



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/2**

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

Contratto prot.n. 17128 si/gce/fbe

Documento **MACROATTIVITÀ: RUMORE
III RAPPORTO DI VALUTAZIONE
PERIODO DI RIFERIMENTO: DA GENNAIO AD
APRILE 2007**

Versione **1.0**

Emissione **15 Maggio 2007**

Redazione

Verifica

Approvazione

Ing. Patrizio Fausti
(DI-UNIFE)

Dott. Franco Belosi
(CNR-ISAC)

Ing. Pierpaolo Campostrini

Indice

1 PREMESSA.....	3
2 STRUMENTAZIONE DI MISURA	4
3 CARATTERIZZAZIONE DEL CLIMA ACUSTICO DURANTE LE FASI DI LAVORAZIONE DI CANTIERE NELL'OASI DI CA' ROMAN	5
3.1 Valori limite per il sito in esame.....	5
3.2 Dislocamento delle postazioni di misura.....	5
3.3 Riassunto misurazioni, commenti e considerazioni	6
3.4 Riepilogo dei livelli equivalenti dei periodi diurni e notturni.....	6
4 CARATTERIZZAZIONE DEL CLIMA ACUSTICO DURANTE LE FASI DI LAVORAZIONE DI CANTIERE NELLA CASA DELL'OSPITALITÀ DI S.MARIA DEL MARE A SAN PIETRO IN VOLTA, ISOLA DI PELLESTRINA.....	8
4.1 Valori limite per il sito in esame.....	8
4.2 Dislocamento delle postazioni di misura	8
4.3 Riassunto misurazioni, commenti e considerazioni	9
4.4 Riepilogo dei livelli equivalenti dei periodi diurni e notturni.....	10
5 CARATTERIZZAZIONE DEL CLIMA ACUSTICO DURANTE LE FASI DI LAVORAZIONE DI CANTIERE NELLA LOCALITÀ SAN NICOLÒ	11
5.1 Valori limite per il sito in esame.....	11
5.2 Dislocamento postazioni di misura	11
5.3 Riassunto misurazioni, commenti e considerazioni	13
5.4 Riepilogo dei livelli equivalenti dei periodi diurni e notturni.....	14
6 CARATTERIZZAZIONE DELL'ATTIVITÀ DI BATTITURA PALI E DELLE SORGENTI DI RUMORE PRESENTI NELL'AREA DI SAN NICOLÒ	16
6.1 Premessa	16
6.2 Dislocamento postazioni di misura	16
6.3 Riassunto misurazioni	19
6.4 Analisi dei profili temporali con campionamento al minuto.....	20
6.5 Analisi dei profili temporali e sonogrammi con campionamento al secondo	22
6.6 Analisi dei profili temporali e spettrogrammi di alcuni stralci delle registrazioni audio.....	28

1 Premessa

Il monitoraggio del rumore prodotto dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari, previsto dal Disciplinare Tecnico per il secondo anno di attività, prevede complessivamente 24 rilievi, ciascuno della durata minima di una settimana, da eseguire alle tre bocche di porto durante le attività critiche per il rumore, in postazioni distribuite in prossimità dei siti sensibili.

Nel quadrimestre gennaio-aprile 2007 sono stati eseguiti monitoraggi per oltre 13 settimane di cui 7 nella zona di San Nicolò (bocca di Lido), oltre 3 a Santa Maria del Mare (bocca di Malamocco) e oltre 3 nella zona di Ca' Roman (bocca di Chioggia). Con tali misure si sono concluse le settimane restanti dei monitoraggi previsti dal disciplinare.

Nell'ambito delle analisi complementari non contemplate dal Disciplinare Tecnico è stata eseguita la valutazione dell'efficacia della barriera acustica presente a Ca' Roman. I risultati verranno allegati nel Rapporto Finale.

Contestualmente all'attività di monitoraggio acustico eseguita a San Nicolò sono state, inoltre, effettuate alcune misurazioni di breve durata, con registrazioni audio, in tre diverse postazioni a distanze diverse dall'area del cantiere e dalla zona di funzionamento del sistema di battitura pali. Queste misure sono state effettuate con l'intento di semplificare la caratterizzazione e l'individuazione delle sorgenti sonore in assenza di operatore.

È stata inoltre effettuata una campagna di misura presso l'area SIC nella zona di Alberoni per la valutazione dello stato indisturbato in occasione delle attività di trivellamento previste per la realizzazione dei "cavidotti di attraversamento per linee elettriche trivellazione orizzontale teleguidata presso la bocca di Malamocco". Tali attività saranno oggetto di un Rapporto a parte.

Per una visione completa della legislazione vigente, dei risultati delle rilevazioni e delle postazioni di misura si può fare riferimento alle seguenti relazioni già consegnate:

- rapporto di misura delle attività rumorose rilevate a Ca' Roman nel periodo 26 gennaio - 24 febbraio 2007, con estratto risultati su file excel (RapportoMensileFebbraio2007-RUMORE.pdf, marzo 2007, Studio B.6.72 B/2);
- rapporto di misura delle attività rumorose rilevate San Nicolò nel periodo 05 aprile - 07 maggio 2007, con estratto risultati su file excel (RapportoMensileAprile2007-RUMORE_SNicolò.pdf, maggio 2007, Studio B.6.72 B/2);
- rapporto di misura delle attività rumorose rilevate a Santa Maria del Mare nel periodo 5 aprile - 6 maggio 2007, con estratto risultati su file excel (RapportoMensileAprile2007-RUMORE_SMariaMare.pdf, maggio 2007, Studio B.6.72 B/2).

2 Strumentazione di misura

Per l'esecuzione delle misurazioni del rumore sono state utilizzate due diverse tipologie di centraline:

- centralina tipo 1 basata sull'analizzatore modello "Solo" prodotto dalla ditta 01 dB e sulla trasmissione dei dati in tempo reale attraverso il protocollo GPRS e l'utilizzo della rete GSM. I dati vengono trasmessi dalla centralina ad un server di raccolta dal quale possono essere poi scaricati e elaborati. Il server permette anche la visualizzazione in tempo reale attraverso l'utilizzo di Internet. È possibile visualizzare i profili temporali con specifica degli intervalli di tempo da visualizzare, lo spettro, ecc.;
- centralina tipo 2 basata sull'analizzatore modello 2260 della Bruel & Kjaer, con memorizzazione dei dati all'interno dell'analizzatore e la possibilità di recupero dei dati direttamente in situ;
- analizzatore modello 2260 della Bruel & Kjaer, utilizzato per la valutazione dell'efficacia della barriera;
- analizzatore modello 2250 della Bruel & Kjaer, con la possibilità di registrazione sonora, utilizzato per le misure di breve durata e per le registrazioni audio finalizzate al riconoscimento delle sorgenti.

3 Caratterizzazione del clima acustico durante le fasi di lavorazione di cantiere nell'Oasi di Ca' Roman

3.1 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 1.

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

CLASSE I	Limite diurno L_{eq} dB(A)	Limite notturno L_{eq} dB(A)
Limite Immissione	50	40
Limite Emissione	45	35

3.2 Dislocamento delle postazioni di misura

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

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

La posizione utilizzata per questo monitoraggio di rumore nella bocca di Chioggia è stata CAROMA1, riportata nella Fig. 1. Tale postazione si trova su un albero all'interno dell'oasi di Ca' Roman, con il microfono ad una altezza di circa 4 m dal suolo. Il terreno, nella postazione di misura, risulta rialzato di qualche metro rispetto al livello del terreno nell'area di cantiere.



Fig. 1. Individuazione postazione di misura CAROMA1 e particolare montaggio centralina



Fig. 2: Veduta d'insieme del cantiere (26-1-2007) dalla postazione CAROMA1 a circa 4 m di altezza dal suolo

3.3 Riassunto misurazioni, commenti e considerazioni

Periodo di riferimento diurno (6-22): dal 26 gennaio al 24 febbraio 2007

Periodo di riferimento notturno (22-6): dal 26 gennaio al 23 febbraio 2007

Attività: Lavorazioni varie cantiere effettuate soltanto nel periodo diurno, funzionamento dei "Nautofoni", rumorosità residua dell'area.

Periodo complessivo di misurazione (CAROMA1): dal 26/01/2007 fino al 24/02/2007.

Il monitoraggio in questione ha avuto una durata di 30 giorni partendo dalle ore 12:00 del 26 gennaio 2007 fino alle ore 23:30 del 24 febbraio 2007. In tale periodo sono stati rilevati complessivamente 26 periodi diurni e 27 notturni. Si sono verificati 8 giorni di superamento del limite assoluto per il periodo diurno dovuto alle attività di cantiere, con il rispettivo invio del rapporto di anomalia. Il trasferimento dei dati della centralina in tempo reale ha subito un'interruzione di 48 ore nel periodo di misura. Gli eventi sonori prodotti dai "Nautofoni" si sono verificati in 12 periodi diurni e 7 periodi notturni. Una giornata di monitoraggio ha subito gli effetti della pioggia intensa.

La rumorosità prodotta dal cantiere presso la postazione di misura CAROMA1 è stata caratterizzata da lavorazioni diverse, più o meno rumorose e variabili. Tutte le attività di cantiere sono state sempre rilevate durante il periodo diurno. La rumorosità presente nell'area in questione durante il periodo di monitoraggio si è rivelata altamente influenzata dagli eventi sonori prodotti dai "Nautofoni".

3.4 Riepilogo dei livelli equivalenti dei periodi diurni e notturni

Nella Tabella 2 sono riportati i livelli equivalenti misurati 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. Nella colonna "segnalazioni" della stessa tabella sono indicate in forma sintetica le situazioni specifiche verificatesi nel periodo: l'invio del rapporto di anomalia dovuto al superamento del limite assoluto di legge per il periodo diurno per effetto delle attività di cantiere, la presenza di situazioni meteorologiche particolari, la presenza dei "Nautofoni".

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

Tabella 2. Riepilogo dei livelli equivalenti giornalieri, per i periodi diurno e notturno, rilevati nella postazione CAROMA1.

Data	Giorno della settimana	L _{eq} [dB(A)] Periodo DIURNO (06:00-22:00)	L _{eq} [dB(A)] Periodo NOTTURNO (22:00-06:00)	Segnalazioni
26/01/2007	Venerdì	--	39.2	Inizio misure
27/01/2007	Sabato	42.6	40.2	--
28/01/2007	Domenica	42.1	42.2	--
29/01/2007	Lunedì	54.7	42.4	Invio rapporto anomalia
30/01/2007	Martedì	57.0	44.8	Invio rapporto anomalia
31/01/2007	Mercoledì	66.4	69.5	Presenza "Nautofoni"
01/02/2007	Giovedì	68.5	49.5	Presenza "Nautofoni"
02/02/2007	Venerdì	67.3	72.0	Presenza "Nautofoni"
03/02/2007	Sabato	71.1	72.1	Presenza "Nautofoni"
04/02/2007	Domenica	69.5	71.3	Presenza "Nautofoni"
05/02/2007	Lunedì	--	--	Interruzione trasmissione dati
06/02/2007	Martedì	--	--	Interruzione trasmissione dati
07/02/2007	Mercoledì	--	44.1	Interruzione trasmissione dati
08/02/2007	Giovedì	65.2	42.1	Presenza "Nautofoni"
09/02/2007	Venerdì	60.3	45.1	Presenza "Nautofoni"
10/02/2007	Sabato	46.9	60.8	--
11/02/2007	Domenica	66.6	64.8	Presenza "Nautofoni"
12/02/2007	Lunedì	60.3	53.0	Presenza "Nautofoni"
13/02/2007	Martedì	59.0	43.7	Pioggia intensa
14/02/2007	Mercoledì	58.6	45.0	Invio rapporto anomalia
15/02/2007	Giovedì	55.0	69.2	Invio rapporto anomalia
16/02/2007	Venerdì	66.5	42.5	Presenza "Nautofoni"
17/02/2007	Sabato	52.1	45.2	Invio rapporto anomalia
18/02/2007	Domenica	45.2	39.3	--
19/02/2007	Lunedì	57.9	41.8	Invio rapporto anomalia
20/02/2007	Martedì	60.2	44.3	Invio rapporto anomalia
21/02/2007	Mercoledì	66.8	44.0	Presenza "Nautofoni"
22/02/2007	Giovedì	58.9	71.7	Invio rapporto anomalia
23/02/2007	Venerdì	64.0	42.3	Presenza "Nautofoni"
24/02/2007	Sabato	56.1	--	Presenza "Nautofoni"

4 Caratterizzazione del clima acustico durante le fasi di lavorazione di cantiere nella casa dell'Ospitalità di S.Maria del Mare a San Pietro in Volta, isola di Pellestrina

4.1 Valori limite per il sito in esame

Nell'area della casa di cura Santa Maria del mare, classificata acusticamente come CLASSE I (case di cura), i limiti assoluti sono quelli riportati nella Tabella 3.

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

CLASSE I	Limite diurno L_{eq} dB(A)	Limite notturno L_{eq} dB(A)
Limite Immissione	50	40
Limite Emissione	45	35

4.2 Dislocamento delle postazioni di misura

Punti rilievo: PELL1S1 (WGS84 N 45° 20' 02.1'', E 12° 19' 07.1'')
(GAUSS BOAGA FUSO EST N 5023564.00, E 2309905.00)

La posizione utilizzata per questo monitoraggio di rumore nella bocca di Malamocco è stata PELL1S1, riportata nella Fig. 3. Tale postazione si trova su una terrazza della Casa dell'Ospitalità di S. Maria del Mare, con il microfono ad una altezza di circa 6 m dal suolo.



Fig. 3: Individuazione postazione di misura PELL1S1 e particolare centralina



Fig. 4: Veduta verso Punta Alberoni (19-04-2007) dalla postazione PELLES1

4.3 Riassunto misurazioni, commenti e considerazioni

Periodo di riferimento diurno (6-22) dal 06 aprile al 06 maggio 2007.

Periodo di riferimento notturno (22-6) dal 05 aprile al 06 maggio 2007.

Attività: Lavorazioni varie cantiere effettuate soltanto nel periodo diurno e rumorosità residua dell'area.

Il monitoraggio in questione ha avuto una durata di 33 giorni partendo dalle ore 18:00 del 5 aprile 2007 fino alle ore 16:00 del 7 maggio 2007. In tale periodo sono stati rilevati complessivamente 31 periodi diurni e 32 notturni.

Le misurazioni sono state eseguite con la centralina tipo 2, senza trasmissione dati in tempo reale, ma con memorizzazione di tutti i livelli equivalenti, gli spettri, i valori massimi e minimi e i valori statistici.

Come si osserva dalla Tabella 4, riepilogativa dei risultati delle misurazioni nei periodi diurno e notturno, i valori risultano quasi sempre superiori ai valori limite previsti per la classe 1.

Nei periodi diurni sono stati rilevati valori medi del livello equivalente compresi tra circa 50 e 56 dB(A). I valori di circa 50-51 dB(A), pari al limite di zona per il periodo diurno, sono stati ottenuti in assenza di lavorazioni di cantiere. Con le lavorazioni di cantiere si sono verificati solitamente degli incrementi variabili tra circa 2 e 3 dB(A). In poche occasioni si sono verificati incrementi di 4-6 dB(A). Le lavorazioni di cantiere sono riconoscibili dall'andamento dei profili temporali. In quasi tutti i giorni feriali si osserva, infatti, un aumento del livello sonoro verso le 6-7 di mattina, una diminuzione durante la pausa pranzo tra le ore 12 e le 13 circa e una diminuzione per il termine delle lavorazioni tra le 18 e le 19. Durante le domeniche non si osservano invece variazioni sensibili durante l'intero periodo diurno.

Si ritiene che l'entità di questi superamenti (mediamente 2-3 dB(A)) non determini situazioni di rischio per gli utenti della casa di cura, visti anche i livelli di rumore residuo presenti in assenza di lavorazioni di cantiere. Questi superamenti moderati devono però mettere in pre-allarme per eventuali lavorazioni specifiche particolarmente rumorose.

Nei periodi notturni, in assenza di lavorazioni di cantiere, i livelli sonori determinati dal rumore residuo della navigazione e delle attività interne alla casa di cura, sono risultati superiori di 4-7 dB(A) rispetto al limite di zona.

4.4 Riepilogo dei livelli equivalenti dei periodi diurni e notturni

Nella Tabella 4 sono riportati i livelli equivalenti misurati per i periodi diurni (dalle 06:00 alle 22:00) e notturni (dalle 22:00 alle 06:00 del giorno seguente) nella postazione PELLE1 durante il monitoraggio in oggetto. La presenza di situazioni meteorologiche particolari è indicata in forma sintetica nella colonna “segnalazioni” della stessa tabella.

Tabella 4. Riepilogo dei livelli equivalenti giornalieri, per i periodi diurno e notturno, rilevati nella postazione PELLE1.

Data	Giorno della settimana	L _{eq} [dB(A)] Periodo DIURNO (06:00 - 22:00)	L _{eq} [dB(A)] Periodo NOTTURNO (22:00 - 06:00)	Segnalazioni
05/04/2007	Giovedì	--	47.8	Inizio misure
06/04/2007	Venerdì	52.6	46.6	--
07/04/2007	Sabato	51.7	46.2	--
08/04/2007	Domenica	49.7	46.3	--
09/04/2007	Lunedì	51.1	46.5	--
10/04/2007	Martedì	53.1	44.3	Pioggia leggera
11/04/2007	Mercoledì	52.2	45.8	Pioggia leggera
12/04/2007	Giovedì	53.4	45.7	Pioggia leggera
13/04/2007	Venerdì	51.9	44.7	--
14/04/2007	Sabato	50.9	45.3	Pioggia leggera
15/04/2007	Domenica	51.8	46.8	--
16/04/2007	Lunedì	53.6	45.2	--
17/04/2007	Martedì	53.4	44.6	--
18/04/2007	Mercoledì	51.7	44.5	--
19/04/2007	Giovedì	53.5	45.7	--
20/04/2007	Venerdì	51.4	43.3	--
21/04/2007	Sabato	50.2	44.3	--
22/04/2007	Domenica	51.4	45.9	Pioggia leggera
23/04/2007	Lunedì	53.3	44.6	--
24/04/2007	Martedì	52.2	44.0	Pioggia leggera
25/04/2007	Mercoledì	50.4	45.6	--
26/04/2007	Giovedì	54.7	45.5	--
27/04/2007	Venerdì	53.8	45.7	--
28/04/2007	Sabato	53.4	46.5	--
29/04/2007	Domenica	51.2	44.4	--
30/04/2007	Lunedì	50.6	44.1	--
01/05/2007	Martedì	51.5	44.4	--
02/05/2007	Mercoledì	55.4	45.6	Pioggia intensa
03/05/2007	Giovedì	52.2	44.2	--
04/05/2007	Venerdì	56.4	47.5	Pioggia intensa
05/05/2007	Sabato	50.3	43.8	Pioggia leggera
06/05/2007	Domenica	50.7	45.0	Pioggia
07/05/2007	Lunedì	--	--	Fine misure

5 Caratterizzazione del clima acustico durante le fasi di lavorazione di cantiere nella località San Nicolò

5.1 Valori limite per il sito in esame

Nell'area di San Nicolò, classificata acusticamente come CLASSE I (aree particolarmente protette), i limiti assoluti sono quelli riportati nella Tabella 5.

Tabella 5: limiti assoluti previsti per l'area in esame

CLASSE I	Limite diurno L _{eq} dB(A)	Limite notturno L _{eq} dB(A)
Limite Immissione	50	40
Limite Emissione	45	35

5.2 Dislocamento postazioni di misura

Punti rilievo: SNICOL2 (WGS84 N 45° 25' 36.4" E 12° 23' 27.5")
 (GAUSS BOAGA FUSO EST N 5033706.579 E 2315904.966)

 SNICOL5 (WGS84 N 45° 25' 42.4" E 12° 23' 34.0")
 (GAUSS BOAGA FUSO EST N 5033876.619 E 2316054.762)

Le posizioni utilizzate per questo monitoraggio di rumore nella bocca di Lido sono state: SNICOL2 e SNICOL5, riportate nelle figure 5 e 6. La prima postazione (SNICOL2) si trova su un palo dell'illuminazione pubblica presso la rotatoria all'inizio della numerazione civica di via Umberto Klinger a San Nicolò. La postazione SNICOL5, nuova rispetto ai monitoraggi precedenti, è stata inserita con l'intento di monitorare in maniera specifica la rumorosità all'interno dell'area SIC di San Nicolò. Questa si trova su un albero all'interno dell'area SIC stessa. Entrambe le postazioni, hanno il microfono ad una altezza di circa 4 m dal suolo.

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



Fig. 5: Individuazione postazioni di misura SNICOL2 e SNICOL5.



Fig. 6. Particolare del montaggio delle postazioni SNICOL2 (a sinistra) e SNICOL5 (a destra).



Fig. 7: Veduta d'insieme del cantiere (05-4-2007) dalle postazioni SNICOL2 e SNICOL5 rispettivamente, a circa 4 m di altezza dal suolo.

5.3 Riassunto misurazioni, commenti e considerazioni

Periodo di riferimento diurno (6-22) dal 06 aprile al 06 maggio 2007.

Periodo di riferimento notturno (22-6) dal 05 aprile al 06 maggio 2007.

Attività: Lavorazioni varie cantiere effettuate soltanto nel periodo diurno e rumorosità residua dell'area.

Periodo complessivo di misurazione:

- SNICOL2: dal 05/04/2007 fino al 07/05/2007;
- SNICOL 5: dal 05/04/2007 fino al 06/05/2007 (con qualche interruzione).

Per quanto riguarda la postazione di SNICOL2, il monitoraggio ha avuto una durata di 33 giorni complessivamente, partendo dalle ore 17:00 del 05 aprile 2007 fino alle ore 12:00 del 07 maggio 2007. In tale periodo sono stati rilevati 31 periodi diurni e 32 notturni.

Per quanto riguarda la postazione di SNICOL5, il monitoraggio ha avuto durata di 32 giorni complessivamente, partendo dalle ore 16:00 del 05 aprile 2007 fino alle ore 05:00 del 07 maggio 2007. In tale periodo sono stati rilevati 23 periodi diurni e 25 notturni. Il trasferimento dei dati della centralina in tempo reale ha subito delle interruzioni per un periodo totale di 167 ore durante il periodo di misura.

Per entrambe le postazioni di misura si sono verificati eventi di natura meteorologica, come la pioggia e il vento.

La rumorosità residua presente nell'area è caratterizzata principalmente dal canto degli uccelli, da passaggi frequenti di veicoli in direzione del cantiere e da passaggi frequenti di aeromobili dovuti

della presenza di un campo volo nei pressi delle centraline. Tali eventi sono ben riconoscibili per le loro caratteristiche spettrali e temporali.

La rumorosità prodotta dai cantieri presso le postazioni di misura è stata caratterizzata da un evento specifico, la battitura dei pali. Tale evento è caratterizzato da una serie di eventi impulsivi con frequenza di circa 1-2 secondi tra loro e della durata media di circa 20 minuti.

5.4 Riepilogo dei livelli equivalenti dei periodi diurni e notturni

Nella Tabella 6 sono riportati i livelli equivalenti misurati per i periodi diurni (dalle 06:00 alle 22:00) e notturni (dalle 22:00 alle 06:00 del giorno seguente) nelle postazioni SNICOL2 e SNICOL5 durante il monitoraggio in oggetto. La presenza di situazioni meteorologiche particolari è indicata in forma sintetica nella colonna “segnalazioni” della stessa tabella.

Dalla tabella si può osservare che i valori misurati risultano sempre superiori ai valori limite di immissione previsti per la classe 1. I superamenti dei valori limite si verificano sia in presenza che in assenza di rumorosità determinata dall'attività di cantiere.

Vista l'elevata distanza delle centraline di misura dall'area di cantiere, sono state rilevate soltanto le attività più rumorose che si propagano a grande distanza, ed in particolare la battitura pali.

Nei periodi diurni sono stati rilevati valori medi del livello equivalente compresi tra gli estremi di 50 e 67 dB(A). Nella zona è stata riscontrata una notevole variabilità dei livelli sonori determinata soprattutto dalla variabilità del rumore residuo. Le attività di cantiere sono state rilevate anch'esse con una notevole variabilità, determinata dall'effetto predominante della battitura pali, nettamente percepibile in tutta l'area, ma presente con cicli di circa 20 minuti ripetuti diverse volte durante il periodo diurno.

Visti i livelli sonori ottenuti nei giorni festivi e nel periodo notturno, si ritiene che nella postazione di misura i livelli sonori siano stati influenzati principalmente dal rumore residuo. Per questo motivo non sono stati inviati rapporti di anomalia.

Si ritiene doveroso segnalare che nella parte di area SIC più vicina al cantiere e più lontana dalla strada e dalla boscaglia non può essere escluso il superamento dei livelli sonori da parte delle attività di cantiere. Questa considerazione sarà da tenere presente nelle prossime attività di monitoraggio.

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

Tabella 6. Riepilogo del livello equivalente per i periodi Diurno e Notturno misurati nelle postazioni SNICOL2 e SNICOL5.

Data	Giorno della settimana	L _{eq} [dB(A)] Periodo DIURNO (6:00-22:00)		L _{eq} [dB(A)] Periodo NOTTURNO (22:00-6:00)		Segnalazioni
		SNICOL2	SNICOL5	SNICOL2	SNICOL5	
05/04/2007	Giovedì	--	--	45.7	44.4	Inizio misure
06/04/2007	Venerdì	56.9	55.8	50.3	41.6	--
07/04/2007	Sabato	67.3	63.0	54.4	41.5	--
08/04/2007	Domenica	52.6	50.6	45.4	42.7	--
09/04/2007	Lunedì	57.1	54.7	48.4	44.3	--
10/04/2007	Martedì	54.7	50.1	43.9	42.3	--
11/04/2007	Mercoledì	58.0	52.9	46.4	42.3	--
12/04/2007	Giovedì	59.0	--	53.0	--	Interruzione a SNICOL5 per guasto
13/04/2007	Venerdì	54.8	--	51.9	--	--
14/04/2007	Sabato	55.0	--	52.2	--	--
15/04/2007	Domenica	55.4	--	49.1	--	--
16/04/2007	Lunedì	54.6	--	46.1	--	--
17/04/2007	Martedì	55.2	--	49.1	--	--
18/04/2007	Mercoledì	59.8	--	51.0	--	Ripristino guasto SNICOL5
19/04/2007	Giovedì	56.3	--	48.2	48.3	--
20/04/2007	Venerdì	56.6	50.7	50.8	49.5	--
21/04/2007	Sabato	55.6	51.7	47.7	49.7	--
22/04/2007	Domenica	57.4	54.3	46.2	49.8	--
23/04/2007	Lunedì	57.5	51.8	45.7	50.5	--
24/04/2007	Martedì	53.7	52.7	51.3	50.8	--
25/04/2007	Mercoledì	54.6	53.1	50.2	49.4	--
26/04/2007	Giovedì	58.2	52.9	51.5	47.4	--
27/04/2007	Venerdì	55.5	52.4	53.0	44.2	--
28/04/2007	Sabato	53.7	51.6	51.4	48.8	--
29/04/2007	Domenica	54.5	57.1	51.6	45.8	--
30/04/2007	Lunedì	54.3	52.1	50.7	44.2	--
01/05/2007	Martedì	54.9	53.2	53.2	43.0	--
02/05/2007	Mercoledì	59.0	57.3	48.1	47.2	Pioggia
03/05/2007	Giovedì	66.3	54.4	50.7	46.3	--
04/05/2007	Venerdì	60.3	56.2	51.2	47.7	Pioggia
05/05/2007	Sabato	58.1	54.6	49.3	44.7	--
06/05/2007	Domenica	55.1	51.7	46.4	40.7	
07/05/2007	Lunedì	--	--	--	--	Termine monitoraggio

6 Caratterizzazione dell'attività di battitura pali e delle sorgenti di rumore presenti nell'area di San Nicolò

6.1 Premessa

Per caratterizzare in modo più completo l'attività di battitura dei pali e le diverse sorgenti sonore presenti a San Nicolò, nella giornata del 27 aprile 2007 sono stati eseguiti dei rilievi acustici di breve durata con la registrazione sonora degli eventi. Sono state utilizzate per questo 3 nuove postazioni oltre alle due fisse, SNICOL2 e SNICOL5, utilizzate per il monitoraggio di lungo periodo. Le postazioni utilizzate per i rilievi di breve durata sono state nominate rispettivamente SNICOL5bis, SNICOL6 e SNICOL7.

I rilievi sono stati eseguiti singolarmente in ciascuna delle tre nuove postazioni. Ogni rilievo è stato eseguito in contemporanea con le altre due stazioni fisse del monitoraggio a lungo termine, determinando la contemporaneità di tre postazioni di misura per rilievo: una postazione di breve durata più due postazioni con rilievi in continuo.

I rilievi effettuati nelle nuove postazioni hanno avuto una durata di circa 20 minuti corrispondente al tempo impiegato per una singola battitura pali. Il campionamento del livello equivalente è stato al secondo con la registrazione di tutti i parametri acustici principali, oltre alla registrazione audio dell'evento.

Dai rilievi di breve durata sono stati calcolati il profilo temporale del livello equivalente (LAeq) sia al secondo che al minuto ed il sonogramma del livello equivalente lineare in bande di terzi d'ottava al secondo. Il calcolo al minuto si è reso necessario per confrontare le misure di breve durata con le rilevazioni della centralina fissa tipo 2 collocata nella postazione SNICOL2, nella quale viene effettuato un campionamento al minuto. L'elaborazione dei dati al secondo ha permesso invece il confronto con le rilevazioni della centralina tipo 1 collocata nella postazione SNICOL5.

L'analisi delle registrazioni sonore, invece, è stata effettuata sia attraverso il riascolto che attraverso la determinazione dello spettrogramma. Il calcolo è stato eseguito nelle parti della registrazione ritenute più significative per quanto riguarda la caratterizzazione delle lavorazioni e del rumore residuo presente nell'area.

6.2 Dislocamento postazioni di misura

Punti rilievo: SNICOL2	(WGS84 N 45° 25' 36.4" E 12° 23' 27.5") (GAUSS BOAGA FUSO EST N 5033706.579 E 2315904.966)
SNICOL5	(WGS84 N 45° 25' 42.4" E 12° 23' 34.0") (GAUSS BOAGA FUSO EST N 5033876.619 E 2316054.762)
SNICOL5bis	(WGS84: N 45° 25' 42.2", E 12° 23' 34.2") (GAUSS BOAGA FUSO EST: N 5033870.306, E 2316058.907)
SNICOL6	(WGS84: N 45° 25' 40.8", E 12° 23' 43.9") (GAUSS BOAGA FUSO EST: N 5033891.248, E 2316270.591)
SNICOL7	(WGS84: N 45° 25' 43.5", E 12° 23' 54.0") (GAUSS BOAGA FUSO EST: N 5033896.484, E 2316490.466)

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

Le posizioni utilizzate per questa valutazione, mirata alla migliore caratterizzazione dell'attività di battitura pali e delle sorgenti sonore presenti nell'area, sono state:

- Postazioni fisse SNICOL2 e SNICOL5;
- Postazioni per i rilievi di breve durata: SNICOL5bis, SNICOL6 e SNICOL7.

Le postazioni suddette sono riportate nella Fig. 8. Oltre alle due postazioni fisse, già descritte, le postazioni di breve durata, tutte nuove rispetto ai precedenti monitoraggi, sono disposte ad un'altezza di circa 1,5 metri dal terreno. La postazione SNICOL5bis si trova ad alcuni metri di distanza dalla postazione SNICOL5. La postazione SNICOL6 è collocata in modo equidistante tra la postazione SNICOL5 e l'angolo sud est del cantiere verso il mare. La postazione SNICOL7 è posizionata ad una decina di metri dall'angolo sud est del cantiere.



Fig. 8. Individuazione postazioni di misura a lungo termine: SNICOL2 e SNICOL5. E di quelle di breve durata: SNICOL5bis SNICOL6 e SNICOL7.

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



Fig. 9. Sistemazione e veduta del cantiere dalla postazione di misura di breve durata SNICOL5bis.



Fig. 10. Sistemazione e veduta del cantiere dalla postazione di misura di breve durata SNICOL6.



Fig. 11. Sistemazione e veduta del cantiere dalla postazione di misura di breve durata SNICOL7.

6.3 Riassunto misurazioni

Attività: Battitura pali, lavorazioni varie cantiere e rumorosità residua dell'area.

Periodo complessivo di misurazione:

- SNICOL2: dalle 10:01 fino alle 11:14 del 27/04/2007 (con campionamento **al minuto**);
- SNICOL5: dalle 10:01 fino alle 11:56 del 27/04/2007 (con campionamento **al secondo**);
- SNICOL5bis: dalle 10:00:21 fino alle 10:30:18 del 27/04/2007 (con campionamento **al secondo e registrazione audio**);
- SNICOL6: dalle 10:50:49 fino alle 11:14:45 del 27/04/2007 (con campionamento **al secondo e registrazione audio**);
- SNICOL7: dalle 11:33:03 fino alle 11:56:54 del 27/04/2007 (con campionamento **al secondo e registrazione audio**).

Si riporta di seguito una sintesi dell'elaborazione dati e il confronto tra i profili temporali e i sonogrammi al secondo, per i seguenti periodi:

- SNICOL5 e SNICOL5bis: dalle 10:00:21 fino alle 10:30:18 del 27/04/2007;
- SNICOL5 e SNICOL6: dalle 10:50:49 fino alle 11:14:45 del 27/04/2007;
- SNICOL5 e SNICOL 7: dalle 11:33:03 fino alle 11:56:54 del 27/04/2007.

Il calcolo degli spettrogrammi dalle registrazioni audio è stato effettuato per periodi di breve durata, fra cinque e quaranta secondi circa. Sono stati scelti periodi significativi in modo da caratterizzare nel modo migliore le sorgenti e gli eventi sonori tipici rilevati nell'area.

Si precisa che le intensità dei colori dei singoli spettrogrammi non sono confrontabili tra di loro data la diversa scala utilizzata in ciascun calcolo. Essi servono invece a valutare nello specifico le diverse caratteristiche spettrali e temporali dei singoli eventi sonori. Inoltre gli spettrogrammi non possono essere direttamente confrontati con i sonogrammi data la diversa natura dell'analisi. Gli spettrogrammi sono calcolati in banda stretta con una spaziatura costante in frequenza, mentre i

sonogrammi non sono altro che una rappresentazione grafica bidimensionale a colori del profilo temporale di tutte le bande in terzi d'ottava misurate con l'analizzatore di spettro.

6.4 Analisi dei profili temporali con campionamento al minuto

Dai profili temporali delle misure al minuto effettuate contemporaneamente nelle postazioni SNICOL5, SNICOL5bis e SNICOL2, dalle 10:01 fino alle 10:30 del 27/04/2007 (Fig. 12), si evidenzia la coincidenza di alcuni eventi tipo passaggi aerei e lo sfasamento temporale di altri eventi tipo passaggio automezzi. I livelli nella postazione SNICOL2 sono risultati in alcuni momenti più alti rispetto alle altre postazioni per effetto della diversa distanza tra le sorgenti (automezzi, aerei, ecc.) e le centraline.

La rumorosità della zona durante il periodo di misura è stata caratterizzata dalla battitura dei pali, dalla lavorazione di spostamento massi effettuata con una ruspa, dal canto sporadico degli uccelli e dagli eventi di passaggio autovetture, decollo, atterraggio e passaggio di piccoli aerei.

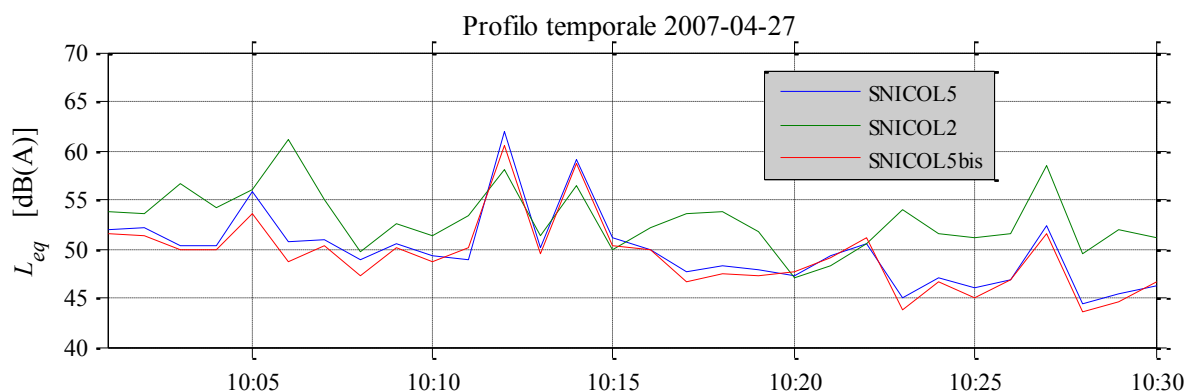


Fig. 12. Profilo temporale del livello equivalente L_{Aeq} e sonogrammi del livello equivalente lineare in bande di terzi d'ottava, al minuto, misurati in contemporanea nelle postazioni SNICOL5, SNICOL5bis e SNICOL2, dalle 10:01 fino alle 10:30 del 27/04/2007.

Dai profili temporali delle misure al minuto effettuate contemporaneamente nelle postazioni SNICOL5, SNICOL6 e SNICOL2, dalle 10:51 fino alle 11:14 del 27/04/2007 (Fig. 13) si evidenzia, come prima, la coincidenza di alcuni eventi e lo sfasamento temporale di altri eventi. Anche in questo caso i livelli nella postazione SNICOL2 sono risultati in alcuni momenti più alti rispetto alle altre postazioni per effetto della diversa distanza tra le sorgenti (automezzi, aerei, ecc.) e le centraline. In questo grafico si evidenzia anche il maggiore livello medio ottenuto nella postazione SNICOL6 per effetto della maggiore vicinanza al cantiere.

La rumorosità della zona durante il periodo di misura è stata caratterizzata principalmente dalla battitura dei pali e dalla lavorazione di spostamento materiale effettuata con una ruspa. Il canto degli uccelli e gli eventi di passaggio di piccoli aerei si sono verificati raramente.

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

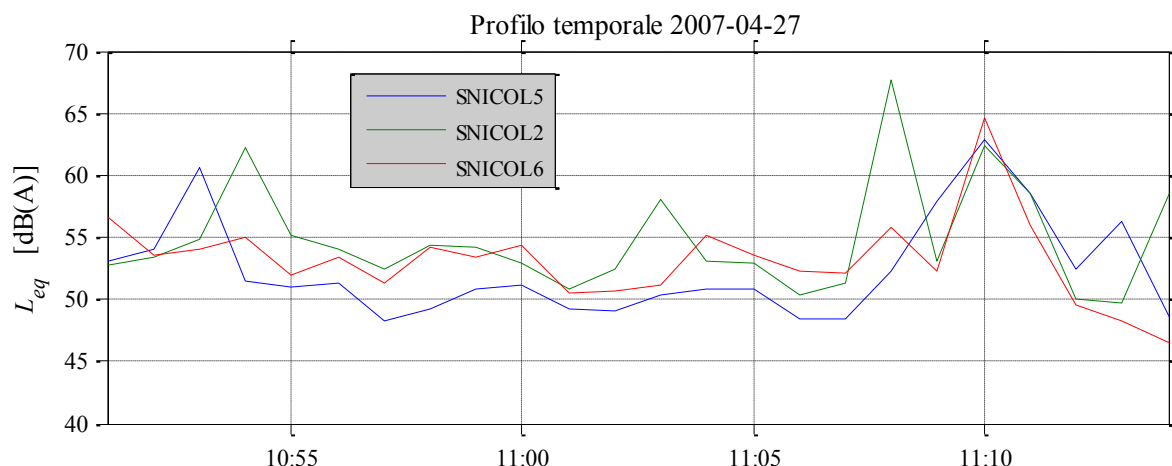


Fig. 13. Profilo temporale del livello equivalente L_{Aeq} e sonogrammi del livello equivalente lineare in bande di terzi d'ottava, al minuto, misurati in contemporanea nelle postazioni SNICOL5, SNICOL6 e SNICOL2, dalle 10:51 fino alle 11:14 del 27/04/2007.

Dai profili temporali delle misure al minuto effettuate contemporaneamente nelle postazioni SNICOL5 e SNICOL7, dalle 11:34 fino alle 11:56 del 27/04/2007 (Fig. 14) si evidenziano alcune coincidenze per gli eventi particolarmente significativi tipo passaggi di aerei, ma una sostanziale differenziazione per tutti gli altri periodi determinata dalla forte influenza della rumorosità del cantiere nella postazione SNICOL7, con un livello medio che supera di 5-10 dB(A) quello presente nella postazione fissa SNICOL5.

La rumorosità della zona durante il periodo di misura è stata caratterizzata principalmente dalla battitura dei pali, dalla lavorazione di spostamento materiale effettuata con una ruspa, dal passaggio di alcuni aerei di linea ed il decollo di un piccolo aereo.

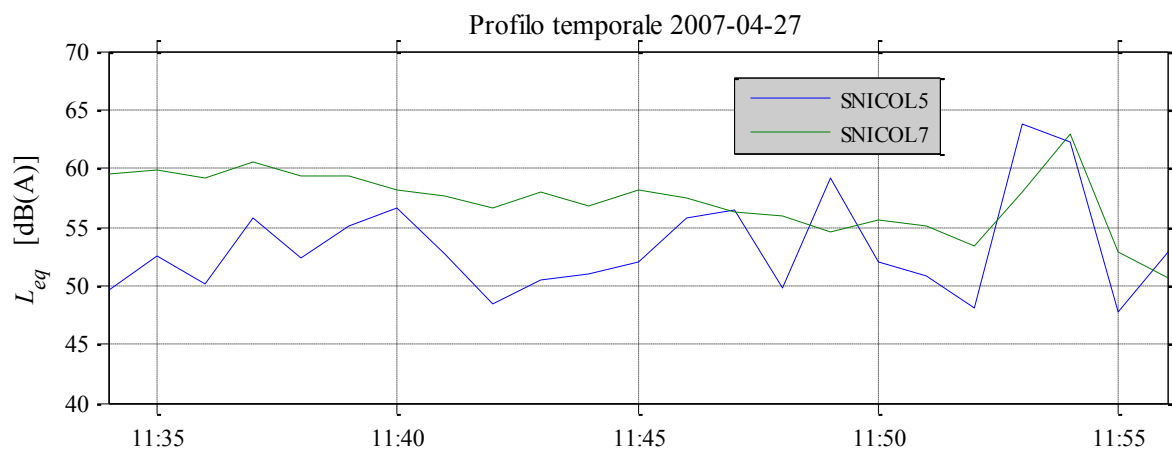


Fig. 14. Profilo temporale del livello equivalente L_{Aeq} e sonogrammi del livello equivalente lineare in bande di terzi d'ottava, al minuto, misurati in contemporanea nelle postazioni SNICOL5 e SNICOL7.

6.5 Analisi dei profili temporali e sonogrammi con campionamento al secondo

Misurazioni contemporanee nelle due postazioni SNICOL5 e SNICOL5bis, dalle 10:00:21 fino alle 10:30:18 del 27/04/2007, Fig. 15

Dalle misure al secondo effettuate contemporaneamente nelle due postazioni, attraverso l'analisi della registrazione audio e la verifica degli eventi monitorati dagli operatori presenti nel sito durante i rilievi, è stato possibile individuare e caratterizzare sia alcune lavorazioni tipiche che alcuni eventi caratteristici delle sorgenti presenti nell'area. I due profili temporali sono sostanzialmente sovrapposti vista la vicinanza delle due postazioni di misura.

La rumorosità della zona durante il periodo di misura è stata caratterizzata dalla battitura dei pali, dalla lavorazione di spostamento massi effettuata con una ruspa, dal canto sporadico degli uccelli e dagli eventi di passaggio autovetture, decollo, atterraggio e passaggio di piccoli aerei.

La battitura dei pali è stata rilevata dall'inizio della misura fino alle ore 10:11:45 circa. La lavorazione della ruspa invece si è verificata durante l'intero periodo di misura.

L'evento rilevato tra le 10:05:40 e le 10:06:04 circa riguarda il passaggio di un'autovettura, visto in contemporanea nelle due postazioni di misura. Dal sonogramma si evidenzia la componente principale in frequenza a 80 Hz.

Gli eventi rilevati tra le 10:12:30 e le 10:13:10 circa e tra le 10:14:04 e le 10:14:35 riportano il decollo di due piccoli aeroplani dall'aeroclub di San Nicolò, visti in contemporanea nelle due postazioni di misura. Dal sonogramma si evidenziano le componenti principali in frequenza dagli 80 fino ai 2000 Hz circa.

Gli eventi rilevati tra le 10:15:30 e le 10:16:30 circa, tra le 10:21:40 e le 10:22:40 e tra le 10:26:40 e le 10:27:40 riportano il sorvolo di piccoli aeroplani, visti in contemporanea nelle due postazioni di misura. Dal sonogramma si evidenziano delle componenti principali in frequenza variabili per i tre eventi tra 63 e 315 Hz circa.

L'evento rilevato tra le 10:18:40 e le 10:19:10 riporta l'atterraggio di un piccolo aeroplano nell'aeroclub di San Nicolò, visto in contemporanea nelle due postazioni di misura. Dal sonogramma si evidenziano delle componenti principali in frequenza dai 63 fino ai 200 Hz circa.

L'evento rilevato tra le 10:24:30 e le 10:25:30 riporta in contemporanea il passaggio di un piccolo aeroplano e un rumore proveniente dalla lavorazione di spostamento materiale della ruspa, visto in entrambe le postazioni di misura. Dal sonogramma si evidenziano le componenti principali in frequenza dagli 80 fino ai 160 Hz circa.

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

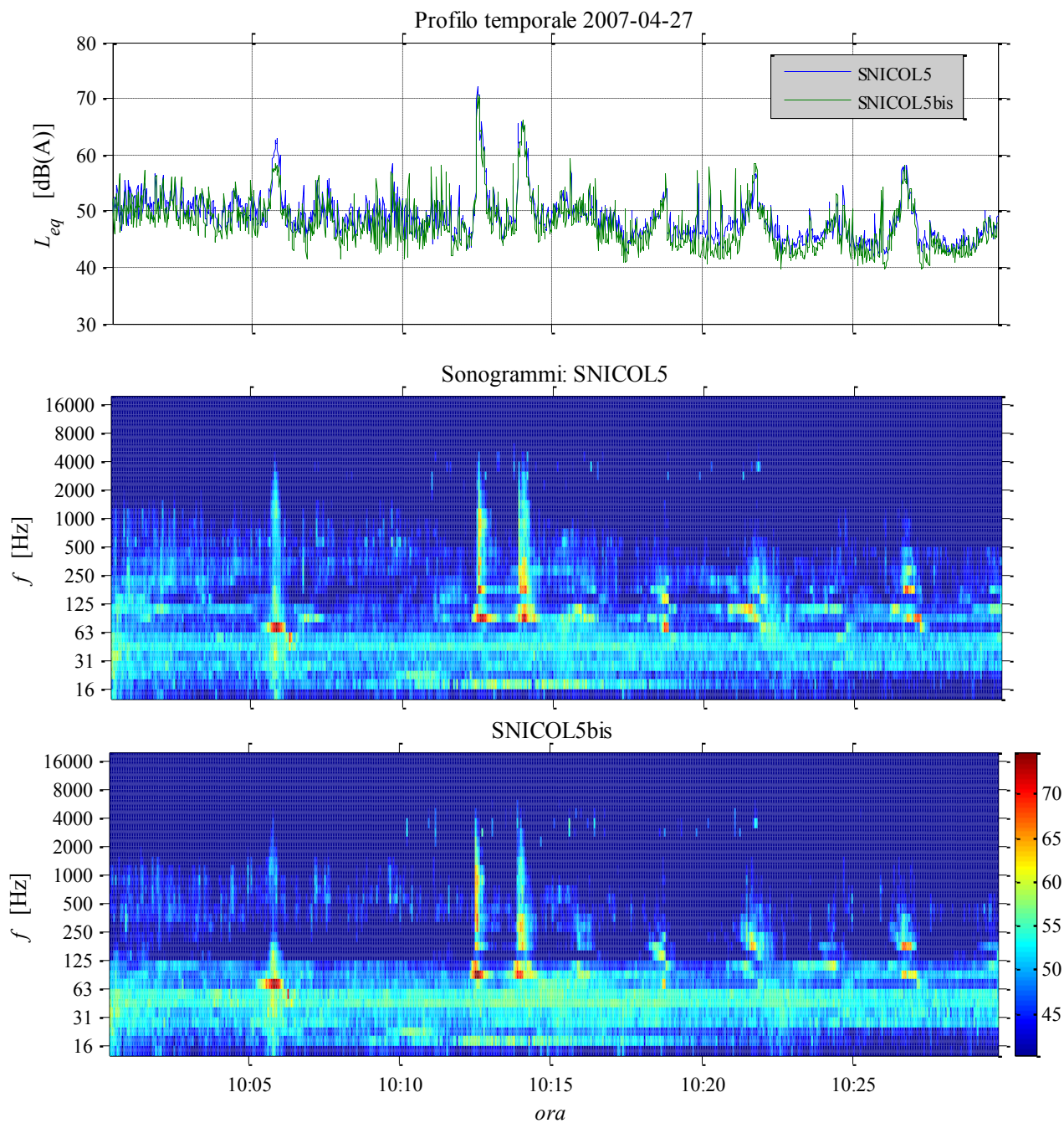


Fig. 15. Profilo temporale del livello equivalente L_{Aeq} e sonogrammi del livello equivalente lineare in bande di terzi d'ottava, al secondo, misurati in contemporanea nelle postazioni SNICOL5 e SNICOL5bis, dalle 10:00:21 fino alle 10:30:18 del 27/04/2007.

Misurazioni contemporanee nelle due postazioni SNICOL5 e SNICOL6, dalle 10:50:49 fino alle 11:14:45 del 27/04/2007, Fig. 16

Dalle misure al secondo effettuate contemporaneamente nelle due postazioni SNICOL5 e SNICOL6, attraverso l'analisi della registrazione audio e la verifica degli eventi monitorati dagli operatori presenti nel sito durante i rilievi, è stato possibile individuare e caratterizzare sia alcune lavorazioni tipiche che alcuni eventi caratteristici delle sorgenti presenti nell'area. I due profili temporali mostrano alcune coincidenze e alcune differenze in base al tipo di sorgente, ma con un livello medio leggermente più alto per la postazione SNICOL6 che evidenzia la vicinanza dall'area di cantiere.

Nelle postazioni di misura SNICOL5 e SNICOL6 si è verificata una ventosità rilevante ma non eccessiva per la validità delle misurazioni, durante l'intero periodo di misura.

La rumorosità della zona durante il periodo di misura è stata caratterizzata principalmente dalla battitura dei pali e dalla lavorazione di spostamento materiale effettuata con una ruspa. Il canto degli uccelli e gli eventi di passaggio di piccoli aerei si sono verificati raramente.

La battitura dei pali è stata rilevata dall'inizio della misura fino alle ore 11:10:17. La lavorazione della ruspa, invece, si è verificata durante l'intero periodo di misura.

Data l'assenza di disturbi (ad esclusione del vento) nella postazione SNICOL6 è stato possibile caratterizzare in maniera adeguata la lavorazione di battitura pali. Tale lavorazione comprende un evento impulsivo che si verifica ogni 1-1.5 secondi circa. Nel profilo temporale al secondo, rilevato con le due centraline, non è possibile distinguere la suddetta lavorazione dal rumore residuo ambientale presente nell'area. L'evidenziazione dei singoli impulsi è stata possibile con la successiva analisi delle registrazioni audio. Dal sonogramma si evidenziano, invece, le sue componenti principali in frequenza comprese tra i 400 ed i 1600 Hz circa.

Nella postazione SNICOL5 si verificano i canti degli uccelli con le componenti in frequenza tra i 1600 e 12500 Hz, con caratteristiche temporali di breve durata.

L'evento rilevato tra le 10:59:25 e le 11:00:10 riguarda il passaggio di un piccolo aereo, visto in contemporanea nelle tre postazioni. Dal sonogramma si evidenziano le componenti principali in frequenza tra i 250 e 315 Hz circa.

L'evento rilevato tra le 11:10:30 e le 11:11:30 riguarda il passaggio di un aereo jet di linea, visto in contemporanea nelle tre postazioni di misura. Dal sonogramma si evidenziano le componenti principali in frequenza dai 31.5 fino ai 1250 Hz circa.

Nella postazione SNICOL5, sono stati rilevati passaggi di automezzi negli intervalli 10:53:13 - 10:53:35 e 11:09:02-11:09:47. Dal sonogramma si evidenziano le componenti in frequenza tra i 63 ed i 4000 Hz circa.

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

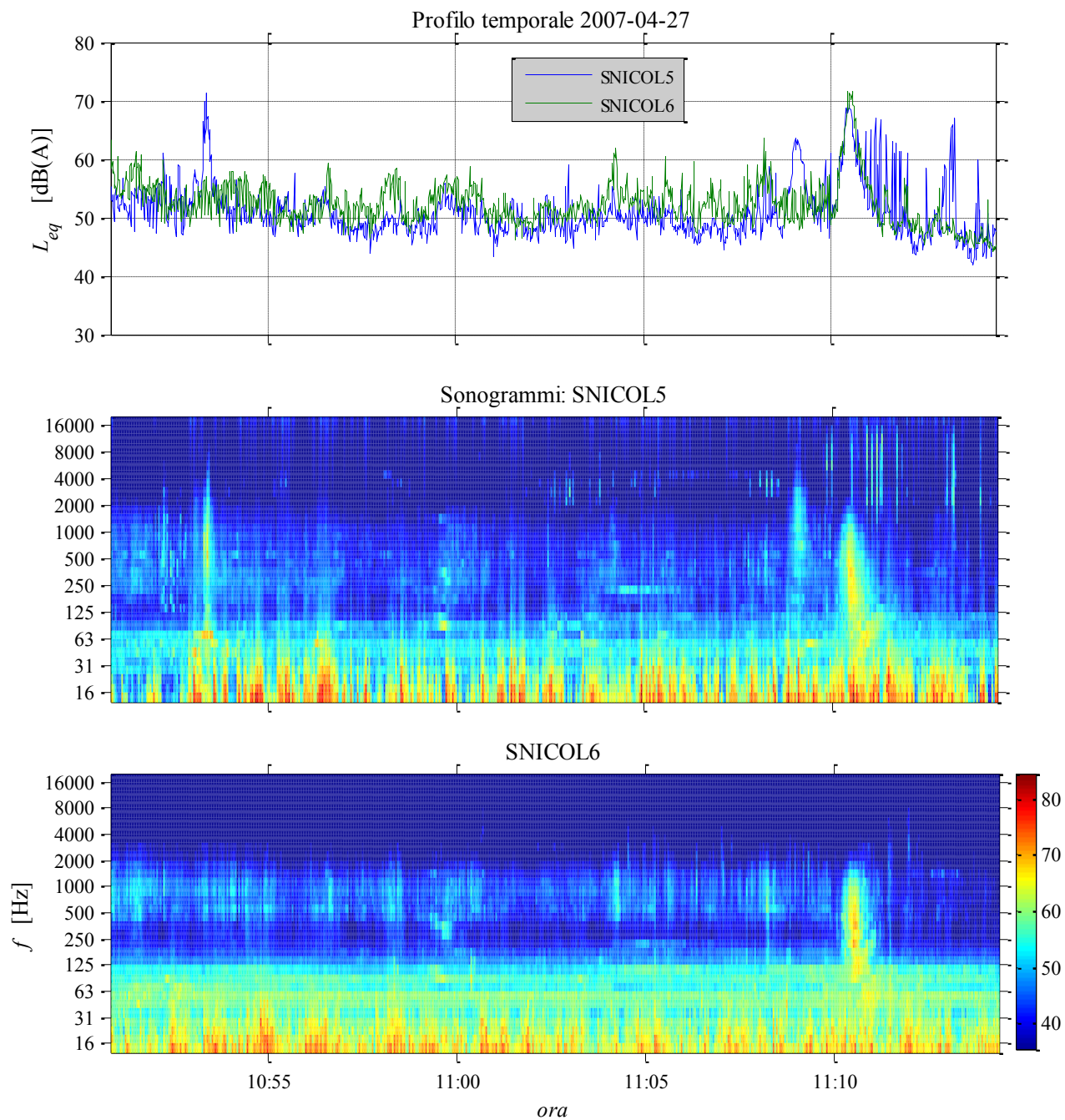


Fig. 16. Profilo temporale del livello equivalente LAeq e sonogrammi del livello equivalente lineare in bande di terzi d'ottava, al secondo, misurati in contemporanea nelle postazioni SNICOL5 e SNICOL6, dalle 10:50:49 fino alle 11:14:45 del 27/04/2007.

Misurazioni contemporanee nelle due postazioni SNICOL5 e SNICOL7, dalle 11:33:03 fino alle 11:56:54 del 27/04/2007, Fig. 17

Dalle misure al secondo effettuate contemporaneamente nelle due postazioni SNICOL5 e SNICOL7, attraverso l'analisi della registrazione audio e la verifica degli eventi monitorati dagli operatori presenti nel sito durante i rilievi, è stato possibile individuare e caratterizzare sia alcune lavorazioni tipiche che alcuni eventi caratteristici delle sorgenti presenti nell'area. I due profili temporali mostrano alcune coincidenze per gli eventi particolarmente significativi tipo passaggi di aerei, ma una sostanziale differenziazione per tutti gli altri periodi determinata dalla forte influenza della rumorosità del cantiere nella postazione SNICOL7, con un livello medio che supera di 5-10 dB(A) quello presente nella postazione fissa SNICOL5.

Nelle postazioni di misura SNICOL5 e SNICOL7 c'è stata una certa persistenza del vento durante l'intero periodo di misura, velocità tali da non compromettere le misurazioni.

La rumorosità della zona durante il periodo di misura è stata caratterizzata principalmente dalla battitura dei pali, dalla lavorazione di spostamento materiale effettuata con una ruspa, dal passaggio di alcuni aerei jet ed il decollo di un piccolo aereo. Il canto degli uccelli si è verificato raramente nella postazione SNICOL7, più frequentemente nella postazione SNICOL5 con le componenti in frequenza tra i 1600 e 12500 Hz.

La battitura dei pali è stata rilevata dall'inizio della misura fino alle ore 11:52:48. La lavorazione della ruspa invece si è verificata durante l'intero periodo di misura.

Data l'assenza di disturbi (ad esclusione del vento) e la vicinanza alle sorgenti del cantiere della postazione SNICOL7 è stato possibile caratterizzare in un modo più completo la lavorazione della battitura pali e quella dello spostamento di materiale con la ruspa. Come visto precedentemente entrambe le lavorazioni sono indistinguibili dalla rumorosità residua nel profilo temporale al secondo. Dal sonogramma invece si evidenziano le componenti principali in frequenza della battitura pali comprese tra i 400 ed i 2500 Hz circa. Per quello che riguarda la lavorazione della ruspa si evidenziano le componenti a 80, 50 e 25 Hz circa.

Gli eventi rilevati principalmente nella postazione SNICOL5, negli intervalli 11:34:52-11:36:40 e 11:43:30-11:45:30, riguardano il passaggio di due aerei in lontananza. Nella postazione SNICOL7 tali eventi vengono mascherati, nelle frequenze di interesse, dalle lavorazioni delle battiture pali. Dal sonogramma si evidenziano le componenti principali in frequenza tra i 100 e 1000 Hz circa.

L'evento rilevato tra le 11:49:25 e le 11:50:08, nella postazione SNICOL5, non è stato identificato come tipologia di sorgente per assenza dell'operatore dalla postazione. Dal sonogramma si evidenziano le componenti principali in frequenza tra i 63 ed i 3150 Hz circa.

L'evento rilevato tra le 11:53:06 e le 11:53:58 riporta il passaggio di un aereo, visto in entrambe le postazioni. Dal sonogramma si evidenziano le componenti principali in frequenza tra i 100 ed i 4000 Hz circa.

L'evento rilevato tra le 11:53:58 e le 11:55:52 riguarda il decollo di un piccolo aereo dall'aeroclub di San Nicolò, visto in contemporanea nelle due postazioni di misura. Dal sonogramma si evidenziano le componenti principali in frequenza dagli 80 fino ai 4000 Hz circa.

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

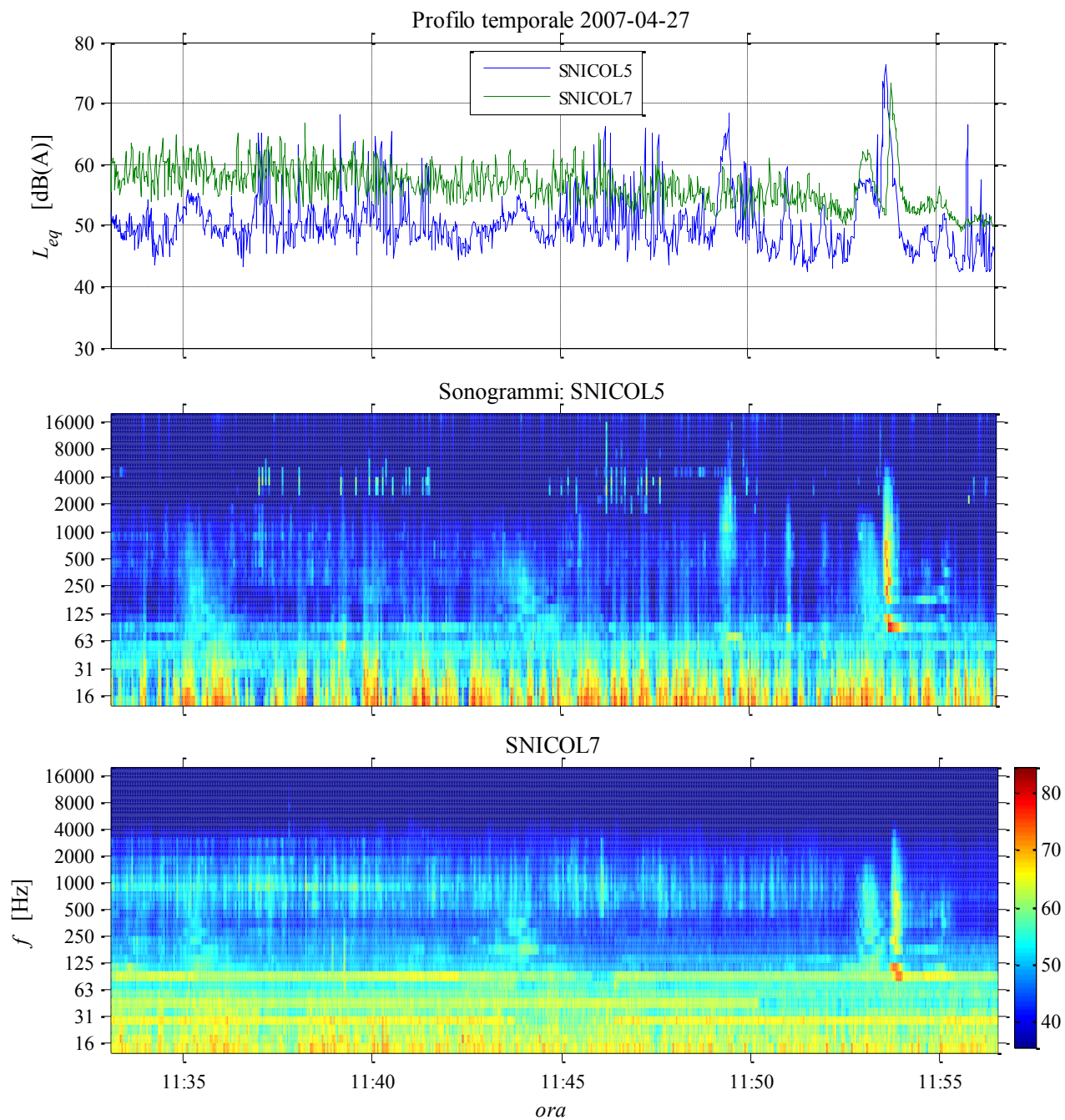


Fig. 17. Profilo temporale del livello equivalente LAeq e sonogrammi del livello equivalente lineare in bande di terzi d'ottava, al secondo, misurati in contemporanea nelle postazioni SNICOL5 e SNICOL7, dalle 11:33:03 fino alle 11:56:54 del 27/04/2007.

6.6 Analisi dei profili temporali e spettrogrammi di alcuni stralci delle registrazioni audio

Per una migliore interpretazione delle misure brevi effettuate e per una caratterizzazione approfondita degli eventi sonori presenti nella zona oggetto del monitoraggio, sono state analizzate le registrazioni sonore attraverso il calcolo dello spettrogramma. Allo scopo sono stati selezionati dei periodi di breve durata contenenti eventi significativi sia delle lavorazioni del cantiere che della rumorosità residua.

Si precisa, come già riportato, che le intensità dei colori dei singoli spettrogrammi non sono confrontabili tra di loro data la diversa scala utilizzata in ciascun calcolo. Essi servono, invece, a valutare nello specifico le diverse caratteristiche spettrali e temporali degli eventi sonori rilevati. Gli spettrogrammi, inoltre, non possono essere direttamente confrontati con i sonogrammi data la diversa natura dell'analisi. Lo spettrogramma è, infatti, calcolato in banda stretta con una spaziatura costante in frequenza, mentre il sonogramma riporta una rappresentazione grafica bidimensionale a colori del profilo temporale di tutte le bande in terzi d'ottava (a percentuale costante) misurate con l'analizzatore di spettro.

Nella Fig. 18 viene riportata l'analisi di un segmento di 10 secondi circa della registrazione sonora eseguita nella postazione SNICOL5bis, dalle 10:09:48 fino alle 10:09:58 del 27/04/2007 (file audio "20070427_100948_100958-snicol5bis.wav" riportato in allegato a questa relazione). Tale segmento si riferisce alla lavorazione di battitura pali in contemporanea con quella della ruspa ed il canto degli uccelli.

L'analisi scorre i tre eventi (battitura pali, lavorazione ruspa e canto uccelli) in termini spettrali e temporali evidenziando le diverse caratteristiche di ciascuno in modo specifico.

Per primo si riesce a visualizzare il carattere impulsivo delle battiture dei pali con una periodicità temporale di un colpo ogni 1.3 secondi circa e con caratteristiche spettrali ampie, partendo dai 250 fino ai 3100 Hz circa, caratteristica questa dei rumori impulsivi.

Nella gamma di frequenze tra 160 e 800 Hz circa si visualizza la lavorazione della ruspa, continua tra i colpi della battitura pali. Tale lavorazione non ha una caratteristica temporale marcata dato che dipende dalla movimentazione della ruspa. Si evidenziano alcune componenti tonali attorno ai 380 e 420 Hz.

Nello spettrogramma viene, inoltre, messa in evidenza la diversità del canto degli uccelli con una varietà di profili temporali e spettrali caratterizzati da brevi eventi ad una singola frequenza o brevi eventi con frequenze variabili. Le componenti spettrali partono da 1600 Hz fino a 6800 Hz circa.

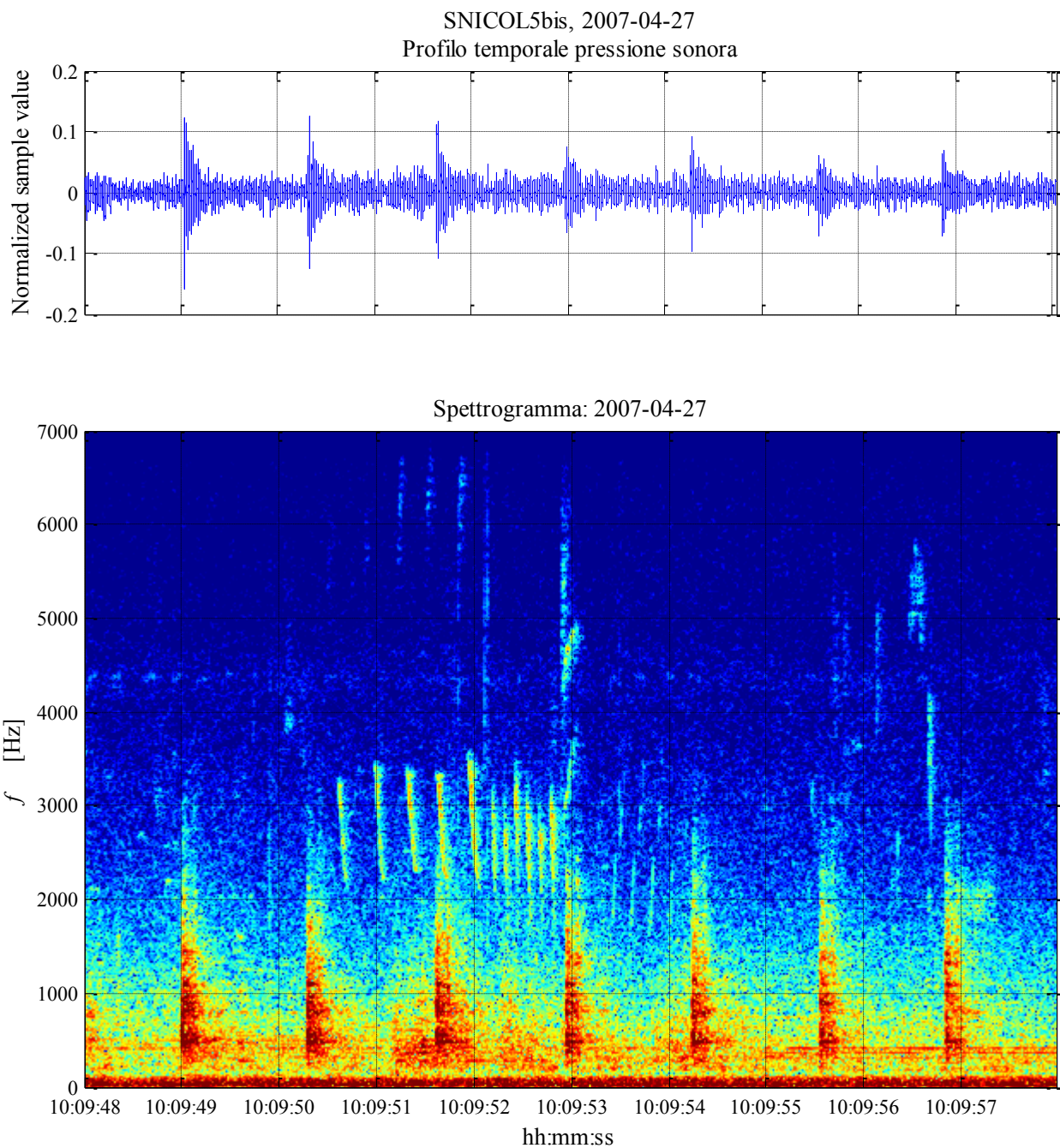


Fig. 18. Profilo temporale della pressione sonora con campionamento a 16kHz e relativo spettrogramma con l'asse delle frequenze in banda stretta ($\Delta f = 3,9063$ Hz) misurato nella postazione SNICOL5bis (file audio: "20070427_100948_100958-snicol5bis.wav"). Evento riguardante battitura pali in contemporanea con canto degli uccelli e lavorazione ruspa.

Nella Fig. 19 viene riportata l'analisi di un segmento di 44 secondi circa della registrazione sonora eseguita nella postazione SNICOL5bis, dalle 10:12:27 fino alle 10:13:11 del 27/04/2007 (file audio "20070427_101227_101311-snicol5bis.wav" riportato in allegato a questa relazione). Tale segmento si riferisce al decollo di un piccolo aereo dall'aeroclub di San Nicolò in contemporanea con il lavoro della ruspa ed il canto degli uccelli.

È visibile l'andamento temporale del decollo con un livello basso all'inizio caratterizzato dalle sole basse frequenze dovute al rumore aerodinamico delle pale e del motore, con una frequenza principale attorno agli 80 Hz. Successivamente, con l'innalzamento del livello, si verifica anche un maggiore contributo delle medio-alte frequenze dai 600 fino ai 6900 Hz. Come si può osservare, alle basse frequenze si aggiungono le armoniche del rumore delle pale e del motore. Verso la fine rimangono le componenti alle basse frequenze. Si osserva anche una lieve variazione alle basse frequenze dovuta all'effetto "Doppler".

Come nello spettrogramma precedente, è visibile il canto degli uccelli, con una varietà di profili temporali e spettrali caratterizzati da brevi eventi ad una singola frequenza, brevi eventi a frequenze variabili. Le loro componenti spettrali partono da frequenze attorno ai 1300 fino ai 6800 Hz circa.

La lavorazione della ruspa non è distinguibile dall'analisi visto che la gamma di frequenze d'interesse è la stessa del decollo dell'aereo.

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

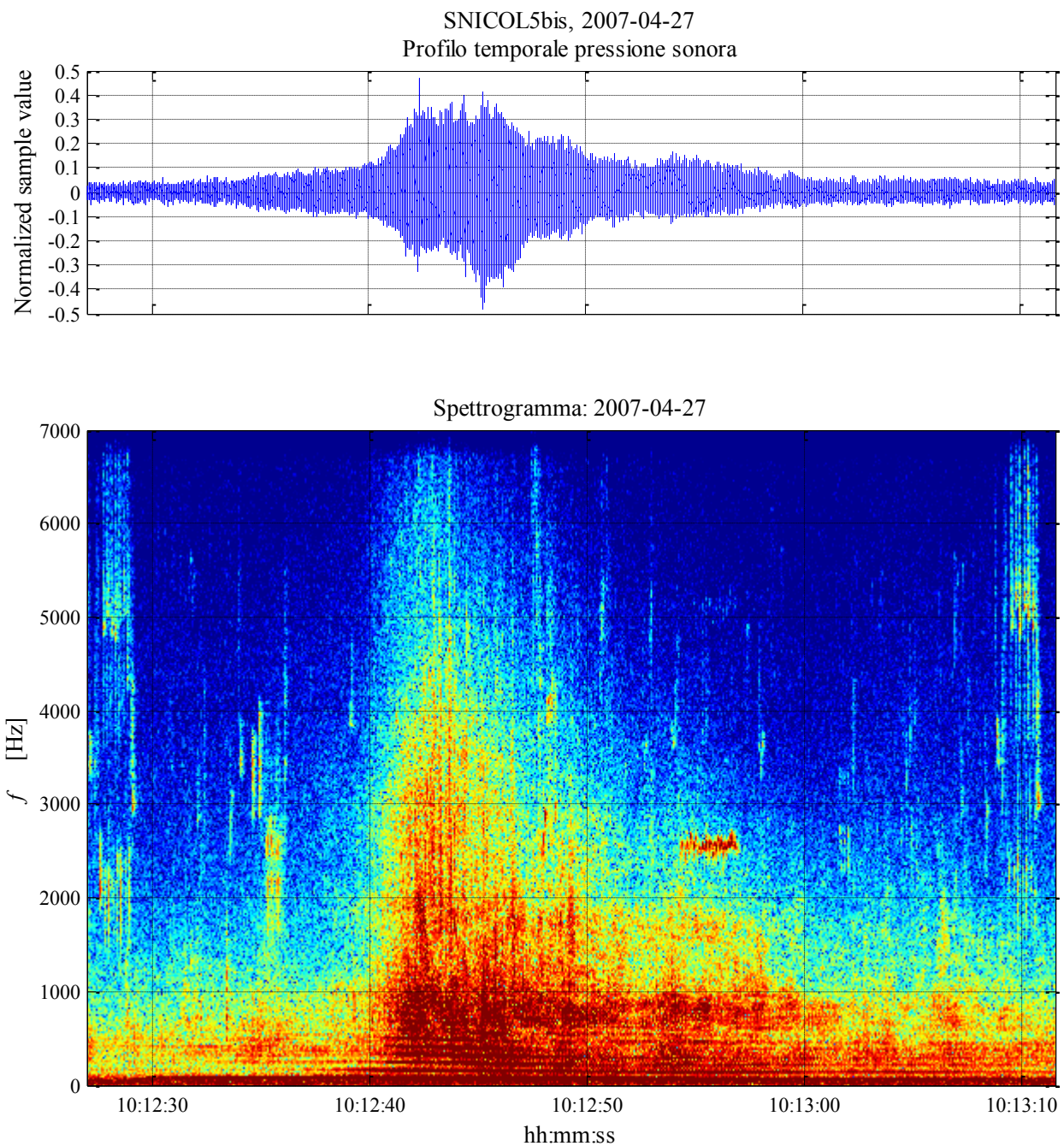


Fig. 19. Profilo temporale della pressione sonora con campionamento a 16kHz e relativo spettrogramma con l'asse delle frequenze in banda stretta ($\Delta f = 3,9063$ Hz) misurato nella postazione SNICOL5bis (file audio: "20070427_101227_101311-snicol5bis.wav"). Evento riguardante decollo aereo dalla pista dall'aeroclub di San Nicolò in contemporanea con canto degli uccelli.

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

Nella Fig. 20 viene riportata l'analisi di un segmento di 25 secondi circa della registrazione sonora eseguita nella postazione SNICOL5bis, dalle 10:25:05 fino alle 10:25:30 del 27/04/2007 (file audio "20070427_102505_102530-snicol5bis.wav" riportato in allegato a questa relazione). Tale segmento si riferisce alla fine di un ciclo di battitura pali e alla lavorazione ruspa in contemporanea con il canto degli uccelli.

All'inizio si osservano due battiture di pali con caratteristiche precedentemente illustrate. Successivamente si osservano più chiaramente le caratteristiche della lavorazione della ruspa con componenti tonali attorno ai 180, 330 e 450 Hz circa. Le componenti impulsive dovute allo scuotimento della pala si osservano con contributi in frequenza dai 340 ai 1480 Hz circa e quelle dovute alla caduta di materiale si osservano con contributi in frequenza dai 240 ai 780 Hz circa.

Il canto degli uccelli è visibile come prima, con una varietà di profili temporali e spettrali caratterizzati da brevi eventi ad una singola frequenza, brevi eventi a frequenze variabili. Le loro componenti spettrali partono da frequenze attorno ai 1750 fino ai 4200 Hz.

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

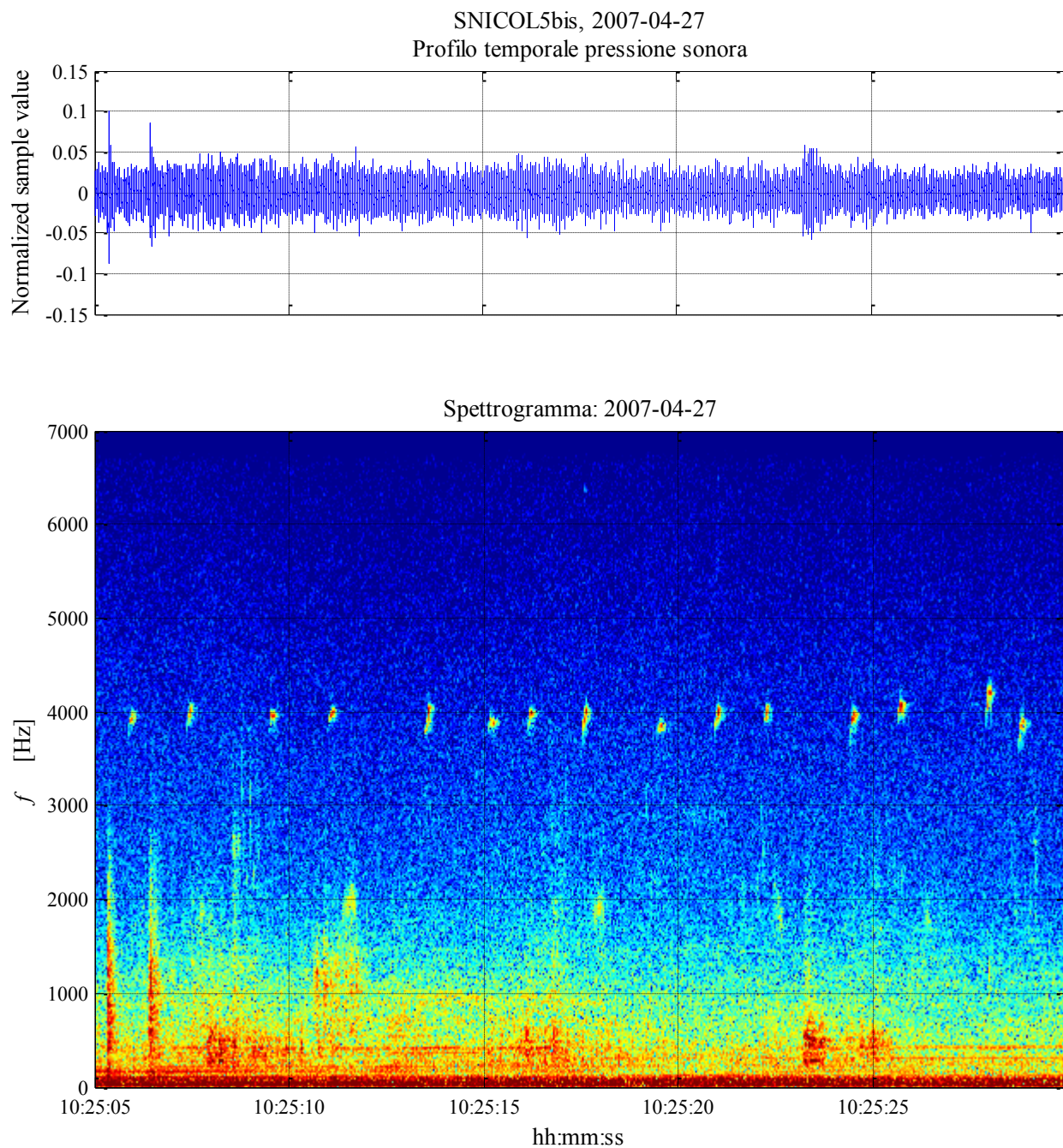


Fig. 20. Profilo temporale della pressione sonora con campionamento a 16kHz e relativo spettrogramma con l'asse delle frequenze in banda stretta ($\Delta f = 3,9063$ Hz) misurato nella postazione SNICOL5bis (file audio: "20070427_102505_102530-snicol5bis.wav"). Evento riguardante battitura pali e lavorazione ruspa in contemporanea con canto degli uccelli.

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

Nella Fig. 21 viene riportata l'analisi di un segmento di 10 secondi circa della registrazione sonora eseguita nella postazione SNICOL6, dalle 10:55:27 fino alle 10:55:37 del 27/04/2007 (file audio "20070427_105527_105537-snicol6.wav" riportato in allegato a questa relazione). Tale segmento si riferisce alla battitura dei pali e alla lavorazione ruspa in contemporanea con il canto degli uccelli.

In questo segmento si è cercato di puntualizzare la difficoltà nel riconoscere le lavorazioni utilizzando soltanto l'analisi spettrale, senza l'aiuto della registrazione audio. Nello specifico i battiti di pali che si sono verificati tra i secondi 30 e 33 vengono mascherati dalle lavorazioni più rumorose della ruspa, avvenute in contemporanea.

Si fa notare la diversa scala di colore di questa analisi alle alte frequenze attorno ai 3400 Hz, evidenziata tra i secondi 27 e 28 e tra i secondi 29 e 30, determinata dai cigoli della ruspa. Inoltre, attorno alla frequenza di 1250 Hz, tra i secondi 32 e 34, si notano le variazioni in frequenza dovute agli ingranaggi della pala.

Alla fine dell'analisi si vedono i canti degli uccelli nelle frequenze tra 2200 e 5400 Hz.

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

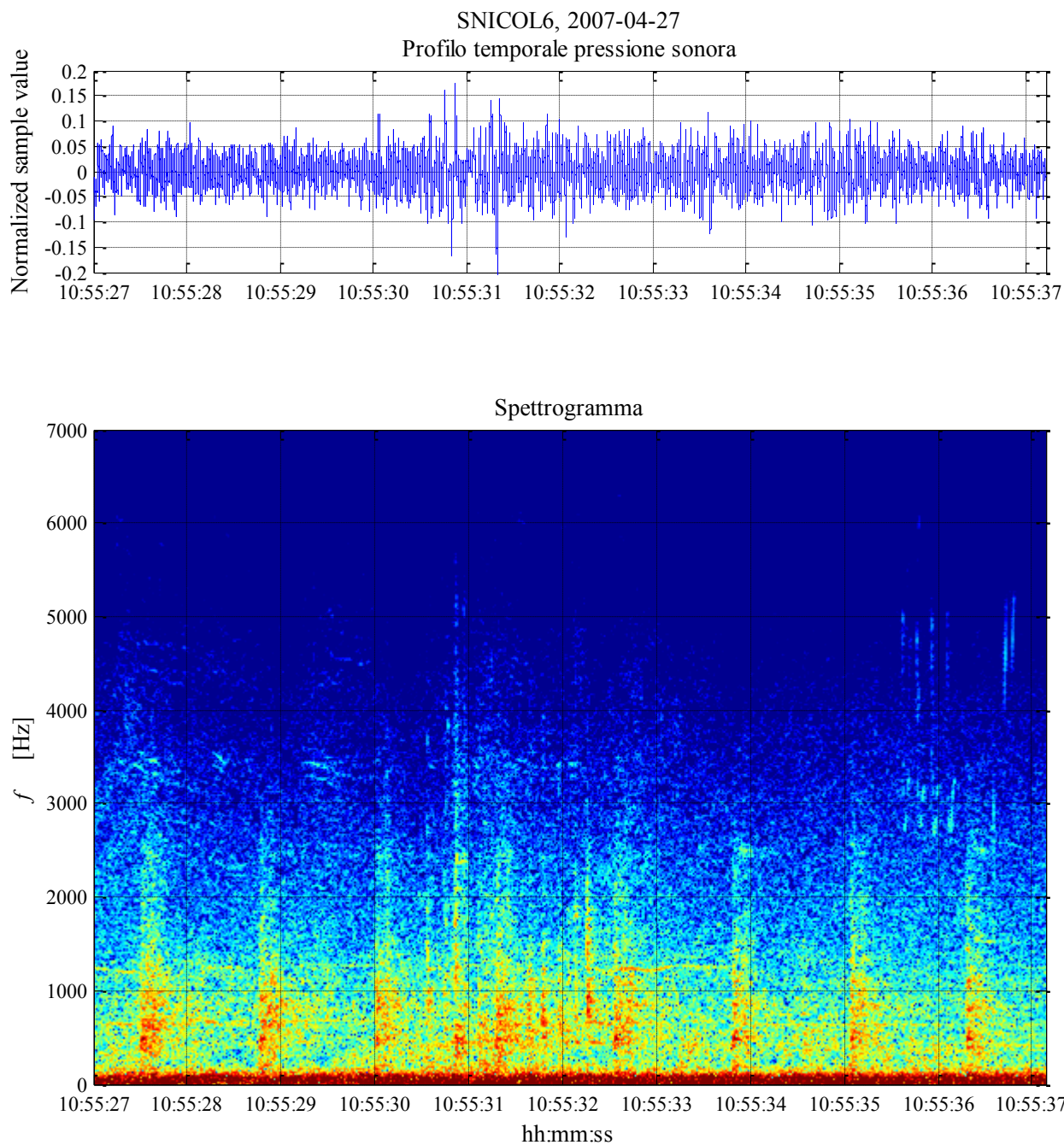


Fig. 21. Profilo temporale della pressione sonora con campionamento a 16kHz e relativo spettrogramma con l'asse delle frequenze in banda stretta ($\Delta f = 3,9063$ Hz) misurato nella postazione SNICOL6 (file audio: "20070427_105527_105537-snicol6.wav"). Evento riguardante battitura pali in contemporanea con lavorazione ruspa e canto degli uccelli.

Nella Fig. 22 viene riportata l'analisi di un segmento di 6 secondi circa della registrazione sonora eseguita nella postazione SNICOL6, dalle 11:04:24 fino alle 11:04:30 del 27/04/2007 (file audio "20070427_110424_110430-snicol6.wav" riportato in allegato a questa relazione). Tale segmento si riferisce alla battitura dei pali e alla lavorazione ruspa in contemporanea con il canto degli uccelli.

In questa analisi viene evidenziato il canto di uccelli nelle frequenze tra i 4400 ed i 6300 Hz soltanto all'inizio del segmento.

Per la restante parte dell'analisi si evidenzia la battitura dei pali con eventi a due picchi, determinati forse da una riflessione o dal tipo di lavorazione. In aggiunta si osservano alcune componenti tonali degli ingranaggi della ruspa nelle frequenze di circa 290, 650 e 870 Hz.

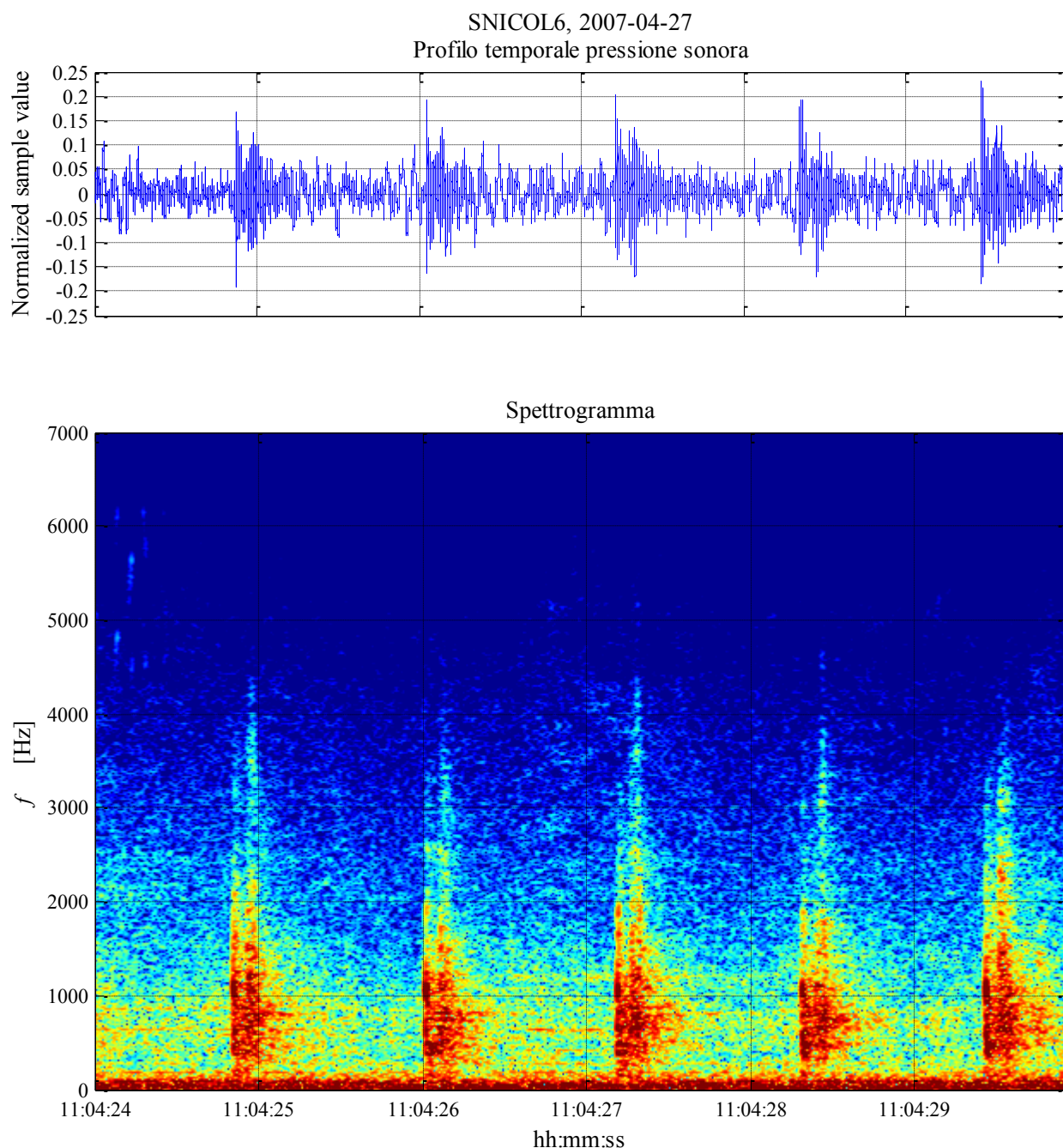


Fig. 22. Profilo temporale della pressione sonora con campionamento a 16kHz e relativo spettrogramma con l'asse delle frequenze in banda stretta (delta $f = 3,9063$ Hz) misurato nella postazione SNICOL6 (file audio: "20070427_110424_110430-snicol6.wav"). Evento riguardante la sola battitura pali.

Nella Figura 23 viene riportata l'analisi di un segmento di 7 secondi circa della registrazione sonora eseguita nella postazione SNICOL6, dalle 11:04:43 fino alle 11:04:50 del 27/04/2007 (file audio "20070427_110443_110450-snicol6.wav" riportato in allegato a questa relazione). Tale segmento si riferisce alla battitura dei pali e alla lavorazione ruspa.

La rilevanza di questo segmento è la diversa tipologia di evento nella lavorazione della ruspa, marcato principalmente dal cigolio con componenti in frequenza dai 1600 fino ai 5000 Hz.

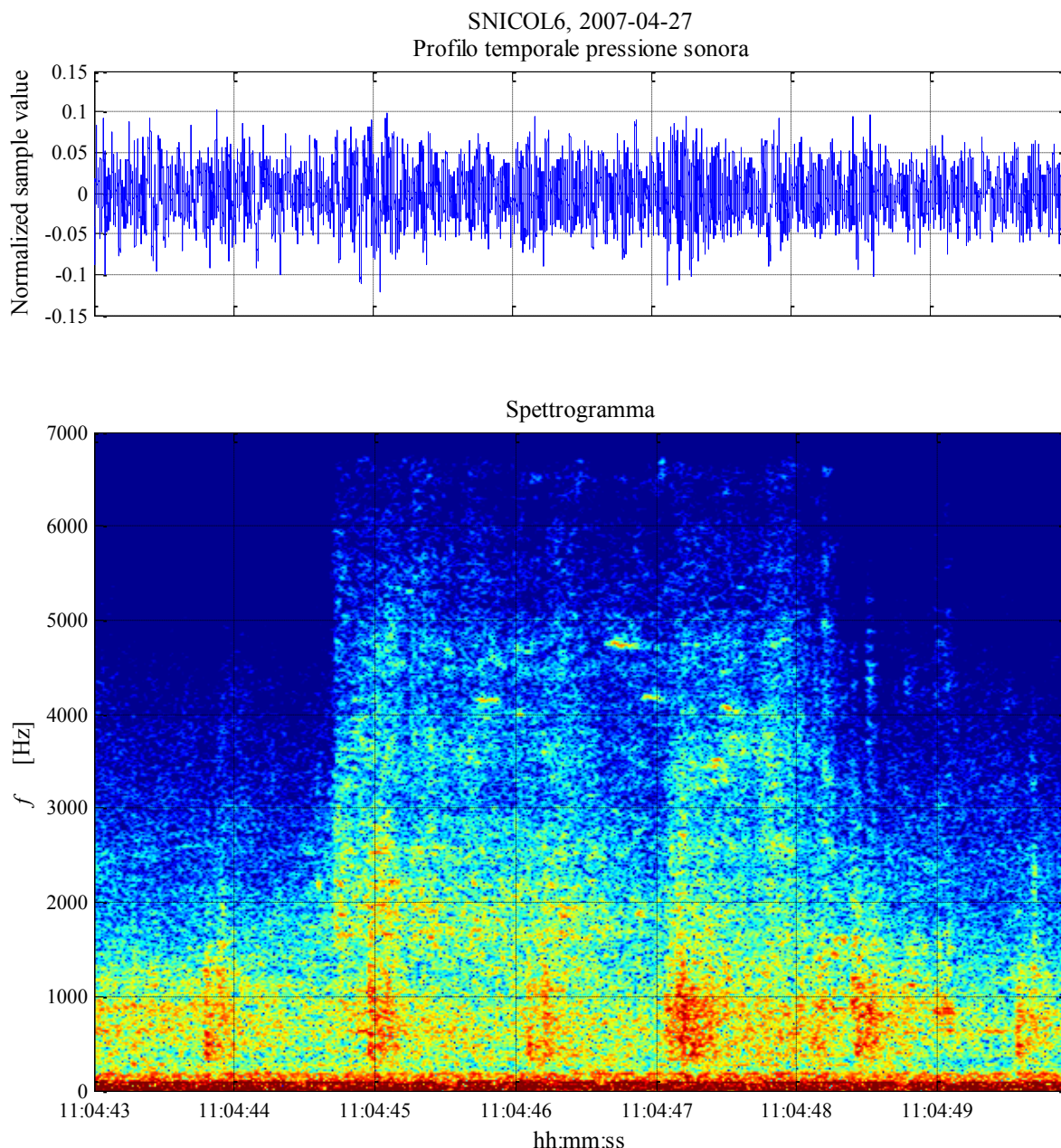


Fig. 23. Profilo temporale della pressione sonora con campionamento a 16kHz e relativo spettrogramma con l'asse delle frequenze in banda stretta (delta $f = 3,9063$ Hz) misurato nella postazione SNICOL6 (file audio: "20070427_110443_110450-snicol6.wav"). Evento riguardante battitura pali in contemporanea con lavorazione della ruspa.

Nella Figura 24 viene riportata l'analisi di un segmento di 5 secondi circa della registrazione sonora eseguita nella postazione SNICOL6, dalle 11:06:26 fino alle 11:06:32 del 27/04/2007 (file audio "20070427_110626_110632-snicol6.wav" riportato in allegato a questa relazione). Tale segmento si riferisce alla lavorazione della ruspa in contemporanea con il canto di uccelli.

Questo segmento serve a visualizzare un evento di scuotimento del braccio meccanico della ruspa in contemporanea con il canto di uccelli caratterizzato da eventi con componenti dai 2000 fino ai 6600 Hz. Si nota l'impulsività dello scuotimento del braccio che alle alte frequenze maschera il canto dell'uccello.

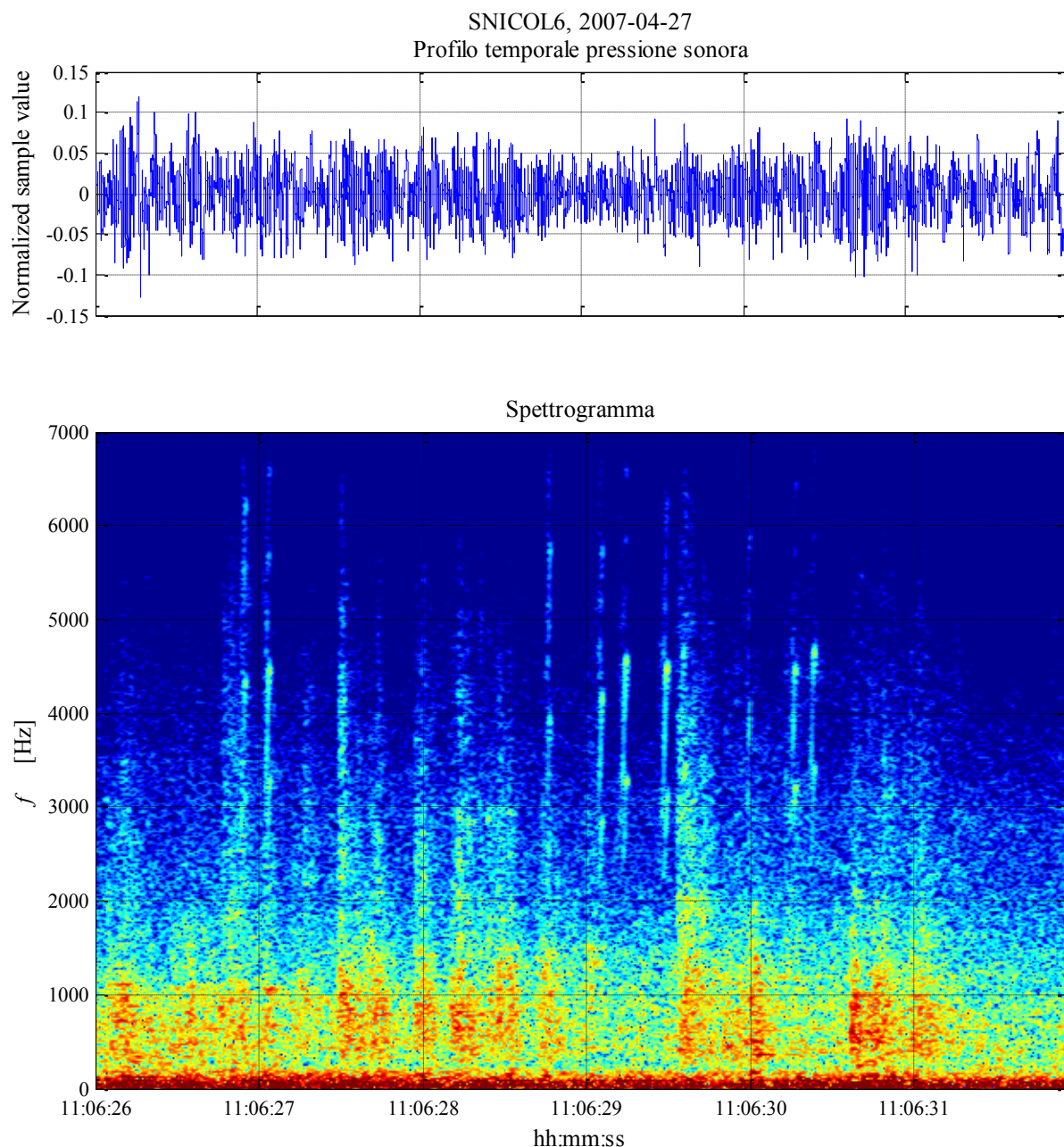


Fig. 24. Profilo temporale della pressione sonora con campionamento a 16kHz e relativo spettrogramma con l'asse delle frequenze in banda stretta (delta $f = 3,9063$ Hz) misurato nella postazione SNICOL6 (file audio: "20070427_110626_110632-snicol6.wav"). Evento riguardante lavorazione ruspa in contemporanea con canto uccelli.

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

Nella Fig. 25 viene riportata l'analisi di un segmento di 1 minuto circa della registrazione sonora eseguita nella postazione SNICOL6, dalle 11:10:29 11:11:29 del 27/04/2007 (file audio "20070427_111029_111129-snicol6.wav" riportato in allegato a questa relazione). Tale segmento si riferisce al sorvolo di un aereo di linea in contemporanea con la lavorazione della ruspa ed il canto degli uccelli.

Viene riportato in questo segmento il passaggio di un aereo di linea, caratterizzato da componenti in frequenza dai 100 ai 2000 Hz, con la visualizzazione della variabilità delle componenti tonali dovuto all'effetto doppler.

In contemporanea si verificano gli eventi di scuotimento del braccio meccanico ed il cigolio della ruspa.

Il canto degli uccelli è di difficile individuazione, data la lunghezza del segmento in questione, e viene parzialmente mascherato dagli altri eventi.

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

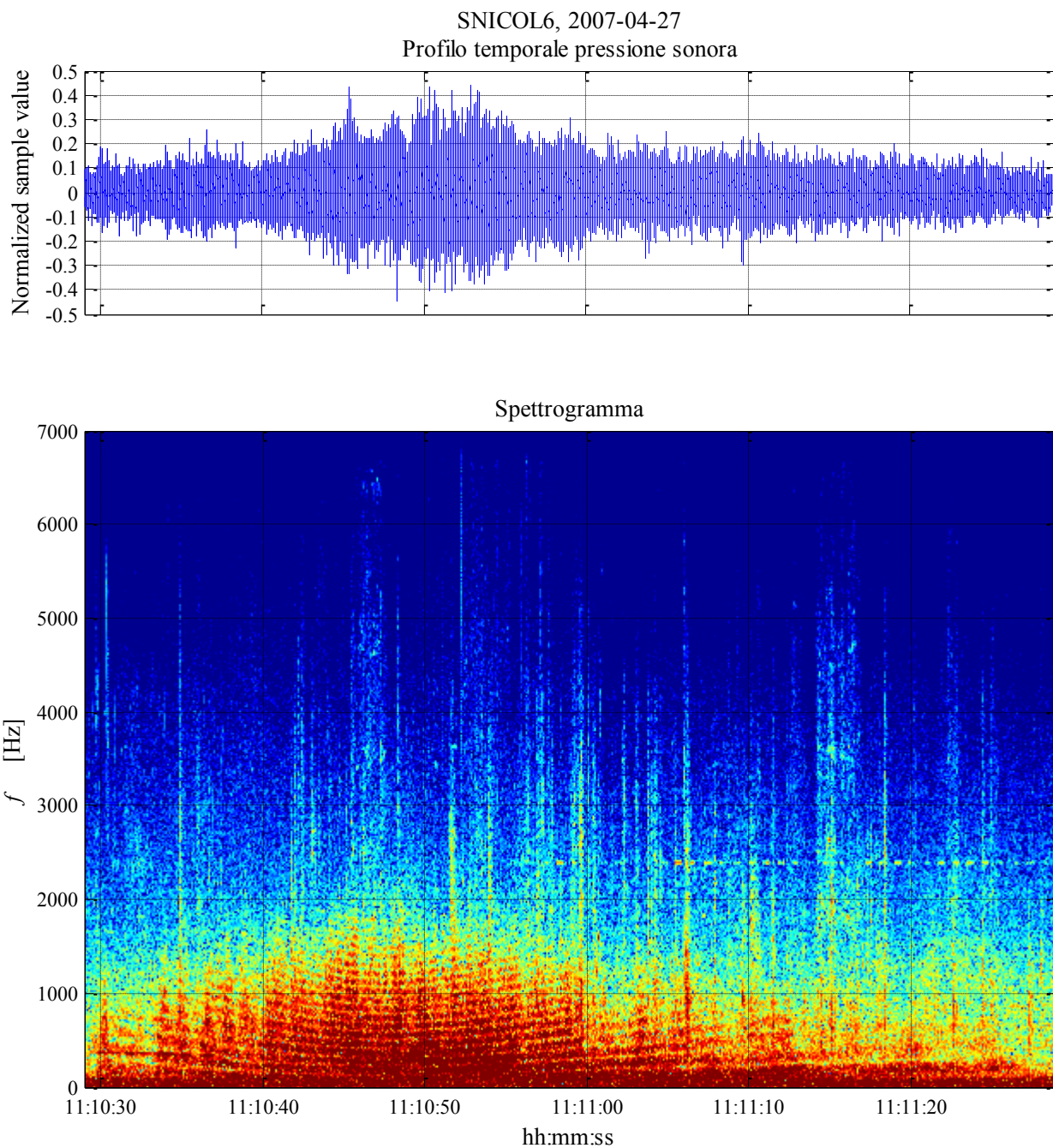


Fig. 25. Profilo temporale della pressione sonora con campionamento a 16kHz e relativo spettrogramma con l'asse delle frequenze in banda stretta ($\Delta f = 3,9063$ Hz) misurato nella postazione SNICOL6 (file audio: "20070427_111029_111129-snicol6.wav"). Evento riguardante sorvolo aereo in contemporanea con lavorazione ruspa e canto uccelli.

Nella Fig. 26 viene riportata l'analisi di un segmento di 6 secondi circa della registrazione sonora eseguita nella postazione SNICOL7, dalle 11:33:50 fino alle 11:33:56 del 27/04/2007 (file audio "20070427_113350_113356-snicol7.wav" riportato in allegato a questa relazione). Tale segmento si riferisce alla sola lavorazione di battitura pali.

Data la vicinanza della postazione di misura SNICOL7 alla sorgente in questione si riescono a visualizzare le frequenze di risonanza del palo. Tali frequenze sono quelle che si protraggono nel tempo dopo ogni colpo. I loro valori si aggirano attorno agli 800, 1550 e 2500 Hz circa.

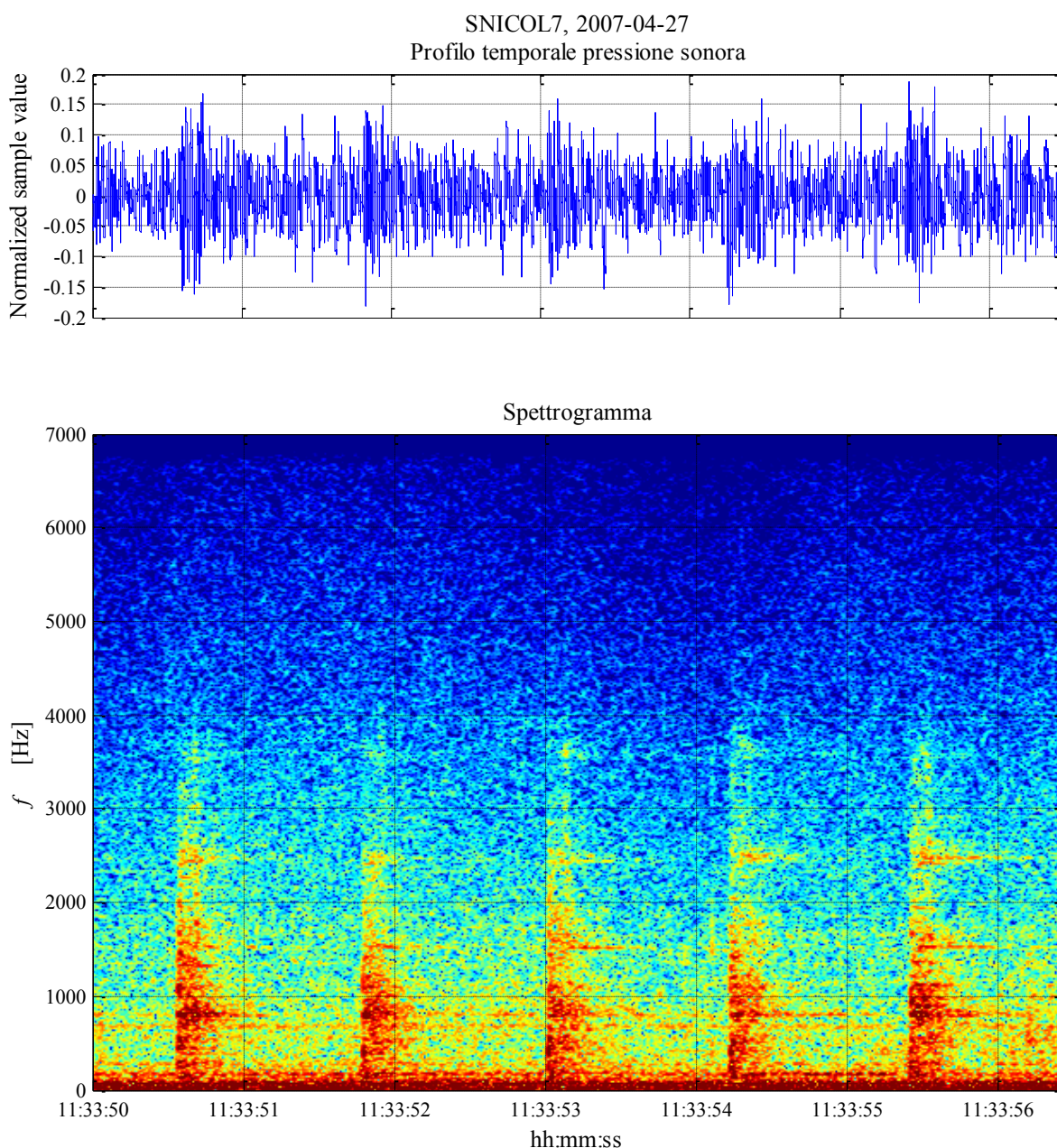


Fig. 26. Profilo temporale della pressione sonora con campionamento a 16kHz e relativo spettrogramma con l'asse delle frequenze in banda stretta ($\Delta f = 3,9063$ Hz) misurato nella postazione SNICOL7 (file audio: "20070427_113350_113356-snicol7.wav"). Evento riguardante la sola battitura pali.

Nella Fig. 27 (pag. 42), viene riportata l'analisi di un segmento di 30 secondi circa della registrazione sonora eseguita nella postazione SNICOL7, dalle 11:53:59 fino alle 11:54:29 del 27/04/2007 (file audio "20070427_115359_115429-snicol7.wav" riportato in allegato a questa relazione). Tale segmento si riferisce al solo sorvolo di un piccolo aereo.

Tale evento è caratterizzato principalmente da componenti alle basse frequenze dovute al rumore del motore, al rumore aerodinamico delle pale e le loro armoniche. In alcuni periodi si osservano delle componenti più estese alle alte frequenze dovute al rumore aerodinamico delle pale. Si osserva una lieve variabilità alle basse frequenze dovuto all'effetto doppler.

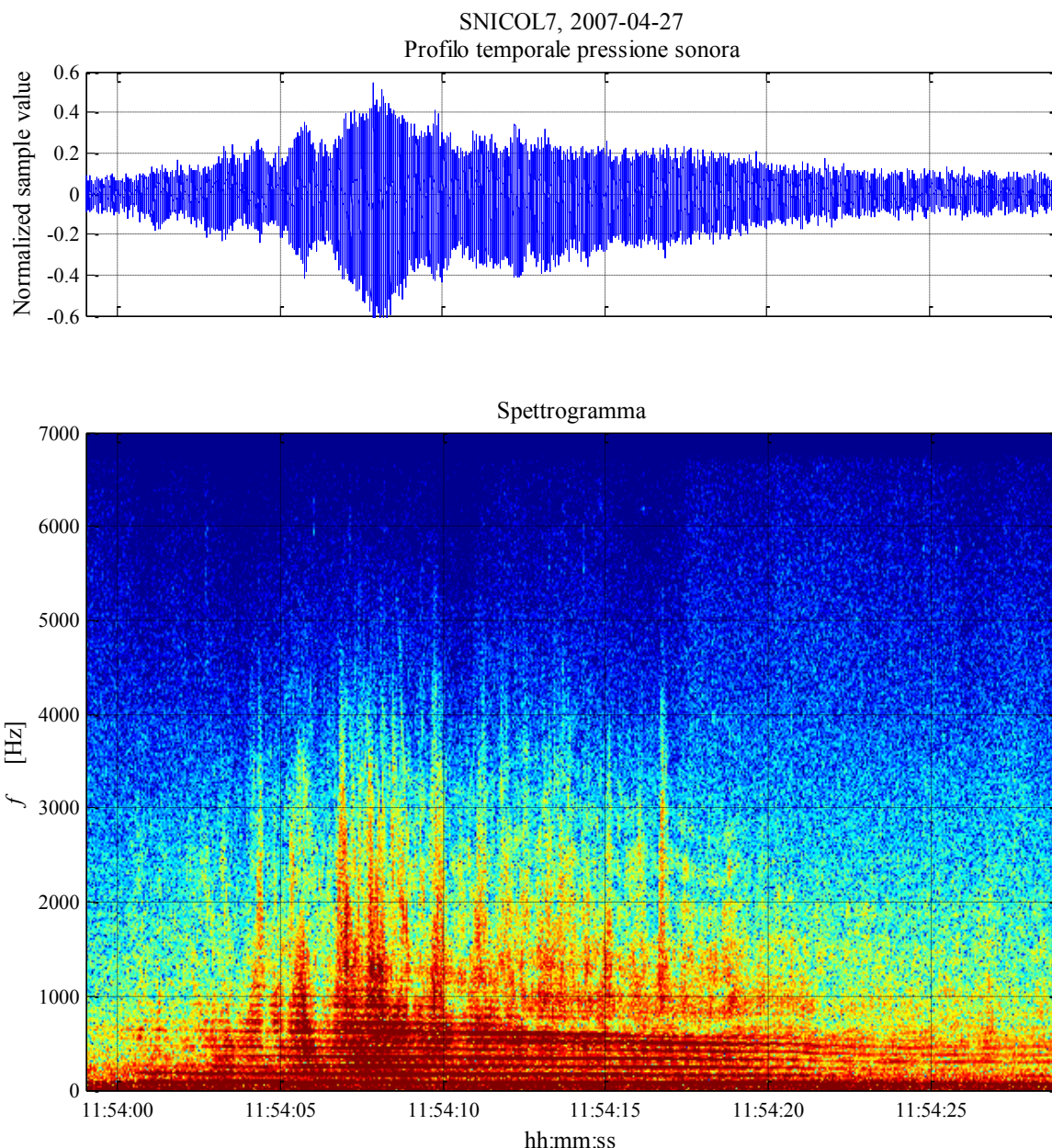


Fig. 27. Profilo temporale della pressione sonora con campionamento a 16kHz e relativo spettrogramma con l'asse delle frequenze in banda stretta (delta $f = 3,9063$ Hz) misurato nella postazione SNICOL7 (file audio: "20070427_115359_115429-snicol7.wav"). Evento riguardante il solo sorvolo di aereo.