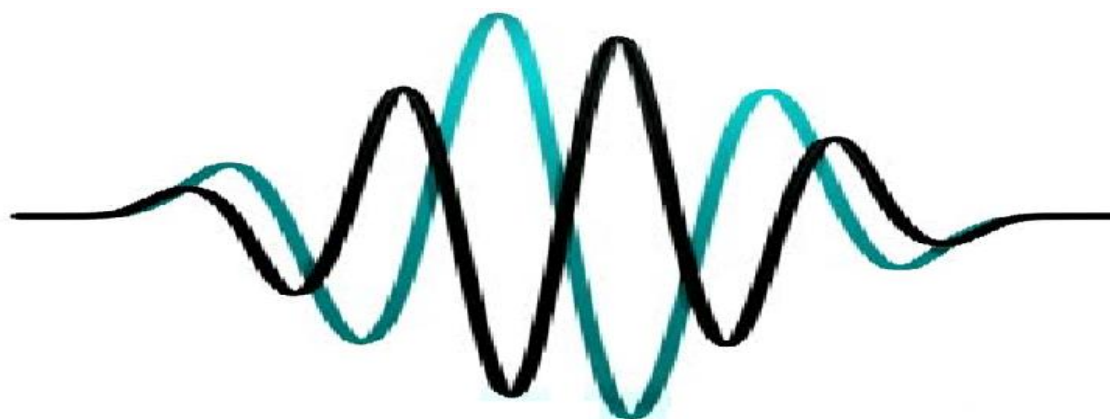




Rapporto finale



Studio del livello sonoro nei tunnel della cava
Monte Tondo e analisi delle possibili relazioni
con la presenza di colonie di Chiroterri

Ordine: 4500704038 del 19.02.2014

20/5/2017
Dr. D. Scaravelli



Introduzione

In considerazione dell'opportunità più unica che rara di poter utilizzare la cava di Monte Tondo come *field study scenario* nell'esplorazione di *best-practices* che possono instaurarsi tra mondo produttivo e attività di conservazione, è stata realizzata una mappa del rumore mediante installazione di fonometro, per periodi adeguati, nelle diverse aree di soggiorno degli animali.

Materiali e metodi

Scopo del progetto è verificare se le sorgenti di rumore presenti all'esterno e in parte all'interno dei tunnel della cava possano avere effetto di disturbo sulle colonie di Chiroteri presenti nelle loro varie fasi fenologiche.

Le misure di rumore sono state effettuate con un sistema di misura fonometrica costituito da un microfono di misura e un dispositivo di acquisizione calibrato, con processori a bordo per il calcolo dei parametri acustici, collegato a un computer portatile per la registrazione e la visualizzazione.

Il sistema utilizzato è SINUS Harmony a 2 canali gestito dal software SINUS Samurai 2.62, installato su un portatile dotato di porta PCMCIA. L'elevata silenziosità ambientale ha imposto l'adozione di dischi a stato solido (SSD) e il blocco (quando possibile) delle ventole di raffreddamento del computer.

Per le misure è stato usato un microfono a condensatore prepolarizzato da 1/2" in standard ICP® (BSWA MPA201) con risposta lineare fino a 25 kHz. Le misure mostrano livelli di rumore molto bassi, ai limiti delle possibilità di ricezione del microfono e pertanto nelle sezioni di misura più silenziose la misura è condizionata dal "self-noise" del sistema. Per misure più accurate dei livelli più bassi sarebbe necessario un microfono specifico a basso rumore intrinseco.

Le registrazioni con Samurai e le misure di rumore sono state programmate in sezioni consecutive di 5 minuti e sono state successivamente selezionate le sezioni di almeno 60 secondi con i livelli più bassi o con elementi acustici di interesse. Il software di analisi è stato configurato in modo da mostrare una serie di rappresentazioni grafiche utili a caratterizzare pienamente la struttura acustica delle sezioni temporali registrate. Le misure sono state effettuate sia con la pesatura A, utilizzata per le misure fonometriche per ambienti abitati dall'uomo, sia con la pesatura Z, lineare su tutta la gamma di frequenze acquisita, al fine di avere una più obiettiva misura dei parametri acustici a prescindere dalla sensibilità uditiva umana. È tuttavia possibile cambiare le misure mostrate in funzione delle esigenze della ricerca o selezionare periodi più brevi per caratterizzare singoli eventi acustici.



Risultati

Le misure di livello sonoro globale si attestano, negli ambienti più silenziosi, sui limiti inferiori del sistema di misura. L'analisi in terzi di ottava mostra, in modo più obiettivo, la distribuzione di energia nelle varie bande spettrali, pur rimanendo condizionata dai limiti di misura degli strumenti. Ai fini della caratterizzazione del sito sono state scelte tre sezioni di misura caratterizzate da livelli globali, pesati su 60 secondi sia con curva A (curva ponderata) che Z (curva lineare), di valore crescente:

- A, ambiente chiuso di piccole dimensioni caratterizzato da accumuli di polvere di gesso, altamente fonoassorbente, senza acque di scorrimento, senza correnti d'aria (**Figura 1**).
Valori di riferimento: LAeq 19.3dB -- LZeq 30.2dB
- B, ambiente chiuso di ampie dimensioni con leggero movimento di aria (**Figura 2**).
Valori di riferimento: LAeq 27.9dB -- LZeq 36.2dB
- C, ambiente chiuso di grandi dimensioni con pozze d'acqua, e rumore di acqua sia in scorrimento che in gocciolamento (**Figura 3**).
Valori di riferimento: LAeq 33.8dB -- LZeq 44.00dB

Per una più completa caratterizzazione tempo-frequenza sono di seguito riportati i grafici completi delle misure.

All'interno di ogni immagine sono presenti riquadri (pannelli) che illustrano le seguenti caratteristiche:

- Pannello 6: misure globali secondo diversi metodi di misura
- Pannello 2: spettri percentili in terzi di ottava
- Pannello 4: andamento delle misure di livello LAeq e LZeq
- Pannello 7: ampiezza del segnale su scala di 1 Pa
- Pannello 1: spettro analitico (PSD, risoluzione 1 Hz) medio e massimo
- Pannello 8: spettrogramma in terzi di ottava, scala 10 dB – 90 dB

Inoltre sono da considerare due piccole aree a rumorosità consistente ma di origine animale, dove si localizzano le colonie. Si ha infatti, durante tutto il periodo di attività, una sonorità dovuta agli scambi di suoni tra gli animali e, in ambiente ultrasonoro, dovuta al loro uso del biosonar. Queste aree sono state definite “E” mentre nelle zone vicine, identificate con “D”, si ha una progressiva diminuzione del suono fino al livello B o C.

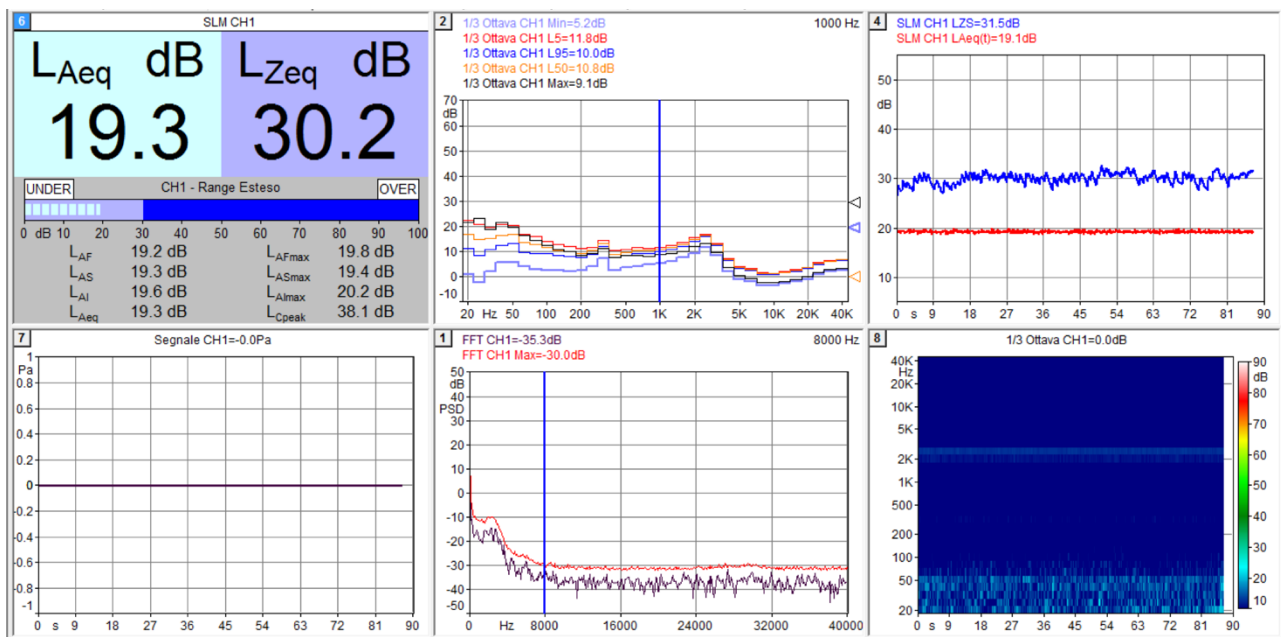


Figura 1. Ambiente chiuso caratterizzato da accumuli di polvere di gesso, altamente fonoassorbente, senza acque di scorrimento, senza correnti d'aria. Si nota l'estrema silenziosità al limite delle possibilità di misura della strumentazione. Nelle misure in 1/3 di ottava i valori medi (L_{50}) sono sempre inferiori a 18 dB.

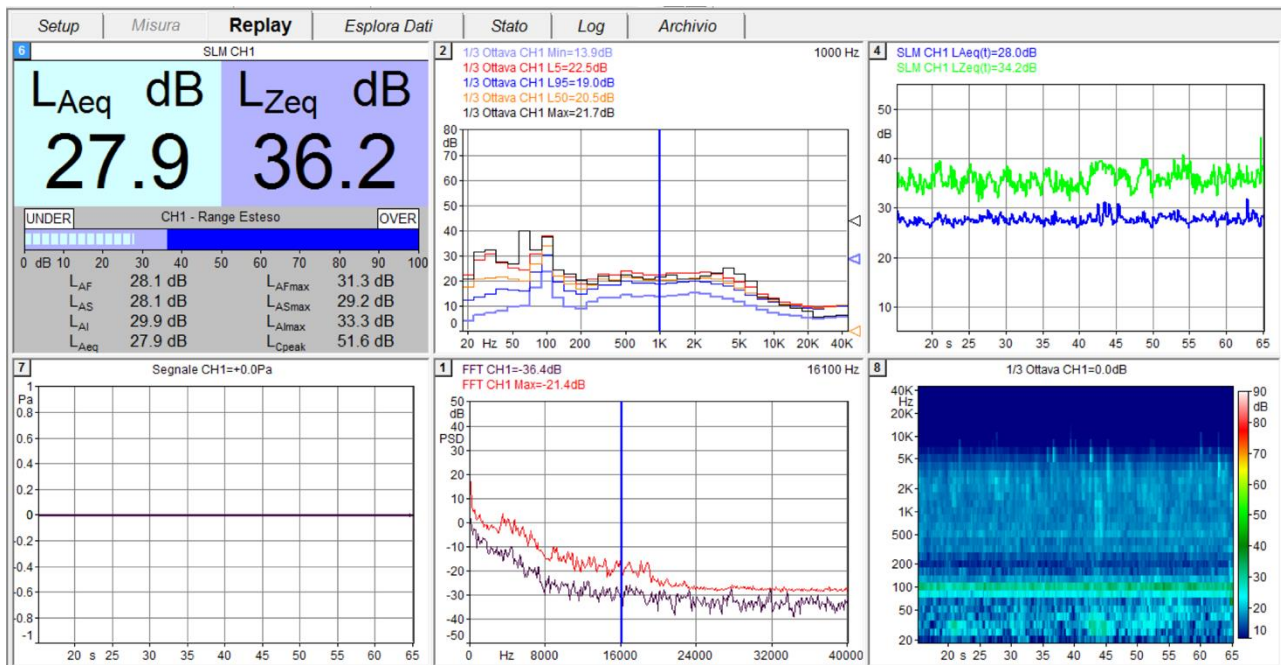


Figura 2. Ambiente chiuso di ampie dimensioni con leggero movimento di aria. Si nota una rumorosità leggermente superiore e il rumore delle ventole del computer a 100 Hz. Escludendo il rumore delle ventole, nell'analisi in 1/3 di ottava, i livelli medi (L_{50}) superano di poco i 20 dB.

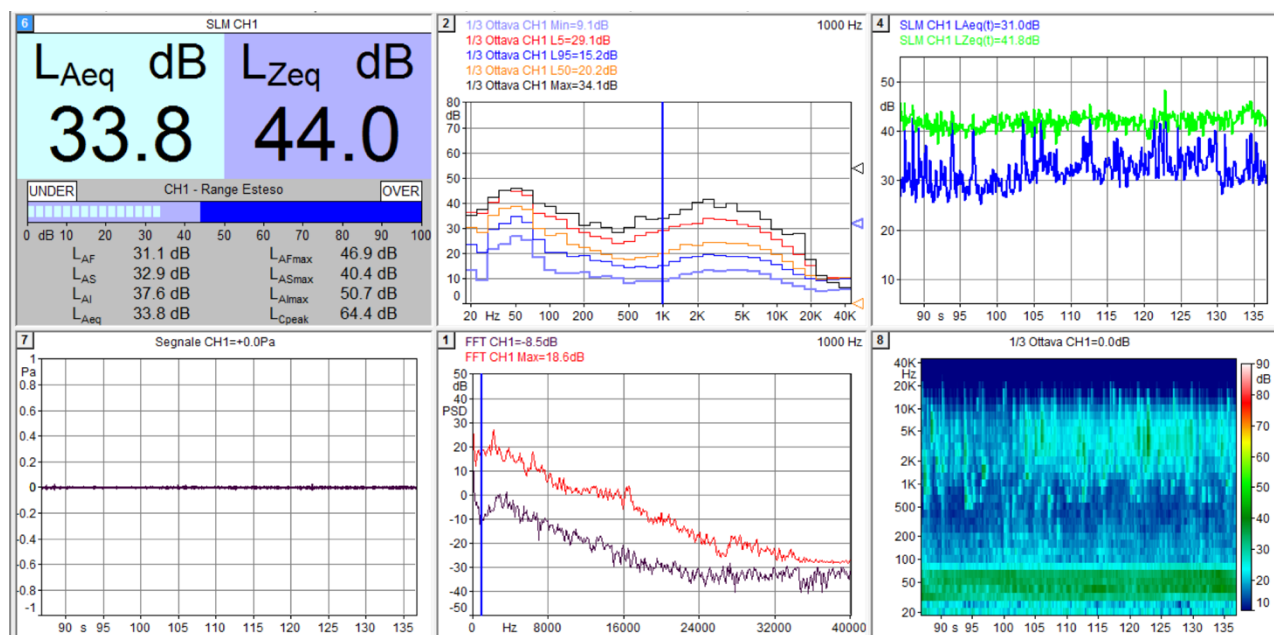


Figura 3. Ambiente chiuso di grandi dimensioni con pozze d'acqua e rumore di acqua sia in scorrimento che in gocciolamento. Si nota come il maggior rumore sia a bassa frequenza (< 200 Hz) nella banda 1 – 20 kHz dovuta all'acqua. Contribuisce alla misura anche il riverbero all'interno della cavità. In 1/3 di ottava i valori medi L_{50} sono inferiori a 40 dB per frequenze < 200 Hz e inferiori a 25 dB per frequenze > 200 Hz.

Grazie a queste misurazione è stata creata una mappa sommaria delle zone a maggior o minore pressione media del suono nei diversi tunnel. Al momento il modello è stato realizzato per i livelli 140 e 160 (Figura 4 e Figura 5).

In azzurro le aree con livello di suono B, in giallo con livello C, in rosso quelle con livello E ed infine in ocra quelle del livello D. Nel livello 140 l'area di ingresso automezzi ha un livello medio simili a E, ma di origine artificiale. Qui il rumore si eleva molto nei momenti di passaggio ma nella media i lunghi tempi senza mezzi riducono la rumorosità a livelli medio bassi.

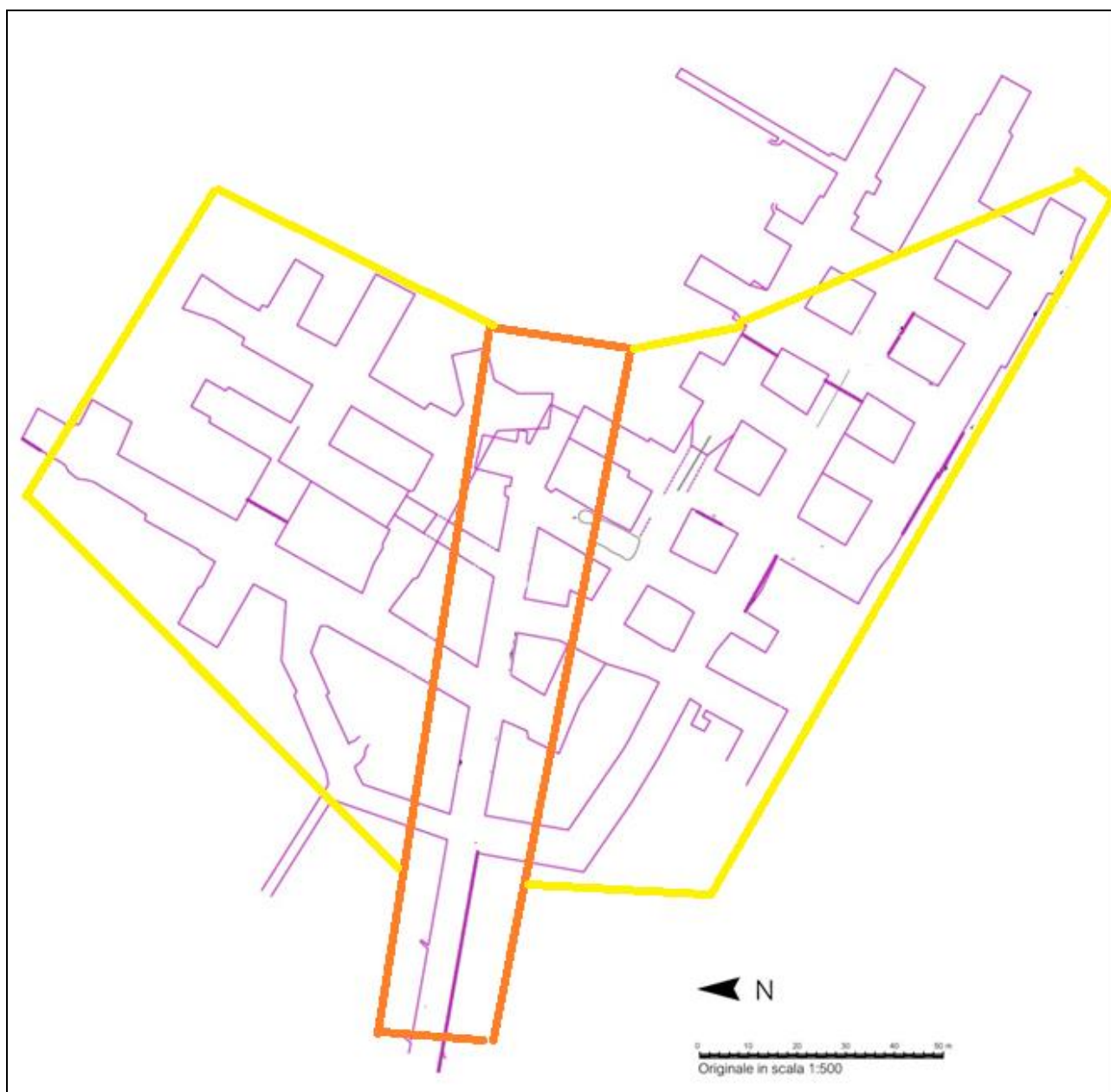


Figura 4. Quota 140 e aree di livello di suono considerate.

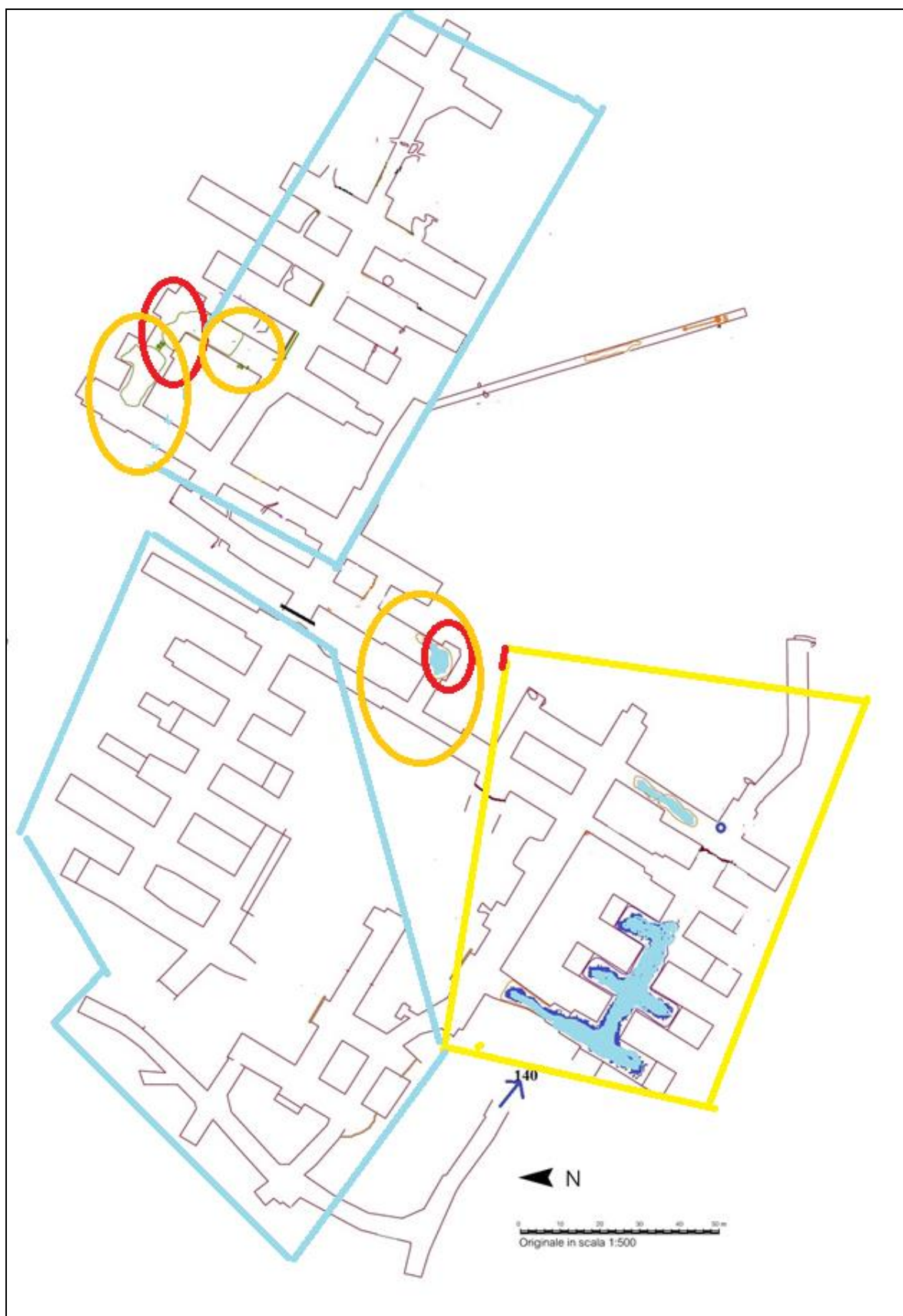


Figura 5. Quota 160 e aree di livello di suono considerate.



Conclusioni

Il rumore di origine antropica ha ovviamente molti effetti sulla vita dei diversi taxa selvatici (e.g. Barber *et al.* 2010, Francis & Barber, 2013) ma spesso si denota come manchino effettivamente dati oggettivi di riscontro per quanto attiene specifici ambiti e specie particolari e ci si affidi a criteri soggettivi o addirittura aneddotici. Vi sono pochi report in effetti sul supposto disturbo del rumore sui Chiroterri, che sarebbe evidente soprattutto nelle zone di foraggiamento (Schaub *et al.*, 2008, Siemers & Schaub, 2011; Bunkley *et al.*, 2015). Sebbene il rumore possa poi avere influenza sull'uso degli ultrasuoni, questo appare avvenire quando le frequenze si sovrappongono anche solo parzialmente con quelle di emissione (Hage *et al.*, 2013; Hage & Metzner, 2013) seguendo quindi solo in determinati modi il modello riscontrato negli uccelli (Bayne *et al.*, 2008; Francis *et al.*, 2009; Nemeth *et al.*, 2013) o altri gruppi sensibili quali gli anfibi (Sun & Narins, 2005). I Chiroterri sono anche capaci di una adeguata plasticità comportamentale che permette loro di superare in generale molte difficoltà tra cui l'insorgenza di rumore anche consistente senza troppo stress (Le Roux & Waas, 2012) o si abituano persino in condizione di ibernazione (Luo *et al.*, 2014).

Questa prima indagine sottolinea come anche in un ambito produttivo possano esservi situazioni di rumore molto basso, come d'altro canto dimostrato dalla presenza di colonie riproduttive da tempo insediate all'interno e ricche di esemplari.

Anche se vi sono le scariche di materiali negli scivoli di carico e le esplosioni sui fronti di escavazione, i livelli di rumore nei tunnel frequentati dagli animali si mantengono come media bassissimi e anche i picchi generati dalle attività sono davvero minimi in buona parte delle zone indagate.

L'indagine ha mostrato il basso impatto che le attività appaiono avere sui tunnel abitati dai Chiroterri e non manca di rappresentare un primo approccio ad un modello di indagine sul *soundscape* (sensu Pavan *et al.*, 2015) di questi ambienti davvero particolari e che consentono la conservazione di specie particolarmente sensibili.

Dr. Dino Scaravelli



Ringraziamenti

Si ringrazia per la gentilezza e l'attenzione tutto il personale di cava cui si aggiunge un ringraziamento particolare al prof. G. Pavan, Università di Pavia, per la condivisione della ricerca, per il tempo sottoterra insieme e per l'apporto strumentale di grande livello.

Bibliografia citata

- Barber, J.R., Crooks, K.R., Fristrup, K.M., 2010. The costs of chronic noise exposure for terrestrial organisms. *Trends Ecol. Evol.* 25, 180–189.
- Bayne, E.M., Habib, L., Boutin, S., 2008. Impacts of chronic anthropogenic noise from energy-sector activity on abundance of songbirds in the boreal forest. *Conserv. Biol.* 22, 1186–1193.
- Bunkley J.P., C.J.W. McClure, N.J. Kleist, C.D. Francis, J.R. Barber, 2015. Anthropogenic noise alters bat activity levels and echolocation calls. *Global Ecology and Conservation* 3, 62–71
- Francis, C.D, Barber, J.R., 2013. A framework for understanding noise impacts on wildlife: an urgent conservation priority. *Front. Ecol. Environ.* <http://dx.doi.org/10.1890/120183>.
- Francis, C.D, Ortega, C.P., Cruz, A., 2009. Noise pollution changes avian communities and species interactions. *Curr. Biol.* 19, 1415–1419.
- Hage S.R. & W. Metzner, 2013. Potential effects of anthropogenic noise on echolocation behavior in horseshoe bats, *Communicative & Integrative Biology*, 6:4, e24753, DOI: 10.4161/cib.24753.
- Hage SR, Jiang T, Berquist SW, Feng J, Metzner W. 2013. Ambient noise induces independent shifts in call frequency and amplitude within the Lombard effect in echolocating bats. *Proc Natl Acad Sci USA*; 110:4063-8; PMID:23431172
- Le Roux D.S& J.R. Waas, 2012. Do long-tailed bats alter their evening activity in response to aircraft noise? *Acta Chiropterologica*, 14(1): 111–120.
- Luo J., B.-M. Clarin, I.M. Borissov, B.M. Siemers, 2014. Are torpid bats immune to anthropogenic noise? *The Journal of Experimental Biology* 217, 1072-1078 doi:10.1242/jeb.092890
- Nemeth E, Pieretti N, Zollinger SA, Geberzahn N, Partecke J, Miranda AC, et al. 2013. Bird song and anthropogenic noise: vocal constraints may explain why birds sing higher-frequency songs in cities. *Proc Biol Sci*; 280:20122798; PMID:23303546
- Pavan G., A. Favaretto, B. Bovelacci, D. Scaravelli, S. Macchio, H. Glotin, 2015. Bioacustica e ecoacustica applicate al monitoraggio e alla gestione ambientale. *Rivista Italiana di Acustica*, 39 (2): 68-74.
- Schaub A, Ostwald J, Siemers BM. 2008. Foraging bats avoid noise. *J Exp Biol*; 211:3174-80; PMID:18805817
- Siemers BM, Schaub A. 2011. Hunting at the highway: traffic noise reduces foraging efficiency in acoustic predators. *Proc Biol Sci*; 278:1646-52; PMID:21084347
- Sun J.W. C. & Narins P. M., 2005. Anthropogenic sounds differentially affect amphibian call rate. *Biological Conservation*, 121, 419-427.



SPETT. LE DOTT. ROBERTO MARGUTTI
Saint Gobain PPC Italia S.p.a.
Centro Servizi - Fornitori
Via Ettore Romagnoli, 6
20146 Milano
p. I.V.A. IT08312170155

Forlì, 20/5/2017

Oggetto: Studio del livello sonoro nei tunnel della cava Monte Tondo e analisi delle possibili relazioni con la presenza di colonie di Chiroteri.

Egregio Dottor Margutti

Il presente rapporto si intende a compimento dello studio in oggetto di cui al Vs ordine n. 4500704038.

Rimango a disposizione per ogni ulteriori informazioni.

Dr. Dino Scaravelli

Dino Scaravelli PhD
Docente a contratto, Scuola di Agraria e Veterinaria, Università di Bologna
Ricercatore a contratto IZSLER
Zoologo Libero Professionista