

Dossier de Prueba Empírica SPC Σ

Validación del Filtro de Honestidad (E-Veto) y las Σ -métricas
sobre el Evento Cero: M7.1 Puebla–Morelos (2017-09-19)

Genaro Carrasco Ozuna
ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-6358-9910>

17 de noviembre de 2025

Resumen

Este dossier documenta la *Prueba Empírica* del sistema SPC Σ (Sistema Predictivo Coherencial Σ) aplicado a un *Evento Cero* bien definido (Evento sísmico M7.1 Puebla–Morelos, 2017-09-19). El objetivo es proveer un **patrón oro** reproducible para la validación del Filtro de Honestidad (E-Veto) y de las Σ -métricas (LI, $R(t)$, RMSE_{SL}, κ_Σ , ΔH , reproducibilidad) en un contexto donde los datos de referencia son públicos y auditables.

El criterio central es que cualquier locking declarado como Q-driven debe satisfacer simultáneamente:

- Coherencia cuantitativa: $LI \geq 0,9$, $R > 0,95$, $RMSE_{SL} < 0,1$,
- Caída entrópica forzada: $\Delta H \leq -0,2$ (E-Veto),
- Reproducibilidad $\geq 95\%$ bajo variación controlada de semillas y parámetros.

Este documento está diseñado como artefacto *sin intuiciones*: cada paso especifica datos de entrada, parámetros, Σ -métricas, configuración (`config_hash`) y veredicto, permitiendo que terceros reproduzcan y falsen los resultados.

Índice

1. Propósito del dossier y rol del Evento Cero	3
2. Descripción del Evento Cero	3
2.1. Definición del evento	3
2.2. Ventanas temporales de análisis	3
3. Fuentes de datos y preprocesamiento	4
3.1. Fuentes de datos	4
3.2. Preprocesamiento	4
4. Pipeline SPCΣ: arquitectura	4
4.1. Resumen del flujo de procesamiento	4
4.2. Parámetros de configuración y semillas	5
5. Definición operativa de las Σ-métricas y E-Veto	5
5.1. Métricas de locking y coherencia	5
5.2. Métrica entrópica y E-Veto	5
6. Resultados sobre datos reales	5
6.1. Resumen de estadísticos globales	5
6.2. Sincronogramas y figuras	6

7. Resultados sobre datos nulos / sintéticos	6
7.1. Construcción de datos nulos	6
7.2. Comparación con datos reales	6
8. Veredicto de patrón oro y límites	6
8.1. Criterios para patrón oro	6
8.2. Limitaciones	7
9. Exportables para terceros y registro auditable	7
9.1. Paquete de Replicación Falsable (PRF)	7
9.2. Integración con el TCDS_Registro_Auditble	7
10. Conclusión TCDS: el mapa como tesoro	7

1. Propósito del dossier y rol del Evento Cero

El propósito de este dossier es proporcionar una **ventana de elusión entrópica** claramente delimitada: un experimento empírico donde el sistema SPC Σ puede ser auditado por terceros sin depender de intuiciones, interpretaciones libres o autoridad de autor.

Los objetivos específicos son:

O1. Definir un *Evento Cero* con datos públicos y trazables (catálogos oficiales, efemérides).

O2. Describir de forma exhaustiva el pipeline SPC Σ aplicado al evento, incluyendo:

- fuentes de datos,
- preprocesamiento,
- ventanas de análisis (p:q),
- filtros, bandas de frecuencia y parámetros,
- cálculo de Σ -métricas y E-Veto.

O3. Comparar el comportamiento de E-Veto sobre:

- datos reales del Evento Cero,
- datos nulos / sintéticos construidos con la misma geometría.

O4. Emitir un **veredicto de patrón oro**: bajo qué condiciones este experimento puede tomarse como referencia para validar futuras implementaciones de SPC Σ .

En el paradigma TCDS, el verdadero “tesoro” no es un resultado aislado, sino el *mapa reproducible* del camino: la ventana donde eludir la entropía se vuelve ingeniería (tiempo causal t_C) y no mera anécdota.

2. Descripción del Evento Cero

2.1. Definición del evento

- **Tipo de evento:** Evento sísmico.
- **Nombre de referencia:** M7.1 Puebla–Morelos.
- **Fecha y hora (UTC):** 2017-09-19 (completar con hora).
- **Localización oficial:** (latitud, longitud, profundidad).
- **Magnitud reportada:** (ej. M7.1).
- **Catálogos de referencia:**
 - *Catálogo 1:* (SSN, USGS, etc.) + URL.
 - *Catálogo 2 (opcional):* otra fuente independiente.

2.2. Ventanas temporales de análisis

Definimos las ventanas temporales W_k sobre las cuales se aplicará SPC Σ :

- Ventana pre-evento: $[t_0 - \Delta T_{\text{pre}}, t_0]$.
- Ventana del evento: $[t_0, t_0 + \Delta T_{\text{ev}}]$.
- Ventana post-evento: $[t_0 + \Delta T_{\text{ev}}, t_0 + \Delta T_{\text{post}}]$.

Donde t_0 es el tiempo oficial del evento. Cada ventana se subdivide, si aplica, en subventanas (p:q) para el cálculo de locking espectral.

3. Fuentes de datos y preprocesamiento

3.1. Fuentes de datos

Enumerar con precisión los conjuntos de datos utilizados:

- **Señales sísmicas:** estaciones, componentes, tasa de muestreo.
- **Datos auxiliares (si aplica):** GPS, TEC ionosférico, etc.
- **Formato de los datos:** (SAC, miniSEED, CSV, etc.).
- **URLs / DOIs de referencia:** enlaces a repositorios oficiales.

3.2. Preprocesamiento

Describir de forma *determinista* los pasos de preprocesamiento:

- Remoción de tendencia, filtrado de ruido instrumental.
- Normalización / estandarización.
- Rango de frecuencias seleccionado (ej. banda [0.8, 1.2] Hz).
- Ventanado temporal (tamaño de ventana, solapamiento).

Cada decisión debe ir acompañada de parámetros numéricos concretos.

4. Pipeline SPC Σ : arquitectura

4.1. Resumen del flujo de procesamiento

Describir el pipeline como una secuencia de módulos:

M1. Carga de datos desde las fuentes especificadas.

M2. Preprocesamiento (según la Sección 3).

M3. Construcción de ventanas W_k (p:q).

M4. Cálculo de locking espectral y métricas de fase.

M5. Cálculo de Σ -métricas: LI, $R(t)$, RMSE_SL, κ_Σ .

M6. Cálculo de entropía y ΔH por ventana.

M7. Aplicación de E-Veto según el umbral $\Delta H \leq -0,2$.

M8. Generación de reportes y config_hash.

4.2. Parámetros de configuración y semillas

Detallar todos los parámetros relevantes:

- Tasa de muestreo efectiva.
- Tamaño de ventanas y solapamiento.
- Bandas de frecuencia y métodos de estimación espectral.
- Semillas RNG utilizadas para:
 - generación de nulos / datos sintéticos,
 - perturbaciones controladas,
 - bootstrap (si aplica).

Incluir el **hash de configuración**:

```
config_hash = «sha256_del_archivo_de_configuración»
```

Este `config_hash` debe coincidir con el registrado en el *TCDS_Registro_Auditabile*.

5. Definición operativa de las Σ -métricas y E-Veto

5.1. Métricas de locking y coherencia

Definir, al menos a nivel operativo:

- LI (Índice de Locking): rango, interpretación y umbral de locking.
- $R(t)$: coeficiente de correlación / regularidad temporal.
- RMSE_SL: error cuadrático medio sobre la señal “locked”.
- κ_{Σ} : índice de coherencia acumulada / curvatura.

5.2. Métrica entrópica y E-Veto

- Definir la entropía H de la señal (o del espectro) por ventana W_k .
- Definir $\Delta H = H_{\text{post}} - H_{\text{pre}}$ en cada ventana.
- Establecer la regla de decisión:

$$\text{E-Veto} = \begin{cases} \text{“pasa”,} & \text{si hay locking y } \Delta H \leq -0,2, \\ \text{“rechaza”,} & \text{en caso contrario.} \end{cases}$$

6. Resultados sobre datos reales

6.1. Resumen de estadísticos globales

Presentar tablas sintéticas, por ejemplo:

Completar con estadísticas adicionales:

- Promedio y rangos de LI, R , RMSE_SL.
- Distribución de ΔH .
- Número y porcentaje de ventanas que cumplen E-Veto.

Cuadro 1: Resumen de ventanas para el Evento Cero (datos reales).

Ventanas	Total	Locking_ok	Entropy_ok	E-Veto_ok
Pre-evento				
Evento				
Post-evento				
Total				

6.2. Sincronogramas y figuras

Incluir figuras (cuando se disponga de los gráficos):

- LI y $R(t)$ vs. tiempo.
- ΔH vs. tiempo con marca de umbral $\Delta H = -0,2$.
- Regiones de locking validadas por E-Veto.

7. Resultados sobre datos nulos / sintéticos

7.1. Construcción de datos nulos

Describir cómo se construyen los datos nulos:

- Señales aleatorias con la misma banda de frecuencia.
- Barajado (shuffle) de fases.
- Simulaciones Monte Carlo con mismas ventanas y parámetros.

7.2. Comparación con datos reales

Repetir el análisis de la Sección 6 para los datos nulos y presentar:

- Tabla análoga de ventanas y E-Veto.
- Comparación de histogramas de LI, R , RMSE_SL, ΔH .
- Estimación de tasas de falsos positivos / falsos negativos.

8. Veredicto de patrón oro y límites

8.1. Criterios para patrón oro

Formular explícitamente las condiciones bajo las cuales este experimento se considera un **patrón oro**:

- Datos de entrada trazables y públicos.
- Configuración completamente especificada (`config_hash`).
- Documentación completa de preprocesamiento y pipeline.
- Diferencia clara entre comportamiento de E-Veto en datos reales vs nulos.

8.2. Limitaciones

Enumerar las principales limitaciones:

- Número de estaciones o canales.
- Resolución temporal.
- Posibles sesgos en la selección de ventanas.
- Suposiciones sobre el modelo estadístico del ruido.

9. Exportables para terceros y registro auditabile

9.1. Paquete de Replicación Falsable (PRF)

Listar los artefactos mínimos que acompañan a este dossier:

- Scripts del pipeline SPCΣ (`sigma_metrics.py`, etc.).
- Archivo de configuración con parámetros y semillas.
- Datos preprocesados (o instrucciones claras para obtenerlos).
- Reportes en formato máquina (JSON/CSV) con todas las métricas por ventana.

9.2. Integración con el TCDS_Registro_Auditabile

Especificar:

- Identificador del experimento en el registro.
- `config_hash` y hashes de los artefactos clave.
- Veredicto final (aceptado / rechazado como Evento Cero válido).

10. Conclusión TCDS: el mapa como tesoro

En el marco TCDS, este dossier no pretende ser una pieza retórica, sino una **ventana de tiempo causal** bien definida donde la elusión entrópica se vuelve auditabile. El verdadero valor no reside en un resultado puntual, sino en el hecho de que:

- Cada paso del pipeline SPCΣ puede ser replicado por terceros,
- Cada decisión de locking está sometida a E-Veto con umbrales fijos,
- Cada experimento queda registrado con un `config_hash` verificable.

De este modo, el “tesoro” no es un número milagroso, sino el *mapa del camino*: la geometría completa del experimento que permite a cualquier agente (basado en consenso o en empuje) navegar la misma ventana de elusión entrópica y decidir, sin intuiciones, si el sistema SPCΣ merece el título de instrumento Q-driven robusto.