



REVISIONE	N.	DATA	DESCRIZIONE	ELABORATO	VERIFICATO	APPROVATO
	00	dicembre 2021	Prima emissione	Geotech S.r.l.	Ing. P. Ricciardini	Dott. N. Ricciardini

PROGETTISTA	PROGETTO
 <p><b>GEOTECH S.r.l.</b> SOCIETA' DI INGEGNERIA Via T. Nani, 7 Morbegno (SO) Tel. +39 0342610774 E-mail: info@geotech-srl.it Site: www.geotech-srl.it</p> <p>SOCIETA' CERTIFICATA</p> 	<b>REALIZZAZIONE NUOVA STAZIONE ELETTRICA 150/380 KV "SE SANLURI" E OPERE CONNESSE</b>

COMMITTENTE		
<b>GREENENERGYSARDEGNA2</b>		
CODICE	ELABORATO	
R082	Valutazione previsionale impatto acustico	
DATA	SCALA	UBICAZIONE
Dicembre 2021		Regione Sardegna, Provincia Sud Sardegna

LIVELLO DI PROGETTO	CODIFICA ELABORATO
Definitivo	G855_DEF_R_082_Valutaz_impatto_acustico_1-1_REV00

Questo documento contiene informazioni di proprietà della Geotech S.r.l. e deve essere esclusivamente utilizzato dal destinatario in relazione alle finalità per le quali è stato ricevuto. E' vietata qualsiasi forma di riproduzione o divulgazione senza l'esplicito consenso di Geotech S.r.l.

# RELAZIONE – PROGETTO DEFINITIVO

## VALUTAZIONE PREVISIONALE IMPATTO ACUSTICO

<b>Oggetto</b>	Realizzazione nuova stazione 150/380 kV “Se Sanluri” e opere connesse
<b>Luogo</b>	Comune di Sanluri (SU)
<b>Tecnico acustico</b>	Ing. Paolo Gallo Via Fabani, 33 – 23017 Morbegno (SO)

Tecnico competente in acustica Regione Lombardia

Ing. Paolo Gallo



Rev.	Motivazione	Data
00	Prima Emissione	Dicembre 2021



Indice

<b>PREMESSA</b>	<b>2</b>
<b>QUADRO LEGISLATIVO NORMATIVO</b>	<b>3</b>
Normativa nazionale	3
Normativa regionale	5
<b>INQUADRAMENTO URBANISTICO</b>	<b>6</b>
Collocazione geografica	6
Classificazione acustica del territorio comunale	8
<b>DESCRIZIONE DELL'OPERA</b>	<b>10</b>
Ciclo produttivo	12
Descrizione sorgenti rumorose connesse all'attività	13
<b>VALUTAZIONE PREVISIONALE</b>	<b>16</b>
Recettori	16
Simulazione acustica	19
Modello di calcolo	19
Livelli massimi di emissione	20
Previsione dei livelli di immissione acustica	22
Previsione dei livelli differenziali presso i recettori	22
<b>CONCLUSIONI</b>	<b>23</b>
<b>ALLEGATO – A (attestati)</b>	<b>24</b>

## PREMESSA

Il presente documento si propone di valutare gli effetti sulla componente rumore potenzialmente indotti dalla costruzione e dall'esercizio della nuova stazione elettrica rispetto ai limiti di legge previsti dal piano di zonizzazione acustica del Comune di Sanluri (SU).

Successivamente, dopo aver recuperato tutte le informazioni relative alla tipologia e alle caratteristiche dell'impianto e dei macchinari che saranno utilizzati, si è proceduto alla stima dei livelli di emissione.

Prima della stesura del progetto esecutivo si provvederà ad effettuare una campagna di monitoraggio fonometrico "Rapporto sulla Valutazione del Rumore in Ambiente Esterno ai sensi della Legge 447/1995" che costituirà una base informativa essenziale per valutare:

- i livelli assoluti di immissione;
- la stima dei livelli differenziali in prossimità dei recettori sensibili.

Non sarà effettuato nessuno studio sugli impatti correlati ai rumori a bassa frequenza in quanto i metodi di misurazione dovrebbero essere rivisti e comprendere curve di ponderazione diverse dalla "A" in modo da ottenere una stima esatta del volume di LFN e di infrasuono raggiunto prima, durante e dopo l'installazione della sorgente del rumore.

Ma ottenuto i valori di emissione o immissione in prossimità dei ricettori non si saprebbe con quale limiti e a quale normativa fare riferimento.

Non sono state considerate le vibrazioni in quanto le caratteristiche del progetto non sono tali da interferire con tale aspetto.

*Lo studio è stato redatto basandosi su informazioni fornite dal committente che si assume la responsabilità della veridicità delle stesse.*

## QUADRO LEGISLATIVO NORMATIVO

### Normativa nazionale

#### Legge quadro

- **Legge 26 ottobre 1995 n. 447 - "Legge quadro sull'inquinamento acustico"**

La legge quadro del 26 ottobre 1995 stabilisce i principi fondamentali dell'inquinamento acustico dell'ambiente esterno e dell'ambiente abitativo, dovuto alle sorgenti sonore fisse e mobili. Viene effettuata, inoltre, una puntuale ripartizione delle competenze tra Stato, Regioni e Comuni.

#### Limiti massimi di esposizione al rumore

- **D.P.C.M. 1 marzo 1991 – "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno"**

Con questo decreto si introduce, per la prima volta in Italia, il concetto di zonizzazione acustica del territorio, individuando le sorgenti di rumore e suddividendo il territorio in sei classi, a cui corrispondono valori limite da rispettare nei periodi diurno e notturno, definite in funzione della destinazione d'uso prevalente, della densità abitativa e delle caratteristiche del flusso veicolare.

CLASSIFICAZIONE DEL TERRITORIO COMUNALE	
CLASSE I	<b>Aree particolarmente protette</b> Aree nelle quali la quiete rappresenta un elemento di base per l'utilizzazione, quali aree ospedaliere, scolastiche, residenziali rurali, aree di particolare interesse naturalistico, ricreativo, culturale, archeologico, parchi naturali e urbani.
CLASSE II	<b>Aree prevalentemente residenziali</b> Aree urbane interessate prevalentemente da traffico veicolare locale, con bassa densità di popolazione, limitata presenza di attività commerciali, totale assenza di attività industriali ed artigianali.
CLASSE III	<b>Aree di tipo misto</b> Aree urbane interessate da traffico veicolare di tipo locale e di attraversamento, con media densità di popolazione, con presenza di attività commerciali, con limitata presenza di attività artigianali e totale assenza di attività industriali. Aree rurali, interessate da attività che impiegano macchine operatrici.
CLASSE IV	<b>Aree di intensa attività umana</b> Aree urbane interessate da intenso traffico veicolare, con alta densità di popolazione, elevata presenza di attività commerciali ed uffici, presenza di attività artigianali, aree in prossimità di strade di grande comunicazione, di linee ferroviarie, di aeroporti e porti, aree con limitata presenza di piccole industrie.
CLASSE V	<b>Aree prevalentemente industriali</b> Aree interessate da insediamenti industriali presenza di abitazioni.
CLASSE VI	<b>Aree esclusivamente industriali</b> Aree esclusivamente interessate da attività industriali e prive di insediamenti abitativi.

#### Valori limite delle sorgenti sonore

- **D.P.C.M. 14 novembre 1997 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore"**

Il DPCM del 14 novembre 1997 Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore, integra le indicazioni normative in tema di disturbo da rumore espresse dal DPCM 1 marzo 1991 e dalla successiva legge quadro n° 447 del 26 ottobre 1995 e introduce i valori limite di emissione, con lo scopo di adeguare i provvedimenti in materia di limitazione delle emissioni sonore alle indicazioni fornite dall'Unione Europea.

**Valori limite di emissione**

I valori limite di emissione, intesi come valore massimo di rumore che può essere emesso da una sorgente sonora, come da art. 2, comma 1, lettera e), della legge 26 ottobre 1995 n°447, sono riferiti alle sorgenti fisse e a quelle mobili. I rilievi fonometrici devono essere effettuati in corrispondenza dei luoghi o spazi utilizzati da persone o comunità.

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

[Tabella A] – Valore limite di emissione

**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.

Classi di destinazione d'uso del territorio	Tempo di riferimento	
	Diurno (06.00-22.00)	Notturno (22.00-06.00)
I - Aree particolarmente protette	50 dB(A)	40 dB(A)
II - Aree prevalentemente residenziali	55 dB(A)	45 dB(A)
III - Aree di tipo misto	60 dB(A)	50 dB(A)
IV - Aree di intensa attività umana	65 dB(A)	55 dB(A)
V - Aree prevalentemente industriali	70 dB(A)	60 dB(A)
VI - Aree esclusivamente industriali	70 dB(A)	70 dB(A)

[Tabella B] – Valore limite assoluti di immissione

**Valori limite differenziale di immissione**

I valori limite differenziali di immissione, definiti all'art. 2, comma 3, lettera b), della legge 26 ottobre 1995, n. 447, sono: 5 dB per il periodo diurno e 3 dB per il periodo notturno, all'interno degli ambienti abitativi. Tali valori non si applicano nelle aree classificate nella classe VI della tabella A allegata al presente decreto.

Il criterio differenziale non si applica nei seguenti casi, in quanto ogni effetto del rumore è da ritenersi trascurabile:

- se il rumore ambientale misurato a finestre aperte sia inferiore a 50 dB(A) durante il periodo diurno e 40 dB(A) durante il periodo notturno;
- se il livello del rumore ambientale misurato a finestre chiuse sia inferiore a 35 dB(A) durante il periodo diurno e 25 dB(A) durante il periodo notturno.

Il criterio differenziale non si applica nei seguenti casi:

- alla rumorosità prodotta: dalle infrastrutture stradali, ferroviarie, aeroportuali e marittime;
- da attività e comportamenti non connessi con esigenze produttive, commerciali e professionali;

- da servizi e impianti fissi dell'edificio adibiti ad uso comune, limitatamente al disturbo provocato all'interno dello stesso.
- All'interno di aree esclusivamente industriali (classe acustica VI).

#### Rilevamenti fonometrici

- **D.M. 16 marzo 1998** "Tecniche di rilevamento e misurazione dell'inquinamento acustico".

### **Normativa regionale**

- **D.Legge regionale 14 marzo 2005 n. 124** "Norme in materia di inquinamento acustico".
- **D.G.R. 14 novembre 2008, n. 62/9** "Direttive regionali in materia di inquinamento acustico ambientale".
- **D.G.R. 05 aprile 2016, n. 18/19** "Aggiornamento della parte VI delle direttive regionali in materia di inquinamento acustico ambientale approvate con la Delib.G.R. n. 62/9 del 14.11.2008".
- **D.G.R. 08 marzo 2016, n. 12/4** "Aggiornamento della parte VIII delle direttive regionali in materia di inquinamento acustico ambientale approvate con la Delib.G.R. n. 62/9 del 14.11.2008".

## INQUADRAMENTO URBANISTICO

### Collocazione geografica

Il progetto prevede la realizzazione di una nuova stazione 150/380 KV presso il Comune di Sanluri (SU).

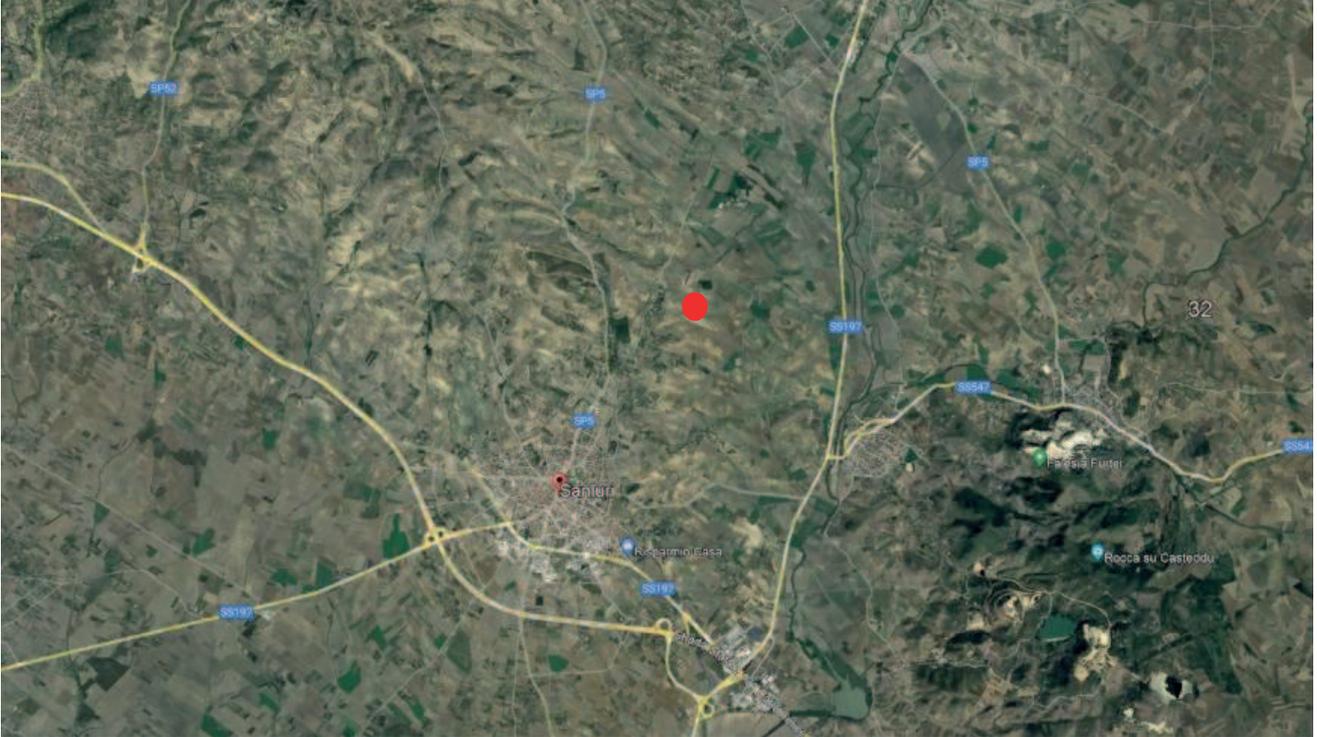


Fig.1 – Planimetria generale – (in rosso area intervento)

L'area all'interno della quale si inserisce l'intervento in progetto ha un'estensione di circa 9 ha ed è localizzata all'esterno del centro abitato di Sanluri, classificata dal Piano Regolatore Comunale vigente come E2.

L'area di studio (compresa entro un raggio di circa 1,5 km dal sito di intervento) si inserisce in un territorio quasi pianeggiante caratterizzato dalla presenza di zone a destinazione d'uso agricolo, anche intensivo, con abitazioni sparse e da alcuni insediamenti abitativi collocati, per lo più, ai bordi delle principali strade.

In prossimità dell'area la rete viaria non comprende strade di grande comunicazione ma strade locali caratterizzate da volumi di traffico trascurabili.

Gli edifici residenziali che potrebbero essere potenzialmente disturbati dalle sorgenti di rumore della futura centrale appartengono al solo Comune di Sanluri e sono ubicati ad ovest in prossimità della SP5.

L'attuale clima acustico dell'area è condizionato:

- dal rumore delle attività agricole presenti nel circondario;
- dal rumore dei mezzi sulle vie adiacenti;
- dal rumore di origine naturale e da attività antropiche.

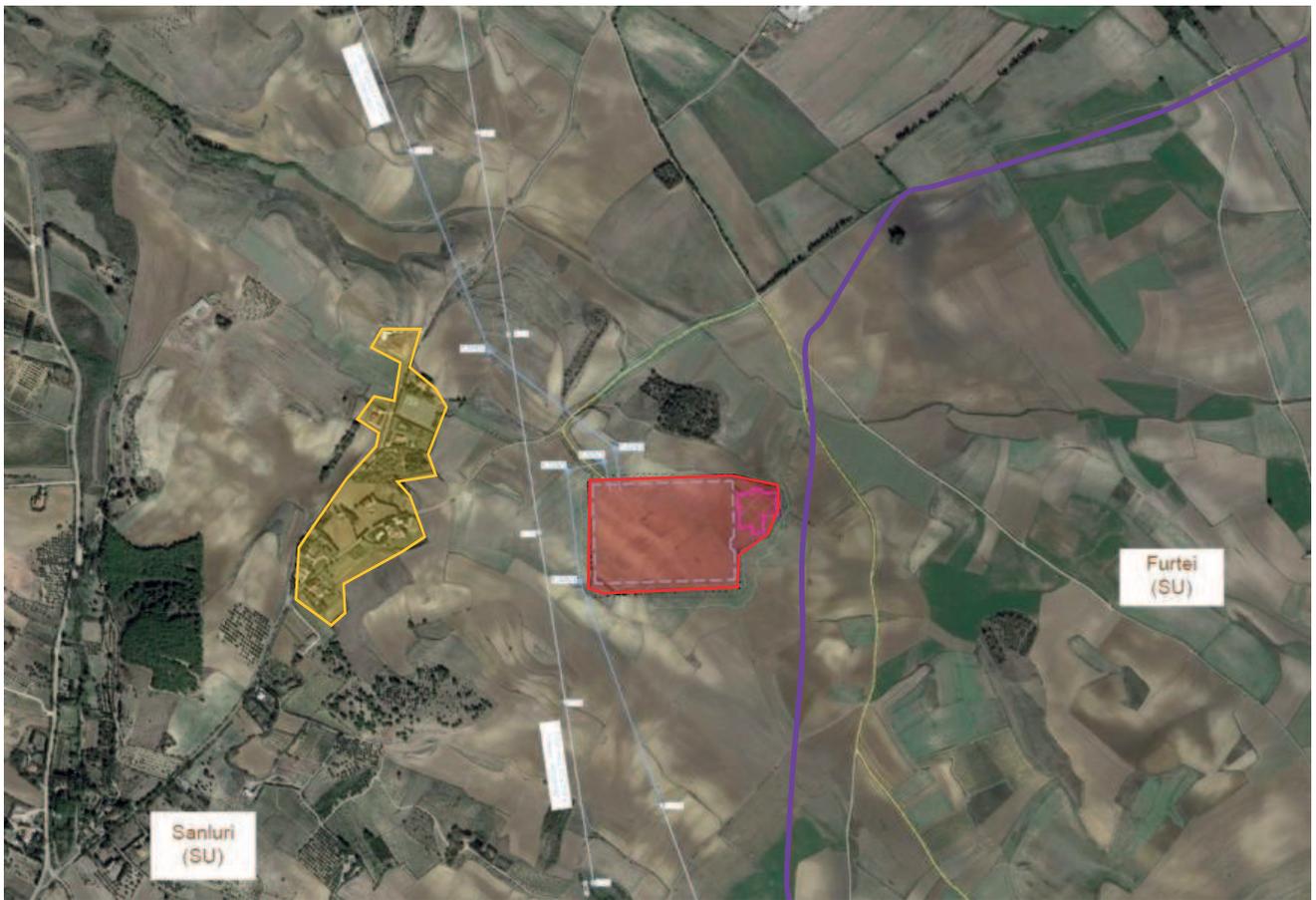


Fig.2 – Planimetria dettagliata – (rosso area intervento - giallo edifici residenziali – magenta confine comunale)

## Classificazione acustica del territorio comunale

Si rileva che il comune di Sanluri dispone di un piano di classificazione acustica del territorio.

La centrale ed i recettori più vicini ricadono in classe III (Aree di tipo misto).

Il territorio confinante, sotto il Comune di Furtei, ricade in classe III (Aree di tipo misto) ed è privo di abitazioni ad uso residenziale.

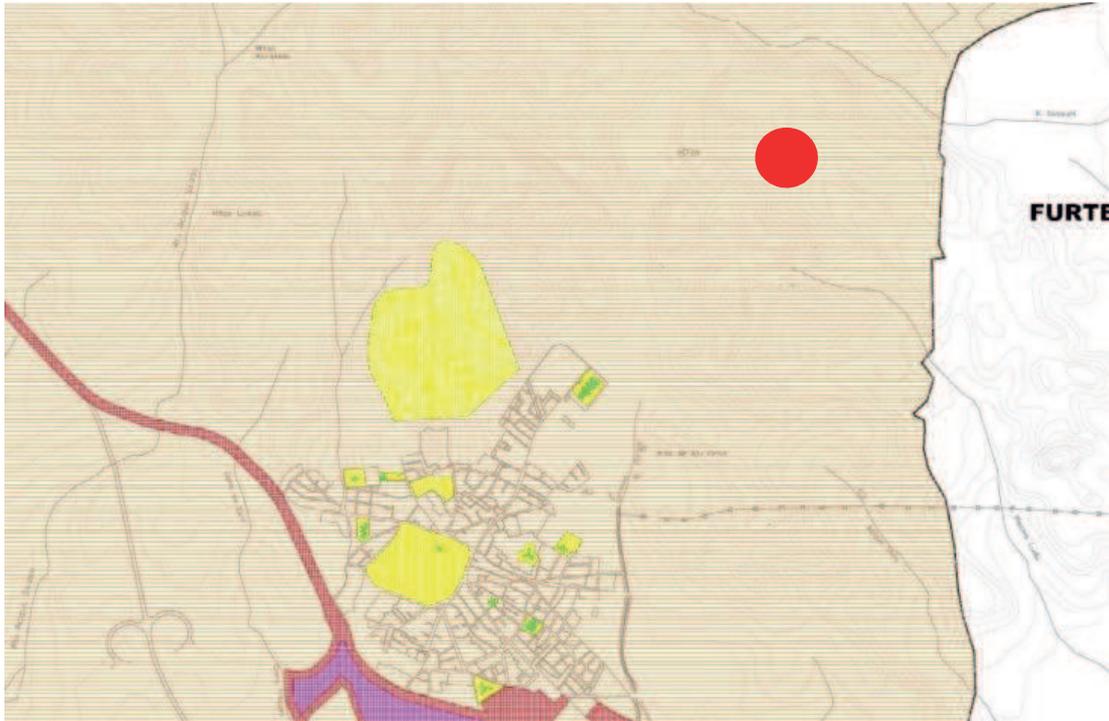


Fig.3 – Stralcio piano di zonizzazione acustica Sanluri - (in rosso area intervento)

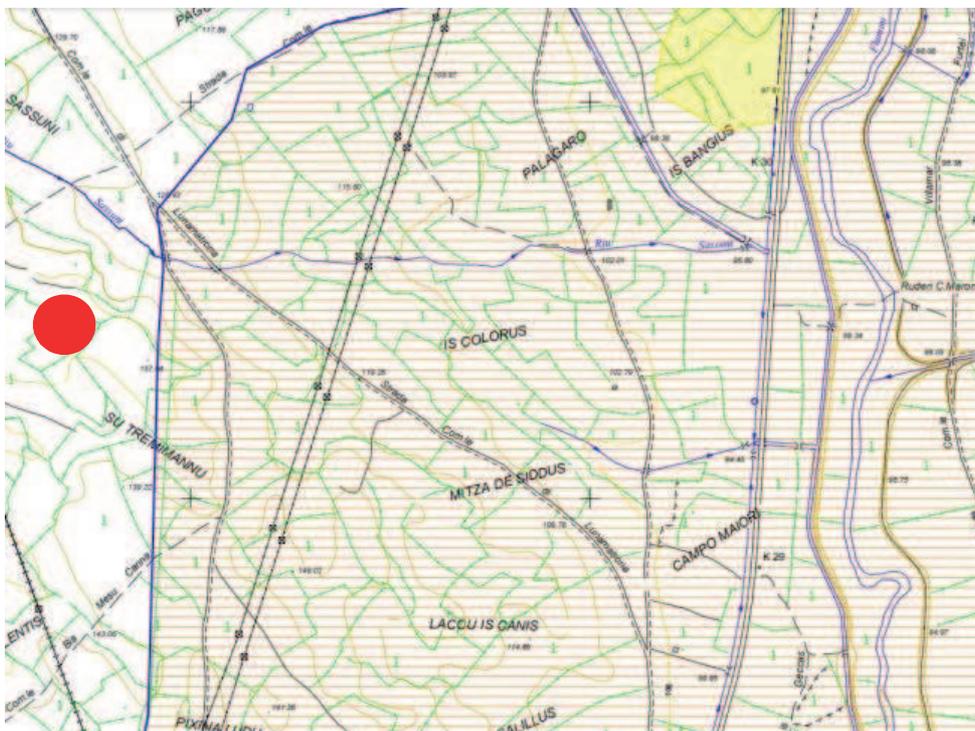


Fig.4 – Stralcio piano di zonizzazione acustica Furtei - (in rosso area intervento)

CLASSE	DESTINAZIONE D'USO	LIMITI DI IMMISSIONE		GRAFICA	
		NOTTURNO (22.00-06.00)	DIURNO (06.00-22.00)		
I	Aree particolarmente protette	40 dBA	50 dBA		Verde chiaro linee oblique bassa densità
II	Aree prevalentemente residenziali	45 dBA	55 dBA		Giallo linee verticali alta densità
III	Aree di tipo misto	50 dBA	60 dBA		Arancione linee orizzontali medio densità
IV	Aree di intense attività umana	55 dBA	65 dBA		Rosso tratteggio a croce medio densità
V	Aree prevalentemente industriali	60 dBA	70 dBA		Viola tratteggio a croce alta densità
VI	Aree esclusivamente industriali	70 dBA	70 dBA		Blu larghe strisce verticali

Fig.5 – Legenda piano di zonizzazione acustica

**Valori limite di emissione:**

Classi di destinazione d'uso del territorio	Tempo di riferimento	
	Diurno (06.00-22.00)	Notturmo (22.00-06.00)
III - Aree di tipo misto	55 dB(A)	45 dB(A)

**Valori limite di immissione:**

Classi di destinazione d'uso del territorio	Tempo di riferimento	
	Diurno (06.00-22.00)	Notturmo (22.00-06.00)
III - Aree di tipo misto	60 dB(A)	50 dB(A)

## DESCRIZIONE DELL'OPERA

La descrizione che segue è da leggersi congiuntamente all'analisi degli elaborati di progetto generale a cui si fa riferimento implicito.

Nel complesso il nuovo insediamento occuperà una superficie di 89000 m<sup>2</sup>.

- Una stazione elettrica di circa 68000 m<sup>2</sup> (verde)
- Una stazione utente di circa 10000 m<sup>2</sup> (magenta)
- Un nuovo tratto di elettrodotto aereo Ittiri – Se Sanluri (giallo) con due nuovi tralicci
- Un nuovo tratto di elettrodotto aereo Se Sanluri – Selargius (blu) con tre nuovi tralicci

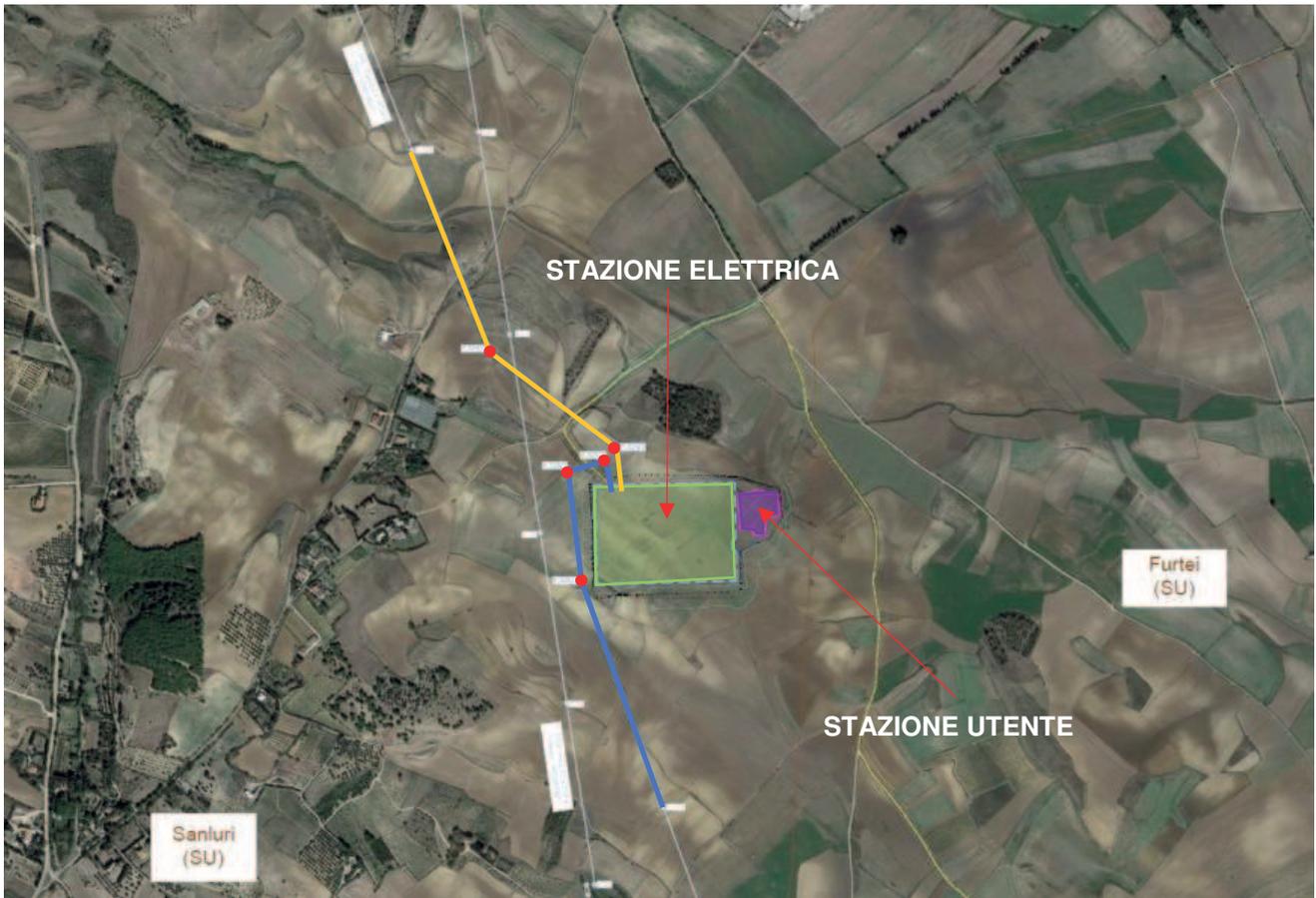


Fig.6 – Inserimento intervento nel territorio comunale

Le possibili sorgenti di disturbo:

All'interno della stazione elettrica:

- n°4 trasformatori ATR da 400MVA con raffreddamento OFAF (cerchio rosso);
- n°3 reattori 380kV (cerchio giallo);
- effetto corona in corrispondenza della sbarra A, B, (rettangolo verde) A1 e B1 (rettangolo magenta).

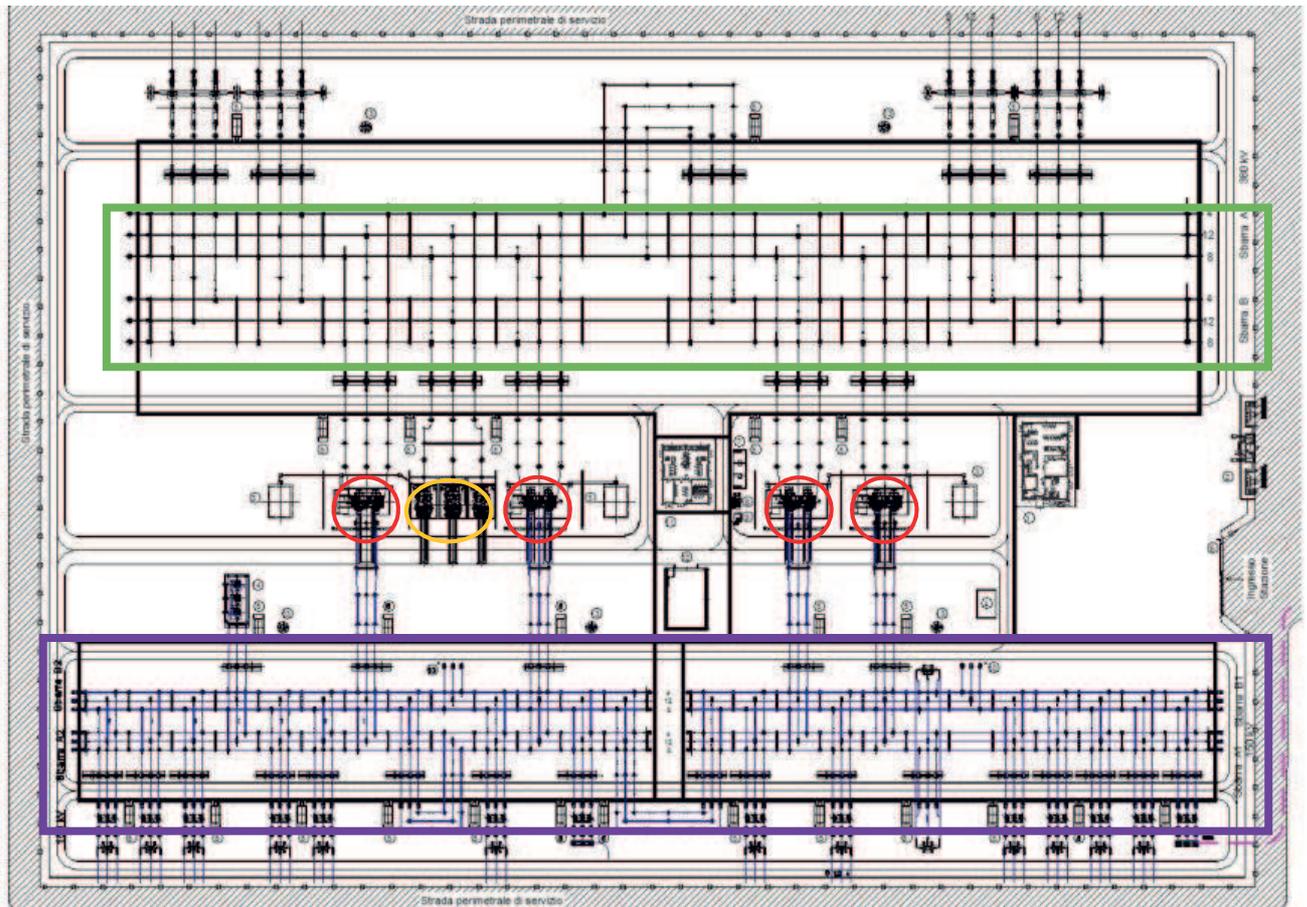


Fig.7 – Planimetria stazione elettrica

All'interno della stazione utente:

- n°5 trasformatori ATR da 250MVA ipotizzando raffreddamento OFAF (cerchio rosso);
- effetto corona in corrispondenza della linea di trasformazione (rettangolo verde).

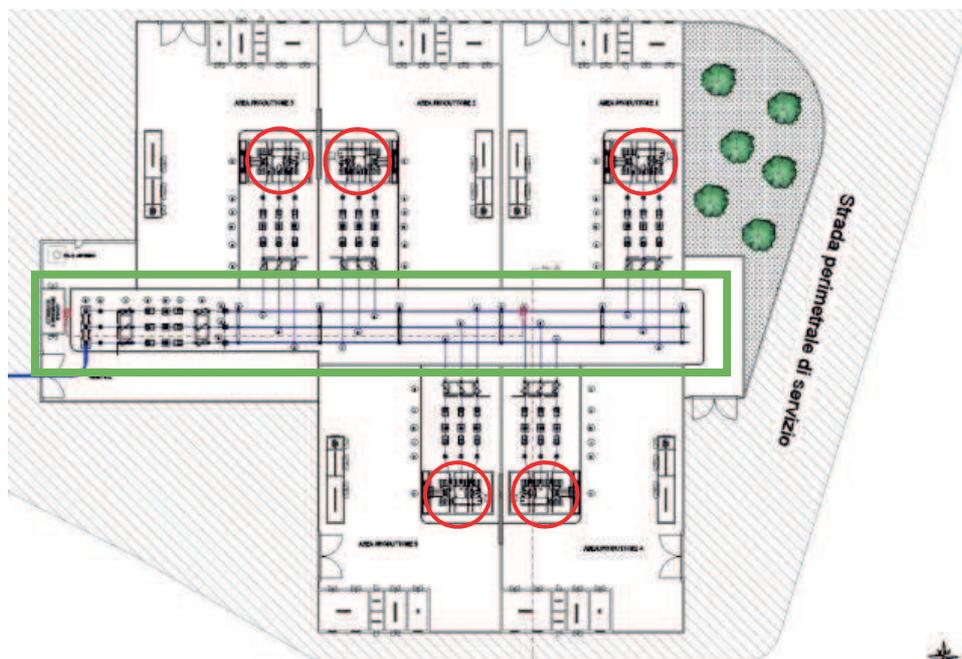


Fig.8 – Planimetria stazione utente

All'esterno della stazione elettrica:

- effetto corona in corrispondenza del nuovo tratto di elettrodotto aereo.

Nelle stazioni elettriche il rumore di solito è prodotto, principalmente, dagli impianti ausiliari di raffreddamento dei trasformatori. Il rumore di un ventilatore ha un'origine meccanica ed un'origine aerodinamica.

Quello meccanico è causato dalla radiazione strutturale della cassa, e di altre parti connesse, conseguente alla sollecitazione di forze fluttuanti legate sia alle parti rotanti sia alla turbolenza del flusso dell'aria.

Il rumore aerodinamico è determinato dagli impulsi periodici che ciascuna pala della girante conferisce all'aria in prossimità e da contributi che traggono origine dai vortici nella scia turbolenta delle pale.

Ulteriore sorgente di rumore è il ronzio o crepitio che, specie nelle giornate umide, si sente in prossimità delle linee e ad alta tensione.

Questo fenomeno, definito come effetto corona, ha origine dalle onde di pressione generate dal riscaldamento prodotto dalla ionizzazione e dalle scariche nella corona.

Per attenuare o limitare questo effetto è possibile intervenire in fase di progetto diminuendo il campo elettrico massimo nei pressi dei conduttori.

Con provvedimenti di questo tipo si riesce, di regola, a prevenire l'effetto corona nelle condizioni operative normali degli elettrodotti, per cui il rumore ad esso associato non si ode lungo le linee se non nelle giornate molto umide o piovose.

Più facile è invece avvertirlo nei pressi dei tralicci, per i motivi legati alla sporcizia e all'umidità sugli isolatori, a cui si può porre rimedio solo con frequenti interventi di pulitura e manutenzione.

## Ciclo produttivo

Il funzionamento della centrale sarà ininterrotto 24 h al giorno per sette giorni su sette ad esclusione delle fermate per manutenzione.

## Descrizione sorgenti rumorose connesse all'attività

### Trasformatore 400MVA e 250MVA

63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1000Hz	2000Hz	4000Hz	8000Hz	Lw	Lw(A)
106.5	97.3	89.8	89.7	84.5	81.9	80.4	69.6	107.2 dB	92.0 dB(A)

### Reattore 380kV

63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1000Hz	2000Hz	4000Hz	8000Hz	Lw	Lw(A)
100.2	92.5	85.4	84.3	80.2	78.6	78.1	70.5	101.2 dB	87.0 dB(A)

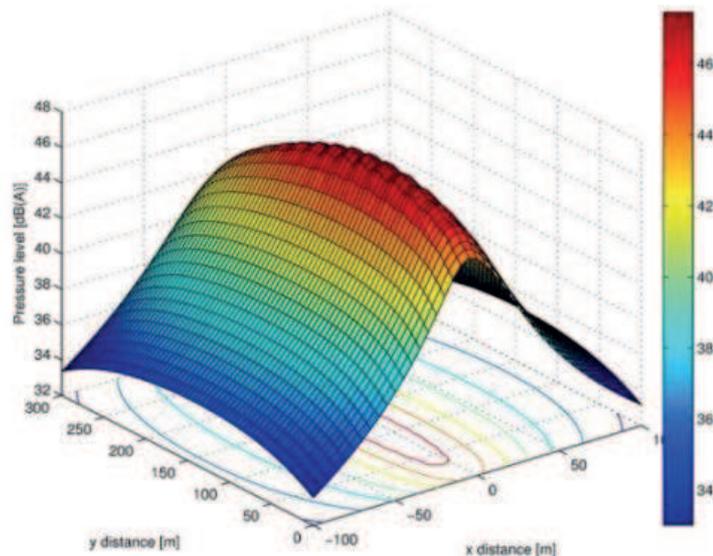
### Effetto corona

L'effetto corona ha origine dalle onde di pressione generate dal riscaldamento prodotto dalla ionizzazione e dalle scariche nella corona. Qualora stia piovendo, ci sia nebbia o della pioggerella, il rumore percepito sarà più intenso. Le condizioni atmosferiche hanno una notevole influenza sui livelli di emissione sonora e in radiofrequenza causati dall'effetto corona sui conduttori: in condizioni di pioggia pesante, essi possono essere 10-15 dB più elevati rispetto alla condizione di cielo sereno e bassa umidità dell'aria.

Il livello di emissione acustica con pioggia media o conduttore bagnato (condizioni più critiche) è paragonabile al rumore residuo, usualmente pari a 35-40 dB (A) in ambiente antropizzato, anche a brevissima distanza dalla linea. È opportuno ricordare che le misurazioni acustiche in condizioni di pioggia non sono consentite dal D.M 16 Marzo 1998, in quanto fortemente condizionate da un rumore di fondo molto alto indotto dagli impatti delle gocce d'acqua, dal vento e dagli eventuali tuoni.

Le scariche parziali lungo gli isolatori producono emissioni sonore con caratteristiche spettrali analoghe a quelle dell'effetto corona sui conduttori aerei.

È importante sottolineare come le emissioni generate dall'effetto corona generalmente ricadano ampiamente entro i limiti tollerati a livello normativo/legislativo, ovvero non impattano in modo limitante sulla qualità della vita anche in aree prossime agli elettrodotti aerei.



Curva di decadimento del rumore a distanza crescente dall'elettrodotto

### Rapporto Ismes

Le rappresentazioni sono state realizzate in relazione alla tipologia di linea ed alle condizioni meteo.

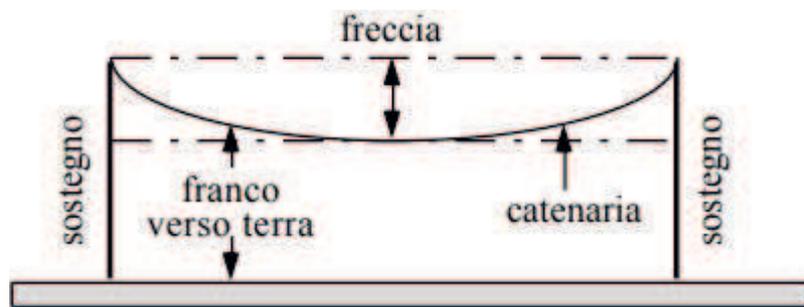
Gli abachi recano sull'asse X la distanza progressiva dalla mezzeria della linea, fino a 200 m di distanza, e sull'asse Y i livelli sonori previsti a tale distanza.

Per ciascuna configurazione di linea, sono stati prodotti tre grafici distinti, relativi a:

- Condizione di "pioggia leggera / conduttore bagnato";
- Condizione di "pioggia intensa";
- Situazione di "bel tempo".

Ciascun abaco riporta una famiglia di curve di decadimento, relative all'altezza dal suolo dei conduttori. Il criterio generale è di rappresentare n° 7 curve su ogni abaco: quella corrispondente al franco minimo più altre sei.

Ad esempio, per il livello di tensione 380 kV il franco minimo vale 11.34 m, sono state tracciate le curve corrispondenti a 11.34, 15, 20, 25, 30, 35 e 40 m dal suolo.

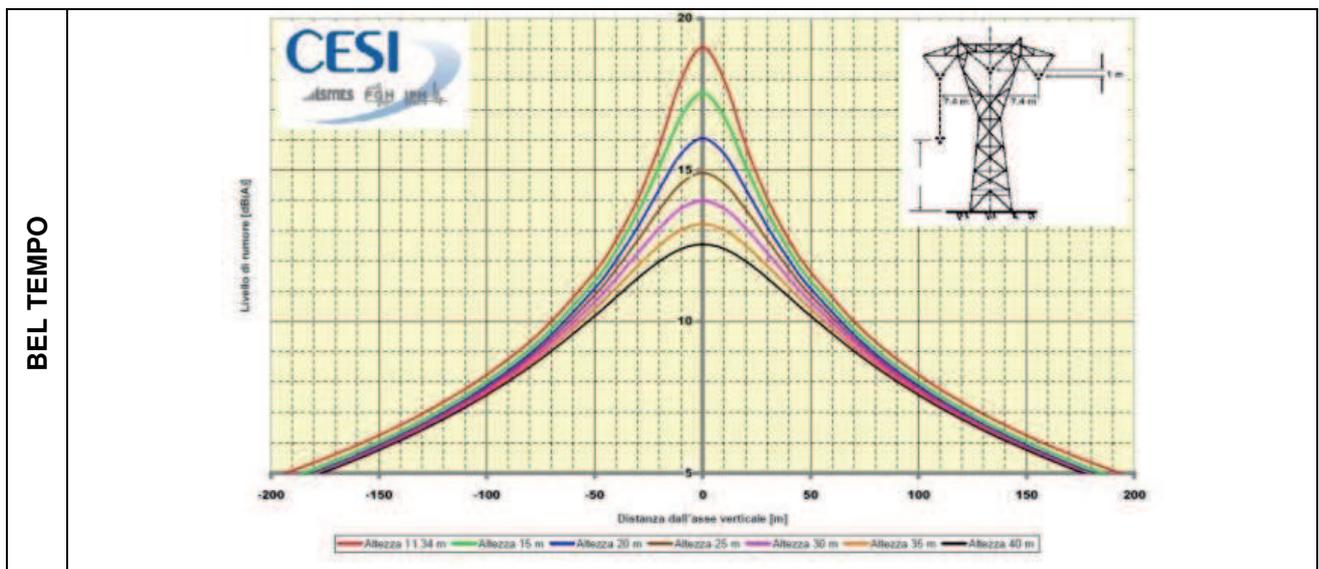


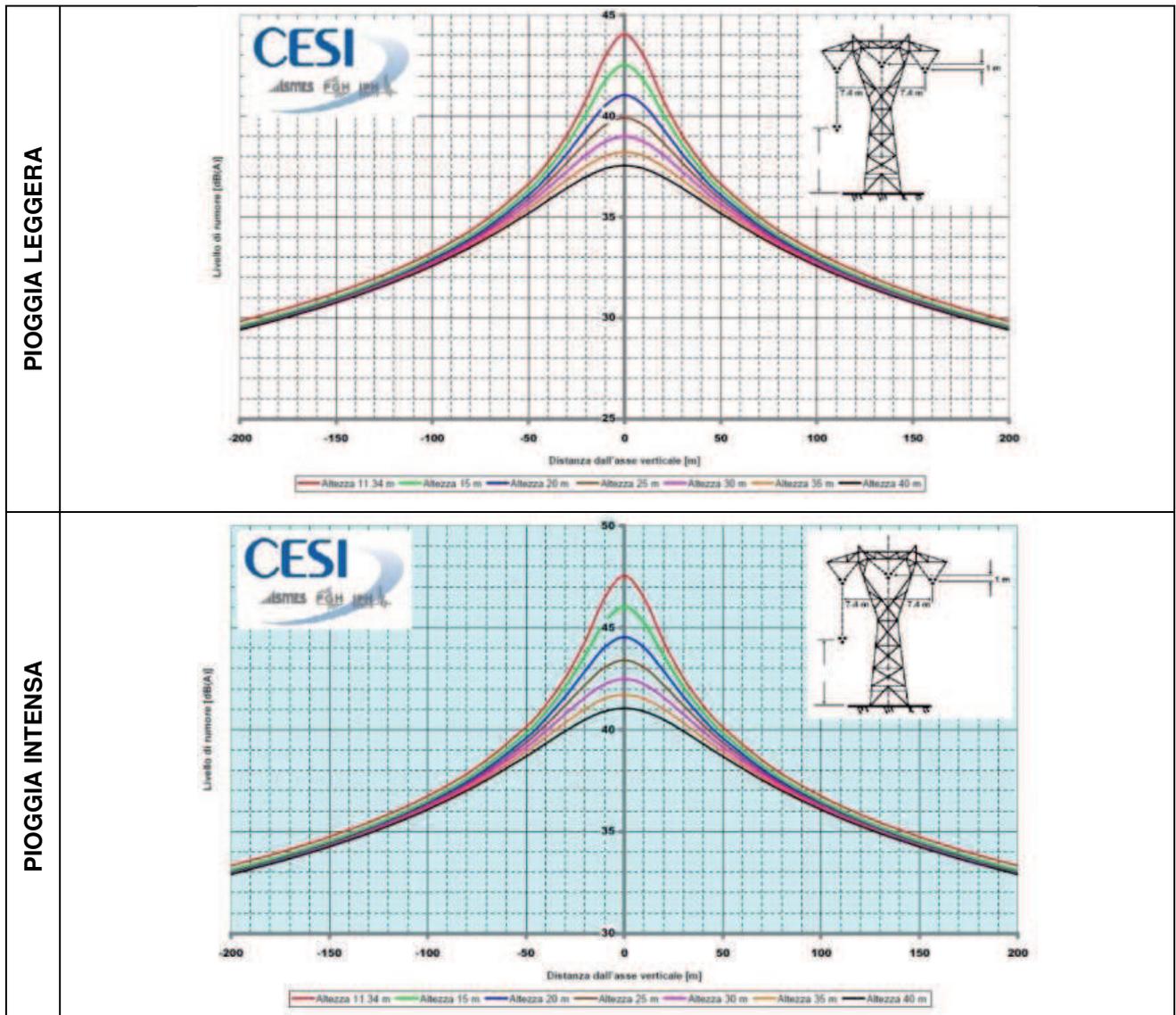
Il *franco minimo* verso terra rappresenta il punto del conduttore meno distante dal suolo, mentre il punto più basso della catenaria è chiamato vertice.

L'altezza microfonica di calcolo è stata fissata a 1.5 m dal suolo.

Il franco di progetto minimo che sarà utilizzato in fase di valutazione previsionale è di 15 m.

### Sostegno a traliccio delta rovescio





Dall'analisi dei grafici, sulla base di formulazioni ingegneristiche e dai dati rilevati in una campagna di indagini fonometriche sull'emissione sonora dovuta all'effetto corona di linee elettriche con tralicci a delta rovescio (*Rivista Energia Elettrica n.1 – volume 95 gennaio febbraio 2018*) è stato attribuito, per la linea elettrica, un livello di potenza sonora per unità di lunghezza di:

$$L_w = 55+3+3+3 = 64\text{dB(A)/m}$$

Tale valore corrisponde ad una linea elettrica con sostegni a delta rovescio con un elevato tasso di umidità e con il contributo di eventuali componenti impulsive (+3dB), tonali (+3dB) a bassa frequenza (+3dB).

## VALUTAZIONE PREVISIONALE

### Recettori

La definizione di recettore sensibile, sebbene non esplicitamente richiamata all'interno dei documenti legislativi e normativi è a tutti gli effetti entrata a far parte del glossario dell'acustica ambientale.

Per recettore sensibile si intende uno specifico luogo (area particolarmente protetta quale un parco cittadino, un'area oggetto di continua e assidua frequentazione da parte di persone spesso inserita in un particolare contesto storico-culturale) o una specifica struttura (scuola, ospedale, edificio residenziale, ecc.) presso i quali è individuabile una posizione significativa di misura per la verifica e il monitoraggio delle emissioni sonore delle sorgenti. I recettori sono stati scelti in funzione alla loro vicinanza rispetto alla centrale e alla loro destinazione d'uso (solo unità abitative o similari).

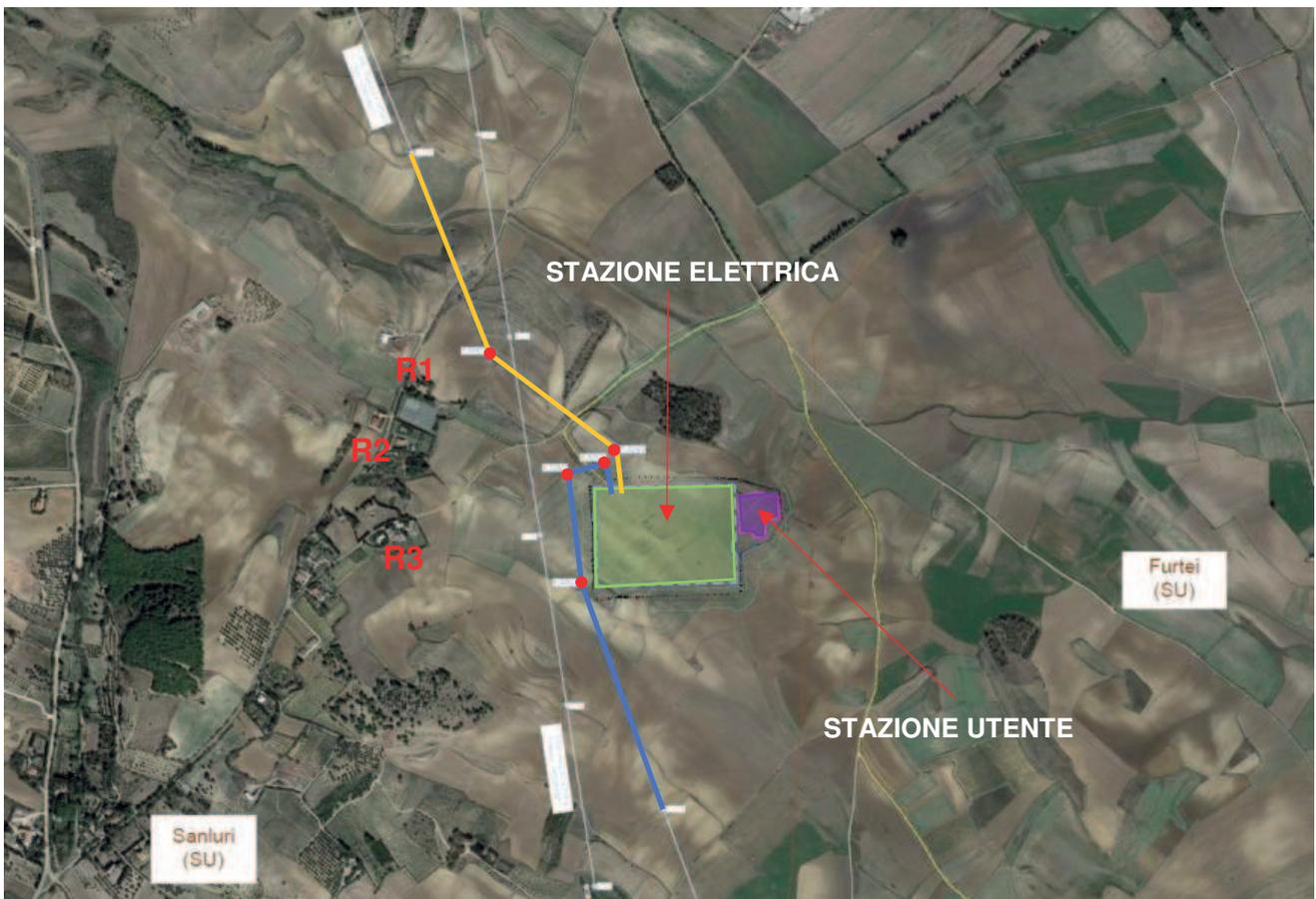


Fig.9 – Posizione recettori

Gli altri recettori non saranno presi in considerazione in quanto ad una distanza maggiore o schermati da altri edifici non residenziali.

**Recettore R1 - Edificio residenziale****Clima acustico diurno:**

Viabilità sulla via adiacente il confine di proprietà, attività agricole nell'area circostante, rumori di origine naturale

**Clima acustico notturno:**

Viabilità sulla via adiacente il confine di proprietà, rumori di origine naturale

**Recettore R2 - Edificio residenziale****Clima acustico diurno:**

Viabilità sulla via adiacente il confine di proprietà, attività agricole nell'area circostante, rumori di origine naturale

**Clima acustico notturno:**

Viabilità sulla via adiacente il confine di proprietà, rumori di origine naturale

**Recettore R3 - Edificio residenziale****Clima acustico diurno:**

Viabilità sulla via adiacente il confine di proprietà, attività agricole nell'area circostante, rumori di origine naturale

**Clima acustico notturno:**

Viabilità sulla via adiacente il confine di proprietà, rumori di origine naturale

## Simulazione acustica

### Modello di calcolo

La valutazione dell'impatto acustico è stata effettuata mediante il software di simulazione numerica CadnaA, prodotto della ditta tedesca DataKustik e commercializzato in Italia da AESSE Misure s.r.l. di Trezzano sul Naviglio (MI). L'algoritmo di calcolo si basa sulle ipotesi dell'acustica geometrica e permette di stimare i livelli di pressione sonora in corrispondenza di un insieme di punti ricettori, tenendo conto della geometria tridimensionale del dominio di simulazione (effetti di riflessione e di diffrazione), dell'assorbimento acustico delle superfici, dell'assorbimento dell'aria e dell'attenuazione per divergenza dei raggi acustici.

La modellizzazione acustica di CadnaA è in grado di definire la propagazione del rumore sia su grandi aree, fornendone la mappatura, sia per singoli punti, fornendo i livelli globali e la loro scomposizione lungo i diversi percorsi di propagazione. Nel calcolo della propagazione il programma tiene conto degli ostacoli (edifici, barriere, terrapieni), delle loro dimensioni e del terreno.

I calcoli e la documentazione dei livelli di rumore è in accordo con gli standard nazionali ed internazionali, la rappresentazione dei risultati avviene mediante tabelle, mappe e linee di rumore a colori.

### Standard e linee guida contemporanei implementati in CadnaA:

CadnaA implementa tutti gli standard richiesti dalla Direttiva Europea 2002/49/CE e dalla Raccomandazione 2003/613/CE:

- per il rumore del traffico veicolare: metodo di calcolo ufficiale francese **“NMPB-Routes-96”**
- per il rumore ferroviario: **metodo di calcolo ufficiale dei paesi bassi**
- per il rumore degli aeromobili: **ECAC.CEAC doc.29**
- per il rumore dell'attività industriale: **ISO 9613-2**

La norma ISO 9613-2 riguarda il calcolo dell'attenuazione del suono nella sua propagazione in ambiente esterno, proponendo un metodo di calcolo.

Lo scopo principale è il calcolo del livello continuo equivalente ponderato “A” della pressione sonora efficace (LAeq,T) come definito nella ISO 1996-1,2,3 in condizioni meteorologiche favorevoli alla propagazione del suono. CadnaA interpolando i dati di input inseriti in un modello tridimensionale, crea una mappa basata sulla teoria del “Ray Tracing”, ovvero l'emissione di raggi conici aventi ciascuno una certa porzione di energia, e, tenuto conto della riflessione dei raggi rispetto a superfici solide ed in funzione della distanza, elabora la quantità di energia che compete alla superficie interessata, ricavando una mappa di distribuzione energetica dei valori di SPL ovvero Sound Pressure Level.

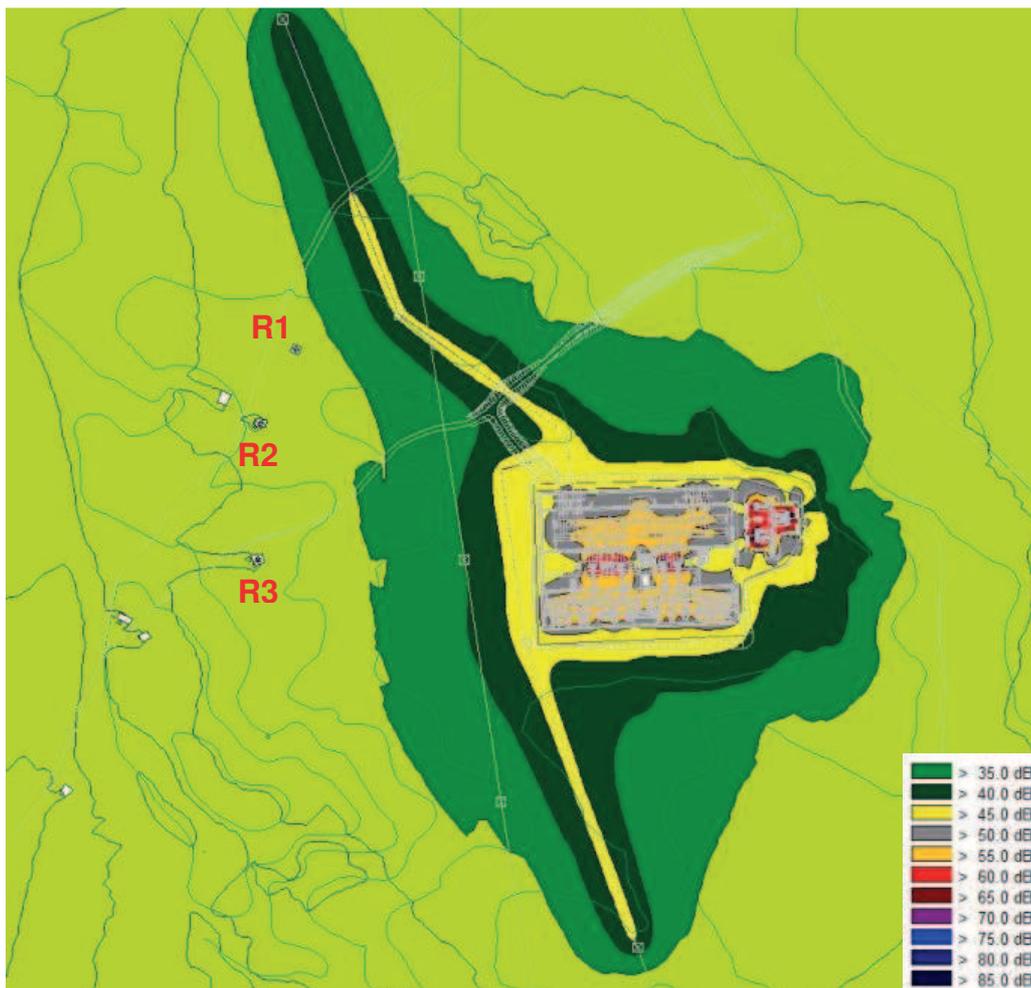
Ogni raggio possiede una certa energia che viene persa durante le riflessioni o contribuisce, se in via diretta, alla formazione del livello sonoro al ricettore. La tolleranza del sistema è compresa entro  $\pm 1.5$  dB.

Durante il calcolo vengono considerati automaticamente i fattori che influenzano la propagazione del rumore, quali ad esempio la riflessione e la diffrazione sugli eventuali ostacoli presenti, l'assorbimento del terreno e l'assorbimento sugli edifici.

## Livelli massimi di emissione

Dati impostati nel programma di simulazione:

Simulazione periodo <b>DIURNO/NOTTURNO</b>	
<b>SORGENTI</b>	<p>Tutte le sorgenti interne ed esterne con funzionamento contemporaneo</p> <p><b>Stazione elettrica</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>4 trasformatori presso SE (400 MVA) <math>L_w(A)_{\text{singolo}} = 92 \text{ dB(A)}</math></li> <li>3 reattori presso SE <math>L_w(A)_{\text{singolo}} = 87 \text{ dB(A)}</math></li> <li>Effetto corona per ogni linea area presso SE <math>L_w(A) = 64 \text{ dB(A)/m}</math></li> </ul> <p><b>Stazione utente</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>5 trasformatori presso SU (250 MVA) <math>L_w(A)_{\text{singolo}} = 92 \text{ dB(A)}</math></li> <li>Effetto corona per ogni linea area presso SU <math>L_w(A) = 64 \text{ dB(A)/m}</math></li> </ul> <p><b>Elettrodotti</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Effetto corona per ogni linea area <math>L_w(A) = 64 \text{ dB(A)/m}</math></li> </ul>
<b>TEMPO FUNZIONAMENTO SORGENTI</b>	In continuo 24h/24h
<b>CONDIZIONI CLIMATICHE</b>	Temperatura media 20°; Umidità 70%
<b>FATTORE SUOLO</b>	<p>G=1.0 (superficie assorbente al di fuori del perimetro di proprietà)</p> <p>G= 0.0 (superficie riflettente all'interno del perimetro di proprietà)</p>



Curve isofoniche vista in pianta – H=2m dal suolo

Riepilogo emissione sonore massime fronte facciata recettori.

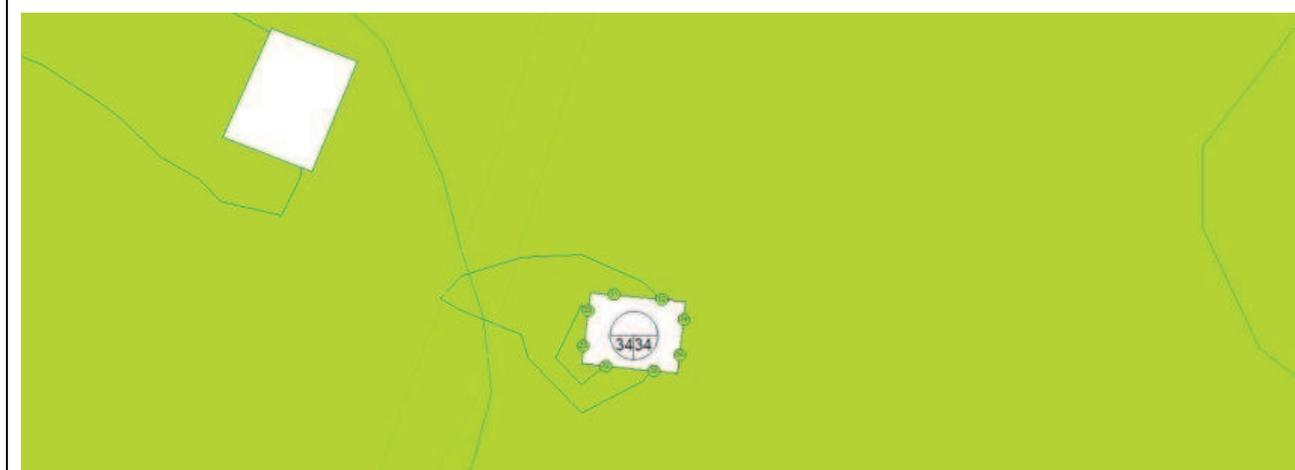
Recettore	Livelli emissione	Limite diurno	Limite notturno	Verifica
R1	35.0 dBA	55.0 dBA	45.0 dBA	RISPETTATA

Zona Acustica III - Aree di tipo misto



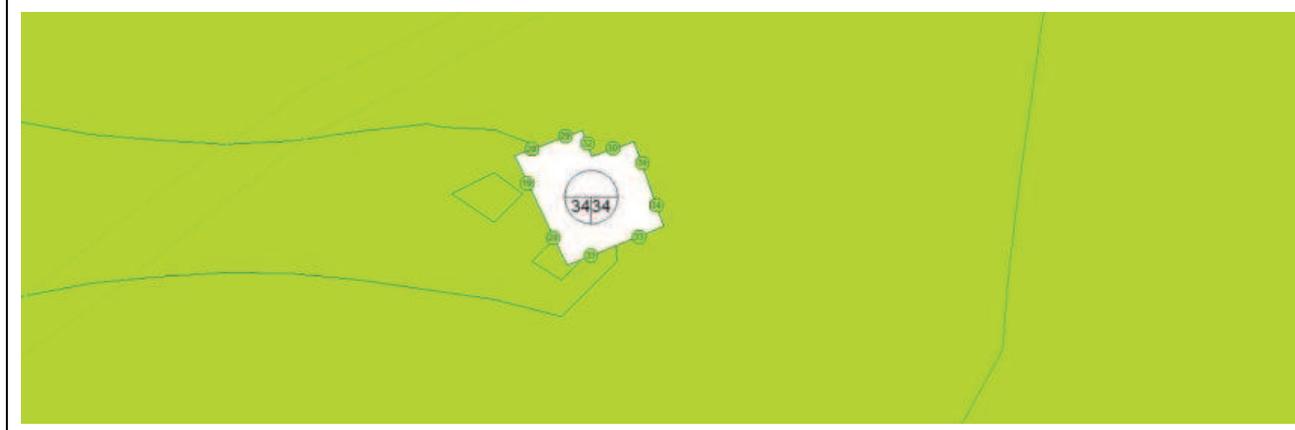
Recettore	Livelli emissione	Limite diurno	Limite notturno	Verifica
R2	34.0 dBA	55.0 dBA	45.0 dBA	RISPETTATA

Zona Acustica III - Aree di tipo misto



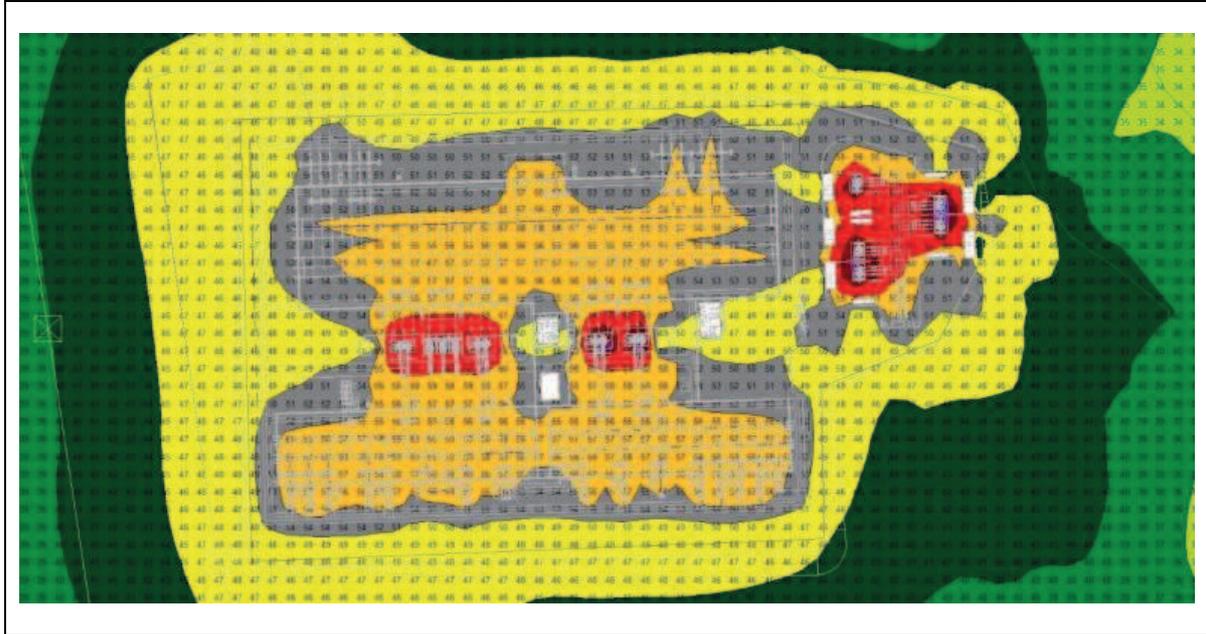
Recettore	Livelli emissione	Limite diurno	Limite notturno	Verifica
R3	34.0 dBA	55.0 dBA	45.0 dBA	RISPETTATA

Zona Acustica III - Aree di tipo misto



Valori di emissione massima in prossimità del confine di proprietà ad un'altezza di 2m da terra.

Confine centrale	Livelli emissione	Limite diurno	Limite notturno	Verifica
Lato nord	45.0 dBA	55.0 dBA	45.0 dBA	RISPETTATA
Lato sud	46.0/45.0 dBA	55.0 dBA	45.0 dBA	RISPETTATA
Lato est	47.0/48.0 dBA	55.0 dBA	45.0 dBA	V.Nota
Lato ovest	45.0/46.0 dBA	55.0 dBA	45.0 dBA	RISPETTATA



**Nota:** Sul confine est il valore delle emissioni è superiore al limite di legge notturno previsto dal piano di zonizzazione acustica del Comune di Sanluri in quanto per la simulazione acustica i cinque trasformatori presenti nella stazione utente sono stati considerati con sistema di raffreddamento OFAF e non ONAN come sarà nella realtà.

*OFAF – olio forzato e aria forzata (mediante ventilatori)*

*ONAN – olio naturale e aria naturale*

### Previsione dei livelli di immissione acustica

La previsione di aumento dei livelli di immissione sonora sarà eseguita mediante la somma logaritmica dei livelli di pressione sonora che saranno registrati ante operam, mediante una campagna di indagine fonometrica, ed i livelli di emissione desunti nel paragrafo precedente.

$$L_{\text{immissione}} = L_{\text{Ante operam}} + L_{\text{emissione previsionale}}$$

### Previsione dei livelli differenziali presso i recettori

I valori limite differenziali di immissione, definiti all'art. 2, comma 3, lettera b), della legge 26 ottobre 1995, n. 447, sono: +5 dB per il periodo diurno e +3 dB per il periodo notturno, all'interno degli ambienti abitativi.

$$L_{\text{differenziale}} = L_{\text{ambientale}} - L_{\text{ante operam}}$$

## CONCLUSIONI

In base alle considerazioni precedentemente elencate si può concludere che la nuova attività non determina una variazione delle condizioni acustiche dell'area e risulta compatibile con la zonizzazione acustica del comune di Sanluri rispettando i limiti fissati dal DPCM 14 Novembre 1997.

Il traffico indotto sarà esclusivamente limitato agli interventi di manutenzione, pulizia e controlli vari con periodicità variabile.

Come anticipato in premessa la presente relazione, prima della stesura del progetto esecutivo, sarà integrata con una campagna di indagini fonometriche per determinare l'attuale clima acustico che costituirà una base informativa essenziale per valutare:

- i livelli assoluti di immissione;
- la stima dei livelli differenziali in prossimità dei recettori sensibili.

**ALLEGATO – A (attestati)**

La presente relazione è stata redatta in conformità a quanto previsto dalla normativa vigente in materia dall'Ing. Paolo Gallo iscritto all'ordine degli ingegneri di Sondrio n.605 e abilitato dalla regione Lombardia come tecnico competente in acustica con D.R n° 5874 del 10/06/2010.

N° Iscrizione elenco Nazionale (ENTECA) 1778



Regione Lombardia

SI RILASCI A SENZA BOLLO PER  
GLI USI CONSENTITI DALLA LEGGE

DECRETO N°

005874

Del 10 GIU. 2010

Identificativo Atto n. 305

DIREZIONE GENERALE AMBIENTE, ENERGIA E RETI

Oggetto

VALUTAZIONE DELLE DOMANDE PRESENTATE ALLA REGIONE LOMBARDIA PER IL RICONOSCIMENTO DELLA FIGURA PROFESSIONALE DI "TECNICO COMPETENTE" NEL CAMPO DELL'ACUSTICA AMBIENTALE, AI SENSI DELL'ARTICOLO 2, COMMI 6 E 7, DELLA LEGGE 447/95.



L'atto si compone di \_\_\_\_\_ pagine  
di cui \_\_\_\_\_ pagine di allegati,  
parte integrante

Regione Lombardia  
La presente copia, composta di n. 4....  
fogli, è conforme all'originale depositata  
agli atti di questa Direzione Generale.  
Milano, 10-06-10  
A. Spini

**Regione Lombardia**

Giunta Regionale  
DIREZIONE GENERALE AMBIENTE, ENERGIA E RETI  
PREVENZIONE INQUINAMENTO ATMOSFERICO  
PROTEZIONE ARIA E PREVENZIONE INQUINAMENTI FISICI

Protocollo T1.2010.0011631 del 16/06/2010  
Firmato digitalmente da GIAN LUCA GURRIERI

Egr. Sig.  
GALLO PAOLO  
Via Marcora, 1  
23017 MORBEGNO (SO)

**TC 1244**

Oggetto : Decreto del 10 giugno 2010, n. 5874, avente per oggetto: Valutazione delle domande presentate alla Regione Lombardia per il riconoscimento della figura professionale di "tecnico competente" nel campo dell'acustica ambientale, ai sensi dell'articolo 2, commi 6 e 7, della Legge 447/95.

Si trasmette, in allegato, copia conforme all'originale del decreto indicato in oggetto, con il quale Lei è stato riconosciuto "tecnico competente" in acustica ambientale.

Distinti saluti.

IL DIRIGENTE

GIAN LUCA GURRIERI

Allegati:

decreto "tecnico competente"

Firma autografa sostituita con indicazione a stampa del nominativo del soggetto responsabile ai sensi del D.Lgs. 39/93 art. 3 c. 2.

---

**Referente per l'istruttoria della pratica:** ENRICO POZZI - Tel. 02/6765.5067

PROTEZIONE ARIA E PREVENZIONE INQUINAMENTI FISICI  
Via Taramelli, 12 - 20124 Milano - e-mail: ambiente@pec.regione.lombardia.it  
Tel. 02/6765.5461 Fax. 02/6765.4406