



PROVINCIA DI GENOVA
DIREZIONE AMBIENTE, AMBITI NATURALI E TRASPORTI
UFFICIO ENERGIA E RUMORE

OGGETTO: Rilievi fonometrici in corrispondenza dei giardini pubblici di via Ungaretti e confronto con corrispondenti valori misurati sul piazzale del VTE

Sommario

Premessa – Scopo dello studio	1
I siti di misura considerati e le misure effettuate	2
Metodo di elaborazione dei dati rilevati	4
Risultati della campagna di misure: sintesi.....	5
Conclusioni	6
APPENDICE: Risultati di dettaglio dei rilievi.....	8
Referenze principali	10

Premessa – Scopo dello studio

Nella presente relazione sono descritti i risultati di rilievi fonometrici in corrispondenza dei giardinetti di via Ungaretti (Genova Pegli) e del confronto con altri rilievi fonometrici eseguiti con strumentazione presso il piazzale VTE.

I rilievi in via Ungaretti sono stati realizzati dalla Provincia di Genova nel 2014 e nel 2011 (nel contesto di una più ampia e articolata campagna di misure di rumore ambientale che ha interessato Pegli, Prà e Palmaro).

I rilievi nel piazzale container sono stati effettuati da VTE e da questa società forniti alla Provincia di Genova, limitatamente al giorno corrispondente alle misure in via Ungaretti del 2014, a seguito di quanto convenuto in ambito di Tavolo Tecnico sul rumore presso l’Autorità Portuale.

In tale sede, infatti, il VTE, la Capitaneria di Porto, il Comune di Genova, ARPAL, Provincia di Genova e Autorità Portuale, su proposta del Difensore Civico della Regione Liguria, hanno attivato una collaborazione tecnica finalizzata a valutare la rumorosità indotta sull’abitato circostante da parte, primariamente, delle navi ormeggiate nel terminal container già denominato “VTE”.

L’obiettivo del presente lavoro è:

- ✓ valutare preliminarmente l’idoneità del sito “Ungaretti” per il monitoraggio delle immissioni sull’abitato dovute alle navi ormeggiate nel terminal;
- ✓ verificare la possibilità di “correlare” i livelli misurati nella centralina presso il piazzale VTE con rilievi nella postazione Ungaretti;
- ✓ ottenere utili indicazioni su grandezze da monitorare, tempi e modalità di misura, elaborazioni dei dati rilevati per il prosieguo delle attività di monitoraggio in ambito del Tavolo di cui sopra.

I siti di misura considerati e le misure effettuate

In Figura 1 si riportano, su stralcio di Cartografia Tecnica Regionale, le posizioni approssimative delle due postazioni di misura considerate nella presente analisi, evidenziate rispettivamente con un bollino rosso (Ungaretti) e blu (piazale VTE).



Figura 1 Elaborazione da stralcio dalla Cartografia Tecnica Regionale (CTR) dell'area di indagine e individuazione delle postazioni di misura Ungaretti (rosso) e piazzale VTE (blu)

Postazione di misura "Ungaretti"

In Tabella 1 si riportano le coordinate Gauss Boaga che individuano con buona approssimazione il sito in cui è stato collocato temporaneamente il fonometro. Le misure effettuate sono due, in giornate differenti, ed entrambe su tempo breve ed in periodo diurno.

In Figura 2 si riporta una immagine fotografica della vista sul piazzale VTE dalla postazione fonometrica "Ungaretti".

Coordinate (Gauss Boaga)	Descrizione sintetica	Data misura / Periodo di riferimento	Tempo di misura
1483940, 4919477	Viabilità di media collina con numerosi edifici residenziali. La postazione di misura è in un'area giochi esposta verso il mare.	19.09.2011/D	~ 28'
		21.01.2014/D	~ 52'

Tabella 1 Sito di misura "Ungaretti": identificazione del sito e tipo di misure eseguite



Figura 2 Vista del Terminal dalla postazione di misura Ungaretti

Per i rilievi fonometrici è stato utilizzato il fonometro integratore ed analizzatore real time Bruel & Kjaer mod. 2250, che soddisfa le specifiche di cui alla classe 1 delle norme EN 60651/1994 e EN 60804/1994.

Le principali grandezze monitorate, in entrambi i riievi del 2011 e del 2014, sono:

- a) Leq e Ln ponderati A (dBA),
- b) evoluzione temporale di Leq su 1 s (dBA),
- c) spettro sonoro in banda di 1/3 d'ottava del Leq in pond. lineare sul periodo di misura (dB),
- d) multispettro in bande 1/3 d'ottava e ponderazione lineare di Leq su 1 s (dB).

Per valutare l'incertezza di misura sono state utilizzate le procedure definite dalle norme UNI/TR 11326:2009 e UNI CEI ENV 13005:2000.

L'incertezza è stata valutata per esclusivamente per i dati fonometrici di Leq ponderati A direttamente misurati nella postazione Ungaretti.

E' stata considerata l'incertezza estesa con fattore di copertura pari a 2 corrispondente, nell'ipotesi senz'altro approssimata di distribuzione quasi normale, ad un livello di fiducia intorno al 95%.

Alla formazione dell'incertezza composta si è valutato che concorrano primariamente i contributi dovuti alle componenti strumentali; per il calcolo sono stati quindi applicati i metodi riportati nella norma UNI/TR 11326:2009 al complesso fonometro + calibratore, facendo riferimento ai dati riportati nei certificati di taratura e nelle specifiche tecniche della strumentazione.

Su queste basi, l'incertezza dei dati di Leq ponderato A a banda larga misurati (Leq su tempo breve) è stata stimata pari a 0,46 dBA, conseguentemente l'incertezza estesa fattore di copertura 2) vale 0,9 dBA.

Postazione di misura "VTE"

In questo caso si tratta, sulla base di quanto riferito dal tecnico che cura il monitoraggio per conto del Terminal, di misure in continuo effettuate con strumentazione alloggiata su apposito box installato su una delle gru ferrate sul lato monte del piazzale VTE (v. Figura 3). Lo strumento utilizzato anche in questo caso è il fonometro Bruel & Kjaer mod. 2250. I dati forniti dal VTE per la presente analisi comprendono l'evoluzione temporale di Leq su 1 s (dBA) e il multispettro in bande 1/3 d'ottava e ponderazione lineare di Leq su 1 s (dB), consentendo il confronto dei rilievi nelle due postazioni di misura anche a livello microtemporale.

In Figura 3 si riporta una vista del piazzale VTE dalla gru ospitante la strumentazione fonometrica; nella Figura 4 si riportano due viste dell'abitato (verso ponente e verso levante) sempre dalla stessa gru.

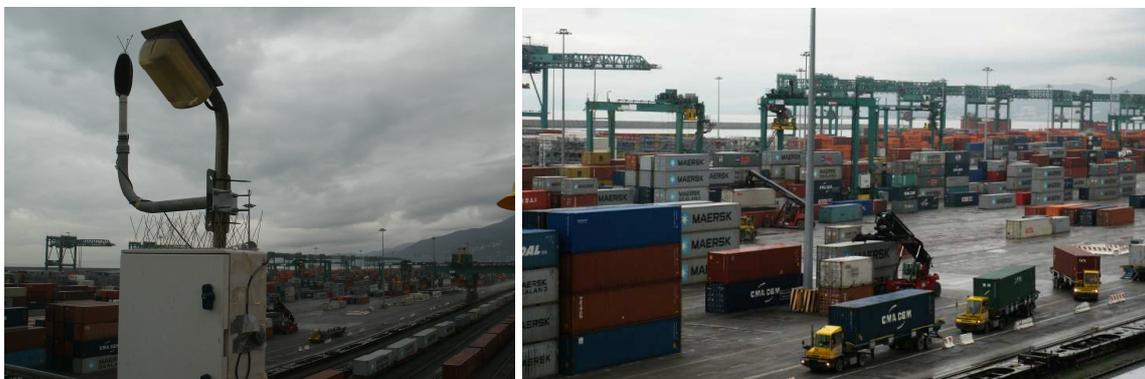


Figura 3 Strumentazione di misura VTE e vista del terminal dal sito

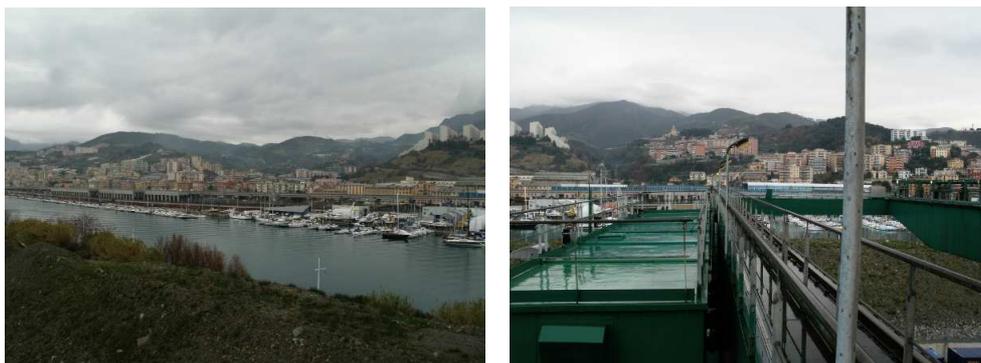


Figura 4 Viste dell'abitato dalla postazione di misura VTE

Metodo di elaborazione dei dati rilevati

La procedura di elaborazione e confronto dei dati fonometrici relativi alle due postazioni di misura Ungaretti (con riferimento al rilievo nell'anno 2014) e VTE, sulla base dei dati disponibili e della progressiva esperienza relativa a misure di rumore portuale, è consistita dei passi seguenti:

- 1) estrazione dalle misure di Leq 1 s nella postazione VTE di un insieme di dati rilevati nello stesso intervallo orario della misura su tempo breve effettuata nella postazione Ungaretti;
- 2) costruzione dei sonogrammi del multispettro di Leq 1 s 1/3 di ottava e ponderazione lineare per i due insiemi di dati di cui al punto 1 (v. Figure 10 e 11 riportate in appendice¹);
- 3) individuazione, tramite analisi qualitativa dei sonogrammi, di un sottoinsieme temporale in cui risultano minimi, nella misura in continuo presso VTE, gli eventi di rumore di tipo estemporaneo e/o da ricondursi ragionevolmente alla movimentazione; questo sottoinsieme ("subset" nel seguito) individuato precisamente da un orario di inizio ed uno di fine è stato estratto anche per la misura presso la postazione Ungaretti;
- 4) verifica, tramite analisi qualitativa dei sonogrammi dei due subset (VTE e Ungaretti: v. la Figura 5 riportata di seguito e la Tabella 4 e la Figura 9 riportate in appendice) e dell'evoluzione temporale a banda larga (v. Figura 6), che le rumorosità misurate nelle due postazioni presentino caratteristiche quasi stazionarie, con particolare riferimento alle bande di frequenza media e bassa, quali possibili bande "marker" che potrebbero risultare occupate dalle emissioni sonore dovute alle navi all'ormeggio;
- 5) confronto a livello statistico, anche allo scopo di superare il problema della sincronia non perfettamente verificabile fra le due misure, tramite l'elaborazione di percentili statistici² e medie dei livelli Leq 1 s sia 1/3 di ottava e ponderazione lineare sia globali su tutto lo spettro e ponderazione A.

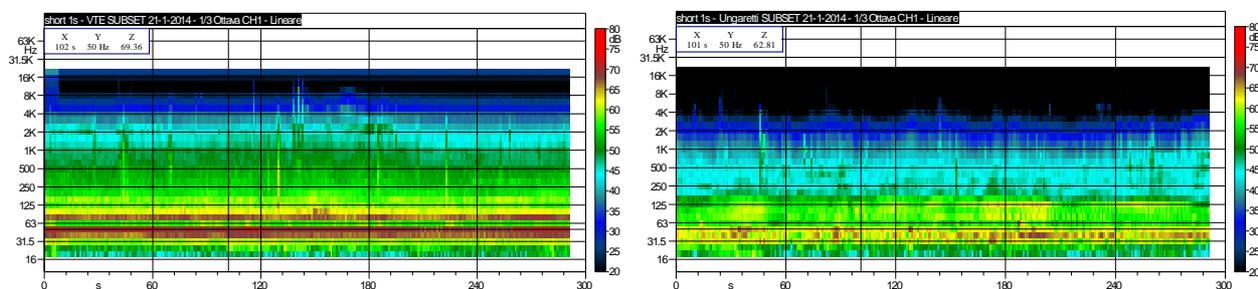


Figura 5 Siti VTE (a sinistra) e Ungaretti (a destra): sonogrammi di Leq 1 s (1/3 di ottava, ponderazione lineare, dB) per l'intervallo temporale "subset"

¹ La maggior parte dei grafici presentati nel seguito di questa relazione relativi a time history di short Leq e tutti i sonogrammi sono stati realizzati con il software Noise & Vibration Works.

² I percentili statistici di Leq 1" non vanno confusi con i livelli percentili Ln. Il k – esimo percentile statistico, infatti, identifica il valore di Leq 1" che risulta superiore al k% dei livelli Leq 1" misurati.

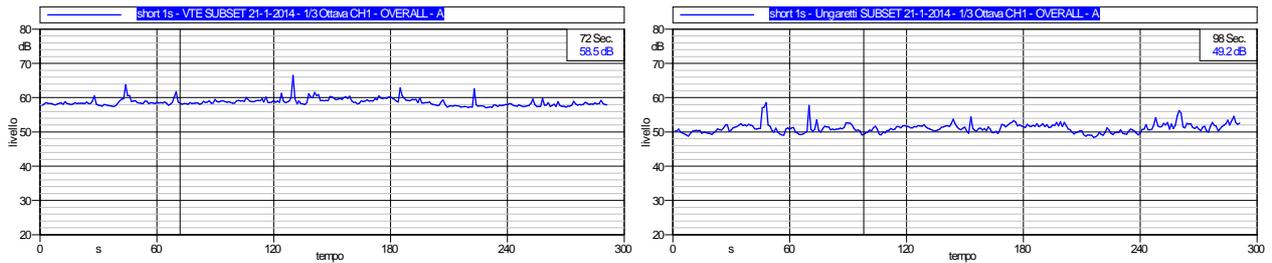


Figura 6 Siti VTE (a sinistra) e Ungaretti (a destra): evoluzione temporale di Leq 1 s (ponderazione A, dBA) per l'intervallo temporale "subset"

È inoltre stato eseguito, per completezza, un confronto fra le due misure effettuate nella postazione Ungaretti negli anni 2014 e 2011.

Risultati della campagna di misure: sintesi

Di seguito si riportano le conclusioni generali deducibili dall'analisi dei risultati delle misure nei siti Ungaretti e VTE. Nel capitolo successivo si riporta l'analisi di dettaglio per ogni sito di misura.

In Tabella 2 sono riportati i valori dei percentili statistici dei valori a banda larga e ponderazione A (dBA) dei livelli Leq 1 s misurati sull'intero tempo del subset nelle due postazioni di misura (onde evitare fraintendimenti, si precisa che in questo caso il parametro indicativo del livello energetico di fondo è il percentile 5°). Nella stessa tabella sono riportati anche i valori medi (aritmetici) e la deviazione standard delle due popolazioni di Leq 1 s (dBA).

statistica	LAeq post. VTE	LAeq post. Ungaretti
5° Perc.	57,4	49,2
50° Perc.	58,5	51,0
99° Perc.	62,6	57,1
Media	58,7	51,1
Dev. Stand.	1,1	1,4

Tabella 2 Confronto di valori statistici delle popolazioni di Leq 1 s (ponderazione A, dBA) misurate nelle due postazioni "VTE" e "Ungaretti" nell'intervallo temporale "subset"

In Figura 7 si riportano i grafici degli spettri statistici di Leq 1 s (1/3 di ottava, ponderazione lineare) per le due postazioni di misura (intervallo temporale di misura: subset).

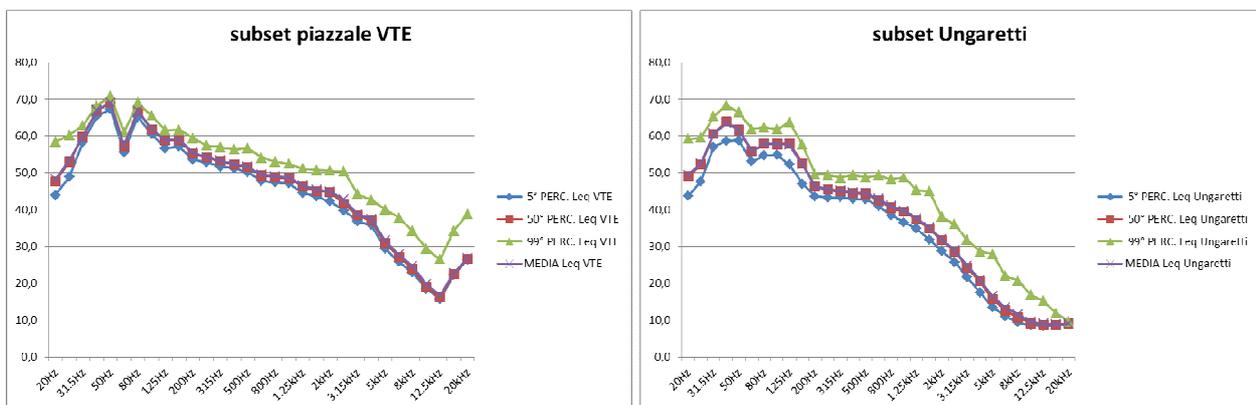


Figura 7 Siti VTE (a sinistra) e Ungaretti (a destra): spettri statistici dello short Leq 1 s (1/3 di ottava, ponderazione lineare, dB) per l'intervallo temporale "subset"

In Tabella 3 si riportano le differenze (dB) fra i valori di Leq 1 s medio di banda e 5° percentile di Leq 1 s di banda per alcune bande 1/3 di ottava di bassa frequenza. Sono state evidenziate in verde le bande in cui l'analisi qualitativa suggerisce un possibile contributo sensibile, nella postazione Ungaretti, delle immissioni sonore di origine portuale.

	20Hz	25Hz	31.5Hz	40Hz	50Hz	63Hz	80Hz	100Hz	125Hz	160Hz	200Hz
Differenza medie Leq (VTE – Ungaretti)	-1,2	0,8	-0,7	3,5	7,2	1,5	8,9	4,0	1,3	6,7	9,2
Differenza 5° perc. Leq (VTE – Ungaretti)	0,3	1,2	1,3	6,7	8,4	2,5	10,6	5,7	4,4	10,1	9,9

Tabella 3 Differenza di valori statistici e di medie delle popolazioni di Leq 1 s (ponderazione A, dBA) misurate nelle due postazioni "VTE" e "Ungaretti" nell'intervallo temporale "subset" per alcune bande 1/3 di ottava a bassa frequenza

In Figura 8 si riportano i grafici degli spettri medi aritmetici, corredati di deviazione standard, di Leq 1 s (1/3 di ottava, ponderazione lineare) per le due postazioni di misura (intervallo temporale di misura: subset).

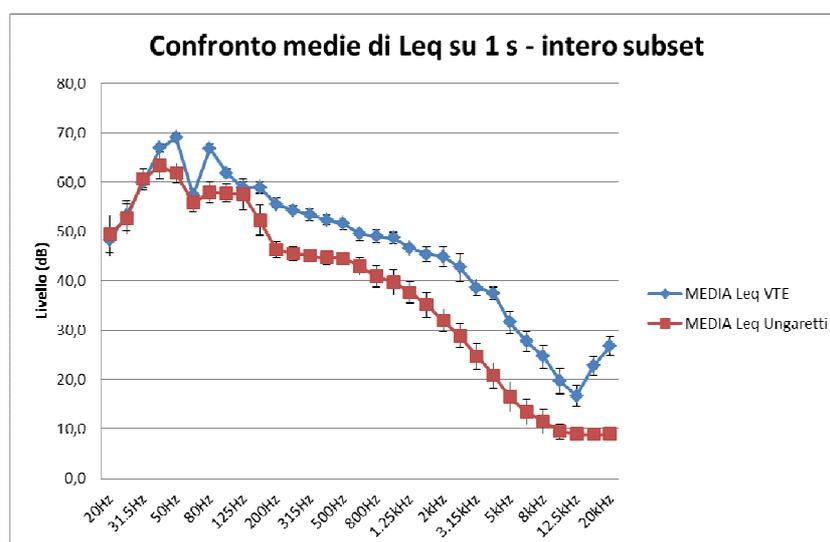


Figura 8 Siti VTE (azzurro) e Ungaretti (rosso): spettri medi aritmetici dello short Leq 1 s (1/3 di ottava, ponderazione lineare, dB) per l'intervallo temporale "subset"

Conclusioni

Indicazioni sull' idoneità del sito

Una precedente e più articolata campagna di misura aveva individuato la limitrofa zona di via Scarpanto come idonea al monitoraggio del rumore ambientale comprensivo del contributo portuale, con particolare riferimento al periodo notturno.

Dall'esame dei risultati del presente monitoraggio emerge che in periodo diurno, e per la situazione monitorata, nella postazione Ungaretti è presente un rumore di fondo a bassa frequenza che include il rumore di origine navale (in occasione della misura percepibile soggettivamente); quest'ultimo contribuisce a determinare il livello energetico complessivo, anche a livello di percentile statistico indicativo del livello energetico di fondo. Nel caso specifico, tuttavia, non risulta possibile correlare in modo semplice ed affidabile quanto misurato nelle due postazioni.

I rilievi mostrano, comunque, che l'immissione sonora portuale può essere rilevata a livello di contributo alla rumorosità di fondo e sarebbe meglio quantificabile disponendo di più rilievi con diverse configurazioni di navi all'ormeggio, incluse situazioni di "zero".

In considerazione di quanto precede, si ritiene che il sito “Ungaretti” sia idoneo al monitoraggio del rumore di origine portuale.

Indicazioni metodologiche

Precedenti campagne di monitoraggio del rumore portuale genovese (v. referenze bibliografiche) portano a ritenere, in termini generali, che le immissioni sonore sull’abitato dovute alle navi all’ormeggio possano dare luogo ad una alterazione della rumorosità di fondo, di entità variabile da caso a caso. Questo effetto si verifica soprattutto in alcune bande 1/3 di ottava nella parte medio bassa dello spettro e diventa particolarmente sensibile in presenza di un rumore di fondo “residuo” poco elevato.

Inoltre le navi (sia singolarmente sia in relazione al numero di navi contemporaneamente presenti) possono dare luogo a immissioni acustiche differenti³ per entità e per caratteristiche (ad esempio interessando bande di frequenza differenti), perciò per caratterizzare in modo sufficientemente accurato la rumorosità portuale è necessario procedere a misure su archi temporali prolungati (in continuo o a campione).

In questo quadro, tenuto conto della possibilità concreta, in un futuro più o meno prossimo, dell’installazione di una cabina di monitoraggio della qualità dell’aria nel sito “Ungaretti”, con la contestuale opportunità di attivare un monitoraggio fonometrico in continuo di durata almeno plurisettimanale, si può prevedere di applicare il metodo, già sperimentato in altro contesto, di un monitoraggio in continuo in banda 1/3 di ottava e ponderazione lineare e, in parallelo, a banda larga e ponderazione A, con le stesse grandezze monitorate nella centralina VTE (in prima battuta il Leq 1 s o, per limitare il numero di dati da trattare, anche su una base temporale più estesa, ma comunque ≤ 1 h, ma in questo caso con contestuale acquisizione anche dei livelli Ln di banda).

Questi dati, corredati da informazioni su approdo e partenza delle navi e dall’individuazione dei subset temporali nei quali la centralina VTE non è affetta in modo determinante da altre immissioni acustiche diverse dalle navi all’ormeggio, può consentire di individuare le bande di frequenza caratteristiche (bande “marker”) delle immissioni acustiche sull’abitato con relativa, se possibile, correlazione fra i due insiemi di dati (Ungaretti e VTE).

Sulla base dei risultati di una analisi di questo tipo, potrebbero essere individuati e definiti dei valori di riferimento/attenzione da applicare al monitoraggio su piazzale VTE.

³ V. anche il confronto fra le misure 2011 e 2014 nel sito Ungaretti, riportato in appendice.

APPENDICE: Risultati di dettaglio dei rilievi

Tempo (s)	LAeq post. VTE	LAeq post. Ungaretti
primo minuto (60)	57,6	49,2
secondo minuto (120)	58,1	49,3
terzo minuto (180)	58,2	49,8
quarto minuto (240)	57,2	48,9

Tabella 4 Confronto del percentile statistico 5° delle popolazioni di Leq 1 s (ponderazione A, dBA) misurate nelle due postazioni "VTE" e "Ungaretti" nell'intervallo temporale "subset", riaggregati su tempi consecutivi di un minuto

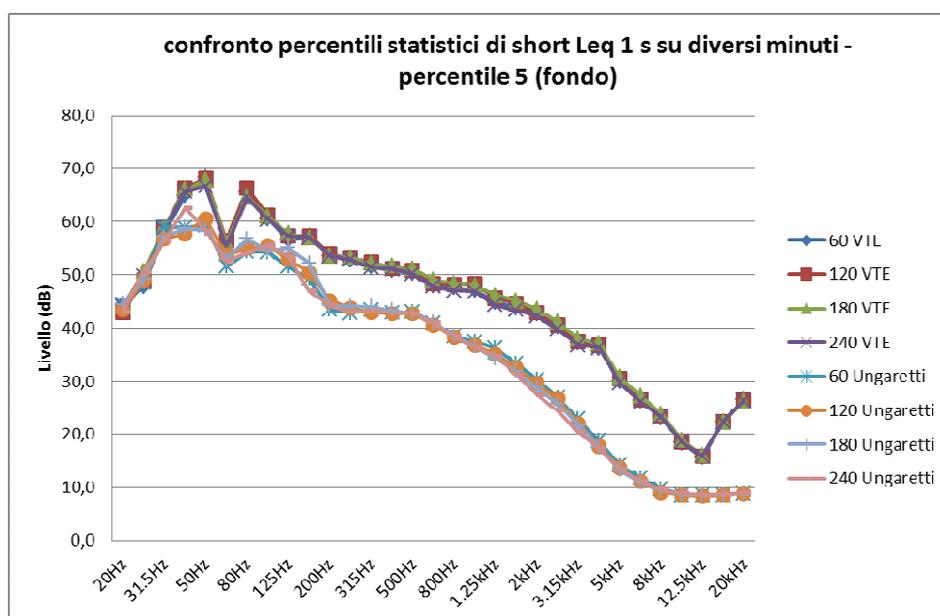


Figura 9 Siti VTE e Ungaretti: spettri del percentile statistico 5° delle popolazioni di Leq 1 s (1/3 di ottava, ponderazione lineare, dB) misurate nelle due postazioni "VTE" e "Ungaretti" nell'intervallo temporale "subset", riaggregati su tempi consecutivi di un minuto

Nel seguito si riportano, per ogni sito di misura su tempo breve, i grafici relativi al multispettro in banda 1/3 d'ottava dello short Leq su 1 s in ponderazione lineare in forma di sonogramma misurati, misurati nelle postazioni:

- VTE, nell'anno 2014: Figura 11;
- Ungaretti, nell'anno 2014: Figura 11;
- Ungaretti, nell'anno 2011: Figura 12.

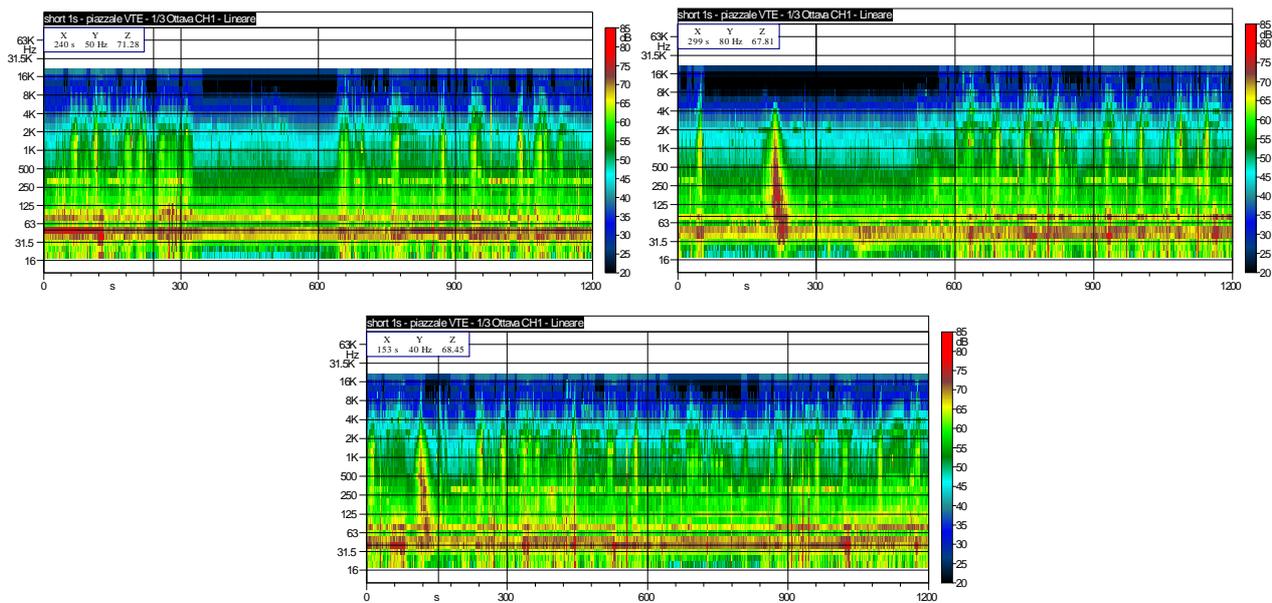


Figura 10 Sito di misura "VTE", orario diurno - Sonogrammi di Leq 1 s (ponderazione lineare, dB) sul periodo corrispondente alla misura in Via Ungaretti (il multispettro è rappresentanto mediante tre sonogrammi temporalmente consecutivi)

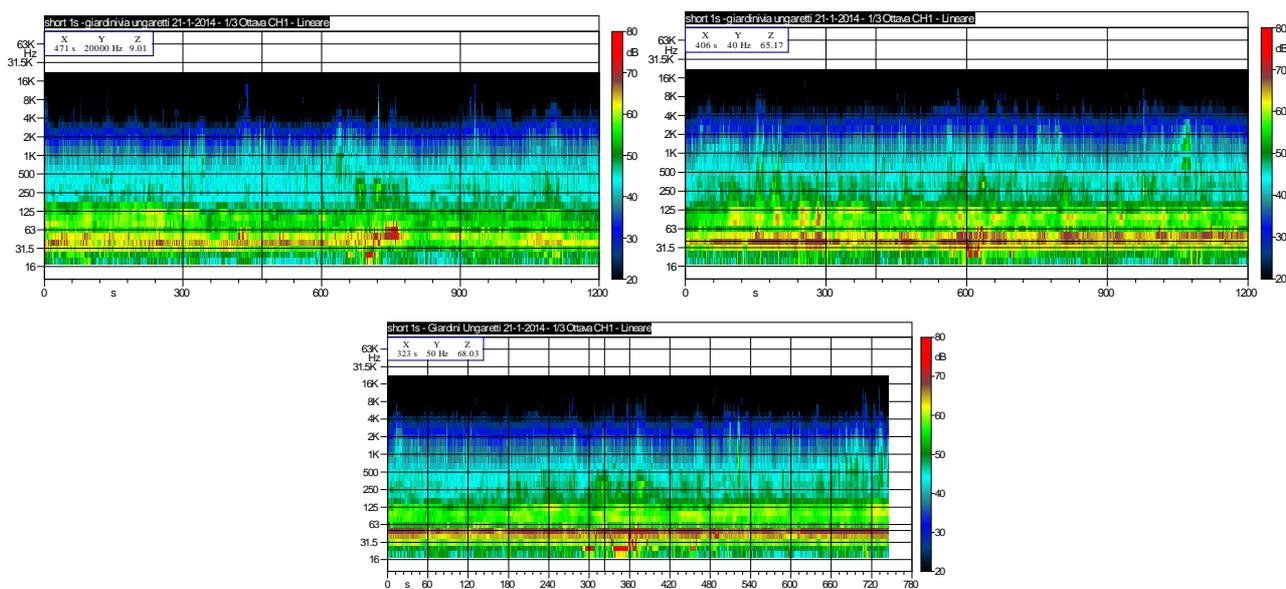


Figura 11 Sito di misura "Ungaretti", orario diurno - Sonogrammi di Leq 1 s (ponderazione lineare, dB) sull'intero tempo di misura (il multispettro è rappresentanto mediante tre sonogrammi temporalmente consecutivi)

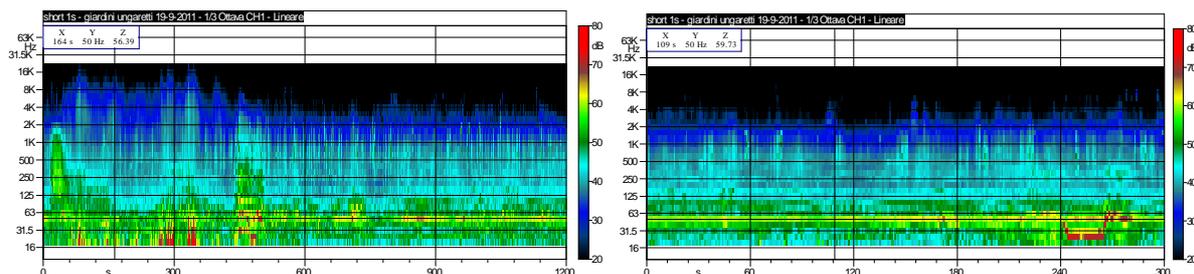


Figura 12 Sito di misura "Ungaretti", orario diurno anno 2011 - Sonogrammi di Leq 1 s (ponderazione lineare, dB) sull'intero tempo di misura (il multispettro è rappresentanto mediante due sonogrammi temporalmente consecutivi)

statistica	LAeq 2014	LAeq 2011	Differenze 2014 - 2011
5° Perc.	49,0	44,1	4,90
50° Perc.	51,3	47,0	4,32
99° Perc.	54,9	54,0	0,87
Media Leq	51,6	47,8	3,78

Tabella 4 Confronto dei percentili statistici e delle medie aritmetiche delle popolazioni di Leq 1 s (ponderazione A, dBA) misurate nella postazione "Ungaretti" negli anni 2014 e 2011 (durante l'intero tempo di misura)

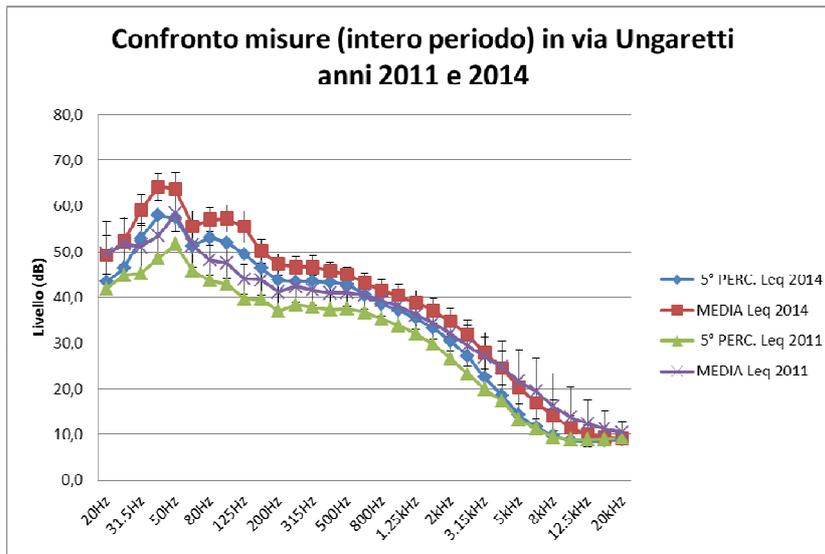


Figura 13 Sito Ungaretti: spettri del percentile statistico 5° e della media aritmetica delle popolazioni di Leq 1 s (1/3 di ottava, ponderazione lineare, dB) misurate negli anni 2014 e 2011 (intero tempo di misura)

Referenze principali

- L. 26.10.1995 n. 447 "Legge quadro sull'inquinamento acustico"
- D.M. 16.03.998 "Tecniche di rilevamento e misurazione dell'inquinamento acustico"
- UNI CEI ENV 13005:2000 "Guida all'espressione dell'incertezza di misura"
- UNI/TR 11326:2009 "Valutazione dell'incertezza nelle misurazioni e nei calcoli di acustica. Parte 1: concetti generali"
- Conte A., *Indagine sul rumore portuale a Genova*, Atti 10° Convegno Nazionale CIRIAF – Centro Interuniversitario di Ricerca sull'Inquinamento da Agenti Fisici, Perugia, 9-10 aprile 2010, pagg. 145-150, 2010
- Conte A., Barbieri E. e Stragapede F., *Rumore industriale e portuale: casi a confronto*, Atti 3a Giornata di Studio sull'Acustica Ambientale, Provincia di Genova e Fondazione MUVITA, Arenzano, 29 ottobre 2010, pagg. 27-34, 2010
- Conte A., Balzano M., Barbieri E. e Stragapede F., *Studio sulla rumorosità di origine portuale sull'abitato di Genova*, Atti 4a Giornata di Studio sull'Acustica Ambientale, Provincia di Genova e Fondazione MUVITA, Arenzano, 14 ottobre 2011, 2011
- Conte A., Balzano M., Barbieri E. e Stragapede F., *Indagine acustica della rumorosità portuale su alcune zone abitate di Genova*, Atti 5° Convegno Nazionale - Il controllo degli agenti fisici: ambiente, salute e qualità della vita, Novara, 6-8 giugno 2012, 2012
- Conte A., Balzano M., Barbieri E. e Stragapede F., *Applicazione della norma UNI/TR 11326:2009 in alcuni casi di monitoraggio del rumore ambientale*, Atti 5° Convegno Nazionale - Il controllo degli agenti fisici: ambiente, salute e qualità della vita, Novara, 6-8 giugno 2012, 2012