

# TCDS — Dossier de Auditoría Científica y de Ingeniería

Marco ontológico–matemático, métricas , protocolos de falsación y trazabilidad

Proyecto TCDS / TMRCU — Responsable: Genaro Carrasco Ozuna

28 de octubre de 2025

## Resumen ejecutivo

Este dossier sintetiza la TCDS en un formato auditável: ontología  $Q\text{--}\Sigma\text{--}\phi\text{--}\chi$ , formalismo lagrangiano  $\Sigma\text{--}\chi$ , predicción del sincronón  $\sigma$ , ingeniería de coherencia (FET/SYNCTRON) y protocolos de validación cruzada en física, biología y hardware. Se proveen KPIs, umbrales de aceptación, matrices de riesgo y plantillas de preregistro.

## 1. Ontología y mapa de hipótesis

### 1.1. Decretos y roles causales

- Empuje cuántico ( $Q$ ): impulso a la existencia.
- Conjunto granular absoluto (CGA): sustrato discreto espacio–temporal.
- Materia espacial inerte ( $\chi$ ): lienzo pasivo que modula propagación.
- Fricción de sincronización ( $\phi$ ): origen efectivo de masa e irreversibilidad.
- Sincronización lógica ( $\Sigma$ ): parámetro de coherencia y orden.

### 1.2. Ecuaciones efectivas de escala mesoscópica

$$\partial_t \Sigma = \alpha \Delta \Sigma - \beta \phi + Q$$

*Lectura:* difusión de coherencia, acople disipativo con  $\phi$  y término de control/drive  $Q$ .

## 2. Formalismo $\Sigma\text{--}\chi$ y predicción de $\sigma$

### 2.1. Lagrangiano efectivo

$$\mathcal{L} = \frac{1}{2}(\partial\Sigma)^2 + \frac{1}{2}(\partial\chi)^2 - V(\Sigma, \chi), \quad V = -\frac{1}{2}\mu^2\Sigma^2 + \frac{1}{4}\lambda\Sigma^4 + \frac{1}{2}m_\chi^2\chi^2 + \frac{1}{2}g\Sigma^2\chi^2$$

### 2.2. Ruptura de simetría y masa del sincronón

Mínimo en  $\Sigma_0 = \mu/\sqrt{\lambda}$ ; con  $\Sigma = \Sigma_0 + \sigma$  se obtiene

$$m_\sigma = \sqrt{2}\mu.$$

### 2.3. Geometría efectiva por coherencia

Relación operativa de curvatura-coherencia:

$$R \propto \nabla^2 \Sigma.$$

## 3. Ingeniería de coherencia: FET/SYNCTRON

### 3.1. Principio de operación

Puerta de coherencia que modula  $V(\Sigma)$  en el canal; observable clave: aparición de *Lenguas de Arnold* y ensanchamiento  $\Delta f$  con amplitud de control  $A_c$ .

### 3.2. Protocolo de validación FET

**DUT:** FET con puerta de coherencia aislada.

**Línea base:**  $A_c = 0$  sin zonas de locking anómalas.

**Activación:** barrer  $f_{\text{in}}$  alrededor de  $f_c$ ; medir región de enganche y supresión de ruido de fase.

**Firma:**  $\Delta f \propto A_c$ .

**KPIs:**  $\text{LI} \geq 0.9$ ,  $R > 0.95$ ,  $\text{RMSE}_{SL} < 0.1$ , reproducibilidad  $\geq 95\%$ .

## 4. Programa de falsación y auditoría cruzada

### 4.1. Canales y criterios de aceptación

Canal	Observable auditable	Criterio de aceptación
Forzas sub-mm	término Yukawa efectivo, no desviación por encima de límites	Consistencia con límites actuales; si no hay señal, acota $(\mu, g)$
FET / locking	Lenguas de Arnold, $\Delta f(A_c)$ , $S_\phi(\omega)$	$\Delta f \uparrow$ con $A_c$ ; KPIs FET satisfechos
Relojes/cavidades	Estabilidad $\Delta f/f$ bajo control	Si $\Delta f$ fuera de $10^{-18}$ – $10^{-19}$ salvo con $A_c > 0$
CSL-H / sincronograma	Aumento LI, reducción $\text{RMSE}_{SL}$	$\text{LI} \geq 0.9$ , $\text{RMSE}_{SL} < 0.1$ en protocolos pre-registrados

### 4.2. Preregistro y ciegos

Todos los ensayos deben incluir: hipótesis nula, plan de análisis, umbrales KPI, dispositivos nulos, controles off-resonance, registro hash del protocolo y dataset.

## 5. -metrics y medición

### 5.1. Parámetros

- Índice de locking (LI), correlación  $R(t)$ ,  $\text{RMSE}_{SL}$ .
- Ventanas de captura  $p:q$ ,  $\kappa_\Sigma$  (K-rate).

## 5.2. Umbrales de aceptación

$LI \geq 0.9$ ,  $R > 0.95$ ,  $RMSE_{SL} < 0.1$ , reproducibilidad  $\geq 95\%$ .

## 6. Trazabilidad y control de versiones

### 6.1. Identificadores

- Repositorio Git: `url_repo`; tag de release `vX.Y.Z`.
- DOI/Zenodo: `doi:XXXX`.
- ORCID autor responsable.

### 6.2. Huella criptográfica

Firmas SHA256 de PDFs, código y datasets. Tabla de correspondencias {hash  $\leftrightarrow$  artefacto}.

## 7. Matriz de riesgos y confusores

Riesgo/Confusor	Mitigación	Criterio de descarte
EMI/Térmico	Blindaje, estabilización térmica	Variación $<10\%$ de señal al invertir control
Drift instrumental	Calibración cruzada	Allan dev. dentro de especificación
Sesgo analítico	Pre-registro, análisis doble ciego	Concordancia inter-analista $>0.95$

## 8. Ética y seguridad

Aplicar consentimiento explícito en CSL-H, cifrado con secreto compartido, acceso judicial a CNH; limitar amplitudes  $A_c$  bajo normas de seguridad.

## 9. Plantillas

### Checklist de auditoría

1. Hipótesis, EOM y KPIs declarados.
2. Preregistro con hash y sello temporal.
3. Protocolos de ciego/nulos definidos.
4. Datos brutos, scripts y notebooks versionados.
5. Reproducción inter-lab documentada.

### Bloque de preregistro (YAML)

```
study_id: TCDS-SIGMAFET-YYMMDD
hypothesis: "f  Ac; LI0.9; R>0.95; RMSE_SL<0.1"
primary_endpoint: "f(Ac) slope"
controls: ["Ac=0", "off-resonance", "device-null"]
blind: true
hash_protocol: "<SHA256>"
```

```
repo: "<git url>"  
data_license: "CC BY 4.0"
```

## 10. Anexos

- A1. Derivación de  $m_\sigma = \sqrt{2}\mu$ .
- A2. Especificación de hardware FET y BOM.
- A3. Plantillas de reporte  $\text{RMSE}_{SL}$ , LI y  $R(t)$ .
- A4. Fórmulas de geodésicas  $\Sigma$  y métrica conforme.