

RAPPORTO

USO RISERVATO

APPROVATO

C1007496

Cliente Terna Rete Italia

Oggetto Stazione Elettrica 380 kV / 120-150 kV di Villanova, in comune di Cepagatti (PE) – Caratterizzazione del rumore ambientale presso una abitazione privata a Nord dell'impianto – Avanzamento al 23/04/2021

Ordine -

Note Wbs: A1300002923
Inviato con lettera prot. n. C1007976

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

N. pagine 31 **N. pagine fuori testo** -

Data 23/04/2021

Elaborato [REDACTED]

Verificato [REDACTED]

Approvato [REDACTED]

Indice

1	PREMESSA E SCOPI	3
2	APPROCCIO METODOLOGICO	3
2.1	Descrizione dell'impianto e dell'area circostante	3
2.2	Quadro normativo di riferimento	3
2.3	Riscontri ottenuti da ARTA.....	4
2.4	Piano sperimentale di indagine	5
2.5	Condizioni al contorno durante le campagne.....	6
3	RISULTATI DELLE INDAGINI SPERIMENTALI	8
3.1	Parametri di misura	8
3.2	Monitoraggio a lungo termine presso il punto L4 – Ricettore Via Abruzzo	9
3.3	Monitoraggio a lungo termine presso il punto L1	18
3.4	Temi di approfondimento	21
3.5	Verifica dei limiti di legge.....	22
3.6	Primi riscontri e considerazioni ottenuti dai dati sperimentali analizzati	23
4	MODELLAZIONE MATEMATICA DELLA S.E.....	24
4.1	Predisposizione del modello della S.E.....	24
4.1.1	Orografia.....	24
4.1.2	Punti ricettore.....	25
4.2	Studio di interventi mitigativi	25
5	TEMPISTICA DI INTERVENTO	26
	APPENDICE.....	27
A1	Quadro di riferimento normativo	27
A2	Parametri di misura	30
A3	Strumentazione utilizzata	31

STORIA DELLE REVISIONI

Numero revisione	Data	Protocollo	Lista delle modifiche e/o dei paragrafi modificati
0	23/04/2021	C1007496	Prima emissione

1 PREMESSA E SCOPI

Su richiesta di Terna Rete Italia, CESI ha svolto una indagine per la caratterizzazione del livello di rumore ambientale presso la S.E. di Villanova e nell'area circostante, al fine di valutare il rispetto dei limiti di legge per l'inquinamento acustico presso un fabbricato residenziale situato a Nord dell'impianto, lungo [REDACTED]. A seguito di lamentele manifestate dai residenti, l'Agenzia Regionale per la Tutela dell'Ambiente (ARTA Abruzzo) ha svolto una indagine, verificando il superamento dei limiti assoluti di immissione¹. A seguito di tali risultati, il Comune di Cepagatti (PE), tramite l'ordinanza comunale n. 16 del 18 marzo 2021, ha ordinato a Terna di adottare gli interventi necessari per ricondurre nei limiti l'inquinamento acustico nel recettore, provvedendo alla pianificazione e realizzazione di interventi per la mitigazione del rumore. Si richiede, a tale proposito, la predisposizione di un Piano di risanamento acustico delle emissioni generate.

Scopo della presente indagine è quindi la conferma dei riscontri ottenuti da ARTA e lo studio di eventuali interventi di mitigazione del rumore.

Il presente documento costituisce lo stato di avanzamento dello studio a fine Aprile 2021; sono riassunti i risultati principali e indicati i temi di approfondimento e completamento ancora in corso.

2 APPROCCIO METODOLOGICO

2.1 Descrizione dell'impianto e dell'area circostante

La S.E. di Villanova è un punto nodale per interconnettere la rete di trasmissione ad altissima tensione (380 kV) con le reti a tensioni inferiori (120 e 150 kV). Ciò avviene tramite un complesso sistema di macchinari (autotrasformatori), dispositivi (interruttori, sezionatori), infrastrutture (portali, sbarre) e sistemi di controllo. Oltre agli autotrasformatori, la S.E. è dotata di altre apparecchiature destinate al controllo e regolazione della rete stessa (reattori).

L'area circostante la S.E. è di tipo rurale, la morfologia del territorio è a carattere ondulato; il suolo è sfruttato a fini agricoli. Nell'intorno della S.E. vi sono alcuni piccoli nuclei costituiti da pochi fabbricati a carattere residenziale, oltre a strutture di servizio.

2.2 Quadro normativo di riferimento

Il quadro di riferimento normativo per la regolamentazione dell'inquinamento acustico è descritto in Appendice, a pag. 27. I limiti per l'inquinamento acustico traggono spunto dalla Legge Quadro 447/95 e dal DPCM 14/11/1997; essi trovano applicazione mediante lo strumento della classificazione acustica comunale.

¹ ArtA Abruzzo - Agenzia Regionale per la Tutela dell'Ambiente – Distretto provinciale di Pescara – Relazione Fonometrica 2019_323

Il comune di Cepagatti (PE), al cui territorio appartiene la S.E., ha approvato il proprio piano di classificazione acustica, durante la seduta del Consiglio Comunale del 27.02.2020. Il piano è consultabile sul sito istituzionale².

L'area della S.E. di Villanova è inserita in classe V, insieme alle aree della stazione di conversione e all'area adibita a logistica. Ai gruppi di case a Nord è stata assegnata la classe II, con limiti assoluti di immissione diurni e notturni pari rispettivamente a 55 e 45 dB(A), mentre il resto del territorio in cui sono inseriti gli edifici residenziali a Sud-Est e a Est della S.E. è inserita in classe III, in continuità con il territorio rurale circostante.

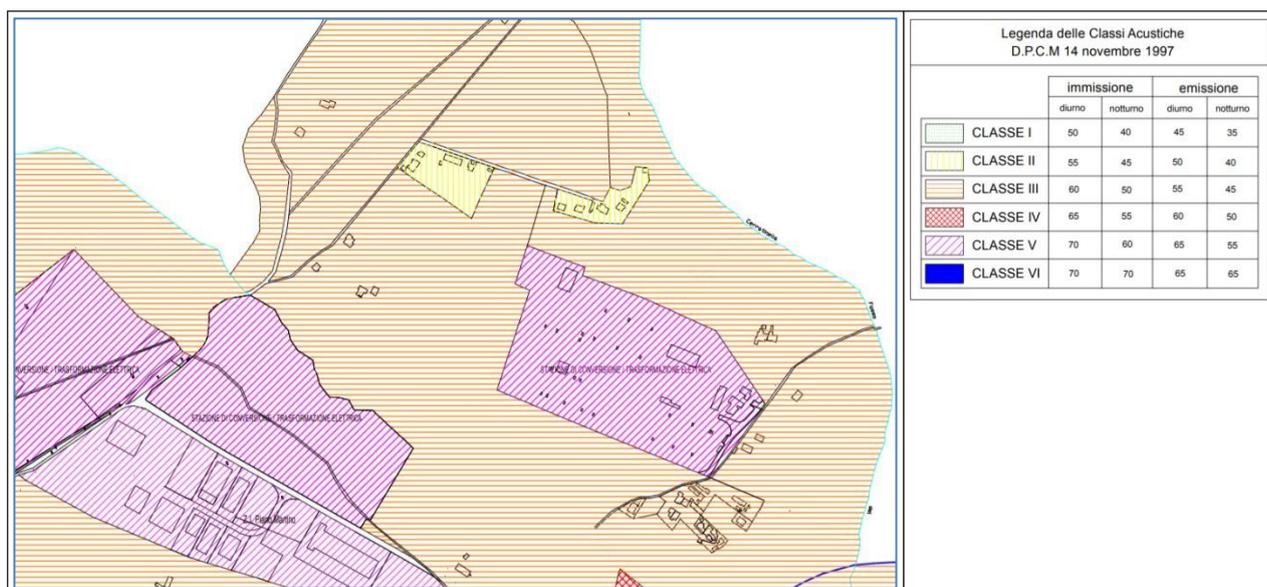


Figura 1 – Stralcio del Piano di Classificazione Acustica del comune di Cepagatti per l'area di interesse (<https://comune.cepagatti.accessocivico.it/sites/default/files/allegati/ZONIZZAZIONE%20CEPAGATTI%20Tav%20C%20Sintesi%20rev1%202020.pdf>).

2.3 Riscontri ottenuti da ARTA

Nella relazione tecnica ARTA, sono stati esposti e discussi i dati rilevati in una sessione di misura fonometrica condotta nel periodo 18-21/01/2021, in facciata ad una abitazione in via [redacted] nel Comune di Cepagatti, nei pressi della S.E. di Villanova. Secondo la relazione, questa sorgente, insieme ad alcune linee AT nelle vicinanze, costituisce la sorgente primaria di rumore, in un contesto rurale caratterizzato dall'assenza di altre sorgenti sonore significative, in particolare nel periodo notturno (ore 22-06). Nel rapporto si afferma che "I dati evidenziano il costante superamento, nel periodo notturno, del valore limite di immissione pari a 45 dBA di cui alla Tabella C del DPCM 14/ 1 1/97, valido per la Classe acustica II che risulta assegnata dal PCCA di Cepagatti all'area ove insiste l'abitazione in esame". Si evidenzia, peraltro, che nella prima notte di misura risulterebbe superato anche il valore limite di immissione per la classe acustica III (pari a 50 dBA), a causa della presenza costante di una componente tonale a 315 Hz (presente solo a tratti nelle altre due notti di misura).

La relazione sintetizza di risultati delle misure per il periodo notturno nella seguente tabella, in cui si nota il superamento del relativo limite nelle tre notti, con valori di $L_{Aeq,TR}$ che per il 18 e il 20/01 si attestano a circa 48 dB(A) e a circa 45 dB(A) nella notte del 19/01. Per la notte del 18/01, il parametro "livello di

² <https://comune.cepagatti.accessocivico.it/content/approvazione-piano-di-classificazione-acustica-del-territorio-comunale>

rumore corretto" L_C , da confrontare con i limiti è gravato della penalizzazione di + 3 dB per componenti tonali.

DESCRIZIONE	Periodo di misura (TR)	$L_{Aeq,TR}$ [dBA]	K_T [dB]	L_C [dBA]	Limite di Immissione Classe II [dBA]	Superamento del valore limite
Livello di rumore ambientale L_{A1} (impianti Terna)	Dalle ore 22:00 del 18 alle ore 06:00 del 19/01/2021	48.5	+3	51.5	45	SI'
Livello di rumore ambientale L_{A2} (impianti Terna)	Dalle ore 22:00 del 19 alle ore 06:00 del 20/01/2021	45.5	0	45.5	45	SI'
Livello di rumore ambientale L_{A3} (impianti Terna)	Dalle ore 22:00 del 20 alle ore 06:00 del 21/01/2021(*)	48.0	0	48.0	45	SI'

Figura 2 – S.E. di Villanova – Estratto dalla relazione tecnica ARTA con il confronto dei risultati con i limiti di legge.

2.4 Piano sperimentale di indagine

L'ordinanza comunale prescrive la predisposizione di un piano per la mitigazione del rumore; il piano sperimentale messo in atto da CESI nella propria indagine ha visto l'esecuzione di misure sperimentali per caratterizzare in modo più ampio il livello di rumore ambientale presso l'abitazione, seguite da una fase di analisi dati ed elaborazioni, tutt'ora in corso, con l'obiettivo di addivenire alla definizione del piano di interventi richiesto. Lo strumento idoneo allo scopo è la modellazione matematica del sito della S.E. e dell'area circostante, effettuata mediante programmi di simulazione della propagazione sonora. L'indagine sperimentale si è svolta tra la fine di Marzo e l'inizio di Aprile 2021 e si è articolata su una serie di attività di seguito elencate:

1. misure nell'intorno dei macchinari in funzione presso la S.E. di Villanova, con l'obiettivo di stimarne l'emissione sonora;
2. esecuzione di rilievi di rumore ambientale in continuo presso punti dislocati lungo la recinzione della S.E. (punto L1, Figura 3), nella direzione del ricettore oggetto dei rilievi ARTA;
3. esecuzione di rilievi di rumore ambientale in continuo per più giorni presso il sostegno n.1 della linea Villanova-Gissi, che sorge a circa 35 m dall'abitazione (punto L4, Figura 3).

L'attività modellistica, tuttora in corso, prevede:

1. la predisposizione della modellazione matematica della S.E. di Villanova nelle condizioni attuali, calibrazione e verifica del modello sulla base dei dati sperimentali acquisiti in campo;
2. lo studio di interventi mitigativi sulle macchine in servizio.

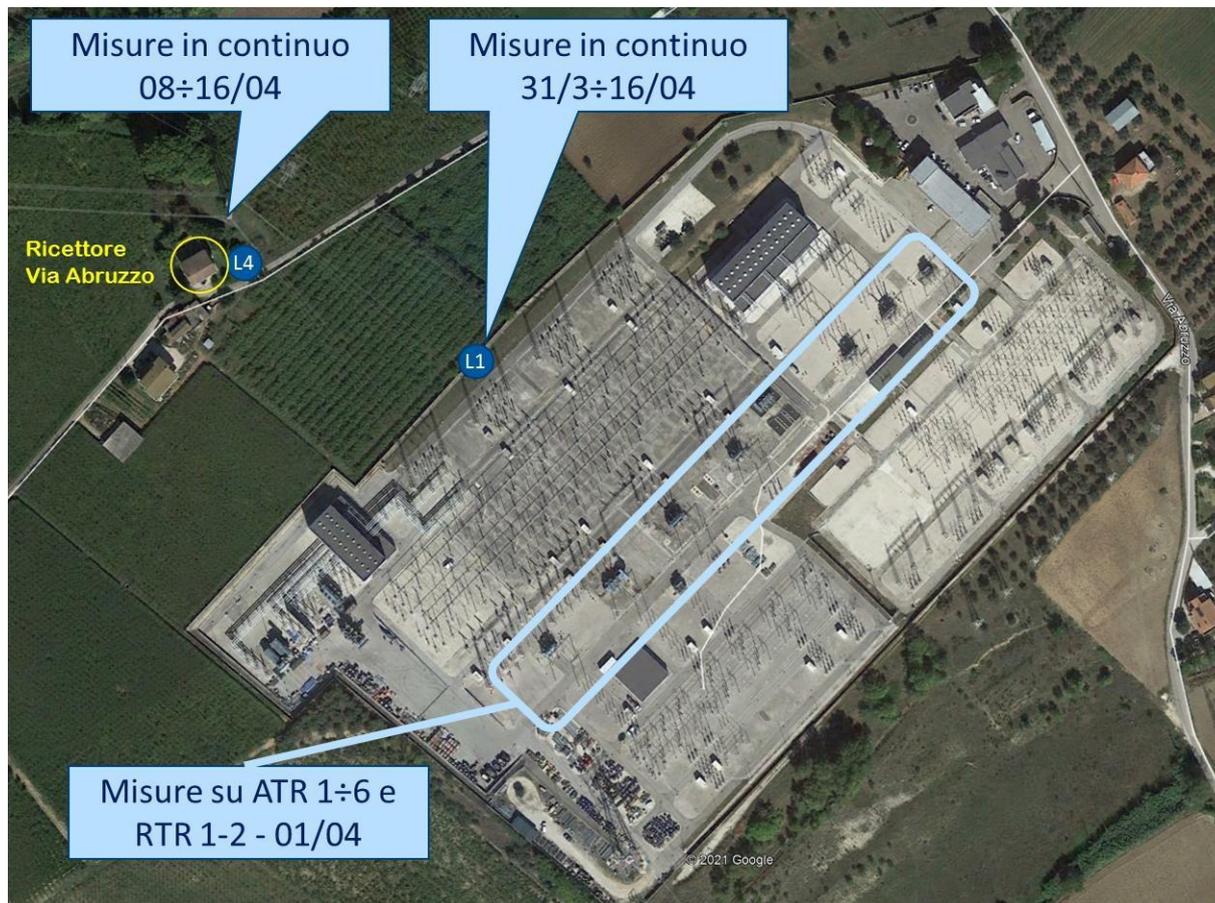


Figura 3 – Ubicazione dei punti di monitoraggio del rumore ambientale.

2.5 Condizioni al contorno durante le campagne

In Figura 4 sono riportati gli andamenti dei principali parametri meteorologici acquisiti presso la postazione fonometrica, posta lungo la recinzione della S.E. dal lato 380 kV (punto L1, Figura 3). La campagna sperimentale presso il punto L4 ha avuto luogo dalla mattina del 08/04 alla mattina del 16/04 ed è avvenuta in contemporanea a quella presso il punto L1, avviata in data 31/03.

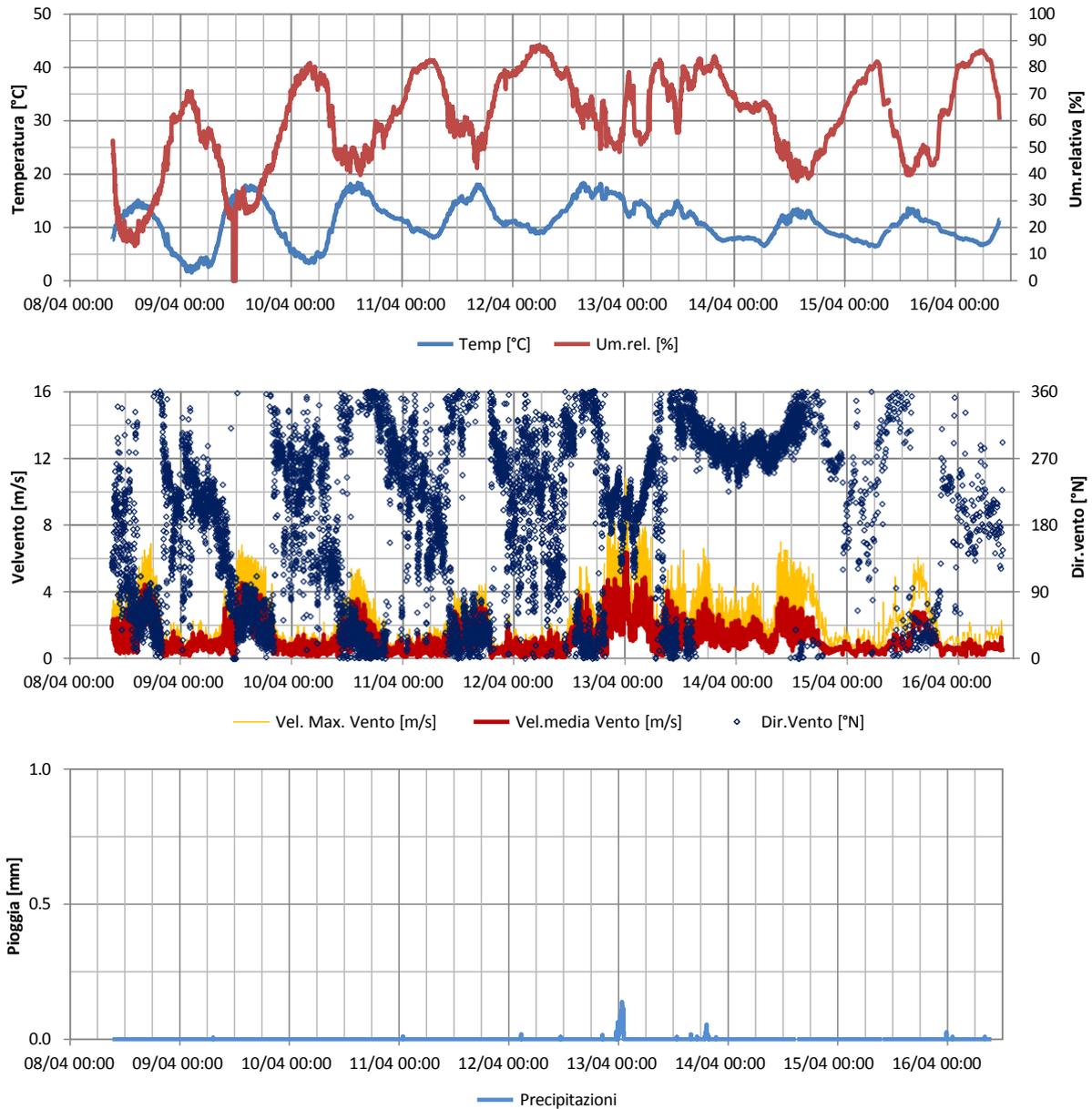


Figura 4 – Andamento dei principali parametri meteo acquisiti presso la postazione L1 - 08÷16/04/2021.

3 RISULTATI DELLE INDAGINI SPERIMENTALI

La campagna di misura, eseguita su più sessioni tra il 31/03 ed il 14/04/2021, si è sviluppata su diverse tipologie di rilievi di rumore, riassunti nella seguente tabella.

Tabella 1 – S.E. di Villanova: punti e metodica di misura

Punti	Tipologia	Metodica di misura
L1, L4 (Figura 3)	Caratterizzazione del livello sonoro in posizioni collocate presso o nella direzione di fabbricati esterni, che rappresentano gli ambienti abitativi potenzialmente più impattati dalla rumorosità prodotta dai macchinari.	Misure automatiche in continuo con la tecnica “ad integrazione continua” nel periodo diurno e notturno su più giorni, con periodi di acquisizione indipendenti e consecutivi della durata di 1’ ciascuno. <u>Descrizione dei punti di misura e dei ricettori di riferimento:</u> <ul style="list-style-type: none"> • L1: punto collocato lungo Nord-Ovest della S.E., dal lato 380 kV, nella direzione dell’edificio indagato da ARTA. L’altezza microfonica è stata posta a circa 3 m dal camminamento perimetrale. Presso questa postazione è stata installata una stazione meteo per il rilievo di temperatura, umidità, pressione, precipitazione, velocità e direzione del vento, su intervalli temporali sincroni all’acquisizione fonometrica. • L4: punto collocato nell’intorno del fabbricato di Via Abruzzo sede dei rilievi. L’unità microfonica per esterni è stata posta a circa 5 m di altezza dal suolo, fissata al sostegno della linea Villanova-Gissi, che dista circa 35 m dall’edificio.
	Caratterizzazione della potenza acustica degli ATR e dei RTR	Rilievi a breve termine in prossimità delle macchine.

Le misurazioni a breve termine hanno avuto luogo con il presidio dell’operatore, che ha provveduto a descrivere le circostanze di misura e identificare tutti gli eventi occorsi durante lo svolgimento dei rilievi, al fine di scorporare, ed eventualmente escludere, quelli ritenuti anomali ai fini della caratterizzazione stessa. Per le postazioni automatiche, gli operatori hanno provveduto ad eseguire periodiche ispezioni.

3.1 Parametri di misura

Nel corso delle misure sono stati acquisiti tutti i principali parametri acustici in termini globali e spettrali (L_{Aeq}^3 , livelli percentili, spettro in bande di 1/3 d’ottava di L_{eq} , L_{min} e dei livelli percentili), nonché l’andamento temporale del livello sonoro. All’interno della S.E., a poca distanza dall’ingresso, è stata posizionata una stazione meteo portatile in grado di fornire i seguenti parametri: velocità e direzione del vento, temperature ed umidità.

Si rimanda all’appendice, al § A2, per alcune considerazioni di approfondimento sui parametri di misura, relative, ad esempio, alle possibilità offerte dall’utilizzo dei livelli percentili nell’interpretazione dei dati sperimentali.

³ $L_{eq,T}$ livello di pressione sonora continuo equivalente determinato sul tempo di misura T, espresso in decibel (dB); è il valore del livello di pressione sonora di un suono continuo costante che, nell’intervallo di misura specificato T, ha lo stesso valore efficace di pressione sonora del rumore considerato il cui livello varia con il tempo.

I rilievi sono stati eseguiti con strumentazione di Classe 1, dotata di certificato di calibrazione rilasciato da centro ACCREDIA o equivalente⁴, come richiesto dal D.M.A. 16/03/1998. L'elenco della strumentazione utilizzata, con gli estremi dei relativi certificati di taratura, è riportato in Appendice a pag. 31; tali certificati, protocollati nel sistema di archiviazione documentale aziendale, sono disponibili a richiesta presso CESI.

3.2 Monitoraggio a lungo termine presso il punto L4 – Ricettore Via Abruzzo

Nell'ambito delle campagne di misura è stata svolta una attività nell'intorno dell'edificio di [REDACTED] i cui residenti hanno manifestato le lamentele in relazione all'inquinamento acustico e presso il quale ARTA ha eseguito le misure. In particolare:

- rilievo in continuo di durata plurigiornaliera, a partire dalla mattinata del giorno 08/04, fino al giorno 16/04/2021. La postazione microfonica è stata posta a circa 5 m dal suolo e fissata al sostegno dell'elettrodotto Villanova - Gissi, che si trova a circa 35 m dalla casa. In questa occasione, a causa di lavori sulla linea, è stato possibile condurre la prima parte delle misure con l'elettrodotto fuori tensione, in assenza quindi del contributo dovuto all'effetto corona. A partire dalle serata del 09/04, la linea è stata rimessa in servizio.

Come si vede dalla Figura 3, il punto si trova Nord-Ovest della S.E.; esso dista circa 270 m dal fronte lungo cui sono collocati gli ATR (il più vicino, l'ATR 6, dista circa 265 m).

Alcune immagini fotografiche della postazione sono riportate in Figura 5. Non è stata installata una postazione meteo locale, ritenendo ampiamente rappresentativa quella collocata presso il punto di monitoraggio L1, che dista circa 142 m (Figura 3).



Figura 5 – S.E. Villanova: immagini fotografiche della postazione L4 (via Abruzzo) e del ricettore di riferimento.

È stato campionato l'andamento di tutti i principali parametri globali e spettrali di descrizione del rumore ambientale, su tempi di misura indipendenti consecutivi della durata di 1' ciascuno.

La postazione di misura risente dei seguenti contributi principali:

⁴ 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.

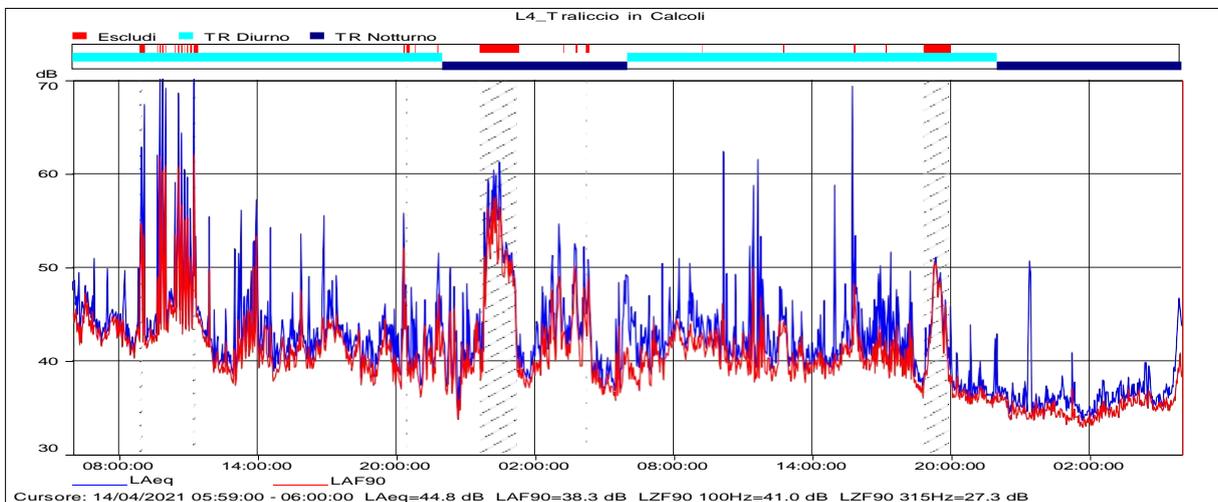
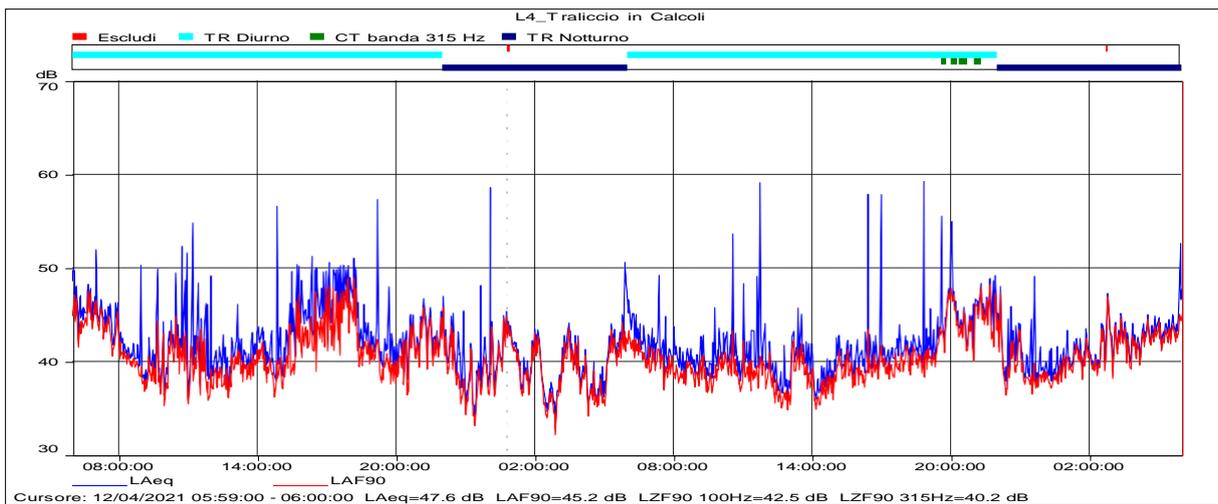
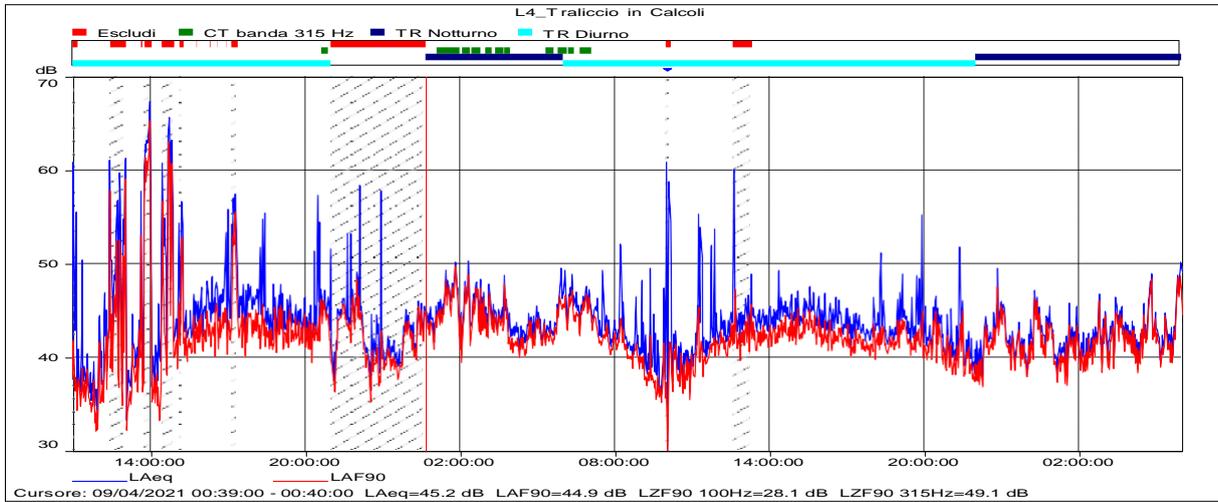
- lavorazioni agricole;
- presenza di cani da guardia presso le abitazioni nel circondario e altri rumori di origine naturale (cinguettii, canto di insetti);
- attività antropiche dei pochi residenti della zona; funzionamento della S.E. di Villanova;
- rumore corona dai componenti in tensione della linea 380 kV, che si manifesta con il classico ronzio/crepitio.

I dati acquisiti sul punto sono stati elaborati operando selezioni temporali indicate con altrettanti tratti orizzontali colorati (marcatori) riportati nella parte superiore dei profili della rumorosità di Figura 6÷Figura 9:

- periodo diurno (marcatore “TR Diurno”, di colore celeste);
- periodo notturno (marcatore “TR Notturmo”, di colore blu);
- periodi esclusi dal calcolo, corrispondenti ad ispezioni del personale CESI, eventi anomali o indotti dal personale stesso, condizioni meteo non idonee all’effettuazione dei rilievi (ad esempio per vento e pioggia⁵). Nei profili, mediante il riascolto delle registrazioni audio, sono state individuate ed escluse alcune fasi corrispondenti a lavorazioni agricole. Tutte queste fasi sono identificate con il marcatore “Escludi” di colore rosso e la corrispondente area ombreggiata sul profilo;
- periodi con componenti tonali, selezionati con il criterio di permanenza continuativa per almeno 10’.

Le seguenti figure mostrano gli andamenti di $L_{Aeq,1'}$ (linea blu) e $L_{A90,1'}$ (linea rossa) rilevati presso la postazione. I tratti colorati nella parte superiore del grafico corrispondono ai diversi marcatori impostati. Per facilitare la lettura, il periodo di acquisizione complessivo viene rappresentato su sotto-periodi di n.2 giorni cad.: la Figura 6 rappresenta gli andamenti da inizio misura (08/04 ore 11:00) alle ore 06 del giorno 10/04, la Figura 7 il periodo dalle ore 06 del 10/04 alle 06 del 12/04, la Figura 8 il periodo dalle ore 06 del 12/04 alle 06 del 14/04 e la Figura 9 il periodo dalle ore 06 del 14/04 a fine misure (ore 08:40 del 16/04).

⁵ I criteri di selezione delle condizioni anemometriche sono stati più stringenti di quelli stabiliti dal DMA 16/03/1998, eliminando i periodi di 1’ con velocità del vento media superiore a 4 m/s.



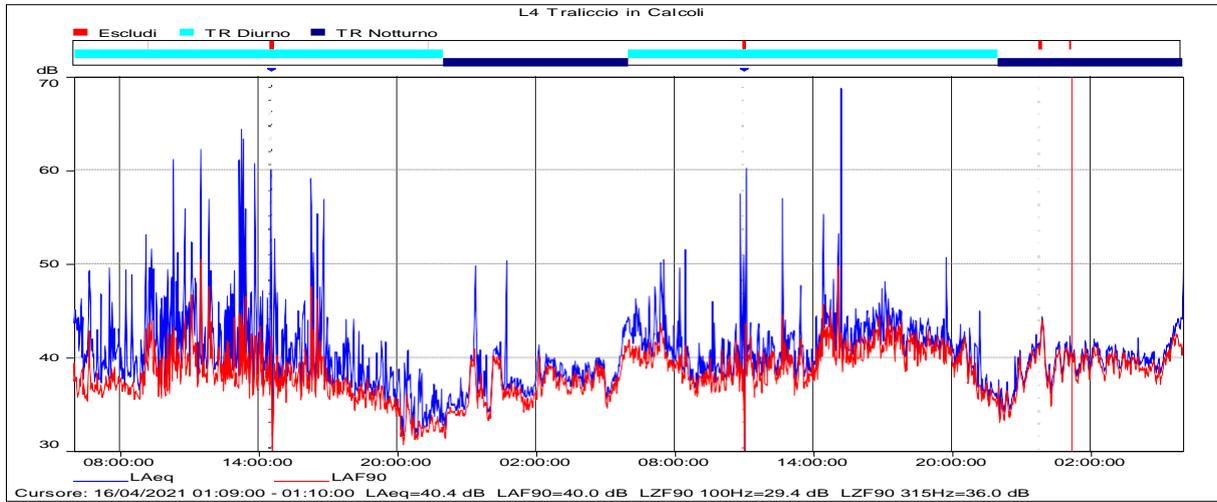


Figura 9 – Punto L4 - Andamento temporale di $L_{Aeq,1'}$ e $L_{A90,1'}$ - Misure del 14÷16/04/2021

In Figura 10÷Figura 13 sono rappresentati gli andamenti temporali delle bande spettrali centrate a 100 e 315 Hz, di cui è stata segnalata la presenza da ARTA. Tali bande spettrali riguardano l'emissione sonora tipica degli ATR, legata alla magnetostrizione. ARTA ha, tra l'altro, constatato la sussistenza delle condizioni per applicare la penalizzazione K_T per la banda a 315 Hz in una delle notti di misura condotte a Gennaio 2021. Per eliminare i pur esigui contributi esterni alla S.E., vista la stazionarietà del rumore prodotto dai macchinari elettrici sul tempo di misura, si rappresentano i parametri $L_{90,100\text{ Hz}}$ e $L_{90,315\text{ Hz}}$. L'utilizzo del livello percentile consente di eliminare i contributi di carattere estemporaneo di breve durata, come abbaio di cani, passaggi veicolari, ecc.

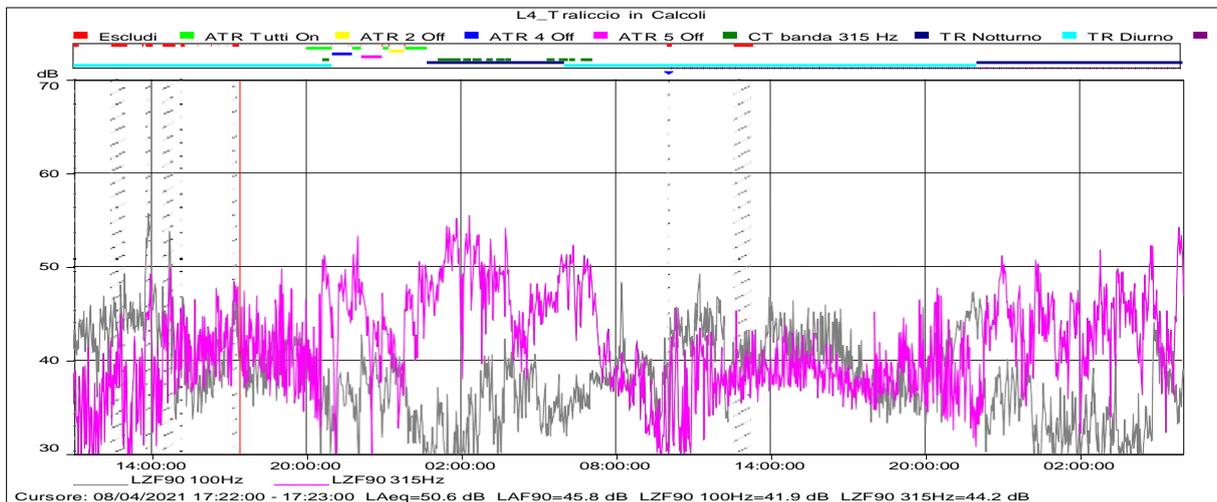


Figura 10 – Punto L4 - Andamento temporale di $L_{90,100\text{ Hz}, 1'}$ e $L_{90,315\text{ Hz}, 1'}$ - Misure del 08÷10/04/2021

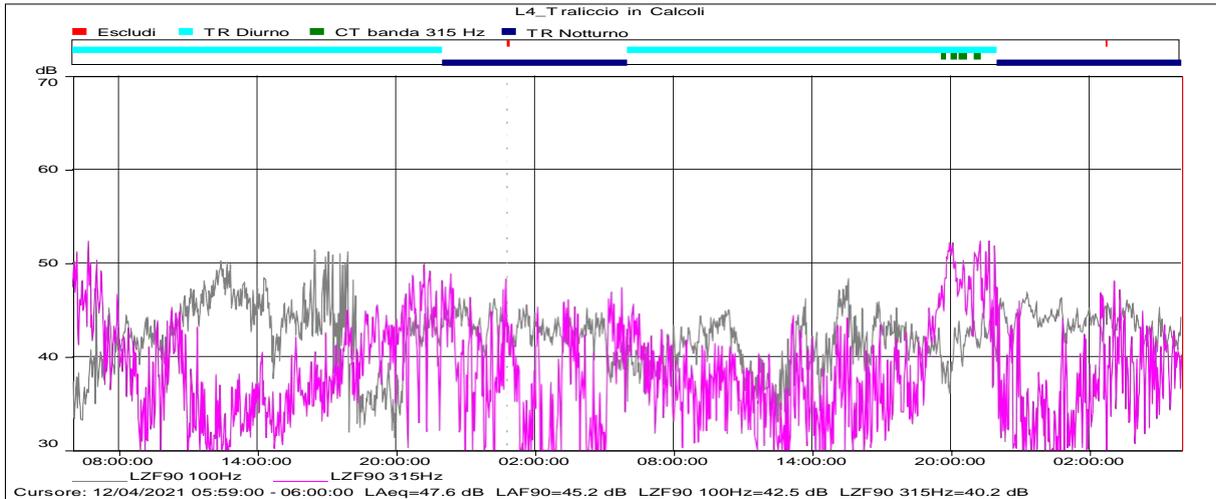


Figura 11 – Punto L4 - Andamento temporale di $L_{90,100\text{ Hz } 1'}$ e $L_{90,315\text{ Hz, } 1'}$ - Misure del 10÷12/04/2021

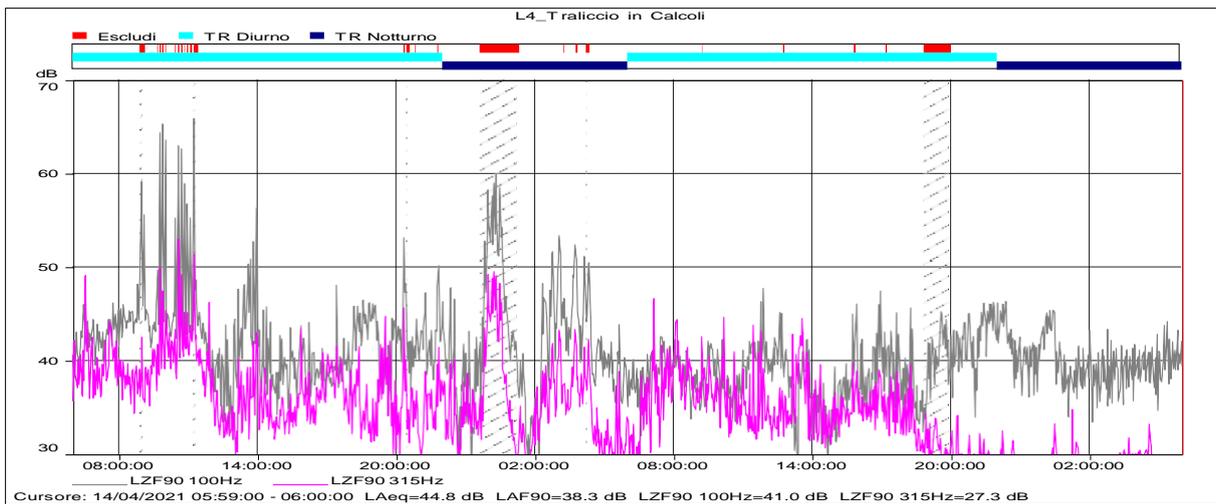


Figura 12 – Punto L4 - Andamento temporale di $L_{90,100\text{ Hz } 1'}$ e $L_{90,315\text{ Hz, } 1'}$ - Misure del 12÷14/04/2021

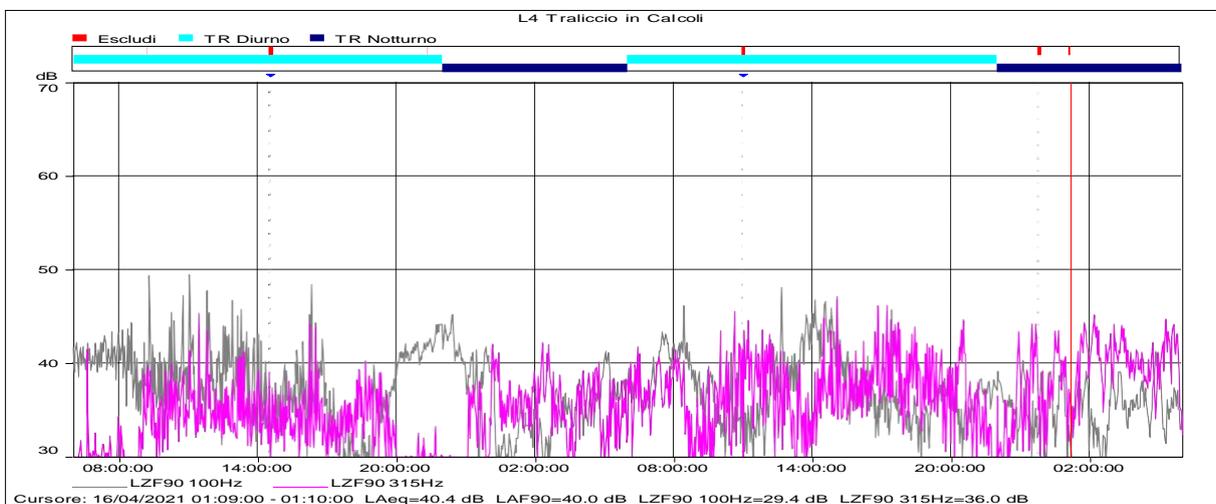
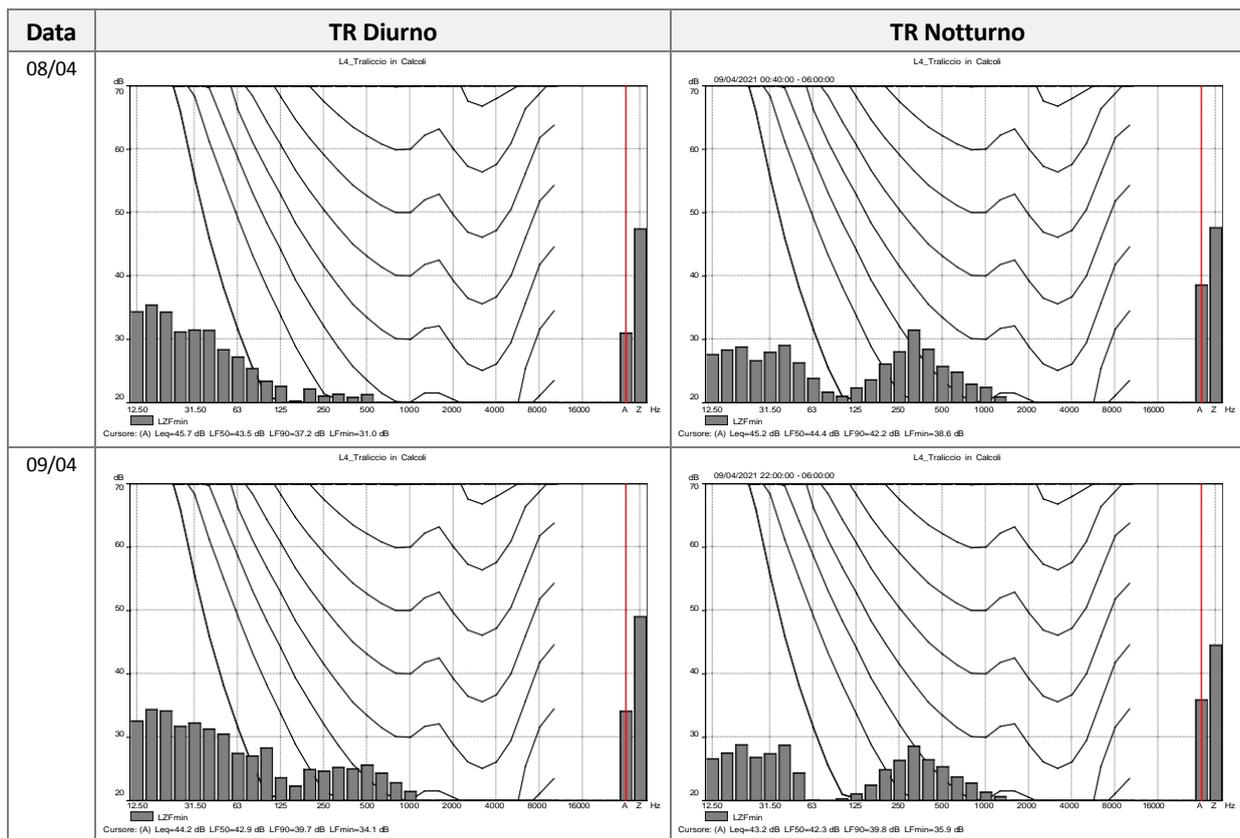


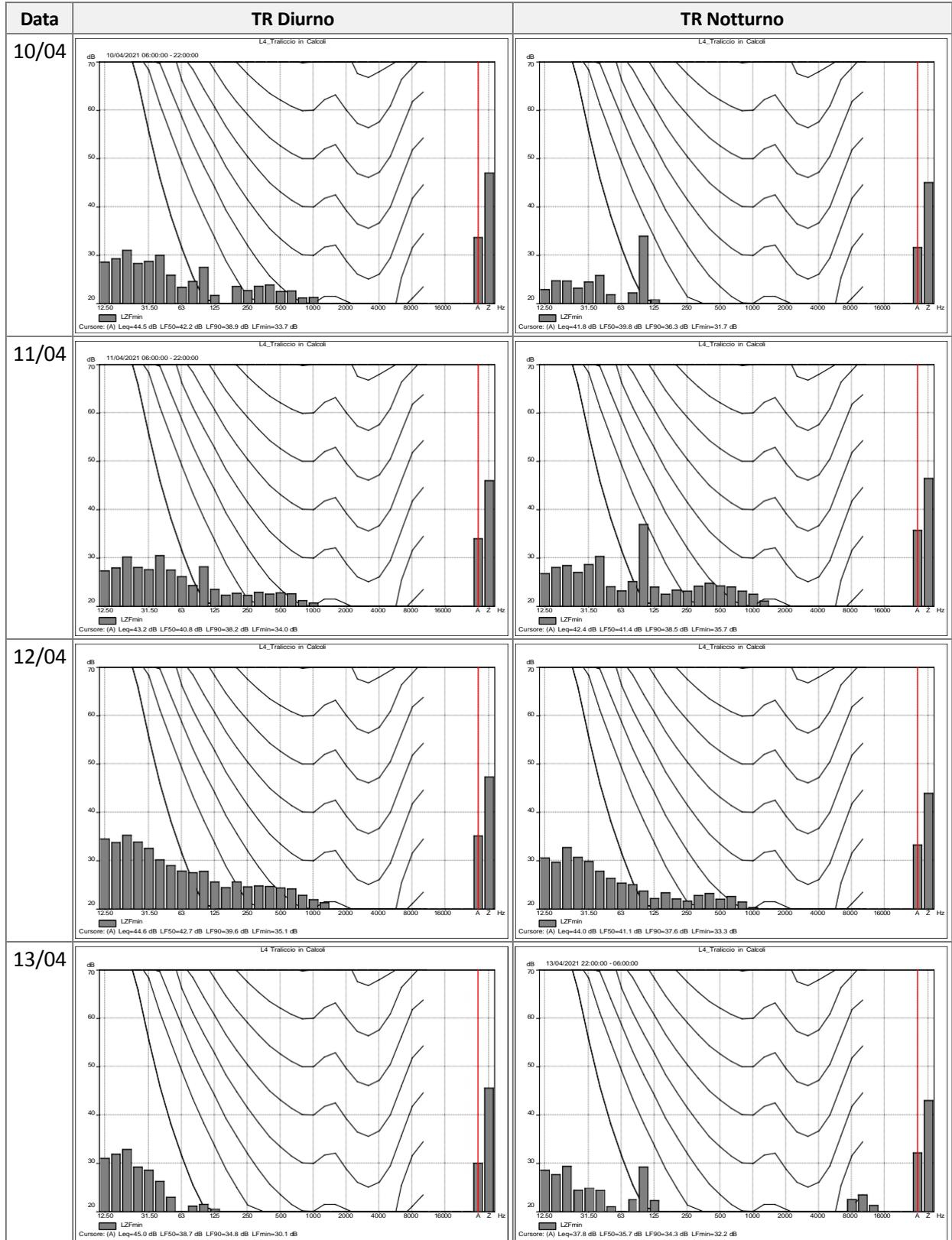
Figura 13 – Punto L4 - Andamento temporale di $L_{90,100\text{ Hz } 1'}$ e $L_{90,315\text{ Hz, } 1'}$ - Misure del 14÷16/04/2021

Dall'osservazione dei profili si possono trarre alcune considerazioni:

1. l'andamento del livello di rumore ambientale descritto dal parametro $L_{Aeq,1'}$ è piuttosto variabile, con escursione che va da 35 a 50 dB(A) circa. Fanno eccezione singoli picchi corrispondenti a lavorazioni agricole o ai pochi transiti di auto su Via Abruzzo. Nella notte del 14/04 (Figura 8) si è registrato un lungo periodo con rumorosità ben inferiore a 40 dB(A). Tale situazione si è ripresentata a tratti anche in altre fasi del rilievo. Come si vede dalla Figura 12, questa fase prolungata corrisponde a minimi della componente a 315 Hz. Questa relazione sembra confermata anche rispetto ai minimi di L_{Aeq} in Figura 9 alla fine del primo TR diurno confrontati con l'andamento della banda a 315 Hz in Figura 13.
2. I profili di L_{Aeq} (colore blu) e L_{A90} si mantengono sempre molto ravvicinati: ciò mostra come il rumore del sito abbia carattere costante; fanno eccezione i singoli picchi del profilo, legati ad eventi di breve durata, rispetto a cui L_{A90} è meno sensibile.

Nella Figura 14 si riportano gli spettri di L_{min} relativi ai singoli tempi di riferimento diurni e notturni, dal 08 al 16/04/2021. Gli spettri di L_{min} , con ponderazione Fast sono giustapposti alle curve di ponderazione di cui alla ISO 226:2003, che ha sostituito la ISO 226:1987 citata dal DMA 16/03/1998.





COMUNE DI CEPAGATTI - arrivo - Prot. 9822/PROT del 30/04/2021 - titolo VI - classe 05

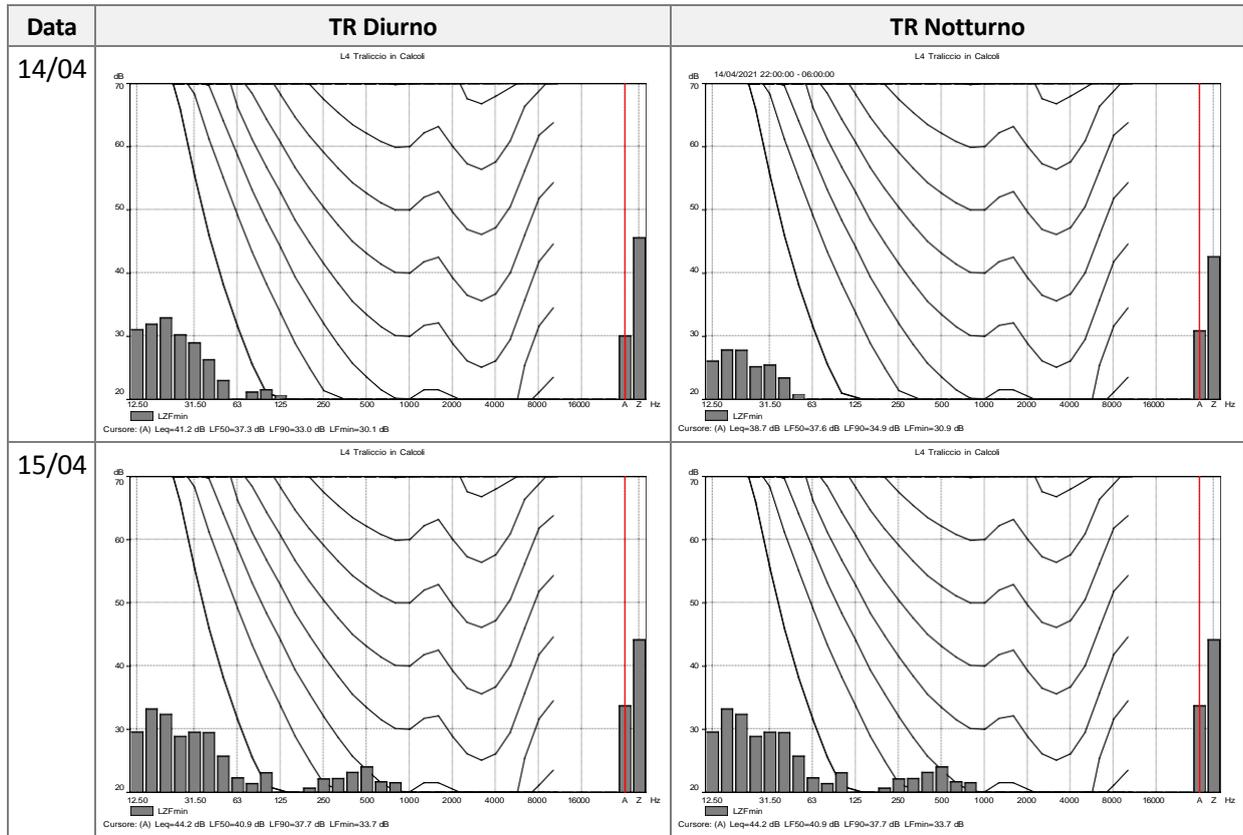


Figura 14 – Spettri di L_{min} relativi ai periodi di riferimento presso la postazione L4 e curve isofoniche (ISO 226:2003)

L'analisi del livello minimo dello spettro acustico non evidenzia la presenza di componenti tonali che permangono per l'intera durata del tempo di riferimento. Tuttavia, la stessa analisi condotta allentando questo requisito di durata minima, mostra la presenza continuativa di componenti tonali per alcuni minuti in alcune fasi del rilevamento, come si vede anche dal marcatore "CT banda 315 Hz" in Figura 6÷Figura 9. Il tempo complessivo con la presenza di questa condizione è di oltre 4 ore distribuito su più giorni.

La sintesi di queste condizioni, individuate richiedendo la permanenza per almeno 10' continuativi della componente tonale, porta ai risultati della sottostante Tabella 2. Si mostrano anche i relativi spettri di L_{min} , con le curve isofoniche di cui alla ISO 226:2003 per alcuni delle fasi identificate.

Tabella 2 – Punto L4 – Risultati della ricerca di componenti tonali su periodi continuativi di almeno 10'

<p>CT banda 315 Hz riscontrata il 09/04 05:48 durata (hh:mm): 00:21</p>	<p>CT banda 315 Hz riscontrata il 09/04 05:19 durata (hh:mm): 00:19</p>
<p>CT banda 315 Hz riscontrata il 08/04 20:37 durata (hh:mm): 00:16</p>	<p>CT banda 315 Hz riscontrata il 11/04 21:00 durata (hh:mm): 00:19</p>
<p>CT banda 315 Hz riscontrata il 11/04 20:21 durata (hh:mm): 00:22</p>	<p>CT banda 315 Hz riscontrata il 11/04 20:00 durata (hh:mm): 00:17</p>
<p>CT banda 315 Hz riscontrata il 11/04 19:35 durata (hh:mm): 00:13</p>	

La Tabella 3 riassume i valori globali di L_{Aeq} e dei livelli percentili per i singoli periodi temporali diurno (ore 06:00÷22:00) e notturno (ore 22:00÷06:00).

Tabella 3 – Punto L4 - Risultati dei rilievi sui TR diurno e notturno – Valori in dB(A)

TR	Data / Ora Inizio misura	Durata (hh:mm:ss)	L_{Aeq}	L_{A5}	L_{A10}	L_{A50}	L_{A90}	L_{A95}
TR Diurno (08/04)	08/04/2021 11:10	07:54:00	45.7	48.1	47.0	43.5	37.2	35.9
TR Notturno (08÷09/04)	09/04/2021 00:40	05:20:00	45.2	48.3	47.6	44.4	42.2	41.7
TR Diurno (09/04)	09/04/2021 06:00	15:03:00	44.2	47.0	46.1	42.9	39.7	38.6
TR Notturno (09÷10/04)	09/04/2021 22:00	08:00:00	43.2	46.8	45.5	42.3	39.8	39.1
TR Diurno (10/04)	10/04/2021 06:00	16:00:00	44.5	48.8	47.2	42.2	38.9	38.1
TR Notturno (10÷11/04)	10/04/2021 22:00	07:53:00	41.8	44.4	43.5	39.8	36.3	35.5
TR Diurno (11/04)	11/04/2021 06:00	16:00:00	43.2	46.7	45.2	40.8	38.2	37.4
TR Notturno (11÷12/04)	11/04/2021 22:00	07:55:00	42.4	45.1	44.2	41.4	38.5	38.1
TR Diurno (12/04)	12/04/2021 06:00	14:50:00	44.6	48.5	46.6	42.7	39.6	39.0
TR Notturno (12÷13/04)	12/04/2021 22:00	06:01:00	44.0	49.4	47.3	41.1	37.6	37.0
TR Diurno (13/04)	13/04/2021 06:00	14:37:00	45.6	47.1	45.1	41.2	37.3	36.6
TR Notturno (13÷14/04)	13/04/2021 22:00	08:00:00	37.8	40.3	38.3	35.7	34.3	34.0
TR Diurno (14/04)	14/04/2021 06:03	15:43:00	45.0	47.7	44.9	38.7	34.8	33.1
TR Notturno (14÷15/04)	14/04/2021 22:00	08:00:00	38.7	41.5	40.5	37.6	34.9	34.4
TR Diurno (15/04)	15/04/2021 06:00	15:51:00	44.0	45.3	44.2	40.9	37.7	36.9
TR Notturno (15÷16/04)	15/04/2021 22:00	07:45:00	40.2	42.8	41.8	39.8	36.9	35.4

I dati mostrano una variabilità degli $L_{Aeq,TR}$ diurni da 43.2 a 45.7 dB(A) mentre per quelli notturni l'intervallo di variazione è da 37.8 a 45.2 dB(A).

Il campo di variazione di L_{A90} , che descrive la quota parte a carattere costante del rumore rilevato, in questo caso una sorta di minimo dei vari tempi di riferimento. I valori di L_{A90} diurno si mantengono al di sotto di 40 dB(A); nel notturno il campo di variazione di L_{A90} è di 34.3 ÷ 42.2 dB(A).

3.3 Monitoraggio a lungo termine presso il punto L1

Il punto di misura L1 è stato collocato lungo la recinzione della S.E., nella direzione del gruppo di edifici di Via Abruzzo. L'altezza microfónica, pari a circa 3 m dal piano di calpestio alla base della barriera

antisabotaggio, consente di sovrastare barriera stessa. In Figura 15 si riportano le immagini fotografiche della postazione di misura L1, dove è visibile anche la stazione meteo, collegata alla strumentazione fonometrica.



Figura 15 – Immagini fotografiche della postazione di misura L1 e delle abitazioni lungo Via Abruzzo.

In analogia a quanto fatto per il punto L4, i dati acquisiti sul punto sono stati elaborati operando selezioni temporali indicate con altrettanti tratti orizzontali colorati (marcatori) riportati nella parte superiore dei profili della rumorosità di Figura 16÷Figura 19:

- periodo diurno (marcatore “TR Diurno”, di colore celeste);
- periodo notturno (marcatore “TR Notturmo”, di colore blu);
- periodi esclusi dal calcolo, corrispondenti ad ispezioni del personale CESI, eventi anomali o indotti dal personale stesso, condizioni meteo non idonee all’effettuazione dei rilievi (ad esempio per vento e pioggia⁶). Nei profili, mediante il riascolto delle registrazioni audio, sono state individuate ed escluse alcune fasi corrispondenti a lavorazioni agricole. Tutte queste fasi sono identificate con il marcatore “Escludi” di colore rosso e la corrispondente area ombreggiata sul profilo;

Le seguenti figure mostrano gli andamenti di $L_{Aeq,1'}$ (linea blu) e $L_{A90,1'}$ (linea rossa) rilevati presso la postazione. I tratti colorati nella parte superiore del grafico corrispondono ai diversi marcatori impostati. Per facilitare la lettura, il periodo di acquisizione complessivo viene rappresentato su sotto-periodi di n.2 giorni cad.: la Figura 16 rappresenta gli andamenti da inizio misura (08/04 ore 11:00) alle ore 06 del giorno 10/04, la Figura 17 il periodo dalle ore 06 del 10/04 alle 06 del 12/04, la Figura 18 il periodo dalle ore 06 del 12/04 alle 06 del 14/04 e la Figura 19 il periodo dalle ore 06 del 14/04 a fine misure (ore 08:40 del 16/04).

⁶ I criteri di selezione delle condizioni anemometriche sono stati più stringenti di quelli stabiliti dal DMA 16/03/1998, eliminando i periodi di 1' con velocità del vento media superiore a 4 m/s.

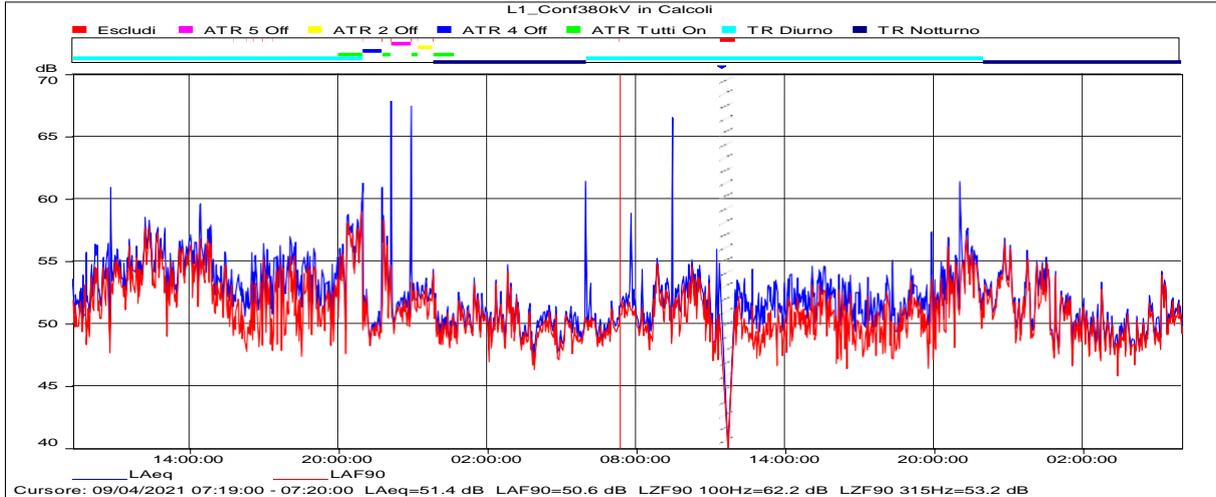


Figura 16 – Punto L1 - Andamento temporale di $L_{Aeq,1'}$ e $L_{A90,1'}$ - Misure del 08÷10/04/2021

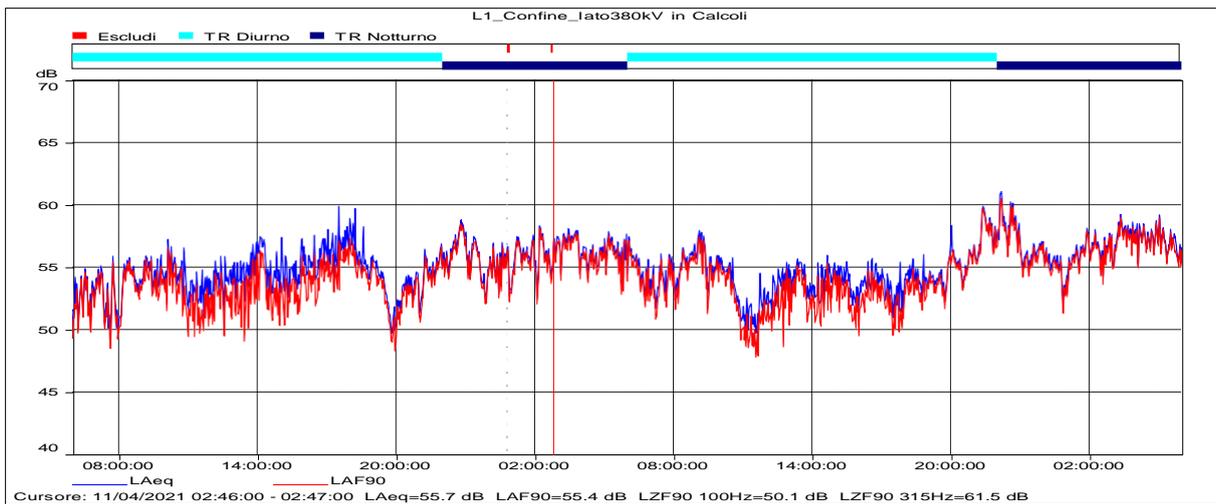


Figura 17 – Punto L1 - Andamento temporale di $L_{Aeq,1'}$ e $L_{A90,1'}$ - Misure del 10÷12/04/2021

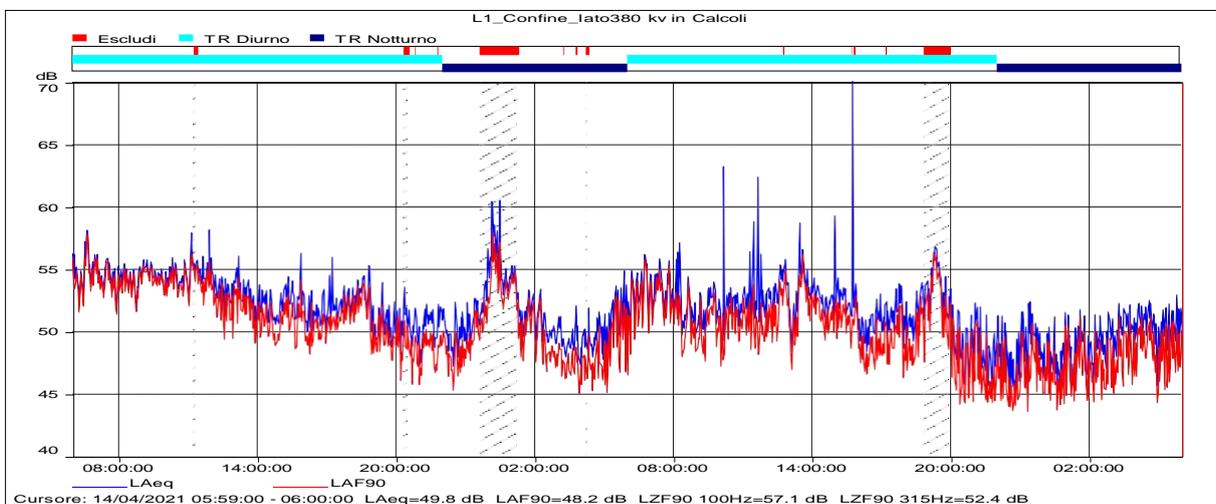


Figura 18 – Punto L1 - Andamento temporale di $L_{Aeq,1'}$ e $L_{A90,1'}$ - Misure del 12÷14/04/2021

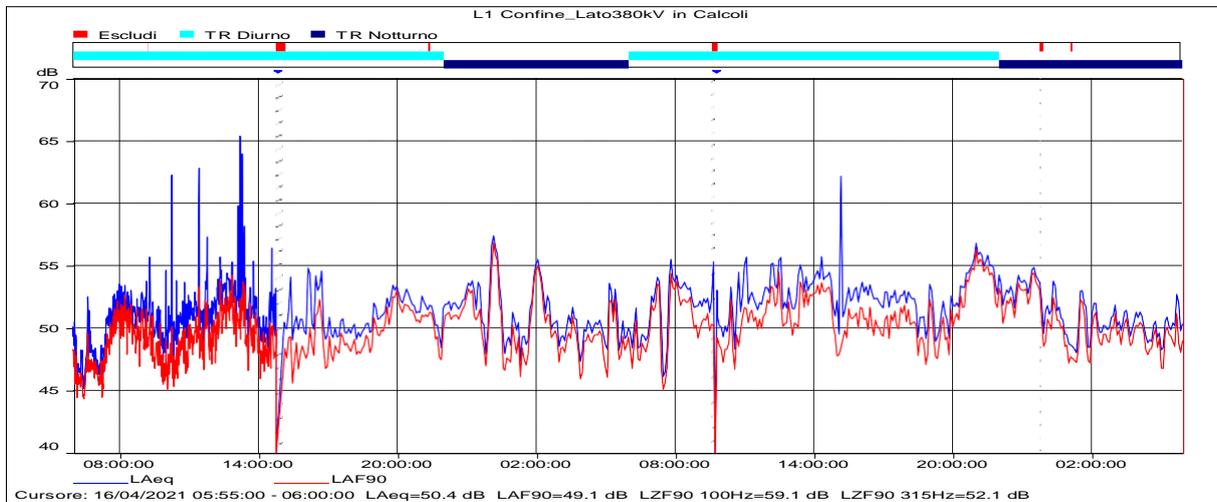


Figura 19 – Punto L1 - Andamento temporale di $L_{Aeq,1'}$ e $L_{A90,1'}$ - Misure del 14÷16/04/2021

3.4 Temi di approfondimento

Grazie alla disponibilità di un gran mole di dati sperimentali, che riguardano non solo i livelli sonori globali e spettrali acquisiti in modo sincrono su n.2 postazioni in parallelo, ma anche i parametri meteo e le condizioni operative dei macchinari della S.E., appare di interesse ai fini dello studio, approfondire una eventuale relazione tra queste condizioni e la diversa emissione sonora rilevata anche in termini spettrali sulle bande tipiche a 100 Hz e multipli. Tale elaborazione è corso e ha lo scopo di ricercare eventuali assetti che possono favorire l'emissione sonora nella banda a 315 Hz, per la quale si sono riscontrate significative escursioni del livello spettrale presso il ricevitore.

Poiché sono stati condotti rilievi per oltre 24 ore con la linea vicina al ricevitore di Via Abruzzo non in tensione, in quella fase non si aveva alcun contributo da parte del rumore prodotto per effetto corona, il quale caratterizza i conduttori in tensione.

Costituisce quindi un interessante tema di ricerca quello di confrontare i valori nei due assetti per quantificare il contributo del rumore corona, segnalato da ARTA come una con-causa del livello sonoro rilevato durante il rilievo di Gennaio.

Il rumore corona è fortemente dipendente dalle condizioni meteorologiche; si ritiene che possa costituire un utile tema di approfondimento l'analisi delle forme spettrali delle fasi di pioggia leggera che si sono verificate durante i rilievi. Ci si attende di riscontrare le tipiche caratterizzazioni del rumore corona nel campo delle medie-alte frequenze.

3.5 Verifica dei limiti di legge

La S.E. di Villanova è ubicata nel comune di Cepagatti, che dispone del piano di classificazione acustica del proprio territorio.

La seguente tabella riporta la verifica dei limiti assoluti di immissione per il periodo diurno e notturno presso il punto L4, rappresentativo dell'edificio residenziale [REDACTED].

Si riporta il valore di ogni singolo $L_{Aeq,TR}$ diurno e notturno, l'eventuale correzione per componenti tonali o tonali in bassa frequenza (la correzione per componenti impulsive è pari a 0) e il livello di rumore corretto L_c , arrotondato a 0.5 dB, da confrontare con il limite assoluto di immissione.

Tabella 4 – S.E. di Villanova – Verifica di conformità ai limiti di legge presso il punto esterno L4 – Valori in dB(A)

Giorno	Periodo di riferimento	$L_{Aeq,TR}$	K_T	Livello di rumore corretto L_c	Limite assoluto di immissione Classe II
08/04	TR Diurno	45.7	0	45.5	55
	TR Notturno	45.2	0	45.0	45
09/04	TR Diurno	44.2	0	44.0	55
	TR Notturno	43.2	0	43.0	45
10/04	TR Diurno	44.5	0	44.5	55
	TR Notturno	41.8	0	42.0	45
11/04	TR Diurno	43.2	0	43.0	55
	TR Notturno	42.4	0	42.5	45
12/04	TR Diurno	44.6	0	44.5	55
	TR Notturno	44.0	0	44.0	45
13/04	TR Diurno	45.6	0	45.5	55
	TR Notturno	37.8	0	38.0	45
14/04	TR Diurno	45.0	0	45.0	55
	TR Notturno	38.7	0	38.5	45
15/04	TR Diurno	44.0	0	44.0	55
	TR Notturno	40.2	0	40.0	45

Dall'analisi condotta si evince il rispetto dei limiti assoluti di immissione presso il punto L4 in tutti i TR diurni e notturni nell'ambito della campagna sperimentale.

Il rispetto dei limiti di zona esonera l'impianto, a ciclo produttivo continuo esistente alla data di entrata in vigore del DPCM 11/12/1996, dalla verifica del criterio differenziale.

3.6 Primi riscontri e considerazioni ottenuti dai dati sperimentali analizzati

- Come esplicitato al § 3.5, le misure (n.8 giorni) presso L4 non hanno mostrato superamenti del livello assoluto di immissione della classe II, pari a 55 dB(A) diurni e a 45 dB(A) notturni. I singoli valori del livello di rumore corretto L_c sono risultati, al più, pari al rispettivo limite.
- C'è una componente spettrale in particolare evidenza a 315 Hz, legata al funzionamento dei macchinari elettrici della S.E. Tale caratterizzazione in frequenza si è mantenuta continuamente talora per diversi minuti, ma non ha mai interessato l'intero tempo di riferimento, e non ha quindi il carattere di stazionarietà, requisito essenziale per l'applicazione della penalizzazione prevista dal DMA 16/03/1998. Sulla base dei dati acquisiti non risulta quindi necessario applicare la penalizzazione.
- C'è una significativa variabilità del livello sonoro presso il ricettore, il livello $L_{Aeq,TR}$ notturno ha il seguente campo di variazione: 38 ÷ 45 dB(A).
- Sono state rilevate notevoli escursioni anche per le bande spettrali di 1/3 d'ottava a 100 e 300 Hz: si ritengono possibili penalizzazioni per componenti tonali presso il punto L4 quando maggiore è la banda a 315 Hz.
- La linea AT non era energizzata causa lavori lungo il tracciato nei giorni 08 e 09/04. Le misure non hanno evidenziato, almeno a livello globale (L_{Aeq}), grosse differenze tra i due assetti
- Si possono formulare alcune considerazioni rispetto ai risultati della campagna ARTA comparati con quelli della campagna CESI:
 - le condizioni ambientali durante le misure CESI erano, in generale, poco favorevoli al manifestarsi del fenomeno del rumore corona, il tempo è risultato per la gran parte bello e si sono avute solo poche fasi di pioggia. Durante i rilievi ARTA, eseguiti a Gennaio, potrebbero essersi verificate condizioni più favorevoli al fenomeno e tali da apportare un contributo al $L_{Aeq,TR}$ specie nel notturno.
 - Vi è un diverso posizionamento del punto di misura nei due casi; il rilievo ARTA sul balcone dell'edificio, potrebbe avere risentito in qualche misura, della riflessione del rumore riflessione sulla parete.

Nel complesso, la situazione riscontrata potrebbe essere considerata sostanzialmente conforme ai limiti, anche se in un caso il $L_{Aeq,TR}$ è risultato pari al limite notturno, soprattutto a causa di una eventuale componente tonale nella banda a 315 Hz, la cui saltuaria presenza è stata confermata.

Per i motivi sopra menzionati, Terna ha incaricato CESI di procedere alla valutazione di interventi mitigativi, costituiti da **barriere acustiche** da realizzare intorno ad alcune macchine in relazione al loro posizionamento all'interno della stazione. Gli obiettivi sono:

- la riduzione del contributo della S.E. presso il ricettore in termini globali, ossia in relazione al livello $L_{Aeq,TR}$;
- la riduzione della componente a 315 Hz e quindi del rischio di una penalizzazione, che da sola apporterebbe + 3 dB di aggravio ad $L_{Aeq,TR}$.

Questa fase è in corso di svolgimento e ne vengono dettagliati i passaggi principali nel successivo § 4.

Un'altra tipologia di interventi mitigativi riguarda la linea AT situata in prossimità dell'edificio residenziale di [REDACTED], dalla quale si ha una emissione sonora dovuta all'effetto corona sia dai cavi che dagli isolatori. Per questi, un intervento che porterà ad una riduzione del caratteristico crepito è la sostituzione con analoghi elementi di tipo verniciato.

4 MODELLAZIONE MATEMATICA DELLA S.E.

Lo studio di interventi mitigativi sui macchinari della S.E. e dei benefici attesi nelle varie possibili configurazioni sarà affrontato mediante lo strumento della modellazione matematica.

In sintesi, il processo prevede le seguenti fasi:

1. predisposizione del modello matematico: elaborazione del materiale cartografico disponibile e creazione dello scenario tridimensionale di simulazione, comprendente la S.E. e l'area circostante con i ricettori/edifici residenziali più prossimi, le sorgenti sonore, le caratteristiche del suolo ed eventuali aree di attenuazione;
2. introduzione del livello di potenza sonora delle macchine in servizio presso la S.E., utilizzando come dato di partenza il livello stimato mediante le misure eseguite nell'intorno delle macchine stesse;
3. valutazione dell'impatto della S.E.: calcolo del livello di rumore prodotto nel territorio circostante dalle sorgenti dell'impianto, previo confronto con i dati sperimentali, in modo da operare una verifica della modellazione. A tale scopo sono stati utilizzati i rilievi condotti nel punto L1, situato ad una distanza intermedia tra le macchine e il punto L4;
4. valutazione di possibili soluzioni mitigative: in questa fase saranno valutati i benefici attesi nei punti di interesse inserendo nel modello opportuni oggetti "Barriera". Saranno valutate diverse configurazioni di barriere, a C a doppia C, lineari o angolari, diverse altezze dal suolo e diversi rivestimenti a scopo di fonoassorbimento.

Alla data di redazione del presente documento, solo la fase di predisposizione del modello risulta completata; se ne dà una descrizione nei successivi paragrafi.

4.1 Predisposizione del modello della S.E.

Le simulazioni acustiche saranno 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 un'area estesa, mediante la produzione di curve isofoniche. Nella presente applicazione sarà utilizzato il modello matematico SoundPLAN ver. 8.2, sviluppato dalla SoundPLAN GmbH (www.soundplan.eu), che appartiene alla categoria dei modelli basati sul metodo di calcolo "ray-tracing"; il calcolo sarà 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 UNI⁷.

4.1.1 Orografia

La modellazione è stata sviluppata 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 S.E. in formato vettoriale. Il file di mappa ottenuto dall'elaborazione del suddetto materiale contiene gli ingombri delle sorgenti, la dislocazione dei ricettori, le informazioni sulla tipologia di terreno, l'altezza dei fabbricati e delle strutture. L'altezza dei fabbricati e delle apparecchiature è stata ricavata dai documenti progettuali. Per quanto riguarda le caratteristiche di assorbimento acustico del suolo, all'area interna alla S.E. è stata assegnata una caratteristica spiccatamente riflettente, per l'area esterna alla S.E. è stato impostato un comportamento prevalentemente assorbente.

⁷ UNI ISO 9613-1: 2006 "Acustica – Attenuazione sonora nella propagazione all'aperto. Parte 1: Calcolo dell'assorbimento atmosferico"; UNI ISO 9613-2: 2006 "Acustica – Attenuazione sonora nella propagazione all'aperto. Parte 2: Metodo generale di calcolo".

4.1.2 Punti ricettore

In corrispondenza dei punti di misura, sono stati introdotti i punti di calcolo, ossia punti per i quali il modello elabora i livelli sonori apportati dalle nuove opere. Di questi, i punti di misura sono indicati con L1, L4 in Figura 3.

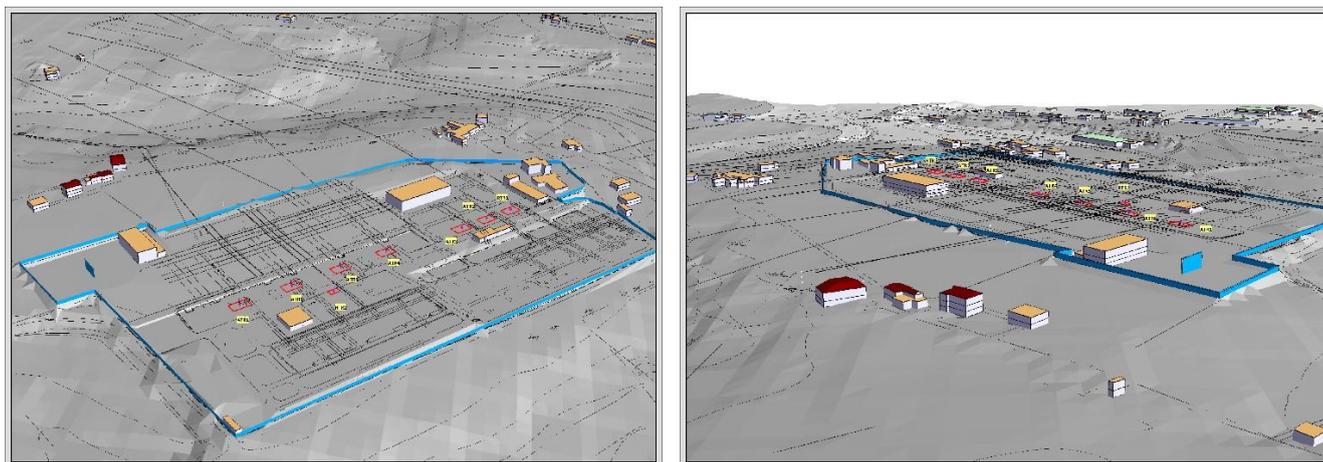


Figura 20 – S.E. di Villanova – Viste della modellazione tridimensionale del sito.

4.2 Studio di interventi mitigativi

Gli interventi di schermatura di macchinari presso le S.E. Terna tramite barriere fonoisolanti sono presenti in diversi impianti sul territorio nazionale. Le tipologie di soluzioni più utilizzate per realizzare queste barriere sono essenzialmente due: utilizzo di pannelli tipo sandwich costituiti da una lamiera forata nella parte rivolta verso la sorgente e continua dalla parte esterna. Questa struttura racchiude uno strato di materiale fonoassorbente. L'altra tipologia di intervento vede l'utilizzo di strutture prefabbricate autostabili, eventualmente dotate di uno strato interno, verso la sorgente, di materiale con funzione di assorbimento acustico. In generale, una barriera acustica per ATR e RTR deve essere in grado di schermare le frequenze più basse, ossia 100 Hz e multipli. Nel caso specifico della S.E. di Villanova, la componente a 300 Hz appare quella più critica e prioritaria su cui intervenire. Tra i requisiti c'è una elevata massa superficiale, tale da operare una efficace azione fono-isolante verso il ricettore, una adeguata altezza e distanza dalla sorgente per limitare il fenomeno della diffrazione, che è più critico con le frequenze più basse, la limitazione dell'effetto di riflessione del rumore dalla parte opposta rispetto a quella della barriera. Per questo scopo si cerca di rivestire la faccia interna della barriera con materiale fonoassorbente; tuttavia le prestazioni di fonoassorbimento dei normali prodotti commerciali alle frequenze più basse sono un aspetto critico. Ovviamente la progettazione della barriera deve tenere conto di numerosi vincoli, quali ad esempio i requisiti di sicurezza legati alla altezza del manufatto, la minima distanza per garantire il corretto ricambio d'aria, la necessità di garantire l'accesso alla macchina, ecc.

5 TEMPISTICA DI INTERVENTO

La tempistica di massima per le prossime fasi dell'attività prevede, entro il mese di maggio 2021, la messa a punto definitiva del piano di risanamento e la condivisione con gli enti.

Il primo intervento mitigativo, ossia la sostituzione degli isolatori sul sostegno vicino [REDACTED], non richiede specifici studi progettuali e potrà essere condotto anch'esso indicativamente entro maggio 2021 o nelle settimane successive.

Per quanto riguarda, invece, gli interventi di messa in opera delle barriere acustiche, che presuppongono una progettazione sia di tipo civile che elettrico-meccanico, sarà possibile pianificare la fase di realizzazione solo a valle della definizione, in termini realizzativi, del piano di intervento.

A tal fine si fa presente che, vista la particolare tipologia di impianto (stazione elettrica appartenente alla Rete di Trasmissione Nazionale), caratterizzata dalla presenza di elementi di rete normalmente in esercizio giornaliero continuo (h24), la relativa fase di cantiere degli interventi di mitigazione dovrà essere pianificata ed eseguita tenendo conto sia il rispetto stringente dei vincoli di sicurezza che richiedono la disattivazione delle parti di impianto prossime agli uomini e macchinari operanti in campo, sia la necessità che le suddette disattivazioni siano tali da non compromettere la sicurezza degli approvvigionamenti di energia elettrica alle porzioni di RTN limitrofe, servite dalla funzionalità della stazione elettrica di Villanova. Sulla base di esperienze pregresse presso altre S.E. Terna, questi interventi potrebbero essere portati a compimento in un arco temporale di ulteriori 9 mesi circa.

APPENDICE

A1 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 emissione⁸, di immissione⁹, di attenzione e di qualità da riferire al territorio nelle sue differenti destinazioni d'uso (Tabella A allegata al decreto):

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

I valori da non superare per le "emissioni", sono relativi al rumore prodotto da ogni singola "sorgente"¹⁰ 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.

⁸ Valori limite di emissione: il valore massimo di rumore che può essere emesso da una sorgente sonora, misurato in prossimità della sorgente stessa

⁹ 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

¹⁰ Per "sorgente" s'intende anche un insieme di sorgenti acustiche purché appartenenti allo stesso processo produttivo o funzionale

Tabella 5 - 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 6 - Valori limite di emissione – L_{eq} in dB(A) (DPCM 14 novembre 1997)

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

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

I limiti di emissione si applicano quando il comune è zonizzato ai sensi del DPCM 14/11/1997.

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”*¹¹ e del *“valore limite di immissione specifico”*. L'introduzione di tali parametri, la cui piena operatività richiede 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, è ragionevole ritenere che i limiti di immissione specifica (probabilmente coincidenti con gli attuali limiti di emissione) 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.

¹¹ *“sorgente sonora specifica: sorgente sonora selettivamente identificabile che costituisce la causa del potenziale inquinamento acustico e che concorre al livello di rumore ambientale”*

In mancanza di una zonizzazione acustica, come stabilito dalla Legge Quadro 447/95, si applicano, ai sensi dell'art.8 del DPCM 14/11/97, i limiti transitori di cui all'art.6, comma 1 del DPCM 01/03/91, che richiamano le destinazioni territoriali di cui al DM n. 1444 del 2 aprile 1968. La Tabella 7, ripresa dal DPCM citato, riporta tali limiti.

Tabella 7 – Limiti transitori di accettabilità – L_{eq} in dB(A) (DPCM 01 marzo 1991)

Zonizzazione	Diurno (06.00-22.00)	Notturmo (22.00-06.00)
Tutto il territorio nazionale	70	60
Zona A (decreto ministeriale n. 1444/68)	65	55
Zona B (decreto ministeriale n. 1444/68)	60	50
Zona esclusivamente industriale	70	70

Oltre ai limiti assoluti precedentemente richiamati, i nuovi impianti industriali, o le parti che per gli impianti a ciclo produttivo continuo antecedenti all'entrata in vigore del DPCM 11/12/1996¹² costituiscono ampliamenti o modifiche, 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 DMA 16/03/98 definisce le tecniche di rilevamento da adottare per la misurazione dei livelli di emissione ed immissione acustica, dell'impulsività dell'evento, della presenza di componenti tonali e/o di bassa frequenza.

Tra gli altri decreti attuativi emanati a seguito della Legge Quadro si segnala il DPR 30/03/2004, n. 142 "Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447". Esso 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 pertinenza¹³, "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 infrastruttura¹⁴ 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.

¹² Il Decreto 11/12/1996 "Applicazione del criterio differenziale per gli impianti a ciclo produttivo continuo" prevede l'esenzione dal rispetto dei limiti differenziali per gli impianti a ciclo continuo ubicati in zone diverse da quelle esclusivamente industriali, o la cui attività dispiega i propri effetti in zone diverse da quelle esclusivamente industriali esistenti alla data di entrata in vigore del decreto (19 marzo 1997) che rispettano i previsti valori assoluti di immissione.

¹³ 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.

¹⁴ 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

LEGGI REGIONALI

Nel B.U.R.A. n. 42 del 17/07/2007 è stata pubblicata la Legge Regionale n. 23 del 17/07/2007 in materia di "Disposizioni per il contenimento e la riduzione dell'inquinamento acustico nell'ambiente esterno e nell'ambiente abitativo" di recepimento degli obblighi imposti dalla Legge quadro 447/95. Successivamente, saranno stabiliti i criteri applicativi per la regolamentazione sul territorio regionale delle emissioni derivanti dall'inquinamento acustico dell'ambiente esterno.

Successivamente, con la D.G.R. n. 770/P del 14/11/2011 "Disposizioni per il contenimento e la riduzione dell'inquinamento acustico nell'ambiente esterno e nell'ambiente abitativo. Approvazione criteri e disposizioni regionali", sono state definiti alcuni aspetti di interesse, tra cui i criteri per la predisposizione dei piani comunali di risanamento acustico, per la gestione delle attività rumorose a carattere temporaneo, per la redazione della documentazione di impatto e clima acustico e soprattutto per la predisposizione dei piani comunali di zonizzazione acustica.

A2 Parametri di misura

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.

Soprattutto in talune postazioni di misura, specie all'esterno della S.E., il contributo acustico di sorgenti di tipo sporadico e fortemente variabili nel tempo, quali ad esempio il transito di veicoli nei pressi del punto di misura, si sovrappone alla rumorosità prodotta dalla S.E. stessa la cui emissione, invece, nelle condizioni di normale funzionamento, può essere ritenuta stazionaria nel tempo. In questo contesto, il 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. Quindi, per discriminare il livello di immissione specifica della S.E. è prassi comune utilizzare, quale descrittore, il valore del 90° livello percentile della distribuzione retro-cumulata del livello sonoro ponderato 'A', indicato con L_{A90} .

Tale parametro, che indica il livello sonoro superato per il 90% 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, 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 S.E.

Occorre tuttavia evidenziare che il livello percentile L_{A90} 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, quale ad esempio il rumore autostradale, il rumore di macchinari agricoli o industriali, il rumore di alcune fonti naturali.

Il livello L_{A50} rappresenta invece la mediana della distribuzione dei livelli sonori acquisiti nel tempo di misura; in assenza di eventi sonori di elevata intensità e breve durata, esso risulta prossimo al valore di L_{Aeq} .

La strumentazione è stata impostata in modo da consentire l'individuazione di componenti tonali o impulsive come previsto dal DMA 16/03/1998.

A3 Strumentazione utilizzata

I rilievi sono stati eseguiti con le catene di misura descritte nella seguente tabella, tarate e calibrate in accordo con quanto prescritto. Si indicano anche i punti di misura dove esse sono state utilizzate.

Tabella 8 - Catene strumentali utilizzate

Punto di misura	Cat. n°	Strumento		N° di matr.	Certif. ACCREDIA o equiv.
L4	9	Fonometro	Brüel & Kjær 2250	3004452	Fonometro: certif. LAT 062 EPT.20.FON.090 del 08/04/2020 Filtri: certif. LAT 213 S2009500FLT del 15/04/2020 (prot. CESI C0010389)
		Microfono	Brüel & Kjær 4189	2888674	
		Preamplificatore	Brüel & Kjær ZC0032	ID 20549	
L1	10	Fonometro	Brüel & Kjær 2270	3008428	Certif. EPT.19.FON.238 del 03/07/2019 (prot. CESI B9014992)
		Microfono	Brüel & Kjær 4189	2984036	
		Preamplificatore	Brüel & Kjær ZC0032	ID n° 22886	
-	5	Calibratore	Brüel & Kjær 4231	3023024	Certif. LAT 062 EPT.20.CAL.048 del 12/02/2020 (prot. CESI C0003091)

Applicazioni SW utilizzate sui fonometri:

BZ7224 Ver. 4.6.1 (fonometro 2250 mat. n° 3004452), BZ7225 Ver. 4.6.1 (fonometro 2270 mat. n° 3008428).

Il trasferimento dei risultati dalla memoria interna del fonometro e le successive elaborazioni sono stati eseguiti mediante i software dedicati B&K BZ-5503 "Measurement Partner Suite" e B&K 7820 "Evaluator" ver. 4.16.

Le condizioni anemometriche nel punto L06 sono state acquisite mediante una stazione a n°6 parametri Weather Station Kit MM-0256-A, basata sul Vaisala Weather Transmitter WTX520 e sui sensori WTXPTU, il cui n° di matricola è L1010015. L'acquisizione è avvenuta su tempi di misura consecutivi sincroni rispetto all'acquisizione fonometrica.