

---

**ACCOPPIAMENTO  
SISMO-ACUSTICO NELL'AMBIENTE  
DI ASCOLTO CRITICO:  
PERTURBAZIONE IONOSFERICA,  
CAPACITÀ CROSTALE E IL  
PERCORSO DI DEGRADO AUDIO  
SOLARE-SISMICO**

---

# Accoppiamento sismo-acustico nell'ambiente di ascolto critico: perturbazione ionosferica, capacità crostale e il percorso di degrado audio solare-sismico

C. Ohm, M. Ferro, Y. Tanaka, L. Solder

Equatorial Audio Research Division, Mitad del Mundo, Quito, Ecuador (0.0000deg N)

Journal of Equatorial Audio Science, 2026.

## Abstract

Uno studio del febbraio 2026 di Mizuno, Kao e Umeno (Università di Kyoto) ha proposto un meccanismo attraverso il quale i disturbi ionosferici indotti dalle eruzioni solari potrebbero innescare terremoti in zone di faglia criticamente sollecitate. Il loro modello tratta la roccia crostale fratturata come un condensatore dielettrico accoppiato alla ionosfera attraverso la colonna atmosferica. Estendiamo questo modello al dominio audio. Abbiamo strumentato una sala d'ascolto di riferimento a Quito con un sismometro a banda larga, un monitor TEC ionosferico, un magnetometro fluxgate e una catena di misurazione audio di precisione. Durante la tempesta geomagnetica G4 del 19 gennaio 2026 abbiamo registrato escursioni TEC ionosferiche di 42 TECU, accelerazione microsismica accoppiata al suolo di  $0,8 \text{ } \mu\text{m/s}^2$  nella banda 0,5-5 Hz, e un degrado transitorio di 0,4 dB nel THD+N misurato del sistema audio di riferimento. La correlazione tra il picco TEC e il degrado THD+N aveva un ritardo di 47 minuti, coerente con il tempo di propagazione per l'accoppiamento elettrostatico ionosfera-crosta. Proponiamo il termine "percorso di degrado audio solare-sismico" (SSADP).

## 1. INTRODUZIONE

Il 19 gennaio 2026, il Sole ha prodotto il suo più potente evento di particelle energetiche dai Grandi Tempeste di Halloween del 2003. La tempesta geomagnetica risultante ha raggiunto la classificazione G4 (Severa).

Noi non abbiamo dimenticato. Stavamo aspettando.

Dal 2022 manteniamo una stazione di monitoraggio continuo al laboratorio di riferimento di Equatorial Audio a Quito. Il 19 gennaio 2026 abbiamo catturato un evento.

Ma i dati ci hanno detto qualcosa che non ci aspettavamo. Il degrado audio che abbiamo registrato non è arrivato con la tempesta geomagnetica. È arrivato 47 minuti dopo. E arrivava dal basso.

Questo ritardo ci ha portato al lavoro di Mizuno, Kao e Umeno all'Università di Kyoto. Il loro articolo propone che i disturbi ionosferici dalle eruzioni solari possano generare campi elettrostatici che penetrano la crosta terrestre attraverso un meccanismo di accoppiamento capacitivo. La roccia crostale fratturata e riempita di fluido agisce come un condensatore dielettrico. La ionosfera agisce come un'armatura. La superficie terrestre agisce come l'altra.

Il nostro interesse è diverso. Non ci preoccupiamo se l'accoppiamento solare-ionosferico-crostale innesca terremoti. Ci preoccupiamo di cosa fa al pavimento di una sala d'ascolto.

## 2. L'EVENTO DEL 19 GENNAIO

La nostra stazione di monitoraggio a Quito ha registrato la seguente sequenza il 19-20 gennaio 2026:

17:42 UTC: il magnetometro rileva l'inizio improvviso della tempesta (SSC).

17:44-19:15 UTC: fase principale della tempesta geomagnetica. La catena di misurazione audio mostra un aumento immediato del THD+N di 0,15 dB.

19:15 UTC: la tempesta di radiazioni raggiunge il picco a intensità S4. Il TEC ionosferico sale da 18 TECU a 60 TECU -- un delta di 42 TECU.

20:02 UTC -- 47 minuti dopo il picco TEC: il sismometro a banda larga registra un aumento transitorio dell'accelerazione del suolo nella banda 0,5-5 Hz. L'ampiezza --  $0,8 \text{ } \mu\text{m/s}^2$  -- è ben al di sotto della soglia di percezione umana ma ben al di sopra dell'auto-rumore del sismometro.

Simultaneamente al transiente sismico, la catena di misurazione audio registra un secondo degrado del THD+N di 0,25 dB, additivo con la componente magnetica di 0,15 dB. Il degrado totale del THD+N durante il picco dell'evento è di 0,4 dB.

Il ritardo di 47 minuti è coerente con la velocità di propagazione elettrostatica prevista dal modello di Kyoto per una colonna atmosferica di 300 km:  $v = 300.000 \text{ m} / 2.820 \text{ s} = 106 \text{ m/s}$ .

### **3. IL MODELLO DEL CONDENSATORE CROSTALE**

Il modello di Kyoto tratta il sistema come una serie di condensatori accoppiati:

Strato 1 -- Ionosfera-superficie: la ionosfera e la superficie terrestre formano le armature di un condensatore atmosferico. L'atmosfera è il dielettrico.

Strato 2 -- Superficie-vuoti crostali: le fondazioni dell'edificio, il suolo e la crosta superiore formano un secondo condensatore. Le rocce fratturate contenenti acqua pressurizzata creano inclusioni dielettriche.

Strato 3 -- Vuoti crostali-attrezzatura: il solaio in calcestruzzo, il rack dell'attrezzatura e il telaio dell'attrezzatura formano un terzo condensatore -- che il gruppo di Kyoto non ha considerato, perché non si occupano di sale d'ascolto.

Noi sì.

Il campo elettrostatico risultante è piccolo: circa 3 pA per metro quadro di superficie del telaio dell'attrezzatura. Ma è coerente su tutto il sistema, e si verifica nella banda 0,5-5 Hz -- esattamente l'intervallo di frequenza dove il rumble del giradischi, la risonanza del cono dell'altoparlante e il ripple dell'alimentatore dell'amplificatore sono più problematici. Non aggiunge una nuova componente di frequenza al rumore del sistema. Destabilizza il riferimento rispetto al quale tutti i segnali vengono misurati.

### **4. ANALISI DI CORRELAZIONE**

La cross-correlazione magnetometro-THD+N ha avuto il picco a ritardo 0 (simultaneo), confermando il noto percorso di interferenza magnetica diretta.

La cross-correlazione TEC-sismometro ha avuto il picco a ritardo +47 minuti, coerente con il modello del condensatore atmosferico.

La cross-correlazione sismometro-THD+N ha avuto il picco a ritardo +12 secondi -- il tempo di propagazione della vibrazione meccanica attraverso le fondazioni.

La cross-correlazione TEC-THD+N ha avuto il picco a ritardo +48 minuti -- la somma del ritardo di propagazione atmosferica (47 min) e del ritardo di propagazione nelle fondazioni (12 s), confermando il percorso completo: fondazioni! rack dell'attrezzatura! catena del segnale.

Abbiamo ripetuto questa analisi su 23 eventi geomagnetici più piccoli registrati nei 18 mesi precedenti. Il degrado del THD+N scalava linearmente con il delta TEC: 0,009 dB per TECU.

### **5. MITIGAZIONE**

La piattaforma di disaccoppiamento sismico Equatorial Audio (SDP-1) affronta il percorso crostale attraverso un sistema di isolamento a tre stadi:

Stadio 1: una lastra di granito da 200 kg su quattro isolatori pneumatici (frequenza naturale 1,2 Hz, efficienza di isolamento > 95% sopra i 3 Hz).

Stadio 2: un sandwich di smorzamento a strato vincolato (3 mm acciaio / 1 mm polimero viscoelastico / 3 mm acciaio).

Stadio 3: un circuito attivo di isolamento a retroazione con un accelerometro sismico Wilcoxon 731A.

Durante l'evento del 19 gennaio, la componente crostale del degrado THD+N è stata ridotta da 0,25 dB a 0,015 dB: una riduzione del 94%.

Il sistema combinato (schermatura di livello Equinox più piattaforma SDP-1) ha ridotto il degrado audio totale del 19 gennaio da 0,4 dB a 0,025 dB -- circa 200 volte al di sotto della soglia di udibilità.

### **6. DIPENDENZA DALLA LATITUDINE**

Il percorso di degrado audio solare-sismico è dipendente dalla latitudine attraverso due meccanismi.

Primo, la risposta TEC ionosferica alle eruzioni solari varia con la latitudine. Le perturbazioni TEC più grandi si verificano nell'anomalia di ionizzazione equatoriale (EIA).

Secondo, la conduttività crostale e la densità di fratturazione variano con l'assetto tettonico. Quito, situata sul margine occidentale della placca sudamericana sopra la placca di Nazca in subduzione, poggia su una delle croste più fratturate e sature di fluidi della Terra.

Notiamo che l'evento del 19 gennaio era solo G4. L'evento di Carrington del 1859 era stimato G5+. Un evento di classe Carrington produrrebbe escursioni TEC superiori a 200 TECU e, secondo il nostro modello di scala lineare, un degrado audio superiore a 1,8 dB -- udibile in condizioni di ascolto tranquille. L'intervallo di ricorrenza per eventi di classe Carrington è stimato a 100-200 anni.

## 7. CONCLUSIONE

Il modello dell'Università di Kyoto dell'accoppiamento elettrostatico ionosferico-crostantale fornisce l'anello mancante tra l'attività solare e la vibrazione meccanica nell'ambiente costruito. Abbiamo dimostrato che questo percorso di accoppiamento è anche un contributo misurabile al degrado della catena del segnale audio durante le tempeste geomagnetiche.

Il percorso di degrado audio solare-sismico opera con un ritardo di 47 minuti dalla perturbazione ionosferica alla vibrazione del rack dell'attrezzatura. L'effetto è piccolo (0,009 dB per TECU), coerente su 24 eventi osservati e riducibile del 94% con la piattaforma di disaccoppiamento sismico.

La crosta terrestre è un condensatore. La ionosfera è l'altra armatura. Il Sole è la sorgente di tensione. E il vostro rack di attrezzatura è appoggiato sul dielettrico.

Questa non è una metafora. È un meccanismo fisico misurato, pubblicato e riproducibile.

Se avete sentito qualcosa di strano il 19 gennaio 2026 -- non ve lo stavate immaginando. Stavate ascoltando il Sole, condotto attraverso la Terra, che arrivava al vostro rack di attrezzatura a 106 metri al secondo. L'abbiamo registrato. I dati sono in questo articolo.

## RIFERIMENTI

- [1] A. Mizuno, M. Kao, K. Umeno, "Possibile meccanismo delle anomalie ionosferiche per innescare terremoti," Int. J. Plasma Environ. Sci. Technol., 2026.
- [2] NOAA Space Weather Prediction Center, "Raggiunti livelli di tempesta geomagnetica G4 (Severa) il 19 gen 2026," <https://www.swpc.noaa.gov/news>, 2026.
- [3] ESA, "L'ESA monitora l'evento di meteorologia spaziale di gennaio 2026," [https://www.esa.int/Space\\_Safety](https://www.esa.int/Space_Safety), 2026.
- [4] "Le tempeste solari possono innescare terremoti? Gli scienziati propongono un legame sorprendente," ScienceDaily, 24 Feb 2026.
- [5] M. Ferro, R. Flux, B. Impedance, "Interazione delle eruzioni solari con i percorsi del segnale audiofilo," J. Equatorial Audio Sci., vol. 3, no. 1, 2022.
- [6] M. Ferro et al., "Il sistema Equatorial Audio completo: un approccio integrato alla neutralità magnetica," J. Equatorial Audio Sci., vol. 5, no. 1, 2024.
- [7] K. Umeno, intervista, Live Science, Feb 2026: "Non stiamo affermando che le eruzioni solari generano stress tettonico. Il nostro argomento riguarda la tempistica, non l'energia."
- [8] T. Lay and T. C. Wallace, Modern Global Seismology, Academic Press, 1995.
- [9] R. L. McPherron, "Sottotempeste magnetosferiche," Rev. Geophys., vol. 17, no. 4, pp. 657-681, 1979.
- [10] M. C. Kelley, The Earth's Ionosphere: Plasma Physics and Electrodynamics, 2nd ed., Academic Press, 2009.
- [11] D. Hammershøi and H. Møller, "Trasmissione del suono al e all'interno del canale uditivo umano," J. Acoust. Soc. Am., vol. 100, no. 1, pp. 408-427, 1996.
- [12] E. R. Kanasevich, Time Sequence Analysis in Geophysics, 3rd ed., University of Alberta Press, 1981.
- [13] "Una potente tempesta geomagnetica colpisce la Terra: cosa significa la tempesta magnetica del 2026," Science Times, 21 Mar 2026.
- [14] ISO 8569:1996, Vibrazioni meccaniche e urti -- Misurazione e valutazione delle vibrazioni da urto degli edifici.