe, generatori, compressori) e macchine varie (seghe, trapani, imbullonatrici, martelli pneumatici, etc.). Il rumore emesso da dette macchine differisce da modello a modello ed è funzione del tipo di attività che viene svolta. Il rumore complessivo generato da un cantiere dipende quindi dal numero e dalla tipologia delle macchine in funzione in un determinato momento e dal tipo di attività svolta; l'intensità dipende sia dal momento della giornata considerata sia dalla fase in cui il cantiere si trova ed è caratterizzata da rumori di tipo non costante, anche se talora di elevata energia.

La composizione del traffico veicolare indotto dalla costruzione dell'unità in oggetto è articolata in una quota di veicoli leggeri per il trasporto delle maestranze, ed una quota traffico pesante connesso all'approvvigionamento dei grandi componenti e della fornitura di materiale da costruzione. I mezzi impiegati a tale scopo possono essere veicoli commerciali furgonati o con cassone, autocarri di diversa taglia per portata e numero di

assi, o autoarticolati per trasporti particolari, oltre ovviamente a mezzi specializzati come autobetoniere o autogru.

La produzione di rumore è limitata al normale orario lavorativo, nel solo periodo diurno. Tra le attività di realizzazione della centrale si sono valutate come più impattanti le attività di preparazione del sito e di scavo, che vedranno coinvolti macchinari destinati alla movimentazione terra. Per tali fasi verrà sviluppata una valutazione previsionale della rumorosità prodotta.

5.2.1 Macchinari impiegati – Livelli emissivi

Lo sviluppo della modellazione matematica delle attività di cantiere presuppone la conoscenza dei livelli emissivi dei principali macchinari coinvolti nelle lavorazioni, cioè del loro livello di potenza sonora in bande spettrali. A tale scopo si utilizzano anche dati di largo utilizzo in ambito tecnico o dati provenienti dai costruttori. Per il presente studio, la fonte informativa dei dati è rappresentata dalle schede di potenza sonora scaricabili dalla pagina Web dell'ente FSC, Formazione Sicurezza Costruzioni di Torino (<http://www.fsctorino.it/home/home-sicurezza/scr-bancadati-rpo/>). Tali schede furono elaborate alcuni anni or sono dall'allora Comitato Paritetico Territoriale per la Prevenzione Infortuni, l'Igiene e l'Ambiente di Lavoro di Torino e Provincia (C.P.T.), successivamente confluito in FSC; esse sono basate su una estesa campagna sperimentale condotta su diverse tipologie di macchinari.

I macchinari considerati per la simulazione dell'emissione sonora delle attività, con i rispettivi livelli di potenza sonora, sono riportati in Tabella 15. La composizione del parco mezzi considerato si basa sull'esperienza maturata per cantieri industriali di impianti di produzione elettrica.

Per la simulazione del cantiere ci si è basati sullo scenario tridimensionale predisposto per la simulazione della fase di esercizio; i macchinari sono stati simulati con sorgenti puntuali dislocate sull'area di intervento.

Tabella 15 -Sorgenti sonore inserite nella modellazione della fase cantieristica di preparazione del sito e scavo e relativo livello di potenza sonora.

Sorgente	N°	Livello Potenza sonora [dB(A)]	% utilizzo	Fonte dei dati
Escavatore cingolato (124 kW)	3	107.2	100	Banca Dati CPT, rif.: 937-(IEC-54)-RPO-01
Pala caricatrice gommata (134 kW)	2	102.3	100	Banca Dati CPT, rif.: 970-(IEC-64)-RPO-01
Autocarro ribaltabile da 20 m ³ (pot. 230 kW)	4	101.1	100	Banca Dati CPT, rif.: 948-(IEC-14)-RPO-01
Rullo compattatore (101 kW)	1	113.1	100	Banca Dati CPT, rif.: 979-(IEC-62)-RPO-01
Motolivellatrice (motorgrader)	1	104.9	100	Banca Dati CPT, rif.: 959-(IEC-61)-RPO-01

Il livello di potenza sonora complessivo, dato dalla somma dei livelli di potenza sonora delle singole macchine inserite nella simulazione, è pari a circa 117 dB(A).

Le attività di cantiere avranno luogo nell'ambito del normale orario lavorativo diurno di 8 ore, quindi per il calcolo del livello di immissione, relativo al periodo diurno (ore 06:00÷22:00), occorrerebbe considerare l'effettivo funzionamento delle sorgenti rispetto all'intero tempo di riferimento diurno, pari a 16 ore. Inoltre, sulla base dei dati progettuali, si dovrebbe stimare una % di utilizzo, ossia la quantità di tempo di effettivo

funzionamento delle macchine considerate e quindi il tempo in cui viene effettivamente prodotta l'emissione sonora nell'ambito del loro periodo d'impiego¹⁶. Nella simulazione, in termini ampiamente cautelativi si sono ignorati entrambi questi aspetti, considerando quindi tutte le sorgenti attive con continuità sull'intero TR diurno.

Sulla base di tali dati emissivi, sfruttando lo scenario tridimensionale di simulazione predisposto in SoundPLAN, è stato effettuato un calcolo del rumore ambientale durante le attività descritte, presso i ricettori già considerati nello studio.

5.2.2 Risultati del calcolo

Nella seguente Tabella è riportato il livello d'immissione specifica del cantiere L_{cant} calcolato dal modello alimentato con le sorgenti di cui alla Tabella 15 per i punti rappresentativi di potenziali ricettori. Si indica anche il livello assoluto di immissione secondo la classe di appartenenza dei punti di misura.

I livelli indicati presso i punti I01÷I08, RS1 rappresentano la media dei livelli previsti alle diverse altezze di calcolo.

Tabella 16 - Livello di immissione specifica prodotto dal cantiere per le fasi di predisposizione del sito e scavi – Valori in dB(A)

Punto	Contributo cantiere L_{cant}	Limite assoluto di immissione (DPCM 14/11/1997)
I01	39.0	65
I02	43.7	60
I03	45.0	60
I04	51.1	60
I08	42.8	60
RS1	43.7	55

Le considerazioni esposte dimostrano come, anche con le assunzioni ampiamente cautelative indicate, il rumore prodotto dal cantiere per la realizzazione della nuova unità SP5 sui potenziali ricettori risulti, nel complesso, di ridotta entità ed ampiamente compatibile con i limiti assoluti di immissione secondo la classificazione acustica approvata in tutti punti.

Eventuali circoscritte fasi realizzative con lavorazioni rumorose potranno essere gestite con lo strumento della richiesta di deroga al rispetto dei limiti per attività a carattere temporaneo, da inoltrare, secondo le modalità stabilite, all'Amministrazione Comunale competente.

L'impatto delle attività costruttive sulla rumorosità ambientale deve inoltre tenere conto dell'incremento del traffico indotto dall'attività di costruzione della centrale. Pur in assenza di valutazioni specifiche, si può tuttavia ritenere che i flussi di traffico indotto (n°15 camion/giorno medi nel primo anno, a scendere nei successivi) non siano tali da comportare un significativo aumento della rumorosità rispetto a quella relativa alle attività di costruzione sopra stimata. Il traffico indotto previsto non altererà in modo significativo il numero di transiti che attualmente interessa la viabilità principale di accesso al sito.

¹⁶ Il valore 100% di attività effettiva significa assenza di pause tecniche durante il periodo d'impiego di una determinata apparecchiatura. L'effettivo periodo di emissione rumorosa di una macchina in un cantiere può essere inferiore perché vengono considerati i tempi necessari per gli spostamenti, i posizionamenti, le attese, le pause.

Per una rappresentazione delle immissioni specifiche in tutto il territorio circostante della fase realizzativa selezionata, sono state prodotte le mappe delle curve isofoniche. Il calcolo è stato eseguito ad un'altezza di 4 m dal suolo (Figura 5).

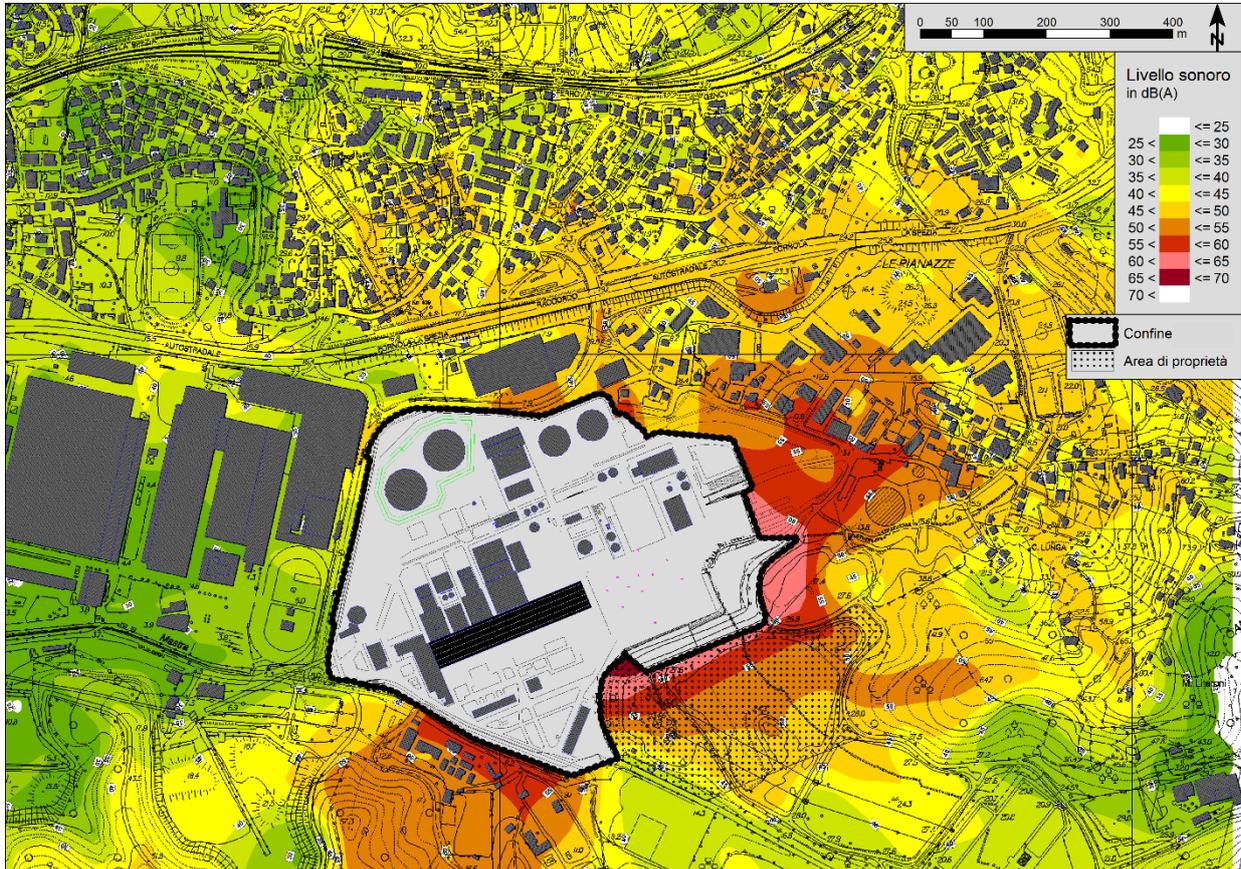


Figura 9 – C.le di La Spezia - -Cantiere per la realizzazione della nuova unità SP5 - Curve isofoniche di immissione specifica nell'area circostante all'altezza di 4 m dal suolo per la fase di preparazione del sito e scavo.

5.3 Misure gestionali di ottimizzazione dell'intervento

Enel richiederà alle ditte appaltatrici l'utilizzo di macchine ed impianti conformi alle direttive CE recepite dalla normativa nazionale¹⁷. Per tutte le attrezzature, comprese quelle non considerate nella normativa, dovranno essere mantenuti tutti gli accorgimenti già previsti dai produttori per renderne meno rumoroso l'utilizzo, quali, a titolo puramente esemplificativo, le carterature ed il confinamento in vani insonorizzati delle fonti sonore presenti sui mezzi (propulsore, riduttori meccanici, pompe idrauliche, ecc.), le pannellature fonoisolanti già installate sui mezzi, i rivestimenti fonoassorbenti, i silenziatori allo scarico,

¹⁷ La Direttiva 2000/14/CE sul ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri concernenti l'emissione acustica ambientale delle macchine ed attrezzature destinate a funzionare all'aperto, è stata modificata dalla Direttiva 2005/88/CE che ha modificato i livelli di potenza sonora ammessa. A livello nazionale si segnala il D.Lgs. 262 del 04/09/2002 "Attuazione della direttiva 2000/14/CE concernente l'emissione acustica ambientale delle macchine ed attrezzature destinate a funzionare all'aperto. Per adeguare il D.Lgs. 262/2002 a tali modifiche è stato emanato il DM 24/07/2006, reso efficace con comunicazione del 9 ottobre 2006, che ha modificato la Tabella dell'Allegato I - Parte B del D. Lgs. 262/2002. Successivamente il MATTM ha emanato il Decreto 04/10/2011 "Definizione dei criteri per gli accertamenti di carattere tecnico nell'ambito del controllo sul mercato di cui all'art. 4 del decreto legislativo 4 settembre 2002, n. 262 relativi all'emissione acustica ambientale delle macchine ed attrezzature destinate a funzionare all'aperto".

il trattamento acustico delle prese d'aria, eventuali dispositivi smorzanti, ecc. Dovranno inoltre essere attuati puntualmente gli interventi manutentivi previsti dal costruttore.

Relativamente alle modalità operative, le imprese saranno tenute a conformarsi alle seguenti indicazioni comportamentali generali:

- attuare modalità operative adeguate a ridurre l'impatto delle attività, quali ad esempio un oculato posizionamento di eventuali macchinari fissi (gruppi elettrogeni, compressori) nel cantiere, i quali dovranno essere del tipo insonorizzato;
- l'utilizzo di dispositivi di segnalazione acustica solo nei casi previsti dalle norme di sicurezza;
- l'imposizione di direttive agli operatori tali da evitare comportamenti inutilmente rumorosi;
- l'utilizzo di macchine movimento terra ed operatrici gommate, piuttosto che cingolate, con potenza minima appropriata al tipo di intervento.

6 CONCLUSIONI

Il progetto prevede, presso la Centrale di La Spezia, l'installazione di una nuova unità a ciclo combinato di recente concezione, intrinsecamente meno rumorosa di quella attuale; l'unità sarà denominata SP5 e andrà a sostituire l'esistente unità a carbone SP3. Si realizzerà una prima fase operativa, con l'esercizio della sola Turbina a Gas (funzionamento in ciclo aperto - OCGT), utilizzando il camino di *by-pass*, con una potenza prodotta di 560 MW_e e di una seconda fase operativa con l'esercizio del ciclo combinato (funzionamento in ciclo chiuso - CCGT).

Lo studio eseguito si è basato su un'ampia campagna sperimentale per la caratterizzazione del livello di rumore con l'attuale unità SP3 in servizio e fuori servizio eseguita da Enel nel 2018. I risultati di tale attività, insieme a quelli forniti dalla simulazione modellistica previsionale del rumore prodotto dalla nuova unità SP5, hanno consentito di valutarne l'impatto acustico e verificare il rispetto dei limiti di legge.

La Centrale ricade nel Comune di La Spezia, con l'eccezione di una piccola porzione nella zona Est, che appartiene al limitrofo Comune di Arcola, anch'esso in provincia di La Spezia. Entrambi i comuni sono dotati del Piano di Classificazione Acustica del proprio territorio. Lo studio ha riguardato l'insieme dei punti considerati nell'ambito della campagna sperimentale.

La valutazione degli impatti è stata predisposta sia per la fase 1, con il gruppo TG in ciclo aperto, che per la fase 2, ossia con il funzionamento dell'unità SP5 in ciclo combinato.

Il contributo della nuova unità su tutti questi punti risulterà minore del valore più restrittivo dei limiti di emissione, secondo la rispettiva classe acustica di appartenenza. Nella zona di Fossamastra e presso il quartiere Pagliari, il contributo della nuova unità si conferma come ampiamente trascurabile e tali zone non sono state considerate nella valutazione dei limiti di immissione.

I livelli d'immissione, calcolati come somma energetica dei livelli rilevati con l'unità SP3 non in servizio e dei livelli calcolati dal modello per il nuovo ciclo combinato SP5, risultano, in tutti i punti di misura circostanti la centrale, minori dei relativi limiti assoluti, sia in periodo diurno che notturno per entrambi gli assetti. L'unica eccezione è rappresentata da una postazione ove la valutazione mostra il superamento del limite notturno. È evidente tuttavia come tale superamento sia da attribuire al livello di rumore residuo, già superiore al limite stesso, e non al contributo della nuova unità, del tutto trascurabile.

Il criterio differenziale, valutato come differenza aritmetica tra il livello di immissione *post operam* e l'analogo valore *ante operam* presso le localizzazioni rappresentative di potenziali ricettori, risulterà ovunque minore del limite più restrittivo, pari a 3 dB(A), stabilito dal DPCM 14/11/1997 per il periodo notturno.

Nella maggior parte dei punti di misura presi in esame, il livello di immissione *post operam* risulterà, specie in periodo notturno in calo rispetto al corrispondente livello *ante operam*, ad indicare una sostanziale riduzione del contributo della centrale nell'assetto futuro nell'ambiente circostante. Ciò sarà dovuto soprattutto alla nuova tipologia di unità produttiva, di recente concezione e di elevata efficienza, intrinsecamente meno rumorosa di quella attuale.

Circoscritte situazioni di incremento sono prevalentemente dovute ai livelli di rumore attribuiti alle sorgenti "non Enel", secondo i dati sperimentali disponibili.

Lo studio comprende anche la valutazione del rumore prodotto dal cantiere, per la fase di preparazione del sito e di scavo, ritenute quelle più impattanti dal punto di vista dell'inquinamento acustico, a causa della presenza di macchine operatrici per il movimento

terra. La simulazione è stata condotta, anche in questo caso, con criteri conservativi, ossia assumendo il funzionamento contemporaneo e continuativo di tutti i macchinari per l'intero tempo di riferimento diurno. Nonostante ciò, si ha il rispetto dei limiti assoluti di immissione per tutti i punti. Limitate fasi con lavorazioni rumorose potranno essere gestite con lo strumento della deroga per attività temporanee.

Si conclude quindi la piena compatibilità dell'opera con i limiti di legge in relazione all'inquinamento acustico sia per la condizione di esercizio che per quella di cantiere.

APPENDICE

Quadro di riferimento normativo

Le emissioni sonore, che accompagnano normalmente qualsiasi tipo d'attività, producono un "inquinamento acustico" quando, secondo la definizione dell'art. 2 della Legge 26 ottobre 1995, n. 447, sono tali da *"provocare fastidio o disturbo al riposo ed alle attività umane, pericolo per la salute umana, deterioramento degli ecosistemi, dei beni materiali, dei monumenti, dell'ambiente abitativo o dell'ambiente esterno o tale da interferire con le legittime fruizioni degli ambienti stessi"*.

Il fenomeno delle emissioni sonore è stato disciplinato nel tempo da diversi provvedimenti normativi che avevano definito, fra l'altro, i limiti d'esposizione e previsto le modalità di misurazione del rumore; è stata tuttavia la citata Legge 447/95 *"Legge quadro sull'inquinamento acustico"* che ha fornito una disciplina organica in materia, creando le condizioni per un più articolato sistema normativo.

La completa operatività della legge quadro (Legge 447/95) è legata all'emissione, oramai completata, di un consistente numero di decreti ministeriali integrativi e all'attuazione degli adempimenti da questi previsti. Alle Regioni, Province e Comuni la legge attribuisce principalmente compiti di programmazione e di pianificazione degli interventi di risanamento.

Particolarmente rilevante ai fini dell'applicazione della legge quadro è il DPCM 14 novembre 1997 *"Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore"*, che stabilisce, ai sensi dell'art. 2 della Legge 447/95, i valori limite di emissione¹⁸, di immissione¹⁹, di attenzione e di qualità da riferire al territorio nelle sue differenti destinazioni d'uso (Tabella A allegata al decreto):

- classe I - aree particolarmente protette;
- classe II - aree destinate ad uso prevalentemente residenziale;
- classe III - aree di tipo misto;
- classe IV - aree di intensa attività umana;
- classe V - aree prevalentemente industriali;
- classe VI - aree esclusivamente industriali.

I valori da non superare per le "emissioni", sono relativi al rumore prodotto da ogni singola "sorgente"²⁰ presente sul territorio, mentre i valori limite per le "immissioni" sono relativi al rumore determinato dall'insieme di tutte le sorgenti presenti nel sito.

Sia i limiti massimi assoluti di immissione che i limiti di emissione sono da valutare in relazione ai tempi di riferimento (TR) diurno (ore 06.00÷22.00) e notturno (ore 22.00÷06.00).

In particolare, i valori limite assoluti di immissione ai ricettori, espressi come livello equivalente (L_{eq}) in dB(A) (art. 3, DPCM 14 novembre 1997), sono riportati nella seguente tabella.

¹⁸ Valori limite di emissione: il valore massimo di rumore che può essere emesso da una sorgente sonora, misurato in prossimità della sorgente stessa

¹⁹ Valori limite di immissione: il valore massimo di rumore che può essere immesso da una o più sorgenti sonore nell'ambiente abitativo o nell'ambiente esterno, misurato in prossimità dei ricettori

²⁰ Per "sorgente" s'intende anche un insieme di sorgenti acustiche purché appartenenti allo stesso processo produttivo o funzionale

Tabella 17 - Valori limite assoluti di immissione – L_{eq} in dB(A) (DPCM 14 novembre 1997)

Classi di destinazione d'uso del territorio	Tempi di riferimento (T_r)	
	Diurno (06.00-22.00)	Notturmo (22.00-06.00)
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

Nella seguente tabella sono riportati i valori limite di emissione.

Tabella 18 - Valori limite di emissione – L_{eq} in dB(A) (DPCM 14 novembre 1997)

Classi di destinazione d'uso del territorio	Tempi di riferimento (TR)	
	Diurno (06.00-22.00)	Notturmo (22.00-06.00)
I - aree particolarmente protette	45	35
II - aree prevalentemente residenziali	50	40
III - aree di tipo misto	55	45
IV - aree di intensa attività umana	60	50
V - aree prevalentemente industriali	65	55
VI - aree esclusivamente industriali	65	65

I limiti di emissione, pari a 5 dB in meno dei corrispondenti limiti di immissione, costituiscono un aspetto controverso nella legislazione italiana in materia di inquinamento acustico. Infatti, mentre la Legge Quadro 447/95 definisce il limite di emissione come *“il valore massimo di rumore che può essere emesso da una sorgente sonora, misurato in prossimità della sorgente stessa”*, il DPCM 14/11/1997, con riferimento ai limiti di emissione, stabilisce che *“i rilevamenti e le verifiche sono effettuati in corrispondenza degli spazi utilizzati da persone e comunità”*.

Nel presente documento i limiti sono valutati presso le abitazioni, confrontando il livello calcolato dal modello con i limiti di emissione della relativa classe d'appartenenza.

La legislazione si è recentemente arricchita di un nuovo elemento, il D.Lgs. 17/02/2017 n.42 *“Disposizioni in materia di armonizzazione della normativa nazionale in materia di inquinamento acustico”*. Questo testo, al Capo III art.9, riporta alcune modifiche alla Legge 447/95. Tra queste si segnala l'introduzione del parametro *“sorgente sonora specifica”*²¹ e del *“valore limite di immissione specifico”*. L'introduzione di tali parametri, la cui piena operatività richiede tuttavia l'aggiornamento dei decreti esistenti, ad oggi non realizzato,

²¹ Art. d-bis): *“sorgente sonora specifica: sorgente sonora selettivamente identificabile che costituisce la causa del potenziale inquinamento acustico e che concorre al livello di rumore ambientale”*.

sembra volto a dirimere l'ambiguità terminologica relativa al livello di emissione, definendo il valore limite di immissione specifico come il *"valore massimo del contributo della sorgente sonora specifica misurato in ambiente esterno ovvero in facciata al ricettore"*. Benché non siano noti i criteri di applicazione di tali limiti e neppure i relativi valori numerici, è ragionevole ritenere che i limiti di immissione specifica (probabilmente coincidenti con gli attuali limiti di emissione di cui alla Tabella B del DPCM 14/11/1997) siano da valutare anche presso le abitazioni, confrontando il livello dovuto alla sorgente sonora specifica con i limiti di emissione della relativa classe d'appartenenza. Questo approccio, peraltro, è già in uso presso alcune ARPA.

Oltre ai limiti assoluti precedentemente richiamati, i nuovi impianti industriali devono rispettare anche i valori limite differenziali di immissione in corrispondenza degli ambienti abitativi individuati quali ricettori. I valori stabiliti per questi limiti sono pari a + 5 dB(A) per il periodo diurno e a + 3 dB(A) per il periodo notturno. Tali valori non si applicano nelle aree in classe VI (esclusivamente industriali) e nel caso in cui le misure ai ricettori risultino inferiori ai valori minimi di soglia precisati dal decreto.

Il DM 16/03/98 definisce le tecniche di rilevamento da adottare per la misurazione dei livelli di emissione ed immissione acustica, dell'impulsività dell'evento, della presenza di componenti tonali e/o di bassa frequenza.

Tra gli altri decreti attuativi emanati a seguito della Legge Quadro si segnala il DPR 30/03/2004, n. 142 "Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447". Quest'ultimo attua quanto previsto dal DPCM 14.11.97. In tale decreto si evinceva infatti che le sorgenti sonore costituite dalle arterie stradali, all'esterno delle rispettive fasce di pertinenza²², "concorrono al raggiungimento dei limiti assoluti di immissione", mentre all'interno di queste esse sono regolamentate da apposito decreto, per l'appunto, il D.P.R. 30 marzo 2004, n. 142.

Questo documento, sulla falsariga dell'analogo decreto per le infrastrutture ferroviarie (D.P.R. 459), stabilisce, all'Allegato 1, l'estensione delle fasce di pertinenza (Fascia di pertinenza acustica) per le diverse tipologie di infrastruttura²³ sia esistenti che di nuova realizzazione ed indica i valori limite di immissione diurni e notturni delle infrastrutture stradali per ricettori sensibili (scuole, ospedali, case di cura e di riposo) e per gli altri ricettori all'interno della fascia di pertinenza.

Leggi regionali

Le principali leggi regionali inerenti il tema dell'inquinamento acustico sono le seguenti:

- Legge Regionale Liguria n.12 - 20 marzo 1998 - "Disposizioni in materia di inquinamento acustico". Bollettino ufficiale regionale del 15/04/1998 n. 6.
- D.G.R. n.2510 - 18 dicembre 1998 - "Definizione degli indirizzi per la predisposizione di regolamenti comunali in materia di attività all'aperto e di attività temporanee di cui all'art.2 comma 2 lettera I), L.r.n.12 1998-Disposizioni in materia di inquinamento acustico".

²² Fascia di pertinenza acustica: striscia di terreno misurata in proiezione orizzontale, per ciascun lato dell'infrastruttura, a partire dal confine stradale, per la quale il decreto stabilisce i limiti di immissione del rumore.

²³ Infrastruttura stradale: l'insieme della superficie stradale, delle strutture e degli impianti di competenza dell'ente proprietario, concessionario o gestore necessari per garantire la funzionalità e la sicurezza della strada stessa. Le infrastrutture stradali sono definite dall'articolo 2 del decreto legislativo n. 285 del 1992, e successive modificazioni: A. autostrade, B. strade extraurbane principali, C. strade extraurbane secondarie, D. strade urbane di scorrimento, E. strade urbane di quartiere, F. strade locali

- D.G.R. n.534 - 28 maggio 1999 - "Criteri per la redazione della documentazione di impatto acustico e della documentazione previsionale di clima acustico ai sensi dell'art. 2, comma 2, della L.R. 20.3.1998, n. 12".
- D.G.R. n.1585 - 23 dicembre 1999 - "Definizione dei criteri per la classificazione acustica e per la predisposizione e adozione dei piano comunali di risanamento acustico - Soppressione artt.17 e 18 delle disposizioni approvate con DGR 1977 del 16.6.1995".
- D.G.R. n.18 - 13 gennaio 2000.
- Deliberazione di Giunta regionale n.752 del 28 giugno 2011 Modifica della DGR n.2510 del 18 dicembre 1998.

Strumentazione utilizzata

I rilievi sono stati eseguiti con le catene di misura descritte nella seguente tabella, tarate e calibrate in accordo con quanto prescritto.

Tabella 19 – Strumentazione utilizzata per le misure

Strumento	Produttore / Tipo	Matricola costruttore	Estremi certificato
Fonometro	Larson Davis tipo 831	N° 0002717	Certif. LAT 16314913-A del 15/11/2016 (fonometro) emesso da LAT N° 163 (Skylab s.r.l.). Certif. LAT 16314914-A del 15/11/2016 (banco filtri) emesso da LAT N° 163 (Skylab s.r.l.).
Fonometro	Larson Davis tipo 831	N° 0003490	Certif. LAT 16314928-A del 16/11/2016 (fonometro) emesso da LAT N° 163 (Skylab s.r.l.). Certif. LAT 16314929-A del 16/11/2016 (banco filtri) emesso da LAT N° 163 (Skylab s.r.l.).
Fonometro	Larson Davis tipo 831	N° 0003464	Certif. LAT 16314922-A del 15/11/2016 (fonometro) emesso da LAT N° 163 (Skylab s.r.l.). Certif. LAT 16314923-A del 15/11/2016 (banco filtri) emesso da LAT N° 163 (Skylab s.r.l.).
Fonometro	Larson Davis tipo 831	N° 0003779	Certif. LAT 16314925-A del 15/11/2016 (fonometro) emesso da LAT N° 163 (Skylab s.r.l.). Certif. LAT 16314926-A del 15/11/2016 (banco filtri) emesso da LAT N° 163 (Skylab s.r.l.).
Fonometro	Larson Davis tipo 831	N° 0003771	Certif. LAT 16315052-A del 05/12/2016 (fonometro) emesso da LAT N° 163 (Skylab s.r.l.). Certif. LAT 16315053-A del 05/12/2016 (banco filtri) emesso da LAT N° 163 (Skylab s.r.l.).
Fonometro	Larson Davis tipo 831	N° 0003775	Certif. LAT 16314916-A del 15/11/2016 (fonometro) emesso da LAT N° 163 (Skylab s.r.l.). Certif. LAT 16314917-A del 15/11/2016 (banco filtri) emesso da LAT N° 163 (Skylab s.r.l.).
Fonometro	Larson Davis tipo 831	N° 0003745	Certif. LAT 16315013-A del 25/11/2016 emesso da LAT N° 163 (Skylab s.r.l.). Certif. LAT 16314914-A del 15/11/2016 (banco filtri) emesso da LAT N° 163 (Skylab s.r.l.).

Strumento	Produttore / Tipo	Matricola costruttore	Estremi certificato
Fonometro	Larson Davis tipo 831	N° 0002713	Certif. LAT 16314910-A del 15/11/2016 (fonometro) emesso da LAT N° 163 (Skylab s.r.l.). Certif. LAT 16314911-A del 15/11/2016 (banco filtri) emesso da LAT N° 163 (Skylab s.r.l.).
Calibratore microfonico	Larson Davis Cal200	N° 11675	Certif. LAT 16315144-A del 09/01/2017 emesso da LAT N° 163 (Skylab s.r.l.).
Calibratore microfonico	Larson Davis Cal200	N° 11676	Certif. LAT 16315147-A del 09/01/2017 emesso da LAT N° 163 (Skylab s.r.l.).
Centralina meteo	Davis Instruments tipo Vantage pro 2	n. serie A10301A020	n.a.
Termometro digitale	RS 180-7111	s/n. L986567	n.a.
GPS	MAGELLAN tipo TRITON 2000	(GISA) 08671	n.a.

L'incertezza di misura relativa a tale catena (considerando anche gli errori di tipo casuale) risulta essere di $\pm 0,5$ dB.

Il trasferimento dei risultati dalla memoria interna del fonometro LD 831 e le successive elaborazioni sono state eseguite mediante il software dedicato Larson Davis "NOISE & VIBRATION WORKS" ver. 2.9.9.

Descrizione del modello utilizzato

Le simulazioni acustiche sono state eseguite mediante un modello matematico previsionale, in grado di ricostruire, dai dati di potenza sonora espressi in banda d'ottava o di terzi d'ottava, la propagazione acustica in ambiente esterno e calcolare il livello di pressione sonora sia presso singoli punti recettori che in tutta l'area circostante le sorgenti. Sono prese in considerazione le attenuazioni prodotte dall'ambiente stesso per mezzo dell'orografia, delle qualità acustiche del terreno, della presenza di ostacoli e/o barriere schermanti.

Nella presente applicazione è stato utilizzato il modello matematico SoundPLAN²⁴ ver. 7.4, sviluppato dalla Braunstein+Berndt, GmbH, che appartiene alla categoria dei modelli basati sul metodo di calcolo "ray-tracing" e permette di valutare le attenuazioni secondo le diverse normative nazionali ed internazionali. Per l'applicazione in oggetto, il calcolo è stato effettuato in conformità alla norma UNI ISO 9613-2²⁵. In linea con tale standard, il modello SoundPLAN non tiene conto dei fenomeni di meteorologia locale, ma calcola i livelli d'immissione in condizioni leggermente favorevoli alla propagazione in modo da avere una stima conservativa della rumorosità ambientale²⁶.

²⁴ <http://www.soundplan.eu/english>

²⁵ UNI ISO 9613-2:2006 "Acustica - Attenuazione sonora nella propagazione all'aperto - Metodo generale di calcolo"

²⁶ Al § 1 della ISO 9613-2 si legge: "The method predicts the equivalent continuous A-weighted sound pressure level [...] under meteorological conditions favourable to propagation from sources of known sound emission. These conditions are for downwind propagation as specified in 5.4.3.3 of ISO 1996-2: 1987". Al § 5 della ISO 9613-2 si legge: "Downwind propagation condition, for the method specified in this part of ISO 9613 are

Il codice di calcolo SoundPLAN stima l'andamento della propagazione sonora considerando:

- l'attenuazione del segnale dovuta alla distanza tra sorgente e ricevitore;
- l'attenuazione causata dall'eventuale presenza di ostacoli schermanti;
- le riflessioni sul terreno;
- le riflessioni e la diffrazione provocate da edifici, ostacoli, barriere.

Il codice di calcolo descritto è dunque in grado sia di fornire la stima del livello di pressione sonora in corrispondenza di postazioni puntuali, sia di valutare l'andamento delle curve di isolivello del rumore su un'area ritenuta significativa. Il calcolo viene condotto in termini spettrali in banda d'ottava, come stabilito dalla normativa citata, o in bande di terzi d'ottava.

L'impiego del codice di calcolo si compone di alcune fasi:

- caratterizzazione geometrica dell'ambiente oggetto di studio, ovvero introduzione della morfologia del terreno tramite le curve di isolivello o reticoli di punti quotati;
- localizzazione, dimensionamento e assegnazione di parametri specifici ai principali ostacoli alla propagazione acustica (edifici, barriere naturali);
- individuazione delle sorgenti sonore attraverso la valutazione del loro livello di potenza, dello spettro in frequenza e dell'eventuale direttività;
- definizione dei più significativi parametri atmosferici: temperatura dell'aria in gradi Celsius ed umidità relativa espressa in percentuale;
- individuazione dei ricevitori, in corrispondenza dei quali si desidera effettuare il calcolo del livello di pressione sonora.

[...] namely wind direction within an angle of $\pm 45^\circ$ of the direction connecting the centre of the dominant sound source and the centre of the specified receiver region, with the wind blowing from source to receiver, and wind speed between approximately 1 m/s and 5 m/s, measured at a height of 3 m to 11 m above the ground. The equations for calculating the average downwind sound pressure level $L_{AT(DW)}$ in this part of ISO 9613, including the equations for attenuation given in clause 7, are the average for meteorological conditions within these limits". These equations also hold, equivalently, for average propagation, under a well-developed moderate ground-based temperature inversion, such as commonly occurs on clear, calm nights."