Regione LIGURIA	Provincia di GENOVA	Comune di NE

REVISIONE INTEGRALE DELLA VARIANTE AL PROGRAMMA DI COLTIVAZIONE PER AMPLIAMENTO E SISTEMAZIONE FINALE DELLA CAVA DI CALCARE "COSTA DEI SERGI" E CONTESTUALE STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

REGIONE LIGURIA	PROVINCIA DI GENOVA	COMUNE DI NE	LOC: COSTA DEI SERGI

OGGETTO DELL'ELABORATO

RELAZIONE DI IMPATTO ACUSTICO

ai sensi Legge Regionale 30.12.1998 n. 38

ALLEGATO 9

versione	data	Oggetto
0	25/05/12	1^ emissione variante
1	25/01/13	2^ emissione variante
2	15/06/13	3^ emissione revisione integrale variante

COORDINATORE V.I.A.
Dott. Geol. Giacomo CANEPA

RILIEVI TOPOGRAFICI E RESTITUZIONE GRAFICA
Geom. Ugo MUSANTE

PROGETTAZIONE OPERE IDRAULICHE
Dott. Ing. Riccardo GIAMMARINI

TIMBRO - FIRMA

COLLABORAZIONI:

ASPETTI AGRONOMICI E PAESAGGISTICI
Dott. Agr. **LAURA RAGOZZA**

ACUSTICA E POLVERI
Dott. **ALBERTO LENZI**

TIMBRO - FIRMA

Tecnico Competente in Acustica Ambientale
Dott. Alberto Lenzi
D.G.R. Liguria n° 3653 del 31/10/1998

GEOLOGIA:
Dott. Geol. **ANDREA ROBBIANO**

ASPETTI NATURALISTICI:
Dott.ssa **CLAUDIA VACCAREZZA**

TIMBRO - FIRMA

DITTA COMMITTENTE : CAVE DI FRISOLINO S.R.L. VIA FRISOLINO 130 NE
LEGALE RAPPRESENTANTE: ALLORO GIULIO

TIMBRO – FIRMA

Dott. Lenzi Alberto
Studi di Acustica

Corso Colombo 93, 16043 Chiavari (Ge)
tel. e fax: 0185 – 309129
e-mail: alenzi@libero.it

C.F. LNZLRT 60C29C621K
P. IVA 01048610990

VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE – COMPARTO RUMORE

SECONDO IL D.P.C.M. 10/8/98 n° 377,
LA LEGGE REGIONALE LIGURIA 30/12/98 n° 38,
LA LEGGE 26/10/1995 n° 447,
LA LEGGE REGIONALE LIGURIA 20/3/98 n° 12,
IL D.G.R. LIGURIA 28/5/99 n° 534

Oggetto: attività estrattiva da cava di calcare – ampliamento e sistemazione finale, località Costa dei Sergi - Comune di Ne (Ge)

RILASCIATA A :

ditta CAVE DI FRISOLINO Srl
Via Frisolino 130
16040 Ne (GE)

SOMMARIO

1. PREMESSA 3

2. DESCRIZIONE PROGETTO ED ATTIVITA' 4

3. RIFERIMENTI NORMATIVI 10

4. CARATTERIZZAZIONE DELLE SORGENTI SONORE 14

4.1 STRUMENTAZIONE E MODALITA' DI MISURA 14

4.2 PARAMETRI DI MISURA 15

4.3 RISULTATI DELLE MISURE 17

5. VALUTAZIONE DELLE IMMISSIONI SONORE 23

5.1 INDIVIDUAZIONE DEI RICETTORI 23

5.2 IL MODELLO NUMERICO DI SIMULAZIONE IMMI (© WÖLFEL GMBH) 24

5.2.1 Modellazione del territorio e caratterizzazione delle sorgenti sonore 25

5.2.2 Le sorgenti industriali o assimilabili 26

5.3 LA SIMULAZIONE ACUSTICA 28

5.4 MODALITÁ OPERATIVE 30

5.5 TARATURA DEL MODELLO 32

5.6 RISULTATI DELLE SIMULAZIONI 34

5.5.1 Seconda fase di coltivazione della cava 34

5.5.2 Terza fase di coltivazione della cava 35

5.5.2 Fase finale di abbancamento 37

6 VERIFICA DELL'IMPATTO ACUSTICO 41

6.1 CLASSIFICAZIONE ACUSTICA DELL'AREA 41

6.2 ANALISI DEL CLIMA ACUSTICO - STATO 0 42

6.3 VERIFICA DELL'IMPATTO ACUSTICO 44

7 CONCLUSIONI IMPATTO ACUSTICO 45

ALLEGATI

1. PREMESSA

Il sottoscritto

- Dott. Alberto Lenzi (C.F.: LNZLRT60C29C621K), fisico, con Studio Professionale in Chiavari Corso Colombo 93, tel. 0185/309129, in qualità di Tecnico Competente in Acustica Ambientale iscritto all'Albo Regionale con DGR n° 3653 del 30/10/96

compila la seguente relazione.

Per incarico della ditta **CAVE DI FRISOLINO Srl, Via Frisolino 130 - 16040 Ne,** si effettua la Valutazione di Impatto Ambientale – comparto rumore, relativa al progetto di variante al programma di coltivazione per ampliamento e sistemazione finale della cava di calcare “Costa dei Sergi” in Comune di Ne – località Costa dei Sergi.

Tale studio costituisce la documentazione richiesta dal D.P.C.M. n° 377 del 10/8/1988 (Valutazione di Impatto Ambientale) e dalla Legge Regionale n° 38 del 30/12/98 (Disciplina della Valutazione di Impatto Ambientale) e relative norme tecniche riguardo alla problematica rumore e qualità dell’aria; la presente relazione è conforme ai “Criteri per la redazione della documentazione di impatto acustico e della documentazione previsionale di clima acustico ai sensi dell’art. 2, comma 2, della L. R. 20/3/1998 n° 12”, adottati con deliberazione della Giunta Regionale Liguria n° 534 del 28/5/1999.

Scopo dello studio, relativamente al comparto rumore, è di valutare il clima acustico *ante operam* della zona, stimare la rumorosità dei macchinari e delle attività normalmente svolte per la regolare coltivazione della cava (mediante estrapolazioni numeriche da rilievi fonometrici eseguiti in situazioni lavorative analoghe ed opportuna modellazione previsionale), verificare l’impatto acustico determinato presso ricettori particolarmente esposti; tali livelli saranno confrontati con i valori limite delle aree interessate dal rumore prodotto dall’attività, secondo il Piano di Zonizzazione Acustica vigente del Comune di Ne, e saranno indicate eventuali accorgimenti o opere di mitigazione da porre in atto per il contenimento delle emissioni sonore.

2. DESCRIZIONE PROGETTO ED ATTIVITA'

L'area dove è localizzato il polo estrattivo attualmente in attività è ubicata nell'ambito della alta Val Graveglia, in sponda sinistra del T. Reppia, in una porzione di versante sovrastante la Strada Provinciale Carasco – Reppia.

Il complesso estrattivo è indirizzato alla coltivazione di lapidei (calcari), secondo una tecnica tipologicamente definita "a cielo aperto".

Gli interventi necessari all'impostazione della viabilità di accesso alla cava ed alla successiva coltivazione sono stati realizzati avendo come costante riferimento le previsioni del P.T.R.A.C.

Il giacimento di calcari, debolmente silicei, noti in letteratura geologica come Calcari a Calpionelle, si estende lungo un versante acclive denominato "Costa dei Sergi", da quota 475 m fino alla sommità posta a quota 675 m s.l.m.

La precedente autorizzazione regionale all'attività estrattiva (D.G.R. n. 31 del 23/01/2004). è riferita ad un fronte di scavo che si sviluppa fra quota 675 m s.l.m. e quota 550 m s.l.m.. La porzione residua del complesso estrattivo fra quota 550 m s.l.m. e la strada provinciale a quota 385 m s.l.m. è attualmente destinata alla sola viabilità interna di accesso alla zona di coltivazione del giacimento.

Attraverso il progetto di variante la ditta esercente intende ampliare la zona estrattiva verso valle, in direzione W, fino alla quota 475 m s.l.m. e, in ragione dell'acquisizione di nuovi mappali in proprietà, anche in direzione N, rimanendo all'interno della zona di coltivazione "Ca" prevista nel P.T.R.A.C..

La richiesta di variante è motivata dal fatto che una parte consistente dell'attività di coltivazione del giacimento è stata completata e l'attuale sviluppo del fronte di cava definisce una superficie estrattiva inferiore a quella potenzialmente ammissibile (Zona 2 – Ca): pertanto nella variante sono previste opere di ampliamento del fronte fino al limite inferiore della Zona 2 e interventi di sistemazione finale ad attività completata.

La morfologia del versante si può sostanzialmente identificare in un fronte abbastanza uniforme, con acclività crescente all'aumentare della quota, tra il T. Reppia e la sommità del versante.

Il profilo del pendio e le variazioni di acclività permettono in prima analisi di identificare due sub-unità morfologiche: parte inferiore e superiore del versante.

La zona posta al di sotto di quota 475 m s.l.m. è delimitata verso valle dalla strada provinciale, presenta una minore acclività ed è caratterizzata dalla presenza di una coltre di materiali sciolti di consistente potenza, superficialmente ricchi di contenuto organico, che

favoriscono lo sviluppo della vegetazione di alto fusto, conferendo all'area una destinazione boschiva nettamente prevalente. Nel settore più basale del versante, ed in particolare nella porzione settentrionale, sono presenti alcuni terrazzamenti di natura antropica, un tempo destinati all'uso agricolo e colonizzati poi spontaneamente da essenze forestali che ne hanno determinato la trasformazione a bosco.

La zona estrattiva posta a quota superiore a 475 m s.l.m. è caratterizzata dalla presenza di potenti bancate di calcari debolmente silicei, che, a seguito della attività in corso, sono convertiti in materiale di interesse merceologico, principalmente massi e subordinatamente tout-venant: quest'ultimo è trasportato al vicino frantoio presso la cava dismessa "Ex Fornace" il cui piazzale è destinato a servizio della cava di "Costa dei Sergi" per quanto riguarda le attività legate alla produzione di pietrisco.

Dal punto di vista geologico e geomorfologico il pendio oggetto di coltivazione è situato nell'alta Val Graveglia, in orografica sinistra del T.Reppia, sul fronte opposto al complesso minerario di Gambatesa.

La porzione superiore del versante, attualmente interessata dall'attività estrattiva, e profondamente modificata dai lavori di coltivazione del giacimento, è composta da un piazzale principale posto a quota 545 m s.l.m. e da fronti lapidei gradonati che si raccordano con la fascia assiale della Costa dei Sergi e con la culminazione della Crocetta di Arzeno.

Nelle porzioni non interessate direttamente dall'attività di cava si osservano estesi affioramenti di calcare, mentre in direzione del T. Ricasola si rileva una copertura di natura eluvio-colluviale, talora rimaneggiata a fasce.

Procedendo al di sotto del limite altimetrico della zona estrattiva il versante assume una lieve conformazione ad impluvio fino a 410 m mentre procedendo ulteriormente verso il T. Reppia il pendio assume una morfologia convessa: l'assetto morfologico complessivo di questo settore è da porre in relazione con una copertura di potenza superiore a 5.0 m.

Il materiale lapideo oggetto di coltivazione è rappresentato dalla Formazione dei Calcari a Calpionelle che occupa quasi interamente l'area rilevata. Tale Formazione è costituita da strati di calcare con subordinate intercalazioni di argilliti.

Nel settore nord dell'area estrattiva si sviluppa il contatto con la formazione dei Diaspri per cui il previsto ampliamento del fronte di cava in questa direzione è stato limitato alla quota di circa 610 m s.l.m. per non interferire con litologie di scarso interesse estrattivo.

Il programma di coltivazione previsto per la nuova cava di calcare a cielo aperto si può riassumere nelle seguenti fasi lavorative:

- 1° fase: riprofilatura dello stato attuale del fronte di cava fino al piano del piazzale principale quota 546 m s.l.m. con previsione di 5 gradoni di lavoro;
- 2° fase: inizio dello sfruttamento della zona basale verso W e della zona laterale verso N da quota 546 m s.l.m. a quota 518 m s.l.m. ove è prevista la realizzazione di un piazzale provvisorio, con previsione di 2 gradoni e inizio di approfondimento in trincea;
- 2° fase bis: inerbimento dei gradoni realizzati nella parte superiore mediante utilizzo di adeguate tecniche forestali fino a quota 574 m s.l.m. la sistemazione a verde sarà eseguita al termine di ogni singola gradonatura, procedendo contestualmente all'escavazione del fronte inferiore;
- 3° fase: raggiungimento dei profili finali di scavo da quota 518 m s.l.m al livello del piazzale definitivo a quota 475 m s.l.m. con previsione di 3 gradoni;
- 3° fase bis: completamento delle opere di inerbimento dei gradoni realizzati nella parte mediana del fronte mediante utilizzo di adeguate tecniche forestali da quota 560 m s.l.m. a quota 546 m s.l.m.;
- 4° fase: abbancamento progressivo di terre e rocce da scavo e contestuale riprofilatura complessiva del versante da quota 475 m s.l.m a quota 537 m s.l.m. sul fronte principale mediante realizzazione di 12 gradoni in terre e da quota 537 m s.l.m a quota 579 m s.l.m. per riempimento della zona in trincea mediante 6 gradoni. I piani di abbancamento saranno allineati quanto più possibile con le curva di livello originarie.

VALUTAZIONI RELATIVE ALLE VOLUMETRIE DI PROGETTO

Facendo riferimento alla cartografia di progetto sono state calcolate le superfici interessate dai lavori di coltivazione del giacimento calcareo:

- la zona totale da destinare alle attività estrattive prevista nella zona Ca del P.T.R.A.C. presenta una superficie di circa 112.000 m2;
- le aree in disponibilità alla ditta esercente all'interno della zona Ca ammontano a 92.800 m2;
- la aree attualmente interessate dalle operazioni di scavo a seguito del piano di coltivazione approvato presentano una estensione di 30.000 m2;
- con il nuovo programma di coltivazione oggetto della presente variante è impegnata una superficie complessiva pari a circa 75.000 m2 compresa la porzione già destinata ad attività estrattive computata al punto precedente.

Nell'area destinata alla coltivazione del giacimento è stata autorizzata con la D.G.R. n. 31 del 23/01/2004.l'estrazione di materiale calcareo per un volume complessivo di circa 500.000 m3.
Con la presente variante per l'ampliamento della zona estrattiva sarà impegnata una ulteriore superficie di circa 45.000 m2 con produzione di circa 1.800.000 m3 di materiale inerte.

Il calcolo delle volumetrie che si prevede di estrarre è stato fondato sul metodo delle sezioni medie estrapolate da gruppi di due sezioni successive.
Con la stessa metodologia sono stati effettuati i calcoli relativi alle volumetrie previste nelle tre fasi intermedie che portano ai seguenti risultati:

1° fase estrattiva: 500.000 mc
2° fase estrattiva: 1000.000 mc.
3° fase estrattiva: 300.000 mc.

Al lordo del materiale di scarto previsto oscillante attorno al 5-8% i dati statistici relativi all'attività in corso permettono di valutare che la volumetria giornaliera estratta sia in media pari a 300 mc/g.
Tenendo conto che la media dei giorni lavorativi, al netto delle festività e dei giorni di sospensione per motivi meteorologici, è pari a 200 gg/anno si ottiene una quantità di materiale estratto pari a 60.000 mc/ anno che comporta l'esaurimento del giacimento e delle attività estrattive in un ciclo di 30 anni.
Considerando una media di 10 mc a camion per il trasporto del materiale al di fuori del complesso estrattivo si può valutare una media di 30 viaggi al giorno in andata e ritorno.
Per quanto riguarda la fase di abbancamento relativa alle opere di sistemazione finale e recupero ambientale i calcoli eseguiti con analoga metodologia sulle sezioni di progetto portano a valutare la volumetria di materiale inerte necessario al completamento delle opere di sistemazione pari a 800.000 m.c.: di questi 120.000 derivano dallo scarto dei processi di lavorazione del pietrisco e la restante quota da terre e rocce da scavo provenienti da cantieri edilizi o dalla movimentazione dei materiali sciolti di copertura della roccia in sito.
Considerando che il trasporto può essere effettuato mediamente da 20 mezzi al giorno con una portata media di 10 mc e valutando che il numero dei giorni lavorativi al netto delle festività e dei giorni di sospensione è pari anche in questo caso a 200 gg/anno si prevede

una quantità di inerti da abbancare pari a 40.000 mc/anno, che comporta una durata delle opere di sistemazione di circa 20 anni a partire dall'inizio della seconda fase estrattiva.
La quantità dei mezzi in transito potrebbe essere lievemente inferiore valutando che una parte del materiale da utilizzare per le opere di sistemazione proviene direttamente dallo scotico delle coltri superficiali presenti nel settore N del complesso estrattivo.
Tale volumetria valutabile attorno a 60.000 mc sarà movimentata direttamente in cava, stoccata temporaneamente sui piazzali di servizio e utilizzata, a partire dalla prima fase estrattiva per la sistemazione progressiva dei gradoni ultimati.
I fanghi derivati dal ciclo produttivo legato alle attività estrattive in corso nel polo di calcare di Costa dei Sergi costituiscono un materiale di rifiuto la cui produzione totale prevista a fine ciclo estrattivo è stimata in 120.000 mc pari a circa il 6.5% della volumetria totale di materiale estratto, con produzione annua stimata in 4000 mc/anno.
Il materiale prodotto nel ciclo di frantumazione e depurazione del tout-venant nell'impianto "ex Fornace" sarà interamente abbancato nell'area di cava originaria previo accantonamento e stoccaggio nei piazzali di servizio temporanei e finali posti rispettivamente a quota 546 m, 518 m e 475 m s.l.m.
L'utilizzo in fase di abbancamento deve essere preceduto da operazioni di miscelazione con terre e rocce da scavo naturali, provenienti dallo stesso cantiere o da altri cantieri edilizi, in percentuale non superiore al 20 %.

TECNICA ESTRATTIVA

Le operazioni di sbancamento, dettagliatamente descritte nel programma di coltivazione, saranno attuate progressivamente, partendo dalle quote sommitali ed approfondendo il fronte secondo la tecnica delle trance orizzontali, in modo tale da mantenere il controllo delle superfici di sbancamento e della stabilità dei gradoni.
Il materiale estratto sarà selezionato in base alla granulometria e movimentato con mezzi meccanici fino alle piazzole intermedie, ove sarà accumulato temporaneamente in attesa del trasporto ai piazzali di manovra raggiungibili con gli automezzi pesanti attraverso la strada di cantiere esistente.
Il materiale estratto in forma di massi sarà successivamente destinato direttamente ai cantieri di opere civili ed idrauliche, mentre il tout-venant sarà trasportato al frantoio ubicato circa 2,5 km di distanza (Cava ex Fornace), dove, a seguito di selezione e depurazione, sarà utilizzato per la produzione di sabbie e pietrisco.
Relativamente alle tecniche di abbattimento dei fronti rocciosi sarà utilizzato quello più comune, mediante l'uso combinato di esplosivo e mezzi meccanici; questi ultimi saranno

impiegati con l'ausilio di benna per il disgaggio e solo in rarissimi casi potrà essere fatto ricorso al martello demolitore

L'escavatore e la pala meccanica sono utilizzati in prevalenza per la movimentazione delle masse detritiche e per il carico del materiale sugli automezzi da trasporto.

Per procedere nella coltivazione del giacimento e demolire i fronti di roccia tenace è necessario il ricorso all'esplosivo.

La tecnica usata in precedenza è stata modificata e ad oggi si utilizza esplosivo con detonatori ad onda d'urto che consentono una sensibile diminuzione dell'impatto acustico.

Il caricamento dell'esplosivo prima della volata avviene in due fasi:

- nella prima fase si realizzano fori di lunghezza variabile, mediamente pari a 10 m cadauno, mediante l'uso di una macchina perforatrice a rotopercussione;
- nella seconda fase vengono caricati i fori. La prima cartuccia di esplosivo inserita nel foro viene collegata ad un detonatore ad onda d'urto tipo "Daveyquick" e calata a fondo foro. Vengono quindi aggiunte ad intervalli prestabiliti ulteriori cartucce fino al raggiungimento del numero ottimale per la volata. Le porzioni residue del foro vengono riempite di inerte specifico a granulometria sabbiosa per attutire il rumore e migliorare la produttività.

Con il ricorso alla tecnica descritta le onde acustiche vengono attutite in percentuale significativa all'interno dell'ammasso roccioso con sensibile diminuzione dell'impatto acustico.

3. RIFERIMENTI NORMATIVI

Per l'elaborazione del presente studio di impatto acustico sono stati considerati i seguenti riferimenti normativi:

Leggi nazionali

- ✓ D.P.C.M. n° 377 del 10/8/1988 "Regolamentazione delle pronunce di compatibilità ambientale"
- ✓ D.P.C.M. 27/12/1988 "Norme tecniche per la redazione degli studi di impatto ambientale"
- ✓ L. 26 ottobre 1995 n. 447 "Legge quadro sull'inquinamento acustico"
- ✓ D.P.C.M. 14 novembre 1997 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore"
- ✓ D. M. Ambiente 16 marzo 1998 "Tecniche di rilevamento e misurazione dell'inquinamento acustico"

Leggi e disposizioni regionali

- ✓ L. R. Liguria n. 38 del 30/12/98 "Disciplina della Valutazione di Impatto Ambientale"
- ✓ L. R. Liguria n. 12 del 20 marzo 1998 "Disposizioni in materia di inquinamento acustico"
- ✓ D. G. R. Liguria n. 534 del 28 maggio 1999 "Criteri per la redazione della documentazione di impatto acustico ai sensi della L.R. 12/98"

Norme e disposizioni comunali

- ✓ Piano di Classificazione Acustica, approvato con deliberazione della Giunta Provinciale n. 695/96574 del 12.12.2001

Norme tecniche

- ✓ ISO 9613-2 "Acoustics – attenuation of sound during propagation outdoors, part 2: general method of calculation"
- ✓ UNI 9884 "Acustica – caratterizzazione acustica del territorio mediante la descrizione del rumore ambientale"

Le classi di destinazione d'uso in cui suddividere il territorio comunale nel Piano di Zonizzazione Acustica sono le seguenti:

CLASSIFICAZIONE DEL TERRITORIO COMUNALE (tabella A allegata al D.P.C.M. 14 novembre 1997)	
classe I	**aree particolarmente protette**
classe II	**aree destinate ad uso prevalentemente residenziale**
classe III	**aree di tipo misto**
classe IV	**aree di intensa attività umana**
classe V	**aree prevalentemente industriali**
classe VI	**aree esclusivamente industriali**

I limiti di zona

A differenza del D.P.C.M. 1/3/91, in cui erano stabiliti i limiti massimi della rumorosità ammessa nelle singole zone del territorio, la legge quadro 447/95 ed i successivi decreti attuativi hanno differenziato tali limiti, sempre rispetto alle classi di destinazione d'uso del territorio, introducendo i valori limite di emissione, i valori limite (assoluti e differenziali) di immissione, i valori di attenzione e i valori di qualità.
Tali valori sono misurati dal parametro *Livello equivalente continuo Leq*, così definito:

$$Leq = 10 \log \frac{1}{T_m} \int_{t_1}^{t_2} \left(\frac{p(t)}{p_o} \right)^2 dt$$

dove
T_m = tempo di misura = $t_2 - t_1$
p(t) = valore istantaneo di pressione sonora
p_o = pressione sonora di riferimento = $2*10^{-5}$ Pa.
Il parametro Leq associa ai valori fluttuanti della pressione sonora una media di tipo energetico, ponderata dal tempo di misura: esso è stato adottato dalle normative di molti paesi quale descrittore del rumore ambientale, ed è espresso in dB(A), cioè decibel (dB) filtrati dalla curva A.

I valori limite di immissione sono distinti in:

a) valori limite assoluti, determinati con riferimento al livello equivalente di rumore ambientale;
b) valori limite differenziali, determinati con riferimento alla differenza tra il livello equivalente di rumore ambientale ed il rumore residuo.

Il livello di rumore ambientale è prodotto da tutte le sorgenti esistenti in un dato luogo e durante un determinato tempo; il livello di rumore residuo è quello che si rileva quando si esclude una specifica sorgente disturbante.

Si riportano nella tabella seguente i limiti previsti dal D.P.C.M. 14 novembre 1997 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore".

classi di destinazione d'uso del territorio	valori limite di emissione		valori limite assoluti di immissione		valori di qualità	
	diurno	notturno	diurno	notturno	diurno	notturno
classe I	45	35	50	40	47	37
classe II	50	40	55	45	52	42
classe III	55	45	60	50	57	47
classe IV	60	50	65	55	62	52
classe V	65	55	70	60	67	57
classe VI	65	65	70	70	70	70

Tutti i valori riportati nella tabella precedente sono riferiti al parametro Leq misurato in dB(A).
I valori limite differenziali di immissione all'interno degli ambienti abitativi sono:

5 dB per il periodo diurno
3 dB per il periodo notturno.

Tali limiti non si applicano alla rumorosità prodotta:

- dalle infrastrutture stradali, ferroviarie, aeroportuali e marittime;
- da attività e comportamenti non connessi con esigenze produttive, commerciali e professionali;

- da servizi e impianti fissi adibiti ad uso comune, limitatamente al disturbo provocato all'interno dello stesso.

I valori di attenzione corrispondono:
a) se riferiti ad un'ora, ai valori limite assoluti di immissione aumentati di 10 dB per il periodo diurno e di 5 dB per il periodo notturno;
b) se relativi ai tempi di riferimento (diurno o notturno), ai valori limite assoluti di immissione.
I valori di attenzione non si applicano alle fasce territoriali di pertinenza delle infrastrutture stradali, ferroviarie, marittime ed aeroportuali.

4. CARATTERIZZAZIONE DELLE SORGENTI SONORE

Verranno descritti i rilevamenti fonometrici eseguiti per caratterizzare in modo compiuto le principali sorgenti sonore connesse con le attività lavorative nella cava (sia nella fase di coltivazione che di sistemazione finale).
In particolare i rilievi, eseguiti presso attività estrattive aventi le stesse caratteristiche tipologiche di quella in studio, hanno caratterizzato le seguenti attività/macchine:

1. operazione di perforazione fornelli di sparo mine con macchina perforatrice “Rock 301” + compressore “Atlas XAS 350”;
2. sparo mine in banco roccioso;
3. operazione di frantumazione blocchi di roccia con escavatore fornito di braccio martellone “Laltesi L 120”;
4. operazioni di carico roccia frantumata su camion mediante pala meccanica cingolata;
5. operazione di trasporto con camion a pieno carico;
6. operazioni di movimentazione inerti con pala meccanica gommata “Fiat Hitachi ZW330”.

I rilievi sono stati eseguiti i giorni 7 Febbraio 2001 e 15 Dicembre 2011 in condizioni atmosferiche standard

4.1 STRUMENTAZIONE E MODALITA’ DI MISURA

- fonometro integratore / analizzatore *real time* LARSON DAVIS, modello 2800, con pramplificatore LARSON DAVIS, modello 900B e microfono a condensatore da 1/2” LARSON DAVIS, modello 2541
- fonometro integratore / analizzatore *real time* LARSON DAVIS, modello 831, con pramplificatore PCB, modello PRM831 e microfono a condensatore da 1/2” PCB, modello 377B02
- calibratore Bruel & Kjaer, tipo 4231
- calibratore Larson & Davis, tipo CAL200

- software di post-elaborazione “Noise & Vibration Work 2.4.1”

Durante le misure il microfono, munito di cuffia antivento, è stato posizionato su un tripode orientabile a circa 1,5 ÷ 1,6 m dal suolo, lontano da eventuali superfici riflettenti.

Per quanto riguarda l’acquisizione e la registrazione dei dati è stata impostata la seguente procedura:

- modalità “by time” con passo di campionamento (delta) variabile tra 0.01 e 0.5 sec., acquisendo su base temporale definita dall’utente i parametri, misurati in bande di 1/3 d'ottava nel range 20 Hz ÷ 20 KHz: $L_A$eq, $L_A$min, $L_A$max con le costanti temporali Slow, Fast, Impulse, livelli percentili.

4.2 PARAMETRI DI MISURA

L'identificazione di un evento acustico attraverso un descrittore numerico è esprimibile in via analitica mediante una legge che correli fra loro un fenomeno fisico (variazione della pressione sonora nel mezzo ambiente) con uno fisiologico (sensazione uditiva).
Un parametro descrittivo fondamentale è il **livello di pressione sonora** (**Lp**), espresso da

$$Lp = 10 \log_{10} \left[\frac{p(t)}{po} \right]^2$$

dove
p(t) è il valore efficace della pressione dell'onda sonora,
p_O è la pressione di riferimento, corrispondente alla soglia di udibilità, convenzionalmente uguale a 20 μPa (1 μ = 10^{-6}, cioè un milionesimo).
Un parametro correntemente usato per la valutazione di rumori di intensità variabile e di tipo aleatorio, e che corrisponde al livello continuo e costante che nell'intervallo di riferimento T possiede lo stesso livello energetico medio del rumore originario, è il **livello equivalente continuo** (**Leq**), così definito:

$$Leq(A) = 10\log_{10}\frac{1}{T}\int_0^T\left(\frac{p_A(t)}{p_o}\right)^2 dt$$

Esso, in sostanza, sostituendo al reale valore fluttuante del livello di pressione sonora, un valore virtuale continuo, mediante il principio della uguale energia, rappresenta un indice globale di valutazione degli effetti del rumore, sia per quanto riguarda il danno che il disturbo.

Il simbolo (A) significa che è stata utilizzata la cosiddetta curva di ponderazione A, la quale rappresenta un mezzo per equalizzare la risposta del trasduttore microfonico (generalmente lineare) con la tipica risposta dell'orecchio umano, il quale è meno sensibile ai suoni di bassa ed alta frequenza.

Mediante criteri di analisi statistica si individuano i cosiddetti **indici statistici cumulativi** (o **livelli percentili**) **LN,** cioè i livelli di rumore superati per l'N% del tempo di misura: ad esempio L_{90}, L_{95} e L_{99} indicano i livelli di rumore superati rispettivamente per il 90%, per il 95% e per il 99% del tempo di misura, e sono quindi rappresentativi del rumore di fondo. L_{50} è il valore medio della rumorosità, mentre L_1 e L_{10}, cioè i livelli superati per l'1% e per il 10%, sono indicatori della rumorosità massima.

Altro parametro di descrizione di un suono è la frequenza, che caratterizza la tonalità del suono stesso (da grave a molto acuta) e si misura in Hertz; lo spettro udibile (per convenzione copre l'intervallo di frequenze 20 ÷ 20000 Hz) viene generalmente suddiviso in ventisette bande di 1/3 d'ottava.

Una misura importante relativa al rumore è la sua distribuzione in frequenza: lo spettro di un qualsiasi parametro fonometrico fornisce informazioni sul contenuto energetico del parametro in questione nelle varie bande di frequenza.

Si definisce inoltre

· LAmax, LAmin = livello massimo e minimo (in dB(A)) raggiunto durante il periodo di misura.

La velocità con cui risponde il circuito misuratore del fonometro è stata standardizzata; le costanti di tempo utilizzate sono:

Slow: 1 sec

Fast: 1/8 sec

Impulse: 0.0035 sec

4.3 RISULTATI DELLE MISURE

Si riportano nelle tabelle seguenti i risultati delle misure fonometriche effettuate per caratterizzare le sorgenti indagate: in particolare sono indicate la distanza di rilievo, lo spettro in bande di ottava e i valori complessivi in dB(A) e dB(Lin) del parametro Leq, il valore massimo in costante di tempo Fast e Peak.

sorgente:	macchina perforatrice con compressore durante operazioni di perforazione fornelli per sparo mine
distanza:	5 m
Frequenza [Hz]	spettro in dB(L)
31.5	83.8
63	90
125	87.5
250	89.4
500	84.6
1000	83.9
2000	86.7
4000	89
8000	88.4
16000	83.8
Leq dB(L)	**97.3**
Leq dB(A)	**94.4**
LAmaxF	96
LmaxP	110

sorgente:	escavatore con martellone durante operazione di frantumazione massi
distanza:	8 m
Frequenza [Hz]	spettro in dB(L)
31.5	73.2
63	89.7
125	96.9
250	87.3
500	90.8
1000	90.8
2000	88.4
4000	88.5
8000	82.1
16000	73.6
Leq dB(L)	**100.1**
Leq dB(A)	**95.9**
LAmaxF	106
LmaxP	122

sorgente:	escavatore con pala durante operazioni di carico pietrame su camion con motore acceso
distanza:	20 m
Frequenza [Hz]	spettro in dB(L)
31.5	70.5
63	70.4
125	74.4
250	76.8
500	75.7
1000	75.5
2000	71.4
4000	66.4
8000	60.4
16000	53
Leq dB(L)	**82.8**
Leq dB(A)	**79.3**
LAmaxF	91
LmaxP	109

sorgente:	pala gommata durante operazioni di movimentazione e carico pietrame
distanza:	4 m (minima)
Frequenza [Hz]	spettro in dB(L)
31.5	91,1
63	91,4
125	81,5
250	73,4
500	71,1
1000	72,3
2000	69,8
4000	63,1
8000	59,4
16000	50,6
Leq dB(L)	**94.5**
Leq dB(A)	**76.9**
LAmaxF	85.9
LmaxP	94.6

sorgente:	sparo volata mine in banco di roccia
distanza:	90 m
Frequenza [Hz]	spettro in dB(L) del Lmax
31.5	117.4
63	114.1
125	111.4
250	111.5
500	112.1
1000	112.8
2000	113.5
4000	113.4
8000	112.4
16000	97.5
Leq dB(L)	**123.1**
Leq dB(A)	**119.9**
LAmaxF	128
LmaxP	131

sorgente:	autocarro a pieno carico in transito (salita) durante operazioni di trasporto massi
distanza:	5 m (minima)
Frequenza [Hz]	spettro in dB(L)
31.5	70.9
63	75.6
125	75.3
250	77.3
500	79.1
1000	81.8
2000	77.1
4000	73.8
8000	71.5
16000	66.5
Leq dB(L)	**86.7**
Leq dB(A)	**84.8**
LAmaxF	92
LmaxP	103

5. VALUTAZIONE DELLE IMMISSIONI SONORE

Dopo aver caratterizzato le sorgenti sonore specifiche dell'attività estrattiva in oggetto, si stimerà la rumorosità immessa presso quelli che risultano i ricettori maggiormente esposti, da identificarsi soprattutto con le abitazioni che risultano essere le più vicine all'area di coltivazione della cava.
Per calcolare l'energia sonora che si propaga dalle zone di lavorazione ai ricettori esposti verrà utilizzato un modello numerico di simulazione (IMMI Plus, © Wolfel Gmbh), unitamente ad una serie di algoritmi analitici applicati al processo di schematizzazione dell'emissione acustica.

5.1 INDIVIDUAZIONE DEI RICETTORI

Il paesaggio in cui è collocata la cava di Costa dei Sergi e l'area dell'ampliamento, è inserito in un contesto a bassa pressione antropica: le abitazioni più vicine corrispondono al nucleo insediato di Arzeno.
Per la scelta dei ricettori "sensibili" potenzialmente esposti alle emissioni sonore dovute alle varie attività lavorative (fase di coltivazione e sistemazione finale), si sono individuate in primo luogo le abitazioni più vicine di cui sopra:

Ricettore	Descrizione
R1	Edificio abitativo isolato – loc. Arzeno
R2	Edificio abitativo – loc. Arzeno (alla Chiesa)
R3	Edificio abitativo – loc. Arzeno (alla Chiesa)
R4	Edificio abitativo – loc. Arzeno (alla Chiesa)
R5	Edificio abitativo isolato – loc. Arzeno / S.P. 26 verso il passo del Biscia

L'area della cava ed i ricettori individuati sono evidenziati nell'estratto cartografico (C.T.R. scala 1:5000) riportato in allegato 9.1.

5.2 IL MODELLO NUMERICO DI SIMULAZIONE IMMI (© WÖLFEL GMBH)

Lo studio della propagazione del rumore è stato effettuato mediante il codice di calcolo IMMI PLUS 2010-2.1, che è un applicativo per ambiente Windows specificatamente progettato per l'acustica previsionale ed il cosiddetto “noise mapping”.

Questo codice di tipo modulare contiene algoritmi per il calcolo del rumore di qualunque provenienza, ad es. traffico veicolare, ferroviario, rumore industriale, traiettorie aeree ecc.

IMMI si avvale di tecniche di calcolo improntate alle teoria del “ray-tracing inverso” attraverso la quale è possibile tenere in opportuno conto la divergenza geometrica e le attenuazioni in eccesso, nonché gli effetti di attenuazione, assorbimento, riflessione e rifrazione delle onde durante la propagazione dell’energia sonora in ambiente complesso.

Il modello è sviluppato appositamente per fornire i valori del livello di pressione sonora nei diversi punti del territorio in esame e/o all’interno di ambienti, in funzione della tipologia e potenza sonora delle sorgenti acustiche fisse e/o mobili, delle caratteristiche dei fabbricati oltre che delle condizioni meteorologiche e della morfologia del terreno.

I calcoli si basano su linee guida riconosciute, descritte come librerie di elementi:

- Rumore industriale (ISO 9613, OAL 28(A) , BS 5228)
- Rumore da traffico stradale (XPS 31-133, RLS 90 (D), CRTN (UK), StL-86 (CH), RVS 3.114 (A))
- Pianificazione urbana (DIN 18005 (D))
- Rumore ferroviario (SRMII (NL) , Schall03 (D), Schall Transrapid (D), CRN (UK), S5011 (A))
- Rumore aereo (AzB (D), AzB-L (D)).

Le uscite grafiche permettono la visualizzazione dei risultati del calcolo, in forma di Diagrammi di Livelli sonori, Mappe di rumore in facciata, Mappe di rumore in grigliati orizzontali o verticali, Mappe di rumore secondo isofoniche.

5.2.1 Modellazione del territorio e caratterizzazione delle sorgenti sonore

Nel modulo di input di IMMI vengono gestiti tutti i dati geometrici e descrittivi relativi alle sorgenti sonore e all'ambiente in cui avviene la propagazione dell'energia acustica.

Il modello IMMI ha un'interfaccia DXF, basata sulla definizione AUTOCAD DXF (AC1009), che permette quindi di comunicare con i programmi CAD e GIS: nello specifico è stata eseguita una vettorializzazione della cartografia in formato RASTER dell'area di studio, ottenendo una rappresentazione tridimensionale di tutti gli "oggetti" caratterizzanti la realtà fisica.

In *layer* diversi, secondo la filosofia DXF, si hanno le coordinate georeferenziate x, y e z dei vari elementi della cartografia, quali edificazione (a sua volta distinta in civile, industriale, ecc.), viabilità urbana ed extraurbana, linee plano-altimetriche, e tutti gli altri dati territoriali caratteristici (ad esempio ponti, idrografia, aree verdi, impianti tecnologici, ecc.).

Successivamente tutti questi elementi vengono gestiti in modo da associare ad ognuno altri dati caratteristici ed individuarli come sorgenti acustiche oppure come fattori condizionanti la propagazione delle onde sonore. Ad esempio le strade, viste come sorgenti lineari, vanno ancora caratterizzate dal punto di vista geometrico e funzionale: si devono definire il numero di corsie, la larghezza della sede stradale, la pendenza longitudinale e trasversale, la tipologia del manto di copertura, l'eventuale presenza di semafori, e naturalmente il flusso (orario, giornaliero, diurno o notturno) degli autoveicoli e dei mezzi pesanti, nonchè la loro velocità media.

Le sorgenti sonore di tipo industriale o assimilabili possono essere definite come puntuali, lineari o areali; vanno quindi caratterizzate in funzione della potenza sonora spettrale degli impianti, della direttività orizzontale e verticale delle sorgenti, del loro diagramma temporale di funzionamento, della localizzazione geometrica rispetto ad eventuali superfici che le contengono e dei valori di trasmissione sonora delle superfici stesse.

Gli elementi dell'edificazione sono visti, nei calcoli acustici, come strutture di riflessione/rifrazione o di schermo per le onde sonore. Oltre alle coordinate x, y, z degli spigoli dell'edificio (importate direttamente dalla cartografia vettoriale), vanno definite le proprietà di assorbimento/riflessione della facciata, il numero di piani e la forma del tetto.

L'effetto del reale andamento topografico territoriale e della tipologia di terreno sulla propagazione sonora vengono presi in considerazione mediante le curve di livello, la differenza di altezza fra sorgente e ricevitore e coefficienti di assorbimento o riflessione per il "ground effect".

Nella simulazione di uno "scenario" acustico, un fenomeno di per sè estremamente complesso viene astratto secondo un modello matematico. Si ricordi quindi che i modelli non sono una ricostruzione completa della realtà, ma una rappresentazione semplificata e coerente delle principali leggi fisiche che la descrivono.

5.2.2 Le sorgenti industriali o assimilabili

Il modulo per la caratterizzazione del rumore di origine industriale presente in IMMI, prevede innanzittutto che vada definita la tipologia della sorgente (areale, lineare o puntuale) e successivamente la potenza sonora nelle singole bande spettrali ($L_w(f)$) dei vari macchinari, impianti o apparecchiature componenti; inoltre andrebbe specificato il fattore di direttività delle emissioni sonore e la trasmissività delle eventuali pareti che contengono le sorgenti.

La disponibilità di questi dati è ovviamente subordinata alla conoscenza in dettaglio dei livelli "certificati" di potenza sonora nelle bande spettrali dei vari macchinari; siccome tale tipologia di dato non è disponibile (eccetto il livello complessivo – solo per le macchine più recenti, a marchiatura CE), si è reso necessario risalire all'andamento spettrale di L_w partendo dai dati sperimentali misurati (vedi § 4.3).

Per fare ciò si è adottato un modello di propagazione semisferico, che meglio si adattava alle condizioni sperimentali di rilievo (sorgenti sonore appoggiate o a breve distanza dal piano campagna).

Come ulteriore approssimazione la sorgente (o almeno il suo centro emissivo) è stata ipotizzata di tipo puntuale, in quanto la relazione

$$d/\lambda << 1$$

(dove d = distanza di misura, λ = lunghezza d'onda dell'emissione sonora) viene rispettata sempre (eccetto unicamente che per le basse frequenze).

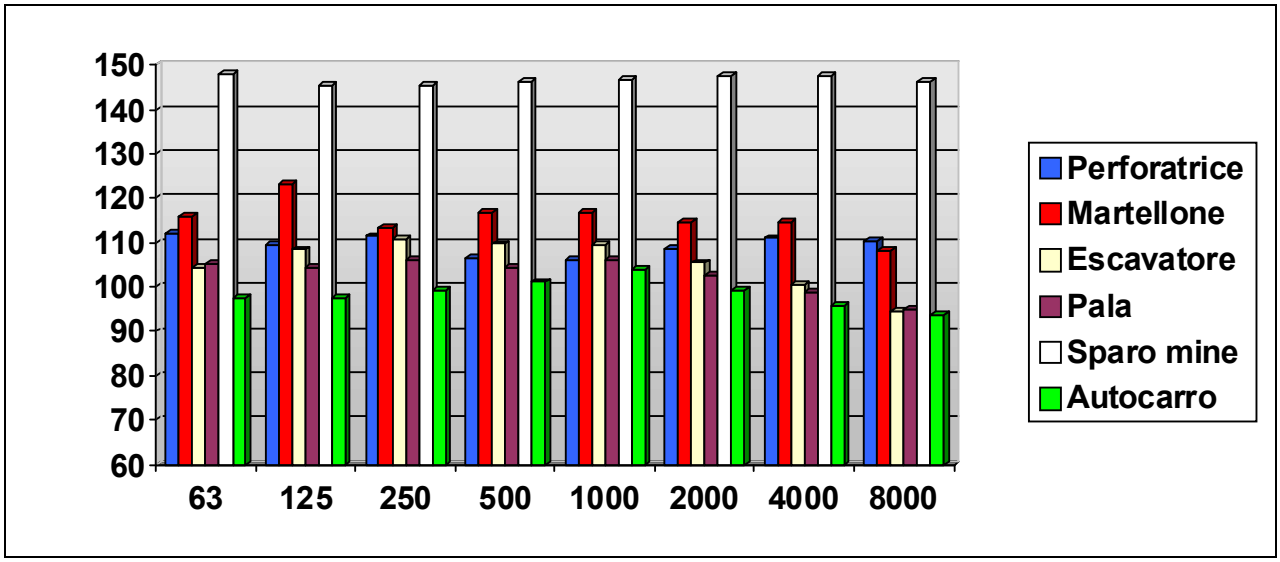
E' quindi possibile utilizzare la relazione che lega la potenza sonora al livello di pressione sonora misurato a distanza d, in ipotesi di simmetria semisferica:

$$L_w = L_p + 20\log d + 8$$

avendo ulteriormente ipotizzato di essersi posti nella direzione di massimo irraggiamento sonoro.

Si ottengono quindi le seguenti tabelle di valori per i livelli di potenza sonora (Lw in dB(L)) delle varie sorgenti, in bande di ottava:

Frequenza [Hz]	**Perforatrice**	**Martellone**	**Escavatore**	**Pala gommata**	**Sparo mine**	**Autocarro**
63	112	115,8	104,4	113,2	148,1	97,6
125	109,5	123	108,4	103,3	145,4	97,3
250	111,4	113,4	110,8	95,3	145,5	99,3
500	106,6	116,9	109,7	93,0	146,1	101,1
1000	105,9	116,9	109,5	94,2	146,8	103,8
2000	108,7	114,5	105,4	91,7	147,5	99,1
4000	111	114,6	100,4	84,9	147,4	95,8
8000	110,4	108,2	94,4	81,3	146,4	93,5
TOTALE	119	126	116.5	113	156	108



5.3 LA SIMULAZIONE ACUSTICA

Una simulazione consiste di due processi distinti: la modellazione, cioè la descrizione semplificata delle sorgenti sonore e delle caratteristiche topologiche dell'ambiente di studio, ed il calcolo dei livelli sonori, secondo standards che riproducono le leggi fisiche dell'acustica.

Una mappa acustica viene creata iterando i processi di calcolo per i singoli ricevitori e le varie sorgenti, che, essendo indipendenti, sono considerate separatamente. I risultati dei contributi di tutte le sorgenti possono essere sommati ad ottenere il livello di immissione, usando la formula:

$$L_i = 10 * \log\left(\sum_j 10^{L_{ij}/10}\right)$$

Il contributo della singola sorgente può essere descritto da:

$$L_{ij} = L_{wj} - C_1 - C_2 \ldots\ldots C_n$$

dove

L_{ij} = livello di immissione al ricevitore i-esimo dovuto alla sorgente j-esima

L_{wj} = livello di potenza sonora (o livello di emissione) della sorgente j-esima

C_1 ..... C_n = coefficienti che descrivono diversi aspetti della propagazione dell'energia sonora, quali ad esempio l'attenuazione con la distanza, la riflessione, l'effetto schermo, l'assorbimento, il *ground effect*, ecc.

In riferimento allo standard ISO 9613 - 1, 2 per il rumore di origine industriale:

Il livello di pressione sonora per una singola frequenza L_s presso un ricevitore è dato dalla seguente formula:

$$L_s = [L_w + D_1 + K_o] - [D_s + \Sigma D]$$

dove

L_w potenza sonora

D_1 direttività della sorgente

K_o modello sferico

D_s attenuazione geometrica

ΣD contributo di diversi fattori, quali assorbimento dell'aria, *ground effect*, schermature, ecc.

K_o viene definito dall'angolo solido spaziale Ω

$$K_o = 10 \log\left(\frac{4\pi}{\Omega}\right)$$

L'attenuazione geometrica di una sorgente puntiforme è uguale a:

D_s = 20 log (distanza sorgente - ricevitore) + 11 dB(A)

L'assorbimento dell'aria è calcolato in accordo alla normativa ISO 9613

L'attenuazione del terreno (D_{BM}) dipende dall'altezza media della linea di vista rispetto al terreno (H_m) e dalla distanza sorgente - ricevitore (S_m):

$$D_{BM} = 4.8 - 2 * \frac{H_m}{S_m} * \left(17 + \frac{300}{S_m}\right)$$

L'effetto di schermo è calcolato con la formula

$$D_Z = 10 \log\left(C_1 + \frac{C_2}{\lambda} * C_3 * Z * K_W\right)$$

dove

λ lunghezza d'onda del suono

Z *extra path length*

C_1 costante = 3

C_2 costante che vale 20 per calcoli normali e 40 se si tiene conto esplicitamente della riflessione del terreno

C_3 fattore = 1 per un singolo schermo

$$= \left[1+\left(\frac{5\lambda}{e}\right)^2\right] / \left[\frac{1}{3}+\left(\frac{5\lambda}{e}\right)^2\right] \text{ altrimenti}$$

K_w fattore di correzione = $\exp\left[-\sqrt{A_q * A_a * S_m} / 2Z\right]$

A_q distanza sorgente - schermo

A_a distanza schermo - ricevitore

S_m distanza sorgente – ricevitore.

5.4 MODALITÁ OPERATIVE

La gestione operativa delle simulazioni in IMMI è suddivisa in una parte di ricerca ed in una parte di calcoli acustici. Per quanto riguarda la prima parte, IMMI usa un metodo settoriale (*ray - tracing inverso*): partendo da un ricevitore, viene lanciato un "raggio" che fa la scansione della geometria modellizzata, alla ricerca degli elementi "attivi" e "passivi", quali sorgenti, schermi, riflettori, ecc. Il raggio di ricerca e quello successivo, lanciati con un incremento angolare costante (il valore di default è 1°), formano un triangolo: poichè i triangoli si uniscono gli uni agli altri, viene coperto l'intero spazio attorno al ricevitore, mentre un semplice fascio di raggi non riuscirebbe a fare la scansione delle componenti che si trovassero tra i raggi.

Quando IMMI trova una sorgente nella direzione di ricerca, ne calcola automaticamente il contributo parziale al livello di immissione presso il ricevitore: le sorgenti lineari sono divise in segmenti intercettati dal triangolo di ricerca, mentre le sorgenti areali vengono suddivise in triangoli componenti fintanto che non ricadono completamente nel settore di ricerca.

Logicamente esiste una relazione inversa tra l'accuratezza del metodo di ricerca ed il tempo di calcolo: un buon compromesso (che comunque garantisce di più la

precisione) nell'esecuzione delle simulazioni ha portato a fissare incrementi dell'angolo di ricerca di 5°; la generazione dei raggi è stata limitata ad un numero massimo di riflessioni pari a 3 o parallelamente ad una perdita di energia sonora di 15 dB(A) per riflessione: questo perchè la complessità dell'algoritmo è proporzionale al numero di raggi dal ricevitore, ma aumenta esponenzialmente con il numero di riflessioni.
I risultati delle simulazioni e dei calcoli acustici possono essere visualizzati mediante una *grid noise map*, che rappresenta quindi i livelli sonori risultanti nelle celle di una griglia regolare. Per motivi di risoluzione è stata adottata una dimensione delle celle pari a 10 x 10 m: ciò comporta un numero utilizzato di celle per rappresentare la parte di territorio simulata pari a 20.790.
La quota dei ricevitori nella griglia viene generata mediante un DGM (Digital Ground Model), che opera una triangolazione sugli elementi geografici.
Infine, ottenuta una *grid noise map*, si può generare una mappa degli isolivelli mediante un algoritmo di interpolazione (con spline di Bezier) che crea le curve che uniscono punti con lo stesso valore di rumorosità.

L'area di simulazione è evidenziata nell'estratto cartografico riportato in allegato 9.1.
In allegato 9.2 si riporta una rappresentazione tridimensionale del territorio considerato per le simulazioni acustiche.

Ai fini della rappresentatività delle modellizzazioni acustiche, si è deciso di simulare la seconda e la terza fase operativa del presente programma di coltivazione della cava, e la fase finale di abbancamento progressivo del fronte di scavo. La prima fase di scavo, consistente nella riprofilatura dello stato attuale del fronte di cava fino al piano del piazzale principale, è stata già in qualche modo considerata nel precedente studio di impatto acustico (simulazione della fasi di coltivazione della parte sommitale e centrale del rilievo di Costa dei Sergi).

5.5 TARATURA DEL MODELLO

Per eseguire la taratura del modello sono state effettuate alcune sessioni di rilievi fonometrici nello stesso contesto geografico, mediante segnali di riferimento, misurati alle distanze tipiche sorgenti – ricettori che vi sono nello scenario di simulazione: si è quindi riprodotto il set-up sperimentale con IMMI, cercando di minimizzare lo scostamento tra valori effettivi misurati e quelli simulati, agendo sulle "variabili" che entrano in gioco negli standards di calcolo.

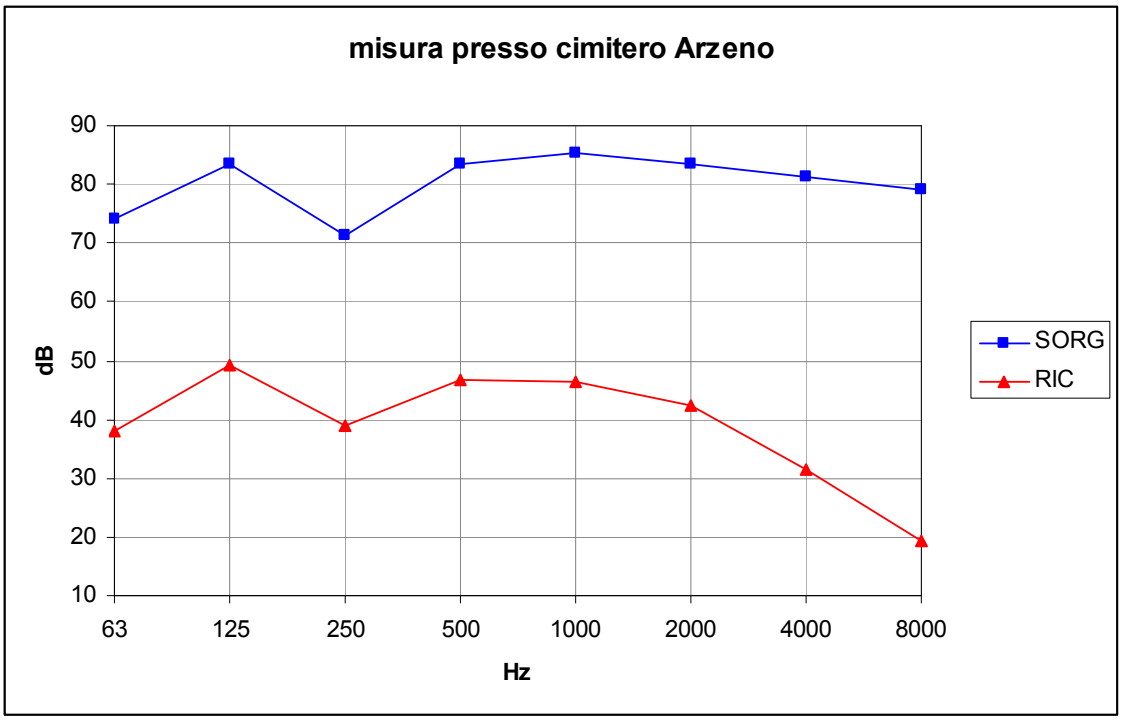
In particolare si è così operato:

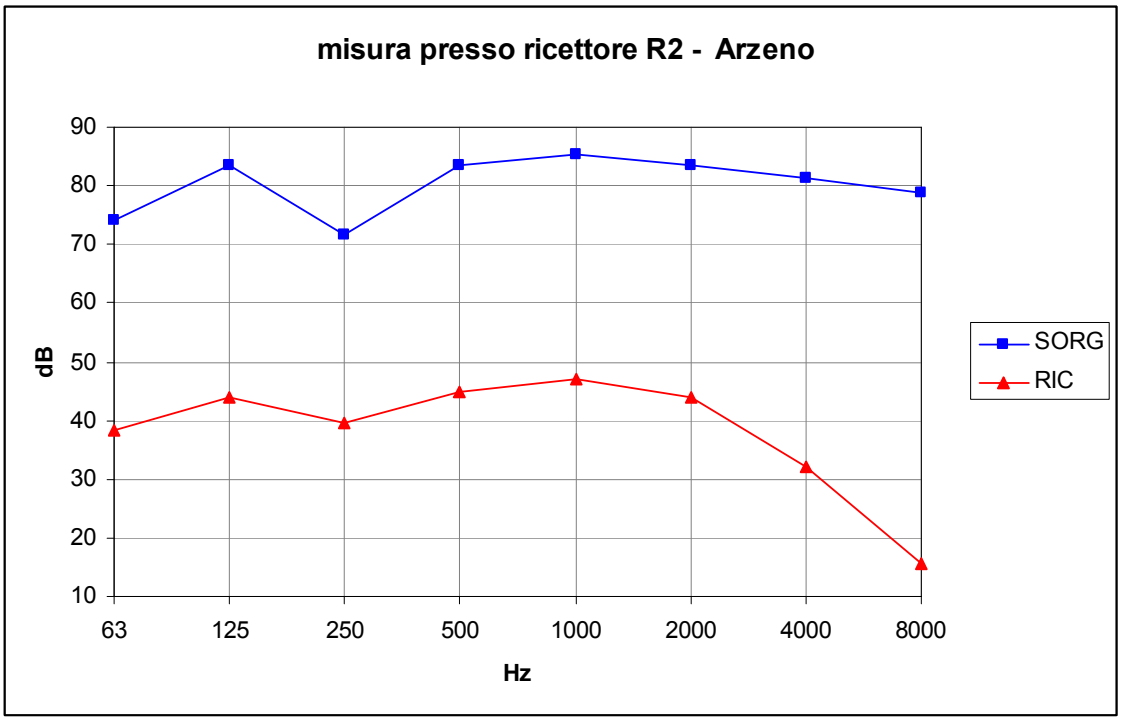
- sorgente sonora: cassa acustica attiva ad alta fedeltà biamplificata (250 W) *Mackie* mod. SRM350, con segnale costituito da traccia audio digitale – "rumore rosa", fornito mediante lettore di CD-ROM *Teac* CD-P3500 e mixer *Beheringer* Eurorack UB 1204 PRO
- misura contemporanea dei livelli di pressione sonora a 7.5 m di distanza dalla cassa e a circa 390 m di distanza, mediante coppia di analizzatori real-time Larson Davis 831.

La cassa acustica è stata posizionata al bordo del piazzale superiore della cava di Costa dei Sergi (quota circa 590 m) con un fonometro di controllo a 7.5 m di distanza, mentre le misure in ricezione sono state effettuate presso il cimitero di Arzeno e presso l'edificio corrispondente al ricettore R2.

Le operazioni si sono svolte il giorno 29/12/2011, in un periodo di non attività lavorativa nella cava (feste natalizie).

Si riportano nei grafici seguenti gli andamenti in frequenza (bande di ottava) dei segnali misurati in prossimità della sorgente e nei due punti di ricezione:





Simulando la stessa situazione con il codice IMMI, si è operata una serie di aggiustamenti delle variabili che caratterizzano lo standard ISO 9613, ai fini di minimizzare lo scarto tra risultati sperimentali / risultati simulati, ottenendo infine:

	bordo piazzale (d=7.5 m)	Cimitero Arzeno (d=390 m)
Valori MISURATI	94.6 dB(A)	54.6 dB(A)
Valori SIMULATI	94.6 dB(A)	55 dB(A)

Il set di parametri regolati nel modello IMMI che ha permesso di ottenere i risultati riportati è il seguente:

fattori meteorologici	Umidità	20 %
	Temperatura	10 °C
coefficienti di propagazione	Ground Factor (G)	1
	Attenuazione per vegetazione (D)	1.6 dB/100 m

5.6 RISULTATI DELLE SIMULAZIONI

5.5.1 Seconda fase di coltivazione della cava

La seconda fase estrattiva comporta un abbattimento dei fronti lungo la linea di massima pendenza in direzione W e l'inizio della espansione in senso laterale per l'ampliamento in direzione N con approfondimento in trincea.
A partire dal piazzale a quota 546 m s.l.m., avrà inizio una sequenza di 2 gradoni con altezza pari a 14 m cadauno, impostati su piani di ampiezza oscillante fra 5 m e 10 m.
La realizzazione dell'ultimo gradone e del piano di base a quota 518 m s.l.m. permetterà la realizzazione di un secondo piazzale temporaneo di lavoro.
In questa fase si sono ulteriormente considerati tre momenti lavorativi tipici:

1. operazione di perforazione fornelli in banco di roccia per sparo mine (con una perforatrice) e lavorazione con un escavatore;
2. operazioni di movimentazione e carico pietrame, mediante un escavatore, una pala e tre autocarri;

3. operazioni di escavazione, disgaggio, movimentazione e carico pietrame mediante tre escavatori, una pala e tre autocarri.

Lo schema della simulazione con IMMI è:

seconda fase di coltivazione

situazione lavorativa	**sorgente**	**quota**
1	perforatrice escavatore	da 629 a 643 m
2	escavatore pala 3 autocarri	da 563 a 588 m
3	3 escavatori pala 3 autocarri	da 520 a 613 m

Si sono eseguiti run del modello con la disposizione suddetta delle sorgenti (in ipotesi di funzionamento contemporaneo), ottenendo i seguenti risultati rispetto ai ricettori selezionati:

ricettore	situazione lavorativa 1	situazione lavorativa 2	situazione lavorativa 3
R1	51.4 dB(A)	55.5 dB(A)	56.9 dB(A)
R2	51.2 dB(A)	52.6 dB(A)	55.5 dB(A)
R3	50.8 dB(A)	52.0 dB(A)	55.2 dB(A)
R4	50.2 dB(A)	50.7 dB(A)	54.3 dB(A)

Risultati seconda fase di coltivazione

Nota: gli autocarri sono stati simulati come sorgenti puntuali, data la bassa velocità di percorrenza della pista di cava (sia in discesa a pieno carico, sia nella rampa di salita).

5.5.2 Terza fase di coltivazione della cava

La terza fase estrattiva comporta la prosecuzione e il completamento dei lavori di abbattimento dei fronti lungo la linea di massima pendenza in direzione W e l'approfondimento completo dello scavo in trincea in direzione N.

A partire dal piazzale a quota 518 m s.l.m., avrà inizio una sequenza di 3 gradoni con altezza pari a 14 m - 15 m cadauno, impostati su piani di ampiezza oscillante fra 5 m e 10 m.
La realizzazione dell'ultimo gradone e del piano di base a quota 475 m s.l.m. permetterà la realizzazione del piazzale di cava definitivo.
Anche in questo settore le scarpate di raccordo fra i vari gradoni saranno caratterizzate da angoli di scarpa dell'ordine di 75°, realizzati su roccia competente, incisa in profondità oltre i livelli di alterazione superficiale.
Anche per questa fase si sono considerati gli stessi momenti lavorativi già visti nel § precedente.
Lo schema delle simulazioni con IMMI è:

terza fase di coltivazione

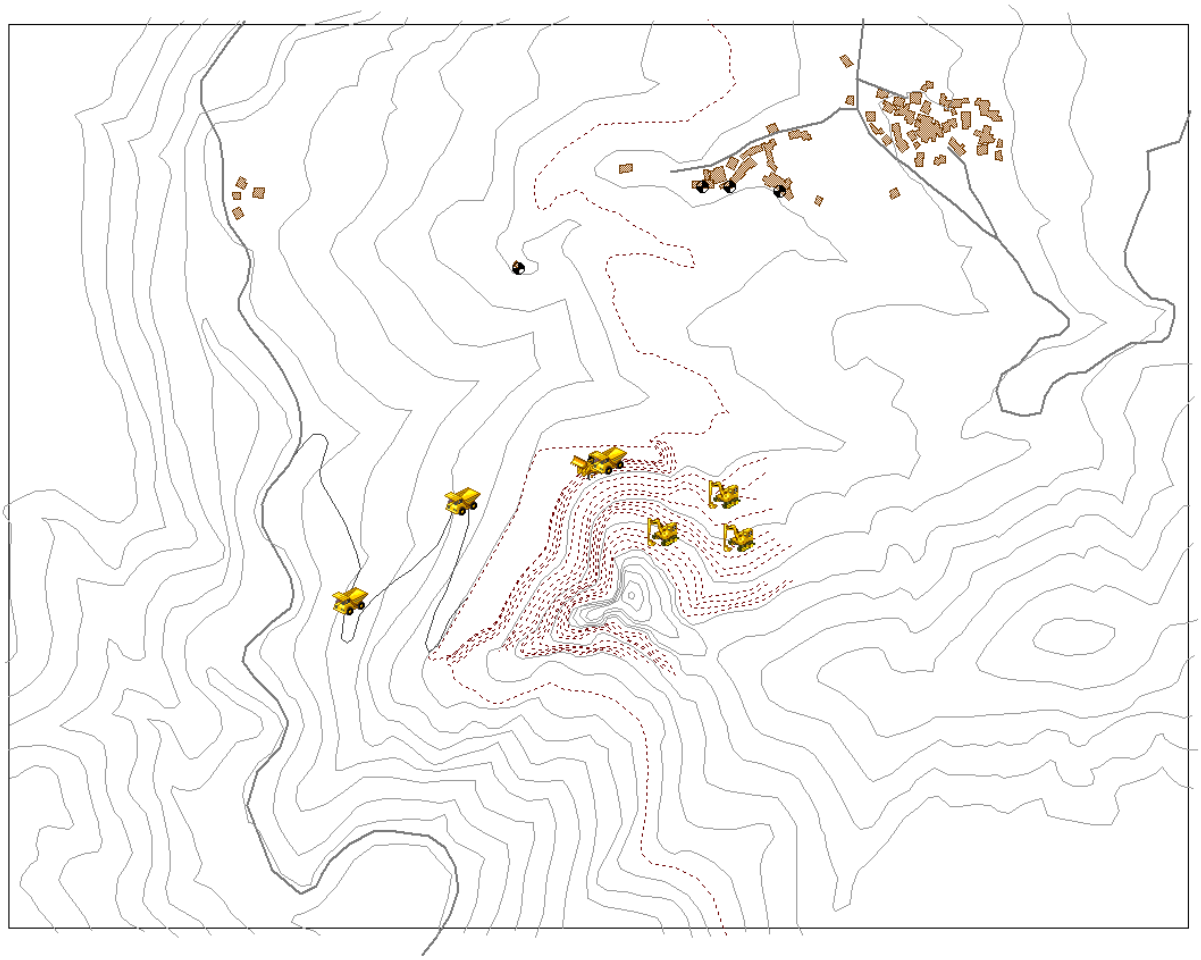
situazione lavorativa	**sorgente**	**quota**
1	perforatrice escavatore	da 587 a 637 m
2	escavatore pala 3 autocarri	da 564 a 590 m
3	3 escavatori pala 3 autocarri	da 480 a 615 m

Si sono ottenuti i seguenti risultati:

ricettore	situazione lavorativa 1	situazione lavorativa 2	situazione lavorativa 3
R1	53.8 dB(A)	53.1 dB(A)	56.4 dB(A)
R2	51.5 dB(A)	50.4 dB(A)	55.3 dB(A)
R3	51.4 dB(A)	50.2 dB(A)	55.1 dB(A)
R4	50.7 dB(A)	48.8 dB(A)	54.2 dB(A)

Risultati terza fase di coltivazione

Nell’immagine seguente si vede la schematizzazione delle sorgenti utilizzata per questa simulazione:



5.5.3 Fase finale di abbancamento

Il piazzale principale di cava nell'assetto finale dei fronti di scavo presenta notevoli dimensioni areali e si presta ad un recupero ed a una sistemazione ambientale della parte basale del fronte di scavo.

É previsto pertanto a fine lavori di coltivazione un progressivo abbancamento di materiali sciolti classificabili come terre e rocce da scavo in modo da ottenere un nuovo profilo nella zona del fronte principale a partire dalla quota basale (475 m s.l.m.) e procedendo a bancate successive fino a quota 537 m s.l.m.

Oltre questo livello il riempimento interesserà esclusivamente la zona di scavo in trincea fino all'ultimo piano a quota 579 m s.l.m.

Da quota 475 a quota 537 sono previste 12 alzate di 5 m cadauna da realizzarsi con elementi in terre rinforzate con ampiezza dei singoli piani non inferiore a 7.5 m.

A partire da quota 537 l'altezza delle scarpate rimane invariata mentre le ampiezze sono lievemente superiori fino a colmare completamente la zona in trincea fino a quota media 579 m s.l.m.

Nel settore in trincea le pedate dei gradoni sono lievemente pendenti verso valle per consentire un progressivo innalzamento di quota ed un raccordo con le pedate dei gradoni in roccia.

Al fine di facilitare i successivi interventi di disciplinamento delle acque, il piazzale dovrà essere realizzato in lieve contropendenza e dotato, in corrispondenza dell'attacco delle scarpate, di dispositivi atti a raccogliere ed incanalare le acque d'infiltrazione e quelle provenienti dalle scarpate superiori verso le opere di smaltimento, previste nello schema generale dei deflussi artificiali.

In questa fase si è considerato un momento lavorativo tipico:

1. operazioni di scarico, movimentazione e sistemazione pietrame e terra, mediante un escavatore, due pale e due autocarri.

Lo schema della simulazione con IMMI è:

fase finale di abbancamento

situazione lavorativa	**sorgente**	**quota**
1	escavatore 2 pale 2 autocarri	da 475 a 575 m

Si sono ottenuti i seguenti risultati:

ricettore	situazione lavorativa 1
R1	50.4 dB(A)
R2	49.1 dB(A)
R3	48.4 dB(A)
R4	46.4 dB(A)
R5	43.3 dB(A)

Risultati fase finale di coltivazione

Riguardo all'operazione di sparo volata mine, poichè la simulazione di un evento impulsivo, assimilandolo ad una sorgente areale, potrebbe essere viziata da un difetto di schematizzazione, ed inoltre nelle specifiche della norma ISO 9613 è esplicitamente

esclusa l'applicazione agli scoppi ed alle esplosioni, si è eseguito un calcolo analitico del fenomeno, considerando lo spettro massimo misurato a 550 m di distanza, ed applicando dei fattori di attenuazione legati alla divergenza geometrica dei fronti d'onda (ora ben descritti dal modello sferico), all'assorbimento dell'aria e all'attenuazione per eccesso del terreno (rugosità e vegetazione bassa); questi ultimi due fenomeni entrano in gioco considerando la distanza della propagazione sonora (circa 400 m).

La formulazione analitica è:

$L_p = L_{po} – A_{div} – A_{atm} – A_{veg}$

dove L_p è il livello di pressione sonora da calcolare alla distanza d di circa 400 m (ricettori R1 – R4), L_{po} è il livello di pressione sonora misurato sperimentalmente alla distanza d_o di 550 m, e i termini A_i sono:

$$A_{div} = 20\log\left(\frac{d}{d_o}\right)$$

$$A_{atm} = \alpha\frac{d}{100}$$

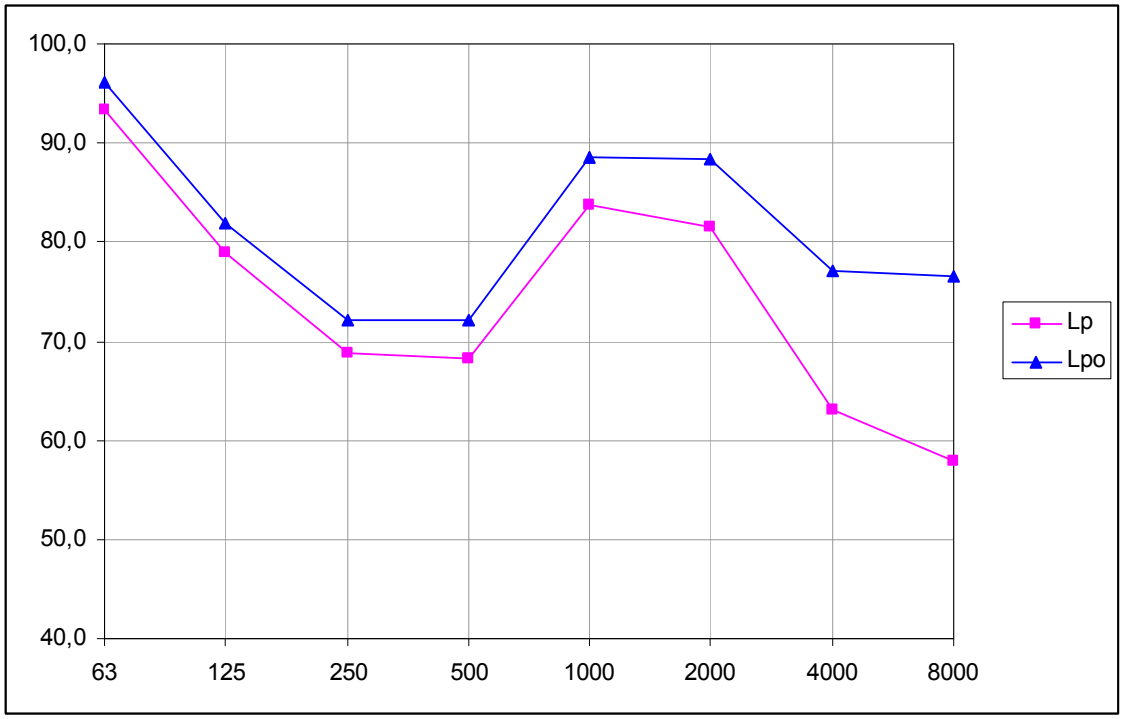
$A_{veg} \approx$ 6 dB

Il calcolo è esplicitato nella tabella che segue (avendo considerato i coefficienti di assorbimento atmosferico per T = 20 °C e Umidità Relativa = 50%).

SORGENTE sparo volata mine			RICETTORE R1 – R4		
frequenza [Hz]	L_{po} [dB]	A_{div} [dB]	α [dB]	pesi curva A	L_p [dB(A)]
63	93,3	-2.8	0	-26.2	96,1
125	78,9	-2.8	0.04	-16.1	81,6
250	68,8	-2.8	0.12	-8.6	71,1
500	68,3	-2.8	0.28	-3.2	69,9
1000	83,8	-2.8	0.5	0	84,6
2000	81,6	-2.8	1	+1.2	80,3
4000	63,1	-2.8	2.8	+1	54,6
8000	57,8	-2.8	4	-1.1	44,6
	livello totale		**Lpo**		**92.4**

Si ricorda che questo valore è il livello massimo istantaneo atteso presso i ricevitori 1 – 4 in occasione dello sparo volata mine nell'area di coltivazione della cava di Costa dei Sergi.

Nella seguente figura è visualizzato l'andamento spettrale del livello massimo misurato (L_{po}) ed atteso a 400 m di distanza (L_p).



In allegato 9.3 vi sono due mappe acustiche ad illustrazione delle varie simulazioni eseguite:

Fig. 1: terza fase di coltivazione della cava, situazione lavorativa 3

Fig. 2: fase finale di abbancamento, situazione lavorativa 1

6 VERIFICA DELL'IMPATTO ACUSTICO

Verranno confrontati i livelli sonori dovuti alle attività lavorative nella cava (sia in fase di coltivazione nell'area di ampliamento sia nella fase finale di ripristino) presso i ricettori individuati, con il clima acustico attuale (stato 0) e con i limiti di immissione previsti dal Piano di Zonizzazione Acustico del Comune di Ne.

6.1 CLASSIFICAZIONE ACUSTICA DELL'AREA

Come visto nel § 3.1, lo strumento fondamentale che definisce i valori limite di rumorosità sul territorio è il Piano di Zonizzazione Acustica comunale.
Nello specifico per il Comune di Ne è vigente tale piano, approvato con deliberazione della Giunta Provinciale n. 695/96574 del 12.12.2001.

Si riporta nel seguente prospetto il riepilogo della classificazione acustica dell'area di ampliamento della cava di Costa dei Sergi e dei ricettori scelti per la valutazione dell'impatto acustico:

punto/ricettore	classe	limite diurno di immissione
area della cava	VI	70 dB(A)
ricettore 1	III	60 dB(A)
ricettore 2	II	55 dB(A)
ricettore 3	II	55 dB(A)
ricettore 4	II	55 dB(A)
ricettore 5	III	60 dB(A)

6.2 ANALISI DEL CLIMA ACUSTICO - STATO 0

Si ricorda la definizione di "clima acustico", così come riportata nella D.G.R. Liguria n° 534 del 28/5/1999 "Criteri per la redazione della documentazione di impatto acustico ai sensi dell'art. 2 comma 2 L. R. 20.3.1998 n° 12":

Per clima acustico, sia a fini previsionali che di constatazione e verifica della situazione in essere, deve intendersi la rumorosità propria e abituale, prevedibilmente ripetitiva nelle sue variazioni nel tempo, di una data area.

Principale descrittore del clima acustico è l'andamento nelle 24 ore del livello sonoro continuo equivalente di pressione sonora ponderato A misurato ad intervalli non superiori all'ora.

Ove la variabilità o le peculiari caratteristiche del rumore rendano il solo livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato A non sufficientemente rappresentativo del fenomeno acustico, le misure fonometriche dovranno essere estese ad altri descrittori, quali i livelli percentili LN (preferibilmente L1, L10, L50, L90, L95), le distribuzioni statistiche dei livelli, l'analisi in frequenza.

Per valutare quindi il clima acustico "ante operam" (o stato 0) tipico delle zone in cui ricadono i ricettori scelti per la valutazione dell'impatto acustico, si riportano i seguenti dati fonometrici.

Monitoraggio del clima acustico diurno eseguito in prossimità del ricettore 2, svolto il giorno 22 Marzo 2001 in condizioni atmosferiche standard:

Data-ora	Leq	LMax	LMin	LN 1	LN 10	LN 50	LN 90	LN 95	LN 99
22/03/01 8:30	49,5	73,1	38,1	62,3	45,2	40,8	39,1	39,2	38,8
22/03/01 9:30	52,1	69,5	38,5	58,7	46,3	41,2	39,6	39,4	39,0
22/03/01 10:30	47,3	72,8	38,6	59,1	46,6	41,5	40,0	39,5	39,1
22/03/01 11:30	51,9	74,7	38,4	66,4	47,8	41,1	39,4	39,2	38,9
22/03/01 12:30	44,6	63,1	38,3	55,0	46,6	41,3	39,6	39,3	39,0
22/03/01 13:30	43,9	76,4	38,4	53,7	44,3	40,6	39,3	39,1	39,0
22/03/01 14:30	54,8	85,1	38,4	66,9	48,9	40,8	39,3	39,1	38,8
22/03/01 15:30	47,2	71,9	38,2	60,1	43,1	40,3	39,2	39,1	38,5
22/03/01 16:30	42,0	63,3	37,9	49,5	43,9	40,4	39,1	38,8	38,2
22/03/01 17:30	52,9	75,9	38,4	65,5	50,5	40,7	39,3	39,1	38,6
22/03/01 18:30	50,3	76,8	38,3	63,4	47,8	40,5	39,4	39	38,4

T_r = diurno, T_o = 1 ora, T_M = 11 ore

LAeq,d = 50.3 dB(A)

Monitoraggio del clima acustico diurno presso un edificio di Arzeno vicino alla chiesa, eseguito il giorno 12 Maggio 2009, in condizioni atmosferiche standard, durante lavorazioni nella cava "Costa dei Sergi" - utilizzo escavatore per operazioni di disgaggio, utilizzo pala meccanica per carico camion, trasporto materiale con camion:

Data-ora	LAeq	LAMin	LAMax	LN 1	LN 10	LN 50	LN 90	LN 95	LN 99
12/05/09 8:40	**45**	22.7	66.4	59.3	45.6	29.8	25.1	24.5	23.5
12/05/09 9:00	**45**	23.0	70.4	56.9	42.8	31.0	26.8	26.0	24.7
12/05/09 10:00	**42**	24.5	66.2	53.6	37.9	32.6	29.0	28.2	27.0
12/05/09 11:00	**45**	24.2	67.7	59.2	41.6	32.5	28.6	27.7	26.1
12/05/09 12:00	**55**	23.0	84.8	67.3	42.4	29.3	24.9	24.4	23.5
12/05/09 13:00	**55**	22.5	86.5	63.5	38.1	29.3	25.5	24.9	24.0
12/05/09 14:00	**40**	23.4	67.7	50.7	35.9	29.4	26.2	25.5	24.4
12/05/09 15:00	**44**	22.7	73.4	50.6	38.1	30.1	26.3	25.4	24.1
12/05/09 16:00	**64**	23.5	87.5	79.0	43.9	30.8	25.9	25.2	24.3

Presenza di un forte rumore di tipo accidentale: necessita mascheratura dell'evento (Leq mascherato = 45 dB(A))

T_r = diurno, T_o = 1 ora, T_M = 9 ore

LAeq,d = 50.0 dB(A)

In entrambi i casi i rilievi sono stati eseguiti utilizzando strumentazione fonometrica in classe 1, rispondente alle norme EN60651 e 60804, posizionata ad una altezza di circa 4 m dal piano stradale, e ad una distanza di almeno 1 m dai muri esterni.

E' quindi possibile, visti i risultati dei monitoraggi eseguiti in periodi e condizioni diverse, assumere come valore rappresentativo del clima acustico diurno nell'abitato di Arzeno: LAeq,d = 50 dB(A)

6.3 VERIFICA DELL'IMPATTO ACUSTICO

Avendo simulato i valori di rumorosità attesi presso i ricettori in occasione di varie fasi lavorative e in condizioni peggiorative (corrispondenti cioè all'utilizzo contemporaneo delle attrezzature e delle attività più rumorose), è possibile valutarne l'impatto, cioè confrontare il rumore immesso con i limiti previsti dal Piano di Zonizzazione Acustica e con i valori del clima acustico "ante operam".

Innanzitutto i suddetti limiti assoluti sono riferiti all'intero periodo diurno o notturno; nel caso diurno, le valutazioni vanno rapportate alle 16 ore comprese nell'intervallo 6:00÷22:00.

Le attività lavorative della cava si protraggono per un tempo di 8 ore, nelle altre 8 ore il rumore da considerare è dato dal rumore residuo (stimato in 50 dB(A)).

Inoltre, le varie situazioni lavorative individuate hanno tempistiche di esecuzione diverse: in particolare l'attività di perforazione viene svolta soltanto il giorno precedente lo sparo della volata di mine (circa 60 volte all'anno), ed è di durata limitata; la situazione 3 (tre escavatori, una pala e tre autocarri in attività contemporanea) è di nuovo con una bassa probabilità di accadimento.

E' possibile definire, sempre maggiorando cautelativamente il peso delle probabilità di esecuzione, il seguente schema lavorativo giornaliero:

- ✓ situazione 1 (perforazione)……..10%
- ✓ situazione 2 (normale lavoro con pala ed escavatore)……60%
- ✓ situazione 3 (attività "concentrata" con diversi mezzi)…… 30%

Nella tabella seguente si riporta il calcolo finale:

Fase lavorativa	*Ricettore*	*Rumore immesso nell'intero periodo diurno*	*Limite di immissione periodo diurno*
Seconda fase di coltivazione	R1	54.6	60
	R2	53.3	55
	R3	53.1	55
	R4	52.6	55

Fase lavorativa	*Ricettore*	*Rumore immesso nell'intero periodo diurno*	*Limite di immissione periodo diurno*
Terza fase di coltivazione	R1	53.8	60
	R2	52.8	55
	R3	52.7	55
	R4	52.3	55
Fase finale di abbancamento	R1	51.9	60
	R2	51.5	55
	R3	51.3	55
	R4	50.9	55
	R5	50.4	60

Per tutti i ricettori si rispetta il corrispondente limite assoluto di immissione del periodo diurno.

Per quanto riguarda il limite differenziale di immissione, esso va valutato all'interno degli ambienti abitativi e nelle condizioni di massimo disturbo.
L'art. 4 comma 2 del DPCM 14/11/97 prevede che i valori limite differenziali di immissione non debbono applicarsi se il livello del rumore ambientale sia inferiore a 50 dB(A) misurato a finestre aperte e inferiore a 35 dB(A) misurato a finestre chiuse.
Tenendo conto di un fattore di riduzione del rumore all'interno dell'abitazione a finestre aperte (ipotizzando l'attenuazione per diffrazione di una finestra aperta pari a 5-7 dBA – vedi ad es. "Attenuazione del rumore ambientale attraverso una finestra aperta" di G. Iannace e L. Maffei sulla "Rivista Italiana di Acustica" gennaio-marzo 1995), e visti i risultati delle simulazioni è plausibile che per tutti ricettori si possa rientrare nella condizione di "assenza di disturbo". In ogni caso possono esserci marginali probabilità che per specifiche e determinate lavorazioni la differenza tra rumore ambientale e rumore residuo sia superiore al limite di 5 dB(A), ma tale eccedenza ha sicuramente carattere di eccezionalità e di occasionalità, sfuggendo quindi alle valutazioni analitiche qui svolte.

7 CONCLUSIONI IMPATTO ACUSTICO

Dopo aver opportunamente misurato e modellizzato i livelli di emissione sonora caratteristici delle macchine operatrici e delle attività lavorative, sono state simulate diverse configurazioni di sorgenti rappresentative delle varie fasi lavorative nell'area di ampliamento della cava di calcare "Costa dei Sergi", sia per la coltivazione a regime sia per il ripristino finale.

Si sono quindi ricavati i valori di rumorosità previsti presso cinque punti, corrispondenti ad edifici abitativi (tutti in località Arzeno), che corrispondono ai ricettori maggiormente esposti.

Il confronto con i limiti di immissione sonora previsti dal vigente Piano di Zonizzazione Acustica del Comune di Ne, permette di dedurre che le immissioni sonore provocate dalle varie combinazioni di macchine operatrici ed operazioni di lavorazione sono entro i limiti di legge; per quanto riguarda la rumorosità determinata dallo sparo mine nei banchi di roccia, i valori istantanei attesi sono superiori ai limiti di legge, ma tale superamento è comunque relativo a brevissimi istanti temporali, con una cadenza di 1-2 volte/settimana.

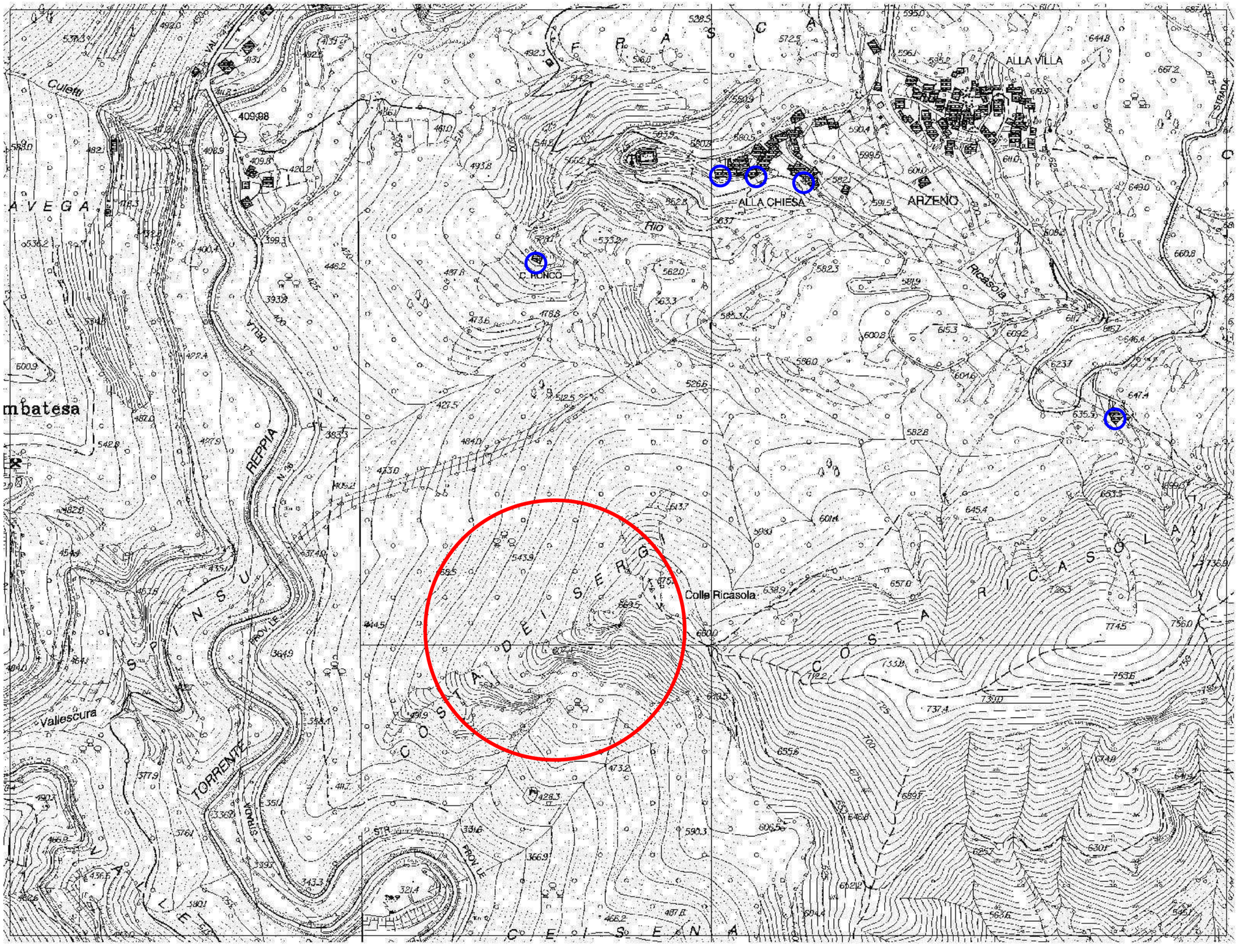
E' inoltre trascurabile, dal punto di vista dell'impatto acustico, il flusso di mezzi che accedono alla cava per le operazioni di carico e trasporto materiale estratto, in quanto il breve tragitto che separa l'area della cava dalla sede del frantoio non vede la presenza di abitazioni o ricettori sensibili.

Come prescrizioni generali per limitare comunque al minimo la propagazione dell'energia sonora dall'area di lavorazione, considerata anche la tipologia delle sorgenti sonore e la loro disposizione in una zona impervia, si possono indicare:

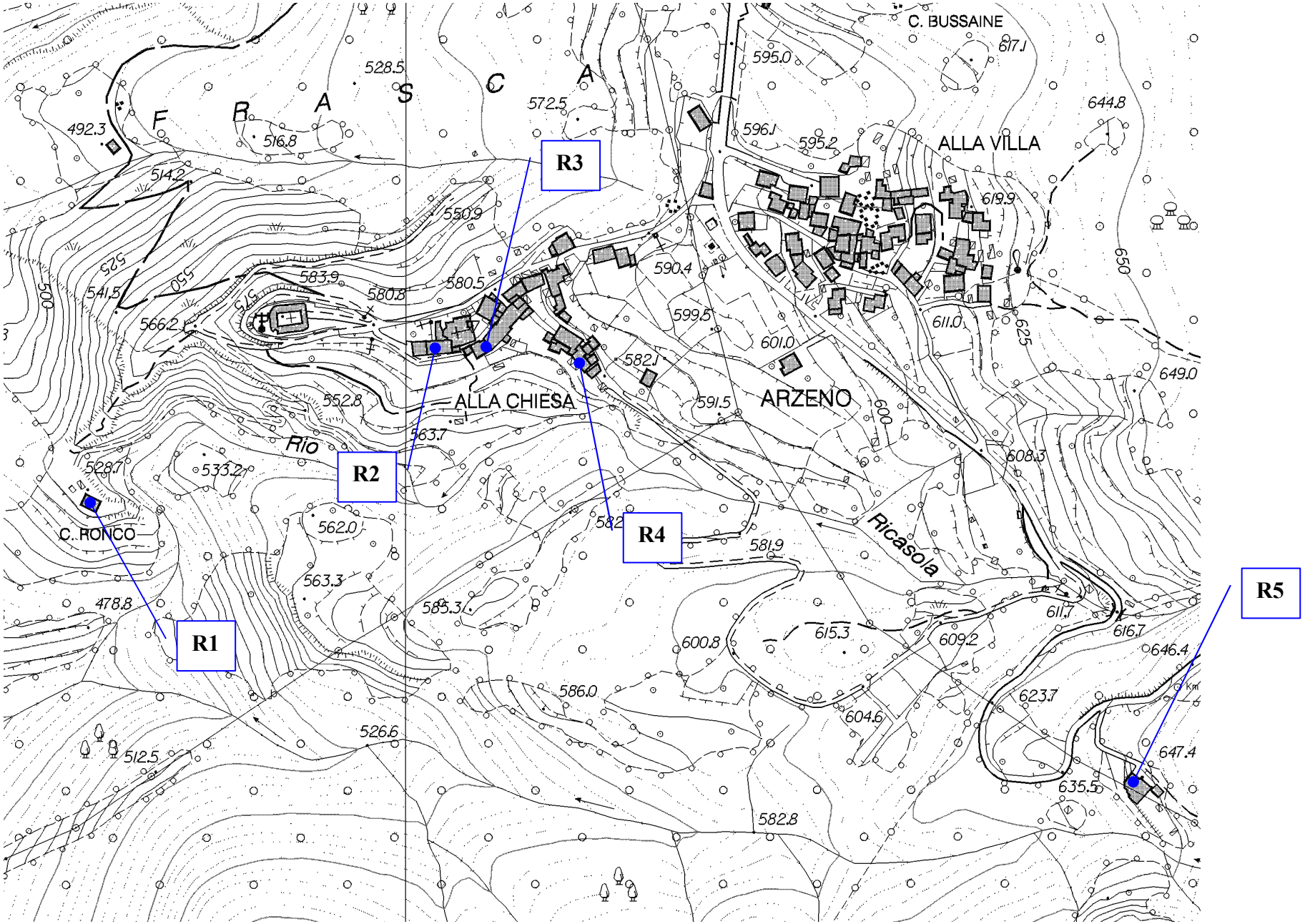
- mantenere in perfetto stato di efficienza tutte le parti meccaniche e i motori a combustione dei mezzi operatori
- all'atto di acquisto di nuovi mezzi, selezionare quelli con certificazione CE a minore livello di potenza sonora Lw
- evitare, per quanto possibile, di operare contemporaneamente con più di due escavatori e due pale
- evitare, per quanto possibile, di operare contemporaneamente con la macchina perforatrice e l'escavatore-martellone
- non eseguire possibilmente operazioni di frantumazione blocchi di roccia o lavorazioni analoghe se non in posizioni in trincea o comunque schermate da

ostacoli naturali o sistemati artificialmente rispetto alla linea di vista con gli edifici abitativi di Arzeno

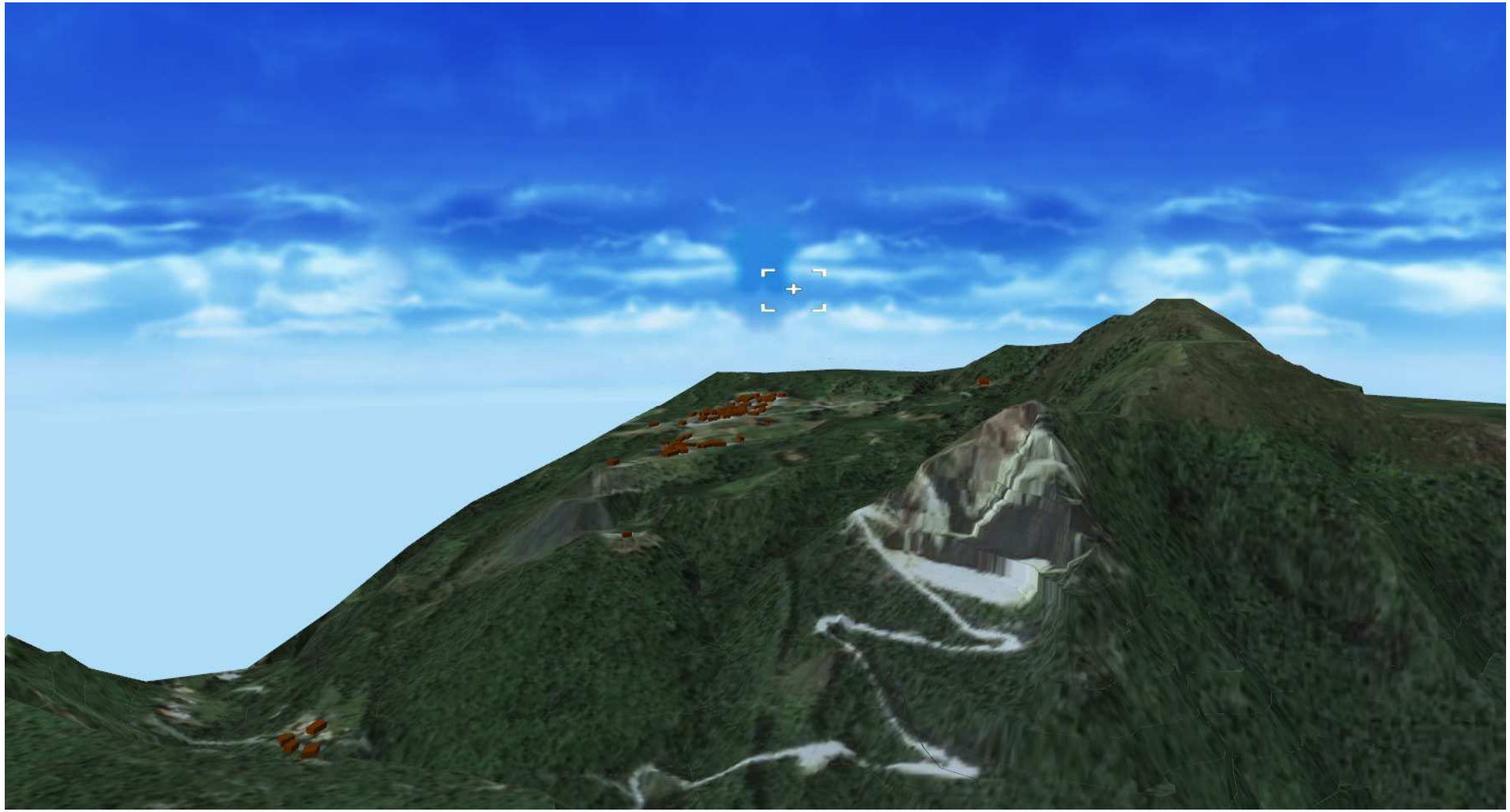
- tenere i mezzi meccanici in attesa (escavatori, pale, camion) a motore spento
- non usare grossi quantitativi di esplosivo per lo sparo volata mine nei banchi di roccia.


ALLA VILLA
ALLA CHIESA
ARZENO
C. RONCO
Rio
Ricasola
Culetti
AVEGA
mbatesa
REPPIA
Vallescura
TORRENTE
STRADA
PROV.LE
Colle Ricasola
COSTA DEI SERGI
COSTA RICASOLA
STRADA

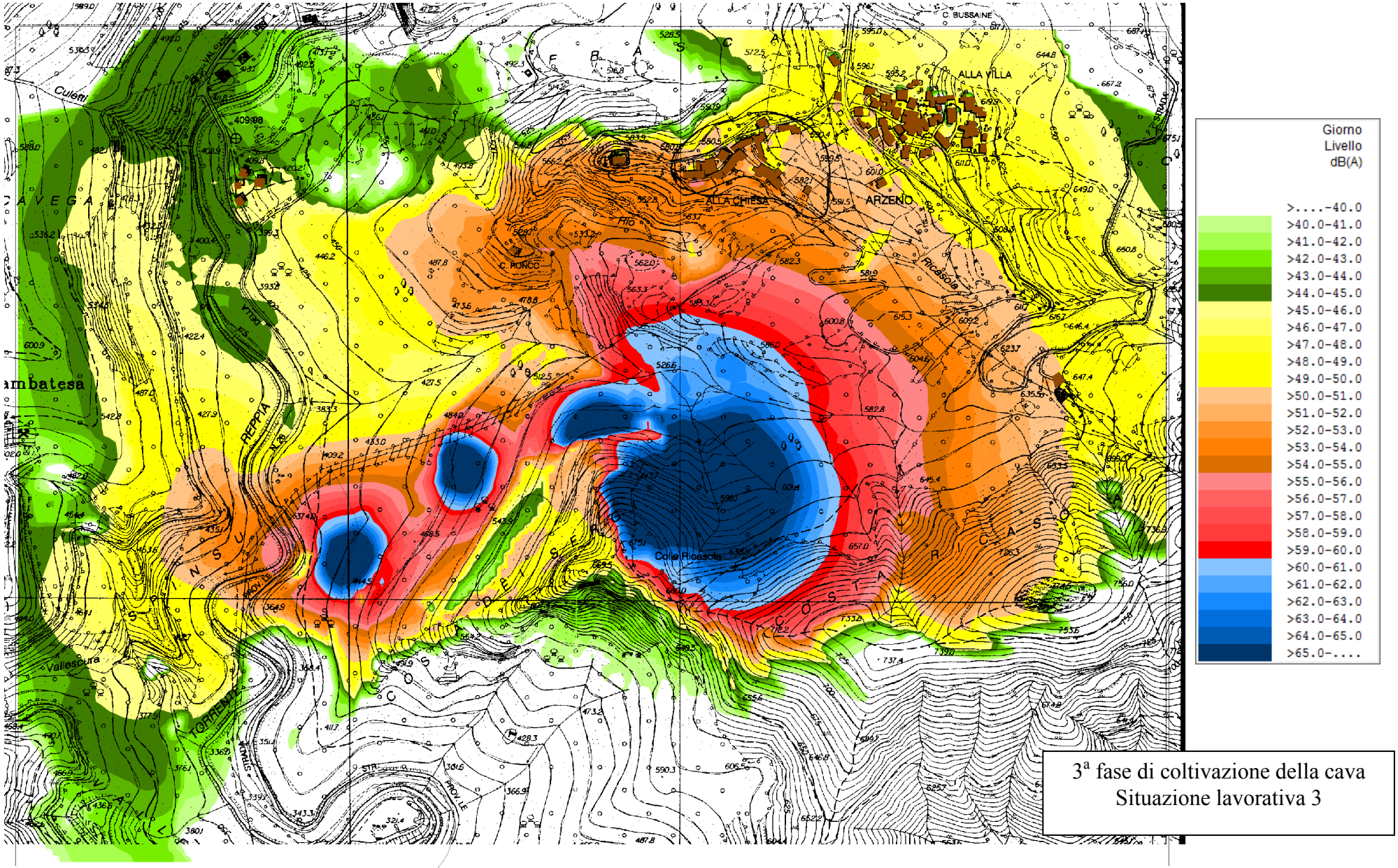
Allegato 9.1


R1
R2
R3
R4
R5
C. RONCO
ALLA CHIESA
ARZENO
ALLA VILLA
C. BUSSAINE
Rio
Ricasola
F R A S C A
492.3
516.8
514.2
528.5
572.5
596.1
595.2
595.0
617.1
644.8
619.9
590.4
599.5
601.0
611.0
582.1
591.5
552.8
563.7
528.7
533.2
562.0
563.3
581.9
608.3
649.0
478.8
585.3
600.8
615.3
609.2
611.7
616.7
646.4
586.0
604.6
623.7
526.6
512.5
647.4
635.5
582.8

Allegato 9.1

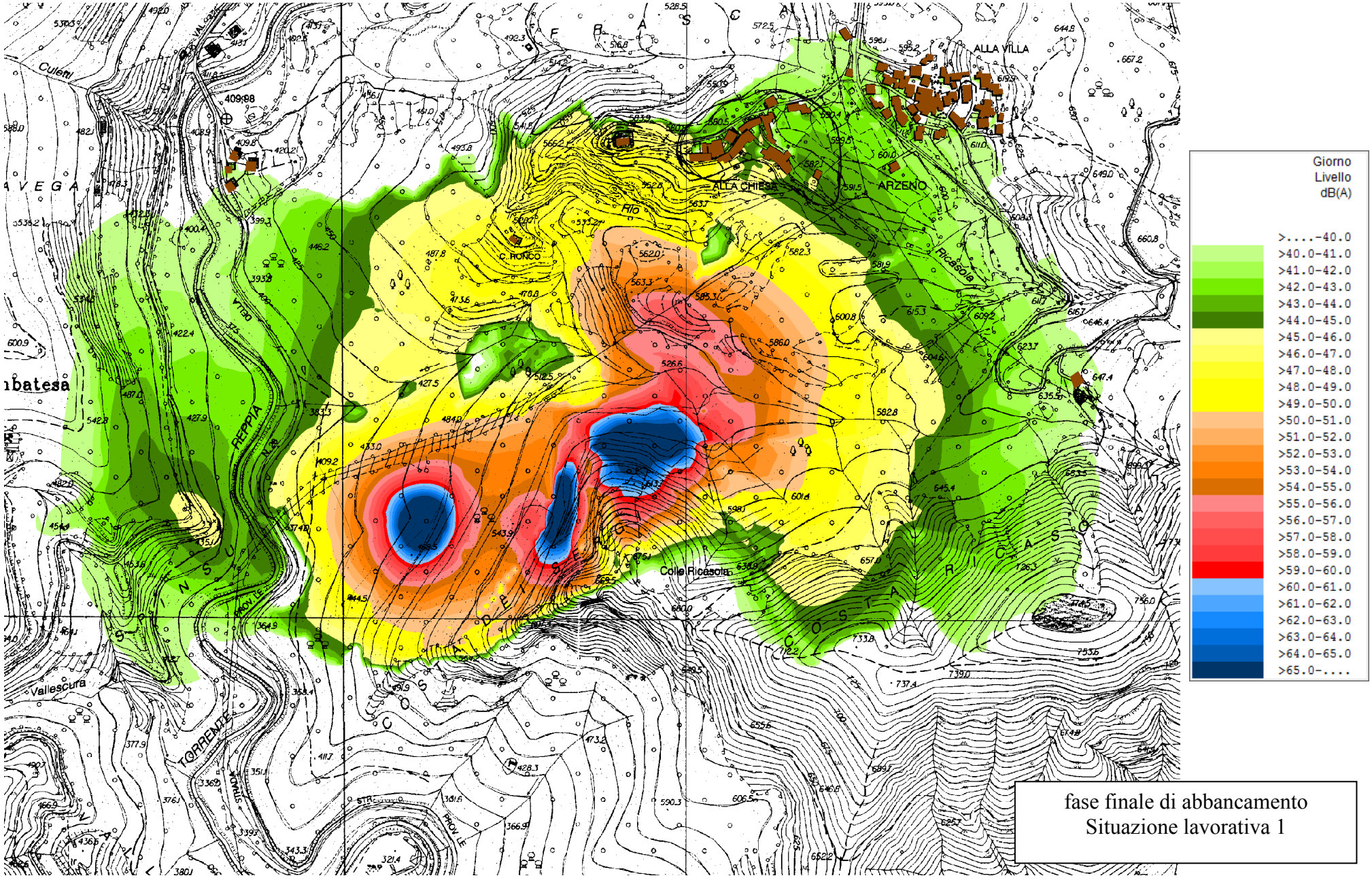


Allegato 9.2



3ª fase di coltivazione della cava
Situazione lavorativa 3

Allegato 9.3


Giorno
Livello
dB(A)
>....-40.0
>40.0-41.0
>41.0-42.0
>42.0-43.0
>43.0-44.0
>44.0-45.0
>45.0-46.0
>46.0-47.0
>47.0-48.0
>48.0-49.0
>49.0-50.0
>50.0-51.0
>51.0-52.0
>52.0-53.0
>53.0-54.0
>54.0-55.0
>55.0-56.0
>56.0-57.0
>57.0-58.0
>58.0-59.0
>59.0-60.0
>60.0-61.0
>61.0-62.0
>62.0-63.0
>63.0-64.0
>64.0-65.0
>65.0-....
ALLA VILLA
ALLA CHIESA
ARIZENO
C. RONCO
Ricasola
Colle Ricasola
Vallescura
TORRENTE
PROV LE
fase finale di abbancamento
Situazione lavorativa 1

Allegato 9.3