

Pipeline TCDS–Metrics para Evaluación de Precursores Sísmicos

Genaro Carrasco Ozuna

November 2, 2025

Resumen

Este documento formaliza un pipeline reproducible y falsable para la evaluación de precursores sísmicos mediante el protocolo TCDS. Se integran series crudas multicanal desde fuentes públicas, se normalizan a un esquema mínimo y se ejecutan métricas (LI, R(t), RMSE_{SL},) con veredicto binario.

1 Canales geofísicos requeridos

- Sismómetros locales (1–20 Hz)
- GNSS continuo (strain/tilt proxy)
- TEC ionosférico (DTEC)
- Meteorología multicanal (temp, presión, humedad, viento)
- EM/ELF/VLF y radón/CO (no disponibles públicamente)

2 Esquema de datos unificado

Sismos

ts, lat, lon, z_km, M, region

GNSS

ts, station, sat, L1, S1

TEC

ts, TEC, DTEC

Meteorología

ts, temp_c, rh, p_mbar, ws_ms

3 Pipeline -metrics

1. Ingesta de series crudas (24–72 h)
2. Filtro de banda y extracción de fase: $\phi(t)$
3. Coherencia de fase: $R(t) = |\langle e^{i\phi(t)} \rangle|$
4. Injection-locking sintético: $LI = \text{corr}(\cos(\phi), \cos(\omega t))$
5. Ajuste Stuart–Landau: $RMSE_{SL} = \sqrt{\langle (y - \hat{y})^2 \rangle}$
6. Captura multicanal: κ_Σ adaptativo
7. Veredicto binario: alerta si $LI \geq 0.9$, $R > 0.95$, $RMSE_{SL} < 0.1$

4 Ejemplo de corrida

```
R_mean = 0.62
LI = 0.18
RMSE_SL = 0.42
Veredicto: NO_ALERTA
```

5 Autocrítica

- El canal sismos usa magnitud como proxy; no contiene fase real.
- GNSS requiere RINEX reales para strain/tilt.
- TEC disponible solo en PDF/PNG; requiere digitalización.
- EM/ELF/VLF y radón no disponibles públicamente.

6 Conclusión

Este pipeline permite evaluar precursores sísmicos con trazabilidad científica y reproducibilidad operativa. Si se integran series reales de GNSS y TEC, puede escalarse a defensa institucional, publicación indexada y protocolos de alerta.

Referencias

- SSN: <https://www.ssn.unam.mx/sismicidad/ultimos/>
- RGNA-INEGI: https://www.inegi.org.mx/temas/geodesia_activa/
- SCiESMEX: <https://www.sciesmex.unam.mx>
- CONAGUA-SIH: <https://smn.conagua.gob.mx>