



Cliente: Enel P - La Spezia

Oggetto: C.le di La Spezia - Caratterizzazione acustica del territorio dopo gli interventi di ambientalizzazione e verifica del rispetto dei limiti di legge

Ordine: Contratto per la fornitura di prodotti e servizi tra ENEL Produzione e CESI per il periodo 01.03.2002-28.02.2006

Note:

senza l'autorizzazione scritta del CESI questo documento può essere riprodotto solo integralmente

N. pagine: 17

N. pagine fuori testo: 4

Data: 23/10/02

Elaborato: BU AMB – Linea Atmosfera – Chiappa Claudio / Carbi G. Paolo

Verificato: BU AMB – Linea Atmosfera – Ziliani Roberto

Approvato: BU AMB – Linea Atmosfera – Sanavio Davide

Indice

1	PREMESSA E SCOPI	3
2	LIMITI DI ACCETTABILITA' DELL'INQUINAMENTO ACUSTICO	3
2.1	QUADRO NORMATIVO	3
2.2	ZONIZZAZIONE ACUSTICA	4
2.2.1	Comune di La Spezia	4
2.2.2	Comune di Arcola	4
2.3	CRITERI DI VERIFICA DELL'INQUINAMENTO ACUSTICO	4
2.3.1	Limiti di emissione	4
2.3.2	Limiti assoluti di immissione	5
2.3.3	Limiti differenziali di immissione	5
3	PIANO SPERIMENTALE	5
3.1	APPROCCIO METODOLOGICO	5
3.2	METODOLOGIA PREDISPOSTA DALL'UNIVERSITÀ DI PERUGIA	6
3.3	MODELLO MATEMATICO ENM	7
4	APPLICAZIONE DELLA METODOLOGIA	7
4.1	FASE I – DEFINIZIONE DELLE SORGENTI E RILIEVI SPERIMENTALI	7
4.1.1	Punti di tipo A	8
4.1.2	Punti di tipo B	10
4.1.3	Punti di tipo C	10
4.2	FASE II - CALIBRAZIONE DEL MODELLO MATEMATICO	12
4.2.1	Scenario	12
4.2.2	Calcolo delle potenze incognite	12
4.2.3	Modello RLS-90	13
4.3	FASE III – VERIFICA DEL MODELLO	14
4.4	FASE IV – APPLICAZIONE DEL MODELLO VERIFICATO	15
5	VERIFICA DEL RISPETTO DEI LIMITI DI LEGGE	16
5.1	LIMITI DI EMISSIONE	16
5.2	LIMITI DI IMMISSIONE	16
5.3	LIMITI DIFFERENZIALI	16
6	CONCLUSIONI	17

ALLEGATO 1 – N. 2 mappe con i punti di misura del rumore ambientale

N.1 mappa riportante le isofone di immissione specifica - tot.pagg. 4

STORIA DELLE REVISIONI

Numero revisione	Data	Protocollo	Lista delle modifiche e/o dei paragrafi modificati
0	04/08/02	A2/025548	

1 PREMESSA E SCOPI

Il Decreto MICA del 29/1/97 relativo alla autorizzazione a realizzare gli interventi di trasformazione della centrale di La Spezia, all'articolo 2 punto 14, prescrive all'ENEL l'esecuzione, con modalità da concordare con le Autorità Competenti e con il Ministero dell'Ambiente, di una campagna per il rilievo del rumore generato dal funzionamento della centrale termoelettrica prima e dopo tali interventi.

L'Enel ha incaricato il CIRIAF (Centro Interuniversitario per la Ricerca sugli Inquinamenti da Agenti Fisici - Università di Perugia) di predisporre una metodologia che consenta di caratterizzare il rumore ambientale nell'area circostante un impianto termoelettrico, utilizzando, come richiesto dal Ministero (lettera del 5/6/96 prot. N. 2657/96/SIAR), "oltre ad una serie di misure, anche un modello matematico previsionale".

La metodologia, predisposta e validata dal CIRIAF in collaborazione con l'ENEL, è stata applicata per la prima volta nell'estate 1997 ed il Ministero dell'Ambiente, con lettera del 15/9/98 (prot. N. 3544/98/SIAR), ha approvato la metodologia messa a punto e dichiarato che essa è conforme alle richieste e tale da "essere utilmente impiegata in altre situazioni analoghe". Essa è stata quindi applicata alla centrale di La Spezia prima degli interventi di ambientalizzazione ed i risultati sono stati riportati nella Relazione Tecnica Enel Produzione n° 212SP26047 del Novembre 1998.

Nella presente Relazione tecnica vengono riportati i risultati dell'applicazione della metodologia al sito di La Spezia nelle condizioni attuali, a valle degli interventi di ambientalizzazione, con l'impianto funzionante nel nuovo assetto con i due gruppi a ciclo combinato e il gruppo a carbone da 600 MW in servizio con il relativo desolfatore.

Scopo dell'indagine è di accertare il rispetto dei limiti di legge con riferimento alla zonizzazione acustica comunale nel frattempo approvata.

2 LIMITI DI ACCETTABILITA' DELL'INQUINAMENTO ACUSTICO**2.1 Quadro normativo**

Il quadro di riferimento normativo di riferimento per le valutazioni di adeguatezza degli impianti termoelettrici comprende:

- la Legge Quadro sull'inquinamento acustico (legge 447/95);
- il DMA 11/12/96 "Applicazione del criterio differenziale per gli impianti a ciclo produttivo continuo";
- il DPCM 14/11/97 "Determinazione dei valori limiti delle sorgenti sonore";
- il DMA 16/3/98 "Tecniche di rilevamento e misurazione dell'inquinamento acustico";
- il DPCM 1/3/91 "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno".

La Legge Quadro sull'inquinamento acustico (Legge 447/95) definisce le competenze sia degli enti pubblici che esplicano le azioni di pianificazione e controllo, sia dei soggetti pubblici o privati che possono essere causa d'inquinamento acustico. Essa ha introdotto oltre ai limiti d'immissione (assoluti e differenziali), già contemplati nel DPCM 1/3/91, anche i limiti di emissione e i valori di attenzione e di qualità. I valori limite di emissione costituiscono una novità che interessa direttamente le centrali Enel;

essi rappresentano "il valore massimo di rumore che può essere emesso da una sorgente sonora, misurato in prossimità della sorgente stessa".

Il DPCM 14/11/97 ha fissato i valori limite assoluti di immissione e i valori limite di emissione, facendo riferimento a sei zone di destinazione d'uso (Tabelle B e C del decreto). Con riferimento ai limiti di emissione il decreto stabilisce che "i rilevamenti e le verifiche sono effettuati in corrispondenza degli spazi utilizzati da persone e comunità". Le verifiche del rispetto dei limiti di emissione quindi, dovendo essere effettuate in spazi utilizzati da persone e, nello stesso tempo, nelle immediate vicinanze della sorgente sonora, s'intendono riferite unicamente a punti ubicati sul confine di proprietà degli impianti Enel.

Nello stesso decreto, all'art. 4, vengono definiti i valori limite differenziali di immissione pari a 5 dBA nel periodo diurno e 3 dBA per quello notturno.

Il DMA 11/12/96 esonera le centrali in esercizio dalla verifica del rispetto del criterio differenziale, a patto che siano rispettati i valori assoluti d'immissione. Non si applica per gli impianti di nuova costruzione.

Il DPCM 1/3/91 viene applicato nei casi in cui non è stata ancora predisposta la classificazione del territorio comunale ai sensi della legge 447/95.

2.2 Zonizzazione acustica

Il territorio su cui sorge l'impianto appartiene ai comuni di La Spezia e Arcola; entrambi hanno predisposto la zonizzazione acustica ai sensi del vigente DPCM 14/11/97.

2.2.1 Comune di La Spezia

Il comune di La Spezia ha adottato, secondo quanto previsto dalla legge 447/95, la zonizzazione acustica del proprio territorio, con delibera del Consiglio Comunale n° 99 del 27/10/1997, successivamente approvata dalla giunta Provinciale della Spezia con delibera n°376 del 20/07/1999.

All'area su cui insiste l'impianto, compresi i parchi carbone di Val Bosca e Val Fornola, è stata assegnata la classe VI "Aree esclusivamente industriali" (tabella A del DPCM 14.11.97) ad eccezione della fascia del confine sul lato Sud dove è stata attribuita la classe V delle "Aree prevalentemente industriali". In classe VI sono anche inclusi gli adiacenti complessi industriali OTO Melara e S. Giorgio. Il territorio immediatamente adiacente alla classe industriale è stato inserito in classe V; essa comprende anche il raccordo autostradale per La Spezia. A Sud-Ovest dell'impianto la zona di Monte Valdilocchi è stata inserita in classe I, nonostante la presenza di discariche attualmente funzionanti. Tra le suddette classi sono state interposte zone di transizione allocate in classe IV, III e II.

Il pontile Enel di scarico del carbone è stato inserito in classe VI, mentre l'area retrostante, comprendente il Viale S. Bartolomeo è stata inserita in classe V. In particolare all'interno di tale zona la Chiesa e il contiguo edificio scolastico sono stati classificati come "Aree particolarmente protette" (classe I). Anche in questo caso tra le suddette classi sono state interposte ristrette fasce di transizione.

2.2.2 Comune di Arcola

Il comune di Arcola ha adottato, secondo quanto previsto dalla legge 447/95, la zonizzazione acustica del proprio territorio, nel Maggio 2002.

L'area di proprietà Enel è stata classificata come "Area prevalentemente industriale" (classe V) mentre il territorio ad essa immediatamente circostante come "Area di intensa attività umana" (classe IV).

2.3 Criteri di verifica dell'inquinamento acustico

2.3.1 Limiti di emissione

I livelli di emissione sono rappresentativi del solo rumore generato dalla sorgente in esame che, in questo caso, si configura con l'impianto termoelettrico.

La verifica dei limiti massimi di accettabilità alle emissioni viene effettuata considerandone i livelli nei tempi di riferimento diurno e notturno che si rilevano al confine della proprietà su cui insiste l'impianto, in corrispondenza di zone utilizzabili da persone e comunità (DPCM 14.11.97 art.2).

Non vengono presi in esame tratti del confine contigui a zone che, allo stato attuale, risultano normalmente inaccessibili (ad esempio terreni coltivati, corpi idrici ecc.), purché essi non siano oggetto di particolari restrizioni legislative.

I limiti alle emissioni applicabili lungo il confine di proprietà sono quelli della classe VI, pari a 65 dBA sia in periodo diurno che notturno ad eccezione del tratto di confine inserito in classe V, che ha limiti pari a 65 dBA diurni e 55 dBA notturni.

2.3.2 Limiti assoluti di immissione

I livelli di immissione sono rappresentativi del rumore generato da tutto il complesso di sorgenti attive nell'area in esame.

La verifica dei limiti massimi di accettabilità alle immissioni viene effettuata considerandone i livelli nei tempi di riferimento diurno e notturno che si rilevano in zone abitate ovvero frequentabili da persone o comunità.

Le aree abitate più prossime all'impianto sono inserite in classi che variano dalla III "Aree di tipo misto" per l'abitato di Pianazze, alla classe IV delle "Aree di intensa attività umana" dell'abitato di Limone, alla classe V delle "Aree prevalentemente industriali" dell'abitato di Fossamastra in vicinanza della scuola di via S.Bartolomeo, per finire con la classe VI delle "Aree esclusivamente industriali" per l'abitato immediatamente oltre il confine nord dell'impianto in prossimità di un ristorante.

I limiti alle immissioni applicabili per le aree abitate in classe III sono pari a 60 dBA diurni e 50 notturni, per la classe IV pari a 65 dBA diurni e 55 dBA notturni.

2.3.3 Limiti differenziali di immissione

I livelli di immissione differenziale sono rappresentativi della variazione del rumore all'interno degli ambienti abitativi connessa all'attivazione della sorgente in esame, nel periodo di suo maggior disturbo. Non essendo possibile, in generale, procedere alla misurazione del rumore all'interno di abitazioni private, la stima del rumore differenziale viene effettuata a partire dai livelli di rumore misurati all'esterno, sul lato rivolto verso la sorgente.

Dal valore di rumore ambientale misurato in esterno viene detratta (logaritmicamente) l'immissione dovuta alla centrale, ottenendo il valore di rumore residuo. Il livello differenziale si ottiene quindi per differenza aritmetica tra il livello di rumore ambientale (immissione) e il livello di rumore residuo. La stima viene effettuata sia in periodo diurno che notturno.

3 PIANO SPERIMENTALE

3.1 Approccio metodologico

La caratterizzazione acustica del territorio è stata estesa oltre i confini di proprietà dell'impianto sino ai primi abitati ad esso circostanti; in tale contesto il rumore ambientale è determinato da un complesso di sorgenti connesse alle attività antropiche del sito. In particolare si distinguono, per rilevanza, le sorgenti dovute al traffico stradale sulla viabilità ordinaria, principalmente sulla via Aurelia, e sulla bretella autostradale A12 - La Spezia. A queste si aggiungono le sorgenti di rumore legate al traffico locale, alle attività artigianali, commerciali, industriali e, più in generale, alla vita di comunità del sito.

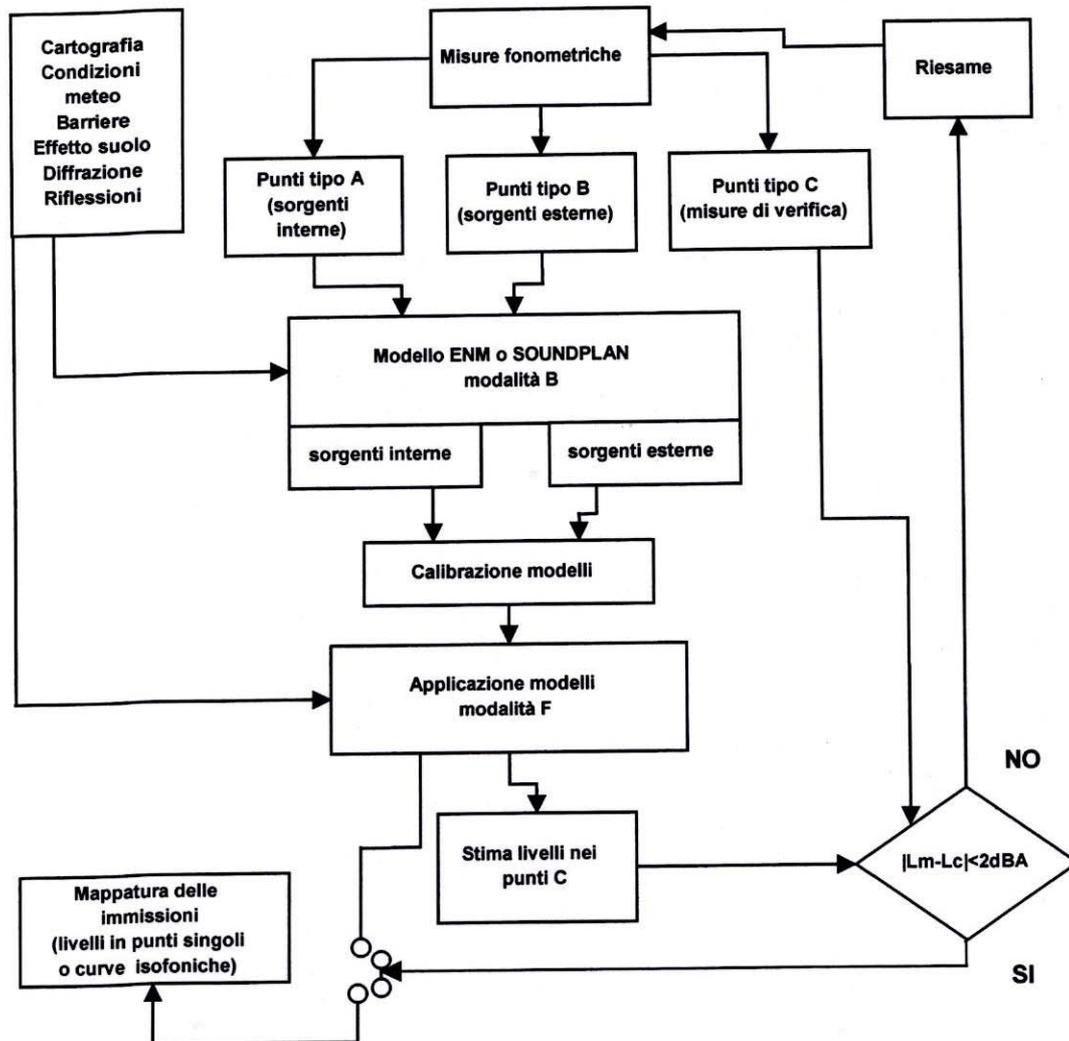
Tenuto conto dell'elevata estensione dell'area, della complessità dello scenario e della quantità di sorgenti di rumore presenti, la caratterizzazione acustica spazio-temporale mediante rilievi sperimentali sarebbe risultata sconsigliata per l'elevata mole di rilevamenti necessari. Si è quindi scelto di utilizzare un modello matematico previsionale calibrato sulla base di un limitato numero di dati rilevati

sperimentalmente, per interpolare i valori di livello sonoro generati, nell'area di interesse, dalle principali sorgenti di rumore del sito.

Le modalità di scelta dei punti di taratura per l'applicazione del modello matematico ed i criteri di verifica della correttezza dei risultati, sono definiti nella metodologia messa a punto dall'Università di Perugia di seguito descritta.

3.2 Metodologia predisposta dall'Università di Perugia

La metodologia messa a punto e validata dall'Università di Perugia si articola in quattro fasi (vedi diagramma di flusso seguente):



- I. Definizione delle sorgenti che determinano la rumorosità ambientale, effettuazione di rilievi sperimentali per la caratterizzazione di dette sorgenti e per la verifica della metodologia¹;
- II. Calibrazione del modello - analisi ed elaborazione dei dati rilevati per stimare, mediante un modello matematico opportunamente predisposto, le potenze acustiche delle sorgenti individuate;

¹ Le sorgenti acustiche possono essere o connesse al funzionamento dell'impianto termoelettrico (in seguito denominate *interne*) o connesse al rumore residuo (in seguito denominate *esterne*)

- III. Verifica del modello - verifica della corretta applicazione della metodologia mediante confronto tra livelli di rumore misurati e livelli calcolati dal modello in almeno cinque punti di controllo non utilizzati in fase di calibrazione;
- IV. Applicazione del modello - applicazione del modello matematico verificato, per calcolare le immissioni acustiche in tutto il territorio circostante ed eventuale rappresentazione cartografica mediante mappe isofoniche sovrapposte alla planimetria del territorio.

3.3 Modello matematico ENM

Per il calcolo delle emissioni della centrale è stato utilizzato il modello denominato ENM WINDOWS (Environmental Noise Model) della RTA Technology Pty. Ltd. che è basato sull'utilizzo di algoritmi semi-empirici sviluppati dall'esperienza di diversi ricercatori negli ultimi anni. Sulla base di tali algoritmi il modello effettua il calcolo dei livelli di rumore nell'ambiente circostante le sorgenti in esame, considerando le caratteristiche emissive di queste ultime e le attenuazioni prodotte dall'ambiente stesso per mezzo dell'orografia e natura più o meno riflettente del terreno, ostacoli e barriere schermanti, nonché della meteorologia locale.

In particolare il modello ENM presenta alcune peculiarità che gli consentono di ricostruire più fedelmente alcune delle condizioni di propagazione dell'onda acustica:

- possibilità di assegnare 12 diversi gradi di qualità acustica del terreno;
- possibilità di considerare la meteorologia locale inserendo i dati d'intensità e direzione di provenienza del vento, temperatura ed umidità relativa dell'aria;
- calcolo dei fenomeni di diffrazione sia sui bordi orizzontali che verticali delle barriere;

Il codice di calcolo del modello ENM non consente di tenere conto degli effetti dovuti alla riflessione dell'onda acustica su pareti verticali (muri, barriere, ecc.); per la tipologia di caratterizzazione in ambiente esterno ciò può però risultare poco influente.

4 APPLICAZIONE DELLA METODOLOGIA

4.1 Fase I – Definizione delle sorgenti e rilievi sperimentali

L'impianto di Spezia è costituito da n° 3 unità di cui 2 del tipo a ciclo combinato ed una di tipo convenzionale a carbone, dotata di desolfatore. Un impianto di questo tipo contiene numerose sorgenti acustiche, di cui però solo un numero limitato presenta livelli di potenza sonora tali da influenzare in modo sensibile l'ambiente circostante.

Le principali sorgenti di rumore *interne*, connesse cioè al funzionamento dell'impianto termoelettrico, sono state suddivise nei seguenti raggruppamenti:

- sala macchine Gr. 1÷3
- caldaia Gr. 3 e condotti fumi
- impianto DeSox
- impianto turbogas 1
- impianto turbogas 2
- autotrasformatore di stazione
- ciminiera Gr. 1÷3.
- impianti di movimentazione carbone.

Per quanto riguarda invece le sorgenti *esterne*, sono state individuate le arterie stradali principalmente influenzante il rumore ambientale di seguito riportate:

- bretella autostradale A12 – La Spezia;
- via Melara;
- via Valdilocchi.

Non sono state prese in considerazione altre sorgenti di origine industriale presenti nella zona in quanto ritenute non influenzanti il rumore ambientale nell'arco dei tempi di riferimento.

La campagna sperimentale è stata condotta nel periodo Febbraio ÷ Maggio 2002 conformemente alle procedure tecniche del Laboratorio di Piacenza da personale in possesso del titolo di "Tecnico competente in acustica ambientale" ai sensi della legge 447/95; i relativi risultati sono riportati per esteso nel Rapporto CESI prot. n° A2/021313.

I rilievi sono stati effettuati in termini sia globali che spettrali, nel campo di frequenza 20÷20000 Hz, acquisendo i principali parametri statistici descrittivi del rumore.

Le emissioni delle principali sorgenti acustiche interne all'impianto sono state effettuate misure di rumore a breve termine in oltre quaranta postazioni di tipo A.

Per quanto riguarda le sorgenti esterne all'impianto ENEL stante la notevole variabilità del rumore ambientale, i rilievi si sono protratti in automatico per più giorni; in fase di elaborazione sono stati quindi esclusi i periodi caratterizzati da condizioni meteorologiche incompatibili con la corretta misurazione del rumore. I rilievi sono stati effettuati in due postazioni tipo B (per le arterie stradali) ed in undici postazioni tipo C (punti di controllo).

In Figg.1 e 2 viene indicata, su planimetrie del sito, l'ubicazione di tutti i punti di misura.

4.1.1 Punti di tipo A

In tab. II sono riportati i livelli L_{Aeq} (livello continuo equivalente ponderato 'A') L_{A50} ed L_{A95} (50° e 95° percentile della distribuzione retrocumulata del livello sonoro ponderato 'A') rilevati nelle postazioni di tipo A in periodo diurno. L'altezza microfonica è pari a 4 metri dal suolo.

Le postazioni Asp_A1÷Asp_E3 e Cam1_H1÷Cam4H3 sono state collocate rispettivamente ai nodi di un reticolo collocato ad 1 m di distanza dall'aspirazione del Tg.1 e su una superficie sferica situata attorno alla bocca del camino del Tg.1, come indicato dalla norma ISO 10494, per caratterizzarne la relativa potenza acustica.

Le postazioni A28÷A37 sono invece relative all'autotrasformatore T3 di stazione, come indicato nel seguente schema.

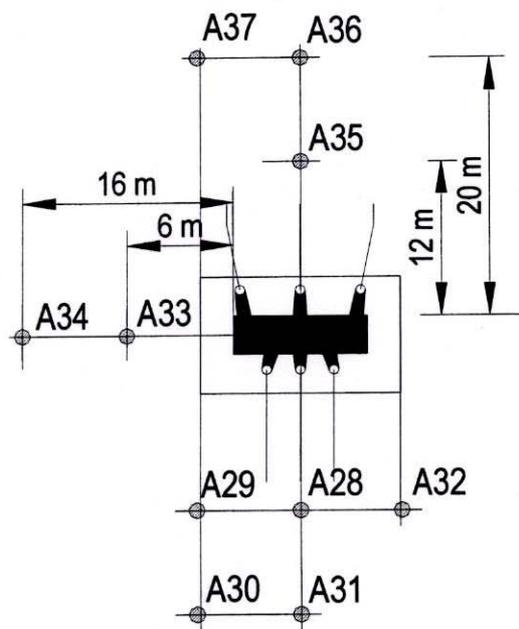


Tabella II - Risultati dei rilievi eseguiti nei punti di tipo A

Punto	LAeq	LAF50	LAF95
A01	75.1	75.1	74.7
A02	66.3	66.2	65.7
A03	61.6	61.6	60.9
A04	64.8	64.8	64.3
A05	67.3	67.2	66.7
A06	64.8	64.8	64.3
A07	75.3	74.9	73.8
A08	77.2	77.3	74.8
A09	76.1	75.4	73.4
A10	76.3	75.8	74.4
A11	64.1	64.1	63.4
A12	66.1	66.1	65.6
	66.3	66.3	65.9
A13	68.3	68.2	67.5
A14	66.7	66.7	66.2
A15	69.7	69.7	69.2
A16	72.7	72.7	72.1
A17	72.3	72.3	71.8
A18	73.2	73.1	72.3
A19	70.0	70.0	69.4
A20	69.3	69.3	68.8
A21	68.9	68.9	68.2
A22	70.8	70.8	70.3
A23	69.0	68.9	68.3
A27	64.7	64.6	63.6
A28	71.0	71.0	70.4
A29	67.4	67.4	66.8
A30	68.5	68.7	67.0
A31	66.5	66.5	65.4
A32	67.9	67.9	66.9
A33	69.7	69.7	69.0
A34	62.0	62.0	61.6
A35	67.4	67.3	66.7
A36	61.7	61.7	60.6
A37	66.2	66.2	65.9

Punto	LAeq	LAF50	LAF95
Asp_A1	75.1	75.1	74.7
Asp_A2	75.7	75.7	75.3
Asp_A3	75.7	75.7	75.3
Asp_B1	77.0	77.0	76.6
Asp_B2	77.4	77.4	77.0
Asp_B3	77.4	77.4	77.0
Asp_C1	79.2	79.2	78.8
Asp_C2	79.2	79.2	78.8
Asp_C3	79.3	79.3	78.9
Asp_D1	81.4	81.3	80.9
Asp_D2	81.3	81.3	80.9
Asp_D3	81.3	81.3	80.9
Asp_E1	82.8	82.8	82.1
Asp_E2	82.8	82.8	82.4
Asp_E3	82.5	82.5	82.0

Punto	LAeq	LAF50	LAF95
Cam_1H1	69.3	69.2	68.6
Cam_1H2	71.9	71.9	71.4
Cam_1H3	74.3	74.1	73.7
Cam_2H1	67.9	67.9	67.3
Cam_2H2	71.2	71.2	70.7
Cam_2H3	73.7	73.7	73.4
Cam_2H4	73.0	73.0	72.6
Cam_2H5	72.8	72.8	72.4
Cam_2H6	71.5	71.5	71.0
Cam_3H1	66.3	66.1	65.4
Cam_3H2	71.1	71.0	70.5
Cam_3H3	73.9	73.9	73.4
Cam_4H1	68.2	67.9	67.2
Cam_4H2	71.4	71.4	70.8
Cam_4H3	73.9	73.8	73.4

4.1.2 Punti di tipo B

In tab. III vengono riportati i risultati delle misure effettuate nei punti B1÷B5, espressi come $L_{Aeq,TL}$ (con i massimi e minimi $L_{Aeq,TR}$ rilevati), L_{A50} ed L_{A95} (50° e 95° percentile della distribuzione retrocumulata del livello sonoro ponderato 'A') sui tempi di riferimento diurno (h. 6.00÷22.00) e notturno (h. 22.00÷6.00).

Tabella III - Risultati dei rilievi eseguiti nei punti di tipo B

Punti	Periodo di riferimento					
	DIURNO			NOTTURNO		
	$L_{Aeq,TL}$ ($L_{Aeq,TR\ min} \div$ $L_{Aeq,TR\ max}$)	$L_{50\%}$	$L_{95\%}$	$L_{Aeq,TL}$ ($L_{Aeq,TR\ min} \div$ $L_{Aeq,TR\ max}$)	$L_{50\%}$	$L_{95\%}$
B2	66.9 64.4÷68.5	64.1	57.5	61.0 59.9÷61.5	54.6	45.0
B3	65.5 63.8÷66.2	60.3	51.6	59.6 58.2÷61.7	50.1	46.1

4.1.3 Punti di tipo C

In tab. III vengono riportati i risultati delle misure effettuate nei punti C01÷C12, espressi come $L_{Aeq,TL}$ (con i massimi e minimi $L_{Aeq,TR}$ rilevati), L_{A50} ed L_{A95} (50° e 95° percentile della distribuzione retrocumulata del livello sonoro ponderato 'A') sui tempi di riferimento diurno (h. 6.00÷22.00) e notturno (h. 22.00÷6.00).

Le misure sono state condotte con altezza microfonica pari a 4 metri, salvo ove diversamente specificato.

Durante i rilievi nel punto C12 presso il molo ENEL non sono state effettuate operazioni di scarico e trasferimento carbone.

I punti di misura sono stati georeferenziati mediante sistema GPS secondo la procedura tecnica 700QT000296, i risultati dettagliati sono contenuti in un rapporto CESI.

In tabella I si riportano sinteticamente i risultati globali sui tempi di riferimento diurno (h. 6.00÷22.00) e notturno (h. 22.00÷6.00) espressi come livello equivalente $L_{Aeq,TR}$ medio e, tra parentesi, gli $L_{Aeq,TR}$ minimo e massimo rilevati in periodo diurno e notturno. La compattazione dei dati orari è stata effettuata mediante il software B&K 7820 "Evaluator".

In fase d'elaborazione dei dati sono stati calcolati i valori relativi all'intera misura, ma poiché nel corso delle registrazioni, protrattesi per parecchi giorni, si sono verificati diversi assetti d'impianto, sono stati selezionati periodi di funzionamento omogenei, in base al numero di gruppi in servizio. Relativamente agli assetti selezionati sono stati calcolati i parametri acustici.

In particolare quindi per ogni postazione è stato calcolato un set di valori relativo all'intera registrazione e alcune altre configurazioni ritenute significative (gruppi 1, 2, 3 e gruppi 2, 3), indicate nella colonna "Assetto" in tab. III.

Per i gruppi 1 e 2 si sottintende il funzionamento in ciclo combinato.

Tabella III - Risultati dei rilievi eseguiti nei punti di tipo C

Punti	Assetto	Periodo di riferimento					
		DIURNO			NOTTURNO		
		$L_{Aeq,TL}$ ($L_{Aeq,TR min} +$ $L_{Aeq,TR max}$)	$L_{50\%}$	$L_{95\%}$	$L_{Aeq,TL}$ ($L_{Aeq,TR min} +$ $L_{Aeq,TR max}$)	$L_{50\%}$	$L_{95\%}$
C01	Gruppi 1, 2, 3 Intera registrazione	58.2 53.2÷60.5	54.4	52.3	53.3 51.4÷54.5	52.7	51.8
C02	Intera registrazione	57.4 53.6÷59.8	54.5	52.6	55.1 49.7÷58.7	52.9	51.2
	Gruppi 2 e 3	58.8 58.1÷59.8	56.5	54.4	55.8 55.1÷58.7	54.0	52.3
	Nessun gruppo in servizio	53.3 53.0÷53.5	51.1	49.4	49.7	49.2	47.8
C03	Intera registrazione	62.1 58.5÷63.0	60.5	58.6	59.4 59.0÷60.3	59.2	58.2
	Gruppi 2 e 3	62.1 60.7÷63.0	60.5	58.7	59.9 59.0÷60.3	59.3	58.4
C04	Intera registrazione	59.9 55.9÷61.8	58.3	56.1	55.3 53.8÷56.3	54.6	52.8
	Gruppi 1, 2, 3	58.2 55.9÷59.1	57.1	54.9	55.4 54.7÷56.3	54.7	52.9
C05	Intera registrazione	63.4 62.7÷65.7	62.7	61.1	62.2 61.0÷64.3	61.8	60.3
	Gruppi 2 e 3	64.2 63.3÷64.7	63.7	62.3	62.4 61.7÷62.7	62.0	61.1
C06	Intera registrazione	58.5 57.9÷59.7	57.3	55.8	55.0 54.0÷55.4	54.2	53.2
	Gruppi 2 e 3	58.7 58.2÷59.7	57.9	56.3	55.4	54.6	53.7
	Gruppi 1, 2 e 3	58.2 57.9÷58.8	57.0	55.5	54.0	53.3	52.2
C07	Gruppi 1, 2, 3 Intera registrazione	54.0 51.7÷55.1	50.7	47.8	49.1 47.1÷51.1	47.4	45.1
C08	Intera registrazione	56.0 54.9÷56.5	55.1	53.7	55.4 54.2÷55.9	55.2	54.0
	Gruppi 1, 2 e 3	55.9 54.9÷56.6	55.1	53.8	55.5 54.2÷55.9	55.3	54.1
C09	Intera registrazione	56.4 47.9÷58.1	48.1	43.2	47.4 44.5÷56.2	43.5	41.4
C11	Gruppi 2 e 3	59.3	59.1	58.3	59.3	59.3	58.4
C12	Intera registrazione	66.3 65.8÷66.6	63.8	57.6	57.6 57.4÷57.9	50.1	47.7

4.2 Fase II - Calibrazione del modello matematico

Per "calibrazione" di un modello matematico del rumore ambientale s'intende la determinazione degli spettri di potenza acustica e della direttività da associare alle varie sorgenti considerate, attraverso dati rilevati sperimentalmente. Altri parametri dei modelli (quali in particolare il tipo di terreno) sono determinabili a priori.

4.2.1 Scenario

Nell'applicazione del modello è stata impiegata una cartografia digitale 3D derivata da aerofotogrammetria dell'area in esame. Il file originale in formato AUTOCAD (file ad estensione DWG) è stato semplificato eliminando gli elementi grafici non necessari (ombreggiature, simboli e scritte) al fine di renderlo compatibile per l'utilizzo modellistico. In seguito è stata generata la versione modificata (ad estensione DXF) avente caratteristiche d'idoneità per il modello ENM.

Le superfici delle sorgenti areali in gioco sono state scomposte in elementi aventi area inferiore al limite del modello.

Nel caso in esame si ritiene che l'incertezza associata alle previsioni modellistiche (incertezza estesa con fattore di copertura 2) sia pari a circa 3 dBA.

4.2.2 Calcolo delle potenze incognite

Tutte le sorgenti modellate sono state considerate ad emissione isotropa.

Per la determinazione della potenza acustica delle sorgenti interne alla centrale, sono state utilizzate le immissioni nei punti A determinate utilizzando i valori del percentile L95.

Le potenze acustiche del cabinato del turbogas sono state dedotte da rilievi pregressi, effettuati dal Laboratorio di Piacenza, prima dell'avviamento degli altri gruppi.

La parete Sud della sala macchine si intende comprensiva dei relativi macchinari ad essa anteposti quali i trasformatori di unità, ecc., mentre la parte caldaia del Gr. 3 si intende comprensiva dei condotti fumi.

L'emissione acustica della parte movimentazione carbone (rupella, nastri e torri) è stata calcolata dai rilievi nel punto C4, opportunamente elaborati in funzione dei periodi di funzionamento di tali apparecchiature, mentre la rumorosità del.

Il calcolo è stato effettuato per bande di ottava nel campo di frequenze 31.5÷8000 Hz, adottando in *Input* i parametri rappresentativi di condizioni meteorologiche rilevate durante le rispettive misure; i valori globali di potenza acustica ottenuti sono riassunti in Tab.V, insieme alla rappresentazione geometrica (puntiforme, areale, lineare), per ciascuna delle sorgenti appartenenti ai raggruppamenti indicati.

Tabella V - Valori di potenza acustica delle sorgenti interne espressi in dBA

Raggruppamento	Sorgente	Geometria	Livello di potenza acustica Lw (dBA)
Sala macchine Gr. 1÷3	Lato Sud	N° 6 sorgenti areali	115.4
	Lato Est	N°1 sorgente areale	104
Caldaia Gr. 3 e condotti fumi		N° 4 sorgenti puntuali	112.6 cad.
Ciminiere Gr. 1÷3.		N° 3 sorgenti puntuali	90.6 cad.
Impianto di movimentazione carbone.	Roupelle	N°1 sorgente lineare	108.3
	Nastro	-	Trascurabile
	Torre	N° 1 sorgente puntuale	108.3
Impianto turbogas 1	Aspirazione	N° 1 sorgente areale	106.1
	Cabinato (n° 3 facce)	N° 3 sorgenti areali	105.1
	Trasformatore di unità	N° 1 sorgente puntuale	91
Impianto turbogas 2	Come turbogas 1-		
Impianto DeSox	Desox + GGH lato Est	N° 2 sorgenti puntuali	109.8
	Desox + GGH lato Ovest	N° 2 sorgenti puntuali	109.8
	Edificio servizi	N° 3 sorgenti areali	100.9
Autotrasformatore di stazione		N° 1 sorgente puntuale	101.9
Bretella autostradale		N° 31 sorgenti lineari (lunghezza 50 m cad.)	106.3 cad.

4.2.3 Modello RLS-90

I contributi alla rumorosità ambientale dovuti al traffico stradale sono stati dedotti mediante l'utilizzo di un modello matematico descritto nelle norme VDI, denominato RLS-90 "Direttive per la protezione antirumore lungo le strade".

Il livello acustico medio stradale (Lm) ad una certa distanza dall'asse stradale o della corsia è fornito dalla seguente formula:

$$L_m = L_{mE} + D_s$$

dove D_s è un termine che tiene conto della distanza dall'asse stradale del punto di immissione e della fonoassorbente dell'aria e L_{mE} è il livello di emissione acustica medio a 25 m dall'asse stradale che tiene conto della intensità di traffico, della tipologia dei veicoli, della velocità e delle caratteristiche del manto stradale. La formula utilizzata dal modello è la seguente:

$$L_{mE} = 37.3 + 10 \log[M \cdot (1 + 0,082 \cdot p)] + D_v + D_{strO}$$

dove:

M = intensità di traffico oraria per strade a una corsia e

p = quota % di mezzi pesanti (camion con peso complessivo superiore a 3.5 t)

D_v e D_{strO} sono fattori di correzione che tengono conto delle velocità dei veicoli e delle caratteristiche del manto stradale.

Il modello consente di tenere conto con l'inserimento di opportuni termini correttivi anche delle eventuali riflessioni e delle caratteristiche topografiche del terreno.

In Tab.VI sono riportati i valori medi di traffico medio orario nell'arco del periodo di riferimento diurno (h. 6:00÷22:00) e notturno (h. 22:00÷6:00) ipotizzato per due delle tre arterie interessate alla modellazione dello scenario circostante la centrale di La Spezia, costituite da:

- strada circostante il confine di proprietà Enel, lato Nord, Via Melara
- strada circostante il confine di proprietà Enel, lato Sud, Via Valdilocchi

Tabella VI - Valori di traffico medio ipotizzato per le arterie stradali

Parametri in Input	DIURNO		NOTTURNO	
	Via Melara	Via Valdilocchi	Via Melara	Via Valdilocchi
Traffico orario medio (n° veicoli/h)	70	40	40	20
% traffico pesante	15	15	5	0
Tipologia di manto stradale (0=liscio 1=rugoso)	0	0	0	0
Limite velocità auto (km/h)	90	90	90	90
Limite velocità mezzi pesanti (km/h)	70	60	70	60

4.3 Fase III – Verifica del modello

Il modello è stato applicato per calcolare le immissioni acustiche nei punti di misura tipo C, sia in situazione diurna sia notturna, per tenere conto della differente emissione delle sorgenti stradali in tali periodi.

In Tab. VII vengono riportati, relativamente ai periodi diurno e notturno:

- i valori di immissione dell'impianto Enel nei due principali assetti verificatesi nel corso dei rilievi:
 - gruppo 2 e gruppo 3 con deSox;
 - gruppi 1, 2 e gruppo 3 con deSox;
- i valori di immissione delle tre arterie viarie considerate (bretella autostradale, via Melara, via Valdilocchi);
- il valore somma logaritmica dei suddetti contributi (indicato con "L_{Aeq,TL} calcolato");
- il valore L_{Aeq,TL} misurato;
- il valore della differenza aritmetica tra livello misurato e calcolato (valori negativi indicano un livello calcolato inferiore al misurato).

Tabella VII - Punti C: comparazione tra valori misurati e valori calcolati (in dBA)

Periodo DIURNO								
Punto	Centrale Enel		Autostrada	Via Melara	Via Valdilocchi	L _{Aeq,TL} Calcolato	L _{Aeq,TL} misurato	Δ (calc. - mis.)
	Gruppi 2 e 3	Gruppi 1, 2 e 3						
C01	-	52.1	35.3	42.6	56.7	58.1	58.2	-0.1
C03	60.7	-	53.2	58.0	45.2	63.1	62.1	1.0
C04	-	46.7	58.6	45.2	38.1	59.1	58.2	0.8
C05	63.4	-	60.1	47.6	41.6	65.2	64.2	1.0
C06	-	53.8	51.0	53.0	39.8	57.6	58.2	-0.6
C07	-	38.3	52.5	37.8	35.4	52.9	54.0	-1.1
C08	-	54.5	46.2	41.3	40.5	55.4	55.9	-0.5
C09	36.2	36.7	Trasc.	Trasc.	56.0	56.1	56.4	-0.3
C11	58.2	-	44.4	43.0	43.0	58.6	59.3	-0.7

Periodo NOTTURNO								
Punto	Centrale Enel		Autostrada	Via Melara	Via Valdilocchi	L _{Aeq,TL} Calcolato	L _{Aeq,TL} misurato	Δ (calc. - mis.)
	Gruppi 2 e 3	Gruppi 1, 2 e 3						
C01	-	52.4	30.8	33.6	45.8	53.3	53.3	0.0
C03	60.9	-	48.5	52.3	34.4	61.7	59.9	1.8
C04	-	47.0	53.8	39.5	27.3	54.8	55.4	-0.7
C05	63.5	-	55.3	41.9	30.7	64.1	62.4	1.8
C06	-	54.1	46.2	47.3	37.8	55.5	54.0	1.5
C07	-	38.9	47.7	32.2	24.5	48.4	49.1	-0.7
C08	-	54.7	41.7	29.6	35.6	55.0	55.5	-0.5
C09	36.7	37.3	Trasc.	Trasc.	45.0	45.6	47.4	-1.7
C11	58.4	-	40.0	32.2	37.4	58.5	59.3	-0.8

L'analisi della tabella mostra che, sia di giorno che di notte, vi sono scostamenti misurato/calcolato compresi tra ± 2 dBA. L'applicazione risulta quindi verificata secondo quanto previsto nella metodologia validata dall'Università di Perugia.

4.4 Fase IV – Applicazione del modello verificato

Disponendo a questo punto del modello verificato, si può generare la mappa delle immissioni acustiche specifiche della centrale, in tutto il territorio circostante e valutarne il contributo acustico in punti particolarmente significativi.

E' stato modellato l'assetto di funzionamento di tutti i gruppi, dell'impianto DeSox, della rupella del carbonile di Val Bosca e della relativa torre.

Tale condizione prevede il funzionamento continuativo dell'impianto movimentazione carbone, situazione che è, ai fini della previsione acustica, ampiamente cautelativa.

Stante le caratteristiche della centrale, le cui emissioni restano immutate sia di giorno che di notte per l'invariabilità del processo produttivo, i calcoli modellistici sono stati effettuati in una sola condizione rappresentativa di una situazione meteorologica di stabilità atmosferica adottando in Input i parametri riportati in Tab.VIII, desunti dai dati forniti dalla stazione di centrale.

Tabella VIII – Parametri ambientali utilizzati per la modellazione

Parametro	Unità di misura	Valore
Gradiente termico verticale	$^{\circ}\text{C} \cdot 100\text{m}^{-1}$	-0.5
Velocità del vento a 10 m	$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	-
Direzione del vento	$^{\circ}$ Nord	-
Temperatura dell'aria	$^{\circ}\text{C}$	12
Umidità relativa	%	60
Categoria terreno	-	Cat. 1 - Flat

Nella Fig.3 sono riportate, sovrapposte alla planimetria del sito, le isofone di immissione specifica nel territorio circostante attribuibili alla centrale e la rupella del carbonile in funzionamento contemporaneo.

5 VERIFICA DEL RISPETTO DEI LIMITI DI LEGGE

5.1 Limiti di emissione

La verifica è stata condotta confrontando i valori di immissione specifica associati alle curve isofoniche con i limiti di emissione (tab.B del DPCM 14.11.97) relativi alle classi intersecate dalle curve stesse nelle quali è inserita la proprietà Enel. Tenuto conto del potenziale funzionamento nell'intero arco delle ventiquattro ore, il confronto è stato operato con i limiti del periodo notturno, in quanto maggiormente restrittivi.

Nella condizione di funzionamento della centrale e della rupella (Fig.3) è possibile verificare che i valori associati alle isofone risultano superiori ai limiti in periodo notturno in alcuni tratti del confine nella zona a sud della recinzione della centrale e del carbonile, alle pendici di monte Valdilocchi.

Detti superamenti avvengono marcatamente nella parte a sud del carbonile in corrispondenza dell'attribuzione alla proprietà Enel di classi I (Aree particolarmente protette), II (Aree prevalentemente residenziali) e III (Aree di tipo misto).

5.2 Limiti di immissione

La verifica è stata condotta confrontando i valori del rumore ambientale rilevati in cinque punti C, localizzati nelle aree abitate immediatamente circostanti l'impianto, direttamente con i limiti della zonizzazione acustica comunale. In tutti i punti di rilievo all'esterno del confine non sono state riscontrate componenti tonali e/o di bassa frequenza né sono stati evidenziati eventi sonori impulsivi.

Nella seguente tab.XI sono riportati i valori di $L_{Aeq,TR}$ nei punti C a confronto con i limiti della classe alla quale appartiene ogni punto.

Tab.XI – Livelli di immissione calcolati

Punto	T _R diurno			T _R notturno		
	L _{Aeq,TR}	Classe	Limite	L _{Aeq,TR}	Classe	Limite
C4	58.0	IV	65	55.5	IV	55
C6	58.5	VI	70	55.5	VI	70
C7	54.0	III	60	49.0	III	50
C9	56.5	V	70	47.5	V	60
C12	66.5	V	70	57.5	V	60

L'esame della tabella indica che in tutte le aree abitate i limiti alle immissioni risultano pienamente rispettati sia in periodo diurno che notturno. Unica eccezione è costituita dall'abitato in prossimità del punto C4, inserito in classe IV, dove in periodo notturno si registra un lievissimo superamento del rispettivo limite, principalmente dovuto alle immissioni specifiche delle arterie stradali, come si evince dai contributi parziali riportati nella tabella VII.

L'analisi dei dati sperimentali ha escluso la presenza nel rumore ambientale sia di componenti impulsive ripetitive che tonali, anche in bassa frequenza.

5.3 Limiti differenziali

L'impianto di La Spezia presenta caratteristiche d'esercizio corrispondenti ai requisiti dell'art. 2, lettere "a" e "b" del DMA 11/12/96 per cui, configurandosi come "impianto a ciclo produttivo continuo", è applicabile quanto previsto all'art. 3, comma 1 del DMA stesso. In pratica, essendo l'impianto

preesistente all'entrata in vigore del decreto, il rispetto dei limiti di immissione escluderebbe la verifica del rumore interno alle abitazioni con il criterio differenziale.

6 CONCLUSIONI

La campagna d'indagine sul rumore ambientale ed i risultati della modellazione matematica delle emissioni acustiche dovute all'impianto di La Spezia nel nuovo assetto di funzionamento con due gruppi a ciclo combinato, un gruppo termico convenzionale a carbone e l'impianto di movimentazione carbone in servizio, ha permesso di verificare quanto segue:

- a) i livelli di emissione stimati dal modello nel territorio lungo il confine della proprietà Enel (e cioè, come prescritto dalla Legge Quadro 447/95 "in prossimità della sorgente stessa") risultano ovunque inferiori ai limiti previsti dalla zonizzazione del territorio, fatta eccezione per alcuni tratti nella zona a sud, in prossimità del carbonile;
- b) i livelli di immissione misurati nelle aree abitate più prossime all'impianto durante il funzionamento dello stesso risultano ovunque inferiori ai limiti delle classi di appartenenza degli abitati stessi.

Il rispetto dei limiti di immissione esonera l'impianto in oggetto dalla verifica del rumore interno alle abitazioni con il criterio differenziale.

ALLEGATO 1

Mappe del territorio circostante l'impianto termoelettrico Enel di La Spezia riportanti l'ubicazione dei punti di misura del rumore ambientale e delle isofone di immissione specifica dell'impianto.

Tot. pagg. 4

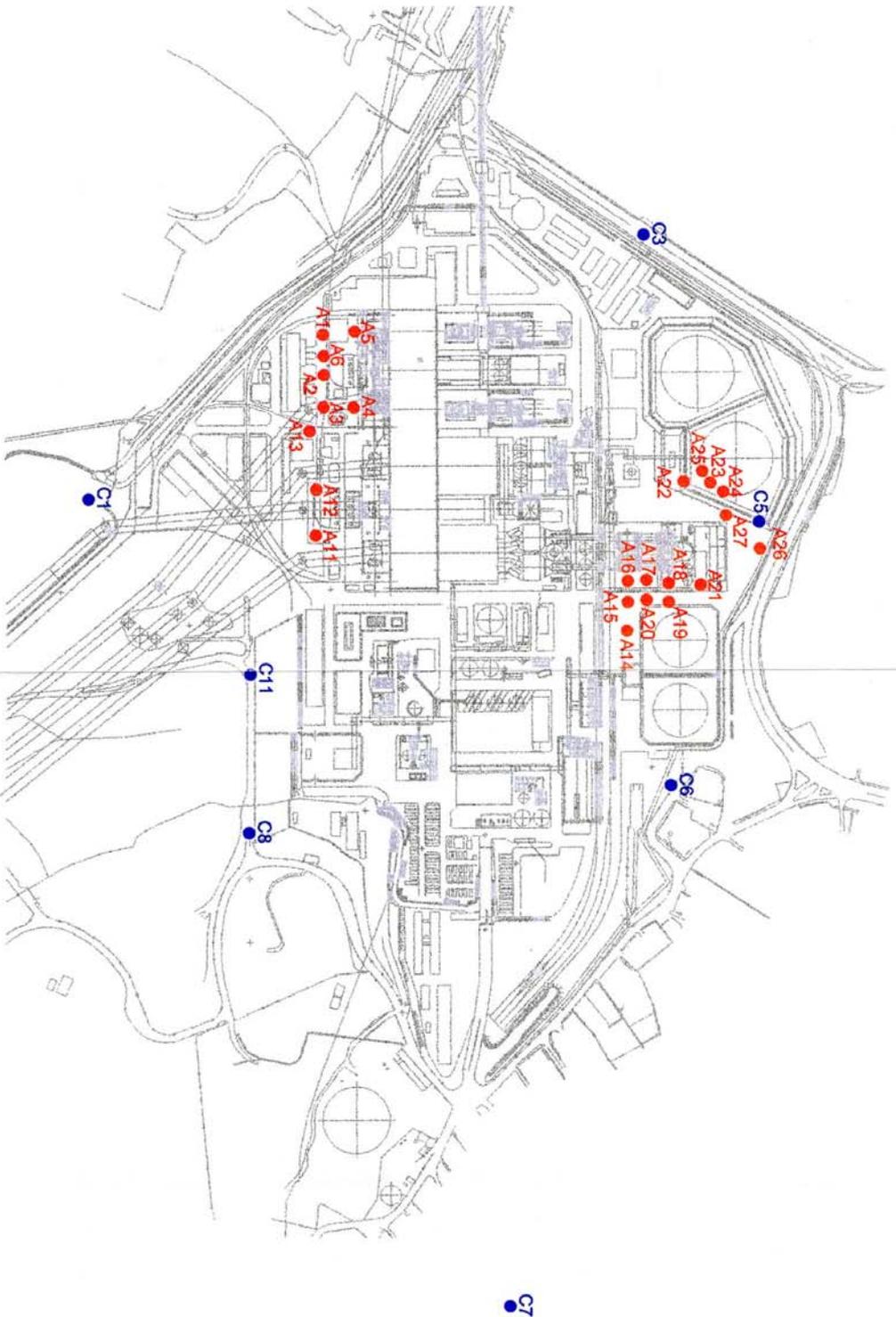


Fig. 1 - C.le di La Spezia: ubicazione dei punti di misura del rumore ambientale di tipo A e C



CESI

Laboratorio di Piacenza

RAPPORTO n. A2/025548

DISEGNO ELABORATO CON SISTEMA CAD

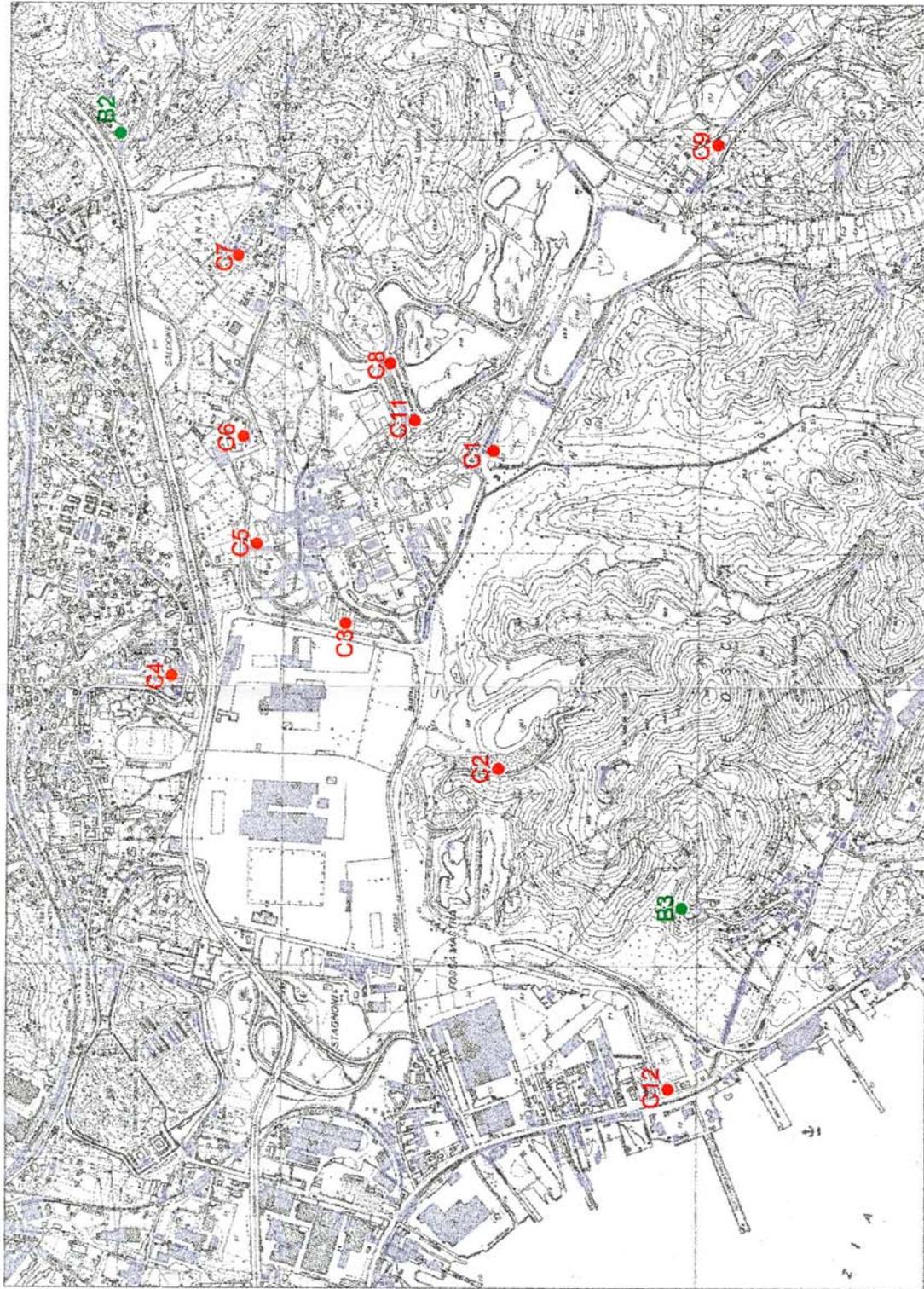


Fig. 2 - C.le di La Spezia: ubicazione dei punti di misura del rumore ambientale di tipo B e C

CESI
Laboratorio di Piacenza

RAPPORTO n. A2/025548

Legenda



.....
Confine di proprietà Enel

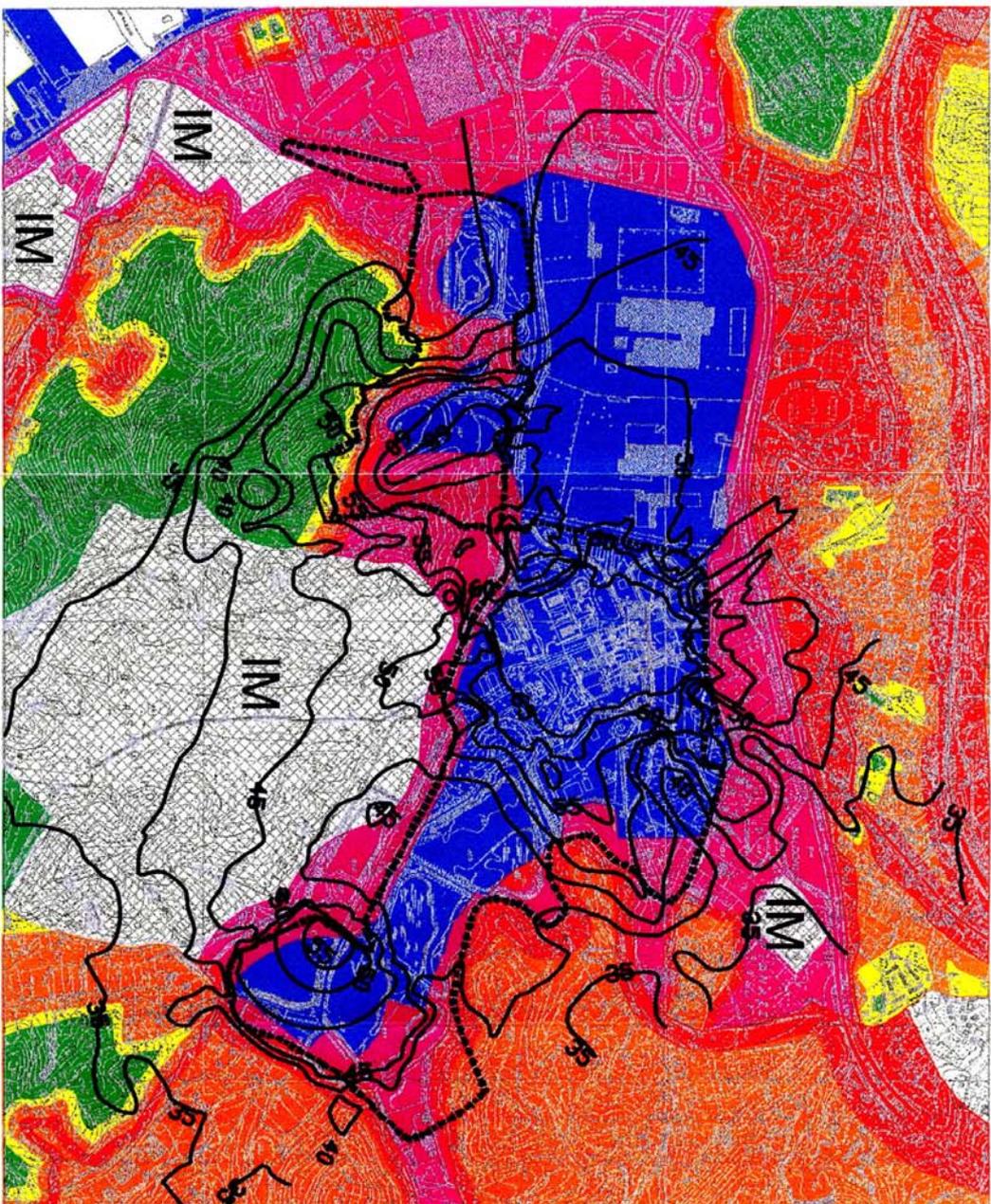


Fig. 3 - C.le di La Spezia: isofone di Immissione specifica della centrale Enel e della rupella

CESI
Laboratorio di Piacenza

RAPPORTO PROT. n°. A2/025548

INERNO ELABORATO CON SISTMA CAD