

## RAPPORTO

USO RISERVATO APPROVATO B8016959

**Cliente** Enel Produzione S.p.A.

**Oggetto** Centrale Termoelettrica "Federico II" di Brindisi Sud  
Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuove unità a gas  
  
Studio Preliminare Ambientale (art.19 D.Lgs 152/2006 e ss.mm.ii.)  
Allegato C - Valutazione di impatto acustico.

**Ordine** A.Q. 8400101944, attivazione N. 3500026086 del 13.11.2018

**Note** WBS A1300001398  
Lettera di trasmissione B9009086

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

**N. pagine** 56 **N. pagine fuori testo** 0

**Data** 10/05/2019

**Elaborato** ESC - Lamberti Marco, ESC - Ziliani Roberto, ESC - De Bellis Caterina  
B8016959 3728 AUT B8016959 3754 AUT B8016959 92853 AUT

**Verificato** ESC - Pertot Cesare  
B8016959 3840 VER

**Approvato** ESC - Il Responsabile - Pertot Cesare  
B8016959 3840 APP

### CESI S.p.A.

Via Rubattino 54  
I-20134 Milano - Italy  
Tel: +39 02 21251  
Fax: +39 02 21255440  
e-mail: info@cesi.it  
www.cesi.it

Capitale sociale € 8.550.000 interamente versato  
C.F. e numero iscrizione Reg. Imprese di Milano 00793580150  
P.I. IT00793580150  
N. R.E.A. 429222

© Copyright 2019 by CESI. All rights reserved

## *Indice*

<b>1</b>	<b>PREMESSA E SCOPI</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>APPROCCIO METODOLOGICO</b>	<b>4</b>
2.1	Analisi del contesto territoriale	5
2.2	Descrizione degli interventi previsti	6
2.3	Quadro di riferimento normativo e zonizzazione acustica	7
<b>3</b>	<b>CARATTERIZZAZIONE ACUSTICA DELLA SITUAZIONE ANTE OPERAM</b>	<b>9</b>
3.1	Campagna sperimentale	10
3.1.1	Punti di misura	10
3.1.2	Parametri di misura	12
3.1.3	Circostanze di misura	13
3.1.4	Strumentazione utilizzata	14
3.1.5	Metodica di misura	14
3.1.6	Criteri di elaborazione dei dati e di calcolo dei parametri di riferimento	15
3.1.7	Risultati dei rilievi	15
<b>4</b>	<b>IMPATTO ACUSTICO DELLA NUOVA OPERA IN FASE DI ESERCIZIO</b>	<b>18</b>
4.1	Predisposizione del modello	18
4.1.1	Orografia	19
4.1.2	Punti di calcolo	19
4.1.3	Rappresentazione modellistica della nuova unità a ciclo combinato	19
4.1.4	Parametri di calcolo	26
4.2	Risultati delle simulazioni	27
4.2.1	Calcolo su specifici ricettori	27
4.2.2	Mappe isofoniche	28
4.3	Verifica dei limiti di legge	32
4.3.1	Limiti assoluti e differenziale di immissione	32
4.3.2	Limite di emissione	37
<b>5</b>	<b>IMPATTO ACUSTICO IN FASE DI REALIZZAZIONE DELLA NUOVA OPERA</b>	<b>39</b>
5.1	Caratteristiche generali del cantiere e delle lavorazioni	39
5.2	Aree di cantiere	40
5.3	Fasi di lavoro	41
5.4	Risorse utilizzate per la costruzione	42
5.5	Caratteristiche emissive del cantiere	42
5.5.1	Macchinari impiegati – Livelli emissivi	44
5.5.2	Risultati del calcolo previsionale	45
<b>6</b>	<b>CONCLUSIONI</b>	<b>49</b>
<b>APPENDICE</b>		<b>51</b>
	Quadro di riferimento normativo	51
	Strumentazione	54
	Descrizione del modello utilizzato	55

## STORIA DELLE REVISIONI

Numero revisione	Data	Protocollo	Lista delle modifiche e/o dei paragrafi modificati
00	10/05/2019	B8016959	Prima emissione

### 1 PREMESSA E SCOPI

La Centrale termoelettrica Federico II (Brindisi Sud) di Enel Produzione S.p.A. sorge nel territorio del Comune di Brindisi in Località Cerano di Tuturano, frazione a Sud del capoluogo di provincia ed è raccordata alla S.S. 613 Brindisi-Lecce tramite alcune strade provinciali.

Con decreto M.I.C.A. del 24/06/2982 è stata autorizzata la costruzione ed esercizio della centrale a carbone ed olio combustibile, della potenza nominale continua di 2640 MW articolata su quattro sezioni di tipo monoblocco, ciascuna della potenza nominale continua di 660 MW<sub>e</sub> ciascuna, entrate in servizio tra ottobre 1991 e ottobre 1993. Nel 1998 su tutti i gruppi sono installati impianti di DeNOx e DeSOx.

L'impianto subito negli anni rilevanti modifiche impiantistiche, rese necessarie, tra l'altro, per rispettare i più stringenti limiti di emissione in atmosfera, conseguire la poli-combustibilità delle caldaie ed adeguare le infrastrutture di logistica di approvvigionamento combustibili.

Il nuovo progetto prevede la realizzazione nell'area di impianto esistente di nuove unità a gas in configurazione due su uno; la configurazione prevede 2 turbine a gas e relative caldaie a recupero (GVR) che si collegano a una sola turbina a vapore, taglia massima complessiva di circa 1680 MW<sub>e</sub>. L'intervento prevede tre fasi di realizzazione: le prime due prevedono l'installazione delle unità in ciclo aperto (OCGT) (solo turbina a gas), la terza fase prevede l'installazione di due caldaie a recupero e una turbina a vapore che consentiranno l'esercizio in ciclo chiuso (OCGT). Tutte le unità a carbone esistenti saranno poste fuori servizio all'entrata del primo OCGT.

Il nuovo ciclo combinato presenta le caratteristiche tecniche/operative idonee per inserirsi nel contesto energetico nazionale ed europeo, nell'ottica di garantire la continua evoluzione e transizione energetica verso la riduzione della generazione elettrica da fonti maggiormente inquinanti – nell'ottica di traguardare gli obiettivi strategici di decarbonizzazione - e contemperando la salvaguardia strutturale degli equilibri della rete elettrica.

Il nuovo gruppo in ciclo combinato si chiamerà Brindisi BS1, i due treni di potenza (turbogas e GVR) saranno denominati rispettivamente BS1A e BS1B.

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

## 2 APPROCCIO METODOLOGICO

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

- Fase 1:** unità turbogas 1A in ciclo aperto su camino di *by-pass*, con la messa fuori servizio di tutte le unità a carbone (BS1, BS2, BS3 e BS4).
- Fase 2:** funzionamento TG1A e TG1B in ciclo aperto su camino di *by-pass*, fuori servizio di tutte le unità a carbone (BS1, BS2, BS3 e BS4).
- Fase 3:** funzionamento in ciclo combinato BS1A e BS1B (configurazione 2+1); fuori servizio di tutte le unità a carbone (BS1, BS2, BS3 e BS4).

La stima dell'impatto acustico della nuova opera<sup>1</sup>, in accordo con la norma UNI 11143<sup>2</sup>, è stata condotta in due fasi:

- caratterizzazione acustica della situazione attuale sulla base dei dati sperimentali disponibili;
- stima previsionale dei livelli sonori prodotti dalle nuove opere nei tre scenari 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 una campagna di misura eseguita nell'ottobre 2016 e descritta al § 3.

La stima degli effetti della centrale termoelettrica sul rumore ambientale è stata effettuata considerando gli impianti attivi in continuo, al carico nominale, nell'arco delle ventiquattro ore. Ai fini della verifica dei limiti assoluti, tale approccio è quindi conservativo.

La modellazione acustica è stata predisposta utilizzando un pacchetto software commerciale, con applicazione dello standard ISO 9613, parte 1 e parte 2, per il calcolo della propagazione sonora.

<sup>1</sup> Per "nuova opera" s'intende una nuova realizzazione o la modifica di un'opera esistente.

<sup>2</sup> 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

Le campagne sperimentali svolte sul sito ed il presente studio previsionale di impatto acustico sono stati condotti da personale<sup>3</sup> in possesso del riconoscimento di "Tecnico competente in acustica ambientale", ai sensi dell'art.2 comma 7 della Legge 447/95 come modificata dal D.Lgs. 42/2017.

## 2.1 Analisi del contesto territoriale

La centrale termoelettrica Federico II (Brindisi Sud) sorge presso il margine meridionale del Comune di Brindisi, in località Cerano di Tutturano, a circa 12 km a Sud del capoluogo e a 30 km a Nord della città di Lecce; essa occupa una superficie di circa 186 ha. L'area si affaccia sul litorale brindisino, nel tratto di costa che va dalla località Masseria Cerano al confine sud del Comune stesso.

La centrale è raccordata alla S.S. n.613 e alla S.S. Adriatica, che scorrono ad oltre 2.5 km dal confine, mediante alcune strade provinciali (S.P. n.81, n.87, n.88). La stazione ferroviaria più vicina è quella di Tutturano, a circa 3 km.

L'area è pianeggiante, il suolo è occupato da colture agricole, con presenza di vaste aree occupate da vigneti ed oliveti, tra cui si intercalano distese di grano e colture orticole.

La centrale confina ad Est con il litorale adriatico e nelle altre direzioni con territorio agricolo.

I quattro gruppi che costituiscono l'impianto sono identici e sono basati ciascuno da un generatore di vapore (caldaia) di tipo ipercritico ad attraversamento forzato, dotato di bruciatori policombustibili a basso sviluppo di NOx, mulini per la produzione di polverino di carbone, una turbina a vapore, un alternatore coassiale ad ogni turbina, un condensatore a fascio tubiero refrigerato con acqua di mare, un sistema di rigenerazione del condensato per il rinvio in caldaia. La ciminiera, in cui alloggianno le canne fumarie delle quattro unità, è in posizione baricentrica rispetto alle due coppie di gruppi.

L'approvvigionamento del combustibile è garantito mediante il cosiddetto "asse attrezzato", opera costituita da n.6 nastri in tratto aereo e n.5 nastri in trincea, con sviluppo complessivo di oltre 12 km. Il carbone viene scaricato dalle navi attraverso due scaricatori sul molo "Costa Morena" di lunghezza complessiva di circa 500 m e in concessione presso il porto di Brindisi e trasferito in centrale da una serie di nastri intercalati da n.11 torri. La

---

<sup>3</sup> 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.

potenzialità di trasporto è di 2000-3000 t/h e con velocità di 3 m/sec. Il primo tratto comprendente sia il nastro trasportatore che le torri T1, T2, T3 e T4 è ubicato dentro l'area industriale di Brindisi Nord, mentre il resto si snoda in zona agricola, terminando nell'area industriale Brindisi Sud (torre T10).

Al fine di minimizzare l'impatto ambientale, il percorso si abbassa sotto il piano campagna in una trincea con torri e strutture costruite interamente in cemento.

Dal punto di vista dei potenziali ricettori, nell'intorno della centrale non vi è alcun esteso insediamento a carattere residenziale, quanto piuttosto un certo numero di masserie sparse, talune delle quali presentano edifici ad uso residenziale. Questi fabbricati sorgono, in generale, lungo la viabilità locale, inclusa la strada comunale n.29.

Oltre il confine Ovest della centrale, si trova la struttura del Centro Ricerche Enel, con una palazzina a più piani, adibita ad uffici, e fabbricati adibiti a laboratori. Ad oltre 2.5 km dall'area di intervento, in direzione Ovest, si segnala una struttura ad uso ricettivo/ristorazione.

Per quanto attiene invece alle sorgenti sonore, la rumorosità che attualmente caratterizza il sito è determinata dalla sovrapposizione di vari contributi, tra cui la centrale costituita dall'isola produttiva in senso stretto e dal sistema di approvvigionamento del carbone, l'attività antropica presso le masserie ed i fondi agricoli circostanti, il traffico veicolare di carattere locale lungo le strade provinciali e comunali nell'intorno, le fonti di origine naturale.

## 2.2 Descrizione degli interventi previsti

Il progetto prevede l'installazione di un ciclo combinato (CCGT) di circa 1680 MW<sub>e</sub> in configurazione due su uno, vale a dire due treni di potenza, formati ciascuno da una turbina a gas e una caldaia a recupero, che si collegano ad un'unica turbina a vapore posizionata al posto della esistente TV unità 1.

La configurazione finale di impianto verrà raggiunta tramite diverse fasi, in contemporanea con la messa fuori esercizio dei gruppi esistenti. Tutte le unità a carbone (BS1, BS2, BS3 e BS4) saranno poste fuori servizio.

La prima turbina a gas ad essere costruita, denominata TG 1A, sarà predisposta con camino di by-pass e potrà erogare potenza in modo indipendente (funzionamento in ciclo aperto, OCGT). Una volta entrata in esercizio commerciale, si procederà con la seconda unità turbogas, denominata TG 1B, anch'essa predisposta con camino di by-pass per funzionare in ciclo aperto. La terza fase prevede la chiusura di entrambi i cicli aperti con la realizzazione di caldaie a recupero ed il montaggio in sala macchine di una nuova turbina a vapore, al posto della TV1 esistente. In questa fase finale in ciclo combinato si

raggiungerà la massima potenza installata, che sarà di circa 1680 MW<sub>e</sub> in base delle prestazioni dei potenziali fornitori.

Il nuovo CCGT sarà posizionato in area gruppo 1, con la sola eccezione della turbina a vapore che sarà installata direttamente in sala macchine, al posto della TV del gr. BS1.

In Figura 1 si riporta la planimetria con l'ubicazione del nuovo turbogas sul sito di impianto. Si notano, con il n. 7, i camini di by-pass previsti per i TG1A e 1B.

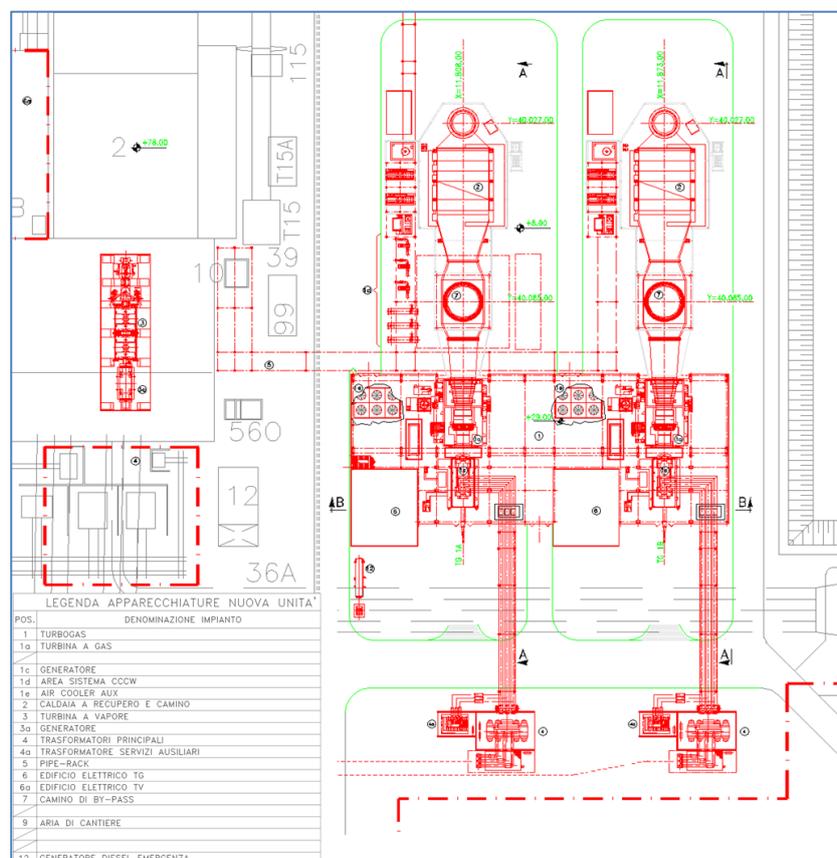


Figura 1 – C.le di Brindisi – Ubicazione della nuova unità a ciclo combinato

### 2.3 Quadro di riferimento normativo e zonizzazione acustica

Il quadro di riferimento normativo per la regolamentazione dell'inquinamento acustico è descritto in Appendice, a pag. 51.

La Centrale appartiene alla categoria degli impianti a ciclo produttivo continuo in base al D.M. 11/12/1996. Ad essa, quindi, può essere applicato il criterio differenziale, in ottemperanza al D.M. citato; per la nuova unità produttiva vale quanto stabilito dalla Circolare del Min. Ambiente del 06/09/2004 *"Interpretazione in materia di inquinamento acustico: criterio differenziale e applicabilità dei valori limite differenziali"*.

I limiti all'inquinamento acustico, con riferimento alla Legge Quadro 447/95, sono riportati dal DPCM 14/11/1997; essi trovano applicazione mediante lo strumento della classificazione acustica comunale.

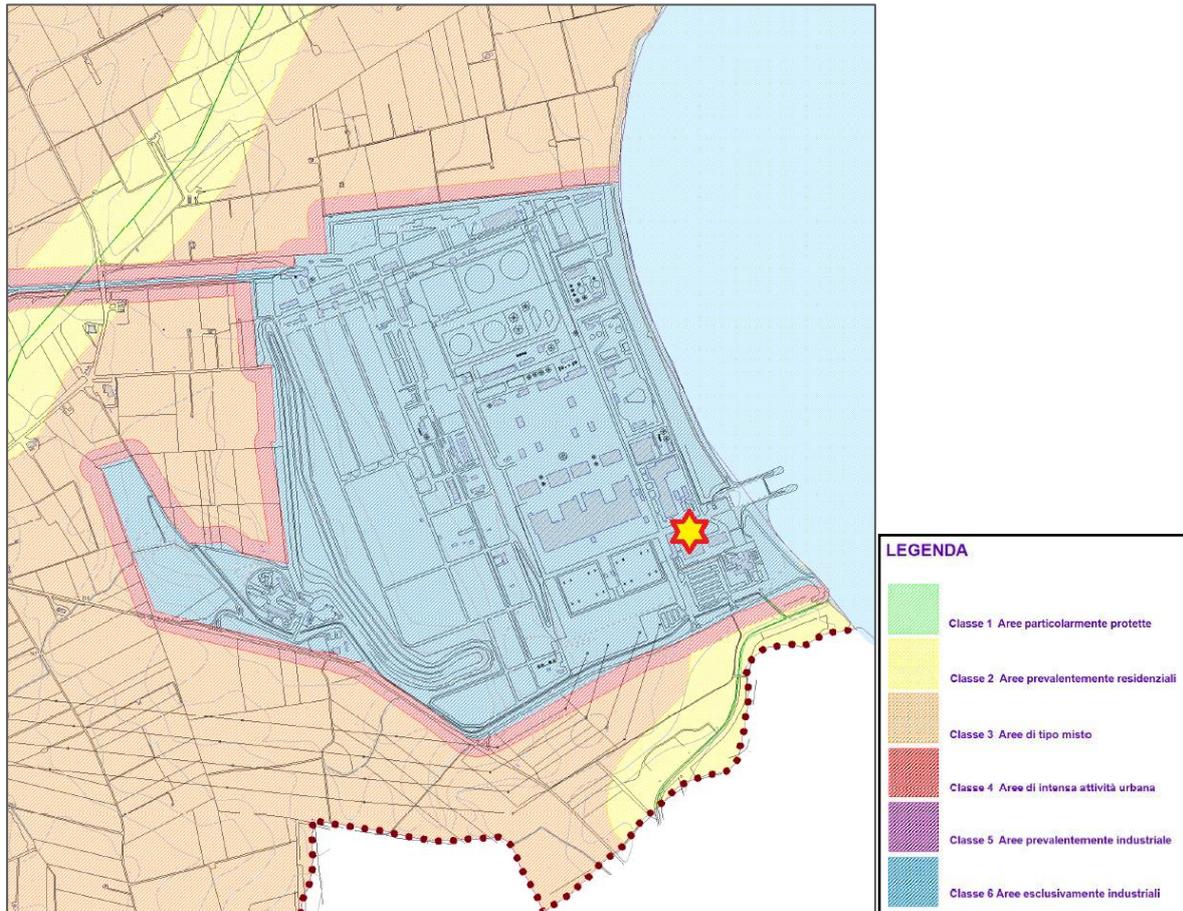
Il Comune di Brindisi ha approvato il proprio Piano di Classificazione Acustica con deliberazione G.P. n. 17 del 13/02/2007. Con delib. G.P. n.56 del 12/04/2012 è stata approvata una variante. Uno stralcio di tale piano per l'area circostante la centrale è riportato in Figura 2<sup>4</sup>.

L'area di impianto è posta in classe VI "Aree esclusivamente industriali", con una fascia perimetrale in Classe IV. L'area circostante è prevalentemente in Classe III, con fasce in Classe II lungo i due corsi d'acqua posti a Nord-Ovest e Sud-Est del sito.

L'area posta a Sud è di pertinenza del Comune di San Pietro Vernotico (BR) che non ha provveduto alla definizione del Piano di Classificazione Acustica del territorio secondo le disposizioni della L.Q. 447/95 e della L.R. 3/2002. Si applicano pertanto i limiti transitori di cui al DPCM 01/03/1991 ed in particolare i limiti di accettabilità riportati nell'articolo 6, che, per talune classi, fanno riferimento al Decreto Ministeriale n. 1444/68. L'area confinante con il Comune di Brindisi, anch'essa di tipo agricolo, può essere considerata appartenente alla categoria generica definita "tutto il territorio nazionale".

---

<sup>4</sup> <http://www.sistcartinfo.it/cms/141-piano-di-zonizzazione-acustica-variante>



**Figura 2 – C.le di Brindisi Sud: stralcio della classificazione acustica comunale di Brindisi (variante 2011 – Tavola 02a); con la stella è identificata l’area prevista per l’opera in progetto**

### 3 CARATTERIZZAZIONE ACUSTICA DELLA SITUAZIONE ANTE OPERAM

La caratterizzazione della situazione attuale si basa su una campagna sperimentale, svolta con riferimento al Decreto DVA-DEC-2012-0000253 del 08/06/2012 “Autorizzazione Integrata Ambientale per l’esercizio della Centrale termoelettrica Enel Produzione S.p.A. di Brindisi” e al Verbale di sopralluogo 016/13/ACU del 27 giugno 2013 redatto da ARPA Puglia.

L’indagine è stata eseguita per valutare i valori del livello di pressione sonora presenti nell’area interessata dallo stabilimento, da confrontare successivamente con i limiti imposti dalla legislazione vigente, in adempimento a quanto previsto dal Decreto AIA, dai verbali di sopralluogo citati, nonché dal “Rapporto conclusivo delle attività di controllo ordinario relativo all’impianto Enel Produzione S.p.A. Brindisi anno 2015” del 27/11/2015.

È stato inserito anche un punto di misura relativo ai rilievi *post-operam* dei nuovi depositi carbone coperti “DOME” (come da verbale di sopralluogo del 12 ottobre 2016) denominato PC18.

### 3.1 Campagna sperimentale

Lo stato attuale del clima acustico presso l'area circostante la Centrale di Brindisi è stato caratterizzato attraverso la campagna di misura eseguita nei giorni 11÷20 Ottobre 2016, con l'impianto nelle condizioni di esercizio più rappresentative<sup>5</sup>.

Il personale Enel impegnato nell'esecuzione delle prove, nell'elaborazione dei dati e nella produzione dei risultati è in possesso dei requisiti di Tecnico Competente in Acustica Ambientale, ai sensi della Legge Quadro 447/956.

La campagna sperimentale si è basata sull'esecuzione di una serie di rilievi di rumore a breve termine nell'intorno della centrale, in posizioni rappresentative dei potenziali ricettori o in altre aree di interesse. Tra tutti i punti indagati nella campagna, saranno presi in considerazione solo quelli dislocati nell'intorno della centrale e non quelli relativi al cosiddetto "asse attrezzato" per la movimentazione del carbone in arrivo dal Molo di Costa Morena o all'area limitrofa al molo stesso, zone non impattate direttamente dal nuovo intervento.

#### 3.1.1 Punti di misura

I n.14 punti misura considerati, sono dettagliati in Tabella 1, ove sono riportate le relative coordinate e la classe acustica da considerare per la verifica dei limiti.

I punti di misura sono indicati con i prefissi "PC", "PR" e "PS", che, come da verbale 016/13/ACU di ARPA Puglia, stanno ad indicare rispettivamente una correlazione con una specifica area produttiva (sorgente o gruppo di sorgenti dell'impianto), con un recettore e con un'area sensibile.

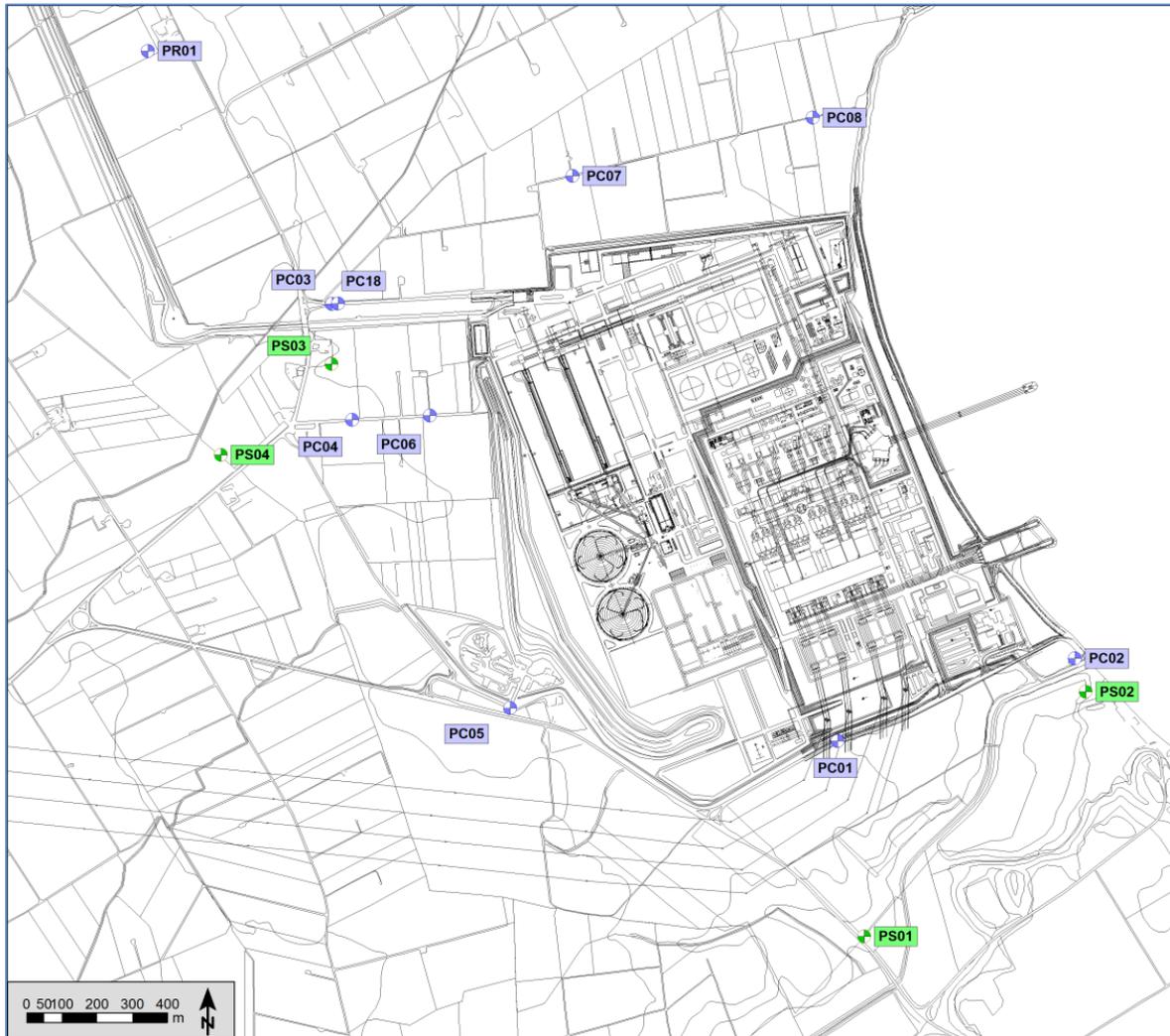
Su indicazione della stessa ARPA Puglia, come confermato dal verbale di sopralluogo, talune postazioni sono state selezionate in posizione rappresentativa di altre localizzazioni per le quali non risultava fattibile una misura diretta per l'impossibilità ad accedere alle proprietà o, ad esempio, per la presenza di animali (cani) il cui latrato, causato dai tecnici incaricati dei rilievi, avrebbe alterato il livello sonoro misurato.

<sup>5</sup> Relazione Tecnica Enel TGx/ Italy TS cod. 17AMBRT019-00 "BU Brindisi Sud Centrale termoelettrica "Federico II" rilievi di rumore ambientale ai sensi della Legge 447/95 secondo prescrizioni AIA", del 27/04/2017.

<sup>6</sup> Responsabile dei rilievi: A. Zanotti (Tecnico Competente in Acustica Ambientale, Regione Veneto, n°285 dell'elenco ARPAV). Iscrizione elenco nazionale n° 1044 (<https://agentifisici.isprambiente.it/enteca/home.php>).

**Tabella 1 – C.le di Brindisi – Descrizione delle postazioni di misura del rumore ambientale e loro classificazione acustica**

Punto di misura	Coordinate del punto (Sistema geografico WGS84 proiezione UTM fuso 33)	Descrizione / Note	Classe
PC01	756816 m E, 4494078 m N	Postazione di controllo collocata a Sud della Sala Macchine, al limitare dell'area Enel.	IV
PC02	757489 m E, 4494314 m N	Postazione di controllo collocata a Sud Est della Sala macchine, su un'area asfaltata esterna all'impianto, in prossimità del litorale.	IV
PC03	755449 m E, 4495333 m N	Postazione di controllo collocata a Nord Ovest dell'isola produttiva. Nell'ambito delle attività di sopralluogo eseguite con ARPA Puglia, il punto, che ricade in classe IV, è stato associato ad una localizzazione di classe III simmetrica rispetto al nastro, in direzione Sud, ove non è stato possibile realizzare il rilievo.	III
PC04	755403 m E, 4494998 m N	Postazione di controllo collocata ad Ovest del rilevato che delimita il vecchio parco carbone.	III
PC05	755889 m E, 4494172 m N	Postazione di controllo situata lungo la viabilità d'accesso all'area del Centro Ricerche Enel. Anche in questo caso, il punto, collocato ai margini della classe VI, a breve distanza dalla sede stradale, nell'ambito delle attività di sopralluogo eseguite con ARPA Puglia è stato associato alla classe III, considerandolo rappresentativo dell'area agricola che si estende oltre la strada stessa a Sud.	III
PC06	755702 m E, 4495014 m N	Postazione di controllo collocata ad Ovest del rilevato che delimita il vecchio parco carbone.	III
PC07	756051 m E, 4495688 m N	Postazione di controllo situata a Nord dell'area Enel	III
PC08	756543 m E, 4495808 m N	Postazione di controllo situata a Nord dell'area Enel	III
PC18	755451 m E, 4495330 m N	Postazione di controllo introdotta, di concerto con ARPA Puglia, in occasione dei rilievi post operam dopo la realizzazione dei DOME. La postazione ricade a breve distanza dal punto PC03.	IV
PR01	754862 m E, 4496047 m N	Postazione rappresentativa di un ricettore (masseria Cefalo Nuova).	III
PS01	756941 m E, 4493584 m N	Ambiente naturale.	II
PS02	757519 m E, 4494219 m N	Ambiente naturale, nei pressi del litorale.	II
PS03	755305 m E, 4495199 m N	Ambiente naturale, postazione rappresentativa di un recettore sensibile, costituito da una masseria.	II
PS04	755019 m E, 4494935 m N	Ambiente naturale.	II



**Figura 3 – C.le di Brindisi - Ubicazione dei punti di misura del rumore ambientale (campagna Enel 2016)**

### 3.1.2 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, nelle condizioni di normale funzionamento, produce una rumorosità ritenuta stazionaria nel tempo e priva di fenomeni impulsivi.

In talune postazioni di misura dove coesistono gli effetti di diverse 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  $L_{A95}$ .

Tale parametro, che indica il livello sonoro superato per il 95% del tempo di misura, risente solamente delle sorgenti che emettono in maniera continua e permette quindi di eliminare il contributo, anche elevato, di sorgenti sporadiche (quali ad esempio il transito di automezzi, il sorvolo di un aereo, l'abbaio di cani, sporadiche lavorazioni agricole 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.

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

### 3.1.3 Circostanze di misura

Riprendendo quanto stabilito nel corso della Verifica Ispettiva ISPRA del 22÷24 aprile 2013 ed in particolare quanto riportato nel relativo verbale di controllo ordinario in relazione agli adempimenti da porre in essere in ordine al PIC ed al PMC, la campagna di monitoraggio acustico è stata effettuata in periodi caratterizzati dal contemporaneo esercizio delle quattro sezioni a potenza superiore al 50% di quella globale installata.

In Tabella 2 si riportano gli intervalli di variazione (min÷max) dei valori medi giornalieri del carico erogato dalle quattro unità produttive per il periodo della campagna (11÷20/10/2016).

**Tabella 2 – C.le di Brindisi – Intervallo di variazione dei valori medi giornalieri dei carichi delle quattro unità produttive nel corso della campagna 2016**

Unità produttiva	Intervallo di variazione [MW] (min÷max)
Gr.1	387 ÷ 537
Gr.2	340 ÷ 470
Gr.3	379 ÷ 483
Gr.4	386 ÷ 513

Le misure sono state condotte in condizioni meteo-climatiche favorevoli: assenza di pioggia, velocità vento inferiore a 5 m/s, temperatura media dell'aria dai 16 ai 23°C con umidità relativa dal 65 al 77 %.

I dati meteorologici sono stati misurati con una centralina Vantage Pro 2 di produzione Davis Instruments<sup>7</sup>; sono stati inoltre acquisiti i dati rilevati dalla postazione meteo presente in Centrale.

### ***3.1.4 Strumentazione utilizzata***

I rilievi sono stati eseguiti con strumentazione di Classe 1, dotata di certificato di calibrazione rilasciato da centro ACCREDIA o equivalente<sup>8</sup>, come richiesto dal D.M.A. 16/03/1998. L'elenco della strumentazione utilizzata, con gli estremi dei relativi certificati di taratura, è riportata in Appendice a pag. 54. Sono state utilizzate, in contemporanea, distinte catene di misura.

Il grado di incertezza della strumentazione, con livello di confidenza del 95%, è di  $\pm 0.5$  dB. Prima e dopo ogni ciclo di misura è stata eseguita la calibrazione della strumentazione mediante calibratore acustico, verificando che in nessun caso gli scostamenti riscontrati superassero 0.5 dB.

### ***3.1.5 Metodica di misura***

Per la campagna di caratterizzazione del rumore ambientale è stata applicata la tecnica di misura indicata dal DM 16/03/1998 come "tecnica di campionamento", la sorgente sonora è infatti caratterizzata da un funzionamento costante nel tempo e in frequenza a parità di energia prodotta, per mantenere i parametri elettrici di rete stabili.

La tecnica di misura consiste, in pratica, nell'esecuzione di una serie di rilievi di rumore della durata di alcuni minuti cad. (tempo di misurazione  $T_M$ ), sia in periodo diurno (ore 06÷22) che notturno (ore 22÷06).

Ogni misura è stata svolta su un tempo congruo ai fini della stabilizzazione del segnale, ma comunque non inferiore a 10', per entrambi i tempi di riferimento.

Le rilevazioni, effettuate per campionamento temporale nel tempo di misurazione  $T_M$  sono risultate rappresentative sia per il tempo di osservazione  $T_O$  che per il tempo di riferimento  $T_R$ . Essendo l'integrazione nel tempo di un valore costante uguale al valore istantaneo, il

<sup>7</sup> N° GISA ENEL A10301A070

<sup>8</sup> 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.

dato determinato nel tempo di misura è lo stesso valore che rappresenta il livello di pressione sonora ottenibile con il rilevamento continuo nel tempo.

Dalle analisi spettrali non si è verificata la presenza di toni puri, mentre dalle caratteristiche del funzionamento della centrale e dagli andamenti temporali dei livelli sonori non sono state riscontrate componenti impulsive.

### 3.1.6 Criteri di elaborazione dei dati e di calcolo dei parametri di riferimento.

La fase di elaborazione dei dati è consistita nell'esclusione di singoli eventi sonori anomali rispetto alla sorgente specifica in esame, quali ad esempio il transito sporadico di mezzi nei pressi del punto di misura, sorvoli aerei in bassa quota o l'abbaiare di cani. Tali fonti, infatti, sono in grado di alterare significativamente il livello  $L_{Aeq}$  finale della misura, rendendolo non rappresentativo della rumorosità prodotta dalla centrale, oggetto della caratterizzazione.

### 3.1.7 Risultati dei rilievi

In Tabella 3, ricavata dal rapporto Enel citato<sup>5</sup>, sono riportati i risultati dei rilievi eseguiti nei punti riportati in Figura 3, espressi attraverso i valori di  $L_{Aeq}$  e dei livelli statistici percentili  $L_{A5}$ ,  $L_{A50}$ ,  $L_{A90}$  ed  $L_{A95}$ , insieme agli estremi temporali della misura, la cui durata è stata di almeno 10'.

**Tabella 3 – C.le di Brindisi – Risultati delle misure (campagna 2016) – Valori in dB(A)**

Punto	TR	Data / ora inizio misura	$L_{Aeq}$	$L_{A05}$	$L_{A50}$	$L_{A90}$	$L_{A95}$
PS01	Diurno	14/10/2016 08:59	<b>44.1</b>	45.4	44.0	43.1	42.9
	Notturmo	11/10/2016 22:54	<b>40.7</b>	53.8	39.9	36.0	35.2
PS02	Diurno	11/10/2016 12:16	<b>47.6</b>	50.2	47.0	45.6	45.3
	Notturmo	13/10/2016 00:09	<b>43.4</b>	44.9	43.3	42.1	41.8
PS03	Diurno	19/10/2016 15:38	<b>47.2</b>	49.1	46.9	46.1	45.9
	Notturmo	18/10/2016 00:12	<b>45.2</b>	61.4	45.5	44.5	44.2
PS04	Diurno	13/10/2016 08:43	<b>48.0</b>	58.2	47.5	46.4	46.1
	Notturmo	12/10/2016 00:21	<b>43.6</b>	52.2	43.2	42.0	41.7
PR01	Diurno	11/10/2016 18:51	<b>47.1</b>	49.6	46.9	46.0	45.8
	Notturmo	17/10/2016 22:38	<b>38.9</b>	41.6	38.7	37.1	36.6
PC01	Diurno	14/10/2016 09:01	<b>54.3</b>	69.0	55.1	52.4	52.0
	Notturmo	11/10/2016 22:59	<b>54.0</b>	56.7	53.3	52.4	52.1
PC02	Diurno	13/10/2016 11:17	<b>48.3</b>	51.2	48.0	46.6	46.3
	Notturmo	13/10/2016 00:08	<b>51.4</b>	53.3	51.1	50.0	49.8

Punto	TR	Data / ora inizio misura	$L_{Aeq}$	$L_{A05}$	$L_{A50}$	$L_{A90}$	$L_{A95}$
PC03	Diurno	12/10/2016 09:25	<b>50.4</b>	59.3	50.4	49.6	49.4
	Notturmo	18/10/2016 00:43	<b>48.0</b>	58.2	47.5	46.4	46.1
PC04	Diurno	12/10/2016 10:32	<b>48.2</b>	54.2	44.7	43.1	42.8
	Notturmo	12/10/2016 23:18	<b>47.5</b>	49.5	47.4	46.2	45.9
PC05	Diurno	12/10/2016 12:48	<b>49.7</b>	60.6	49.5	46.3	45.7
	Notturmo	18/10/2016 00:07	<b>48.6</b>	49.8	48.3	47.4	47.2
PC06	Diurno	19/10/2016 16:18	<b>49.7</b>	60.4	50.3	48.3	47.9
	Notturmo	18/10/2016 00:28	<b>49.6</b>	50.7	49.6	48.6	48.5
PC07	Diurno	18/10/2016 09:42	<b>47.6</b>	60.5	45.6	43.6	43.2
	Notturmo	14/10/2016 22:23	<b>39.8</b>	54.2	39.1	36.4	35.8
PC08	Diurno	12/10/2016 13:25	<b>48.5</b>	49.6	48.5	47.3	47.1
	Notturmo	18/10/2016 01:03	<b>44.9</b>	46.7	44.6	43.5	43.2
PC18	Diurno	14/10/2016 19:18	<b>57.0</b>	60.9	55.9	53.7	53.2
	Notturmo	19/10/2016 00:43	<b>47.5</b>	48.6	47.4	46.8	46.6

I valori del livello equivalente  $L_{Aeq}$ , parametro che tiene conto di tutte le sorgenti sonore, e dei livelli percentili  $L_{A90}$  ed  $L_{A95}$ , che descrivono la sola quota parte a carattere stazionario del rumore rilevato, mostrano in generale scostamenti ridotti, confermando l'assenza, nel rilievo, di eventi sporadici di elevata intensità.

I dati rilevati sperimentalmente sono stati sintetizzati nella seguente tabella. Si riportano anche i valori del livello percentile  $L_{A95}$ . Tutti i valori sono stati arrotondati allo 0.5 dB più vicino.

**Tabella 4 – C.le di Brindisi – Sintesi dei risultati sperimentali (campagna Enel 2016) – Valori in dB(A)**

Punto	Periodo diurno		Periodo notturno	
	L <sub>Aeq</sub>	L <sub>A95</sub>	L <sub>Aeq</sub>	L <sub>A95</sub>
PC01	<b>54.5</b>	52.0	<b>54.0</b>	52.0
PC02	<b>48.5</b>	46.5	<b>51.5</b>	50.0
PC03	<b>50.5</b>	49.5	<b>48.0</b>	46.0
PC04	<b>48.0</b>	43.0	<b>47.5</b>	46.0
PC05	<b>49.5</b>	45.5	<b>48.5</b>	47.0
PC06	<b>46.5</b>	48.0	<b>49.5</b>	48.5
PC07	<b>47.5</b>	43.0	<b>40.0</b>	36.0
PC08	<b>48.5</b>	47.0	<b>45.0</b>	43.0
PC18	<b>57.0</b>	53.0	<b>47.5</b>	46.5
PR01	<b>44.0</b>	46.0	<b>39.0</b>	36.5
PS01	<b>44.0</b>	43.0	<b>40.5</b>	35.0
PS02	<b>47.5</b>	45.5	<b>43.5</b>	42.0
PS03	<b>47.0</b>	46.0	<b>45.0</b>	44.0
PS04	<b>48.0</b>	46.0	<b>43.5</b>	41.5

## 4 IMPATTO ACUSTICO DELLA NUOVA OPERA IN FASE DI ESERCIZIO

È stata predisposta una modellazione matematica della centrale di Brindisi, nella quale sono state inserite le sorgenti sonore relative alla nuova unità a ciclo combinato ed è stato valutato il contributo di quest'ultima nel territorio circostante negli scenari Fase 1, Fase 2 e Fase 3.

In sintesi, il processo si è articolato in:

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.

Per la descrizione dettagliata degli interventi previsti, si rimanda alla documentazione progettuale ed al capitolo 3 dello Studio Preliminare Ambientale; alcuni elementi illustrativi del progetto sono presentati al § 2.2.

Come anticipato, oltre a quello attuale caratterizzato sperimentalmente, saranno presi a riferimento i seguenti scenari:

- **fase 1**: unità turbogas 1A in ciclo aperto su camino di by-pass; con la messa fuori servizio di tutte le unità a carbone (BS1, BS2, BS3 e BS4).
- **fase 2**: funzionamento TG1A & TG1B in ciclo aperto su camino di by-pass; con la messa fuori servizio di tutte le unità a carbone (BS1, BS2, BS3 e BS4).
- **fase 3**: funzionamento in ciclo combinato BS1A & BS1B (2+1), con la messa fuori servizio di tutte le unità a carbone (BS1, BS2, BS3 e BS4).

### 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](http://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 UNI<sup>9</sup>. Si rimanda all'Appendice A (pag. 55) 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.

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

#### **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 descritta al § 3.1.1 (Figura 3 e Tabella 1).

Tali punti comprendono i potenziali ricettori o aree sensibili impattati dalle opere in progetto. Essi sono da intendersi in senso rappresentativo di tutte le possibili localizzazioni.

#### **4.1.3 Rappresentazione modellistica della nuova unità a ciclo combinato**

Il progetto prevede l'installazione di un ciclo combinato (CCGT) in configurazione "2+1" di taglia massima di 1680 MW<sub>e</sub>. Il ciclo combinato sarà costituito essenzialmente da due turbine a gas, dalla potenza nominale pari a circa 560 MW<sub>e</sub> (ciascuna), due caldaie per il recupero dei gas di scarico, una turbina a vapore a condensazione della potenza di circa 560 MW<sub>e</sub>.

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

Si evidenzia che le apparecchiature principali, come le turbine a gas e relativi generatori saranno installate all'interno di edifici dedicati. Anche la turbina a vapore ed il relativo generatore saranno collocati all'interno dell'attuale Sala Macchine. La nuova turbina a vapore sarà installata al posto della turbina del gruppo 1, attualmente in funzione e della stessa taglia.

Saranno installate turbine a gas di classe "H", a basse emissioni di NO<sub>x</sub> di avanzata tecnologia per contenere al massimo le emissioni.

---

<sup>9</sup> 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".

In uscita alla Turbina a Gas sarà installato un camino di *by-pass* per il funzionamento in ciclo aperto. Esso sarà realizzato in acciaio, con un diametro di circa 10 m e un'altezza di 90 m. Il camino comprenderà una struttura esterna di sostegno e un silenziatore prima dello sbocco in atmosfera. La base del camino sarà predisposta con un "diverter damper" per consentire il passaggio da ciclo aperto a chiuso e viceversa nella configurazione finale.

L'edificio TG sarà monopiano, in struttura metallica, chiuso con pannelli di tipo sandwich, facenti anche la funzione di isolare acusticamente l'ambiente esterno dal rumore prodotto dal macchinario installato all'interno.

Per consentire il funzionamento in ciclo combinato, i gas di scarico provenienti dalle turbine a gas saranno convogliati all'interno di due generatori di vapore a recupero (GVR), dove attraverseranno, in sequenza, i banchi di scambio termico. I fumi esausti saranno poi convogliati all'atmosfera attraverso due camini, del tipo "self-standing", realizzati in acciaio, con un diametro di circa 8.5 m e un'altezza di 90 m.

Il condensatore di vapore accoppiato alla nuova turbina a vapore sarà raffreddato ad acqua di circolazione (acqua di mare), in ciclo aperto.

La turbina a gas richiede, in ingresso alla macchina, un valore minimo garantito di pressione del gas piuttosto alto. A seconda dell'effettiva pressione di consegna del gas dal metanodotto SNAM Rete gas, potrebbe rendersi necessario installare un compressore, per cui è stato individuato uno spazio dedicato. Nel modello acustico, due di tali sorgenti, una per il TG1A ed una per il TG1B, sono state collocate nell'area dedicata.

Il sistema di raffreddamento ausiliari provvede al raffreddamento degli ausiliari del TG mediante la circolazione di acqua demi in ciclo chiuso, raffreddata tramite scambiatori di calore; tale componente è utilizzato solo nel funzionamento in ciclo aperto.

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 ciascun TG e uno per il TV, di potenza nominale pari rispettivamente a 650 e 660 MVA circa.

Nella modellazione, la schematizzazione della nuova unità è stata effettuata utilizzando principalmente sorgenti di tipo puntiforme e sorgenti del tipo "edificio industriale". Questi ultimi consistono in blocchi emissivi di forma prismatica, con possibilità di assegnare la potenza sonora, in termini complessivi o per unità di superficie, alle singole facce o a porzioni di esse. Gli oggetti "edificio industriale" consentono di rappresentare in modo agevole i cabinati ove sono inseriti i principali macchinari.

Le strutture che non costituiscono sorgenti sonore della nuova unità, ossia gli esistenti gruppi a carbone, gli edifici di centrale, i dome, gli edifici che accolgono gli impianti ausiliari, i magazzini, ecc. 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 5 sono indicate le principali sorgenti sonore dell'impianto introdotte nel modello previsionale, la cui ubicazione è riportata in Figura 1.

**Tabella 5 – C.le di Brindisi - Rappresentazione delle sorgenti della futura unità BS1**

Sorgente	Schematizzazione adottata
Turbine a gas (TG1A e TG1B).	Le sorgenti sono collocate nell'edificio dedicato (edificio turbine). Nel modello la struttura è stata schematizzata come un oggetto "edificio industriale", con sorgenti areali emittenti, rappresentative delle pareti e del tetto.
Generatori elettrici delle turbine a gas e relativi ausiliari.	Le sorgenti sono collocate nell'edificio dedicato (edificio generatori). Nel modello la struttura è stata schematizzata come un oggetto "edificio industriale" a pianta poligonale, con sorgenti areali emittenti, rappresentative delle pareti e del tetto.
Condotti aspirazione (air intake TG1A e TG 1B)	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.
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. La faccia superiore dell'enclosure che racchiude il GVR è stata modellata con un'emissione sonora superiore rispetto a quella delle pareti laterali, a rappresentare eventuali aperture per la ventilazione, che, all'occorrenza, potranno essere trattate acusticamente (ad es. con baffles). Il corpo del camino è anch'esso realizzato con due oggetti "edificio industriale", 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 (corpo, parte alta)	Componente rappresentato mediante un edificio industriale a pianta 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.
Edifici elettrici TG	Strutture schematizzate come oggetti "edificio industriale", con sorgenti areali emittenti, rappresentative delle pareti e del tetto. Questi edifici non contengono alcuna rilevante sorgente sonora; sono previsti due piani di servizi per la disposizione dei quadri, apparecchiature di elettro/automazione e la sala controllo.
Turbina a 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° 2 sorgenti areali emittenti, rappresentative della parte finestrata anteriore e laterale, da cui si ritiene possa essere trasmesso maggiormente il rumore interno.

Sorgente	Schematizzazione adottata
Trasformatori principali (TG1A, TG1B e TV)	Macchinari schematizzati attraverso n° 3 sorgenti puntuali omnidirezionali, con emissione ricavata dal database CESI per trasformatori di recente concezione e di pari potenza. Nel modello si è considerato l'effetto schermante operato dai muri parafiamma posti su tre lati attorno a ciascun trasformatore.
Trasformatori d'unità	Macchinari schematizzati attraverso sorgenti puntuali omnidirezionali, con emissione ricavata dal database CESI per trasformatori di recente concezione.
Stazione Gas	I diversi elementi facenti parte della stazione gas sono rappresentati nel modello come una sorgente puntuale omnidirezionale (skid) e n.2 edifici industriali rappresentativi dei fabbricati ove saranno posti gli eventuali compressori gas.
Torrini ventilazione edifici	Componenti rappresentati come sorgenti puntuali collocate al di sopra della copertura di ciascuno dei relativi edifici industriali (edifici turbogas, edifici elettrici).
Pompa alimento	Componente rappresentato con un oggetto "edificio industriale" alla base del GVR, rappresentativo dell'enclosure che conterrà il gruppo motore/pompa.
Pompa ciclo chiuso	Componente rappresentato come n. 1 sorgente puntuale collocata alla base di ciascun GVR.
Air Cooler Aux TG1A e TG1B	Componenti rappresentati mediante una sorgente puntuale cad., collocata al di sopra della copertura dell'edificio TG. Essi sono attivi solo nel funzionamento in ciclo aperto.
Condotto di scarico TG, camino di by-pass (corpo camino, parte inferiore)	Il condotto di scarico in uscita dal fabbricato TG e la parte inferiore del camino di by-pass saranno ricompresi in una <i>enclosure</i> schermante, aperta nella parte superiore, per consentire il passaggio del camino di by-pass stesso. Questa struttura è stata rappresentata con più oggetti "edificio industriale", di cui uno con emissione maggiore per la faccia superiore.
Camino di by-pass (corpo camino, parte superiore)	Componente rappresentato mediante oggetti "edificio industriale" emissivi sulle facce laterali, per la porzione del camino di by-pass al di fuori della pannellatura schermante.
Camino di by-pass (bocca d'uscita)	N. 1 sorgente puntuale omnidirezionale posta alla sommità del camino di by-pass.

La nuova unità turbogas a ciclo combinato è stata modellata con le sorgenti sonore indicate in Tabella 6, ove sono riportati il tipo di sorgente (puntuale o "edificio industriale" costituita da sorgenti areali), l'estensione in m<sup>2</sup> delle superfici emittenti delle sorgenti areali<sup>10</sup> e la potenza sonora in termini globali, con ponderazione 'A'.

L'emissione sonora dei vari componenti è stata assunta identica per i due power train.

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.

<sup>10</sup> Le superfici costituenti ciascun oggetto "edificio industriale" possono essere rese emissive totalmente o anche per una parte.

Tutte le sorgenti considerate sono state rappresentate ad emissione isotropa, salvo ove diversamente specificato.

La colonna "Fase" di Tabella 6 consente di suddividere le sorgenti in tre gruppi:

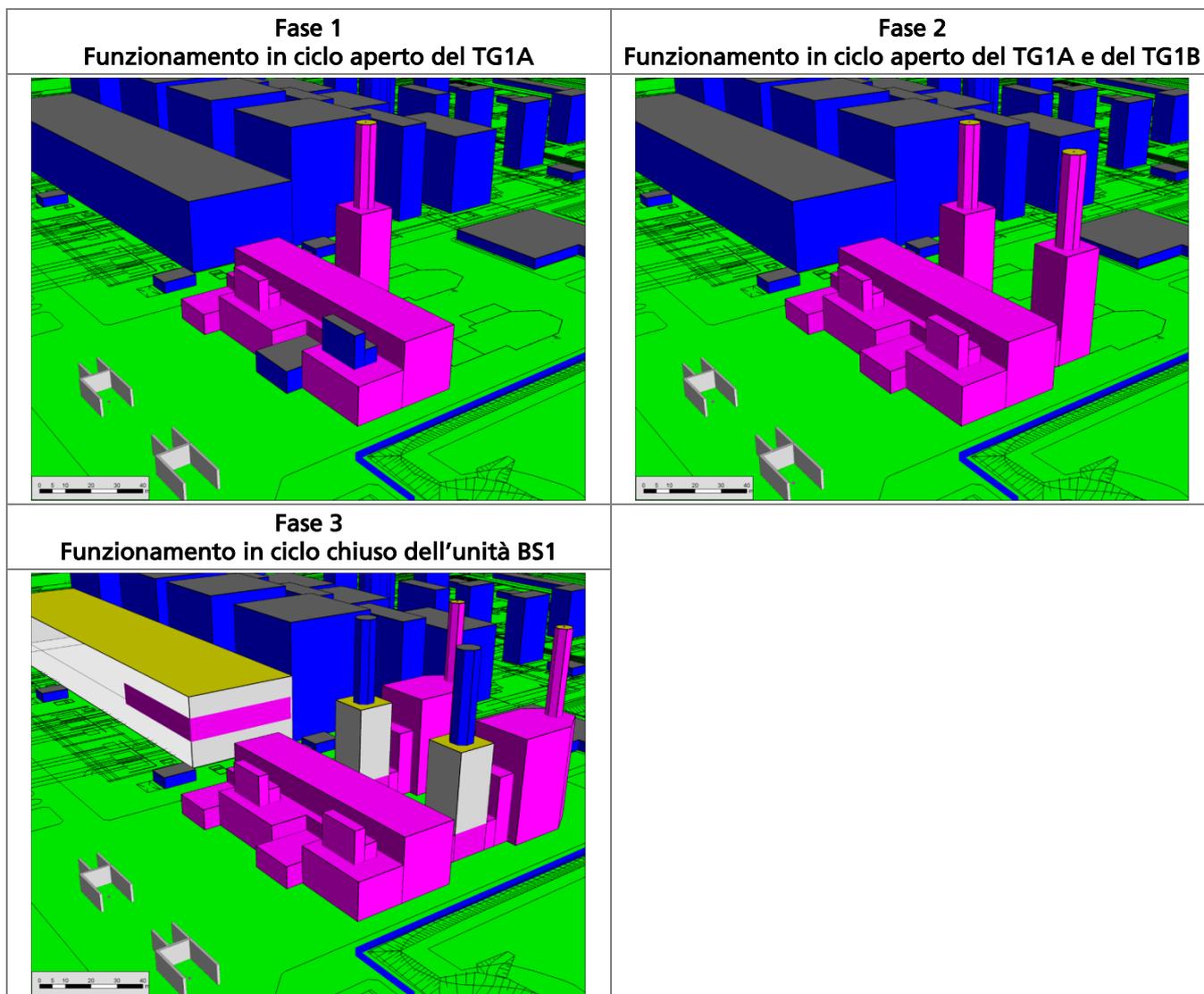
- sorgenti attive nella simulazione di tutti gli scenari, indicate con "1-2-3";
- sorgenti proprie del funzionamento con TG1A o TG1A e TG1B in ciclo semplice, ossia delle fasi 1 e 2, indicate con "1-2";
- sorgenti proprie della sola fase 3, ossia del funzionamento CCGT, indicate con "3".

In termini cautelativi, la simulazione del funzionamento in ciclo aperto (fasi 1 e 2) non tiene conto dell'eventuale effetto schermante operato dai componenti non attivi relativi all'altro scenario. Invece, è stato considerato l'effetto schermante operato dalla struttura del camino di by-pass e relativa pannellatura nella fase 3.

Ancora in termini cautelativi, si è considerato come emittente l'intero edificio turbine e generatori anche per la fase 1, ove vi sarà una sola unità in funzione.

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

In colore viola sono indicate le superfici che fanno capo agli oggetti "edificio industriale"; in taluni casi tutte le facce dell'oggetto sono emittenti, in altri sono una porzione. Gli oggetti in colore blu sono invece gli oggetti "edificio", con effetto schermante e riflettente.



**Figura 4 – C.le di Brindisi – Rappresentazione 3D degli oggetti introdotti nella modellazione delle tre fasi di funzionamento.**

**Tabella 6 – Livelli di potenza sonora delle sorgenti utilizzate per la modellazione della nuova unità BS1.**

Operatività (Fase)	Sorgente	Tipo / Note	Superf. di emissione complessiva [m <sup>2</sup> ]	Livello di potenza sonora [dB(A)]
1-2	Air Cooler Aux TG1A	N°1 sorg. puntuale	-	<b>100.0</b>
2	Air Cooler Aux TG1B	N°1 sorg. puntuale	-	<b>100.0</b>
1-2-3	Air Intake TG1A (condotto)	N°8 sorg. areali	740	<b>98.7</b>
1-2-3	Air Intake TG1A (parte frontale, filtri)	N°1 sorg. areale	290	<b>101.6</b>
2-3	Air Intake TG1B (condotto)	N°8 sorg. areali	740	<b>98.7</b>
2-3	Air Intake TG1B (parte frontale, filtri)	N°1 sorg. areale	290	<b>101.6</b>
1-2	Camino By-Pass TG1A (corpo)	N°8 sorg. areali	1250	<b>101.9</b>
1-2	Camino By-Pass TG1A (parte inferiore pannellata, top)	N°1 sorg. areale	345	<b>107.4</b>
1-2	Camino By-Pass TG1A (uscita)	N°1 sorg. puntuale	-	<b>105.0</b>
2	Camino By-Pass TG1B (corpo)	N°8 sorg. areali	1250	<b>101.9</b>
2	Camino By-Pass TG1B (parte inferiore pannellata, top)	N°1 sorg. areale	345	<b>107.4</b>
2	Camino By-Pass TG1B (uscita)	N°1 sorg. puntuale	-	<b>105.0</b>
3	Camino GVR 1A (corpo)	N°7 sorg. areali	940	<b>99.7</b>
3	Camino GVR 1A (uscita)	N°1 sorg. puntuale	-	<b>101.0</b>
3	Camino GVR 1B (corpo)	N°7 sorg. areali	940	<b>99.7</b>
3	Camino GVR 1B (uscita)	N°1 sorg. puntuale	-	<b>101.0</b>
1-2	Condotta Scarico e camino By-Pass TG1A (parte inferiore pannellata)	N°7 sorg. areali	4115	<b>103.3</b>
2	Condotta Scarico e camino By-Pass TG1B (parte inferiore pannellata)	N°7 sorg. areali	4115	<b>103.3</b>
1-2-3	Edificio Compr. Gas TG1A	N°5 sorg. areali	485	<b>90.9</b>
2-3	Edificio Compr. Gas TG1B	N°5 sorg. areali	485	<b>90.9</b>
1-2-3	Edificio Elettrico TG1A	N°4 sorg. areali	1085	<b>88.9</b>
2-3	Edificio Elettrico TG1B	N°4 sorg. areali	940	<b>88.3</b>
1-2-3	Edificio Generatori	N°10 sorg. areali	4365	<b>97.4</b>
1-2-3	Edificio TG	N°5 sorg. areali	9590	<b>103.3</b>
3	Enclosure Condotta Scarico TG1A	N°5 sorg. areali	1105	<b>98.4</b>
3	Enclosure Condotta Scarico TG1B	N°5 sorg. areali	1065	<b>98.3</b>
3	Enclosure GVR 1A (sup. laterale)	N°8 sorg. areali	5815	<b>103.6</b>
3	Enclosure GVR 1A (top)	N°1 sorg. areale	1085	<b>106.4</b>
3	Enclosure GVR 1B (sup. laterale)	N°8 sorg. areali	5815	<b>103.6</b>
3	Enclosure GVR 1B (top)	N°1 sorg. areale	1085	<b>106.4</b>
3	Enclosure ingresso GVR 1A	N°7 sorg. areali	1345	<b>99.2</b>
3	Enclosure ingresso GVR 1B	N°7 sorg. areali	1345	<b>99.2</b>
3	Pompa Alimento GVR 1A (enclosure)	N°5 sorg. areali	110	<b>97.9</b>

Operatività (Fase)	Sorgente	Tipo / Note	Superf. di emissione complessiva [m <sup>2</sup> ]	Livello di potenza sonora [dB(A)]
3	Pompa Alimento GVR 1B (enclosure)	N°5 sorg. areali	110	<b>97.9</b>
3	Pompe sistema CCCW	N°2 sorg. puntuali	-	<b>98.0</b>
3	Sala Macchine	N°2 sorg. areali	1870	<b>102.7</b>
1-2-3	Stazione metano	N°1 sorg. puntuale	-	<b>90.0</b>
1-2-3	Torrini Edificio Elettrico TG1A	N°2 sorg. puntuali	-	<b>97.0</b>
2-3	Torrini Edificio Elettrico TG1B	N°2 sorg. puntuali	-	<b>97.0</b>
1-2-3	Torrini Edificio TG1A	N°2 sorg. puntuali	-	<b>97.0</b>
1-2-3	Torrini Edificio TG1B	N°2 sorg. puntuali	-	<b>97.0</b>
1-2-3	Trasformatore Principale TG1A	N°1 sorg. puntuale	-	<b>98.0</b>
2-3	Trasformatore Principale TG1B	N°1 sorg. puntuale	-	<b>98.0</b>
3	Trasformatore Principale TV	N°1 sorg. puntuale	-	<b>98.0</b>
1-2-3	Trasformatore Unità TG1A	N°1 sorg. puntuale	-	<b>86.0</b>
2-3	Trasformatore Unità TG1B	N°1 sorg. puntuale	-	<b>86.0</b>

#### 4.1.4 Parametri di calcolo

Il modello matematico è stato alimentato con i parametri sorgente riportati in Tabella 7 ed è stato condotto il calcolo previsionale del rumore prodotto dalle installazioni. Questo è stato effettuato sia in termini puntuali, presso i punti di misura indagati nella campagna 2016, che in termini estensivi su tutta l'area attorno all'impianto, mediante la produzione delle curve isofoniche d'immissione specifica.

**Tabella 7 – 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 delle simulazioni

### 4.2.1 Calcolo su specifici ricettori

I risultati del calcolo puntuale del contributo della nuova unità sui ricettori individuati (Figura 3) sono riportati in Tabella 8, per gli scenari Fase 1, Fase 2 e Fase 3, per i quali si avrà rispettivamente n.1 unità OCGT, n.2 unità OCGT e n.2 unità CCGT.

**Tabella 8 – C.le di Brindisi – Livelli di immissione specifica della nuova unità presso i punti di misura della campagna 2016 - Scenari Fase 1, Fase 2 e Fase 3 – Valori in dB(A)**

Nome	Livello sonoro calcolato dal modello (nuova unità BS1)		
	Scenario Fase 1 $L_{Fase_1}$	Scenario Fase 2 $L_{Fase_2}$	Scenario Fase 3 $L_{Fase_3}$
PC01	43.2	45.1	45.8
PC02	42.8	45.8	45.6
PC03	25.2	28.4	28.1
PC04	23.7	25.8	25.4
PC05	30.1	31.6	29.1
PC06	26.7	28.7	29.3
PC07	33.1	35.5	35.2
PC08	31.8	34.1	33.5
PC18	25.5	28.7	28.3
PR01	22.0	24.6	24.2
PS01	33.5	35.6	35.4
PS02	41.3	44.0	44.1
PS03	23.7	27.9	27.7
PS04	20.4	23.9	22.3

Come atteso, il contributo della nuova unità per la Fase 1 è minore dei corrispondenti valori per le altre due fasi, per le quali i livelli calcolati sono molto simili, con la maggior parte dei punti ove prevale la fase 2 rispetto alla fase 3. Il comportamento è però sostanzialmente sovrapponibile ed i livelli si discostano quasi ovunque per meno di 1 dB.

I livelli previsti dal modello per il contributo della nuova unità BS1 al rumore ambientale nello scenario finale sono comunque piuttosto esigui: presso tutti i ricettori esterni, con l'unica eccezione di PC01, PC02 e PS02, i livelli calcolati sono minori o uguali a 40 dB(A). I punti PC01 e PC02, dislocati lungo la recinzione in vista dei nuovi gruppi, sono quelli presso cui il contributo previsto è più elevato.

I punti collocati ad Ovest della centrale (PC03, PC04, PC05, PC06, PC18, PS03, PS04) saranno interessati da un contributo del tutto trascurabile, quasi ovunque inferiore ai 30 dB.

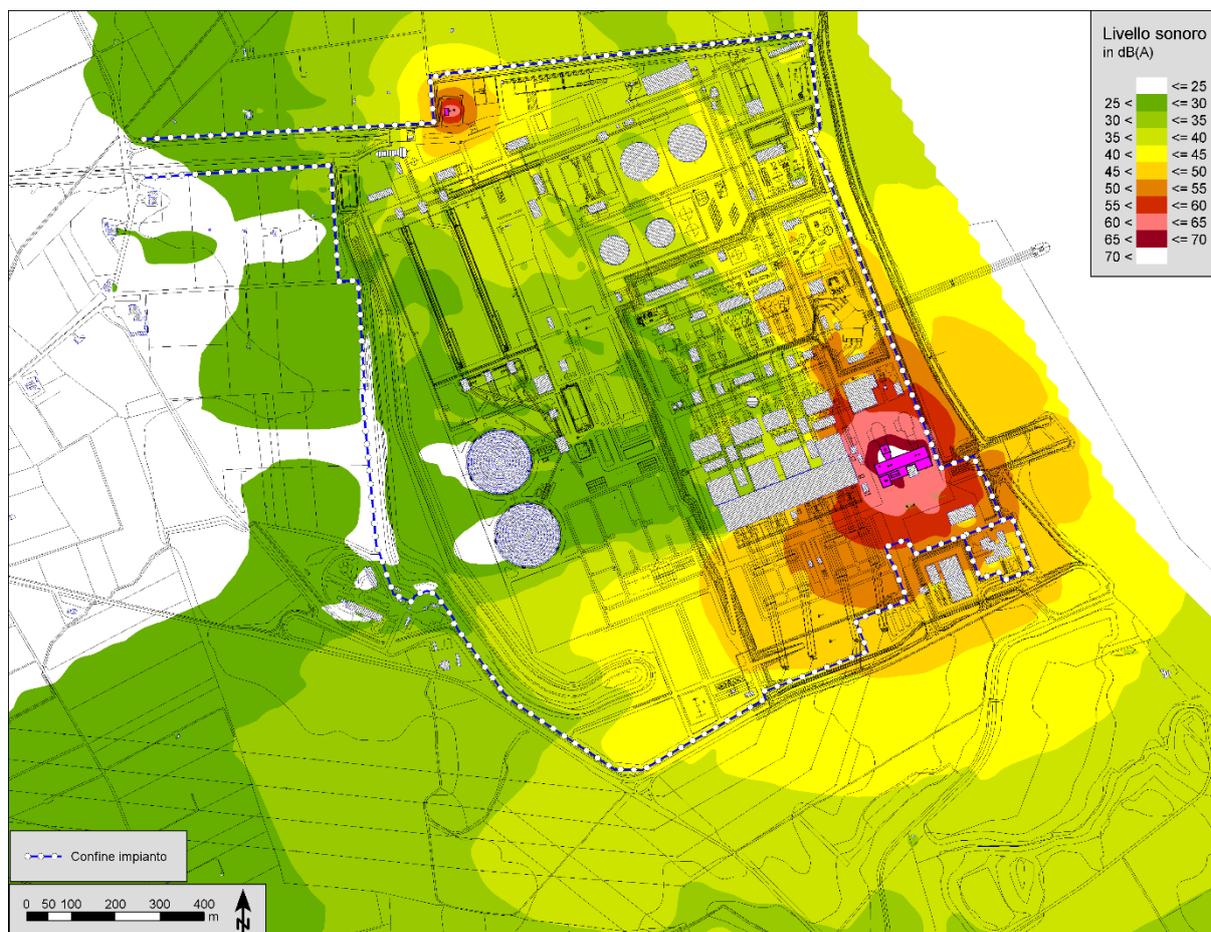
I punti PC07 e PC08, a Nord della recinzione, risentono della rumorosità prodotta dai nuovi compressori gas, ma il livello calcolato è pari, al più, a circa 35.5 dB.

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

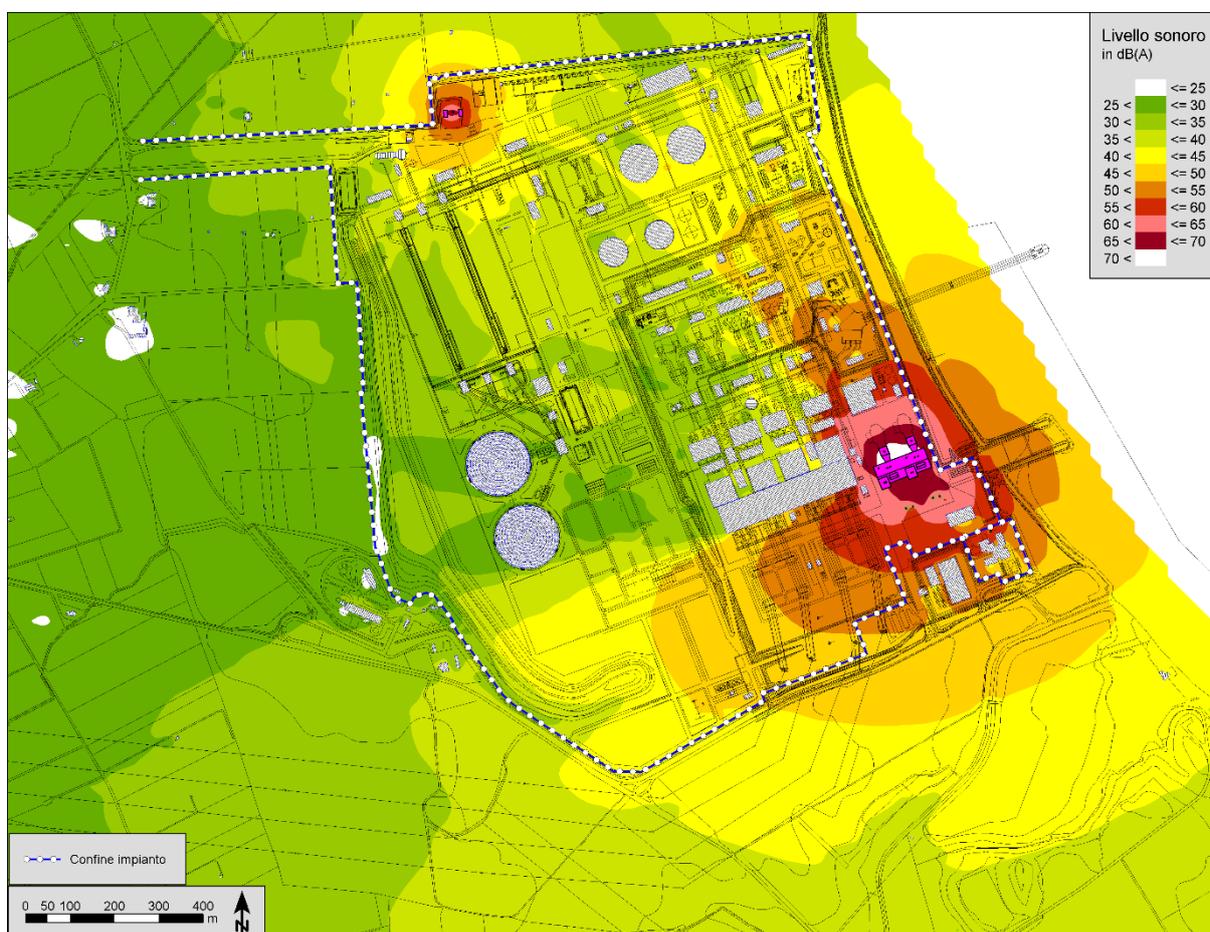
#### ***4.2.2 Mappe isofoniche***

Per una rappresentazione delle immissioni specifiche della nuova unità BS1 in tutto il territorio circostante, per i tre scenari sono state prodotte le mappe delle curve isofoniche. Il calcolo è stato eseguito ad un'altezza di 4 m dal suolo.

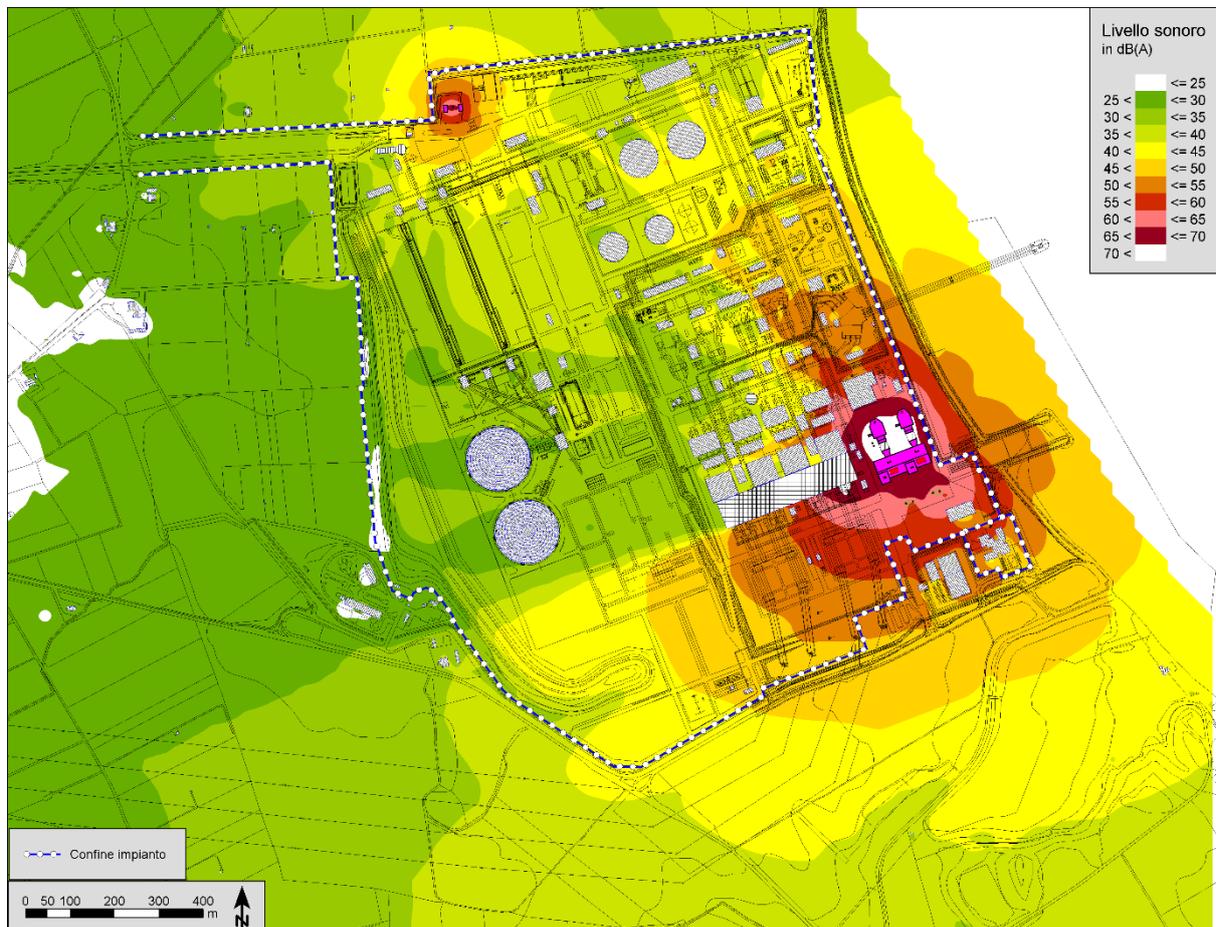
Le curve calcolate, a partire da 25 dB(A), con passo 5 dB(A), sono rappresentate, sulla planimetria del sito in Figura 5, Figura 6 e Figura 7 rispettivamente per gli scenari Fase 1, Fase 2 e Fase 3.



**Figura 5 – C.le di Brindisi - Curve isofoniche di immissione specifica della nuova unità BS1 nell'area circostante – Scenario Fase 1.**



**Figura 6 – C.le di Brindisi - Curve isofoniche di immissione specifica della nuova unità BS1 nell'area circostante – Scenario Fase 2.**



**Figura 7 – C.le di Brindisi - Curve isofoniche di immissione specifica della nuova unità BS1 nell'area circostante – Scenario Fase 3**

L'andamento spaziale delle curve isofoniche conferma quanto già evidenziato dai dati puntuali, ossia come le situazioni emmissive relativamente più gravose siano quelle delle fasi 2 e 3; a parità di livello sonoro, le curve isofoniche mostrano una maggiore estensione superficiale rispetto a quelle della fase 1 (Figura 5).

Riguardo allo scenario Fase 3 (Figura 7), l'isofona a 55 dB(A) resterà contenuta entro il perimetro della centrale; l'isofona a 50 dB(A) interesserà solo una ridotta porzione del perimetro della centrale nella zona antistante la nuova unità. Le masserie sparse, in direzione Ovest rispetto alla centrale, saranno interessate da livelli sonori minori di 30 dB(A).

## 4.3 Verifica dei limiti di legge

Per la verifica dei limiti di legge saranno valutati:

- il livello sonoro di immissione previsto dopo l'entrata in servizio delle nuove unità, da confrontare con i limiti assoluti di cui alla classificazione acustica comunale;
- il contributo delle sorgenti della centrale in relazione ai limiti di emissione;
- i limiti differenziali di immissione valutati presso i potenziali ricettori sede dei rilievi sperimentali nella campagna 2016.

Lo scenario Fase 1 non sarà trattato autonomamente, in quanto meno impattante degli scenari Fase 2 e Fase 3, i cui valori differiscono per meno di 1 dB nella quasi totalità dei casi. La verifica dei limiti sarà condotta assumendo, per ciascuno dei punti PC01÷PC08, PR01, PS01÷PS04, il massimo tra i livelli ottenuti dal calcolo per la fase 2 e fase 3 (terza e quarta colonna di Tabella 8). L'insieme dei valori utilizzati, indicato con  $L_{BS1\_max}$ , è riassunto in Tabella 9.

**Tabella 9 – C.le di Brindisi – Livelli di immissione specifica massimi della nuova unità presso i punti di misura negli scenari considerati – Valori in dB(A)**

Nome	$L_{BS1\_max}$
PC01	45.8
PC02	45.8
PC03	28.4
PC04	25.8
PC05	31.6
PC06	29.3
PC07	35.5

Nome	$L_{BS1\_max}$
PC08	34.1
PC18	28.7
PR01	24.6
PS01	35.6
PS02	44.1
PS03	27.9
PS04	23.9

### 4.3.1 Limiti assoluti e differenziale di immissione

La valutazione del limite assoluto di immissione viene condotta utilizzando i valori di  $L_{BS1\_max}$  di Tabella 9, che rappresentano la condizione emissiva peggiore su tutti i punti.

In termini generali, il livello di rumore corretto  $L_C$ , da confrontare con i limiti di zona, si calcola dal livello di rumore ambientale, 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). Esse 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 a ciclo combinato è data dalla sovrapposizione di più sorgenti, talune delle quali hanno certamente un'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  $K_i$ , 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.

Grazie alla disponibilità di rilievi in campo, 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 nei due scenari studiati.

Il calcolo del livello di immissione nell'assetto futuro nei punti di calcolo  $L_{A\_Futuro}$  è stato effettuato, mediante la seguente relazione:

$$L_{A\_Futuro} = 10 \cdot \log_{10} (10^{0.1 \cdot L_{non\_Enel}} + 10^{0.1 \cdot L_{BS1\_max}})$$

Nell'ambito del progetto prevede la messa fuori servizio di tutte le unità a carbone (BS1, BS2, BS3 e BS4). Il termine  $L_{non\_Enel}$  corrisponde alla stima del livello sonoro attribuibile al complesso di sorgenti diverse dalle unità produttive della centrale Enel, mentre il termine  $L_{BS1\_max}$  rappresenta il contributo massimo dell'impianto calcolato con il modello per le tre fasi (Tabella 9).

La valutazione del livello di rumore attribuibile alle sorgenti "non Enel" presupporrebbe il fuori servizio contemporaneo di tutte le unità produttive della centrale "Federico II", situazione che, di fatto, è estremamente improbabile.

Per poter effettuare una valutazione del livello di immissione si assume quindi arbitrariamente un livello di 40 dB(A) circa per il periodo diurno e di 30 dB(A) circa per il periodo notturno. Tali valori sono compatibili con la tipologia di area, ove, in assenza del contributo della centrale, si avrebbero fonti sonore legate alle lavorazioni presso i fondi agricoli, attività antropica presso i casali, al traffico lungo la viabilità locale, sorgenti che, nel contesto specifico, esplicano prevalentemente il loro contributo in periodo diurno.

Nella Tabella 10 sono riassunti per il periodo diurno e notturno i livelli  $L_{non\_Enel}$  e  $L_{BS1\_max}$  utilizzati nel calcolo ed relativi i risultati. Il livello  $L_{A\_Futuro}$  ottenuto è stato arrotondato a 0.5 dB. Il livello afferente alle nuove unità produttive  $L_{BS1\_max}$  è stato assunto identico tra periodo diurno e notturno, stante l'invarianza del ciclo produttivo.

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

**Tabella 10 – Livelli sonori previsti nei punti di misura - Calcolo del livello di immissione – Scenario FINALE - Valori in dB(A)**

Punto	Rumore ambientale "non Enel" (+) $L_{non\_Enel}$	Situazione futura		Limite assoluto di immissione (DPCM 14/11/97)
		Contributo massimo delle nuove unità $L_{BS1\_max}$	Rum. amb.le scenario futuro $L_{A\_Futuro}$	
<b>Periodo DIURNO</b>				
PC01	40.0	45.8	<b>47.0</b>	65
PC02	40.0	45.8	<b>47.0</b>	65
PC03	40.0	< 30	<b>40.5</b>	60
PC04	40.0	< 30	<b>40.0</b>	60
PC05	40.0	31.6	<b>40.5</b>	60
PC06	40.0	< 30	<b>40.5</b>	60
PC07	40.0	35.5	<b>41.5</b>	60
PC08	40.0	34.1	<b>41.0</b>	60
PC18	40.0	< 30	<b>40.5</b>	65
PR01	40.0	< 30	<b>40.0</b>	60
PS01	40.0	35.6	<b>41.5</b>	55
PS02	40.0	44.1	<b>45.5</b>	55
PS03	40.0	< 30	<b>40.5</b>	55
PS04	40.0	< 30	<b>40.0</b>	55
<b>Periodo NOTTURNO</b>				
PC01	30.0	45.8	<b>46.0</b>	55
PC02	30.0	45.8	<b>46.0</b>	55
PC03	30.0	< 30	<b>32.5</b>	50
PC04	30.0	< 30	<b>31.5</b>	50
PC05	30.0	31.6	<b>34.0</b>	50
PC06	30.0	< 30	<b>32.5</b>	50
PC07	30.0	35.5	<b>36.5</b>	50
PC08	30.0	34.1	<b>35.5</b>	50
PC18	30.0	< 30	<b>32.5</b>	55
PR01	30.0	< 30	<b>31.0</b>	50
PS01	30.0	35.6	<b>36.5</b>	45
PS02	30.0	44.1	<b>44.5</b>	45
PS03	30.0	< 30	<b>32.0</b>	45
PS04	30.0	< 30	<b>31.0</b>	45
(+)				
Livello delle sorgenti "non Enel" stimato; si assumono valori compatibili con aree rurali.				

L'esame della Tabella 10 evidenzia come il limite assoluto di immissione delle rispettive classi risulti rispettato nel TR diurno e nel TR notturno presso tutte le postazioni, per tutti gli scenari esaminati. Infatti, il livello di immissione atteso  $L_{A\_Futuro}$  è minore del rispettivo limite, anche utilizzando nella valutazione il contributo massimo dell'impianto calcolato con il modello per le tre fasi  $L_{BS1\_max}$  (Tabella 9).

Le variazioni del livello di immissione tra lo scenario futuro e la situazione attuale (n°4 unità a carbone), rappresentano una stima del criterio differenziale di immissione, di cui al DPCM 14/11/1997; la Tabella 11 riporta i risultati di tale valutazione. Si indica con  $L_{Mis\_2016}$  il  $L_{Aeq}$  rilevato nel corso dei rilievi descritti al § 3.1 e con  $L_{A\_Futuro}$ , il livello di immissione previsto nella situazione futura (Tabella 10).

La valutazione, condotta in condizioni peggiorative utilizzando come contributo il livello  $L_{BS1\_max}$ , mostra come i livelli di immissione previsti per lo scenario futuro subiranno, per la quasi totalità dei punti considerati, un sensibile calo rispetto alla situazione attuale, che, specie nel notturno, è maggiore di 10 dB.

Le variazioni riportate nell'ultima colonna della Tabella 11 hanno, infatti, segno negativo ed i valori sono in generale molto elevati, ad indicare una diffusa e cospicua riduzione del contributo della centrale al rumore ambientale della zona.

L'unica situazione di incremento si rileva nel punto PS02 nel periodo notturno; la variazione di +3 dB è inferiore al corrispondente limite del criterio, pari a + 5 dB. Va evidenziato che tale postazione non corrisponde ad alcun ambiente abitativo.

**Tabella 11 – Variazione del livello di immissione – Scenario FINALE - Valori in dB(A)**

Punto	Rumore ambientale con le attuali n° 4 unità in servizio $L_{Mis\_2016}$ [A]	Scenario futuro Rum. amb.le scenario futuro $L_{A\_Futuro}$ [B]	Variazione del livello di immissione [B] - [A]
	Periodo DIURNO		
PC01	54.5	47.0	-7.5
PC02	48.5	47.0	-1.5
PC03	50.5	40.5	-10.0
PC04	48.0	40.0	-8.0
PC05	49.5	40.5	-9.0
PC06	46.5	40.5	-6.0
PC07	47.5	41.5	-6.0
PC08	48.5	41.0	-7.5
PC18	57.0	40.5	-16.5
PR01	44.0	40.0	-4.0

Punto	Rumore ambientale con le attuali n° 4 unità in servizio $L_{Mis,2016}$ [A]	Scenario futuro	Variazione del livello di immissione [B] - [A]
		Rum. amb.le scenario futuro $L_{A,Futuro}$ [B]	
PS01	44.0	41.5	-2.5
PS02	47.5	45.5	-2.0
PS03	47.0	40.5	-6.5
PS04	48.0	40.0	-8.0
<b>Periodo NOTTURNO</b>			
PC01	54.0	46.0	-8.0
PC02	51.5	46.0	-5.5
PC03	48.0	32.5	-15.5
PC04	47.5	31.5	-16.0
PC05	48.5	34.0	-14.5
PC06	49.5	32.5	-17.0
PC07	40.0	36.5	-3.5
PC08	45.0	35.5	-9.5
PC18	47.5	32.5	-15.0
PR01	39.0	31.0	-8.0
PS01	40.5	36.5	-4.0
PS02	43.5	44.5	1.0
PS03	45.0	32.0	-13.0
PS04	43.5	31.0	-12.5

I dati riportati in tabella si prestano ad una analisi in relazione alle soglie di applicabilità del criterio differenziale, che è riferito all'interno dei fabbricati, nel locale più esposto.

La valutazione è limitata ai punti PR01 e PS03, gli unici rappresentativi di potenziali ricettori, secondo il verbale 016/13/ACU di ARPA Puglia precedentemente citato.

- In periodo diurno il criterio non è applicabile su entrambi tali ricettori perché già il livello futuro in esterno ai fabbricati è inferiore a 50 dB(A), soglia di applicabilità a finestre aperte del criterio.
- In periodo notturno il criterio non è applicabile su entrambi tali ricettori perché già il livello futuro in esterno ai fabbricati è inferiore a 40 dB(A), soglia di applicabilità a finestre aperte del criterio.

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. 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.

I benefici conseguenti alla realizzazione dello scenario futuro rispetto alla situazione attuale saranno estesi a tutta l'area adiacente allo sviluppo del nastro, che sarà disattivato a seguito della dismissione delle unità a carbone. Il contributo di tale sorgente al rumore ambientale, ancorché di limitata entità, verrà quindi a cessare.

### 4.3.2 Limite di emissione

Il livello di emissione della centrale di Brindisi Sud nello scenario futuro corrisponde al contributo massimo del nuovo ciclo combinato calcolato dal modello. (LBS1\_max in Tabella 9). Esso è 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, a pag. 51.

I livelli di emissione delle sorgenti Enel saranno confrontati con i limiti di emissione della classe di appartenenza dei punti PR01 e PS03, rappresentativi degli unici potenziali ricettori, come riportato nell'Allegato 1 al verbale 016/13/ACU di ARPA Puglia precedentemente citato. Ciò è 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 questo senso, quindi, per le verifiche del limite di emissione non sono presi in esame punti localizzati al limite della recinzione confinanti con spazi che, allo stato attuale, non si configurano utilizzabili da persone e/o comunità come ad esempio luoghi inaccessibili, terreni coltivati, corpi idrici, zone scoscese o impervie, ecc.

In Tabella 12 si riporta il confronto con i limiti diurni e notturni di emissione.

**Tabella 12 – C.le di Brindisi - Nuova unità BS4 – Scenario Futuro - Confronto con i limiti di emissione – Valori in dB(A)**

Punto	L <sub>BS1_max</sub> Contributo massimo nuova unità	Limite di emissione Diurno / Notturmo (DPCM 14/11/97)
PR01	< 30	55 / 45
PS03	< 30	50 / 40

Nelle postazioni considerate, il livello emissivo stimato per le sorgenti Enel nello scenario futuro risulta ampiamente minore del limite di emissione più restrittivo della classe di appartenenza; tali limiti valgono 5 dB in meno dei rispettivi limiti assoluti di immissione.

Si conferma così il pieno rispetto del limite di emissione presso i ricettori.

Come si evince dall'osservazione delle curve isofoniche relative alle fasi più gravose (fase 2 in Figura 6 e fase 3 in Figura 7), l'isofona corrispondente a 65 dB(A), limite di emissione della classe VI in cui è inserita la centrale, resterà ampiamente contenuta entro il perimetro della centrale stessa.

## 5 IMPATTO ACUSTICO IN FASE DI REALIZZAZIONE DELLA NUOVA OPERA

### 5.1 Caratteristiche generali del cantiere e delle lavorazioni

Le principali attività di cantiere civile sono sostanzialmente legate a demolizioni e opere di nuova realizzazione.

Per quanto riguarda le demolizioni, le attività possono essere riassunte in:

- Demolizione dell'esistente (costituito principalmente dagli edifici uffici, officine, e magazzino materiali leggeri, portineria, spogliatoi e pensiline parcheggi);
- Movimentazione e smaltimento del materiale demolito e scavato.

Per quanto concerne gli interventi di nuova realizzazione, le attività di cantiere civile previste possono essere sintetizzate in:

- preparazione del sito, realizzazione connessioni stradali e costruzioni temporanee di cantiere;
- trattamento di vibroflottazione o vibrocompattazione dei terreni;
- nuovo collegamento al sistema acqua di circolazione;
- realizzazione delle fondazioni profonde e superficiali di macchinari ed edifici principali e secondari, dei nuovi edifici uffici, officine, spogliatoio, magazzino materiali leggeri e ciminiera;
- realizzazione della vasca di contenimento e fondazioni del Diesel di emergenza e dei trasformatori;
- realizzazione fondazioni e strutture di cable/pipe rack;
- realizzazione fondazione per serbatoi;
- realizzazione di pozzetti, tubazioni, vasche di trattamento acque sanitarie, rete interrati (fognature, vie cavo sotterranee, conduits, drenaggi, etc.), vasca di prima pioggia;
- realizzazione della recinzione, delle aree parcheggio, delle strade interne e illuminazione ed eventuale sistemazione a verde.

Nell'ambito del progetto di rifacimento, occorre realizzare diverse demolizioni e rilocalizzazioni per rendere l'area disponibile.

Per quanto attiene alle nuove opere, sarà realizzato un nuovo edificio che raccoglierà le esigenze del personale di esercizio e comprenderà il parcheggio, gli uffici personale, gli spogliatoi ed il magazzino materiali leggeri.

Sarà realizzato il montaggio della prima unità turbogas 1A, comprensiva di ausiliari, edificio, camino di by-pass e pipe rack di collegamento verso sala macchine. Tra gli ausiliari saranno installati gli scambiatori del circuito chiuso, raffreddati ad acqua di mare. Le pompe relative saranno installate nell'opera di presa dell'unità 1-2. Sarà realizzato il

collegamento del gas metano dal punto di consegna alla fence di impianto a Brindisi Nord fino alla turbina a gas, inclusa stazione REMI e compressore.

Sarà quindi realizzato il montaggio della seconda unità turbogas 1B, comprensiva di ausiliari, edificio, camino di *by-pass* e pipe rack di collegamento verso sala macchine.

Il completamento del ciclo combinato per entrambe le unità comprenderà la costruzione delle caldaie a recupero e dei camini finali. La turbina a vapore sarà installata in sala macchine al posto dell'unità 1 e collegata al condensatore.

## 5.2 Aree di cantiere

L'area che si rende necessaria per le attività di Costruzione di un CCGT da 1680 MW<sub>e</sub> è stimabile in circa 25.000 m<sup>2</sup>, da utilizzare per gli uffici Enel & Contractors di costruzione / commissioning e per lo stoccaggio dei materiali.

All'interno dell'impianto di Brindisi, l'area logica di cantiere potrà essere allestita nella porzione di terreno indicata in colore blu in Figura 8.

Qualora si riscontrasse la necessità di allestire ulteriori aree di cantiere (essenzialmente come aree di stoccaggio temporaneo e prefabbricazione), queste potranno essere recuperate allestendo anche altre aree limitrofe attualmente libere in area domes.



Figura 8 – C.le di Brindisi - Ubicazione delle aree di cantiere

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.

### 5.3 Fasi di lavoro

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.

Si procederà quindi con:

- Demolizione parcheggi;
- Realizzazione nuovo edificio uffici, spogliatoi, magazzino materiali leggeri;
- Preparazione nuovo ingresso di cantiere e modifiche edificio mensa;
- Sistemazione aree e installazione delle infrastrutture di cantiere.

Successivamente, saranno effettuate le seguenti attività necessarie per la messa in servizio del primo impianto funzionante a ciclo aperto:

- salvaguardie meccaniche ed elettriche per parti di impianto coinvolte nelle demolizioni, etc.
- demolizioni impianti e macchinari presenti in area trattamento acque reflue, magazzino materiali pesanti, edifici servizi industriali, attrezzature fossa bombole idrogeno;
- demolizione platee e strade esistenti per permettere l'inizio dei lavori di fondazione del nuovo turbogruppo;
- realizzazione edificio elettrico
- realizzazione fondazioni TG1A
- montaggio TG1A e relativo trasformatore, camino di by-pass, edificio TG1A, montaggi elettrici e montaggio nuova stazione gas.

Terminati i lavori della fase preliminare per il funzionamento a ciclo aperto del primo gruppo, si procederà con la realizzazione dei lavori necessari per il secondo gruppo, che dovrà operare sempre in ciclo aperto:

- fondazioni turbogruppo TG1B;
- montaggio TG1B e relativo trasformatore, del camino di by-pass, dell'edificio TG 1B, montaggi elettrici.

Terminati i lavori della fase per il funzionamento dei gruppi a ciclo aperto, si procederà con la realizzazione degli interventi necessari per la chiusura dei cicli:

- scavi e sottofondazioni per GVR1A e 1B;
- fondazioni GVR1A e 1B;
- montaggio GVR1A e 1B, comprensivo di camino;

- adeguamenti in sala macchina per TV e smontaggio TV esistente Gr.1 e demolizione condensatore;
- demolizione parziale del cavalletto turbina per futuro alloggiamento nuova TV;
- rimozione generatore TV1;
- montaggio nuova TV con relativo nuovo condensatore;
- BOP meccanico, tra cui il prolungamento del pipe rack.

Il funzionamento del nuovo impianto a ciclo combinato dovrà comunque prevedere delle fermate programmate necessarie per il montaggio dei camini dei nuovi GVR e per i collegamenti al DCS.

#### 5.4 Risorse utilizzate per la costruzione

Per le attività di costruzione si stimano indicativamente 1'200'000 h per ogni unità CCGT, 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.

Per le maestranze, ogni unità richiederà indicativamente, per le attività di costruzione, la presenza giornaliera di circa n.200 persone in media e di circa n.400 persone per le fasi di picco.

In relazione al n. di automezzi, per la costruzione di una unità, 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 e piattaforme telescopici;
- autocarri e autoarticolati per trasporto materiali e attrezzature
- autogru carrate, autogru cingolate, gru a torre.

#### 5.5 Caratteristiche emissive del cantiere

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, costituito sia dai veicoli pesanti, adibiti al trasporto del materiale, sia dai veicoli leggeri, utilizzati per il trasporto delle maestranze.

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 sopra indicati, l'emissione sonora dello scappamento dei motori a combustione interna è di solito la componente più significativa del rumore, ma talune macchine operatrici generano rumore anche per effetto della lavorazione che svolgono.

Nell'evoluzione di un cantiere siffatto, 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 (scavatrici, trattori, ruspe, 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 quindi 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 un traffico pesante connesso all'approvvigionamento dei grandi componenti e della fornitura di materiale da costruzione.

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.

### 5.5.1 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 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.

I macchinari considerati per la simulazione dell'emissione sonora delle attività, con i rispettivi livelli di potenza sonora, sono riportati in Tabella 13.

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 13 -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	<b>107.2</b>	100	Banca Dati CPT, rif.: 937-(IEC-54)-RPO-01
Pala caricatrice gommata (134 kW)	2	<b>102.3</b>	100	Banca Dati CPT, rif.: 970-(IEC-64)-RPO-01
Autocarri ribaltabile da 20 m <sup>3</sup> (pot. 230 kW)	4	<b>101.1</b>	100	Banca Dati CPT, rif.: 948-(IEC-14)-RPO-01
Rullo compattatore (101 kW)	1	<b>113.1</b>	100	Banca Dati CPT, rif.: 979-(IEC-62)-RPO-01
Motolivellatrice (motorgrader)	1	<b>104.9</b>	100	Banca Dati CPT, rif.: 959-(IEC-61)-RPO-01

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 prodotta l'emissione sonora nell'ambito del loro periodo d'impiego<sup>11</sup>. Nella simulazione, in termini

<sup>11</sup> 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

ampiamente cautelativi si sono ignorati entrambi 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.

### 5.5.2 Risultati del calcolo previsionale

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 13 per i punti di Figura 3. Si indicano anche il livello di immissione stimato assumendo i valori delle sorgenti "non Enel" di cui alla Tabella 10 ed il relativo valore limite assoluto di immissione diurno secondo la classe di appartenenza dei punti di misura.

**Tabella 14 - Livello di immissione specifica prodotto dal cantiere per le fasi di predisposizione del sito e scavi – Valori in dB(A)**

Punto	Contributo cantiere $L_{Cant}$	Livello di immissione	Limite assoluto di immissione (DPCM 14/11/1997)
PC01	52.3	52.5	65
PC02	47.8	48.5	65
PC03	< 30	40.0	60
PC04	< 30	40.0	60
PC05	36.8	41.5	60
PC06	< 30	40.0	60
PC07	34.9	41.0	60
PC08	37.7	42.0	60
PC18	< 30	40.0	65
PR01	< 30	40.0	60
PS01	39.9	43.0	55
PS02	47.1	48.0	55
PS03	< 30	40.0	55
PS04	< 30	40.0	55

Le considerazioni espone dimostrano come, anche con le assunzioni ampiamente cautelative indicate, il rumore prodotto dal cantiere per la realizzazione della nuova unità BS1 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.

---

in un cantiere può essere inferiore perché vengono considerati i tempi necessari per gli spostamenti, i posizionamenti, le attese, le pause.

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.

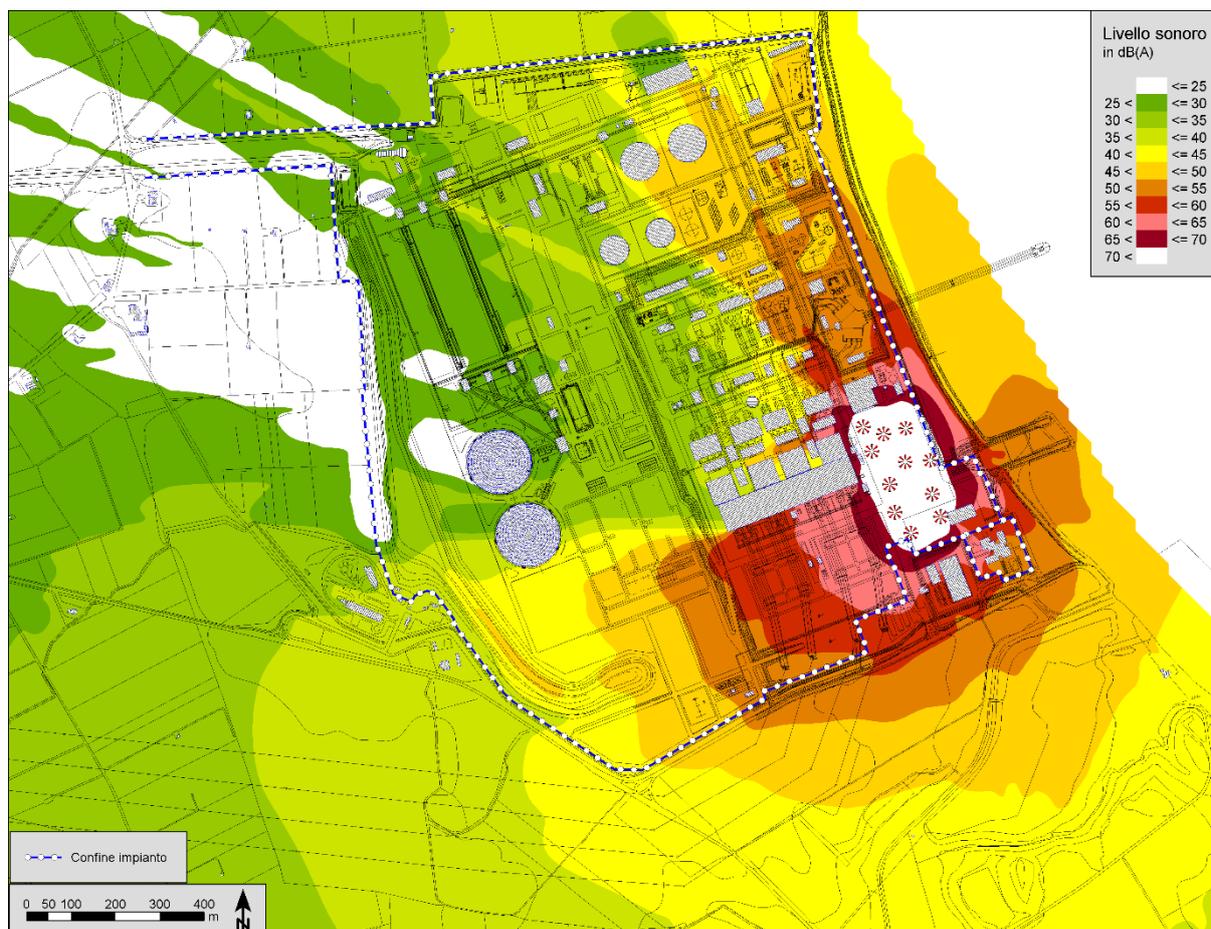
Enel richiederà alle ditte appaltatrici l'utilizzo di macchine ed impianti conformi alle direttive CE recepite dalla normativa nazionale<sup>12</sup>. Per tutte le attrezzature, comprese quelle non considerate nella normativa nazionale vigente, dovranno comunque essere utilizzati tutti gli accorgimenti tecnicamente disponibili per rendere meno rumoroso il loro uso (caratteristiche, oculati posizionamenti nel cantiere, ecc.) e dovranno essere attuati gli interventi manutentivi previsti.

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 traffico che attualmente scorre sulla viabilità principale di accesso al sito.

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. Le curve calcolate, a partire da 25 dB(A), con passo 5 dB(A), sono rappresentate, sulla planimetria del sito in Figura 9.

---

<sup>12</sup> 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".



**Figura 9 – C.le di Brindisi - Cantiere per la realizzazione della nuova unità BS1 - Curve isofoniche di immissione specifica nell'area circostante all'altezza di 4 m dal suolo per la fase di preparazione del sito e scavo**

## 6 CONCLUSIONI

Presso la Centrale "Federico II" di Brindisi è prevista la realizzazione nell'area d'impianto esistente di nuove unità a gas di taglia massima 1680 MW<sub>e</sub> di recente concezione, intrinsecamente meno rumoroso delle unità produttive attuali. Il nuovo gruppo si chiamerà Brindisi BS1, i due treni di potenza (turbogas e GVR) saranno denominati rispettivamente BS1A e BS1B.

L'intervento prevede n.3 fasi di costruzione. La prima fase comprende la costruzione di una prima unità turbogas e il funzionamento in ciclo aperto (OCGT) in corrispondenza con la messa fuori di tutte le unità a carbone (BS1, BS2, BS3 e BS4). La seconda fase prevede l'aggiunta di un'altra unità turbogas in ciclo aperto (OCGT). Nell'ultima fase sarà realizzato il completamento in ciclo chiuso di entrambi i cicli aperti con l'aggiunta di due caldaie a recupero e una turbina a vapore.

La Centrale ricade nel Comune di Brindisi, che dispone del piano di classificazione acustica del proprio territorio.

Per quanto riguarda la situazione attuale, lo studio eseguito si è basato su una campagna sperimentale per la caratterizzazione del livello di rumore con tutte le unità in servizio, eseguita nel 2016.

I risultati di tale attività, insieme a quelli forniti dalla simulazione modellistica previsionale del rumore prodotto dalla nuova unità BS1 negli scenari indicati, hanno consentito di valutarne l'impatto acustico e verificare il rispetto dei limiti di legge, sulla base di ipotesi cautelative. Lo studio ha riguardato i punti di misura considerati nell'ambito della campagna sperimentale.

Le analisi condotte mostrano il pieno rispetto dei limiti assoluti di immissione presso tutti i punti considerati, sia in periodo diurno che notturno.

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, risulta ovunque minore del limite più restrittivo, pari a 3 dB(A), stabilito dal DPCM 14/11/1997 per il periodo notturno.

Sono state esaminate le variazioni del livello di immissione tra il più critico degli scenari futuri e la situazione attuale. I livelli di immissione subiranno, nella maggior parte dei punti considerati, un sensibile calo rispetto alla situazione attuale; si avrà quindi una generale e cospicua riduzione del contributo della centrale al rumore ambientale della zona. L'unica situazione di incremento, che non interessa alcun ambiente abitativo, risulta comunque conforme al limite imposto per il criterio differenziale.

Si avrà pure il rispetto dei limiti di emissione, pari a 5 dB in meno dei corrispondenti limiti assoluti di immissione, presso i punti rappresentativi dei potenziali ricettori a carattere residenziale e lungo la recinzione nello scenario finale.

Lo studio comprende anche la valutazione del rumore prodotto in fase di cantiere, per le fasi di preparazione del sito e scavo, ritenute quelle più impattanti dal punto di vista dell'inquinamento acustico. 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 emissione<sup>13</sup>, di immissione<sup>14</sup>, 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.

<sup>13</sup> Valori limite di emissione: il valore massimo di rumore che può essere emesso da una sorgente sonora, misurato in prossimità della sorgente stessa

<sup>14</sup> 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

I valori da non superare per le “emissioni”, sono relativi al rumore prodotto da ogni singola “sorgente”<sup>15</sup> 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.

**Tabella 15 - 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 16 - 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

<sup>15</sup> Per “sorgente” s’intende anche un insieme di sorgenti acustiche purché appartenenti allo stesso processo produttivo o funzionale

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”*<sup>16</sup> 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, 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*

---

<sup>16</sup> 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”*.

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 pertinenza<sup>17</sup>, "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 infrastruttura<sup>18</sup> 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.

## Strumentazione

I rilievi sono stati eseguiti con strumentazione di Classe 1, dotata di certificato di calibrazione rilasciato da centro ACCREDIA o equivalente, come richiesto dal D.M.A. 16/03/1998.

**Tabella 17 – Strumentazione utilizzata**

Strumento	Estremi certificato di taratura
Fonometro Larson Davis, tipo 831, mat. N° 3770	N° 2014005573 del 04/12/2014, centro PCB Piezotronics.
Fonometro Larson Davis, tipo 831, mat. N° 3779	N° 2014005727 del 09/12/2014, centro PCB Piezotronics.
Fonometro Larson Davis, tipo 831, mat. N° 3771	N° 2014005574 del 04/12/2014, centro PCB Piezotronics.
Fonometro Larson Davis, tipo 831, mat. N° 3773	N° 2014005578 del 04/12/2014, centro PCB Piezotronics.
Calibratore Aclan Mod CAL200, n. di serie 11671	N° 2014004987 del 13/11/2014, centro PCB Piezotronics.

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

<sup>17</sup> 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.

<sup>18</sup> 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

## 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 SoundPLAN<sup>19</sup> 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 9613-2<sup>20</sup>. 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 ambientale<sup>21</sup>.

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

<sup>19</sup> <http://www.soundplan.eu/english>

<sup>20</sup> UNI ISO 9613-2:2006 "Acustica - Attenuazione sonora nella propagazione all'aperto - Metodo generale di calcolo"

<sup>21</sup> 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 [...] 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 LAT(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."

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.