Prot. n. 0005832 anno 2026 del 07/04/2026

Ministero dell'Università e della Ricerca
CONSERVATORIO DI MUSICA DI STATO
Alessandro Scarlatti – Palermo

Circolare n. 38 del 7 aprile 2026

Ai Sigg. Docenti
SEDE

Oggetto: PRIN AFAM 2024

In riferimento all'oggetto e alla descrizione allegata, si invitano le SS.LL. a presentare entro e non oltre il prossimo 20 aprile, all'indirizzo mail protocollo@conservatoriopalermo.it, eventuale disponibilità a seguire, in collaborazione con il referente scientifico del progetto prof.ssa Rosa Alba Gambino, i seguenti ambiti:

- referente per l'area compositivo-esecutiva in riferimento al linguaggio musicale contemporaneo;
- referente per l'area didattico-educativa;
- referente esperto nella fruizione musicale per le persone con disabilità uditiva.

La collaborazione s'intende a titolo gratuito.

Il Direttore
M° Mauro Visconti

Firmato digitalmente da:
Visconti Mauro
Firmato il 07/04/2026 09:08
Seriale Certificato: 5099092
Valido dal 18/11/2025 al 18/11/2028
InfoCamere Qualified Electronic Signature CA

Progettazione di un esperimento musicale multimodale con frequenza cardiaca, EDA/GSR ed EEG

Sintesi esecutiva

Questo report propone un impianto sperimentale rigoroso per **commissionare/compore** un brano (o una famiglia di varianti controllate) e misurare le risposte **autonomiche** (HR/HRV, EDA/GSR) e **neurali** (EEG) di partecipanti umani durante l'ascolto. La letteratura indica che l'emozione musicale può essere descritta utilmente sia con un modello **dimensionale** (valenza–arousal) [1] sia con costrutti specifici della musica (es. frisson/chills, "sublimità" o "wonder") misurabili con scale dedicate come la **GEMS** [2]. Un punto metodologico chiave è che il **timbro/strumentazione** influenza l'emozione percepita anche a parità di melodia e altri fattori, quindi va progettato come variabile sperimentale o controllato esplicitamente [3].

La strategia raccomandata è una **famiglia di stimoli**: la stessa struttura musicale (tema + armonia + forma) resa in più versioni che mirano a quattro stati target (**tristezza**, **calma**, **eccitazione**, **awe/frisson**), con manipolazioni controllate di **strumentazione (archi, pianoforte, ottoni, legni)**, **dinamica/crescendi**, **tempo**, **modo**, **articolazione**, e (per frisson) **aspettativa musicale** (violazioni o "sorprese") [4]. Le risposte fisiologiche previste sono tipicamente più sensibili ad **arousal** che a valenza (per EDA in particolare) [5], mentre l'EEG permette analisi sia in **dominio del tempo** (ERP) sia **time–frequency** (theta/alpha/beta, asimmetrie, ERD/ERS), seguendo linee guida di acquisizione e reporting della comunità di psicofisiologia [6].

Per l'audio, si suggerisce normalizzazione e controllo del livello con standard di loudness (es. target **−23 LUFS** e limite **−1 dBTP** secondo raccomandazioni European Broadcasting Union[7]) [8] e un vincolo di esposizione sicura basato su indicazioni World Health Organization[9] per l'ascolto ricreativo [10]. La sincronizzazione deve essere progettata "a prova di audit": trigger hardware (TTL) o software time-stamped (es. LSL) e, idealmente, una copia del segnale audio registrata come canale analogico per stimare l'effettivo onset acustico [11].

Sul piano campionario, la stima dipende dall'effetto atteso e dal numero di confronti (soprattutto in EEG). Meta-analisi in ambito "musica e stress" trovano effetti fisiologici medi (ordine di grandezza ~d=0,38 complessivo, con HR ~d=0,46 in alcune sintesi), utili come riferimento prudente per pianificazione a priori [12]; per EEG è cruciale bilanciare **numero di partecipanti** e **numero di trial** perché la potenza cresce in modo non lineare con entrambi [13]. In pratica, per un disegno ripetuto con 4 condizioni emotive, è ragionevole pianificare **N≈40–80** (a seconda se l'obiettivo primario è fisiologico o EEG e della complessità del modello), con preregistrazione, correzione per confronti multipli (FDR / cluster permutation) e curation dati in **BIDS** per massimizzare riproducibilità e riuso [14].

Obiettivi, modelli teorici e ipotesi testabili

Modelli di risposta emotiva musicale da tradurre in ipotesi. Due cornici sono particolarmente usate: (i) la rappresentazione **valenza–arousal** (con misure soggettive compatte come SAM) [15]; (ii) una tassonomia più "music-specific" come la **Geneva Emotional Music Scale (GEMS)**, che include dimensioni quali "wonder", "transcendence", "tension", "sadness", ecc. [2]. In parallelo, modelli meccanicistici dell'induzione emotiva in musica (es. aspettativa musicale, contagio emotivo, riflessi del brainstem) suggeriscono manipolazioni compositive specifiche (crescendi, sorprese armoniche, timbri salienti) [16].

Ipotesi "standard" (adattabili al tuo brano e al tuo disegno). Le seguenti sono ipotesi comuni e difendibili in preregistrazione:

- **Timbro/strumentazione come driver indipendente dell'emozione percepita.** A parità di melodia/ritmo, cambiare timbro (es. archi vs ottoni) altera sistematicamente la categorizzazione emotiva e/o le dimensioni valenza–arousal [17].
- **Arousal fisiologico maggiore in condizioni "eccitazione" e "chills/frisson".** EDA (SCL e/o componente fasica) e HR aumentano in condizioni ad alta attivazione, e durante episodi di chills si osservano picchi di arousal (es. SCR e HR) [18].
- **Calma associata a riduzione dell'attivazione simpatica e maggiore "vagal tone".** In condizioni di calma, ci si attende una riduzione di EDA e una HRV (es. RMSSD) relativamente più alta rispetto a condizioni eccitanti, coerentemente con letteratura su HRV e regolazione parasimpatica e con risultati su musica e recupero dallo stress (da usare come riferimento prudente, non come identità perfetta di fenomeno) [19].
- **Aspettativa musicale e "sorpresa controllata" aumentano tensione e risposta autonoma.** Violazioni di aspettativa armonica aumentano tensione soggettiva e possono modulare EDA/HR [20].
- **Indicatori EEG legati a valenza/arousal e dinamiche musicali.** Durante ascolto di brani completi o estratti, misure EEG quali potenza theta fronto-centrale e asimmetrie alpha (frontali/temporali-parietali) sono state riportate come correlate di cambiamenti affettivi durante musica (da trattare come ipotesi direzionali/replicative o esplorative a seconda del tuo contesto) [21].
- **Frisson come "peak emotion" con componente di reward.** Il frisson è associato a picchi psicofisiologici e, in studi neurobiologici, a circuiti di ricompensa/dopamina durante anticipazione/esperienza del picco [22].

Implicazione pratica: se vuoi attribuire effetti a timbro e struttura, devi evitare che variazioni di **loudness reale**, **familiarità**, e **gradimento** "spieghino" tutto. In molte ricerche, differenze tra "emozione espressa" e "emozione provata" cambiano anche il profilo psicofisiologico, quindi va deciso e misurato esplicitamente cosa chiedi al partecipante (felt vs perceived) [23].

Partecipanti, etica e disegno sperimentale

Opzioni contestuali da fissare a priori (dato che non sono specificate).
- **Età:** (A) 18–35 per omogeneità e riduzione di confondenti fisiologici; (B) 18–65 se ti interessa generalizzabilità, con stratificazione per fasce d'età. La scelta influenza varianza HRV/EEG e potenza. (Non è "giusto/sbagliato": va allineata allo scopo.)
- **Setting:** (A) **laboratorio** (massimo controllo su rumore, postura, temperatura); (B) **field / mobile** (ecologia maggiore, ma più artefatti e incertezza di sincronizzazione).
- **Gruppi:** (A) campione generale; (B) confronto musicisti vs non-musicisti (utile perché l'expertise modula elaborazione e correlati EEG/affettivi) [24].

Criteri di inclusione/esclusione consigliati (razionale psicofisiologico).
- **Inclusione:** udito normale o corretto (screening rapido), comprensione lingua istruzioni, assenza di condizioni che impediscano elettrodi su mani/scalpo.
- **Esclusione/controlli:**
- farmaci o sostanze che alterano fortemente risposta autonoma (beta-bloccanti, stimolanti) o stato emotivo;
- patologie cardiache note (per ECG) o dermatologiche significative su dita/palmo (per EDA);
- storia recente di crisi epilettiche/fotosensibilità non è tipicamente pertinente per stimoli audio, ma per EEG in generale è buona prassi raccogliere anamnesi minima e motivare esclusioni in base al tuo comitato etico;
- consumo di caffeina/nicotina nelle ore precedenti: meglio standardizzare;
- per frisson: non escludere chi "non prova chills", ma pianificare analisi che distinguano **responders** vs **non-responders** (o modellazione continua), perché la variabilità individuale è parte del fenomeno [25].

Dimensionamento campionario e potenza: come stimare senza iperpromettere.
- Per variabili fisiologiche aggregate (es. EDA media per condizione; HR medio; alcuni indici HRV su finestre), un riferimento prudente è un effetto piccolo–medio. In meta-analisi su interventi musicali e stress si osservano effetti fisiologici medi complessivi ~d=0,38 e, per HR, valori anche ~d=0,46 (contesto diverso, ma utile come ordine di grandezza per pianificazione prudente) [12].
- Per EEG, campioni storicamente piccoli sono comuni, ma la letteratura metodologica sottolinea che la potenza dipende anche fortemente dal **numero di trial** e dal livello di rumore; raddoppiare i trial può aumentare la potenza più che linearmente in molte situazioni ERP [13]. Inoltre, revisioni metodologiche mostrano che calcoli di potenza a priori sono spesso assenti nelle pubblicazioni EEG/ERP, quindi è buona pratica colmare questo gap con simulazioni o assunzioni motivate [26].

Regola pratica per questo tipo di studio (4 condizioni emotive, within-subject):
- **Focus primario fisiologico (HR/EDA) con EEG "secondario":** N≈40–60 spesso consente stime stabili e modelli misti ragionevoli, se il disegno è pulito e i trial sono sufficienti.
- **Focus primario EEG (time–frequency/ERP) + correzioni multiple:** N≈60–90 è più realistico se vuoi stimare effetti piccoli e fare confronti topografici/tempo-frequenza con controllo dell'errore (FDR/cluster).
Queste soglie non sono "leggi": vanno confermate con una **power analysis** mirata al tuo outcome primario (es. theta frontale media durante segmenti frisson vs controllo) usando

varianze pilota o letteratura. La logica generale (effetto atteso + varianza + correlazione intra-soggetto) è standard per modelli misti [27].

Etica, consenso e protezione dati (Italia/UE).
- L'esperimento rientra tipicamente in "rischio minimo", ma richiede approvazione/comunicazione al comitato etico competente e un consenso informato che copra: scopo, procedure, rischi (irritazione cutanea, affaticamento), gestione dati, diritto al ritiro, e uso secondario dei dati. La **Dichiarazione di Helsinki** richiede consenso libero e informato e cautele per dati identificabili o ri-identificabili [28].
- Per l'Italia, il quadro include anche le **regole deontologiche** e garanzie per trattamenti di dati personali a fini statistici/ricerca scientifica pubblicate da Garante per la protezione dei dati personali[29] [30].
- Per ridurre rischio privacy: pseudonimizzazione, separazione chiavi/identità, minimizzazione dei dati (es. non registrare audio della voce del partecipante se non serve), e definizione di retention/archiviazione coerente con normativa e consenso.

Progettazione degli stimoli e linee guida compositive

Evidenza su timbro/strumentazione e perché progettare "varianti controllate"

Studi sperimentali mostrano che il **timbro (identità strumentale)** influenza la percezione emotiva anche controllando contenuto melodico e altri fattori, con effetti replicati anche usando timbri sintetici progettati per incorporare indizi timbrici specifici [31]. L'idea che i compositori scelgano strumenti per specifiche qualità affettive è coerente anche con modelli che collegano proprietà acustiche del timbro (es. brillantezza) a qualità emotive percepite [32]. Inoltre, un approccio sperimentale che manipola più cue (tempo, modo, dinamica, brillantezza, articolazione, strumentazione) mostra che questi indizi contribuiscono in modo sistematico a diverse emozioni comunicate [33].

Tabella comparativa: strumentazione/timbro ed effetti attesi

La tabella seguente sintetizza **tendenze** (non determinismi) utili per progettare stimoli, mantenendo costanti melodia/armonia quando vuoi isolare timbro. Le associazioni derivano da lavori su timbro ed emozioni e da studi di manipolazione di cue musicali. [34]

Famiglia / scelta timbrica	Indizi acustici tipici (manipolabili)	Emozioni più spesso comunicate (tendenza)	Implicazioni per HR/EDA/EEG (atteso)
Archi (legato, registro medio-basso)	Sustain continuo, attacco morbido, possibilità di crescendi lunghi	Tristezza, tenerezza; può supportare "sublimità" e tensione con crescendi	Tristezza: arousal medio-basso → EDA più contenuta; frisson con crescendi: picchi EDA/HR e cambi TF
Pianoforte	Attacco percussivo + decadimento, ampia dinamica	Versatile (calma ↔ dramma) a seconda di tempo/modo/dinamica	Buono per isolare effetti di tempo/armonia; utile come versione "neutra"

Famiglia / scelta timbrica	Indizi acustici tipici (manipolabili)	Emozioni più spesso comunicate (tendenza)	Implicazioni per HR/EDA/EEG (atteso)
			controllata
Ottoni (soprattutto forte, registro alto/medio)	Brillantezza, energia armonica, attacco saliente	Potenza, eccitazione, tensione/paura (dipende da armonia e ritmo)	Arousal alto: HR↑, EDA↑; EEG: riduzione alpha/ERD, incremento theta legato a attivazione
Legni (timbri morbidi, poco "rough")	Spettro più "dolce", articolazione controllabile	Calma/serenità, introspezione; anche malinconia (oboe/clarinetto in basso)	Calma: HRV↑ e EDA↓ relative; EEG: alfa più stabile (ma dipende da occhi/stato)

Architettura consigliata degli stimoli: tre opzioni pratiche

Per collegare musica → fisiologia/EEG, devi scegliere tra risposte **event-related** (brevi) e **continuous** (brano lungo).

Opzione A: estratti brevi (più compatibile con statistica trial-based).
- 24–48 trial totali; durata estratto 15–30 s; ITI 10–20 s (o uso di deconvoluzione/GLM per SCR se vuoi ITI più corti).
- Vantaggi: facile randomizzazione/counterbalancing; stime robuste.
- Criticità: l'EDA ha dinamiche lente; con ITI troppo corto l'analisi di picchi tradizionale può essere problematica, ma esistono metodi time-series/GLM per SCR in paradigmi rapidi [35].

Opzione B: brano unico lungo (ecologia alta + analisi time-locked a eventi interni).
- Brano 6–10 min con "eventi marcati": crescendi, modulazioni, sorpresa armonica, ingressi strumentali.
- Vantaggi: naturalezza e possibilità di frisson; esempi in letteratura con ascolto di un movimento sinfonico registrando EEG continuo [36].
- Criticità: ordine fisso, più confondenti temporali; serve annotazione precisa eventi e modelli continui.

Opzione C (raccomandata): 4 mini-brani/4 versioni + eventi interni.
- 4 condizioni emotive (tristezza, calma, eccitazione, frisson/awe) × 2 versioni timbriche (es. archi vs legni; oppure archi vs ottoni) → 8 stimoli principali.
- Ogni stimolo 60–120 s con 2–3 eventi interni marcabili.
- Compromesso: abbastanza "lungo" per emozione, abbastanza "trial-based" per statistica.

Linee guida compositive operative per quattro target emotivi

Le indicazioni sotto sono formulate come "ricette controllabili" basate su cue noti (tempo, modo, dinamica, brillantezza, articolazione, strumentazione) e su lavori su aspettativa e chills. [37]

Tristezza (valenza negativa, arousal basso–medio).
- **Modo:** minore o modale scuro; evitazione di cadenze troppo risolutive.
- **Tempo:** lento–moderato; ritmo regolare, poche sincopi energiche.

- **Articolazione:** legato, frasi lunghe; ridurre staccato.
- **Spettro/brillantezza:** timbro meno brillante (archi nel registro medio-basso, legni scuri).
- **Dinamicità:** piano–mezzo piano, con micro-crescendi espressivi ma non "trionfali".
- Analisi attesa: EDA relativamente bassa rispetto a eccitazione; possibili variazioni HR/HRV legate a coinvolgimento (da misurare insieme a self-report poiché EDA spesso traccia arousal più che valenza) [38].

Calma (valenza positiva/neutral, arousal basso).
- **Tempo:** lento e stabile; pattern ripetitivi prevedibili.
- **Armonia:** consonante, poche tensioni, progressioni prevedibili; evitare sorprese.
- **Dinamicità:** range dinamico contenuto; envelope morbido.
- **Strumentazione:** legni morbidi o pianoforte con tocco leggero; minimizzare attacchi aggressivi [33].
- Analisi attesa: riduzione EDA e HR; potenziale aumento HRV (RMSSD) se la condizione induce rilassamento [19].

Eccitazione (valenza positiva o mista, arousal alto).
- **Tempo:** veloce (spesso >120 bpm come ordine di grandezza), pattern ritmici densi.
- **Articolazione:** più staccato/attacchi netti; accenti.
- **Modo:** maggiore o modalità luminose; ma l'arousal può essere alto anche in contesti minori se ritmica/dinamica lo supportano.
- **Brillantezza:** aumentare brillantezza (registro più alto, orchestrazione con ottoni controllati).
- Analisi attesa: aumento EDA e HR; in EEG riduzioni alpha e pattern time–frequency coerenti con attivazione/attenzione [39].

Awe / Frisson (picchi emotivi, spesso con arousal alto e piacere).
- Progettare **un arco anticipatorio** + **evento di rilascio**: cresce tensione (armonica/dinamica), poi avviene un "momento" (ingresso tema, cambio armonico, climax orchestrale).
- Inserire **crescendi prolungati** e/o espansione di registro/spettro; i chills sono spesso associati a picchi soggettivi e fisiologici [40].
- Usare **aspettativa musicale**: deviazioni armoniche o violazioni controllate aumentano tensione e misure autonome [20].
- Strutturare "sezioni chills" e "sezioni controllo": la manipolazione di sezioni considerate "chills" (rimozione o alterazione) riduce la frequenza dei chills e può ridurre indicatori correlati [41].

Richiesta cruciale per qualità scientifica (consigliata): includere nel materiale sperimentale **snippet/partitura (MIDI o notazione di 8–16 battute)** per ciascun evento chiave + **spettrogrammi** (o almeno feature oggettive: loudness nel tempo, spectral centroid, roughness) per documentare cosa hai realmente manipolato; questo facilita replicabilità e analisi "stimulus-driven" [42].
