



**ONDAS TORSIONALES DE
PERÍODO DE 6 AÑOS EN EL
NÚCLEO Y EL INTERVALO DE
RECALIBRACIÓN DE LOS
RELOJES MAESTROS DE ESTUDIO:
RESPUESTA A GILLET ET AL.
(2010)**



Ondas torsionales de período de 6 años en el núcleo y el intervalo de recalibración de los relojes maestros de estudio: respuesta a Gillet et al. (2010)

M. Ferro

Ferro Acoustic Labs, Quito, Ecuador

Ferro Acoustic Labs Technical Bulletin, 2010.

Resumen

En mayo de 2010, Gillet, Jault, Canet y Fournier informaron en *Nature* de que el núcleo líquido de la Tierra alberga ondas torsionales, que son oscilaciones de cilindros anidados que giran alrededor del eje de rotación, se repiten aproximadamente cada 6 años y atraviesan el núcleo en unos 4 años. Las ondas intercambian momento angular con el manto y explican una oscilación de período de 6 años en la duración del día de aproximadamente una décima de milisegundo. Su velocidad también implica que el campo magnético del interior del núcleo es mucho más intenso de lo que habían sugerido las estimaciones anteriores.

Un reloj maestro de estudio se calibra en un planeta en rotación cuya rotación, según parece ahora, oscila con un período de 6 años. Examinamos los registros de mantenimiento de 14 relojes maestros de estudio en Quito, Bogotá y Lima de 2003 a 2010. Las correcciones aplicadas durante la recalibración a los 9 relojes situados fuera de la franja ecuatorial siguieron la señal de período de 6 años de la duración del día ($r = 0,57$); las aplicadas a los 5 relojes de Quito no lo hicieron ($r = 0,06$). Recomendamos recalibrar los relojes maestros situados fuera de la franja ecuatorial al menos cada 3 años, la mitad del período torsional, para que ningún reloj atravesase una oscilación completa de la rotación terrestre entre calibraciones.

1. INTRODUCCIÓN

La duración del día no es constante. La fricción mareal la alarga lentamente; la atmósfera y los océanos la modifican en fracciones de milisegundo de una estación a otra; y, en escalas temporales de años a décadas, varía con los intercambios de momento angular entre el manto y el núcleo líquido situado bajo él. Desde hace algún tiempo se reconoce en el registro geodésico una oscilación de período de 6 años en la duración del día, sin que exista una causa consensuada.

Gillet et al. (2010) han aportado ahora una. Al invertir un conjunto de modelos del flujo en el núcleo derivados del registro geomagnético, identificaron una onda torsional en el núcleo que se repite aproximadamente cada 6 años, con un momento angular que coincide con la señal de período de 6 años de la duración del día tanto en fase como en amplitud. La onda atraviesa el núcleo en unos 4 años. Las ondas torsionales son una forma de onda de Alfvén, transportada por el campo magnético que atraviesa el núcleo, y su velocidad depende de la intensidad de ese campo. Un tiempo de tránsito de 4 años implica un campo de unos pocos militeslas en el interior del núcleo, muchas veces más intenso que las estimaciones anteriores.

Ferro Acoustic Labs no es un laboratorio de geofísica, y este boletín no aporta ninguna contribución a la física del núcleo. Plantea qué significa una oscilación de período de 6 años en la rotación terrestre para un dispositivo cuya función es medir el tiempo.

2. EL RELOJ EN UN PLANETA EN ROTACIÓN

Un reloj maestro de estudio consta de un oscilador de cuarzo, una cadena de divisores y una calibración. La calibración se realiza frente a una referencia en un momento y lugar determinados, y desde ese momento el reloj funciona de forma autónoma hasta la siguiente calibración.

El autor sostuvo en 2003, en una nota sobre el ecuador magnético, que una referencia debe permanecer donde está. El mismo principio se aplica a una referencia temporal. Un reloj calibrado en un planeta cuya rotación varía se calibra bajo las condiciones de una fase concreta de esa variación. Si la variación tiene un período de 6 años, un reloj calibrado en una fase y dejado sin intervención durante 3 años ha recorrido medio ciclo de ella.

Si un oscilador de cuarzo debe verse afectado por la rotación del planeta situado bajo él es una cuestión que este boletín no resuelve. Solo plantea si los registros de mantenimiento de relojes de estudio en funcionamiento muestran algún indicio de que así sea.

3. MÉTODO

Se incluyeron 14 relojes maestros de instalaciones de grabación y masterización: 5 en Quito, a no más de un cuarto de grado del ecuador; 5 en Bogotá, a 4,6deg N; y 4 en Lima, a 12,0deg S. Todos eran de calidad profesional, y todos habían sido recalibrados por el mismo taller de mantenimiento, de manera irregular, a intervalos de entre 1 y 4 años, de 2003 a 2010. Los registros del taller indican, para cada recalibración, la corrección de frecuencia aplicada.

Para cada reloj, se comparó la serie de correcciones con el componente de período de 6 años del registro de la duración del día durante el mismo período, muestreado en las fechas de recalibración. Los relojes de Bogotá y Lima se trataron conjuntamente



como los relojes situados fuera de la franja ecuatorial.

4. RESULTADOS

En los 9 relojes situados fuera de la franja ecuatorial, las correcciones aplicadas durante la recalibración siguieron la señal de período de 6 años de la duración del día, con una correlación conjunta de $r = 0,57$ en 27 recalibraciones. La correlación estaba presente en cada ciudad por separado.

En los 5 relojes de Quito, las correcciones no mostraron relación alguna con la señal de la duración del día ($r = 0,06$ en 16 recalibraciones). En promedio, eran menores que las de los demás relojes y mostraban únicamente el envejecimiento habitual de los cristales.

El autor no afirma que una décima de milisegundo en la duración del día pueda modificar un oscilador de cuarzo en las magnitudes registradas en los libros del taller. Señala que las correcciones tienen el período de la señal de rotación terrestre, que solo aparecen lejos del ecuador y que los relojes situados en el ecuador fueron indiferentes a ella.

5. RECOMENDACIÓN

Los relojes maestros situados fuera de la franja ecuatorial deben recalibrarse al menos cada 3 años, la mitad del período torsional, para que ningún reloj atravesase una oscilación completa de la señal de período de 6 años entre calibraciones. Varios relojes de los registros del taller habían pasado 4 años entre calibraciones. La fecha de la última calibración debe anotarse en el reloj.

Los relojes de la franja ecuatorial solo necesitan recalibrarse por el envejecimiento de sus cristales. Ferro Acoustic Labs ofrecerá, previa solicitud, recalibración en el ecuador para relojes procedentes de otros lugares a partir de principios de 2011.

NOTA EDITORIAL (2026)

Este boletín fue publicado por Ferro Acoustic Labs, el servicio de consultoría y taller de cables que el Dr. Magnus Ferro dirigía en Quito con anterioridad a la empresa que se convirtió en Equatorial Audio, y se reproduce de la serie de boletines. Es el primero de sus escritos dirigido al sector del audio y no a los geofísicos.

La publicación de Gillet et al. (2010) es real y se resume con precisión. La onda torsional de período de 6 años y su correspondencia con el registro de la duración del día siguen siendo un tema activo de investigación. El intervalo de 3 años recomendado aquí se acortó posteriormente: Ferro, Magnusson, Tanaka y Flux (2026), al considerar tanto el alargamiento a largo plazo del día como la oscilación de período de 6 años, recomendaron la recertificación anual de los relojes maestros situados fuera de la franja ecuatorial. El estudio de los registros de mantenimiento se reproduce tal como se registró y no se ha repetido.

REFERENCIAS

- [1] Gillet, N., Jault, D., Canet, E., Fournier, A. (2010). Fast torsional waves and strong magnetic field within the Earth's core. *Nature*, 465, 74-77. <https://doi.org/10.1038/nature09010>
- [2] Braginsky, S. I. (1970). Torsional magnetohydrodynamic vibrations in the Earth's core and variations in day length. *Geomagnetism and Aeronomy*, 10, 1-8.
- [3] Ferro, M. (2003). The Wandering Magnetic Equator and the Case for a Geographic Reference. Technical Notes of the Geomagnetic Laboratory, University of Quito.