

En Plein Ear. Sonic postcards from a busy summer

Giorgio Klauer

Ricevuto il 13 Febbraio 2020

Revisione del 26 Marzo 2020

1. *Contesto e proposta*

En Plein Ear. Sonic postcards from a busy summer è una composizione per piccola orchestra¹ ed elettronica creata nel 2011 nell'ambito di un bando internazionale promosso dalla European Conference of Promoters of New Music. Attraverso un processo di selezione di proposte progettuali venivano individuati i due autori che avrebbero prodotto un brano per un'orchestra da camera di 17 musicisti iscritti a percorsi di studio accademici, con lo scopo di introdurre nel contesto pratiche innovative legate all'utilizzo dell'elettronica in tempo reale; il compositore veniva considerato partecipante attivo all'esecuzione in qualità di interprete della parte elettroacustica².

Il processo di realizzazione di *En Plein Ear* veniva pensato dall'autore come un esperimento che intrecciasse temi afferenti aree di proprio interesse quali la prassi compositiva ed esecutiva strumentale, il *live electronics*, il *soundscape*, l'ascolto acustico, il recupero dell'informazione musicale (*music information retrieval*) e l'educazione musicale. L'aver stabilito una gerarchia tra i temi e l'aver distinto i ruoli tra le aree permetteva di superarne il legame originariamente soggettivo e di riorganizzare razionalmente il momento creativo connotandolo come un'occasione di critica e crescita artistica improntata alla ricerca.

¹ 2 oboi, 1 fagotto, 2 corni, archi 4.3.2.2.1 con scrittura a parti reali.

² Il bando era promosso da Gaudeamus Muziekweek, European Live Electronic Centre (Lüneburg) e Miso Music (Lisbona) in collaborazione con la Hochschule für Musik und Theater Hamburg con il coordinamento di Helmut Erdmann, Henk Heuvelmans e Miguel Azguime. L'orchestra dell'accademia di Amburgo era diretta da René Gulikers. L'altro autore selezionato era il compositore italo-brasiliano José Henrique Padovani. La registrazione audio-video del concerto di presentazione delle opere, a cura dall'ente ospitante, è disponibile all'indirizzo <http://klauer.it/data/composition/en%20plein%20ear/En_Plein_Ear.mp4>. La registrazione documentale di *En Plein Ear* prodotta dall'autore è disponibile all'indirizzo <http://klauer.it/data/composition/en%20plein%20ear/En_Plein_Ear.mp3>. La partitura è disponibile all'indirizzo <http://klauer.it/data/composition/en%20plein%20ear/En_Plein_Ear.pdf>. Gli algoritmi e ulteriore documentazione tecnica sono disponibili al sito dell'autore. Tutti i siti web sono stati visitati nel novembre 2020.

2. *Ruolo dell'ascolto*

Nella bozza progettuale accolta dagli estensori del bando, l'autore suggeriva fosse possibile favorire una condotta d'ascolto acusmatica rispetto al suono strumentale, mettendo in relazione il suono dell'orchestra con quello dell'ambiente naturale utilizzando appropriate risorse informatiche. L'obiettivo era stabilire correlazioni estetiche tra suoni strumentali e suoni della natura nella cornice di un linguaggio che dipendesse dalle caratteristiche percettive dell'ascolto di questi ultimi, e il rendere le correlazioni sostanziali nell'attività di ciascun attore del sistema, dal compositore all'interprete all'ascoltatore.

Assumevano grande rilievo tecnico, nella prospettiva del compositore, le opportunità offerte dal metodo di analisi e comparazione tra suoni naturali e strumentali e dal procedimento di trasposizione orchestrale dei suoni dell'ambiente. Pur non entrando nel merito dell'idoneità scientifica dell'uso degli algoritmi di recupero dell'informazione musicale a questo scopo, il processo automatizzato di qualificazione sonora e comparazione applicato a suoni strumentali eseguiti dal vivo e suoni dell'ambiente naturale pre-registrati (cfr. sez. 6), veniva considerato come il mezzo utile a rifondare la creazione del brano musicale e la *performance* con *live electronics* su categorie dell'ascolto coerenti.

L'implementazione in tempo reale consentiva di attuare il procedimento di analisi e comparazione nello spazio esecutivo e di far scaturire la parte elettroacustica del brano in modo dipendente dai suoni eseguiti dagli strumenti dell'orchestra. Nella prospettiva degli interpreti, la correlazione automatica tra la parte elettroacustica e quella strumentale forzava a riflettere la condotta d'ascolto propria della *texture* dei suoni naturali sulla qualità del suono che stavano producendo. In mancanza di una immediata correlabilità delle cause agenti delle diverse categorie di suoni gli esecutori erano costretti ad affiancare un approccio auditivo acusmatico al *feedback* emozionale e aptico proveniente dallo strumento.

L'aver introdotto l'idea procedurale e i contenuti ad essa collegati, in un contesto di formazione musicale accademico, possedeva una valenza empirica di stimolo educativo e culturale che è stata interpretata, in alcuni casi, ai limiti della provocazione. In effetti, nella bozza di progetto si lamentava genericamente, nei confronti degli interpreti provenienti dai percorsi di formazione accademica, la limitata attenzione dovuta alle funzioni del dettaglio timbrico nel linguaggio contemporaneo e il fatto che la cura del suono si esplicasse principalmente nel senso della qualità perseguibile dallo strumentista nella ripresa del suono.

Il pubblico veniva coinvolto quale osservatore: oltre a restituire l'intrinseco valore estetico, l'esecuzione in concerto assumeva la connotazione dell'esperimento e il palcoscenico quella di *theatrum*.

3. *Soundscape*

Con il termine *soundscape* si intende in *En Plein Ear* il complesso intreccio delle tematiche inquadrabili secondo le prospettive disciplinari tangenti lo studio del pae-

saggio sonoro, principalmente l'etnografia, la geografia umana e la storia locale, in subordine l'ecologia acustica. La matrice culturale del *soundscape* in *En Plein Ear* diviene comprensibile nella scelta dei materiali sonori e nell'approccio per alcuni aspetti non ortodosso nell'acquisirli.

3.1 *Soundscape: luoghi*

Il punto di partenza è stata l'effettuazione di alcuni *soundwalk* e registrazioni di *soundscape* nel territorio della provincia di Trieste e nel Tarvisiano, di cui si riportano gli identificativi e una sommaria descrizione:

1. canovella: percorso di accesso al porticciolo di Canovella degli Zoppoli (sloveno: *Pri Čupah*) dalla strada statale n. 19 del Friuli Venezia Giulia ('costiera')³;
2. filtri: percorso lungo la battigia sassosa tra il porticciolo dei Filtri di Aurisina (sloveno: *Brojenca*) e il porticciolo di Canovella degli Zoppoli⁴;
3. natura: percorso dalla stazione ferroviaria del castello di Miramare allo stagno presso il villaggio di Contovello (sloveno: *Kontovel*) sull'altipiano carsico⁵;
4. miramare, miramareOld1, miramareOld2, uccelli: spinta di un passeggiatore con pneumatici e sistema frenante lungo i viali del parco del castello di Miramare, con momenti di sosta⁶;
5. villa: sosta all'altezza della prima fermata della tratta su funicolare della linea Trieste-Opicina («tram di Opicina», linea n. 2)⁷;

³ <http://www.google.com/maps/d/embed?mid=1bA-_iAdb3kNphLV2UOWOCcP0FDY>. Discesa e risalita effettuate il 19 ottobre 2011, ore 15. Il toponimo sloveno moderno è associato allo zoppolo (o zoppola, sloveno: *čupa*), un'imbarcazione a remi ricavata da un singolo tronco scavato con l'accetta. Il tratto è parte dell'odierno Sentiero dei pescatori, con partenza sull'altipiano carsico in località Aurisina Cave. La registrazione è disponibile all'indirizzo <<http://klauder.it/data/composition/en%20plein%20ear/snd/canovella.mp3>>.

⁴ <<http://www.google.com/maps/d/embed?mid=1GK456Ya1mFJWRTne0BxAJYMM9II>>. Percorso effettuato il 19 ottobre 2011, ore 16, partendo dall'accesso al castelletto neogotico del laboratorio di biologia marina dell'istituto nazionale di oceanografia e geofisica sperimentale. I «filtri» sono un sistema di raccolta da polle d'acqua dolce, tuttora emergenti al livello del mare, per la maggior parte collegate al bacino sotterraneo del fiume Timavo, in esercizio tra il XIX e XX secolo. La registrazione è disponibile all'indirizzo <<http://klauder.it/data/composition/en%20plein%20ear/snd/filtri.mp3>>.

⁵ <http://www.google.com/maps/d/embed?mid=1JziMr1Zoy1e8_j8mZNR3dBEhWY>. Salita effettuata il 4 agosto 2011, ore 19. Il percorso fa parte dell'odierno Sentiero natura n. 9. La registrazione è disponibile all'indirizzo <<http://klauder.it/data/composition/en%20plein%20ear/snd/natura.mp3>>.

⁶ Percorsi effettuati il 17 giugno 2011 (miramareOld, uccelli) e il 2 luglio 2011 (miramare). Le registrazioni sono disponibili all'indirizzo <<http://klauder.it/data/composition/en%20plein%20ear/snd/miramare.03.35-13.35.mp3>>, miramareOld.08.34-10.35.mp3, miramareOld.11.20-16.42.mp3, uccelli.mp3.

⁷ <<https://www.google.com/maps/d/u/0/embed?mid=14KnlSq0vA--ahF-BhMW1CLqxVA>>. Ripresa effettuata in corrispondenza del civico n. 9 di via Virgilio, 21 giugno 2011, ore 16. In questo tratto della linea, le motrici tranviarie si appoggiano a un carro scudo vincolato ai capi della fune traente che scorre in mezzo al binario, permettendo di superare dislivelli fino al 26%. La registrazione è disponibile all'indirizzo <<http://klauder.it/data/composition/en%20plein%20ear/snd/villa.mp3>>.

6. trenoviaSalita: percorso lungo la via Salita Trenovia (primo tratto su funicolare della linea n. 2)⁸;
7. tram: tragitto all'interno della vettura tranviaria lungo l'intero itinerario (prima, durante e dopo il tratto su funicolare)⁹;
8. percedol: percorso di accesso alla conca e allo stagno di Percedol (sloveno: *Prči Dol*) dalla strada provinciale n. 9 «del Vipacco»¹⁰;
9. malga: percorso sui pascoli dell'Alpe del Lago vicino al Lago Superiore (Fusine in Val Romana, Tarvisio), con passaggio presso la casera¹¹;
10. lago: sosta nei pressi del punto di ristoro del Lago Superiore¹²;
11. casamatta: passeggiata e ingresso in un rudere inondato dal flusso d'acqua proveniente dal pendio¹³.

I *soundscape* nn. 1-3 sono stati acquisiti lungo itinerari storici che collegano i villaggi dell'altopiano carsico alla riva dell'Adriatico. Su sentiero o carrareccia, essi sono stati seguiti continuativamente prima dello sviluppo urbano e industriale di Trieste e recano la memoria di antichi siti (Flego 2001).

Non è superfluo specificare che il paesaggio negli immediati dintorni della città si è radicalmente trasformato in un'epoca che vedeva crescere il sentimento nazionale italiano all'interno di una città cosmopolita e geopoliticamente unita al mondo slavo, dal 1382 sotto l'amministrazione imperiale austriaca e dal 1867 austro-ungarica.

Il tragitto dei pescatori effettuato per l'attività professionale e quello dei contadini per la vendita dei propri prodotti sono considerati in *En Plein Ear* come la metafora di un viaggio verso il mare di più ampie proporzioni, ossia l'inurbamento delle genti slave dell'Österreichisches Küstenland (sloveno: *Primorje*) e la loro depauperazione culturale, accentuata dalla politica egemonica italiana degenerata nelle vessazioni e discriminazioni fasciste, rivolte infine indiscriminatamente a tutte le genti su base razziale.

In *En Plein Ear* i percorsi sono intesi però anche in senso positivo e, quindi, nel verso opposto di una riappropriazione culturale, mediata specialmente dalle generazioni più

⁸ Percorso effettuato il 2 luglio 2011. La registrazione è disponibile all'indirizzo <<http://klauer.it/data/composition/en%20plein%20ear/snd/trenoviaSalita.mp3>>.

⁹ Tragitto effettuato il 4 agosto 2011, ore 17. La registrazione è disponibile all'indirizzo <<http://klauer.it/data/composition/en%20plein%20ear/snd/tram.00.23-23.53.mp3>>.

¹⁰ <<http://www.google.com/maps/d/embed?mid=15g8ljD0vP2OrzAlDaT62vDfivB0>>. Discesa e risalita effettuate il 26 settembre 2011, ore 16. La conca è una depressione carsica che scende per 70 metri tra le alture dell'altipiano, caratterizzata da un microclima differenziato per vegetazione e acustica dal territorio circostante. La registrazione è disponibile all'indirizzo <http://klauer.it/data/composition/en%20plein%20ear/snd/prci_dol.mp3>.

¹¹ <<http://www.google.com/maps/d/embed?mid=119-BwDeyq8j3kM5uFxe1IFXQPPE>>. Percorso effettuato il 29 ottobre 2011, ore 15. La registrazione è disponibile all'indirizzo <<http://klauer.it/data/composition/en%20plein%20ear/snd/malga.mp3>>.

¹² Ripresa effettuata il 29 ottobre 2011, ore 16. La registrazione è disponibile all'indirizzo <<http://klauer.it/data/composition/en%20plein%20ear/snd/lago.mp3>>.

¹³ Percorso effettuato il 29 ottobre 2011, ore 17. La registrazione è disponibile all'indirizzo <<http://klauer.it/data/composition/en%20plein%20ear/snd/casamatta.mp3>>.

giovani che hanno decentrato interessi e attività professionali a partire dall'indipendenza della Slovenia (1991) e ancor più dall'ingresso nello spazio Schengen (2007). Il contatto tra due umanità, stili di vita e forme di pensiero riferibili ai modelli della società urbanizzata italoфона e contadina slavoфона, è trasfigurato nel conflitto psicologico di una società *snob* che per via della controversa relazione con la complessità delle proprie origini ha rimosso una tradizione etichettata come minoritaria e svantaggiata.

Anche i *soundscape* nn. 4-8 sono riconducibili all'idea del litorale adriatico nelle coppie mare e altopiano, città e campagna e dell'incontro tra cultura latina, slava e austriaca. Il *soundscape* n. 4 è riferibile alla botanica – passione di Massimiliano d'Asburgo – e indirettamente alla grande opera di rimboschimento del Carso attuata nella seconda metà del XIX secolo. La trenovia dei *soundscape* nn. 5-7 è stata inaugurata nel 1902 allo scopo di collegare direttamente la frazione di Opicina a 330 metri di altitudine, in alternativa al più lungo tracciato della ferrovia transalpina (1906). All'inizio del XX secolo è documentato l'utilizzo dello stagno del *soundscape* n. 8 come pista di pattinaggio per gli escursionisti provenienti da città.

I *soundscape* nn. 9-11 sono legati all'idea del territorio tarvisiano quale crocevia di tre stati e culture.

3.2 *Soundscape: tecnica*

I documenti sonori sono stati registrati con un microfono AKG C414 B-XLII in configurazione omnidirezionale e un registratore Tascam HD-P2 con specifiche di conversione analogico-digitale 24 bit e 48 kHz. La ripresa omnidirezionale, combinata a un filtro passa-alto con frequenza di taglio a 160 Hz, è stata funzionale ai successivi procedimenti di analisi del segnale. Il microfono è stato montato sulla sospensione elastica con il filtro antivento e retto a circa 220 cm dal suolo con un'asta. La durata delle registrazioni era compresa tra un paio di minuti e un'ora.

La metodologia per l'acquisizione sonora non ha seguito un preciso modello di *soundwalk*, pur condividendone le valenze culturali ed educative (Radicchi 2017); all'ascolto binaurale o alla ripresa stereofonica è stata preferita la ripresa monofonica del cammino nell'ambiente sonoro, mediante cui si è voluta conservare la soggettività del *soundscape* caratterizzata dal suono dei passi, neutralizzando tuttavia gli effetti della mobilità della testa con i continui cambi di fase che conferiscono realismo e profondità acustica.

4. *Composizione*

Le registrazioni sono state sottoposte a processi di recupero dell'informazione musicale producendo flussi di informazione, utilizzati come *input* di algoritmi di composizione sviluppati originalmente per 'coniare' la partitura, imprimendo la traccia della struttura percettiva dei suoni naturali e sovvertire la scrittura strumentale tradizionale.

I flussi di informazione consistono nei dati relativi ai seguenti descrittori ricavati a partire dall'analisi spettrale eseguita sequenzialmente su finestre di lunghezza tra 1024 e 4096 campioni (finestra di Hann)¹⁴:

- cromagramma¹⁵;
- centroide¹⁶;
- *flatness*¹⁷;
- stima della fondamentale¹⁸;
- livello di confidenza nella stima della fondamentale¹⁹;
- *loudness*²⁰;
- dissonanza spettrale²¹;
- *slope*²²;
- *spread*²³;
- *onset*²⁴.

I flussi di informazione sono stati ricampionati a 10Hz e i valori ridimensionati nell'ambito tra 0 e 1 globalmente, per mezzo di coefficienti ricavati dalle escursioni massime tra tutte le registrazioni.

4.1 Composizione: dal soundscape alla struttura

Una prima selezione dei dati da utilizzare per creare la partitura è stata attuata ricercando visivamente nelle rappresentazioni grafiche dei flussi di informazione forme emergenti e fasi stazionarie differenziate, applicando nel riscontro auditivo i criteri tipomorfologici proposti da Pierre Schaeffer (Schaeffer 1966; Schaeffer 1967). Una ulte-

¹⁴ Gli algoritmi appartengono alla distribuzione standard del software *SuperCollider* ma sono stati gestiti tramite la libreria SCMR di Nick Collins (Collins 2011), cfr. <<http://composerprogrammer.com>>.

¹⁵ Distribuzione dell'energia del segnale nelle bande di frequenza corrispondenti alle dodici classi d'altezza, alle varie ottave.

¹⁶ Cinquantesimo percentile.

¹⁷ Quoziente della media geometrica e della media aritmetica del quadrato delle magnitudini.

¹⁸ Algoritmo del software «Tartini» (McLeod 2005).

¹⁹ Interpretato come qualità tonica del suono.

²⁰ L'algoritmo esprime la *loudness* in *sones*; è derivato dai modelli di Zwicker, Glasberg, Moore e Stone (Moore 2014).

²¹ Misura della ruvidità (*roughness*) dovuta alla prominenza di coppie di picchi nello spettro (Sethares 1998).

²² Indice di correlazione lineare delle magnitudini dello spettro, rilevante per la progressiva diminuzione di energia alle frequenze più acute (*roll off*).

²³ Varianza ponderata delle magnitudini rispetto al 50° percentile.

²⁴ Algoritmo di segmentazione implementato per il tempo reale secondo il metodo *adaptive whitening* (Stowell 2007).

riore selezione è seguita con l'esercizio della preferenza soggettiva, dipendente sia dagli aspetti culturali sia dal modello di Murray Schafer (Schafer 1985). È stata valutata la presenza di segnali e impronte sonore, assimilando alle impronte anche isolati segmenti stazionari particolarmente caratteristici a livello acustico. È stata data particolare attenzione alle *texture* generate dall'interazione dei passi con il suolo, alle trasformazioni delle *texture* e alla qualità acustica legata alla vegetazione e alla conformazione dello spazio.

Il risultato del processo di selezione sono 18 estratti della durata di circa 3-60 secondi ciascuno.

La frequenza di campionamento dei dati è rispecchiata nel metro di 10/16 (in due movimenti) della partitura – fatto salvo il generale rallentamento in proporzione mediamente 2:3 con fluttuazioni del metronomo tra 72 e 88 movimenti al minuto.

Ciascun estratto dà luogo a un episodio musicale della durata di circa 4-92 secondi. Gli ultimi tre episodi della composizione sono frutto di un montaggio. La successione degli episodi è resa quasi senza soluzione di continuità, inserendo quali intermezzo singoli *soundscape* della durata di 1-18 secondi, contenutisticamente correlati agli estratti utilizzati per la redazione delle sezioni adiacenti (cfr. Tab. 1).

La successione degli episodi non rispecchia l'ordine di acquisizione dei *soundscape* né l'ordine di composizione.

4.2 *Composizione: osservazioni generali*

Il trasferimento in partitura della struttura percettiva degli estratti è stato eseguito con l'ausilio di un algoritmo sviluppato in *SuperCollider*.

Non è superfluo specificare che l'algoritmo non è stato concepito come un dispositivo di orchestrazione assistita all'elaboratore. In quest'ultimo campo di ricerca dell'informatica musicale il suono d'origine è considerato come il *target* di un processo di ricostruzione basato sulla comparazione di ampi *dataset* di campioni sonori, implementando modelli sia spettrali che psicoperceptivi, risultante in un mosaico di combinazioni strumentali che l'autore può adattare al proprio linguaggio (Nouno 2009; Carpentier 2012).

Il far dipendere il grado di raffinamento della restituzione strumentale dall'ampiezza e adeguatezza del *dataset* di campioni, prescindendo dalla problematica della rappresentazione simbolica musicale e dalla sua integrazione nel processo compositivo, costituiva rispetto agli obiettivi di *En Plein Ear* una impostazione non condivisibile.

La restituzione delle morfologie sonore nella partitura si accompagna, nell'esecuzione, al procedimento di *live electronics* per cui i frammenti di *soundscape* appartenenti al sostrato vengono ricombinati in tempo reale creando una *texture* sonora elettroacustica. La corrispondenza dell'algoritmo di recupero dell'informazione musicale nelle fasi di composizione ed esecuzione è funzionale all'esperienza dell'ascolto da parte degli interpreti strumentali, non costituendo in alcun modo la dimostrazione della validità di un metodo esplicativo delle morfologie sonore.

Le premesse metodologiche divergono dalla ricerca scientifica e il percorso soggettivo ed eterodosso è volto a salvaguardare l'integrità del processo artistico. Per l'autore,

l'aver sviluppato il processo di 'trascrizione' e gli algoritmi in un percorso originale, era legato a necessità di ordine compositivo e formale specifiche della propria poetica e al bisogno di lasciare più spazio possibile all'invenzione nell'orchestrazione sviluppando modi di scrittura peculiari. L'originalità dei mezzi computazionali viene considerata dall'autore un valore intrinseco del processo creativo.

Per tali motivi, ci si è confrontati non con le opere che utilizzano i procedimenti di orchestrazione assistita, quanto con lavori storici di trasposizione strumentale quali ad esempio *Les espaces acoustiques* di Gérard Grisey e *L'esprit des dunes* di Tristan Murail, sostituendo al modello spettrale acustico il modello percettivo (Grisey 1991; Fineberg 2000; Lalitte 2002; O' Callaghan 2015).

4.3 *Composizione: dal reticolo alla partitura*

Per conservare ed enfatizzare la morfologia del suono d'origine, ne sono state evidenziate le componenti percettive e sviluppate a partire da queste ultime le regole arbitrarie di composizione.

Il primo stadio è consistito nel ricavare, per ciascun sedicesimo corrispondente al campione di informazione, la distribuzione delle altezze su un reticolo di 18 pentagrammi raggruppati in quattro gruppi, rispettivamente da 5-4-5-4 pentagrammi, nei passaggi:

1. assegnazione dell'altezza corrispondente alla stima della fondamentale: se il livello di confidenza nella stima della fondamentale indica un valore di tonicità non nullo, allora l'altezza è assegnata al pentagramma n. 1 (se uguale o superiore a *sib3*) o al n. 5 (se inferiore);
2. per ogni campione corrispondente all'inizio di un segmento individuato dall'algoritmo di segmentazione, assegnazione dell'altezza corrispondente al centroide e alla stima della fondamentale: se il livello di dissonanza spettrale supera il valore medio, l'altezza del centroide è assegnata al pentagramma n. 6 e l'altezza della fondamentale al n. 15, altrimenti al n. 8 (centroide) e al n. 17 (fondamentale);
3. per ogni campione non corrispondente all'inizio di un segmento: se il livello di dissonanza spettrale supera il valore medio, l'altezza del centroide è assegnata al pentagramma n. 7 e l'altezza della fondamentale al n. 16, altrimenti al n. 9 (centroide) e al n. 18 (fondamentale);
4. determinazione del numero di ulteriori altezze da inserire nei pentagrammi nn. 1-5: da 0 a 5 in base a *loudness* e *flatness*²⁵;
5. determinazione del numero di altezze da inserire nei pentagrammi nn. 10-14: da 0 a 5 in base a *loudness* e al numero calcolato al punto precedente²⁶;

²⁵ 10 volte il livello di *loudness* moltiplicato per la differenza tra 1 e la *flatness*, arrotondato all'intero; se il livello di confidenza nella stima della fondamentale non è nullo, al valore è sottratto il 20% con troncamento.

²⁶ 10 volte il livello di *loudness* meno il numero calcolato al punto precedente.

6. assegnazione delle altezze nei pentagrammi nn. 1-5, fatte salve le altezze già assegnate: in un ambito tra la fondamentale e il prodotto dell'intervallo tra fondamentale e centroide moltiplicato per la *slope*²⁷, proiezione delle classi d'altezza più evidenti nel cromagramma (esclusa la fondamentale e il centroide), in una distribuzione più uniforme possibile rispetto all'altezza²⁸;
7. assegnazione delle altezze nei pentagrammi nn. 10-14: proiezione delle classi d'altezza in un ambito tra il centroide (altezza superiore) e il prodotto dell'intervallo tra il *mi1* e il centroide per lo *spread* (altezza inferiore), proseguendo il procedimento del punto precedente;
8. redistribuzione delle altezze nei pentagrammi nn. 1-5, nei limiti del possibile, in modo che le altezze inferiori al *sib3* non risultino nei pentagrammi n. 1 e 2;
9. redistribuzione delle altezze nei pentagrammi nn. 10-14, nei limiti del possibile, in modo che le altezze inferiori al *sol3* non risultino nei pentagrammi nn. 10-12; ulteriore redistribuzione dipendente dalla segmentazione automatica (cfr. punti n. 2 e 3);
10. inserimento dell'indicazione dinamica generale sulla base della *loudness*, in otto gradi da *ppp* a *fff*;
11. inserimento dell'indicazione del livello di confidenza nella stima della fondamentale, arrotondato alla prima cifra decimale;
12. per tutti i pentagrammi: apposizione ad ogni nota di un'indicazione dinamica particolare, dipendente dal livello del cromagramma;
13. per tutti i pentagrammi: apposizione dell'indicazione di *staccato* sulle note che coincidono con l'inizio di una segmentazione;
14. per i pentagrammi nn. 6-18: apposizione dell'indicazione *pizzicato* o *pizzicato Bartók* nel caso di maggiori incrementi di *loudness*²⁹;
15. per tutti i pentagrammi: se il livello di dissonanza spettrale supera il valore medio, la nota è stampata in colore celeste, giallo o rosso in funzione del livello di *loudness*.

Il reticolo così formato è funzionale alla stesura di abbozzi di partitura, assimilando i pentagrammi nn. 1-5 ai fiati e i seguenti agli archi: i pentagrammi nn. 6-9 ai quattro primi violini, nn. 10-14 ai tre secondi violini e alle due viole, nn. 15-18 ai due violoncelli e al contrabbasso. Si è ricercata la complementarità dei ruoli tra fiati e archi, assegnando ai primi le classi d'altezza più evidenti (cromagramma) in un numero proporzionale alla *loudness* e inversamente proporzionale alla *flatness*, in un ambito inversamente proporzionale al *roll off (slope)*, e ai secondi le classi d'altezza meno evidenti in un ambito proporzionale allo *spread*. La tonicità del suono, piuttosto rara nel tipo di *soundscape*, è stata sottolineata tramite il raddoppio della fondamentale ad oboe o fagotto (pentagrammi n. 1 e 5). Si è cercato di replicare la struttura prodotta dall'al-

²⁷ Un valore di *slope* elevato è indicativo, nello spettro, di una minore diminuzione di energia all'aumentare della frequenza.

²⁸ La distribuzione è ottenuta in modo empirico mediante trasposizioni d'ottava, permettendo eventuali superamenti dell'ambito, sopprimendo però le altezze che con la trasposizione d'ottava superano il centroide.

²⁹ Valori di incremento arrotondati all'intero in una scala da 0 a 2, con 2 pari all'incremento massimo.

goritmo di segmentazione nella distribuzione delle note tra i pentagrammi destinati agli strumenti ad arco.

Successivamente, sono state ricavate strutture di raggruppamento lineari all'interno dei singoli pentagrammi e, a partire da queste, un fraseggio musicale prevalentemente *legato* (combinato eventualmente a segni di articolazione) separato dalle note isolate (da interpretarsi come *staccato* anche in assenza di indicazioni). Le note sono state redistribuite tra i pentagrammi anche per generare valori ritmici maggiori e rendere il fraseggio più idiomatiko. Sono state stabilite regole per aggiungere eventuali *rubato* ai raggruppamenti del singolo strumento utili a sfumare la struttura ritmica in 10/16. La dinamica del singolo strumento è stata ricavata mediando tra l'indicazione particolare, l'indicazione dinamica globale, e le sue caratteristiche timbriche. Il colore assegnato alle note è servito a stabilire, in correlazione alle indicazioni precedenti e in associazione a ulteriori regole sensibili al contesto, la caratterizzazione di ciascun raggruppamento o nota isolata, rispettivamente:

- ai fiati: *frullato, slap* (fagotto), *bouché* (corno), *staccato* (da interpretarsi come *molto staccato*), *staccatissimo*;
- agli archi: *ponticello, legno, premuto, pizzicato, pizzicato Bartók* (già espressi nel reticolo); *pizzicato mano sinistra, armonico, martelé, collé, détaché, spiccato, sautillé, jeté, ricochet, louré* (interpretati sulla base del contesto);
- comune a fiati e archi: *ordinario, accentato, marcato, sforzato*.

Le legature di fraseggio degli archi costituiscono anche indicazione di arcata. Sono stati aggiunti arbitrariamente portamenti e glissandi. Crescendi e diminuendi sono stati determinati per il singolo strumento per vivacizzare il fraseggio, considerato l'andamento dinamico generale.

Sono stati introdotti accelerandi e rallentandi globali in ragione dei contenuti dei *soundscape*, utili a enfatizzarne gli ispessimenti e alcune fasi di transizione.

Le modalità di esecuzione sopra elencate sono state usate frequentemente in combinazione e gestite previa loro categorizzazione seguendo i criteri tipo-morfologici suggeriti da Schaeffer. Nell'articolazione formale del brano gli episodi presentano combinazioni di modalità prevalenti, utili a una loro più peculiare caratterizzazione.

L'esempio in Fig. 1a e 1b riporta il reticolo di 18 pentagrammi ottenuto a partire dal *soundscape* n. 3 – esplorazione di un pastino abbandonato ricoperto di foglie secche. L'ispessimento della *texture* alle misure 842-843 verso la metà della seconda pagina corrisponde alla chiusura di un cancello arrugginito³⁰. Il passaggio corrispondente nella partitura definitiva (episodio C) è riportato in appendice.

³⁰ Nella stampa in bianco e nero la colorazione delle note utile a stabilire le modalità di emissione si intuisce appena; l'elaborazione dei dettagli, appuntati a matita, è proceduta anche mediante il riscontro a video dell'immagine digitale.

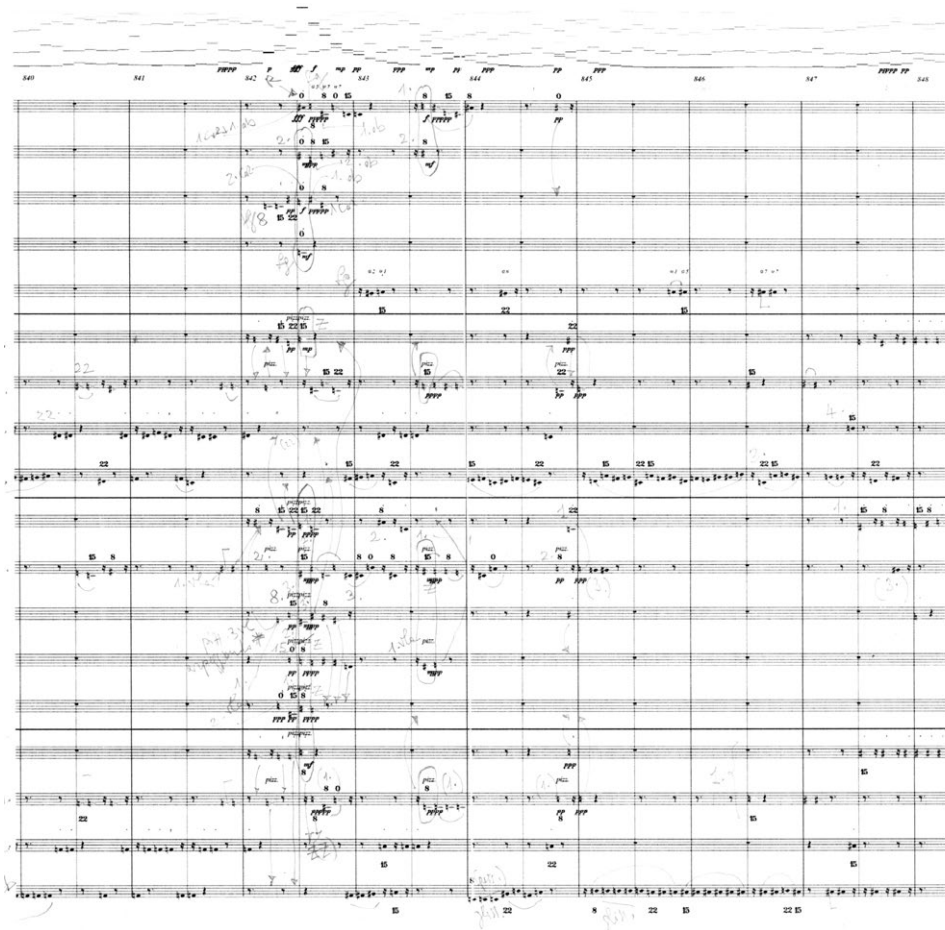


Figura 1b. Misure 840-847 dal reticolo del *soundscape* n. 3, con ispessimento della *texture* alle misure 842-843.

un microfono; la mandata al software consta, in ogni caso, di 17 canali discreti. Ogni strumento viene spazializzato mutando randomicamente la sua posizione all'interno di uno spazio quadrifonico che implementa il modello DBAP (Lossius 2009). Il cambio di posizione di ciascuno strumento ha lo scopo di delocalizzarlo e favorire una condotta d'ascolto acusmatica che ponga sullo stesso piano percettivo il suono dei componenti dell'orchestra e il *soundscape*. Per risolvere il problema dei rientri microfonici è prevista, durante le pause di ciascuno strumento, la disattivazione e riattivazione automatica della mandata.

5.2 Esecuzione: *live electronics*

Il suono dell'orchestra viene miscelato in un singolo canale a valle degli interruttori automatici di mandata. Non viene effettuata compressione né equalizzazione del

segnale. I flussi ricavati dall'algoritmo di recupero dell'informazione musicale vengono filtrati da un passa-basso con frequenza di taglio a 10 Hz; vengono applicati i medesimi ridimensionamenti della realizzazione della partitura.

L'algoritmo di comparazione computa la distanza euclidea³¹ con un *set* di dati riferiti a diversi istanti dei flussi di analisi dei *soundscape*, restituendo il miglior *match*. I riferimenti sono reimpostati più volte nel corso dell'esecuzione. La consistenza di ciascun *set* di dati è variabile da poche decine a migliaia di unità (cfr. Tab. 1).

In ogni episodio del brano i suoni della *texture* elettroacustica sono relazionati acusticamente e contenutisticamente in gran parte agli estratti dei *soundscape* utilizzati per redigere la partitura. Il criterio per la scelta dei riferimenti è il grado di eterogeneità od omogeneità ed opposizione o corrispondenza sonora, utile a determinare l'orientamento dell'episodio nella cornice formale del brano³².

L'algoritmo di comparazione restituisce 25 migliori *match* al secondo. L'individuazione del *match* determina la riproduzione del frammento di *soundscape*.

L'ampiezza del frammento riprodotto sugli altoparlanti è proporzionale alla distanza euclidea calcolata nella comparazione; la collocazione di ogni frammento nello spazio esecutivo è casuale e utilizza il medesimo algoritmo di spazializzazione del suono strumentale. La durata dei frammenti è impostata mediamente a 200 ms. L'inviluppo d'ampiezza applicato ai frammenti è una funzione parabolica in attacco e lineare in estinzione.

La successione dei frammenti è governata da un sistema che può escludere nel processo di comparazione i frammenti eseguiti precedentemente e un sistema che può escludere la riproduzione del frammento individuato se è già stato eseguito. Il doppio controllo serve a supervisionare in modo interdipendente la varietà dei frammenti riproducibili e la densità delle esecuzioni nel tempo: un frammento può essere individuato o meno come il miglior *match* secondo il criterio di novità, ed essere eseguito o meno secondo il medesimo criterio. Lo 'storico' dei frammenti effettivamente riprodotti viene svuotato unicamente dall'intervento dell'esecutore al *live electronics*.

Come i frammenti, anche i *soundscape* utilizzati come intermezzo sono monofonici; essi vengono spazializzati staticamente mediante il medesimo algoritmo e viene loro applicato un inviluppo di ampiezza lineare in attacco ed esponenziale in estinzione.

Le automazioni del *live electronics* sono invocate in raggruppamenti di istruzioni impartendo macro-istruzioni all'inizio di ogni misura tramite un interruttore di avanzamento. Alcune istruzioni sono impartite solo alle misure iniziali o finali degli episodi o in altri punti chiave (nn. 1-5); altre, solo all'interno degli episodi (nn. 6-7):

1. lettura degli insiemi di riferimenti;

³¹ L'applicazione sperimentale ai singoli descrittori di un coefficiente per enfatizzarne o limitarne l'apporto è servita a valutare la maggior efficacia dell'utilizzo uniforme complessivo.

³² Rispetto a Tab. 1, nella prima esecuzione sono stati omessi gli episodi E, F, G passando direttamente dalla conclusione dell'episodio D all'intermezzo prima di H; è stato omesso inoltre l'episodio L, passando dalla fine dell'episodio K all'intermezzo prima di M. A partire dalla fine dell'episodio L gli intermezzi consistono nell'esecuzione dei frammenti previsti nel *live electronics* dell'episodio successivo.

Tabella 1. Struttura del brano in episodi e intermezzi, con impiego dei *soundscape*.

Episodio/ intermezzo	<i>Soundscape</i> partitura	Misure/ secondi ¹	Impronta o segnale <i>soundscape</i> partitura	<i>Soundscape</i> elettronica (consistenza riferimenti) ²
A	tram	6-25	rallentamento motore alla fermata	tram (1475); tram (210)
-	tram	12 sgg.	<i>supra</i>	-
B	natura	784-799	chiusura cancello arrugginito (primo di due; passi su foglie secche)	malga (1266), miramare (284), natura (640), percedoli (891); malga (27), natura (320 in comune)
-	natura	786 sgg.	<i>supra</i>	-
C	natura	832-847	chiusura cancello arrugginito (secondo di due; passi su foglie secche)	canovella (413), natura (2782); malga (4221), natura (320 in comune)
-	malga	149 sgg.	rombo d'aeroplano	-
D	natura	1032-1055	passi su gradini di pietra	lago (836), malga (6516); lago (836 in comune), natura (867); natura (1003 gran parte in comune)
-	natura	1693 sgg.	campane del borgo di Contovello (<i>Kontovel</i> , passi sull'asfalto)	-
E	miramare-Oldl	0-31	freno passeggero (flutti del mare saturano l'acustica)	canovella (2653); canovella (5216 in comune); canovella (5216 in comune), filtri (1777); canovella (5216 in comune), filtri (1777 in comune), miramareOldl (117), miramareOld2 (923)
-	canovella	653 sgg.	lieve sciabordio e gorgoglio	-
F	natura	592-631	fontanella (prima di due; passi sull'asfalto)	natura (631); natura (631 in comune), uccelli (1751), villa (743); lago (284), natura (400 in parte in comune), uccelli (1021 gran parte in comune)
-	miramare	552 sgg.	arresto passeggero su ghiaia <i>parterre</i> soleggiato	-

Episodio/ intermezzo	<i>Soundscape</i> partitura	Misure/ secondi ¹	Impronta o segnale <i>soundscape</i> partitura	<i>Soundscape</i> elettronica (consistenza riferimenti) ²
G	miramare	536-575	<i>supra</i>	miramare (502); malga (5454), miramare (400 in comune)
-	villa	148 sgg.	avvio movimento cavo funicolare (cinguettio)	-
H	villa	144-199	<i>supra</i> , crescendo con chiusura cancello	villa (560); villa (1017 in comune); villa (2244 gran parte in comune); trenoviaSalita (1791), villa (2244 in comune); trenoviaSalita (1973 gran parte in comune)
-	villa	531 sgg.	arresto movimento cavo funicolare (cinguettio e bambini)	-
I	natura	1112-1151	fontanella (seconda di due; passi sulla ghiaia)	natura (538); casamatta (6010), natura (538 in comune)
-	miramare-Old2	251 sgg.	commento accompagnatore turistico (flutti del mare)	-
J	miramare-Old2	0-27	flutti del mare e fontanella presso il <i>parterre</i>	miramare (502), miramareOld2 (159); malga (5454), miramare (502 in comune), miramare-Old2 (159 in comune)
-	miramare-Old2	288 sgg.	flutti del mare	-
K	miramare	160-183	<i>supra</i>	miramare (240); miramare (560 in comune)
-	miramare	166 sgg.	passaggio da asfalto a ghiaia con rintocco del tacco su tombino (passi)	-
L	miramare	440-471	passaggio da asfalto a ghiaia ad asfalto (passi)	miramare (320)
-	-	-	-	canovella (2653), miramare (560)
M	natura	1219-1221	azionamento pompa arrugginita cisterna	<i>supra</i>
-	-	-	-	<i>supra</i>

Episodio/ intermezzo	<i>Soundscape</i> partitura	Misure/ secondi ¹	Impronta o segnale <i>soundscape</i> partitura	<i>Soundscape</i> elettronica (consistenza riferimenti) ²
N	natura	1174-1177	<i>supra</i>	<i>supra</i>
-	-	-	-	canovella (5629 in comune), miramare (560), natura (2782)
O	natura	1192-1195	<i>supra</i>	<i>supra</i>
-	-	-	-	canovella (5629 in comune), filtri (1777), natura (2782 in comune)
P	natura	1200-1203/ 1216-1218	<i>supra</i>	<i>supra</i>
-	-	-	-	canovella (5629 in comune), filtri (1777 in comune), miramareOld1 (117), miramareOld2 (923), natura (2782 in comune)
Q	natura	1221-1225/ 1229-1231/ 1225-1228	<i>supra</i>	<i>supra</i>
-	-	-	-	canovella (5216 in comune), filtri (1777 in comune), miramareOld1 (117 in comune), miramareOld2 (430 in comune), natura (2462 in comune)
R	natura	1236-1240/ 1208-1212/ 1247-1261	<i>supra</i>	<i>supra</i>

¹ Corrispondenza delle misure con il tempo in secondi del *soundscape*.

² Tra virgole gli insiemi simultanei di riferimenti; gli insiemi di riferimenti (dove non specificato «in comune») vengono aggiornati dopo ogni punto e virgola.

2. svuotamento dello storico dei frammenti riprodotti;
3. attivazione/disattivazione del processo di comparazione necessario alla riproduzione dei frammenti;
4. riproduzione dei *soundscape* quali intermezzo, con *fade in* e aggiornamento della posizione spaziale con riassegnazione delle mandate alla quadrifonia;
5. estinzione dei *soundscape* con *fade out*;
6. attivazione e disattivazione della mandata del suono dello strumento verso l'algoritmo di analisi (ed eventuale aggiornamento dei valori di guadagno) e di amplificazione;
7. aggiornamento delle mandate agli altoparlanti nell'amplificazione degli strumenti dell'orchestra in base alla posizione determinata tramite l'interruttore n. 11.

Per le istruzioni n. 2 e 3 vi è ridondanza, potendo essere azionate anche tramite interruttore dall'esecutore al *live electronics*. Ulteriori istruzioni azionabili esclusivamente tramite interruttore, necessarie a orientare i procedimenti automatici, permettere sospensioni e riprese durante le prove:

8. inserimento e disinserimento della condizione di novità nel processo di comparazione;
9. inserimento e disinserimento della condizione di novità nella riproduzione dei frammenti;
10. inserimento e disinserimento della riproduzione dei frammenti (sospensione della *texture* elettroacustica);
11. assegnazione di una nuova posizione ad ogni strumento dell'orchestra.

L'esecutore agisce continuamente sulle seguenti grandezze³³:

12. sparsità nella distribuzione degli strumenti nella spazializzazione quadrifonica;
13. guadagno generale nell'ambito da -60 dB a 0 dB per: livello dei frammenti; amplificazione strumentale; mandata del suono strumentale all'algoritmo di analisi; livello dei *soundscape* usati come intermezzo tra gli episodi (4 controlli);
14. guadagno supplementare nell'ambito da 0 dB a 18 dB (ulteriori 4 controlli);
15. durata di *fade in* e *fade out* applicato ai frammenti, nell'ambito da 0.05 a 0.95 secondi (la durata del *fade out* è ridotta automaticamente della metà);
16. durata della fase di sostegno dei frammenti, nell'ambito da 0 a 2 secondi.

Il complesso delle istruzioni permette all'esecutore di dirigere l'interazione tra strumenti ed elettronica e formulare un discorso elettroacustico coerente con la partitura strumentale, con margini interpretativi sufficientemente ampi e tali da rendere non inutile la redazione di una partitura esecutiva a scopo mnemonico.

³³ L'aggiornamento dei valori nell'algoritmo avviene comunque all'inizio di ogni misura.

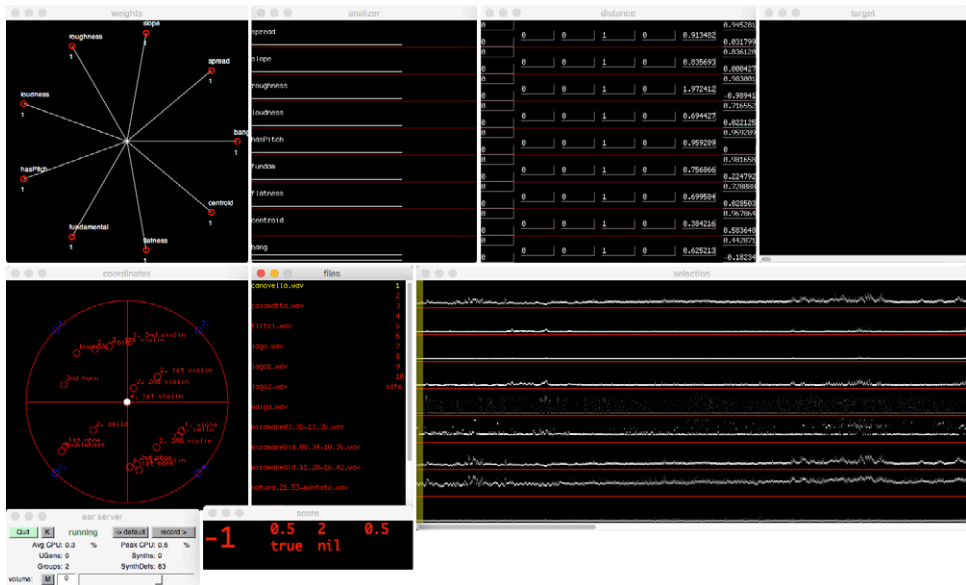


Figura 2. Interfaccia grafica della parte elettroacustica per l'esecuzione.

6. Software

L'interazione con il software di *live electronics* è stata gestita nella prima esecuzione per mezzo di un'interfaccia con potenziometri a slitta in combinazione a potenziometri rotativi. Un'interfaccia grafica (Fig. 2) replicava a video alcuni dei controlli, aggiungeva *feedback* di informazione circa i processi di analisi, comparazione e spazializzazione, e implementava un pannello per visualizzare e modificare la consistenza degli insiemi di riferimenti per la riproduzione dei frammenti di *soundscape*.

L'utilizzare il medesimo strumento informatico nel processo compositivo e durante l'esecuzione e l'accedere a un livello di programmazione che permettesse flessibilità nel perfezionare gli algoritmi durante il percorso creativo, progressivamente a partire dagli abbozzi fino all'esecuzione in concerto, sono le esigenze che hanno portato l'autore a optare per il software *SuperCollider*.

La rappresentazione grafica dei reticoli di 18 pentagrammi a partire dai quali è stata ricavata la partitura è avvenuta utilizzando le classi della distribuzione standard del software. Il processo di redazione della partitura è proseguito mediante software di editoria informatizzata.

7. Risultati

La riflessione intorno a temi afferenti principalmente il *soundscape* e la ricerca nel campo dell'informatica musicale ha portato a sviluppare un percorso idiosincratco volto a riformulare le categorie su cui basare il metodo di composizione musicale.

Processi automatici di analisi e restituzione simbolica e sonora gestiti dall'elaboratore sono serviti a neutralizzare l'attitudine ad aderire a modelli formali predeterminati, spostando l'attenzione sui dettagli timbrici, stilistici e interpretativi.

Algoritmi di recupero dell'informazione musicale sono stati attuati su suoni naturali e suoni strumentali complessi senza entrare nel merito della loro idoneità scientifica: il disimpegno va inquadrato in una più ampia ottica dove la riflessione sulle tematiche del paesaggio sonoro e della cultura del suono si fa artefatto musicale e non testo argomentativo, mantenendo il legame con le istanze culturali e autobiografiche che alimentano l'approccio artistico.

Il formulare la *texture* elettroacustica per mezzo del suono strumentale ha prodotto risultati apprezzabili, evidenziando diffusamente l'adeguatezza degli abbinamenti di classi di suoni differenti tra loro.

L'identità di origine tra i frammenti sonori dell'ambiente naturale riprodotti elettroacusticamente e i suoni alla base della scrittura della partitura ha costituito la condizione di informazione utile a far comprendere agli esecutori che la qualità del suono del proprio strumento dirige la sonorità elettroacustica complessiva e, quindi, a orientare su base percettiva l'interpretazione della scrittura.

Riferimenti bibliografici

- Carpentier G., Daubresse É., Garcia Vitoria M., Sakai K. e Villanueva F. (2012) 'Automatic Orchestration in Practice', «Computer Music Journal», 36(3): 24-42.
- Collins N. (2011) 'SCMIR: A SuperCollider Music Information Retrieval Library', in *Proceedings of the 2011 International Computer Music Conference*, Huddersfield: 499-502.
- Fineberg J. (2000) 'Musical Examples', «Contemporary Music Review», 19(2): 115-134.
- Flego S., Rupel L. e Župančič M. (2001) 'Contributo alla conoscenza dei siti archeologici sul declivio tra Sistiana e Grignano', «Annali di studi istriani e mediterranei», 11(1): 157-180.
- Grisey G. (1991) 'Structuration des timbres dans la musique instrumentale', in Barrière J.-B. (a cura di), *Le timbre: Métaphore pour la composition*, IRCAM/Christian Bourgois, Paris: 352-385.
- Lalitte Ph. (2002) 'Le spectre d'une voix. Une analysis de "L'esprit des dunes"', in Szendy P. (a cura di), *Tristan Murail*, L'Harmattan/IRCAM, Paris: 59-102.
- Lossius T., Baltazar P. e de la Hogue Th. (2009) 'DBAP: Distance-Based Amplitude Panning', in *Proceedings of the 2009 International Computer Music Conference*, Montréal: 489-492.
- McLeod Ph. e Wyvill G. (2005) 'A Smarter Way to Find Pitch', in *Proceedings of the 2005 International Computer Music Conference*, Barcelona: 138-141.
- Moore B. C. J. (2014) 'Development and Current Status of the 'Cambridge' Loudness Models', «Trends Hear», 18.
- Nouno G., Cont A., Carpentier G. e Harvey J. (2009) 'Making an Orchestra Speak', in Gouyon F., Barbosa Á. e Serra J. (a cura di), *Proceedings of the 6th Sound and Music Computing Conference*, Porto: 277-282.
- O' Callaghan J. (2015) 'Mimetic Instrumental Resynthesis', «Organised Sound», 20(2): 231-240.

- Radicchi A. (2017) 'A Pocket Guide to Soundwalking: Some Introductory Notes on its Origin, Established Methods and Four Experimental Variations', in Besecke A., Meier J., Pätzold R. e Thomaier S. (a cura di), *Stadtökonomie: Blickwinkel und Perspektiven. Ein Gemischtwarenlade*, Technische Universität, Berlin: 70-73.
- Schaeffer P. (1966) *Traité des objets musicaux*, Seuil, Paris.
- Schaeffer S. e Reibel G. (1967) *Solfège de l'objet sonore*, INA-GRM, Paris.
- Schafer M. (1985) *Il paesaggio sonoro*, Ricordi, Milano.
- Sethares W. A. (1998) 'Consonance-Based Spectral Mappings', «Computer Music Journal», 22(1): 56-72.
- Stowell D. e Plumbley M. D. (2007) 'Adaptive whitening for improved real-time audio onset detection', in *Proceedings of the 2007 International Computer Music Conference*, Copenhagen.

Appendice. Partitura episodio C, misure 39-54

C M.M. = 80

40

41

42

CLUSTER "C" →
→ 13'17" pastino →

43

44

45

46

Musical score for measures 43-46, featuring parts for Oboe (Ob.), Horn (Hn.), 1st Violin (1st Vn.), 2nd Violin (2nd Vn.), Viola (Va.), and Violoncello (Vc.). The score includes various performance instructions such as *slap*, *pp*, *ppp*, *(ponte)*, *(legno)*, *LEGNO*, and *gliss.*.

Ob.
 Measures 43-46: Rest.

Hn.
 Measures 43-46: Rest.

1st Vn.
 Measure 43: *(legno)* *ppp*
 Measure 44: *(ponte)* *pp*, *ppp*
 Measure 45: *ppp*
 Measure 46: *pp*, *ppp*

2nd Vn.
 Measure 43: *(ponte)* *pp*
 Measure 44: *(ponte)* *ppp*
 Measure 45: *pp*
 Measure 46: Rest

Va.
 Measure 43: Rest
 Measure 44: *(legno)* *ppp*
 Measure 45: Rest
 Measure 46: *LEGNO* *pp*

Vc.
 Measure 43: *(ponte)* *pp*
 Measure 44: *(ponte)* *ppp*
 Measure 45: *LEGNO* *ppp*
 Measure 46: *pp*, *ppp*

Double Bass
 Measure 43: *(legno)* *ppp*
 Measure 44: Rest
 Measure 45: Rest
 Measure 46: *gliss.* *pp*, *ppp*

