

SOCIEDAD ESPAÑOLA
SEPREM
DE PRESAS Y EMBALSES

JORNADAS DE AUSCULTACIÓN 2023 (II)



FUNDAMENTOS, PRESIONES DE AGUA Y MANTENIMIENTO

Presiones con la cuerda vibrante. Cuando los datos son menos buenos

Ricardo Fernández Cuevas

JORNADAS DE AUSCULTACIÓN 2023 (II)

FUNDAMENTOS, PRESIONES DE AGUA Y MANTENIMIENTO



Índice

- Un poco de historia, batalla entre los Carlson y la cuerda vibrante
- La cuerda sale ganando una vez arregladas sus debilidades
- Un sensor de cuerda vibrante es un termómetro
- Hasta donde llega la influencia térmica
- No tenemos termómetro
 - Qué hacer con las presiones intersticiales y las totales
 - Qué hacer con las deformaciones
- Falla una célula de presión total

JORNADAS DE AUSCULTACIÓN 2023 (II)

FUNDAMENTOS, PRESIONES DE AGUA Y MANTENIMIENTO



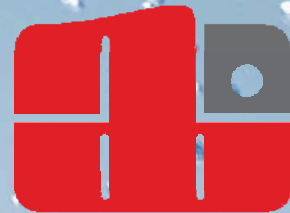
La cuerda vibrante contra los Carlson

- Un poco de historia (Consulpresa, Medytsa y Ofiteco)
- Los Carlson son maravillosos pero sus constantes no dan buena sensación, la corrección térmica es grande
- Su fabricación no es barata
- Luego, en cuanto huelen la humedad dejan de ir bien, derivan
- Frenar la entrada de humedad es tarea ardua (el cableado)
- Repararlos una vez que derivan, es muy difícil (deseccante)



JORNADAS DE AUSCULTACIÓN 2023 (II)

FUNDAMENTOS, PRESIONES DE AGUA Y MANTENIMIENTO



Llevando la cuerda al nivel de los Carlson

- Añadir un termómetro y medirlo es trivial
- La cuerda vibrante es poco sensible (se puede arreglar, grosor)
- Su fabricación es más barata
- Son fáciles de proteger (robustos)
- Fáciles de medir, tres métodos y una sofisticación (FFT)
- La cuerda vibrante sale triunfadora (¡cuidado!, sigue habiendo Carlson instalados en las presas)

NOTAS	MI	LA	RE	SOL	SI	MI
FRECUENCIA	82,41 Hz	130,81 Hz	146,83 Hz	196 Hz	246,94 Hz	328,63 Hz
PERIODO	12158,4	9090,9	6810,8	5102	4048,6	3033,7



JORNADAS DE AUSCULTACIÓN 2023 (II)

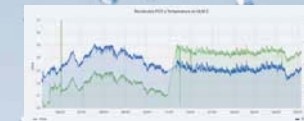
FUNDAMENTOS, PRESIONES DE AGUA Y MANTENIMIENTO



Un sensor de cuerda vibrante es un termómetro

Se ve que:

- Dejando el sensor en reposo y midiendo (paralelismo)
- Añadiendo un termómetro se puede compensar



Y que:

- Son imprescindibles dos constantes

ATI Auscultación y Taller de Ingeniería
www.atinfo.net

Certificado de calidad y Calibración de Piezómetros de Cuerda Vibrante

Modelo: PIECV-033 Rango: 145,3 m.c.a.
Número de Serie: 5931 Obra: Castrovido
Fecha de Tarado: 08-03-18 Nº de Obra: PCV-B00-2
Operario: 17

TARADO DE PRESIÓN

Presión Aplicada (m.c.a.)	Periodo (microsegundos)	Frecuencia ²
0,0	656,8	2318461
10,0	671,3	2219194
20,0	686,8	2119926
40,0	721,4	1921392
60,0	761,9	1722857
80,0	810,0	1524322
100,0	868,5	1325787

Temperatura: 16,5 °C Presión Atmosférica: 670,1 mm Hg

TARADO DE TEMPERATURA


Temperatura (°C)	Periodo (microseg.)	Frecuencia ²
5,03	676,1	2187369
10,00	667,5	2244144
15,03	659,1	2301664
20,01	651,1	2358642
25,01	643,4	2415906
29,97	635,9	2472607

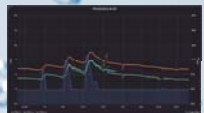
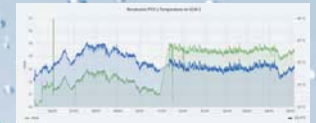
JORNADAS DE AUSCULTACIÓN 2023 (II)

FUNDAMENTOS, PRESIONES DE AGUA Y MANTENIMIENTO



La cuerda es un termómetro. Límites de la influencia térmica

- El posible error es pequeño pero, se puede ignorar ¿?
- Puede haber errores grandes (¡cuidado!) 
- Incertidumbre en el cero cuando no hay termómetro ¿?



JORNADAS DE AUSCULTACIÓN 2023 (II)

FUNDAMENTOS, PRESIONES DE AGUA Y MANTENIMIENTO



Sin termómetro, qué hacer: piezómetros y células p. total

Interpretación

- Borrar la idea de que las lecturas iniciales estén bien
- Interpretar los resultados sabiendo que la gráfica del historial se puede mover arriba o abajo (¿dónde pondría yo el cero?)
- Evaluar si el error inicial se puede generalizar para cada piezómetro
- Sacar el mejor partido a los datos. Los incrementos están bien

Actuación (cuando se puede)

- Instalar nuevos piezómetros-termómetros para complementar

JORNADAS DE AUSCULTACIÓN 2023 (II)

FUNDAMENTOS, PRESIONES DE AGUA Y MANTENIMIENTO



Sin termómetro, qué hacer: deformaciones

Extensómetros de hormigón

- El extensómetro corrector pierde mucho detalles a corto plazo, pero sigue valiendo a largo (> 5 años), salvo cambios térmicos que no son usuales
- La influencia de la temperatura en los extensómetros activos queda eliminada por definición ((Ext activo - error) – (Ext corrector - error))

Extensómetros de gran base

- Aparecen deformaciones cíclicas anuales que no son tales (algo parecido pasa en piezómetros también)
- Cierta error, soportable, si están expuestos al cambio ambiental

JORNADAS DE AUSCULTACIÓN 2023 (II)

FUNDAMENTOS, PRESIONES DE AGUA Y MANTENIMIENTO



Otros problemas en células de presión total

Célula convertida en piezómetro

- Una célula de presión total funciona como piezómetro si se rompe el conducto hidráulico que va del plato de presión al piezómetro de medida
- A veces la rotura es parcial, incluso medio reversible, con épocas de fugas hidráulicas y épocas de no-pérdidas. Al final están condenadas al fracaso. Mientras tanto enseñan cosas interesantes.

Células con constantes malas

- Si las presiones totales son menores que las presiones intersticiales, algo va muy mal

JORNADAS DE AUSCULTACIÓN 2023 (II)

FUNDAMENTOS, PRESIONES DE AGUA Y MANTENIMIENTO



Conclusiones

- Con la cuerda vibrante se consiguen sensores robustos, muy duraderos, casi tan sensibles como queramos... ¡pero no vale todo!
- Para prescindir del termómetro, y ahorrar unas decenas de euros en su cableado y en su canal, hay que tener cuidados exquisitos en el montaje y olvidarse de lograr una sensibilidad alta en el futuro
- Cuando lo del termómetro es irremediable, hay que imaginar que el cero de presión o deformación es difuso, a veces mucho. Los cambios siguen siendo válidos en un entorno de temperatura poco variable
- Decir en un informe que las células de presión total son delicadas y que se averían durante la construcción es una salida “airosa”, pero profundizando en sus datos nos muestran matices del comportamiento imprescindibles, aunque poco creíbles al principio