



SOFTWARE DI MONITORAGGIO SISMICO

Manuale Utente

Versione 5.0.127

Guida completa all'installazione, configurazione e utilizzo del software di acquisizione sismica pyQuake per stazioni Arduino, Theremino e LX1500.

© 2026 Stefano D'Errico Uso riservato ai licenziatari

INDICE

1. [Introduzione](#)
2. [Requisiti di sistema](#)
3. [Installazione](#)
4. [Attivazione licenza](#)
 - Richiesta online
 - Approvazione e avvio
5. [Connessione hardware](#)
 - Porta seriale (Arduino)
 - Theremino HAL
 - Sismonetwork LX1500
 - Modalità Demo
6. [Interfaccia principale](#)
7. [Configurazione acquisizione](#)
 - Canali e ADC
 - Filtro digitale
 - Rilevatore STA/LTA
8. [Registrazione eventi](#)
9. [Rete sismica](#)
 - Configurazione stazione
 - Streaming MiniSEED
 - Triangolazione
10. [Notifiche Telegram](#)
11. [GPS — Sincronizzazione orario](#)
12. [FTP — Upload automatico](#)
13. [Drum plot e Waterfall](#)
14. [Risoluzione problemi](#)

1 Introduzione

pyQuake è un software professionale per il monitoraggio sismico in tempo reale. Acquisisce dati da sensori sismici collegati tramite interfaccia seriale (Arduino), Theremino HAL o modulo LX1500, elabora il segnale in locale e lo trasmette a un server condiviso per la correlazione multistatica.

Funzionalità principali

- Acquisizione su 1 o 3 canali (Z, NS, EW) con ADC 16 o 24 bit
- Visualizzazione waveform in tempo reale con zoom e offset
- Filtro digitale configurabile (lowpass, highpass, bandpass, bandstop)
- Rilevatore STA/LTA automatico con stima onset onda P
- Drum plot continuo e waterfall spettrale
- Salvataggio eventi in formato PSN (standard sismologico) o CSV
- Streaming MiniSEED verso server di rete per triangolazione ipocentrale
- Sincronizzazione orario via GPS (NMEA)
- Notifiche eventi via Telegram
- Upload automatico drum e waterfall via FTP
- Sistema di licenza online con attivazione remota

💡 pyQuake è progettato per funzionare in modo continuativo (24/7) su PC dedicato alla stazione sismica.

2 Requisiti di sistema

Componente	Minimo	Consigliato
Sistema operativo	Windows 10 (64-bit)	Windows 10/11 (64-bit)
RAM	4 GB	8 GB
CPU	Intel/AMD dual-core 2 GHz	Quad-core 2.5 GHz+
Spazio disco	500 MB	2 GB (per archiviazione eventi)
ConneSSIONE	Internet (per attivazione)	Internet stabile (per rete sismica)
Hardware sensore	Arduino + geofono / Theremino HAL / Sismonetwork LX1500	
GPS (opzionale)	Ricevitore NMEA su porta seriale (es. u-blox, BN-880)	

i Il software è distribuito come eseguibile standalone (.exe) — non richiede installazione di Python o dipendenze aggiuntive.

3 Installazione

Prima installazione

1. Scarica il file `pyquake_vX.X.XXX.exe` dalla pagina download ufficiale
2. Copia il file in una cartella dedicata, ad esempio `C:\pyQuake\`
3. Avvia il file `.exe` con doppio clic — Windows Defender potrebbe mostrare un avviso; clicca su *"Ulteriori informazioni"* → *"Esegui comunque"*
4. Al primo avvio comparirà la finestra di attivazione licenza (→ sezione 4)

Aggiornamento

1. Scarica la nuova versione dalla pagina download
2. Chiudi pyQuake se in esecuzione
3. Sostituisci il vecchio `.exe` con il nuovo nella stessa cartella
4. Riavvia — la configurazione viene mantenuta automaticamente

i La configurazione è salvata in `%USERPROFILE%\pyquake\config.json` e la cache licenza in `%USERPROFILE%\pyquake\license.dat`. Questi file non vengono cancellati durante l'aggiornamento.

⚠ Non copiare il vecchio `config.json` su versioni molto più recenti — alcune opzioni potrebbero essere cambiate. In caso di problemi, elimina il file di configurazione e riconfigura da zero.

4 Attivazione licenza

pyQuake richiede una licenza valida per avviarsi. La licenza è legata all'ID univoco del computer (*Machine ID*) e viene approvata dall'amministratore della rete.

4.1 Richiesta online

Al primo avvio (o se la licenza non è presente) compare la finestra di richiesta:

```
● pyQuake – Attivazione Licenza

Il tuo Machine ID è stato generato automaticamente.

Machine ID: A3F7BE-219C40-5D1A2B

Il tuo nome / descrizione stazione: [ Mario Rossi – Roma Nord ]
URL server sviluppatore: [ https://tuodominio.altervista.org ]

[ Invia richiesta ] [ Esci ]
```

1. Inserisci il tuo nome o una descrizione della stazione (es. *"Mario Rossi — Roma Est"*)
2. Inserisci l'URL del server fornito dall'amministratore
3. Clicca **Invia richiesta**
4. Il software passa alla schermata di attesa con aggiornamento ogni 30 secondi

4.2 Approvazione e avvio automatico

L'amministratore riceve una notifica Telegram con i tuoi dati e approva la richiesta. Non devi fare nulla: entro il prossimo ciclo di controllo (max 30 secondi) il software rileva l'approvazione e si avvia automaticamente.

- ✔ Se il server è temporaneamente irraggiungibile, pyQuake usa la cache locale per un massimo di 30 giorni. Passato questo periodo sarà necessaria una nuova verifica online.
- ⚠ Se la licenza viene revocata dall'amministratore, il software lo notifica all'avvio successivo e non si avvia fino a nuova approvazione.

5 Connessione hardware

5.1 Porta seriale (Arduino / scheda custom)

La modalità standard prevede un Arduino (o scheda compatibile) che legge il sensore sismico e invia i dati via USB in formato testo.

1. Collega l'Arduino al PC via USB
2. Nel pannello **ACQUISITORE**, seleziona la porta COM dal menu a tendina
3. Seleziona il baud rate corretto (default: **115200**)
4. Clicca ► **Connetti**
5. Il pallino nella barra cambia da rosso a verde e le waveform si animano

i Se la porta non appare, clicca il pulsante ↺ per aggiornare la lista. Verifica che i driver USB-Serial siano installati (CH340, CP2102 o FTDI a seconda della scheda).

5.2 Theremino HAL

Theremino HAL è un'applicazione che virtualizza i pin ADC tramite "slot" numerati. pyQuake si connette direttamente senza porta seriale.

1. Avvia Theremino HAL e configura i canali nei relativi slot
2. In pyQuake, clicca ⚡ **Theremino**
3. Imposta i numeri di slot per i canali Z, NS, EW
4. Clicca **Connetti HAL**

5.3 Sismonetwork LX1500

Il modulo LX1500 è un sismografo monocanale Sismonetwork a 16 bit. Selezionare la porta COM e cliccare 🖨️ **LX1500** per connettersi.

i LX1500 funziona solo con 1 canale (Z). I canali NS e EW vengono disabilitati automaticamente.

5.4 Modalità Demo

La modalità Demo genera un segnale sintetico con rumore e impulsioni simulate. Utile per verificare il funzionamento dell'interfaccia senza hardware collegato. Clicca 🎭 **Demo** per attivarla/disattivarla.

6 Interfaccia principale

L'interfaccia è divisa in due aree principali:

Area	Descrizione
Barra superiore	Pannelli di controllo: stazione, acquirettore, canali, filtro, REC, allarme, FTP, GPS, rete
Area segnali	Waveform dei canali attivi + Drum plot + Waterfall + FFT

Pannelli waveform

Ogni canale ha un pannello con:

- **Titolo canale** (es. Z, NS, EW) con colore identificativo
- **Contatore campioni** e **offset DC**
- Pulsanti **Y±** per zoom verticale, **Auto** per autoscala, **0** per centrare
- Indicatore del **rapporto STA/LTA** corrente

Controlli waveform (mouse/tastiera)

Azione	Effetto
Rotella mouse	Zoom asse X (finestra temporale)
+ / -	Zoom asse Y (ampiezza)
Drag verticale	Pan asse Y (offset)
0	Reset offset Y
Doppio clic	Autoscala Y

7 Configurazione acquisizione

7.1 Canali e ADC

Parametro	Opzioni	Note
Canali	1·Z / 3·XYZ	1 canale per sensori monoassiali, 3 per triassiali
ADC	16 bit / 24 bit	Determina la scala PGA (m/s ² /count). Impostare in base all'hardware.
Campionamento	Impostato via  Impostazioni	Default: 100 Hz
Finestra	Impostata via  Impostazioni	Default: 60 s di segnale visibile

 Modificare i canali o l'ADC a connessione attiva richiede un ricollegamento per applicare le modifiche.

7.2 Filtro digitale

Il filtro è applicato in zero-phase (senza sfasamento) prima della visualizzazione e del rilevamento eventi.

Tipo	Parametri	Uso tipico
nessuno	—	Segnale grezzo, massima sensibilità al rumore
lowpass	F1 (Hz)	Filtra alte frequenze (es. F1 = 10 Hz per escludere rumore antropico)
highpass	F1 (Hz)	Rimuove deriva DC lenta (es. F1 = 0.5 Hz)
bandpass	F1-F2 (Hz)	Seleziona banda di interesse (es. 1–20 Hz per sismica locale)
bandstop	F1-F2 (Hz)	Rimuove una banda specifica (es. 49–51 Hz per eliminare 50 Hz rete)

Dopo aver impostato tipo e frequenze, clicca  **Applica**.

7.3 Rilevatore STA/LTA

Il rilevatore confronta l'energia del segnale a breve termine (*STA*) con quella a lungo termine (*LTA*). Quando il rapporto supera la soglia, viene dichiarato un evento.

Parametro	Default	Descrizione
STA window (s)	2.0	Finestra breve termine (sensibilità al picco)
LTA window (s)	30.0	Finestra lunga termine (livello di rumore di riferimento)
Trigger ratio	2.5	Rapporto STA/LTA per dichiarare l'evento
Detrigger ratio	1.5	Rapporto al di sotto del quale l'evento termina
Pre-event (s)	15	Secondi di segnale conservati prima del trigger

Post-event (s)	15	Secondi di segnale dopo il dettrigger
----------------	----	---------------------------------------

💡 Per ambienti rumorosi, aumenta LTA window e trigger ratio. Per eventi deboli, riduci il trigger ratio (ma attenzione ai falsi trigger).

Stima onset onda P

Al momento del trigger, pyQuake scansiona a ritroso il buffer pre-evento cercando il primo campione il cui valore assoluto scende sotto $LTA_{rms} \times 1.3$. Questo punto è la stima dell'arrivo P, inviata automaticamente al server di rete.

8 Registrazione eventi

Registrazione automatica

Quando il rilevatore STA/LTA dichiara un evento, i campioni vengono automaticamente memorizzati in RAM. Al termine dell'evento (dettrigger) è disponibile il salvataggio.

Registrazione manuale

Clicca **REC** per avviare la registrazione continua. Clicca **Salva** per salvare il segmento corrente.

Formato di salvataggio

Formato	Estensione	Descrizione
PSN (default)	.psn	Formato standard sismologico PSN. Compatibile con WinQuake, SeisgView e altri software di analisi. Genera un file per ogni canale.
CSV	.csv	Formato testo con timestamp, campioni Z/NS/EW. Apribile con Excel o Python.

Il formato si seleziona dal menu **Fmt:** nella barra superiore. Al salvataggio PSN viene richiesta la cartella di destinazione; per CSV il nome del file.

i I file PSN sono denominati automaticamente con data/ora UTC dell'evento (es. **20260314_083012_manual.psn**).

pyQuake può partecipare a una rete sismica distribuita inviando dati al server condiviso. Il server calcola la localizzazione degli eventi (triangolazione) combinando i dati di più stazioni.

9.1 Configurazione stazione

Clicca  **Config Stazione** per aprire il dialogo di configurazione:

Campo	Formato	Esempio
Network	2 lettere	IT
Station	max 5 lettere	ROMA1
Location	2 caratteri	00
Latitudine	gradi decimali	41.9028
Longitudine	gradi decimali	12.4964

Clicca  **Config Rete** per impostare URL server, API key e Station ID. Poi abilita la checkbox **Invia dati al server**.

-  Usa il pulsante  **Test** per verificare la connessione al server. Il tuo pallino sulla mappa diventerà verde entro pochi secondi.
-  La stazione invia un heartbeat al server ogni 60 secondi. Se non vengono ricevuti heartbeat per più di 120 secondi, la stazione risulta offline (pallino grigio sulla mappa).

9.2 Streaming MiniSEED

pyQuake può inviare il segnale in tempo reale al server nel formato standard MiniSEED. Il segnale è poi visualizzabile dalla pagina web della rete.

Parametro	Descrizione
Invia MiniSEED live	Abilita lo streaming
Inv. (s)	Intervallo di invio in secondi (default: 2s)
Scala	Moltiplicatore int32. Usa 1.000.000 per segnali float, 1 per counts interi
Canali MiniSEED	Seleziona quali canali (Z/NS/EW) includere nel flusso

9.3 Triangolazione

Al momento del trigger, pyQuake invia al server il timestamp stimato dell'arrivo dell'onda P. Il server raccoglie gli arrivi da tutte le stazioni e, se riceve dati da almeno 3 stazioni nella stessa finestra temporale, calcola la posizione dell'epicentro.
L'evento triangolato appare sulla mappa web con un marker pulsante.

10 Notifiche Telegram

pyQuake può inviare notifiche automatiche via Telegram al momento del rilevamento di un evento sismico.

Configurazione

1. Clicca  **Config TG** nella barra superiore
2. Inserisci il **Token bot** (ottenuto da @BotFather su Telegram)
3. Inserisci il tuo **Chat ID** (usa @userinfobot per trovarlo)
4. Abilita la checkbox **Telegram**
5. Usa  **Test** per verificare l'invio

Notifiche inviate

Momento	Contenuto
Inizio evento (trigger)	 Evento in corso — data/ora, stazione, "analisi P/S in corso"
Fine evento (detrigger)	 Riepilogo — durata, PGA, intensità Mercalli stimata

 Per evitare spam, c'è un cooldown configurabile (default: 120 secondi) tra una notifica e la successiva.

11 GPS — Sincronizzazione orario

Un ricevitore GPS NMEA (es. u-blox, BN-880) permette di sincronizzare l'orario del sistema con precisione sub-secondo, migliorando la qualità dei timestamp degli eventi.

1. Collega il GPS a una porta seriale libera
2. Nella sezione **GPS SYNC**, seleziona la porta e il baud rate (tipicamente 9600)
3. Clicca  **Connetti GPS**
4. Alla ricezione del primo fix, il label mostra l'orario UTC e l'offset Δt rispetto all'orologio di sistema

 L'offset GPS viene applicato a tutti i timestamp degli eventi, inclusi quelli inviati al server di rete. Stazioni con GPS garantiscono una triangolazione più precisa.

pyQuake può caricare automaticamente le immagini del drum e del waterfall su un server FTP.

Configurazione

Clicca  **Config FTP** e compila i campi:

Campo	Esempio
Host	ftp.miosito.altervista.org
Utente	miosito
Password	
Cartella remota	/drum/
Intervallo (min)	5

Opzioni di upload

- **Drum auto** — carica il drum plot ogni X minuti
- **Waterfall auto** — carica la waterfall ogni X minuti
- **Invia eventi** — carica i file evento (PSN/CSV) appena salvati
- **Salva 3 canali** — include tutti e 3 i canali nei file evento

Usa  **Drum ora** e  **Waterfall ora** per un upload immediato.

13 Drum plot e Waterfall

Drum plot

Il drum plot mostra l'andamento del segnale su un grafico a righe continue (simile a un sismogramma tradizionale su carta). Ogni riga rappresenta un intervallo di tempo configurabile (default: 10 minuti per riga).

- Il canale visualizzato si sceglie con **Drum Axis** nelle impostazioni (Z, NS o EW)
- Gli eventi rilevati sono evidenziati in rosso
- Zoom verticale regolabile con i cursori zoom Z/NS/EW
- Il drum si può aprire in finestra separata tramite Menu → Finestre →  Drum

Waterfall spettrale

La waterfall mostra l'evoluzione dello spettro di frequenza nel tempo (asse X = frequenza, asse Y = tempo, colore = intensità). Utile per identificare segnali periodici (rumore industriale, microsisma, ecc.)

- Frequenze visualizzate configurabili (default: 0.5–40 Hz)
- Finestra temporale: 60 secondi (configurabile)

Problema	Causa probabile	Soluzione
Il software non si avvia — richiede attivazione	Licenza non presente o scaduta	Completare il processo di attivazione (sezione 4)
Porta COM non appare nel menu	Driver USB non installati	Installare i driver CH340/CP2102/FTDI per la scheda in uso
Segnale assente o fermo a zero	Baud rate errato o formato dati incompatibile	Verificare che Arduino stia inviando dati nel formato atteso; controllare il baud rate
Waveform sfasate rispetto all'orario reale	UTC offset non configurato o GPS non connesso	Impostare <i>UTC Offset Hours</i> nelle impostazioni (es. +1 per CET, +2 per CEST)
Pallino grigio sulla mappa (stazione offline)	Heartbeat non inviato — checkbox "Rete" disabilitata o server non raggiungibile	Verificare che la checkbox "Invia dati al server" sia attiva e premere ♥ Test
Troppi falsi trigger	Soglia STA/LTA troppo bassa o rumore elevato	Aumentare trigger ratio (es. 3.5), aumentare LTA window, attivare filtro highpass o bandpass
Events deboli non rilevati	Soglia STA/LTA troppo alta	Ridurre trigger ratio (es. 2.0), assicurarsi che il filtro non escluda le frequenze sismiche
MiniSEED non visibile sul sito	Streaming non abilitato o scala errata	Abilitare "Invia MiniSEED live", verificare che Scala sia impostata correttamente (1.000.000 per valori float)
Notifiche Telegram non arrivano	Token o Chat ID errati	Usare ✉ Test per verificare — controllare token da @BotFather e Chat ID da @userinfobot
Upload FTP fallisce	Credenziali errate o server FTP non raggiungibile	Verificare host, utente, password e cartella remota; controllare che la porta 21 non sia bloccata

i Per assistenza tecnica, contattare l'amministratore della rete con una descrizione dettagliata del problema e, se possibile, uno screenshot dell'errore.