



Consorzio per la Gestione del Centro
di Coordinamento delle Attività di Ricerca
inerenti il Sistema Lagunare di Venezia

Palazzo Franchetti S. Marco 2847 30124 Venezia

Tel. +39.041.2402511 Fax +39.041.2402512

Progetto **STUDIO B.6.72 B/4**

**ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL
MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI
DALLA COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE
BOCCHIE LAGUNARI**

Contratto prot.n. 18121 si/gce/fbe

Documento **MACROATTIVITÀ: RUMORE
RAPPORTO FINALE**

Versione **2.0**

Emissione **2 Luglio 2009**

Redazione e Verifica

Ing. Patrizio Fausti
(DI-UNIFE)

Verifica

Dott. Franco Belosi
(CNR-ISAC)

Approvazione

Ing. Pierpaolo Campostrini

Indice

1 PREMESSA.....	4
2 STRUMENTAZIONE DI MISURA	5
3 CARATTERIZZAZIONE DEL CLIMA ACUSTICO DURANTE LE FASI DI LAVORAZIONE DI CANTIERE NELLA LOCALITÀ SAN NICOLÒ	6
3.1 Valori limite per il sito in esame.....	6
3.2 Dislocamento delle postazioni di misura.....	6
3.3 Periodo di monitoraggio e descrizione delle lavorazioni	7
3.4 Riepilogo dei livelli equivalenti dei periodi diurni e notturni.....	8
3.5 Riassunto misurazioni, commenti e considerazioni	9
4 CARATTERIZZAZIONE DEL CLIMA ACUSTICO DURANTE LE FASI DI LAVORAZIONE DI CANTIERE NELLA LOCALITÀ ALBERONI - POSTAZIONE ALBERONI-SIC1.....	12
4.1 Valori limite per il sito in esame.....	12
4.2 Dislocamento delle postazioni di misura.....	12
4.3 Periodo di monitoraggio e descrizione delle lavorazioni	12
4.4 Riepilogo dei livelli equivalenti dei periodi diurni e notturni.....	13
4.5 Riassunto misurazioni, commenti e considerazioni	14
4.6 Valutazione dell'efficacia della barriera acustica realizzata ad Alberoni.....	16
5 CARATTERIZZAZIONE DEL CLIMA ACUSTICO DURANTE LE FASI DI LAVORAZIONE DI CANTIERE NELLA LOCALITÀ ALBERONI - POSTAZIONE ALBERONI-SIC3.....	21
5.1 Valori limite per il sito in esame.....	21
5.2 Dislocamento delle postazioni di misura.....	21
5.3 Periodo di monitoraggio e descrizione delle lavorazioni	22
5.4 Primo periodo (dal 06 al 22 Maggio 2008): riepilogo dei livelli equivalenti dei periodi diurni e notturni	23
5.5 Primo periodo (dal 06 al 22 Maggio 2008): riassunto misurazioni, commenti e considerazioni..	24
5.6 Secondo periodo (dal 10 al 21 Luglio 2008): riepilogo dei livelli equivalenti dei periodi diurni e notturni	26
5.7 Secondo periodo (dal 10 al 21 Luglio 2008): riassunto misurazioni, commenti e considerazioni	26
6 CARATTERIZZAZIONE DEL CLIMA ACUSTICO IN LOCALITÀ SAN PIETRO IN VOLTA PER IL PASSAGGIO DI AUTOBETONIERE A SERVIZIO DEL CANTIERE PRESSO LA BOCCA DI MALAMOCCO	28
6.1 Valori limite per il sito in esame.....	28
6.2 Dislocamento delle postazioni di misura.....	28
6.3 Periodo di monitoraggio e descrizione delle lavorazioni	29
6.4 Riepilogo dei livelli equivalenti dei periodi diurni e notturni.....	30
6.5 Riassunto misurazioni, commenti e considerazioni	30

7 CARATTERIZZAZIONE DEL CLIMA ACUSTICO DURANTE LE FASI DI LAVORAZIONE DI CANTIERE NELLA LOCALITÀ CA' ROMAN	32
7.1 Valori limite per il sito in esame.....	32
7.2 Dislocamento delle postazioni di misura.....	32
7.3 Periodo di monitoraggio e descrizione delle lavorazioni	33
7.4 Primo periodo (dal 11 al 19 giugno 2008): riepilogo dei livelli equivalenti dei periodi diurni e notturni	35
7.5 Primo periodo (dal 11 al 19 giugno 2008): riassunto misurazioni, commenti e considerazioni...	36
7.6 Secondo periodo (dal 10 al 19 Luglio 2008): riepilogo dei livelli equivalenti dei periodi diurni e notturni	37
7.7 Secondo periodo (dal 10 al 19 Luglio 2008): riassunto misurazioni, commenti e considerazioni	38
7.8 Terzo periodo (dal 29 agosto al 21 settembre 2008): riepilogo dei livelli equivalenti dei periodi diurni e notturni	40
7.9 Terzo periodo (dal 29 agosto al 21 settembre 2008): riassunto misurazioni, commenti e considerazioni	41
7.10 Terzo periodo (dal 29 agosto al 21 settembre 2008): valutazione dell'efficacia degli schermi acustici del dispositivo di battitura pali	41
7.11 Quarto periodo (dal 17 aprile al 01 maggio 2009): riepilogo dei livelli equivalenti dei periodi diurni e notturni	47
7.12 Quarto periodo (dal 17 aprile al 01 maggio 2009): riassunto misurazioni, commenti e considerazioni	48
7.13 Quarto periodo (dal 17 aprile al 01 maggio 2009): stima del livello di rumore della macchina battipalo presso alcuni ricettori nella zona sud della bocca di Chioggia	52
7.14 Considerazioni conclusive.....	56

1 PREMESSA

Nella presente relazione conclusiva è riportato il riepilogo del lavoro svolto, per la componente rumore, nell'ambito delle attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari (Studio B.6.72 B/4 del Magistrato alle Acque).

Il monitoraggio del rumore è stato eseguito per oltre 16 settimane di cui oltre 1 nella zona di S. Nicolò (bocca di Lido), oltre 6 nella zona di Alberoni (bocca di Malamocco) in due distinti periodi e in due diverse postazioni, oltre 1 a S. Pietro in Volta (passaggio di autobetoniere a servizio del cantiere della bocca di Malamocco), circa 8 nella zona di Ca' Roman (bocca di Chioggia) in quattro distinti periodi. Data la presenza di eventi meteo durante le misurazioni che non hanno permesso di considerare buone tutte le giornate di monitoraggio, le settimane rendicontate sono state complessivamente 14 oltre ad 1 rapporto di valutazione dell'efficacia degli interventi.

Per una visione completa dei risultati delle rilevazioni si può fare riferimento alle seguenti relazioni consegnate precedentemente:

- Rapporto Mensile di misura delle attività rumorose rilevate a S. Nicolò (postazione SAN NICOLÒ 8) nel periodo 10-21 luglio 2008, con estratto risultati su file excel (RapportoMensileLuglio2008-RUMORE_SNicolò);
- Rapporto Mensile di misura delle attività rumorose rilevate a Alberoni (postazioni ALBERONI-SIC1 e ALBERONI-SIC3) nel periodo 06-22 maggio 2008, con estratto risultati su file excel (RapportoMensileMaggio2008-RUMORE_Alberoni);
- Rapporto Mensile di misura delle attività rumorose rilevate a Alberoni (postazione ALBERONI-SIC3) nel periodo e 10-21 luglio 2008, con estratto risultati su file excel (RapportoMensileLuglio2008-RUMORE_Alberoni);
- Rapporto di valutazione dell'efficacia della barriera acustica ad Alberoni (postazione ALBERONI-SIC1) nel periodo novembre 2007-maggio 2008, con estratto risultati su file excel (RapportoEfficaciaBarriera_Alberoni);
- Rapporto Mensile di misura delle attività rumorose rilevate a San Pietro in Volta (postazione PELLE 4) nel periodo 10-21 luglio 2008, con estratto risultati su file excel (RapportoMensileLuglio2008-RUMORE_Pellestrina);
- Rapporto Mensile di misura delle attività rumorose rilevate a Ca' Roman (postazione CAROMAN 1) nel periodo 11-19 giugno 2008, con estratto risultati su file excel (RapportoMensileGiugno2008-RUMORE_CaRoman);
- Rapporto Mensile di misura delle attività rumorose rilevate a Ca' Roman (postazione CAROMAN1) nel periodo 10-19 luglio 2008, con estratto risultati su file excel (RapportoMensileLuglio2008-RUMORE_CaRoman);
- Rapporto Mensile di misura delle attività rumorose rilevate a Ca' Roman (postazione CAROMA1) nel periodo 29 agosto - 21 settembre 2008, con estratto risultati su file excel (RapportoMensileSettembre2008-RUMORE_CaRoman); la relazione presenta un allegato relativo alla valutazione dell'efficacia degli schermi acustici del dispositivo di battitura pali.
- Rapporto Mensile di misura delle attività rumorose rilevate a Ca' Roman (postazione CAROMA1) nel periodo 17 aprile - 01 maggio 2009, con estratto risultati su file excel (RapportoMensileAprile2009-RUMORE_CaRoman).

2 STRUMENTAZIONE DI MISURA

Per i monitoraggi sono state utilizzate due tipologie di strumentazione, preventivamente verificate e tarate presso il Laboratorio di Acustica del Dipartimento di Ingegneria.

- La prima tipologia (utilizzata per le tutte le postazioni di misura tranne “PELLES4”) è composta da: un fonometro analizzatore di spettro in bande di terzi d’ottava 01dB modello SOLO con campionamento al secondo; un microfono da campo libero MCE modello 212 dotato di unità microfonica per misure in ambiente esterno; un modem per trasmissione dati in tempo reale ad un database remoto; una custodia a prova di eventi climatici dotata di sistema di allacciamento a palo, asta di sostegno per unità microfonica da esterno e batterie al piombo per un’autonomia di 7 giorni circa;
- La seconda tipologia di strumentazione (utilizzata per la postazione “PELLES4” a S. Pietro in Volta) è composta da un fonometro analizzatore di spettro in bande di terzi d’ottava Bruel&Kjær modello 2260 dotato di memoria interna con software di analisi sonora avanzata e campionamento al minuto; un microfono da campo libero Bruel&Kjær modello 4189 dotato di unità microfonica per misure in ambiente esterno; una custodia a prova di eventi climatici dotata di sistema di allacciamento a palo, un’asta di sostegno per unità microfonica da esterno e batterie al piombo con un’autonomia di 7 giorni circa.

3 CARATTERIZZAZIONE DEL CLIMA ACUSTICO DURANTE LE FASI DI LAVORAZIONE DI CANTIERE NELLA LOCALITÀ SAN NICOLÒ

3.1 Valori limite per il sito in esame

Nell'area dell'Oasi di S. Nicolò, classificata acusticamente come CLASSE I (aree particolarmente protette), i limiti assoluti sono riportati nella Tabella seguente.

Tabella 1: limiti assoluti previsti per l'area in esame

CLASSE I	Limite diurno Leq dB(A)	Limite notturno Leq dB(A)
Limite Immissione	50	40
Limite Emissione	45	35

3.2 Dislocamento delle postazioni di misura

Punto rilievo: "SNICOL8" (WGS84 N 45° 25' 49.1" E 12° 23' 44.4")

(GAUSS BOAGA FUSO EST N 5034075.130 E 2316287.557)

La posizione utilizzata per questo monitoraggio di rumore nella bocca di Lido è stata "SNICOL8", riportata nella Figura seguente. Tale postazione si trova su un albero all'interno dell'area SIC di S. Nicolò, con il microfono ad una altezza di circa 5,2 m dal suolo e ad una distanza di circa 80 m dall'ingresso del cantiere della spalla sud.



Figura 1: Foto aerea della Bocca di Lido con individuazione della postazione di misura "SNICOL8", dell'area di infissione pali e della zona di cantiere nella spalla sud



Figura 2: Foto della centralina di monitoraggio (a sinistra) e particolare del montaggio (a destra). Foto scattate in data 10 Luglio 2008

3.3 Periodo di monitoraggio e descrizione delle lavorazioni

Il monitoraggio del rumore a S. Nicolò è stato effettuato dal 10 al 21 Luglio 2008.

Attività: lavorazioni varie all'interno del cantiere della spalla sud e battitura pali. Le lavorazioni sono state effettuate soltanto nel periodo diurno. Si distingue inoltre la rumorosità di un gruppo elettrogeno presente all'interno dell'area di cantiere.

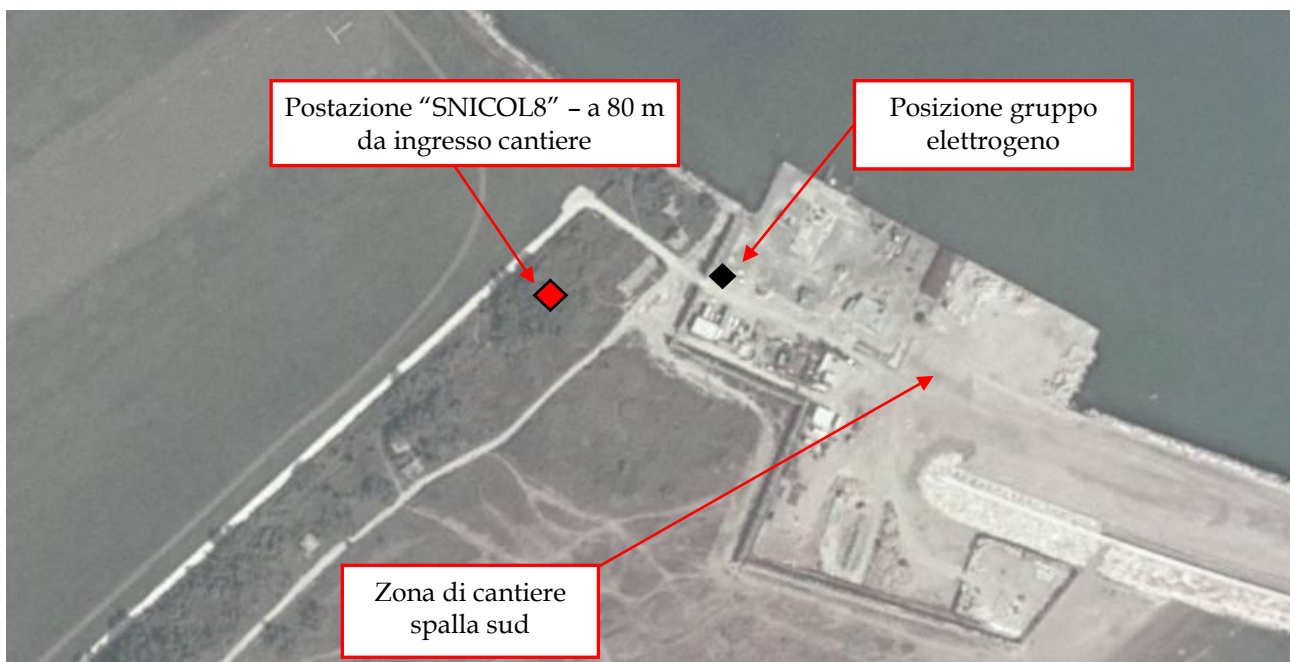


Figura 3: Ingrandimento della zona di cantiere, con individuazione della posizione del gruppo elettrogeno, in corrispondenza dell'ingresso al cantiere



Figura 4: Foto esterna della zona di cantiere della spalla sud con individuazione dell'ingresso . Foto scattata in data 10 luglio 2008

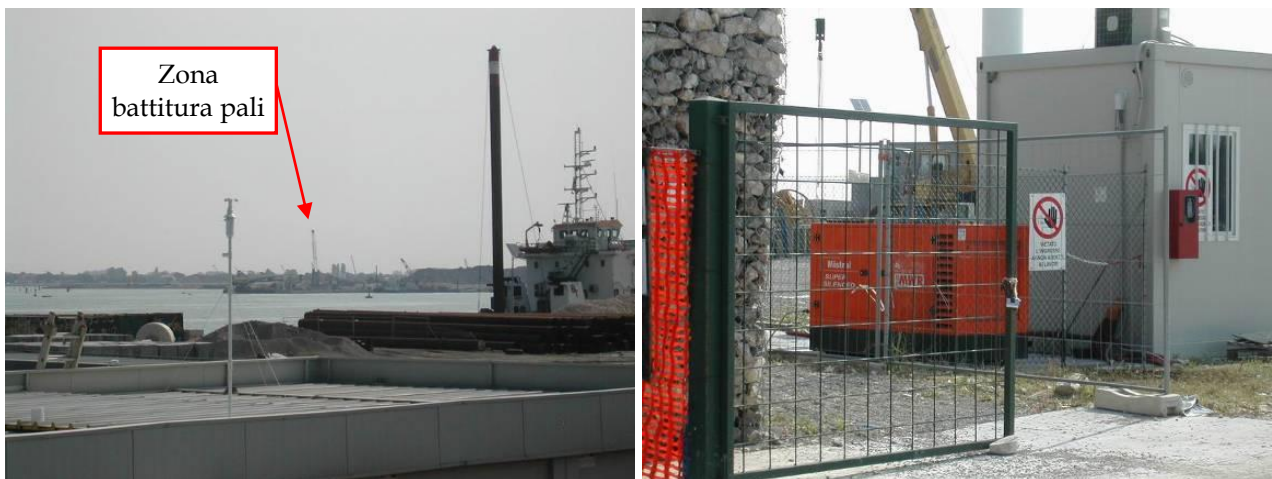


Figura 5: Foto della zona di battitura pali (a sinistra) e del gruppo elettrogeno posizionato all'ingresso del cantiere (a destra). Foto scattate in data 10 luglio 2008

3.4 Riepilogo dei livelli equivalenti dei periodi diurni e notturni

Nella Tabella seguente sono riportati i livelli equivalenti ottenuti per i periodi diurni (dalle 06:00 alle 22:00) e notturni (dalle 22:00 alle 06:00 del giorno seguente) nella postazione "SNICOL8" durante il monitoraggio in oggetto. La presenza di eventi o situazioni particolari è indicata in forma sintetica nella colonna "segnalazioni".

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Tabella 2. Riepilogo del livello equivalente per i periodi Diurno e Notturno ottenuti nella postazione oggetto del monitoraggio

Data	Giorno della settimana	Leq [dB(A)] Periodo DIURNO (06:00 - 22:00)	Leq [dB(A)] Periodo NOTTURNO (22:00 - 06:00)	Segnalazioni
10/07/2008	Giovedì	--	52.4	Inizio del monitoraggio
11/07/2008	Venerdì	57.4	46.5	
12/07/2008	Sabato	53.6	47.3	
13/07/2008	Domenica	56.7	53.3	Eventi meteorologici: pioggia e temporale
14/07/2008	Lunedì	54.3	50.5	
15/07/2008	Martedì	54.5	49.9	
16/07/2008	Mercoledì	53.6	44.8	
17/07/2008	Giovedì	52.9	52.8	
18/07/2008	Venerdì	55.2	43.4	Eventi meteorologici: pioggia
19/07/2008	Sabato	53.3	48.4	
20/07/2008	Domenica	52.8	48.6	Eventi meteorologici: pioggia
21/07/2008	Lunedì	--	--	Conclusione del monitoraggio

3.5 Riassunto misurazioni, commenti e considerazioni

Il monitoraggio del periodo ha avuto una durata di 12 giorni (dalle ore 09:30 circa di giovedì 10 Luglio alle ore 12:50 circa di lunedì 21 Luglio 2008). In tale periodo sono stati rilevati 10 periodi diurni interi e 11 periodi notturni interi, in cui la centralina ha subito due interruzioni. La prima della durata di circa un'ora, dalle 11:00 alle 12:00 del giorno 10 Luglio; la seconda dalle ore 06:30 alle ore 09:00 del giorno 13 Luglio.

Il monitoraggio ha avuto lo scopo di caratterizzare la rumorosità dell'attività di infissione dei pali di consolidamento del fondale nei pressi dell'Isola Nuova, spalla nord della barriera lato sud, e di verificarne l'impatto acustico nell'area SIC di S. Nicolò. I livelli rilevati evidenziano inoltre l'attività del cantiere della spalla sud ed il passaggio di veicoli in entrata e uscita dal cantiere stesso.

I livelli di immissione diurni sono stati superati in tutte le giornate del monitoraggio, tuttavia la causa non è imputabile esclusivamente alla presenza del cantiere del MOSE, ma ad altri fattori.

Di seguito si inseriscono alcuni sonogrammi tipici della battitura pali e di un gruppo elettrogeno posizionato all'entrata del cantiere. La presenza del generatore era già stata segnalata nei rapporti mensili di Febbraio 2008 ed Aprile 2008 a causa della rumorosità prodotta dal suo funzionamento e della posizione non adeguata e priva di schermature. Tuttavia, a differenza dei precedenti periodi di misura in cui il generatore rimaneva in funzione a lungo tempo compresi i periodi notturni, durante tutti i giorni di misura il macchinario ha funzionato dalle ore 08:00 alle ore 22:54.

Successivamente vengono inseriti sonogrammi in cui si evidenzia la presenza di rumori estranei al cantiere.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

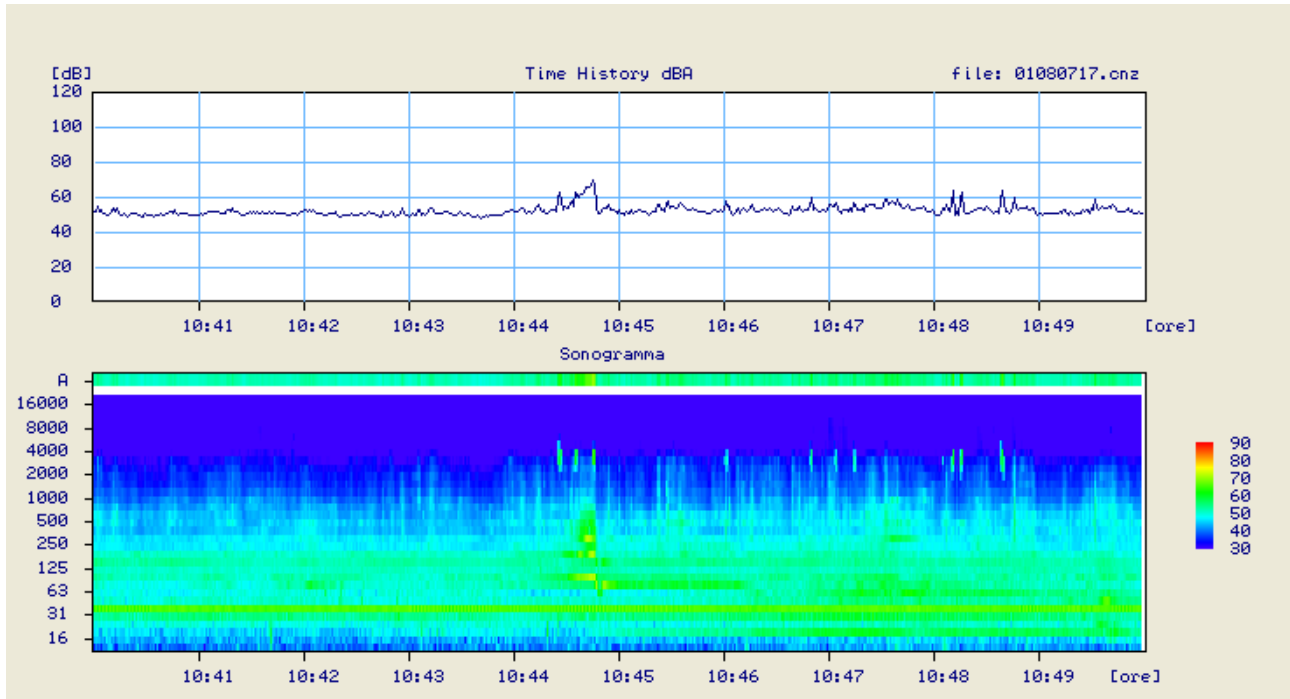


Figura 6: Profilo temporale e sonogramma rilevati nella postazione "SNICOL8", estratto di 10 minuti.
Battitura dei pali

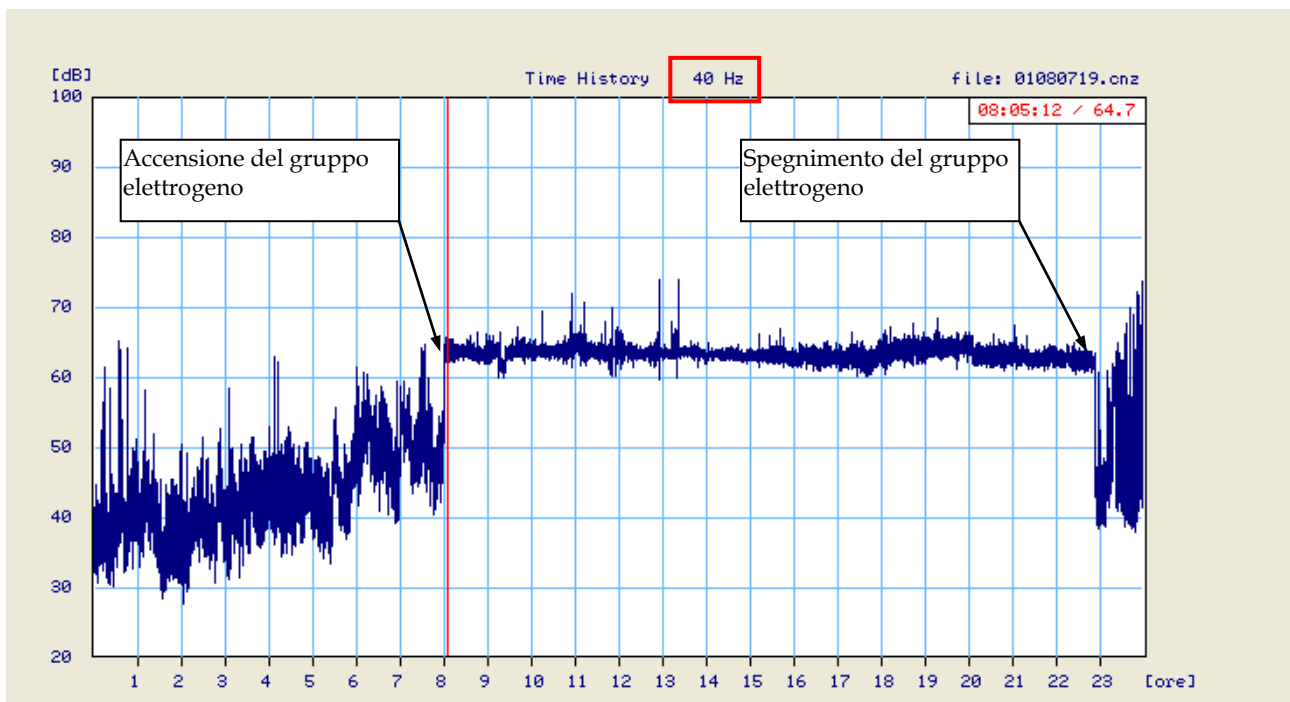


Figura 7: Profilo temporale nella postazione "SNICOL8" riferito alla frequenza di 40 Hz. Si evidenzia il funzionamento del gruppo elettrogeno e gli istanti di accensione e spegnimento

Molto importanti al fine del livello di immissione diurno e notturno risultano essere due rumori piuttosto rilevanti di cui uno rilevato solo nel periodo notturno mentre l'altro soltanto nel periodo diurno.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

Il rumore rilevato solamente nel periodo notturno comprende le bande di frequenze comprese fra 8000 Hz e 20000 Hz. L'evento sonoro sembra determinato da insetti notturni posizionati in prossimità della centralina di monitoraggio.

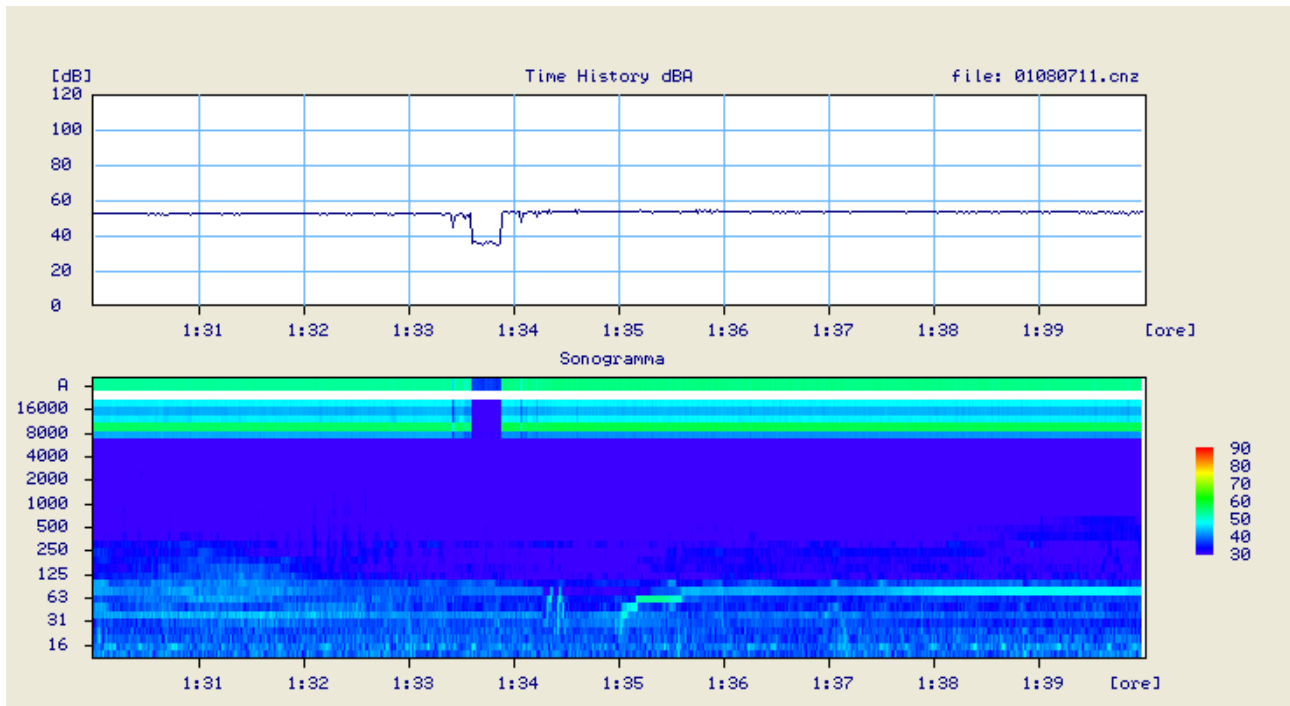


Figura 8: Profilo temporale e sonogramma rilevati nella postazione "SNICOL8", estratto di 10 minuti.
Rumore di insetti notturni

Il rumore rilevato solamente nel periodo diurno comprende le bande di frequenze da 2000 Hz a 16000 Hz. La sua origine risulta al momento non nota.

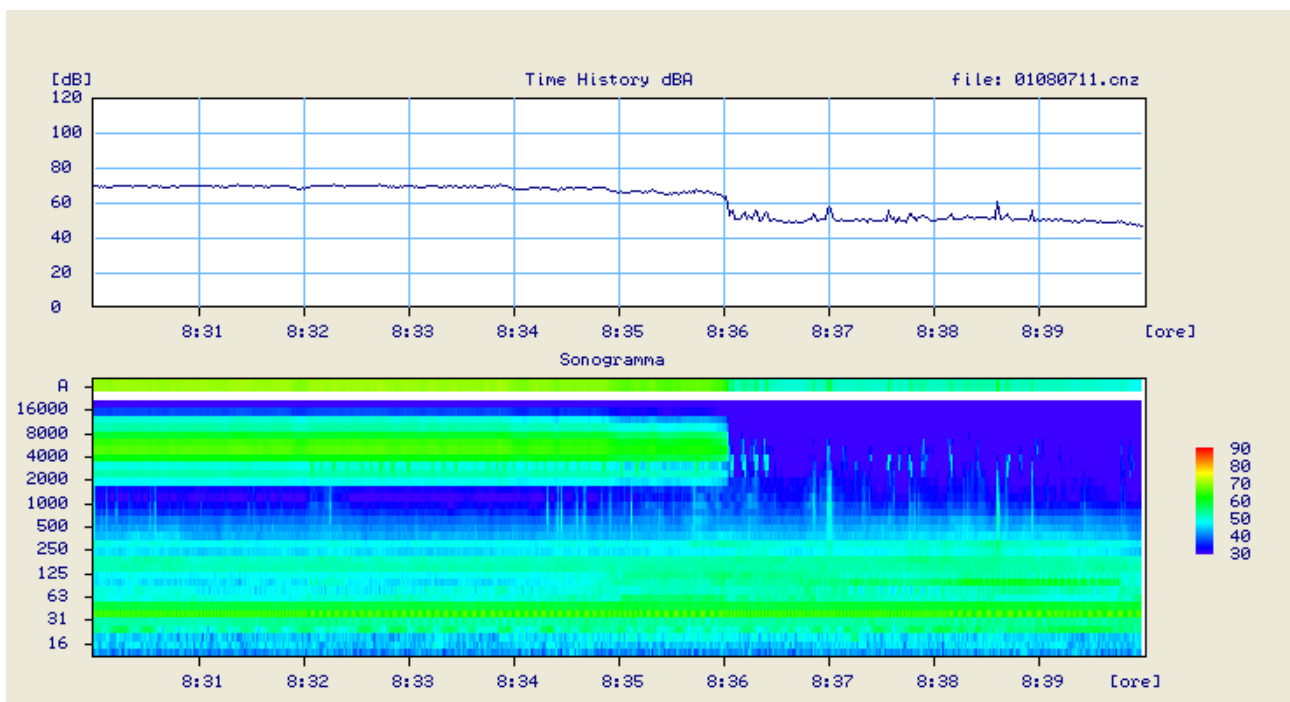


Figura 9: Profilo temporale e sonogramma rilevati nella postazione "SNICOL8", estratto di 10 minuti.
Rumore la cui origine non è stata identificata.

4 CARATTERIZZAZIONE DEL CLIMA ACUSTICO DURANTE LE FASI DI LAVORAZIONE DI CANTIERE NELLA LOCALITÀ ALBERONI - POSTAZIONE ALBERONI-SIC1

4.1 Valori limite per il sito in esame

Nell'area SIC di Alberoni, classificata acusticamente come CLASSE I (aree particolarmente protette), i limiti assoluti sono riportati nella Tabella seguente.

Tabella 3: limiti assoluti previsti per l'area in esame

CLASSE I	Limite diurno Leq dB(A)	Limite notturno Leq dB(A)
Limite Immissione	50	40
Limite Emissione	45	35

4.2 Dislocamento delle postazioni di misura

Punto rilievo: ALBERONI-SIC1 (WGS84 N 45° 20' 31.3" E 12° 18' 51.7")

(GAUSS BOAGA FUSO EST N 5024474.879 E 2309599.651)

La posizione utilizzata per questo monitoraggio di rumore nella bocca di Lido è stata "ALBERONI-SIC1", riportata nella Figura seguente. Tale postazione si trova su un albero all'interno dell'area SIC di Alberoni, con il microfono ad una altezza di circa 5 m dal suolo.



Figura 10: Individuazione postazione di misura ALBERONI-SIC1 e zone in cui è presente attività di cantiere

4.3 Periodo di monitoraggio e descrizione delle lavorazioni

Il monitoraggio del rumore nell'area SIC di Alberoni, in prossimità del cantiere del cavidotto, è stato effettuato nel periodo dal 06 al 22 maggio 2008.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Attività: lavorazioni all'interno del cantiere del cavidotto (caratterizzate dall'attività di trivellazione orizzontale teleguidata) e sulla piarda (caratterizzate dallo stoccaggio di pietrisco), effettuate soltanto nel periodo diurno. Canto degli uccelli, presente ogni giorno dalle 05:00 alle 20:00 circa e qualche volta anche in altri periodi temporali.



Figura 11: Foto della zona di cantiere sulla piarda. Foto scattate in data 06-05-2008



Figura 12: Foto della zona di cantiere del cavidotto. A sinistra si può notare la macchina per la trivellazione orizzontale e la barriera acustica installata sul perimetro del cantiere (foto scattata in data 15 maggio 2008). A destra si può notare il gruppo idraulico schermato dalla pannellatura fonoassorbente (foto scattata in data 06-05-2008)

4.4 Riepilogo dei livelli equivalenti dei periodi diurni e notturni

Nella Tabella seguente sono riportati i livelli equivalenti ottenuti per i periodi diurni (dalle 06:00 alle 22:00) e notturni (dalle 22:00 alle 06:00 del giorno seguente) nella postazione ALBERONI-SIC1 durante il monitoraggio in oggetto. La presenza di situazioni meteorologiche particolari, relative al solo periodo diurno, è indicata in forma sintetica nella colonna "segnalazioni".

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

Tabella 4. Riepilogo del livello equivalente per i periodi Diurno e Notturno ottenuti nella postazione ALBERONI-SIC1

Data	Giorno della settimana	Leq [dB(A)] Periodo DIURNO (6:00-22:00)	Leq [dB(A)] Periodo NOTTURNO (22:00-6:00)	Segnalazioni
06/05/2008	Martedì	56.3	52.8	Inizio monitoraggio
07/05/2008	Mercoledì	57.4	50.9	Eventi meteorologici: vento
08/05/2008	Giovedì	57.4	51.2	
09/05/2008	Venerdì	57.0	52.2	
10/05/2008	Sabato	56.3	51.2	
11/05/2008	Domenica	56.8	53.6	Eventi meteorologici: vento
12/05/2008	Lunedì	56.7	52.9	Eventi meteorologici: vento
13/05/2008	Martedì	56.4	51.7	
14/05/2008	Mercoledì	55.5	52.0	Eventi meteorologici: vento
15/05/2008	Giovedì	54.9	50.6	
16/05/2008	Venerdì	54.6	49.9	Eventi meteorologici: vento
17/05/2008	Sabato	51.7	49.0	Eventi meteorologici: vento
18/05/2008	Domenica	61.9	48.9	Eventi meteorologici: vento
19/05/2008	Lunedì	52.3	52.5	Eventi meteorologici: vento
20/05/2008	Martedì	55.5	51.3	Eventi meteorologici: vento forte
21/05/2008	Mercoledì	53.8	48.8	Eventi meteorologici: vento
22/05/2008	Giovedì	--	--	Conclusione monitoraggio

4.5 Riassunto misurazioni, commenti e considerazioni

Il monitoraggio effettuato nella postazione ALBERONI-SIC1 si è svolto dalle ore 06:00 di martedì 06 maggio alle ore 12:30 di giovedì 22 maggio. Sono stati rilevati complessivamente 16 periodi diurni interi e 16 periodi notturni interi, in cui la centralina non ha subito interruzioni.

I livelli equivalenti relativi ai periodi diurni e notturni sono stati fortemente influenzati dal canto degli uccelli in prossimità della centralina, presente ogni giornata dal sorgere al tramontare del sole (dalle 06:00 alle 21:00 circa) e caratterizzato da componenti in frequenza comprese tra 2000 e 8000 Hz. I livelli sonori più elevati sono stati registrati nei minuti corrispondenti al sorgere del sole (indicativamente tra le 05:00 e le 06:00), dovuti al fenomeno del "Dawn Chorus", caratterizzato da un canto degli uccelli più intenso rispetto al resto della giornata.

Durante il periodo diurno sono state rilevate le attività provenienti dalla piarda, caratterizzate dallo stoccaggio di pietrisco e dal cantiere del cavidotto, caratterizzate dalle operazioni di trivellazione orizzontale teleguidata. Quest'ultima attività è contraddistinta dal rumore generato dai gruppi motore (il gruppo idraulico, il gruppo compressore e l'unità di pompaggio dei fanghi bentonitici) e dall'attività di trivellazione effettuata dalla trivellatrice (particolarmente intensa nelle bande di terzi di ottava da 20 a 100 Hz).

Queste attività hanno influenzato in maniera limitata i valori dei livelli equivalenti dei periodi diurni. Ciò che ha comportato elevati livelli sonori diurni e notturni è stato il contributo del canto degli uccelli in prossimità della centralina di monitoraggio del rumore.

Di seguito sono riportati alcuni sonogrammi relativi al canto degli uccelli ed alle attività di trivellazione provenienti dal cavidotto.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

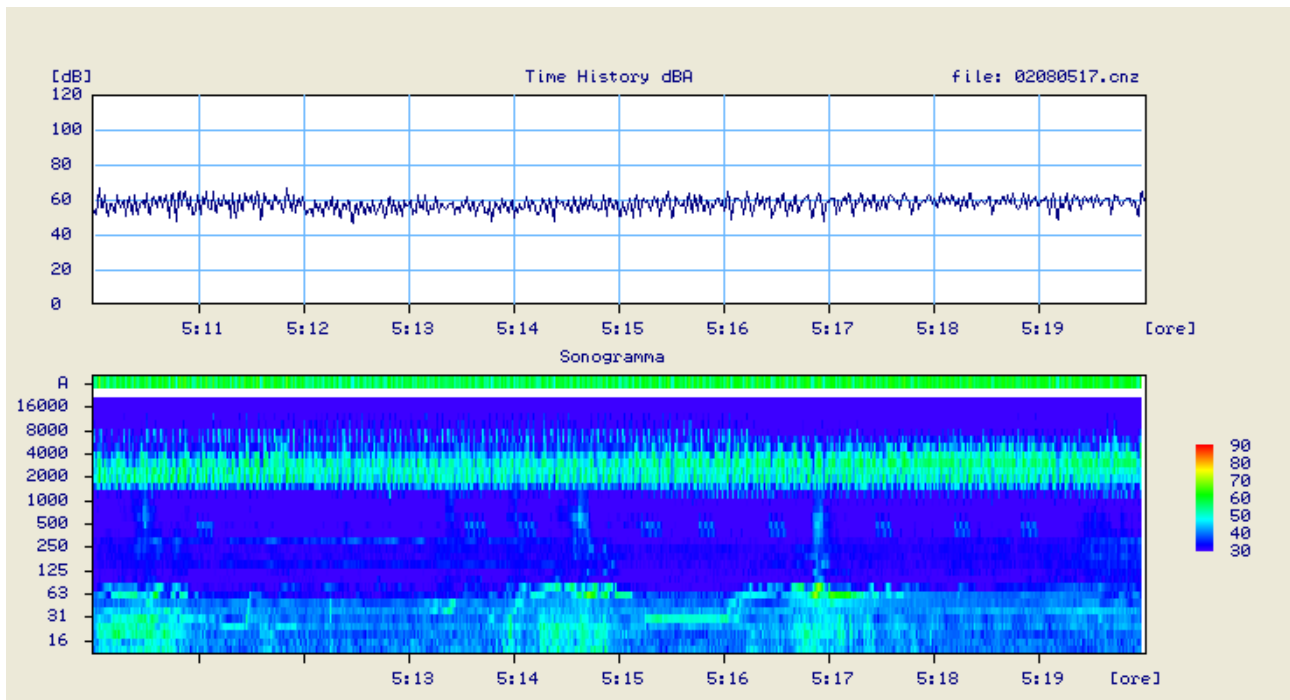


Figura 13: Profilo temporale e sonogramma rilevati ad ALBERONI-SIC1. Si nota il fenomeno del “Dawn Chorus”, caratterizzato da un canto degli uccelli di intensità particolarmente elevata, con componenti in frequenza comprese tra 1600 e 8000 Hz

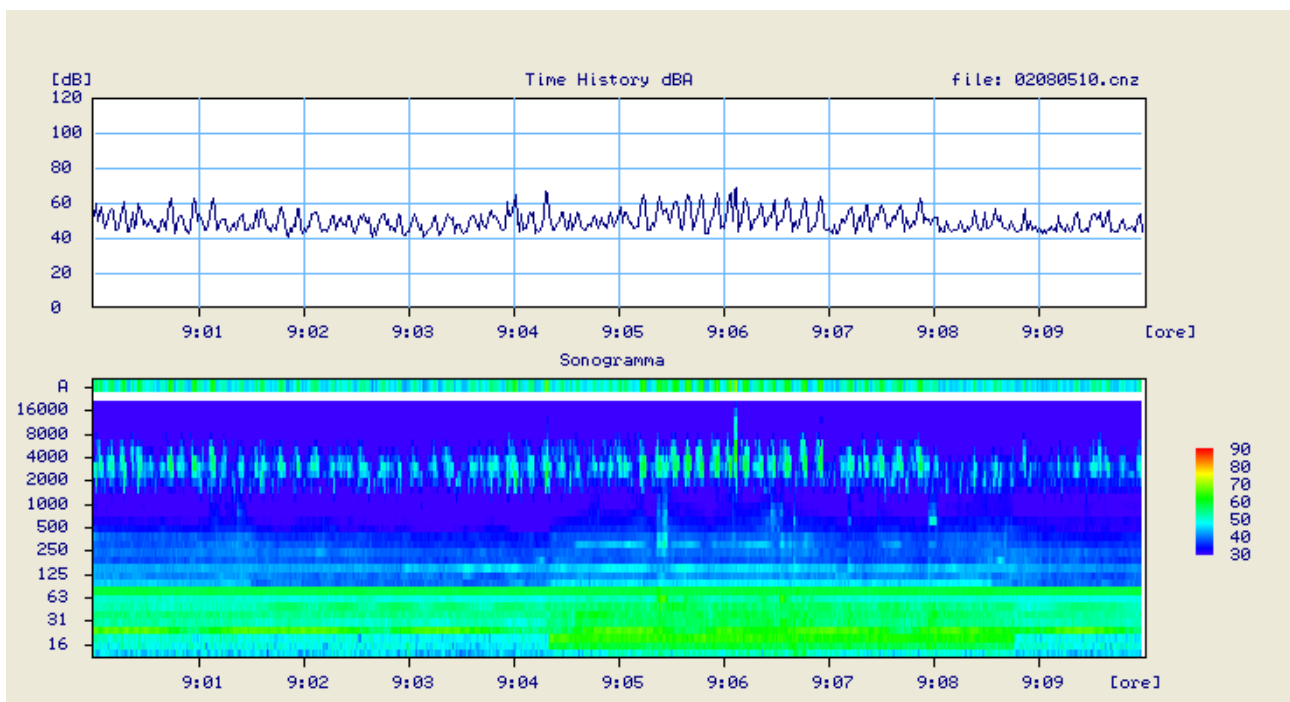


Figura 14: Profilo temporale e sonogramma rilevati ad ALBERONI-SIC1. Si notano il canto degli uccelli e il rumore a bassa frequenza dei gruppi motore provenienti dal cantiere del cavidotto. Tra le 09:04 e le 09:09 circa si può notare il rumore tipico dell’attività di trivellazione

4.6 Valutazione dell'efficacia della barriera acustica realizzata ad Alberoni

La barriera acustica è stata realizzata sul confine tra l'area di cantiere del cavidotto e l'area SIC di Alberoni allo scopo di proteggere l'avifauna dal rumore generato dalle attività di trivellazione orizzontale teleguidata presenti all'interno dell'area di cantiere.

La valutazione dell'efficacia della barriera è stata effettuata confrontando i livelli di pressione sonora rilevati nella postazione ALBERONI-SIC1 prima (tra il 22 novembre e il 22 dicembre 2007) e dopo l'installazione della barriera (tra il 6 e il 22 maggio 2008). La postazione di monitoraggio è quella indicata nei capitoli precedenti, con il microfono ad una altezza di circa 5 m dal suolo e ad una distanza di circa 80 m dalla barriera.



Figura 15: Foto della zona di ingresso al cantiere prima (a sinistra) e dopo (a destra) la realizzazione della barriera



Figura 16: Individuazione postazione di misura ALBERONI-SIC1 e posizione indicativa della barriera

L'attività di trivellazione era caratterizzata da componenti in frequenza comprese tra 20 e 3000 Hz circa, con i livelli più elevati fino a 125 Hz. Nelle due figure seguenti si possono notare i

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

sonogrammi tipici delle fasi di trivellazione più rumorose, rilevati nella postazione di misura prima e dopo la realizzazione della barriera.

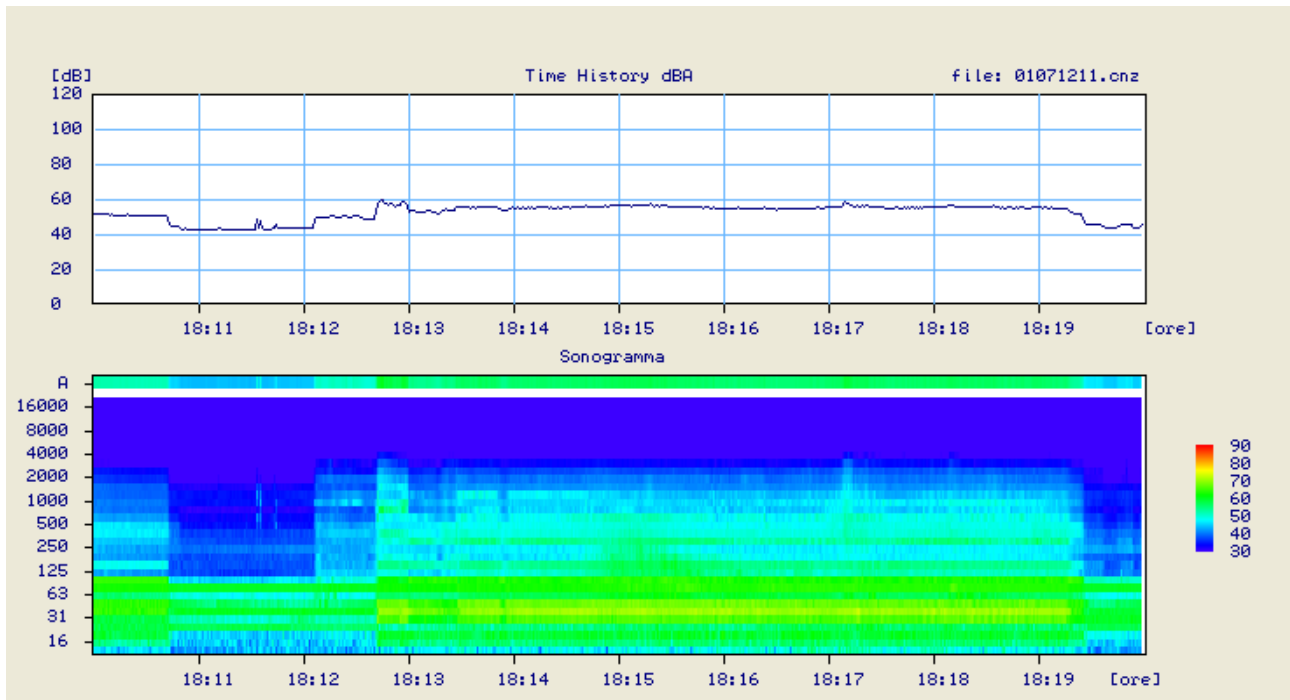


Figura 17: Profilo temporale e sonogramma rilevati ad ALBERONI-SIC1 in data 11 dicembre 2007, prima della realizzazione della barriera. Si può notare la fase più rumorosa dell'attività di trivellazione orizzontale tra le 18:13 e le 18:19 circa

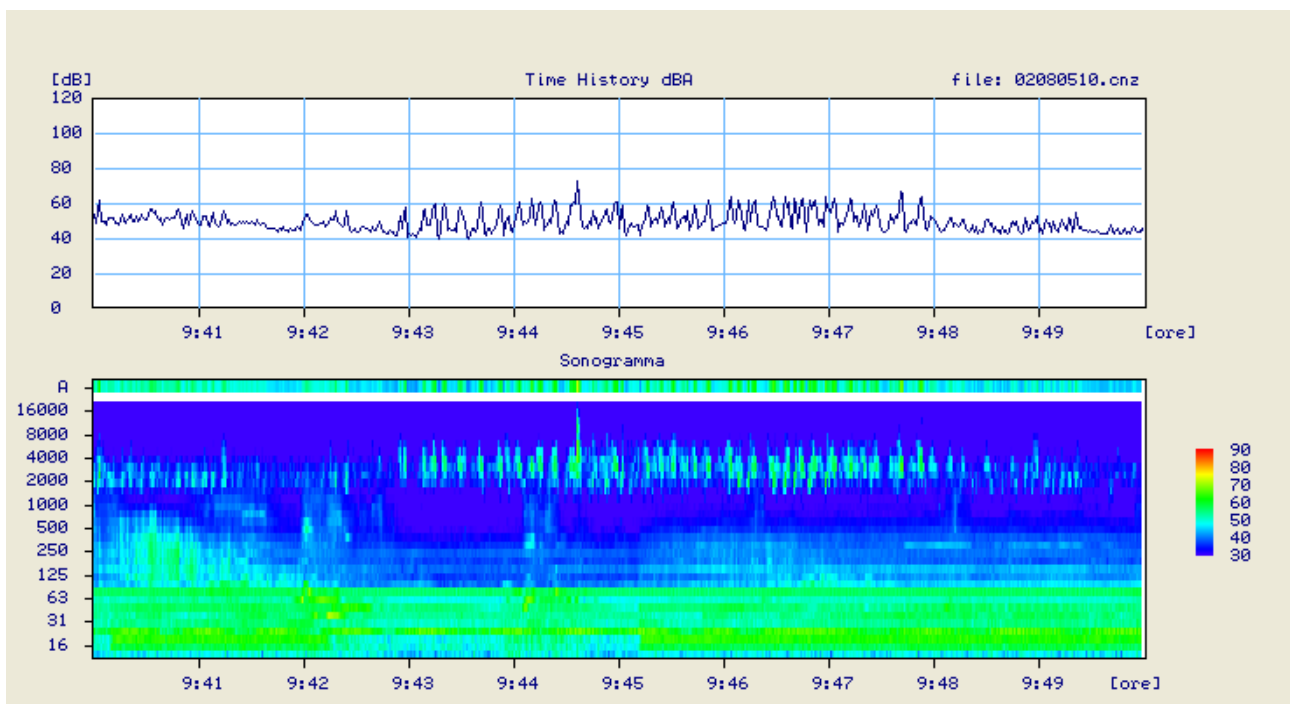


Figura 18: Profilo temporale e sonogramma rilevati ad ALBERONI-SIC1 in data 10 maggio 2008, dopo la realizzazione della barriera. Si può notare la fase più rumorosa dell'attività di trivellazione orizzontale a partire dalle 09:45 circa e la presenza del canto degli uccelli, caratterizzato da componenti in frequenza comprese tra 1600 e 10000 Hz

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Per ogni periodo di tempo sono state individuate dieci giornate in cui è stata rilevata l'attività di trivellazione in assenza di eventi atmosferici particolarmente importanti. Per ognuna di queste giornate è stato scelto un intervallo di tempo di 5 minuti, rappresentativo della fase di trivellazione più rumorosa, da cui sono stati estrapolati i valori dei livelli sonori al secondo per le frequenze comprese fra 20 e 1250 Hz. L'analisi è stata effettuata solamente fino alla frequenza di 1250 Hz perché nel periodo di maggio 2008 è stato presente in maniera massiccia e continuativa il canto degli uccelli. Al fine, quindi, di rendere le condizioni al contorno il più possibile omogenee tra i due periodi, si è deciso di escludere le frequenze superiori ai 1250 Hz.

Nella Tabella seguente sono riportati gli intervalli di tempo considerati per entrambi i periodi.

Tabella 5: intervalli di tempo considerati per entrambi i periodi, caratterizzati dalla fase più rumorosa dell'attività di trivellazione orizzontale

Intervalli di tempo considerati prima della realizzazione della barriera		Intervalli di tempo considerati dopo la realizzazione della barriera	
26 novembre 2007	11:16 - 11:21	06 maggio 2008	16:22 - 16:27
27 novembre 2007	17:13 - 17:18	07 maggio 2008	15:43 - 15:48
29 novembre 2007	17:45 - 17:50	08 maggio 2008	08:43 - 08:48
06 dicembre 2007	09:47 - 09:52	09 maggio 2008	14:32 - 14:37
08 dicembre 2007	14:08 - 14:13	10 maggio 2008	09:46 - 09:51
10 dicembre 2007	21:46 - 21:51	11 maggio 2008	17:02 - 17:07
11 dicembre 2007	18:13 - 18:18	13 maggio 2008	18:11 - 18:16
15 dicembre 2007	16:03 - 16:08	14 maggio 2008	14:10 - 14:15
19 dicembre 2007	20:13 - 20:18	16 maggio 2008	08:33 - 08:38
22 dicembre 2007	06:17 - 06:22	19 maggio 2008	11:21 - 11:26

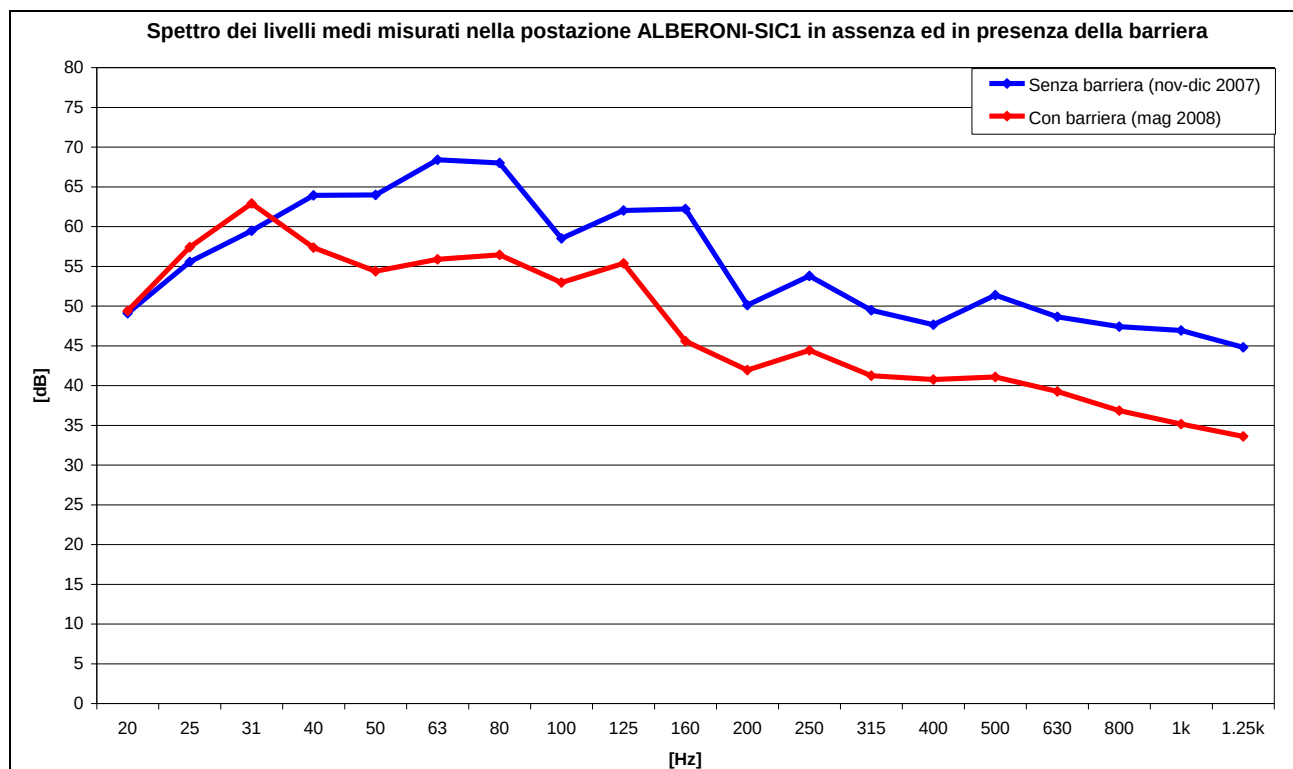


Figura 19: spettro dei livelli medi rilevati nella postazione ALBERONI-SIC1 in assenza e in presenza della barriera

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

I risultati, riportati nel grafico di figura 19 e nella tabella seguente, evidenziano che la realizzazione della barriera ha comportato un'attenuazione dei livelli rilevati nella postazione ALBERONI-SIC1 di circa 7 dB (considerando un campo di frequenze compreso tra 20 e 1250 Hz). Applicando la pesatura "A" per ogni banda di frequenza considerata, la differenza tra la situazione pre e post barriera arriva fino a 10 dB(A). Le attenuazioni più evidenti si hanno alle bande di 63, 80 e 160 Hz e per le bande tra 500 e 1250 Hz. Considerando inoltre che una barriera acustica ha prestazioni ottimali soprattutto alle frequenze medio-alte, è prevedibile che l'attenuazione per le bande superiori a 1250 Hz sia più elevata.

Tabella 6: intervalli di tempo considerati per entrambi i periodi, caratterizzati dalla fase più rumorosa dell'attività di trivellazione orizzontale

Frequenze [Hz]	Livelli medi (20÷1250 Hz) prima della realizzazione della barriera [dB]	Livelli medi (20÷1250 Hz) dopo la realizzazione della barriera [dB]	Differenza
20	49.1	49.4	-0.3
25	55.5	57.4	-1.9
31	59.5	62.9	-3.4
40	63.9	57.4	6.6
50	64.0	54.4	9.6
63	68.4	55.9	12.5
80	68.0	56.4	11.5
100	58.5	53.0	5.6
125	62.0	55.4	6.7
160	62.2	45.6	16.6
200	50.1	41.9	8.2
250	53.8	44.4	9.4
315	49.5	41.2	8.2
400	47.6	40.8	6.9
500	51.4	41.1	10.3
630	48.6	39.3	9.4
800	47.4	36.8	10.6
1000	46.9	35.2	11.8
1250	44.8	33.6	11.2
Somma [lin]	73.9	66.9	6.9
Somma [dB(A)]	57.0	47.0	10.0

Di seguito sono riportati i profili temporali e gli spettrogrammi di due misurazioni brevi, con acquisizione dati audio, effettuate rispettivamente il 30 ottobre 2007 (in assenza della barriera acustica) e il 16 maggio 2008 (con la barriera acustica). Le misurazioni sono state effettuate nella medesima posizione, con il microfono dello strumento posizionato ad un'altezza di 5 m dal suolo, vicino al microfono della centralina ALBERONI-SIC1. In entrambi i casi è stata effettuata una misurazione durante la fase di ritorno del carrello della macchina trivellatrice. Elaborando le registrazioni audio sono stati poi ricavati i profili temporali e gli spettrogrammi seguenti.

Esaminando i due grafici si può notare un notevole miglioramento in seguito alla realizzazione della barriera acustica, sia in termini di livello di pressione (evidenziato nei grafici del profilo temporale) sia in termini di componenti in frequenza (evidenziato negli spettrogrammi). Quest'ultima rappresentazione mostra una sostanziale attenuazione del rumore al ricevitore per le frequenze comprese tra 400 e 4000 Hz.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

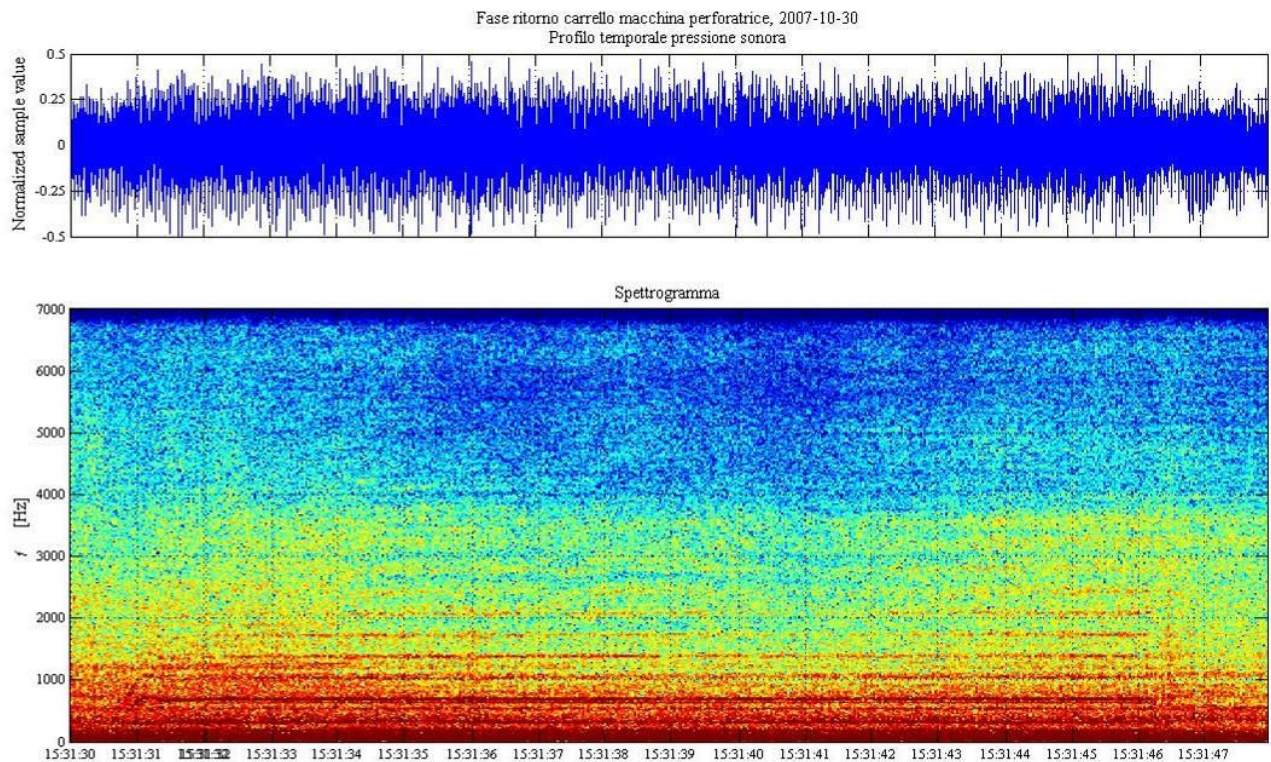


Figura 20: Profilo temporale e spettrogramma relativo alla fase di ritorno del carrello della macchina trivellatrice, rilevato in data 30-10-2007 prima della realizzazione della barriera acustica. Il file audio di riferimento è denominato "2007-10-30 - Ritorno carrello.wav"

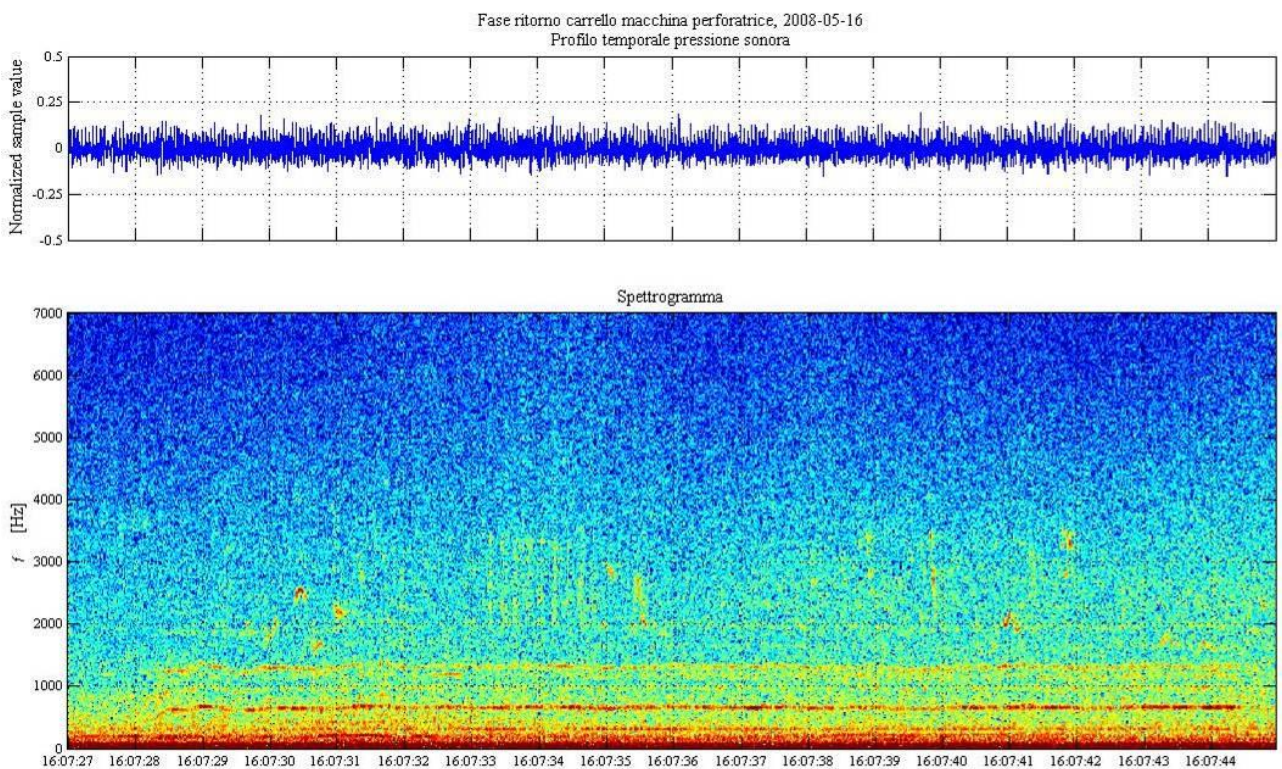


Figura 21: Profilo temporale e spettrogramma relativo alla fase di ritorno del carrello della macchina trivellatrice, rilevato in data 16-05-2008 dopo la realizzazione della barriera acustica. Il file audio di riferimento è denominato "2008-05-16 - Ritorno carrello_2.wav"

5 CARATTERIZZAZIONE DEL CLIMA ACUSTICO DURANTE LE FASI DI LAVORAZIONE DI CANTIERE NELLA LOCALITÀ ALBERONI - POSTAZIONE ALBERONI-SIC3

5.1 Valori limite per il sito in esame

Nell'area SIC di Alberoni, classificata acusticamente come CLASSE I (aree particolarmente protette), i limiti assoluti sono riportati nella Tabella seguente.

Tabella 7: limiti assoluti previsti per l'area in esame

CLASSE I	Limite diurno Leq dB(A)	Limite notturno Leq dB(A)
Limite Immissione	50	40
Limite Emissione	45	35

5.2 Dislocamento delle postazioni di misura

Punti rilievo: ALBERONI-SIC3 (WGS84 N 45° 20' 20.6" E 12° 19' 33.4")

(GAUSS BOAGA FUSO EST N 5024115.956 E 2310496.219)

La posizione utilizzata per questo monitoraggio di rumore nella bocca di Malamocco è stata "ALBERONI-SIC3". La postazione si trovava su un albero all'interno dell'area SIC di Alberoni con il microfono posizionato ad una altezza di circa 5 m dal suolo. Nella Figura seguente sono indicate anche le zone in cui erano presenti le attività di cantiere.



Figura 22: Individuazione della postazione di misura "ALBERONI-SIC3" e delle zone in cui è presente attività di cantiere



Figura 23: Foto della centralina di monitoraggio. Foto scattate, rispettivamente, in data 15 Maggio 2008 ed in data 10 Luglio 2008

5.3 Periodo di monitoraggio e descrizione delle lavorazioni

Il monitoraggio del rumore ad ALBERONI-SIC3 è stato effettuato in due diversi periodi:

Primo periodo: dal 06 al 22 Maggio 2008.

Attività: lavorazioni varie all'interno del cantiere sulla piarda di Alberoni, sulla spalla nord ed una piattaforma a ragno nel mezzo della bocca di Malamocco, effettuate soltanto nel periodo diurno.

Secondo periodo: dal 10 al 21 Luglio 2008.

Attività: lavorazioni varie all'interno del cantiere sulla piarda di Alberoni e sulla spalla nord, effettuate soltanto nel periodo diurno.



Figura 24: Attività di stoccaggio di pietrisco sulla piarda. Foto scattate rispettivamente in data 06 Maggio e 15 Maggio 2008

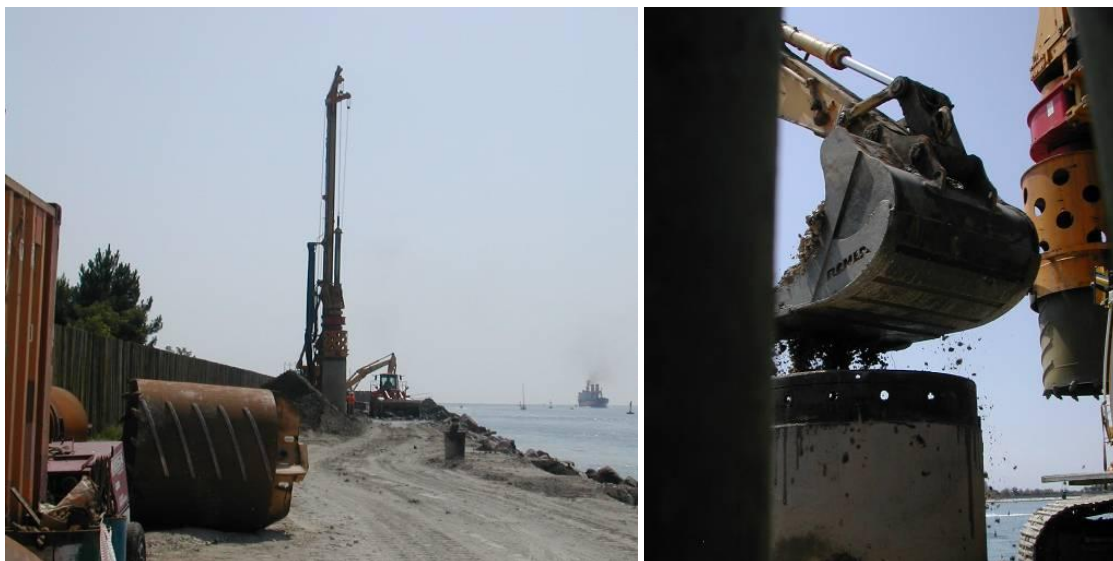


Figura 25: Foto della macchina perforatrice operante presso la spalla Nord. Foto scattate il 10 Luglio 2008

5.4 Primo periodo (dal 06 al 22 Maggio 2008): riepilogo dei livelli equivalenti dei periodi diurni e notturni

Nella Tabella seguente sono riportati i livelli equivalenti ottenuti per i periodi diurni (dalle 06:00 alle 22:00) e notturni (dalle 22:00 alle 06:00 del giorno seguente) nella postazione “ALBERONI-SIC3” durante il monitoraggio in oggetto. La presenza di eventi o situazioni particolari è indicata in forma sintetica nella colonna “segnalazioni”.

Tabella 8. Riepilogo del livello equivalente per i periodi Diurno e Notturno ottenuti nelle postazioni oggetto del monitoraggio

Data	Giorno della settimana	Leq [dB(A)] Periodo DIURNO (06:00 - 22:00)	Leq [dB(A)] Periodo NOTTURNO (22:00 - 06:00)	Segnalazioni
06/05/2008	Martedì	51.7	45.4	Inizio monitoraggio
07/05/2008	Mercoledì	52.0	43.2	Eventi meteorologici: vento
08/05/2008	Giovedì	51.8	45.9	
09/05/2008	Venerdì	51.5	41.5	Superamento del limite di immissione diurno
10/05/2008	Sabato	46.1	44.3	
11/05/2008	Domenica	47.3	42.9	Eventi meteorologici: vento
12/05/2008	Lunedì	50.9	45.6	Eventi meteorologici: vento
13/05/2008	Martedì	51.0	46.1	
14/05/2008	Mercoledì	51.8	45.3	Eventi meteorologici: vento
15/05/2008	Giovedì	53.4	46.1	Superamento del limite di immissione diurno
16/05/2008	Venerdì	52.5	47.6	Eventi meteorologici: vento
17/05/2008	Sabato	52.0	50.3	Eventi meteorologici: vento
18/05/2008	Domenica	63.0	48.2	Eventi meteorologici: vento
19/05/2008	Lunedì	53.9	51.8	Eventi meteorologici: vento
20/05/2008	Martedì	55.9	49.9	Eventi meteorologici: vento forte
21/05/2008	Mercoledì	52.5	48.1	Eventi meteorologici: vento
22/05/2008	Giovedì	--	--	Conclusione monitoraggio

5.5 Primo periodo (dal 06 al 22 Maggio 2008): riassunto misurazioni, commenti e considerazioni

Il monitoraggio ha avuto una durata di 17 giorni (dalle ore 06:00 di martedì 06 Maggio alle ore 16:30 circa di giovedì 22 Maggio 2008). In tale periodo sono stati rilevati 16 periodi diurni interi e 16 periodi notturni interi in cui la centralina ha subito brevi interruzioni di alcuni minuti per problemi di trasmissione dei dati.

Il livelli rilevati sono dovuti alle lavorazioni nella zona del cantiere della spalla nord, caratterizzate dalle attività di una macchina perforatrice e dal passaggio di mezzi meccanici da e verso la Piarda di Alberoni. Si segnala infine la presenza del rumore dovuto alla navigazione, spesso non riconducibile alle attività del cantiere del Mose.

Tali attività hanno comportato il superamento del limite di immissione diurno per le giornate del 09 e 14 Maggio. Il limite di immissione diurno è stato superato anche nelle altre giornate lavorative, tuttavia la causa non è imputabile esclusivamente alla presenza del cantiere, ma anche alla presenza di eventi meteorologici importanti.

Soltanto nel periodo notturno, ed a partire dal giorno 11 Maggio 2008, sono stati individuati degli eventi riconducibili al canto degli uccelli, di caratteristiche sostanzialmente diverse da quelle rilevate nei precedenti monitoraggi (si possono osservare nelle figure sottostanti). Il livello sonoro in dB(A) risulta particolarmente influenzato da tali eventi viste le caratteristiche spettrali (banda di 2000 Hz) e la continuità.

Di seguito sono riportati i profili temporali e i sonogrammi degli eventi principali che si sono verificati durante il periodo di monitoraggio. Ogni grafico rappresenta un intervallo di 10 minuti.

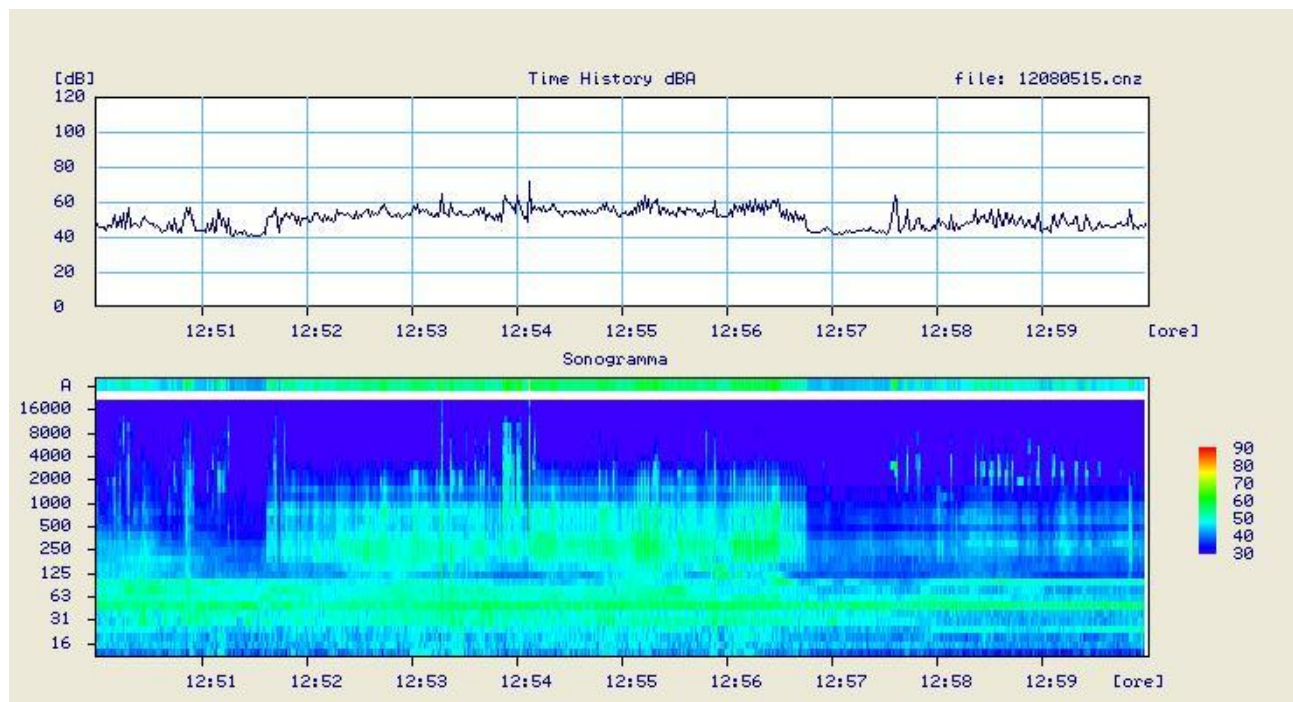


Figura 26: Profilo temporale e sonogramma rilevati nella postazione "ALBERONI-SIC3", estratto di 10 minuti. Spettro tipico della lavorazione della macchina perforatrice

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

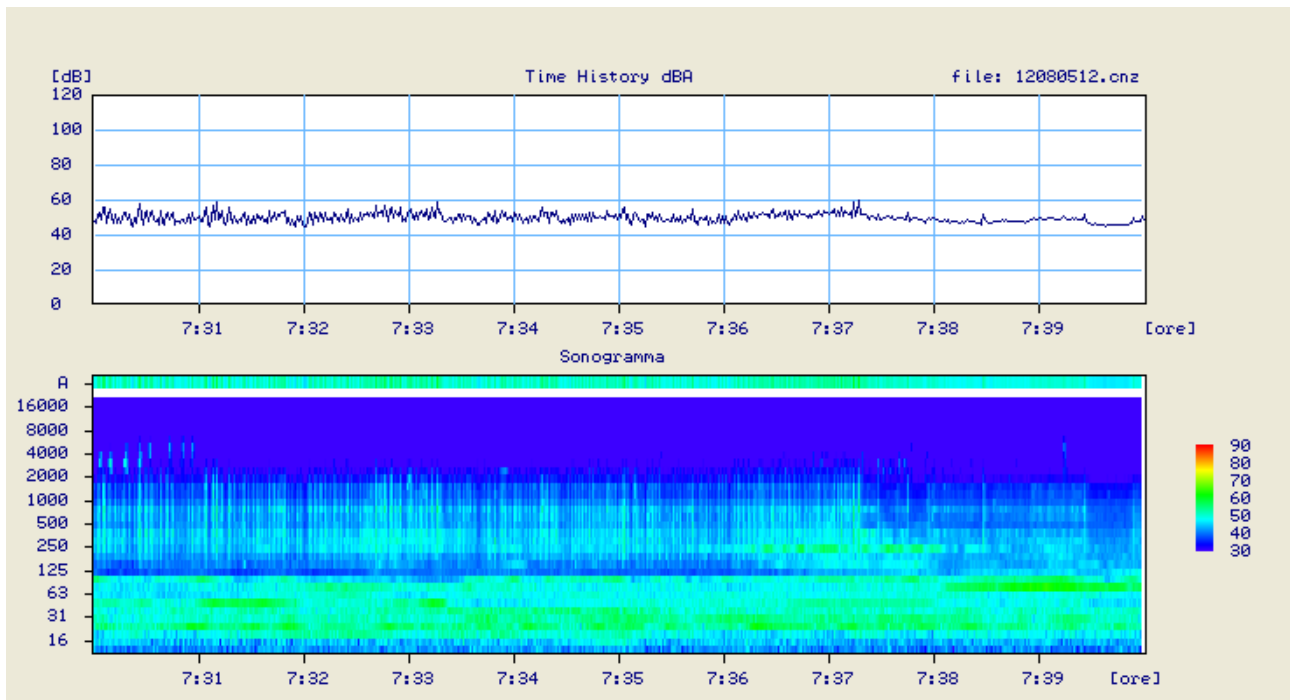


Figura 27: Profilo temporale e sonogramma rilevati nella postazione "ALBERONI-SIC3", estratto di 10 minuti. Lavorazioni di cantiere

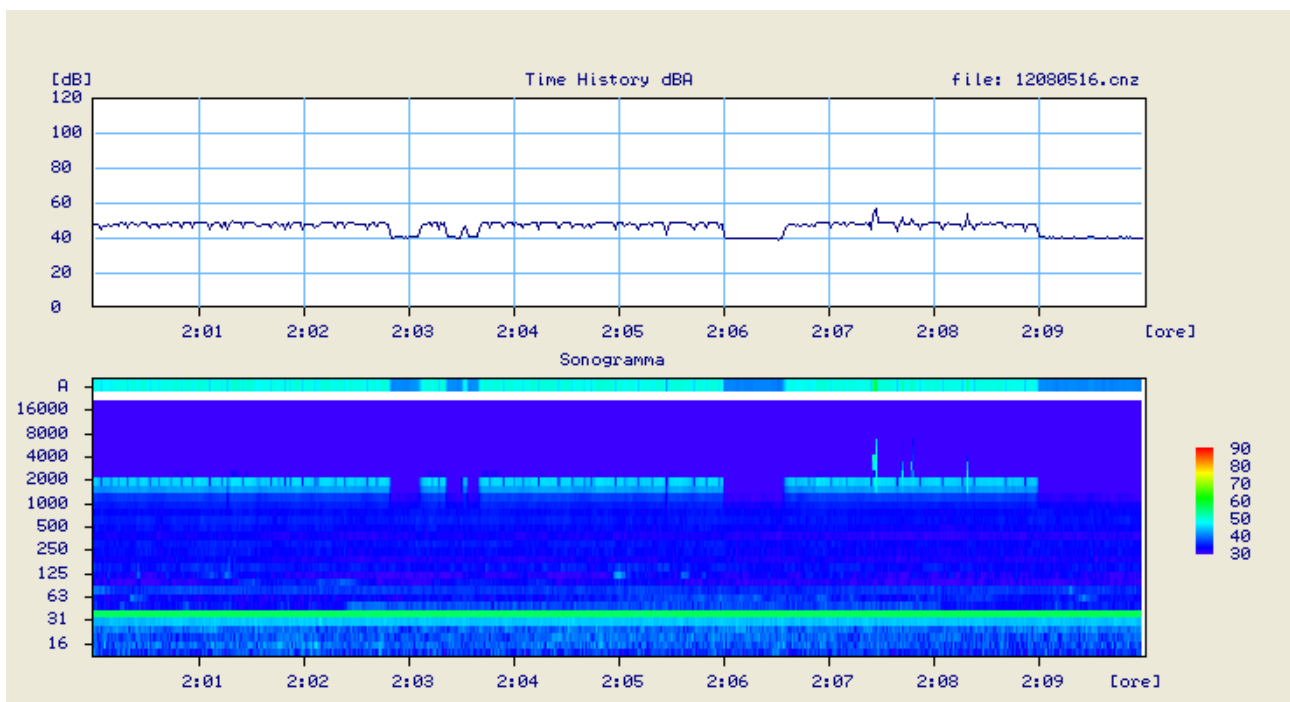


Figura 28: Profilo temporale e sonogramma rilevati nella postazione "ALBERONI-SIC3", estratto di 10 minuti. Si nota il presunto canto degli uccelli

5.6 Secondo periodo (dal 10 al 21 Luglio 2008): riepilogo dei livelli equivalenti dei periodi diurni e notturni

Il monitoraggio ha avuto una durata di circa 12 giorni, tuttavia, a causa di problemi di copertura del servizio GPRS da parte di tutti i gestori di telefonia mobile sono stati rilevati solamente dati parziali.

Tabella 9. Riepilogo del livello equivalente per i periodi Diurno e Notturno ottenuti nelle postazioni oggetto del monitoraggio

Data	Giorno della settimana	Leq [dB(A)] Periodo DIURNO (06:00 - 22:00)	Leq [dB(A)] Periodo NOTTURNO (22:00 - 06:00)	Segnalazioni
10/07/2008	Giovedì	--	--	Inizio del monitoraggio
11/07/2008	Venerdì	58.3	39.8	
12/07/2008	Sabato	--	--	
13/07/2008	Domenica	--	--	
14/07/2008	Lunedì	--	--	
15/07/2008	Martedì	57.9	--	
16/07/2008	Mercoledì	--	--	
17/07/2008	Giovedì	--	--	
18/07/2008	Venerdì	--	--	
19/07/2008	Sabato	--	--	
20/07/2008	Domenica	--	--	
21/07/2008	Lunedì	--	--	Conclusione del monitoraggio

5.7 Secondo periodo (dal 10 al 21 Luglio 2008): riassunto misurazioni, commenti e considerazioni

Durante il periodo del monitoraggio è stato possibile calcolare solamente 2 livelli equivalenti per il periodo diurno e 1 livello equivalente per il periodo notturno.

In tali giorni è stato registrato il superamento del limite di immissione diurno. Dall'osservazione dei profili temporali parziali degli altri giorni è plausibile ipotizzare che anche in altre giornate il livello di immissione diurno sia stato superato.

L'attività maggiormente rumorosa è risultata essere la trivellazione presso la spalla Nord. In occasione dei sopralluoghi è stato possibile osservare che la lavorazione si distingue di due fasi: la prima consiste nella rotazione del palo impressa dal lavoro della macchina trivellatrice, la seconda comporta il riempimento del palo con ghiaia, ad opera di una macchina di movimento terra. Inoltre è stato registrato il trasporto, ad opera di una seconda macchina di movimentazione terra, di ghiaia dalla piarda di Alberoni alla zona della trivellazione presso la spalla Nord.

Di seguito si inseriscono alcuni sonogrammi tipici di tali lavorazioni.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

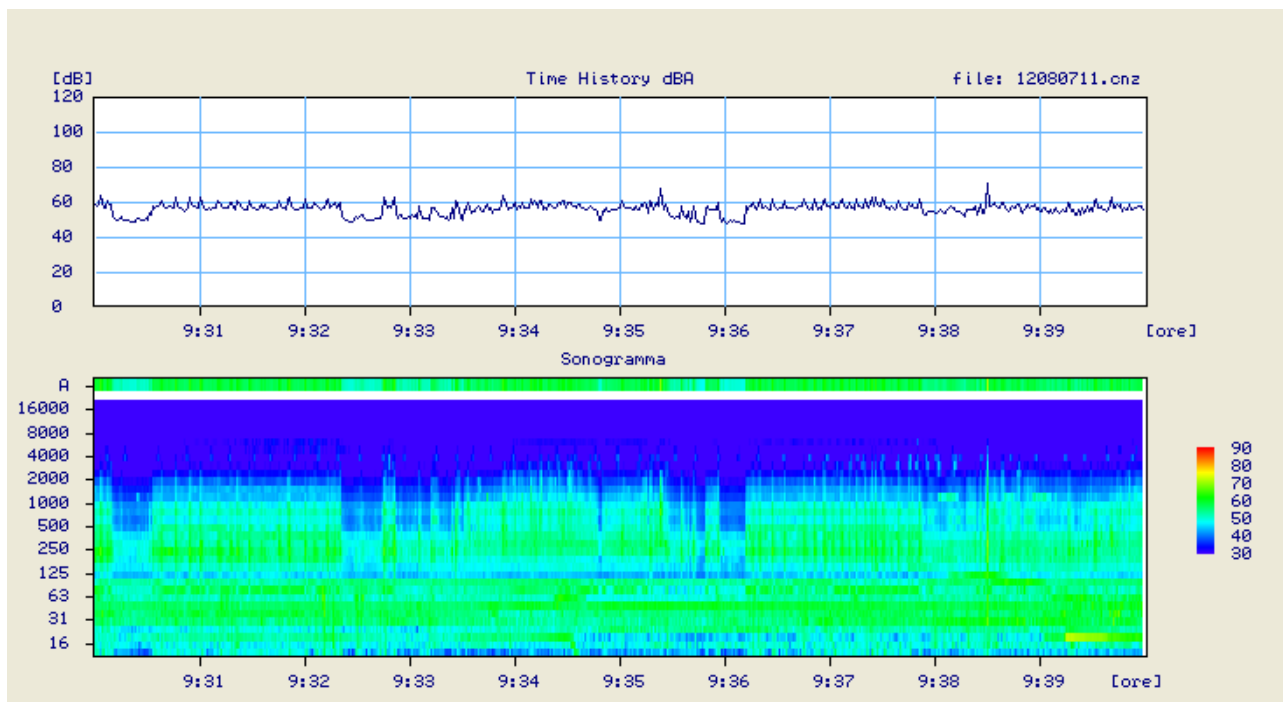


Figura 29: Profilo temporale e sonogramma rilevati nella postazione "ALBERONI-SIC3", estratto di 10 minuti. Fase lavorativa della macchina perforatrice

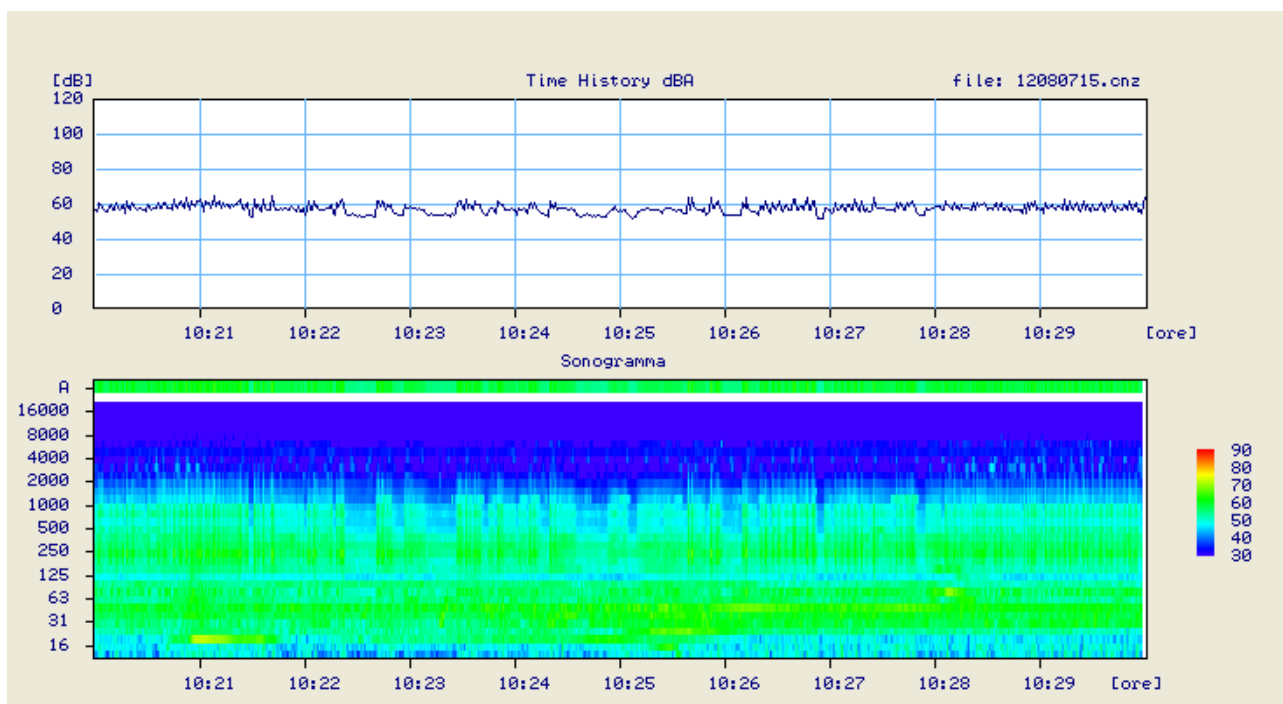


Figura 30: Profilo temporale e sonogramma rilevati nella postazione "ALBERONI-SIC3", estratto di 10 minuti. Fase lavorativa della macchina perforatrice rilevata

6 CARATTERIZZAZIONE DEL CLIMA ACUSTICO IN LOCALITÀ SAN PIETRO IN VOLTA PER IL PASSAGGIO DI AUTOBETONIERE A SERVIZIO DEL CANTIERE PRESSO LA BOCCA DI MALAMOCCO

6.1 Valori limite per il sito in esame

L'isola di Pellestrina è classificata acusticamente in parte come CLASSE I (aree particolarmente protette) e in parte come CLASSE III (aree di tipo misto): i limiti assoluti sono quelli riportati nella seguente Tabella.

Tabella 10: limiti assoluti previsti per l'area in esame

	CLASSE I		CLASSE III	
	Limite diurno Leq dB(A)	Limite notturno Leq dB(A)	Limite diurno Leq dB(A)	Limite notturno Leq dB(A)
Limite Immissione	50	40	60	50
Limite Emissione	45	35	55	45

6.2 Dislocamento delle postazioni di misura

Punti rilievo: PELL4S4 (WGS84 N 45° 19' 11.56" E 12° 19' 05.36")

(GAUSS BOAGA FUSO EST N 5092281.16 E 3299955.14)

La posizione utilizzata per questo monitoraggio di rumore presso la bocca di Malamocco è PELL4S4, riportata nella Figura seguente. La postazione si trova su un palo della rete elettrica a circa 20 m dalla strada Comunale dei Murazzi, in località San Pietro in Volta. Il microfono è posizionato ad una altezza di circa 4 m dal suolo.



Figura 31: Individuazione della postazione di misura PELL4S4



Figura 32: Foto della centralina di monitoraggio. Fasi del montaggio (a sinistra) e vista dal terrapieno a fianco della strada Comunale dei Murazzi (a destra). Foto scattate in data 10 Luglio 2008

6.3 Periodo di monitoraggio e descrizione delle lavorazioni

Il monitoraggio del rumore nella postazione di misura PELLES4 è stato effettuato nel periodo dal 10 al 21 luglio 2008.

Attività: Monitoraggio del passaggio di autobetoniere dall'impianto di betonaggio in località Porto Secco verso il cantiere del Mose, a Santa Maria del Mare.



Figura 33: Individuazione del tragitto delle autobetoniere



Figura 34: Passaggio di autobetoniere. A sinistra vista dalla strada, in direzione del cantiere (verso Nord), a destra in corrispondenza dalla posizione della centralina di monitoraggio in direzione dell'impianto di betonaggio (verso Sud). Foto scattate in data 10 Luglio 2008

6.4 Riepilogo dei livelli equivalenti dei periodi diurni e notturni

Nella Tabella seguente sono riportati i livelli equivalenti ottenuti per i periodi diurni (dalle 06:00 alle 22:00) e notturni (dalle 22:00 alle 06:00 del giorno seguente) nella postazione PELLES1 durante il monitoraggio in oggetto. La presenza di situazioni meteorologiche particolari o eventi particolari, relativi al solo periodo diurno, è indicata in forma sintetica nella colonna "segnalazioni" della stessa Tabella.

Tabella 11. Riepilogo del livello equivalente per i periodi Diurno e Notturno ottenuti nella postazione oggetto del monitoraggio

Data	Giorno della settimana	Leq [dB(A)] Periodo DIURNO (06:00 - 22:00)	Leq [dB(A)] Periodo NOTTURNO (22:00 - 06:00)	Segnalazioni
10/07/2008	Giovedì	--	46.8	Inizio del monitoraggio
11/07/2008	Venerdì	53.2	50.3	
12/07/2008	Sabato	52.7	53.3	
13/07/2008	Domenica	61.4	58.6	Eventi meteorologici: pioggia e temporale
14/07/2008	Lunedì	59.5	51.7	
15/07/2008	Martedì	52.8	49.3	
16/07/2008	Mercoledì	53.5	50.8	
17/07/2008	Giovedì	52.8	52.9	
18/07/2008	Venerdì	54.6	47.7	Eventi meteorologici: pioggia
19/07/2008	Sabato	50.8	51.9	
20/07/2008	Domenica	51.0	51.4	
21/07/2008	Lunedì	--	--	Fine del monitoraggio

6.5 Riassunto misurazioni, commenti e considerazioni

Il monitoraggio del periodo ha avuto una durata di 12 giorni (dalle ore 15:30 circa di giovedì 10 Luglio alle ore 11:00 circa di lunedì 21 Luglio 2008). In tale periodo sono stati rilevati 10 periodi diurni interi e 11 periodi notturni interi in cui la centralina non ha subito interruzioni.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

La centralina di monitoraggio è stata installata nel centro abitato di San Pietro in Volta, classificata acusticamente in CLASSE III: in questo caso il limite di immissione diurno è stato superato solamente nella giornata di Domenica 13 Luglio 2008, a causa di forte vento e temporali.

Nel territorio classificato come CLASSE I non sono state installate centraline di monitoraggio. Tuttavia i valori misurati dalla centralina di monitoraggio possono essere considerati validi anche per le zone classificate in classe I per le seguenti motivazioni:

- essendo la strada Comunale dei Murazzi pressoché rettilinea non vi sono importanti modifiche nella velocità di percorrenza, e quindi non vi sono importanti variazioni nell'emissione di rumore da parte delle autobetoniere;
- essendo la strada Comunale dei Murazzi l'unica strada che collega i due estremi dell'isola, è plausibile considerare che non vi siano variazioni importanti del flusso di traffico fra le zone classificate come CLASSE I e CLASSE III.

Per le zone classificate in classe I il limite di immissione diurno, considerando tutte le sorgenti presenti nell'area, i flussi preesistenti e le betoniere, è stato superato per tutte le giornate del monitoraggio.

Elaborando i dati misurati si è cercato di quantificare l'influenza del passaggio delle autobetoniere sul valore di immissione diurno:

- durante il monitoraggio sono transitate circa 285 betoniere dalla centrale di betonaggio all'entrata nel cantiere: considerando solo i giorni lavorativi possiamo supporre che ogni giorno sono passate 36 betoniere (al fine del calcolo si devono considerare 72 "eventi autobetoniere");
- tutti gli eventi misurati sono stati suddivisi in "eventi autobetoniere" ed "eventi traffico", questi ultimi dovuti al normale traffico stradale (variabili fra 350 e 500 nel periodo diurno);
- il rimanente rumore misurato è dovuto al rumore di fondo ed al rumore residuo presente nell'area del monitoraggio.

Dal calcolo è risultato che l'influenza del passaggio delle betoniere sul livello di immissione diurno è trascurabile, nell'ordine di circa 0,5 dB(A). Il superamento è quindi dovuto al normale traffico presente lungo la strada Comunale dei Murazzi ed al rumore residuo dell'area.

Tabella 12: riepilogo dell'influenza del passaggio della autobetoniere

Data	LAeq diurno. Stima contributo "eventi autobetoniere" dB(A)	LAeq diurno. Stima "eventi traffico escluse autobetoniere" dB(A)	LAeq diurno. Stima "rumore di fondo e residuo" dB(A)	LAeq diurno (misurato) dB(A)	LAeq diurno. Stima senza "eventi autobetoniere" dB(A)
11/07/08	43.6	50.0	49.3	53.2	52.7
14/07/08	43.5	58.9	50.4	59.5	59.4
15/07/08	43.2	49.5	49.0	52.8	52.3
16/07/08	43.2	49.5	50.6	53.5	53.1
17/07/08	42.9	49.0	49.6	52.8	52.3
18/07/08	43.1	51.1	51.4	54.6	54.3

7 CARATTERIZZAZIONE DEL CLIMA ACUSTICO DURANTE LE FASI DI LAVORAZIONE DI CANTIERE NELLA LOCALITÀ CA' ROMAN

7.1 Valori limite per il sito in esame

Nell'area dell'Oasi di Ca' Roman, classificata acusticamente come CLASSE I (aree particolarmente protette), i limiti assoluti sono quelli riportati nella Tabella seguente.

Tabella 13: limiti assoluti previsti per l'area in esame

CLASSE I	Limite diurno Leq dB(A)	Limite notturno Leq dB(A)
Limite Immissione	50	40
Limite Emissione	45	35

7.2 Dislocamento delle postazioni di misura

Punti rilievo: CAROMA1 (WGS84 N 45° 14' 08.7" E 12° 17' 37.2")

(GAUSS BOAGA FUSO EST: N 5012725.291, E 2307581.780)

La postazione CAROMA1, riportata nella figura seguente, si trova su un albero all'interno dell'oasi di Ca' Roman, con il microfono posto ad una altezza di circa 4.5 m dal suolo e di 7.4 m sul livello medio del mare. Il terreno, nella postazione di misura, risulta rialzato di qualche metro rispetto al livello del terreno nell'area di cantiere.

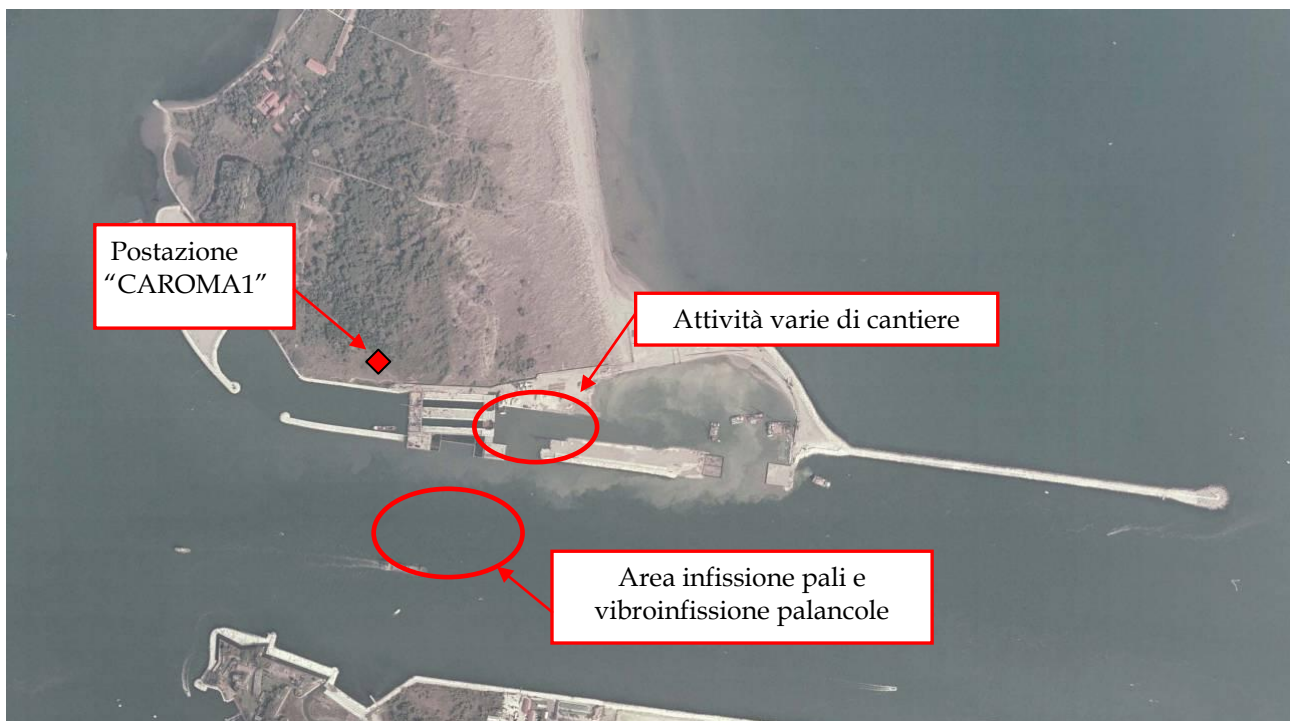


Figura 35: Individuazione della postazione di misura CAROMA1 e delle zone in cui è presente attività di cantiere



Figura 36: Immagini della centralina di monitoraggio nella postazione "CAROMA1". Foto scattate in data 11/06/08 (sinistra) e in data 17/04/09 (destra)

7.3 Periodo di monitoraggio e descrizione delle lavorazioni

Il monitoraggio del rumore nell'oasi di Ca' Roman, è stato effettuato in quattro diversi periodi:

Primo periodo: dal 11 al 19 giugno 2008.

Attività: lavorazioni varie di cantiere, dragaggio presso la spalla Sud con parziale conferimento di materiale in area Nord, infissione di palancole e battitura di pali di consolidamento sul lato Nord del canale.

Secondo periodo: dal 10 al 19 luglio 2008.

Attività: lavorazioni varie di cantiere, dragaggio presso la spalla Sud con parziale conferimento di materiale in area Nord, infissione di palancole sul lato Nord del canale.

Terzo periodo: dal 29 agosto al 21 settembre 2008.

Attività: principalmente attività di battitura pali sul lato Nord della bocca e, in maniera più ridotta, altre lavorazioni meno rumorose.

Quarto periodo: dal 17 aprile al 01 maggio 2009.

Attività: principalmente attività di battitura pali sul lato Nord della bocca e, in maniera più ridotta, altre lavorazioni meno rumorose.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

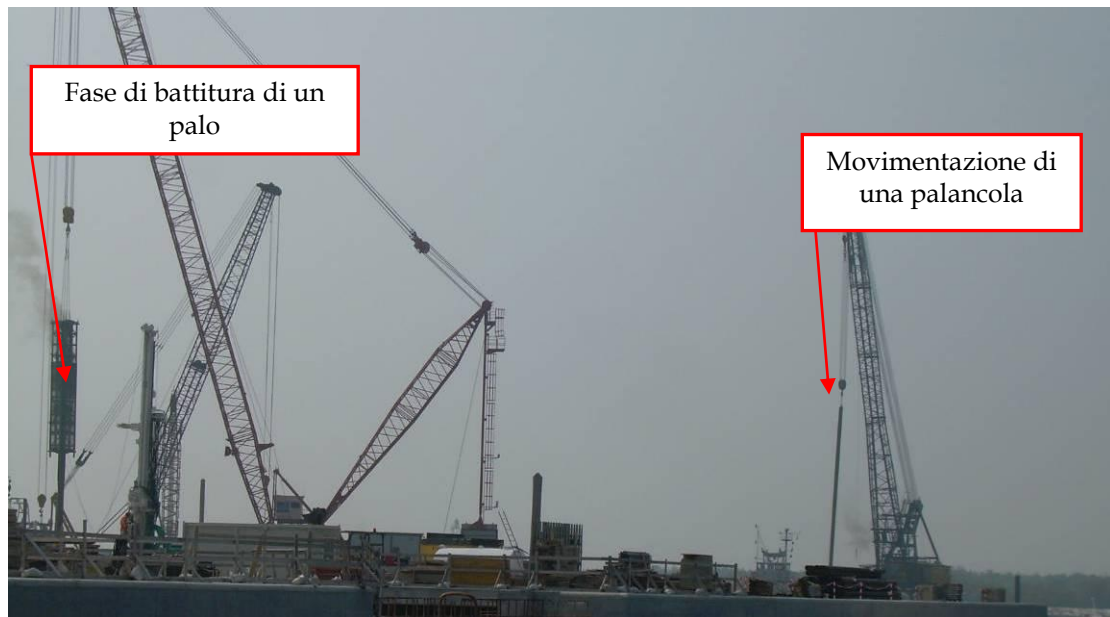


Figura 37: Attività lavorative presso la bocca di Chioggia a Ca' Roman. Foto scattata in data 11 Giugno 2008



Figura 38: Immagini della macchina per la battitura pali (a sinistra ed in centro) e particolare della chiusura fonoisolante attorno all'area di azione del battipalo (a destra); foto scattate in data 11 Giugno 2008



Figura 39: Foto della macchina battipalo priva di schermatura acustica, scattata il 29 agosto 2008 (a sinistra) e della macchina battipalo con schermatura acustica, scattata il 23 settembre 2008 (a destra)

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI



Figura 40: Foto del battipalo da due lati opposti con schermatura modificata. Foto scattate in data 17 Aprile 2009 (a sinistra) e 24 aprile 2009 (a destra)



Figura 41: Foto del battipalo da due lati opposti con schermatura modificata. Foto scattate in data 17 Aprile 2009 (a sinistra) e 24 aprile 2009 (a destra)

7.4 Primo periodo (dal 11 al 19 giugno 2008): riepilogo dei livelli equivalenti dei periodi diurni e notturni

Nella Tabella seguente sono riportati i livelli equivalenti ottenuti per i periodi diurni (dalle 06:00 alle 22:00) e notturni (dalle 22:00 alle 06:00 del giorno seguente) nella postazione CAROMA1 durante il monitoraggio in oggetto. La presenza di situazioni meteorologiche particolari è indicata in forma sintetica nella colonna “segnalazioni”.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Tabella 14. Riepilogo del livello equivalente per i periodi Diurno e Notturno ottenuti nella postazione oggetto del monitoraggio

Data	Giorno della settimana	Leq [dB(A)] Periodo DIURNO (06:00 - 22:00)	Leq [dB(A)] Periodo NOTTURNO (22:00 - 06:00)	Segnalazioni
11/06/2008	Mercoledì	--	51.6	Inizio del monitoraggio. Battitura pali.
12/06/2008	Giovedì	59.3	44.6	Battitura pali.
13/06/2008	Venerdì	57.2	52.1	Eventi atmosferici: pioggia e vento forte dalle ore 14:20 circa. Battitura pali.
14/06/2008	Sabato	54.8	43.4	Eventi atmosferici: pioggia e vento
15/06/2008	Domenica	45.3	39.1	
16/06/2008	Lunedì	52.5	43.4	
17/06/2008	Martedì	56.1	51.7	Eventi atmosferici a partire dalle ore 19:00 circa
18/06/2008	Mercoledì	52.6	42.7	
19/06/2008	Giovedì	54.6	--	Conclusione del monitoraggio

7.5 Primo periodo (dal 11 al 19 giugno 2008): riassunto misurazioni, commenti e considerazioni

Il monitoraggio del primo periodo ha avuto una durata di 9 giorni (dalle ore 10:30 circa di mercoledì 11 Giugno alle ore 19:20 circa di giovedì 19 Giugno 2008). In tale periodo sono stati rilevati 7 periodi diurni interi e 8 periodi notturni interi, in cui la centralina non ha subito interruzioni.

Le fasi lavorative maggiormente rumorose sono state la battitura pali e la vibroinfissione di palancole presso il lato Nord del canale e la lavorazione di dragaggio presso la spalla Sud. Come si può notare dalla seguente Tabella, in seguito alla battitura di pali il livello risulta essere di circa 3÷6 dB(A) superiore al livello dovuto alle normali attività di cantiere.

Tabella 15: livelli di immissione nel periodo diurno e numero pali battuti

Data	Leq diurno dB(A)	n. pali
11 Giugno 2008 mercoledì	--	4
12 Giugno 2008 giovedì	59.3	4
13 Giugno 2008 venerdì	57.2	1
16 Giugno 2008 lunedì	52.5	0
17 Giugno 2008 martedì	56.1	0
18 Giugno 2008 mercoledì	52.6	0
19 Giugno 2008 giovedì	54.6	0

Tali attività hanno comportato il superamento del limite di immissione diurno per le giornate del 12, 16, 17, 18 e 19 Giugno. Il limite è stato superato anche nelle giornate del 13 e 14 Giugno a causa della presenza di eventi meteorologici.

Di seguito si inseriscono alcuni sonogrammi tipici delle lavorazioni rilevate.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

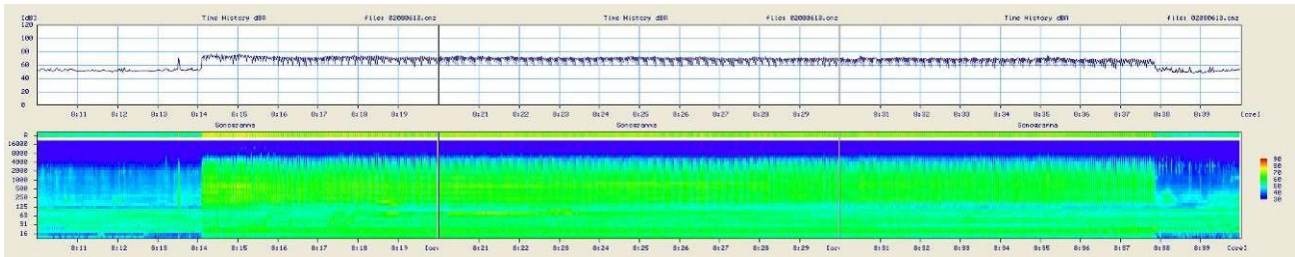


Figura 42: Profilo temporale e sonogramma rilevati nella postazione “CAROMA1”, estratto di 30 minuti.
Fase completa di battitura di un palo della durata media di circa 20 minuti

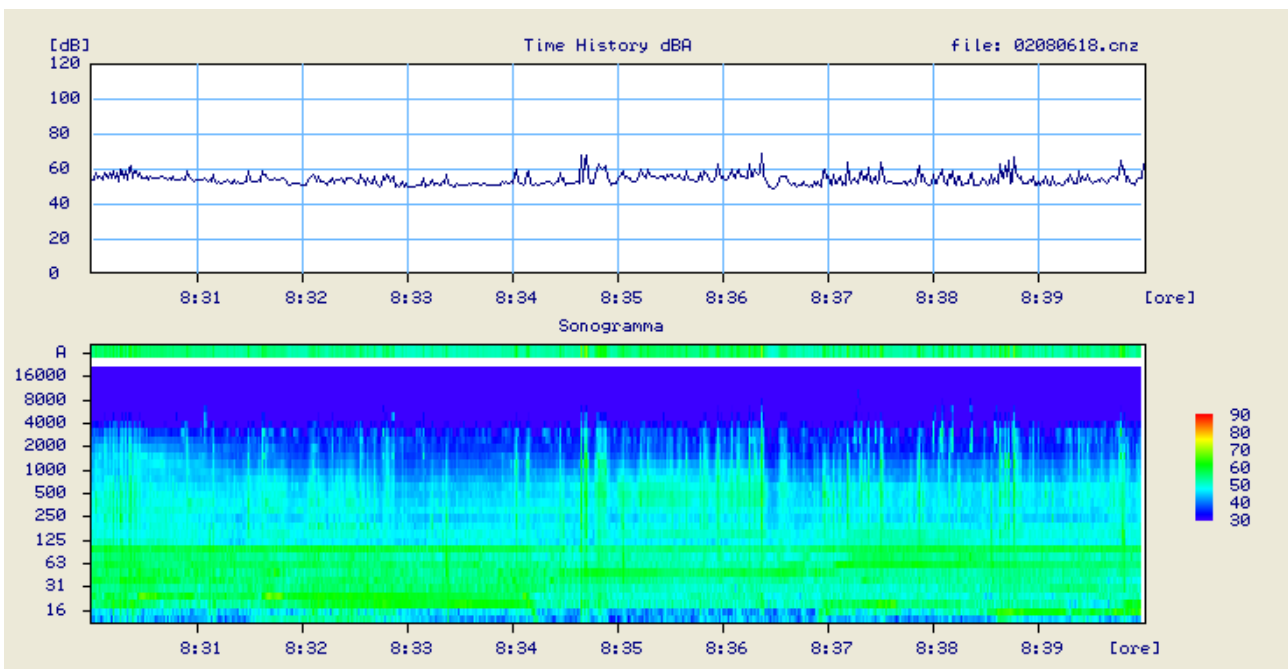


Figura 43: Profilo temporale e sonogramma rilevati nella postazione “CAROMA1”, estratto di 10 minuti.
Spettro tipico della lavorazione della piattaforma a ragno

7.6 Secondo periodo (dal 10 al 19 Luglio 2008): riepilogo dei livelli equivalenti dei periodi diurni e notturni

Nella Tabella seguente sono riportati i livelli equivalenti ottenuti per i periodi diurni (dalle 06:00 alle 22:00) e notturni (dalle 22:00 alle 06:00 del giorno seguente) nella postazione CAROMA1 durante il monitoraggio in oggetto. La presenza di situazioni meteorologiche particolari è indicata in forma sintetica nella colonna “segnalazioni”.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

Tabella 16. Riepilogo del livello equivalente per i periodi Diurno e Notturno ottenuti nella postazione oggetto del monitoraggio

Data	Giorno della settimana	Leq [dB(A)] Periodo DIURNO (06:00 - 22:00)	Leq [dB(A)] Periodo NOTTURNO (22:00 - 06:00)	Segnalazioni
10/07/2008	Giovedì	--	42.0	Inizio del monitoraggio
11/07/2008	Venerdì	50.9	42.6	
12/07/2008	Sabato	45.5	43.6	
13/07/2008	Domenica	57.5	56.6	Eventi meteorologici: pioggia e temporale
14/07/2008	Lunedì	49.2	43.3	
15/07/2008	Martedì	50.2	44.8	
16/07/2008	Mercoledì	50.2	43.2	
17/07/2008	Giovedì	51.9	50.9	
18/07/2008	Venerdì	48.1	40.4	Eventi meteorologici: pioggia
19/07/2008	Sabato	--	--	Conclusione del monitoraggio

7.7 Secondo periodo (dal 10 al 19 Luglio 2008): riassunto misurazioni, commenti e considerazioni

Il monitoraggio del periodo ha avuto una durata di 10 giorni (dalle ore 17:10 circa di giovedì 10 Luglio alle ore 17:10 circa di sabato 19 Luglio 2008). In tale periodo sono stati rilevati 8 periodi diurni interi e 9 periodi notturni interi, in cui la centralina ha subito un'interruzione della durata di circa 2 ore nella giornata di Domenica 13 Luglio.

I livelli rilevati durante il periodo del monitoraggio evidenziano la presenza di lavorazioni non particolarmente rumorose. Il limite di immissione diurno è stato superato nelle giornate dell'11, 13, 15, 16 e 17 Luglio, tuttavia la causa non è esclusivamente imputabile alle lavorazioni del cantiere del MOSE.

Si segnala inoltre la presenza di rumori notturni che sembrano generati da insetti situati in prossimità della centralina di monitoraggio. In generale sono caratterizzati da una singola componente spettrale alla frequenza di circa 10000 Hz.

Di seguito si inseriscono alcuni sonogrammi relativi alle lavorazioni registrate.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

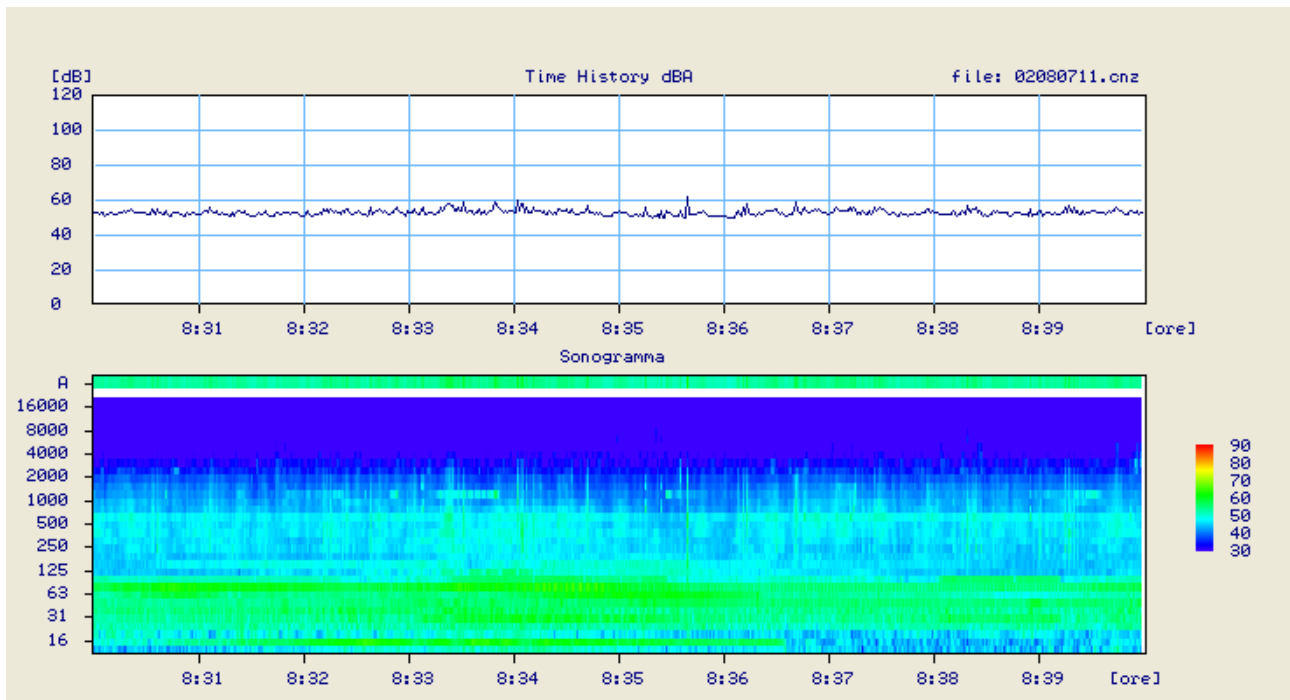


Figura 44: Profilo temporale e sonogramma rilevati nella postazione "CAROMA1", estratto di 10 minuti.
Lavorazioni non particolarmente rumorose

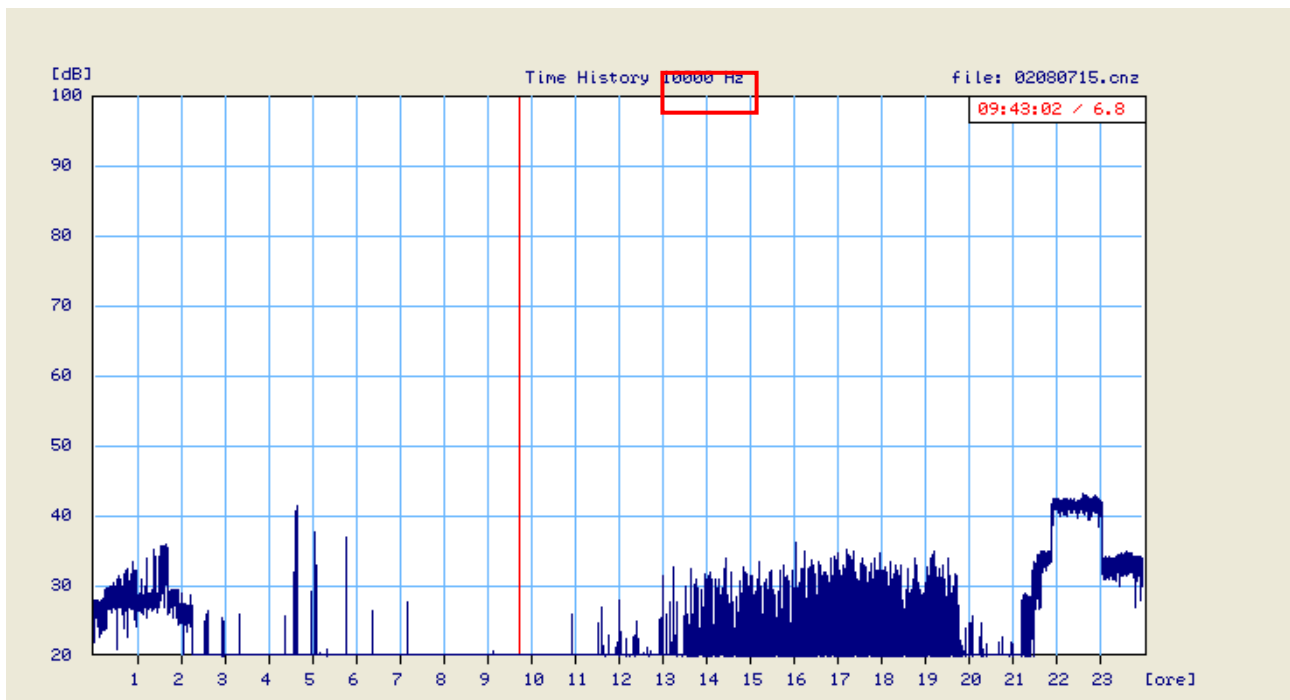


Figura 45: Profilo temporale rilevato nella postazione "CAROMA1" in data 15 luglio 2008. Evidenziando la frequenza di 10000 Hz, si nota come tale rumore sia presente generalmente durante il periodo notturno

7.8 Terzo periodo (dal 29 agosto al 21 settembre 2008): riepilogo dei livelli equivalenti dei periodi diurni e notturni

Nella Tabella seguente sono riportati i livelli equivalenti ottenuti per i periodi diurni (dalle 06:00 alle 22:00) e notturni (dalle 22:00 alle 06:00 del giorno seguente) nella postazione "CAROMA1" durante il monitoraggio in oggetto. La presenza di eventi o situazioni particolari è indicata in forma sintetica nella colonna "segnalazioni".

Tabella 17. Riepilogo del livello equivalente per i periodi Diurno e Notturno ottenuti nelle postazioni oggetto del monitoraggio

Data	Giorno della settimana	Leq [dB(A)] Periodo DIURNO (06:00 - 22:00)	Leq [dB(A)] Periodo NOTTURNO (22:00 - 06:00)	Segnalazioni
29/08/2008	Venerdì	--	50.4	Inizio del monitoraggio. Battitura di n. 6 pali
30/08/2008	Sabato	58.4	50.9	Battitura di n. 1 pali
31/08/2008	Domenica	46.1	50.6	
01/09/2008	Lunedì	65.3	48.2	Battitura di n. 6 pali
02/09/2008	Martedì	65.0	50.1	Battitura di n. 7 pali
03/09/2008	Mercoledì	59.5	50.1	Battitura di n. 1 pali
04/09/2008	Giovedì	52.2	50.7	
05/09/2008	Venerdì	56.2	50.4	Battitura di n. 1 pali
06/09/2008	Sabato	46.3	49.1	
07/09/2008	Domenica	45.9	48.2	
08/09/2008	Lunedì	51.9	45.2	
09/09/2008	Martedì	60.9	46.0	Battitura di n. 7 pali
10/09/2008	Mercoledì	59.8	47.0	Battitura di n. 5 pali
11/09/2008	Giovedì	60.2	46.4	Battitura di n. 6 pali
12/09/2008	Venerdì	60.6	45.9	Battitura di n. 5 pali
13/09/2008	Sabato	64.7	58.8	Battitura di n. 1 pali. Eventi meteo: pioggia intensa nel pomeriggio
14/09/2008	Domenica	59.9	55.2	Eventi meteorologici: pioggia intensa
15/09/2008	Lunedì	53.5	40.4	Battitura di n. 1 pali
16/09/2008	Martedì	60.7	49.0	Battitura di n. 6 pali
17/09/2008	Mercoledì	59.8	43.6	Battitura di n. 7 pali
18/09/2008	Giovedì	56.3	44.8	Battitura di n. 4 pali
19/09/2008	Venerdì	49.0	45.5	
20/09/2008	Sabato	48.0	40.0	
21/09/2008	Domenica	46.6	--	Conclusione del monitoraggio

Nella tabella sono stati evidenziati i periodi diurni in cui si è verificato un superamento dei limiti di legge determinato esclusivamente dalle attività di cantiere ed in particolare dalla battitura pali. Si può osservare con il livello medio del periodo diurno arrivi frequentemente a valori anche superiori a 60 dB(A) con superamenti dei limiti di legge di oltre 10 dB(A).

7.9 Terzo periodo (dal 29 agosto al 21 settembre 2008): riassunto misurazioni, commenti e considerazioni

Il monitoraggio ha avuto lo scopo principale di valutare la rumorosità della battitura pali e l'efficacia della schermatura acustica, fonoassorbente e fonoisolante, installata mentre era in corso il monitoraggio. Poiché lo scopo del monitoraggio è stato anche quello di valutare l'efficacia degli interventi non sono stati inviati rapporti di anomalia. Durante il monitoraggio si sono verificati frequenti superamenti dei limiti di legge, in particolare nelle giornate in cui veniva eseguita la battitura pali, con valori dei livelli sonori particolarmente elevati.

Durante il periodo del monitoraggio si sono verificate 3 diverse condizioni acustiche per il sistema di battitura pali:

- dal 29/08/08, data di inizio del monitoraggio, al 03/09/08 il dispositivo di battitura pali non presentava nessuna schermatura acustica. In questa condizione sono stati battuti 15 pali.
- dal 05/09/08 alla mattina del 16/09/08 il dispositivo di battitura pali era stato dotato di una schermatura acustica. In questa condizione sono stati battuti 29 pali.
- dal pomeriggio del 16/09/08 alla fine del monitoraggio, 21/09/08 la piattaforma con il dispositivo di battitura pali è stata spostata dalla posizione iniziale. Nel sopralluogo del 23 settembre è stata inoltre rilevata la mancanza dello sportello di chiusura dell'apertura utilizzata per la manutenzione dell'apparecchiatura. In questa condizione sono stati battuti 13 pali.

7.10 Terzo periodo (dal 29 agosto al 21 settembre 2008): valutazione dell'efficacia degli schermi acustici del dispositivo di battitura pali

Durante i tre diversi periodi del monitoraggio, e precisamente in data 29/08/08, 11/09/08 e 23/09/08, sono state eseguite anche delle misurazioni brevi a diverse distanze dalla macchina battipali, finalizzate ad una migliore valutazione dell'efficacia delle schermature. Infatti nelle misure del 29 agosto non era presente nessuna schermatura acustica sulla macchina battipalo mentre nelle misure del 11 e 23 settembre la schermatura era presente. Inoltre le condizioni di misura per queste ultime due giornate è differente, in quanto il 23 settembre la macchina battipalo era spostata di circa 60 m rispetto alla posizione precedente e la schermatura aveva il foro di accesso alla manutenzione privo dello sportello di chiusura.

Per le misure brevi effettuate in data 29 Agosto e 11 Settembre 2008 sono state utilizzate 3 postazioni di misura, denominate come segue:

- Postazione A corrisponde alla centralina di misura con acquisizione dati in tempo reale all'interno dell'Oasi di Ca' Roman (CAROMA1);
- Postazione B situata in corrispondenza della barriera fonoassorbente, sul lato della sorgente;
- Postazione C situata in corrispondenza della macchina battipalo, sulla spalla del lato Nord.

Le coordinate dei punti di misura e le distanze dalla sorgente, identificata nella macchina battipalo, sono riportate nella tabella seguente.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Tabella 18: coordinate delle postazioni di misura e distanza dalla sorgente

Postazione di misura	Coordinatede WGS84	Coordinate Gauss Boaga Fuso Est	Distanza dalla sorgente
Postazione A	45° 14' 08.6" 12° 17' 37.0"	N 5012721.34 E 2307578.15	210 m
Postazione B	45° 14' 05.3" 12° 17' 37.7"	N 5012617.88 E 2307588.49	110 m
Postazione C	45° 14' 01.9" 12° 17' 39.8"	N 5012512.94 E 2307631.69	25 m



Figura 46: Individuazione delle posizioni di misura "Postazione A", "Postazione B", "Postazione C" e della zona in cui è presente la battitura dei pali

Nella tabella seguente sono riportati i principali risultati ottenuti con le misure brevi. Essendo il confronto basato soltanto su una battitura pali rilevata per ciascuno dei tre giorni di misura, i risultati sono da considerare a titolo indicativo. Tra le misure del 29 agosto e quelle del 11 settembre, a parità di distanza, la riduzione del livello equivalente nell'intervallo di battitura risulta piuttosto elevata (tra 6 e 9 dB(A) rispettivamente per le postazioni A e B). Lo stesso effetto della schermatura non si osserva invece confrontando le misure eseguite nelle 3 giornate alla distanza di 110 m, in particolare tra le misure del 11 settembre e quelle del 23 settembre risulta un notevole peggioramento. Queste differenze si possono ricondurre sia alla variabilità delle singole battiture che alla mancanza, durante le misurazioni del 23 settembre, dello sportello di chiusura dell'apertura utilizzata per la manutenzione.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

Tabella 19: riassunto dei livelli misurati

Postazione di misura	Data misura	Ora inizio misura	Ora termine misura	Durata misura (min)	LAeq dB(A)	Distanza sorgente (m)
Postazione A	29/08/08	11:19:35	11:43:41	24:07	75.9	210
Postazione B	29/08/08	11:25:08	11:43:40	18:22	80.0	110
Postazione C	29/08/08	11:30:31	11:43:31	13:10	96.1	25
Postazione A	11/09/08	15:59:36	16:18:04	18:28	69.1	210
Postazione B	11/09/08	15:59:36	16:18:04	18:28	71.0	110
Postazione A (2)	23/09/08	15:45:41	16:08:39	22:58	66.7	270
Postazione B (2)	23/09/08	15:45:41	16:08:43	23:02	69.1	170
Postazione B'	23/09/08	15:45:38	16:08:43	23:05	78.2	110

(2) La distanza dalla sorgente è maggiore rispetto alle altre giornate di misura di circa 60 m.

Da un confronto in frequenza sulle misure brevi eseguite il 29 agosto e l'11 settembre, è inoltre risultato che la copertura fonoassorbente ha un'efficacia molto ridotta alle basse frequenze e via via maggiore verso le alte frequenze.

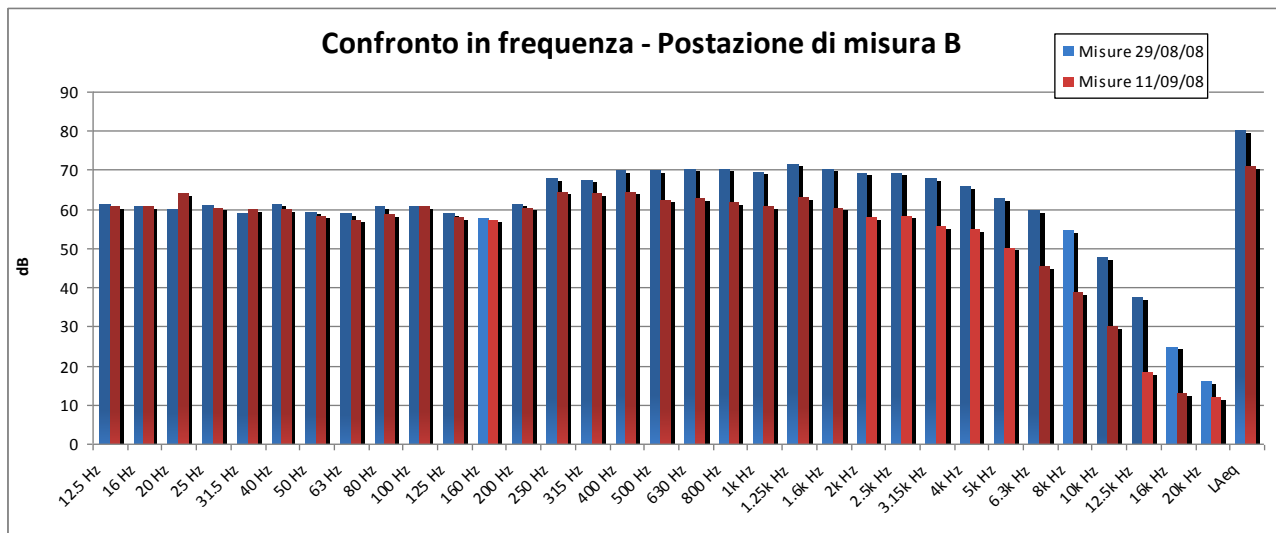


Figura 47: Confronto in frequenza dei livelli misurati nella Postazione B

Allo scopo di caratterizzare in maniera più dettagliata la battitura di pali, alcune delle registrazioni sono state eseguite con acquisizione del segnale audio. I segnali registrati sono stati elaborati in modo da ottenere uno spettrogramma. Attraverso la visualizzazione dello spettrogramma e il riascolto dei file audio è possibile eseguire una analisi qualitativa delle componenti in frequenza e delle varie fasi del monitoraggio. A titolo di confronto si riportano due eventi registrati nella postazione B, alla distanza di 110 m dal battipalo, prima (29 agosto 2008) e dopo (11 settembre 2008) l'installazione dell'involucro schermante.

L'acquisizione di dati audio è stata effettuata mediante l'utilizzo di strumentazione preventivamente verificata e tarata presso il Laboratorio di Acustica del Dipartimento di Ingegneria. Lo strumento utilizzato è un fonometro analizzatore di spettro in bande di terzi d'ottava Brüel & Kjær modello 2250 con campionamento al secondo e acquisizione audio con frequenza di campionamento tale da ottenere le caratteristiche spettrali del rumore fino alla frequenza di 10 kHz.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

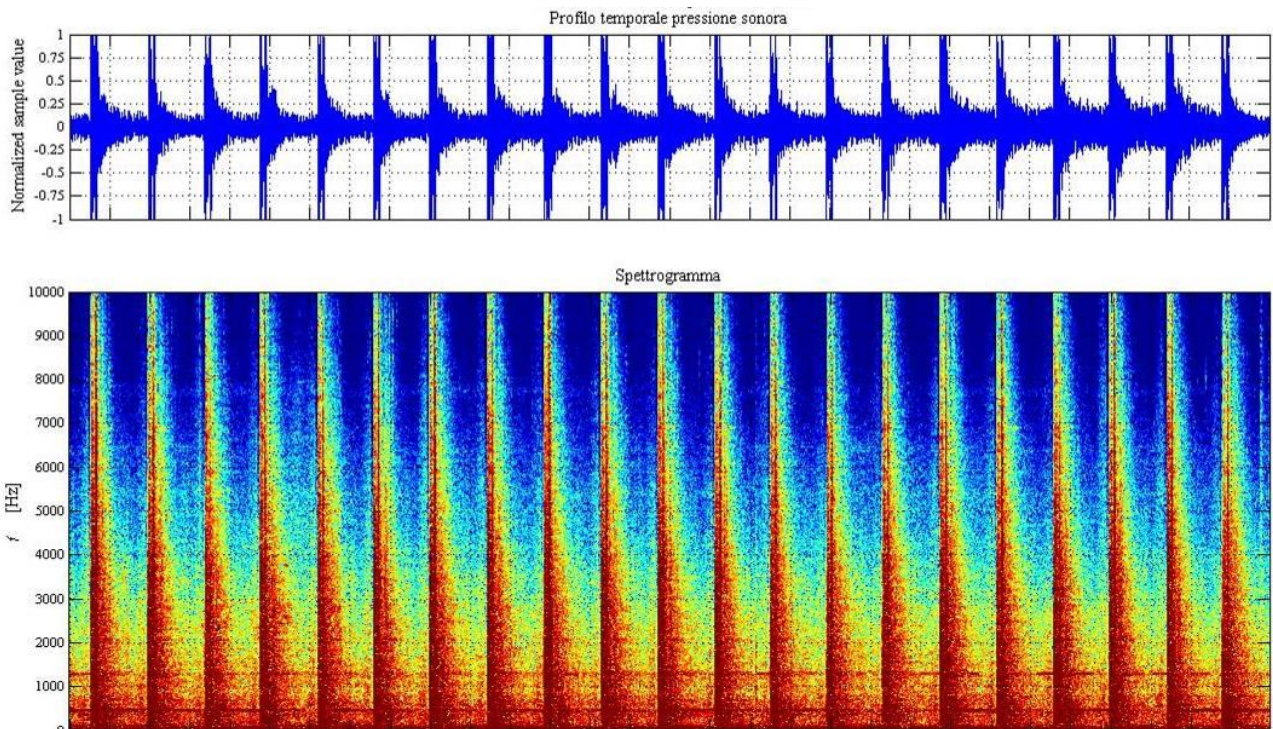


Figura 48: Spettrogramma relativo alla fase di battitura di pali della durata di 30 secondi, registrato in data 29/08/08 in corrispondenza barriera acustica ("Postazione B"), ad una distanza di 110 m circa dalla sorgente, prima dell'installazione della schermatura. File audio "2008-08-29_30s_110m.wav"

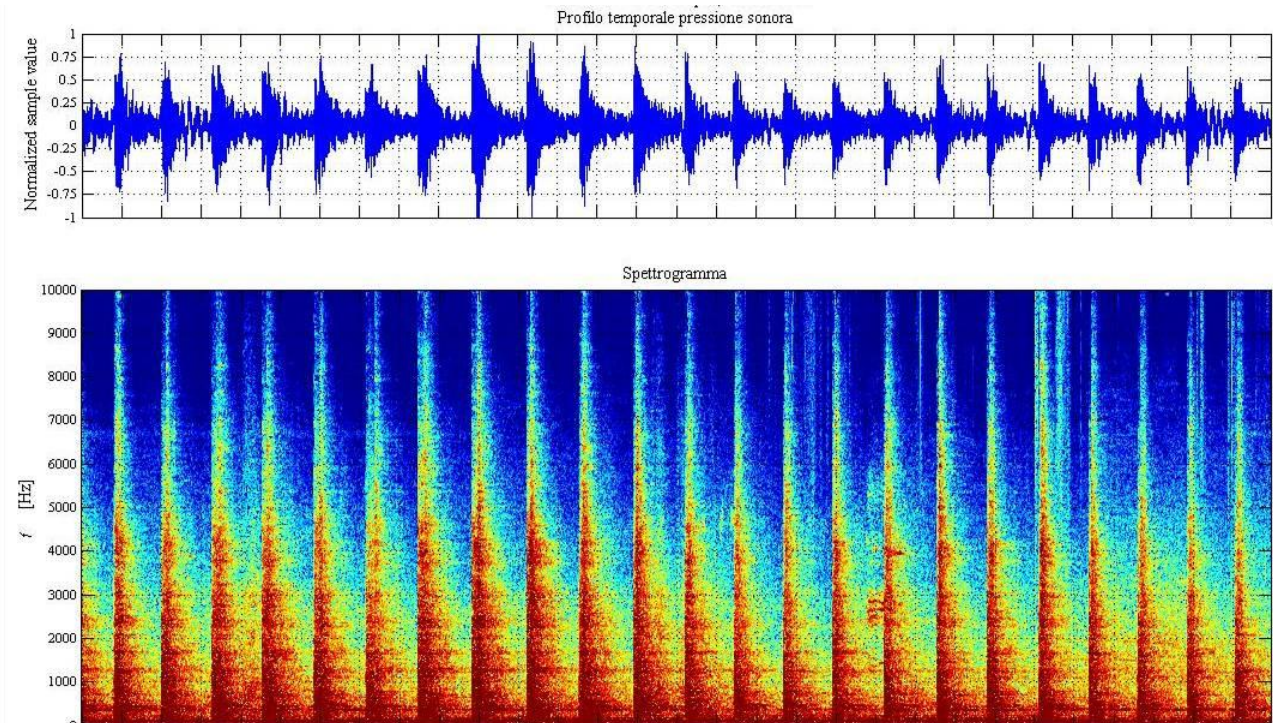


Figura 49: Spettrogramma relativo alla fase di battitura di pali della durata di 30 secondi, registrato in data 11/09/08 in corrispondenza barriera acustica ("Postazione B"), ad una distanza di 110 m circa dalla sorgente, dopo l'installazione della schermatura. File audio "2008-09-11_30s_110m.wav"

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

Infine è stata valutata l'influenza della battitura pali sui livelli equivalenti dei periodi diurni. Dalla tabella seguente si può notare che l'attuale schermatura ha permesso di ridurre la rumorosità della battitura pali mediamente di 5 dB(A). I valori del livello di immissione diurno sono tuttavia ancora superiori ai valori di legge di circa 10 dB(A).

Tabella 20: riassunto delle elaborazioni

	Periodo di riferimento	Livello
Livello di immissione diurno in assenza di lavorazioni	Diurno (16 h)	45-46 dB(A)
Livello di immissione diurno con normali attività di cantiere	Diurno (16 h)	51-52 dB(A)
Livello equivalente durante la battitura di un singolo palo, con la sorgente nel recesso di spalla	Evento (18-28 minuti)	75-76 dB(A)
Livello di immissione diurno con la battitura di un singolo palo, con la sorgente nel recesso di spalla	Diurno (16 h)	58-59 dB(A)
Livello di immissione diurno con la battitura di 6 pali, con la sorgente nel recesso di spalla	Diurno (16 h)	65-66 dB(A)
Livello di immissione diurno con la battitura di 6 pali, con la sorgente nel recesso di spalla, con schermatura attuale	Diurno (16 h)	60-61 dB(A)

In conclusione, dai risultati delle misurazioni e delle valutazioni risulta che la schermatura attualmente realizzata è ancora insufficiente per mantenere i livelli medi diurni a valori prossimi al limite di legge.

Considerando che la posizione del dispositivo di battitura pali varierà nel tempo, si può ipotizzare una riduzione del livello di immissione all'aumentare della distanza che sarà di circa 5 dB(A) quando la sorgente si troverà al centro della Bocca di Chioggia. In queste circostanze, per avere un livello sonoro accettabile all'interno dell'Oasi di Ca' Roman, sarà necessario migliorare l'efficienza della schermatura acustica in modo da ottenere una ulteriore riduzione del livello sonoro di almeno 5-6 dB(A).

Ulteriori considerazioni si possono effettuare in base al sopralluogo eseguito in data 24 Ottobre 2008, che ha permesso di visionare da vicino il sistema di battitura pali. Di seguito si riportano alcuni particolari del sistema di battitura pali. Si può osservare come il sistema sia particolarmente complesso e le esigenze di visibilità e di accesso per manutenzione siano indispensabili. Si ritiene tuttavia che il sistema di schermatura possa essere ulteriormente ottimizzato.

Per ottenere questa ulteriore riduzione del livello sonoro sarà necessario aumentare l'estensione della schermatura anche alle parti ancora libere, magari su 3 dei 4 lati, scegliendo quelli rivolti verso le aree più esposte. Si potranno inserire in maniera oculata alcune superfici trasparenti che permettano di mantenere il controllo visivo per la sicurezza. Si dovrà adottare un sistema di chiusura delle aperture utilizzate per manutenzione stabile nel tempo onde evitare che il sistema di battitura venga utilizzato senza gli sportelli di chiusura di queste aperture, compromettendo parzialmente la sua efficacia. Si dovrà migliorare lo smorzamento e l'isolamento acustico dei pannelli esistenti, con materiali adeguati ed idonee nervature, fissate in maniera adeguata all'involucro esterno.

Essendo il dispositivo di battitura pali estremamente complesso e considerando i problemi di sicurezza che interventi troppo invasivi potrebbero determinare, si ritiene utile eseguire ulteriori monitoraggi durante la fase di ottimizzazione della schermatura così da permettere una valutazione immediata degli ulteriori interventi che sarà necessario realizzare ed indirizzare le scelte verso le soluzioni più efficaci.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

Si deve considerare che nella bocca di Chioggia è stata pianificata la battiture di 1500 pali. Se non si adotteranno ulteriori interventi di riduzione del rumore, l'esecuzione di questa attività durante la primavera e l'estate potrà determinare situazioni di impatto acustico estremamente critiche.



Figura 50: Foto della parte superiore e della parte inferiore del sistema di battitura pali. Foto scattate in data 24 Ottobre2008



Figura 51: Foto della parte superiore e della parte inferiore del martello. Foto scattate in data 24 Ottobre2008

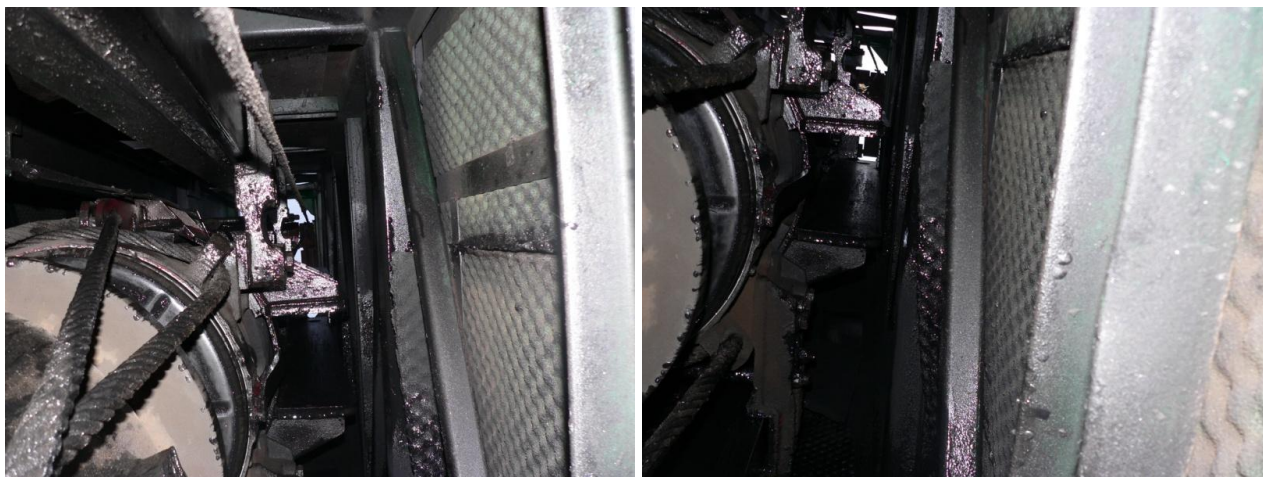


Figura 52: Foto della parte interna della schermatura. Si possono osservare le nervature di irrigidimento della struttura ed il materiale fonoassorbente. Le nervature di irrigidimento non sembrano rigidamente connesse alla copertura metallica; quest'ultima quindi, subisce uno smorzamento non adeguato. Foto scattate in data 24 Ottobre 2008

7.11 Quarto periodo (dal 17 aprile al 01 maggio 2009): riepilogo dei livelli equivalenti dei periodi diurni e notturni

Tabella 21. Riepilogo del livello equivalente per i periodi Diurno e Notturno ottenuti nelle postazioni oggetto del monitoraggio

Data	Giorno della settimana	Leq [dB(A)] Periodo DIURNO (06:00 - 22:00)	Leq [dB(A)] Periodo NOTTURNO (22:00 - 06:00)	Segnalazioni
17/04/2009	Venerdì	--	54.1	Inizio del monitoraggio. Battitura di n. 6 pali. Canto uccelli nel periodo notturno.
18/04/2009	Sabato	56.3	43.8	Battitura di n. 5 pali. Invio rapporto di anomalia.
19/04/2009	Domenica	50.8	50.5	Pioggia, vento e canto uccelli nei periodi diurno e notturno.
20/04/2009	Lunedì	52.8	46.9	Pioggia e vento nei periodo diurno e notturno. Canto uccelli nel periodo notturno.
21/04/2009	Martedì	54.2	49.0	Vento forte fino alle 18:00. Battitura di n. 3 pali. Canto uccelli.
22/04/2009	Mercoledì	55.5	48.0	Battitura di n. 5 pali. Invio rapporto di anomalia.
23/04/2009	Giovedì	57.4	50.5	Vento forte fino alle 18:00. Battitura di 3 pali. Canto uccelli.
24/04/2009	Venerdì	55.1	47.4	Vento forte al mattino. Battitura di n. 3 pali. Canto uccelli e passaggi di un elicottero.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

Data	Giorno della settimana	Leq [dB(A)] Periodo DIURNO (06:00 - 22:00)	Leq [dB(A)] Periodo NOTTURNO (22:00 - 06:00)	Segnalazioni
25/04/2009	Sabato	53.8	43.7	Battitura di n. 3 pali, con inizio alle ore 08:17. Invio rapporto di anomalia.
26/04/2009	Domenica	50.4	53.0	Pioggia, vento e canto uccelli nei periodi diurno e notturno.
27/04/2009	Lunedì	58.9	57.5	Vento forte nei periodi diurno e notturno. Battitura di 5 pali.
28/04/2009	Martedì	54.5	50.0	Vento nei periodi diurno e notturno.
29/04/2009	Mercoledì	57.8	45.7	Battitura di n. 10 pali. Invio rapporto di anomalia.
30/04/2009	Giovedì	53.2	45.4	Battitura di n. 2 pali. Canto uccelli e passaggi di aeromobili e imbarcazioni.
01/05/2009	Venerdì	52.8	---	Canto uccelli e passaggi di aeromobili e imbarcazioni. Conclusione del monitoraggio.

7.12 Quarto periodo (dal 17 aprile al 01 maggio 2009): riassunto misurazioni, commenti e considerazioni

Il monitoraggio ha avuto lo scopo principale di valutare la rumorosità rilevata presso l'oasi di Ca' Roman, dovuta alle attività di cantiere presenti sulla spalla nord e in particolare all'attività della macchina battipalo in prossimità della spalla sud.

Durante il monitoraggio il valore limite di immissione diurno è stato superato in tutte le 14 giornate, tuttavia in sole quattro giornate la causa del superamento è stata ricondotta al rumore generato dalla battitura dei pali. Per tali giornate (18, 22, 25 e 29 aprile) è stato inviato il rapporto di anomalia. Nelle restanti giornate gli elevati livelli sonori sono stati determinati in parte dal maltempo, caratterizzato da frequenti piogge e da vento forte, e in parte dal canto degli uccelli, in vicinanza della centralina, presente soprattutto nelle prime ore dell'alba (fenomeno del "Dawn Chorus"). Durante il monitoraggio sono stati rilevati anche eventi brevi ma molto rumorosi dovuti ai passaggi di aeromobili e di imbarcazioni nel canale.

L'attività di battitura è iniziata nella maggior parte dei casi intorno alle ore 09:00. Nella giornata di sabato 25 aprile invece l'attività di battitura è stata avviata alle ore 08:17 circa ed è durata fino alle ore 08:35 circa, anticipando di circa 45 minuti il limite orario di inizio per le lavorazioni rumorose, fissato per le ore 09:00 nel periodo tra il 15 e il 30 aprile 2009. Per questo motivo è stato inviato il rapporto di anomalia.

Di seguito è riportato un sonogramma tipo relativo alla battitura di un palo.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

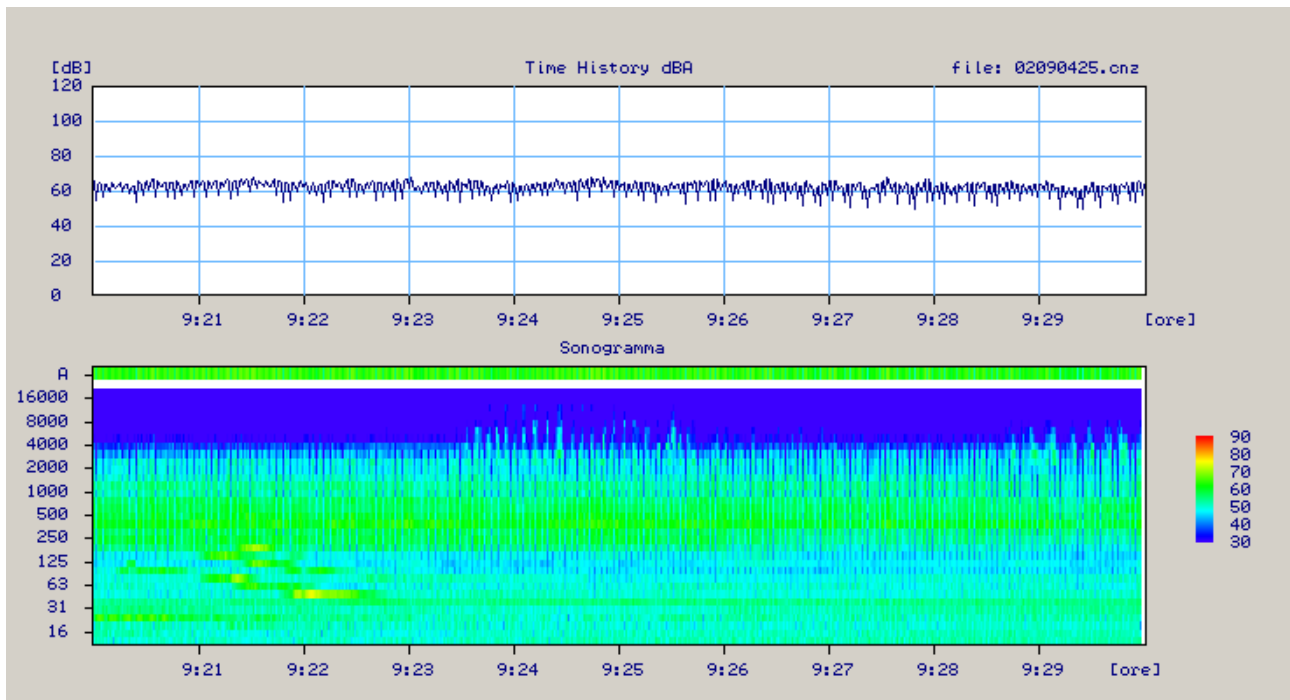


Figura 53: Profilo temporale e sonogramma rilevati nella postazione “CAROMA1” in data 25 aprile 2009, estratto di 10 minuti. Fase centrale della battitura di un palo. Tra le 09:23 e le 09:26 si può notare il canto degli uccelli, caratterizzato da componenti in frequenza comprese tra 2000 e 8000 Hz

È stata poi effettuata una valutazione relativamente alla presenza del canto degli uccelli in concomitanza con la battitura dei pali, nelle giornate in cui è stato inviato il rapporto di anomalia: in alcuni casi si è notata l'interruzione del canto mentre in altri si nota la persistenza del canto, seppure con effetti di mascheramento dovuto alla sovrapposizione delle frequenze generate dalle diverse sorgenti.

Di seguito sono riportati, a titolo di esempio, due estratti di 30 minuti di profili temporali e sonogrammi di una giornata in cui è stato inviato il rapporto di anomalia.

CORILA

ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHIE LAGUNARI

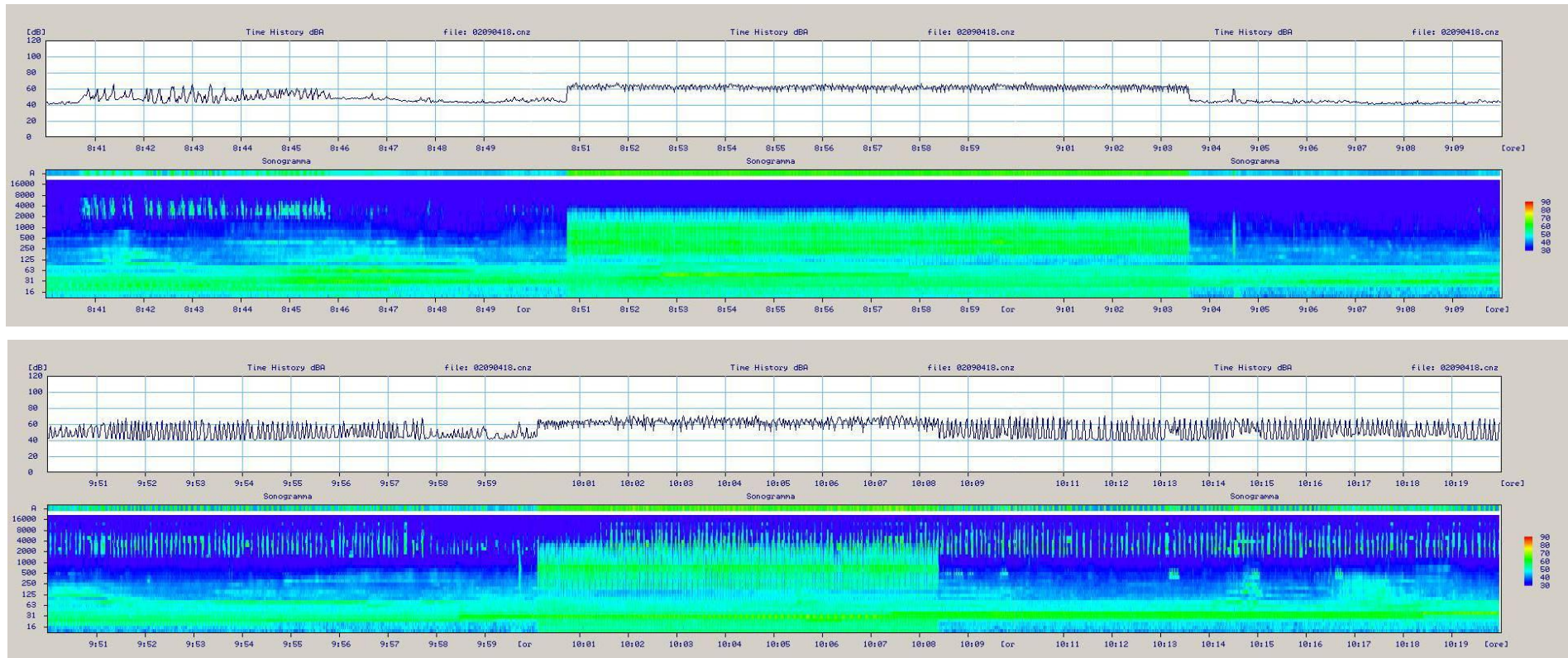


Figura 54: Profili temporali e sonogrammi rilevati nella postazione “CAROMA1” in data 18 aprile 2009, due estratti di 30 minuti ciascuno. Si può notare che nel sonogramma di sinistra non sono presenti canti degli uccelli in concomitanza della battitura pali, mentre nel sonogramma di destra il canto è costantemente presente, sebbene durante la battitura risulta parzialmente mascherato.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Infine di seguito sono riportati due sonogrammi relativi alla presenza di vento forte e al passaggio di un elicottero nei pressi della centralina di monitoraggio

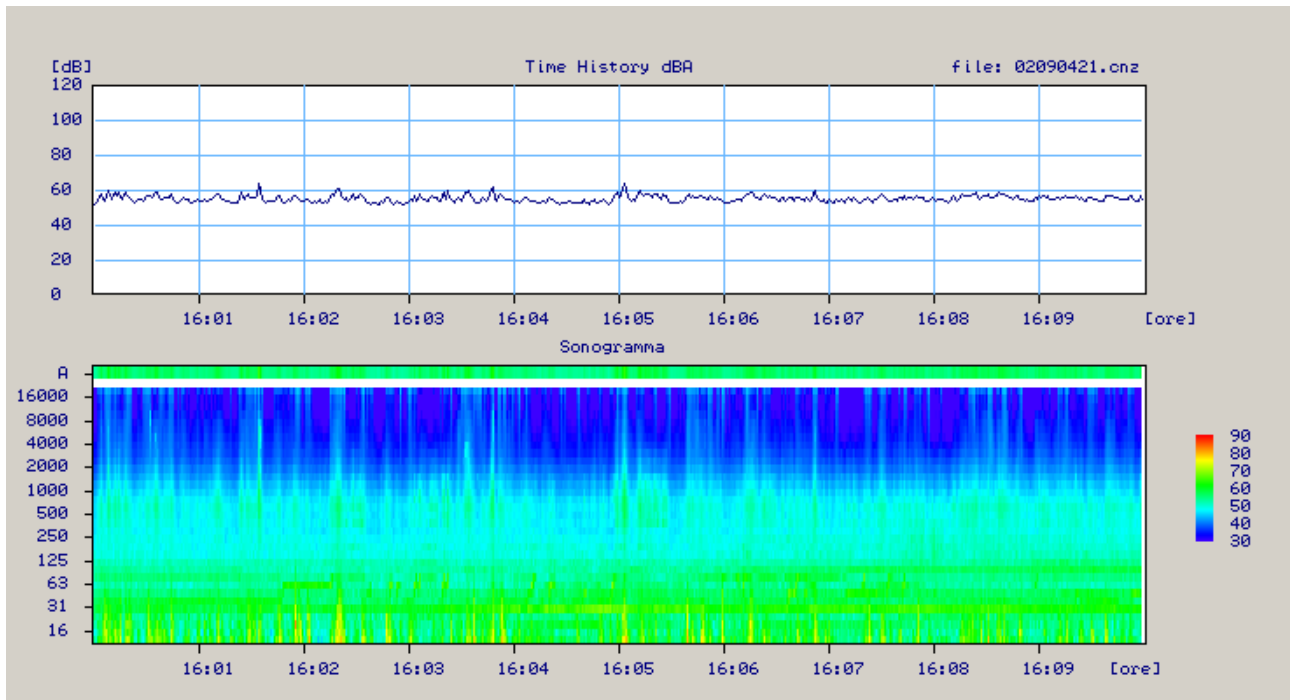


Figura 55: Profilo temporale e sonogramma rilevati nella postazione "CAROMA1" in data 21 aprile 2009, estratto di 10 minuti relativo alla presenza di forti folate di vento

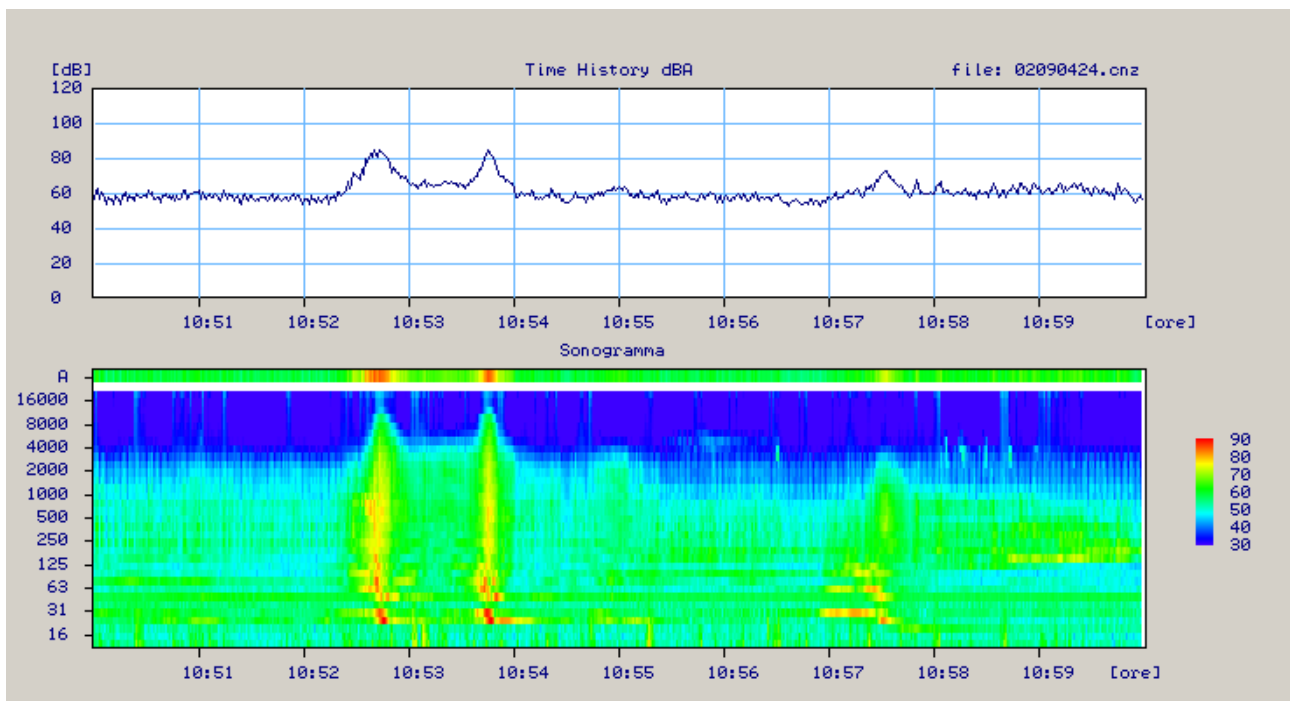


Figura 56: Profilo temporale e sonogramma rilevati nella postazione "CAROMA1" in data 24 aprile 2009, estratto di 10 minuti relativo ai passaggi di un elicottero nei pressi della centralina durante la battitura di un palo

7.13 Quarto periodo (dal 17 aprile al 01 maggio 2009): stima del livello di rumore della macchina battipalo presso alcuni ricettori nella zona sud della bocca di Chioggia

Nel presente paragrafo è riportata la stima del livello di rumore generato dalla macchina battipalo presso alcuni ricettori della zona a sud della bocca. Lo scopo di questa elaborazione è stato quello di valutare se la battitura pali può comportare il superamento dei limiti di emissione e immissione diurni relativi alle zone considerate. È bene precisare che i valori calcolati sono da considerare come una stima di massima, utile per fornire indicazioni sulla necessità o meno di effettuare ulteriori campagne di monitoraggio in queste zone. Le valutazioni effettuate hanno preso in considerazione soltanto i livelli assoluti. Per quelle aree dove ci sono ricettori residenziali si dovrebbero prendere in considerazione anche i limiti differenziali. Le valutazioni sui limiti differenziali, essendo funzione della tipologia, forma, direzione, etc, dei ricettori considerati, sono possibili esclusivamente con misure in campo.

La stima è stata effettuata utilizzando semplici formule di propagazione del suono in campo libero, considerando la sorgente puntiforme e omnidirezionale. Non sono stati considerati effetti di attenuazione di schermature. La potenza sonora della sorgente è stata stabilita in base ai risultati delle misurazioni del livello di rumore ad una certa distanza, come meglio spiegato nel seguito. Per i calcoli non sono stati utilizzati software commerciali ma un semplice foglio elettronico in cui sono state inserite le formule di propagazione del suono in campo libero.

In totale sono stati individuati 5 ricettori (Figura seguente), in zone a sud della bocca di Chioggia (oltre al ricettore di riferimento CAROMA1), scelti in modo tale che il percorso di propagazione del rumore tra la macchina battipalo e i ricettori stessi fosse il più possibile libero da ostacoli. In Tabella 22 sono riportate le classi acustiche di appartenenza di ogni ricettore, con i relativi valori limite di emissione e immissione. Sono state poi considerate tre diverse posizioni della macchina battipalo: la prima posizione è quella reale della macchina nella giornata di sabato 18 aprile 2009, le altre due posizioni sono state ipotizzate.



Figura 57: Vista aerea della posizione dei ricettori, della macchina battipalo e della centralina di monitoraggio CAROMA1

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Tabella 22: Riepilogo delle zone in cui sono presenti i Ricettori e dei relativi limiti di classe acustica

Ricettore	Zona	Classificazione Acustica	Limite di emissione diurno Leq [dB(A)]	Limite di immissione diurno Leq [dB(A)]
Ricettore 1	Forte San Felice	Classe I	45	50
Ricettore 2	Zona balneare - Sottomarina	Classe II	50	55
Ricettore 3	Zona balneare - Sottomarina	Classe II	50	55
Ricettore 4	Rione San'Andrea - Chioggia	Classe III	55	60
Ricettore 5	Zona Porto turistico - Chioggia	Classe III	55	60

La stima è stata effettuata considerando innanzitutto i livelli equivalenti misurati dalla centralina di monitoraggio CAROMA1, situata all'interno dell'Oasi di Ca' Roman, relativi esclusivamente alle 5 fasi di battitura eseguite il giorno 18 aprile 2009 (Tabella seguente). Tale data è stata scelta perché per quella giornata erano disponibili le coordinate geografiche esatte della posizione del battipalo e, di conseguenza, la distanza tra battipalo e postazione CAROMA1.

Considerando la durata e il livello equivalente di ciascuna delle 5 battiture pali, è stato calcolato il livello equivalente medio di una battitura tipo (pari a 62.2 dBA) e la relativa durata media (23 minuti e 42 secondi).

Tabella 23: Riepilogo delle cinque battiture pali rilevate nella postazione CAROMAN1 in data 18 aprile 2009

Ricettore	Ora inizio	Ora termine	Durata	Leq [dB(A)]
Battitura 1	08:50:45	09:03:34	00:12:49	63.7
Battitura 2	09:27:06	09:45:32	00:18:26	62.4
Battitura 3	10:00:08	10:08:24	00:08:16	63.3
Battitura 4	10:30:00	11:09:47	00:39:47	60.9
Battitura 5	11:30:49	12:10:03	00:39:14	60.8
MEDIA			00:23:42	62.2

Facendo l'ipotesi approssimata di propagazione sferica in campo libero di una sorgente sonora puntiforme, sono stati stimati i livelli equivalenti determinati dalla macchina battipalo presso i cinque ricettori relativi sempre alla battitura di un palo, per ognuna delle tre posizioni della macchina battipalo (Tabella 24).

Il livello equivalente diurno di emissione, riferito esclusivamente alla sorgente in esame, è stato calcolato distribuendo nelle 16 ore del periodo diurno l'energia relativa alla battitura di un palo tipo. L'elaborazione è stata poi estesa valutando i livelli di emissione diurni nel caso di battitura di 3, 5, 8 e 10 pali (Tabella 25).

Il livello equivalente diurno di immissione, riferito all'insieme di tutte le sorgenti, può essere stimato se si conosce il rumore residuo per ciascuna delle aree in esame. Non essendo noto il rumore residuo, si è fatta l'ipotesi cautelativa di un rumore residuo già in prossimità del limite di immissione di ciascuna area. In questo modo si è valutato se la battitura pali comportasse un contributo tale da far aumentare, e quindi superare, i limiti stessi di immissione. Anche in questo caso l'elaborazione è stata estesa valutando i livelli di immissione diurni nel caso di battitura di 3, 5, 8 e 10 pali (Tabella 26).

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

Tabella 24: Risultati della stima relativa alla battitura di un palo presso la centralina di monitoraggio e i cinque Ricettori

Posizione macchina battipalo	CAROMA1 Leq [dB(A)]	Ricettore 1 Leq [dB(A)]	Ricettore 2 Leq [dB(A)]	Ricettore 3 Leq [dB(A)]	Ricettore 4 Leq [dB(A)]	Ricettore 5 Leq [dB(A)]
1	62	67	62	60	54	52
2	65	64	61	58	53	51
3	68	61	60	57	52	51

Tabella 25: Risultati della stima dei livelli diurni di emissione ai ricettori, considerando la battitura di più pali

Posizione macchina battipalo	Ricettore	Distanza [m]	Leq diurno EMISSIONE [dB(A)]				
			1 palo	3 pali	5 pali	8 pali	10 pali
1	CAROMA1	460	46	51	53	55	56
	1	280	50	55	57	59	60
	2	450	46	51	53	55	56
	3	625	43	48	50	53	53
	4	1200	38	43	45	47	48
	5	1500	36	41	43	45	46
2	CAROMA1	340	49	54	56	58	59
	1	390	48	52	55	57	58
	2	520	45	50	52	54	55
	3	710	42	47	49	51	52
	4	1330	37	42	44	46	47
	5	1600	35	40	42	44	45
3	CAROMA1	240	52	57	59	61	62
	1	500	45	50	52	54	55
	2	610	44	48	51	53	54
	3	800	41	46	48	50	51
	4	1440	36	41	43	45	46
	5	1700	35	40	42	44	45

(*) In grassetto i valori che hanno superato il limite di emissione diurno della relativa classe

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

Tabella 26: Risultati stima dei livelli diurni di immissione ai ricettori, considerando la battitura di più pali

Posizione macchina battipalo	Ricettore	Distanza [m]	Leq diurno IMMISSIONE [dB(A)]				
			1 palo	3 pali	5 pali	8 pali	10 pali
1	CAROMA1	460	51	53	55	56	57
	1	280	53	56	58	60	61
	2	450	56	56	57	58	59
	3	625	55	56	56	57	57
	4	1200	60	60	60	60	60
	5	1500	60	60	60	60	60
2	CAROMA1	340	52	55	57	58	59
	1	390	52	54	56	57	58
	2	520	55	56	57	58	58
	3	710	55	56	56	57	57
	4	1330	60	60	60	60	60
	5	1600	60	60	60	60	60
3	CAROMA1	240	54	57	59	61	62
	1	500	51	53	54	56	57
	2	610	55	56	56	57	57
	3	800	55	56	56	56	57
	4	1440	60	60	60	60	60
	5	1700	60	60	60	60	60

(*) In grassetto i valori che hanno superato il limite di immissione diurno della relativa classe

È importante precisare che le valutazioni riportate in questo paragrafo sono da considerare come stime approssimate in quanto sono state fatte alcune ipotesi semplificative, come la propagazione per onde sferiche, l'assenza di fenomeni di riflessione e assorbimento, l'utilizzo di una battitura pali tipo considerata come valore medio di 5 battiture pali, l'ipotesi di rumore residuo corrispondente al valore limite di immissione della relativa classe acustica, etc.

Dai risultati ottenuti si può notare che presso i ricettori 4 e 5, i livelli diurni di emissione stimati risultano sempre inferiori ai relativi limiti diurni di emissione di tale area, anche in caso di battitura di 10 pali. I livelli di immissione stimati risultano pari al limite delle relative classi, il che presuppone che in tale zona la battitura pali, nei confronti del livello di immissione giornaliero, fornisce un contributo trascurabile rispetto al rumore residuo. Da queste considerazioni si può quindi ipotizzare che nella zona di Chioggia città il rumore della battitura pali non comporta un innalzamento del livello di rumore ambientale tale da superare i limiti assoluti di immissione previsti dalla legislazione.

Per quanto riguarda la zona balneare di Sottomarina in prossimità della bocca (Ricettori 2 e 3) e la zona di Forte San Felice (Ricettore 1), il limite diurno di emissione è spesso superato, soprattutto nei casi in cui la macchina battipalo si trova nelle posizioni più vicine e con la battitura di più pali. Riguardo i valori di immissione, l'attività della macchina battipalo può influenzare il livello diurno di immissione in maniera più o meno determinante in funzione della posizione della macchina stessa e del numero di pali battuti.

L'affidabilità della stima è stata verificata confrontando i valori ottenuti nella posizione CAROMAN1 con le misurazioni eseguite a settembre 2008.

7.14 Considerazioni conclusive

L'attuale tipologia di schermatura della macchina battipalo risulta sostanzialmente equivalente alla schermatura presente durante le misurazioni di settembre 2008, illustrate nel paragrafo 7.10.

Dal punto di vista acustico, i miglioramenti ottenuti grazie all'aumento della superficie schermante sono parzialmente compromessi dall'aumento delle forature presenti sull'involucro, come si può osservare dalla sequenza di foto riportate nelle figure 39, 40 e 41.

Si deve considerare che la schermatura determina un surriscaldamento all'interno dell'involucro che in passato aveva causato un principio di incendio del materiale oleoso presente. Come più volte sottolineato dall'impresa esecutrice, la presenza di aperture risulta indispensabile per garantire la ventilazione all'interno dell'involucro e per permettere il controllo visivo dei meccanismi presenti. Sicuramente l'impresa ha cercato di adottare la soluzione tecnologica e i meccanismi in grado di produrre una certa attenuazione del rumore, nello stesso tempo garantendo l'operatività e la sicurezza dell'apparecchiatura. Si tratta di valutare se ulteriori miglioramenti sono ancora possibili, magari utilizzando un orientamento ottimale delle aperture e del sistema battipalo così da mantenere la massima attenuazione possibile del rumore verso le aree più sensibili.