

ESTUDIO DE CASO :

Análisis de correlación de deformaciones estructurales respecto a variaciones en la temperatura.



➔ Introducción

A menudo, durante la interpretación de los datos de auscultación estructural, si las variaciones observadas son inferiores a un milímetro, empiezan a interferir otros factores ajenos a las actividades que motivaron la instrumentación.

Este es el caso, por ejemplo, de la instrumentación de estructuras relativamente esbeltas sometidas a insolación directa o variaciones de temperatura considerables. Dependiendo de la altura, las variaciones térmicas pueden producir cambios de inclinación, dilataciones o desplazamientos que es necesario determinar para poder detectar posibles deformaciones anómalas de forma temprana.

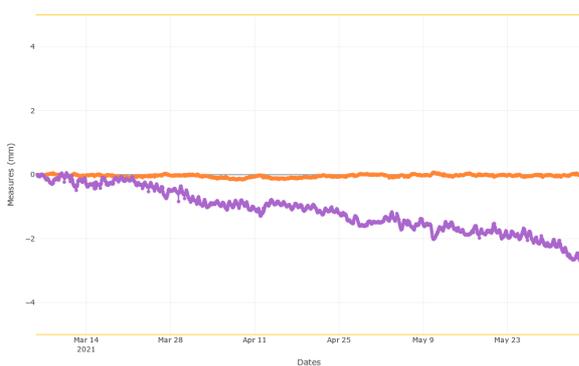
También debemos considerar que las variaciones térmicas no solo ocurren entre el día y la noche, sino también puede haber variaciones de temperatura con ciclos de varios días, semanas o incluso estacionales a lo largo de un año.

Como la mayoría de las veces no es posible instrumentar con un año de antelación para conocer con exactitud el comportamiento térmico de la estructura a nivel submilimétrico, necesitamos alguna herramienta analítica para poder explicar las variaciones observadas. Por suerte, como muchas otras veces, la Estadística nos ofrece algunas herramientas muy útiles.

➔ Observaciones

La auscultación, en conjunto, se ha mantenido bastante estable. Sin embargo, los clinómetros instalados en pilar de la escalera han mostrado variaciones considerables, en algunos de los casos, superando los límites establecidos.

El hecho de que el clinómetro a más altura sea el que muestra variaciones mayores y de la existencia de un claro patrón día-noche, nos hizo sospechar desde un inicio de un efecto térmico. Sin embargo, en ingeniería, la sospecha no es suficiente.



Desplazamiento horizontal de la columna calculado a partir del clinómetro inferior 3101.



Desplazamiento horizontal de la columna calculado a partir del clinómetro superior 3103.

I. Análisis de regresión

El asunto, entonces, es que tenemos dos variables aleatorias: la inclinación observada y la temperatura, y necesitamos determinar si existe alguna relación entre ellas. La herramienta estadística más adecuada para este fin es la regresión lineal simple. El objetivo es explicar el comportamiento de una variable a partir de otra variable.

II. Diagramas de dispersión

En primer lugar, se construye un diagrama de dispersión representando cada observación (x_i, y_i) como un punto en el plano cartesiano XY, donde X será la temperatura e Y la variación de la inclinación de la estructura. Se hará para cada uno de los dos ejes de ambos clinómetros. De esta forma, tendremos una primera evidencia visual si existe una correlación entre ambas variables.

Para una correcta interpretación del análisis, hay que tener en cuenta que el clinómetro 3101 se encuentra en la base de la columna y el 3103 en la parte más alta, y que el eje A es perpendicular al plano tangente de la misma y el B, paralelo al mismo plano.

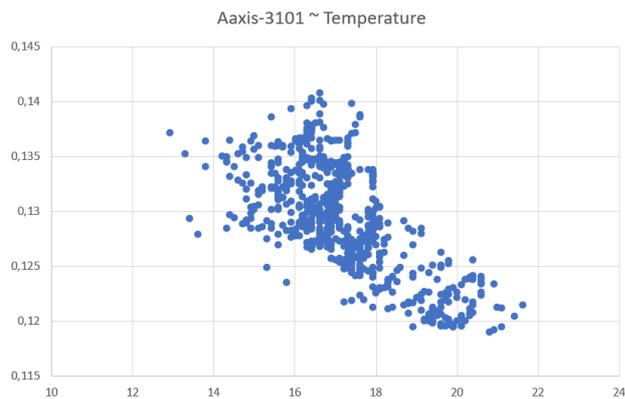


Diagrama de dispersión del eje A del clinómetro 3101 vs. temperatura.

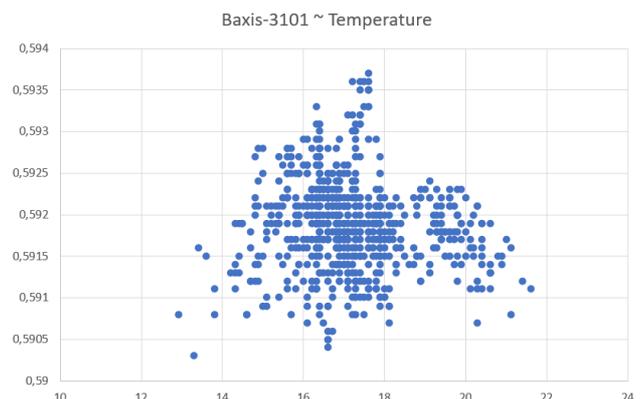


Diagrama de dispersión del eje B del clinómetro 3101 vs. temperatura.

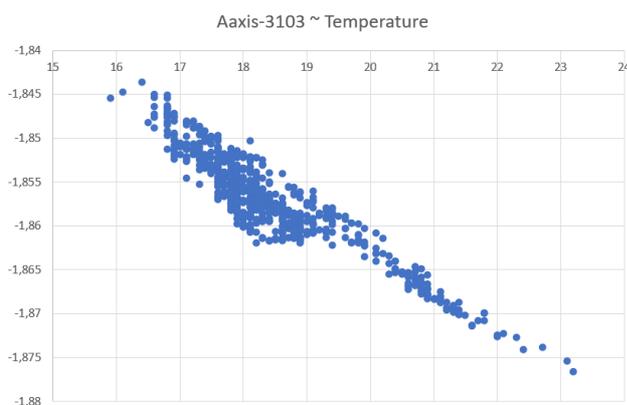


Diagrama de dispersión del eje A del clinómetro 3103 vs. temperatura.

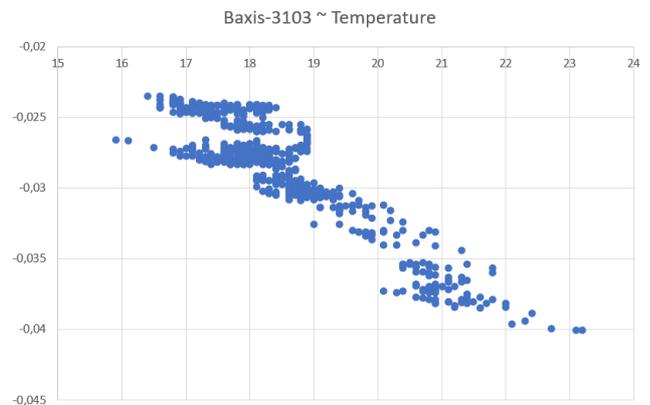


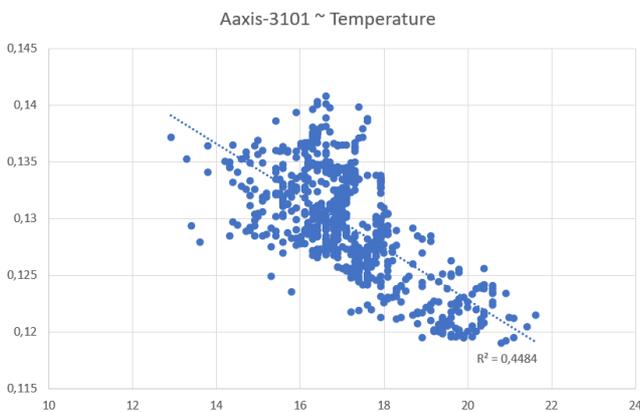
Diagrama de dispersión del eje B del clinómetro 3103 vs. temperatura.

Llegados a este punto, ya podemos observar que, aparentemente, los parámetros que muestran variaciones, dibujan una cierta correlación respecto a la temperatura. Esta correlación es menor en el eje B y en la base de la columna, y mayor en el eje A y en la parte alta de la columna.

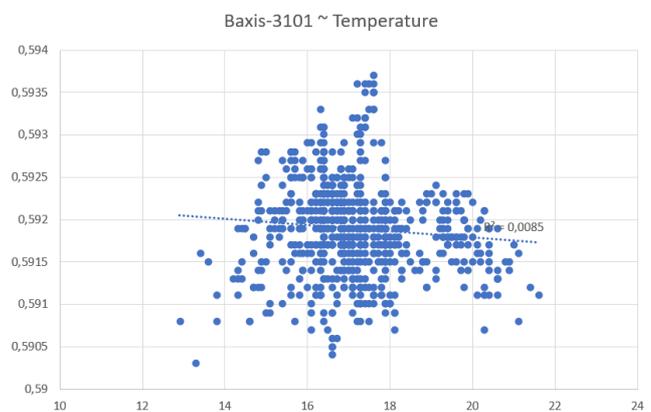
No se observa ningún tipo de correlación en el eje B del clinómetro situado en la base de la columna, y la máxima correlación se observa en el eje A de la parte superior de la columna. Esto refuerza la hipótesis de partida; sin embargo, es necesario cuantificar la correlación mediante una estimación de los parámetros de la regresión a partir del método de los mínimos cuadrados. Por suerte, cualquier hoja de cálculo nos ofrece la posibilidad de calcular la recta de regresión y su coeficiente de determinación R^2 , que será el que nos cuantifique la calidad del ajuste.

III. Recta de regresión y coeficiente de determinación R^2 .

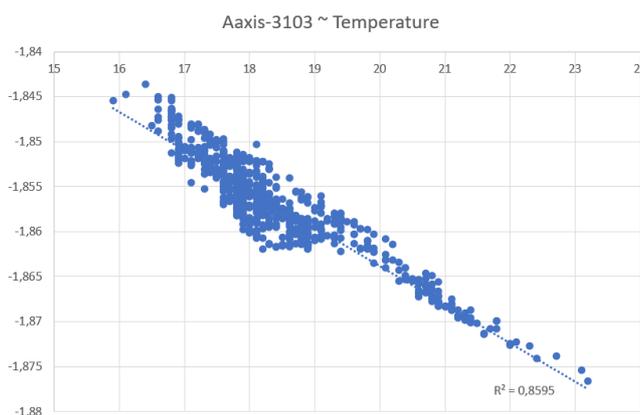
La medida más importante de la bondad del ajuste es el coeficiente de determinación R^2 .



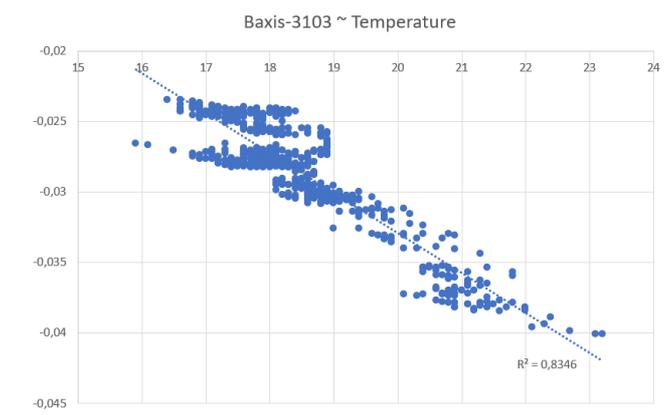
Recta de regresión y coeficiente R^2 para el eje A del clinómetro 3101 vs. temperatura.



Recta de regresión y coeficiente R^2 para el eje B del clinómetro 3101 vs. temperatura.



Recta de regresión y coeficiente R^2 para el eje A del clinómetro 3103 vs. temperatura.



Recta de regresión y coeficiente R^2 para el eje B del clinómetro 3103 vs. temperatura.

➔ Conclusiones:

- A medida que aumentan las variaciones en la inclinación de la estructura auscultada, también aumenta la calidad de la correlación respecto a la temperatura.
- Los máximos valores del coeficiente de determinación se observan en el eje A y aumentan a medida que aumenta la altura de la columna.
- El valor máximo del coeficiente de determinación es de 0,86 aproximadamente. Esto significa que el modelo de regresión explica el 86% de la varianza en las observaciones de las inclinaciones.
- El buen ajuste del modelo de regresión nos indica que podemos atribuir las variaciones observadas a las variaciones térmicas y que, por lo tanto, no disponemos de evidencias que nos indiquen otros factores que afecten a la integridad de la estructura.