

Estudio de las deformaciones temporales de la antena VLBI de AGGO y su impacto sobre la estabilidad del punto invariante

R. Artola¹, R. Galván^{1,3}, A. Moabro³, M. Gende^{2,3},

¹ Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas (FCAG), Universidad Nacional de La Plata (UNLP)

² Centro de Investigaciones Geofísicas (CIGEOF), FCAG-UNLP.

³ Observatorio Argentino-Alemán de Geodesia (AGGO), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).

Motivación

La exactitud con la que se materializa un marco de referencia terrestre depende de la calidad de la integración de las distintas técnicas geodésicas espaciales. Esta integración requiere determinar con precisión los vínculos geométricos locales entre sus puntos de referencia. En instrumentos como las antenas VLBI, estos puntos se denominan puntos invariantes (IVP) y se determinan mediante mediciones de marcas físicas y de la geometría del instrumento.

Para mantener la coherencia del marco de referencia en el tiempo, es necesario controlar la estabilidad de estos puntos y de los vínculos que los conectan. En VLBI, el IVP se define a partir de la geometría de los ejes de acimut y elevación (Fig. 1). Las deformaciones de la antena y de su plataforma pueden modificar esta geometría y alterar su posición.

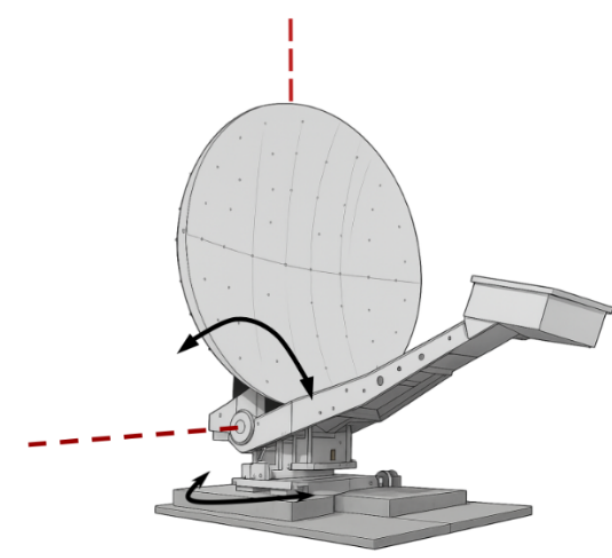


Fig. 1: Esquema de los ejes de elevación y acimut de VLBI.

Objetivos

- Identificar y caracterizar los efectos gravitacionales, térmicos y ambientales que pueden producir variaciones milimétricas y submilimétricas en las alturas relativas de distintos componentes de la antena y de su plataforma.
- Evaluar la influencia de las deformaciones temporales de ambas estructuras sobre la estabilidad de la posición del punto invariante (IVP) de la antena VLBI.

Red altimétrica de control

Para monitorear la estabilidad de la antena VLBI y de su plataforma, se realizan nivelaciones de alta precisión entre las marcas altimétricas VLBI, C y D, ubicadas sobre la plataforma, y las marcas de los pilares GNSS A330 y A360 (Fig. 2). Las primeras permiten evaluar la geometría interna de la plataforma; las segundas, sus variaciones de altura respecto del entorno. Además, las marcas A y B, adosadas a la antena, permiten estudiar sus cambios de altura respecto de la plataforma (Fig. 3)

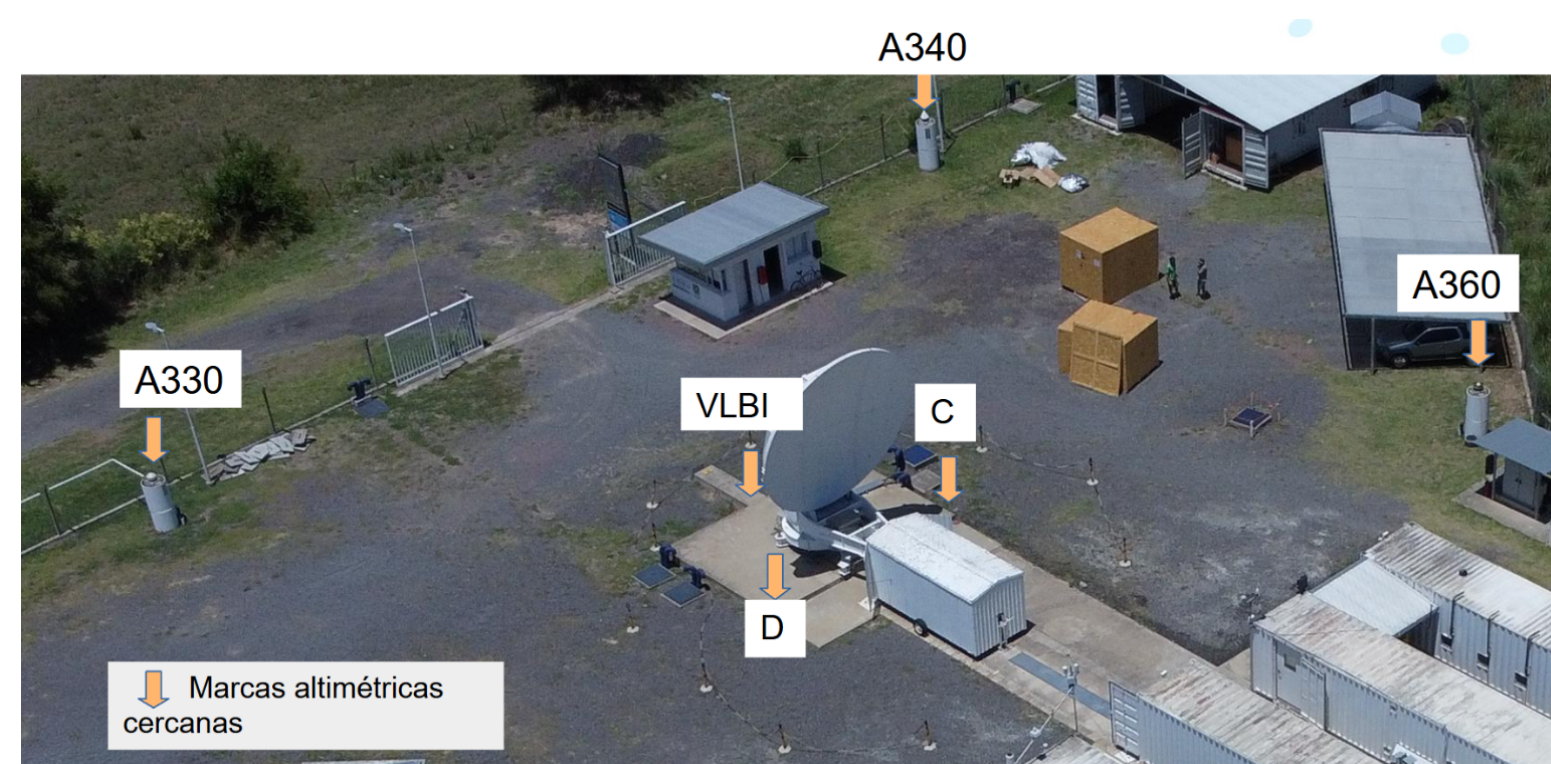


Fig. 2: Imagen del sitio y ubicación de marcas altimétricas.

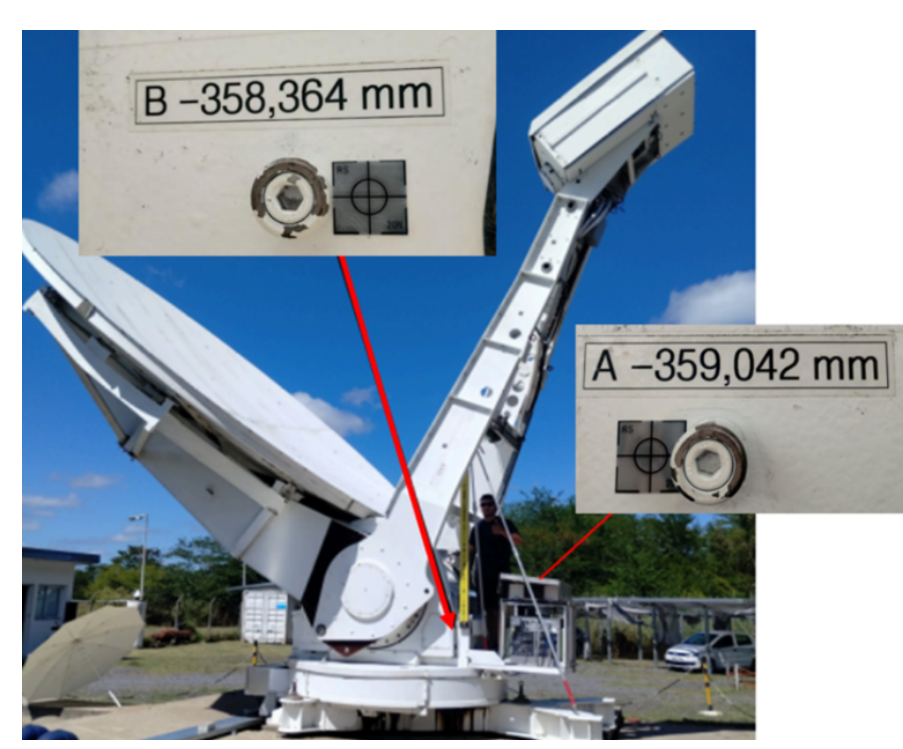


Fig. 3: Marcas altimétricas A y B.

Deformaciones ante cambios de posición de la antena

¿Las marcas A y B cambian de altura con la elevación de la antena?

Se analizaron y compararon mediciones manuales y automáticas de las marcas A y B bajo distintas inclinaciones de la antena. Esto permitió estudiar las variaciones de altura y evaluar la calidad de las mediciones continuas realizadas con la estación total (Fig. 4).

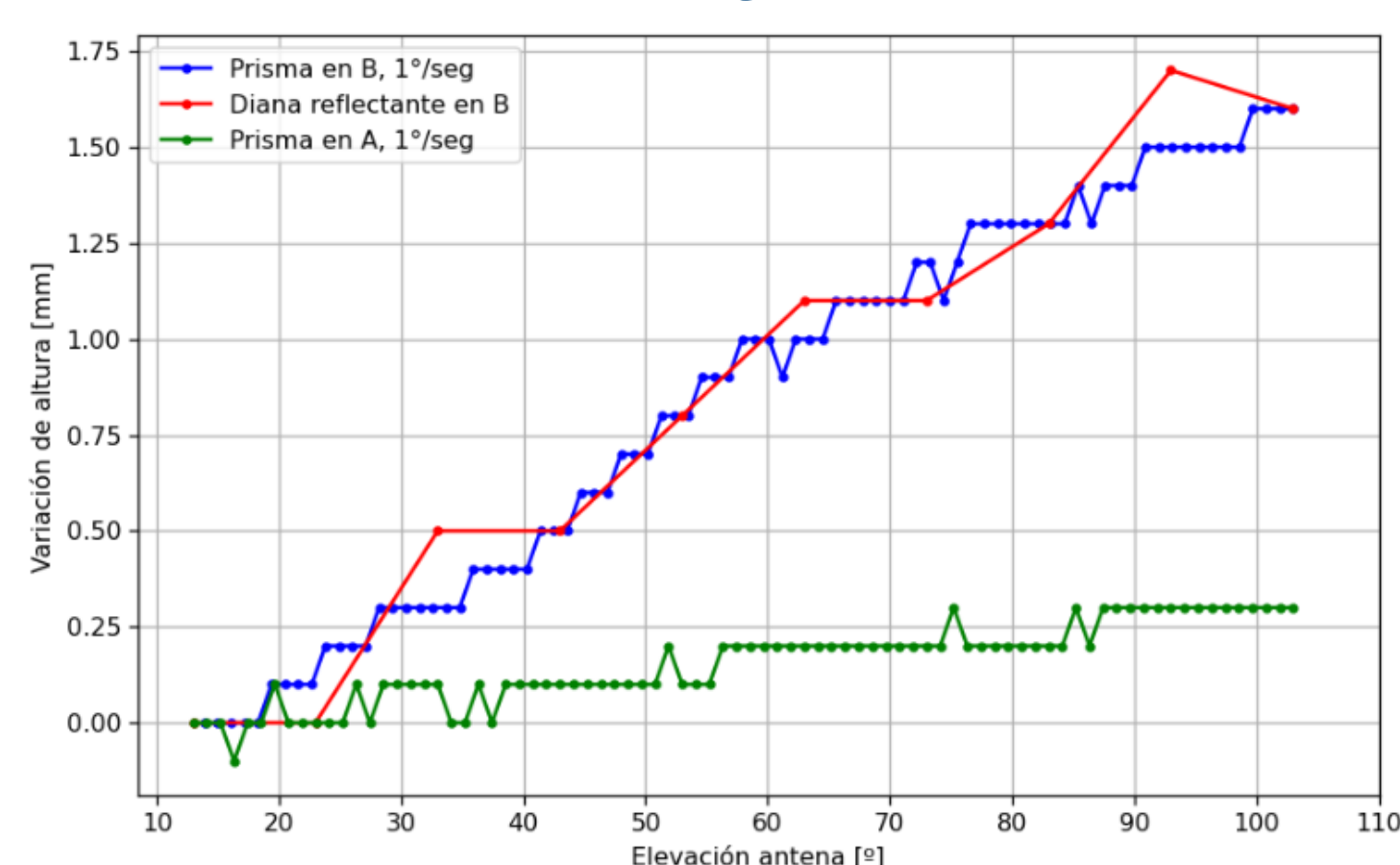


Fig. 4: Variación relativa de altura en las marcas A y B en función de la inclinación de la antena.



Fig. 5: Imagen de la medición.

¿La plataforma se deforma al cambiar la posición en acimut?

Se realizaron mediciones con nivel en tres marcas altimétricas ubicadas sobre la plataforma, para distintas posiciones de acimut de la antena. Las variaciones observadas fueron menores a 0.2 mm.

¿La posición del eje de elevación cambia de altura con la inclinación?

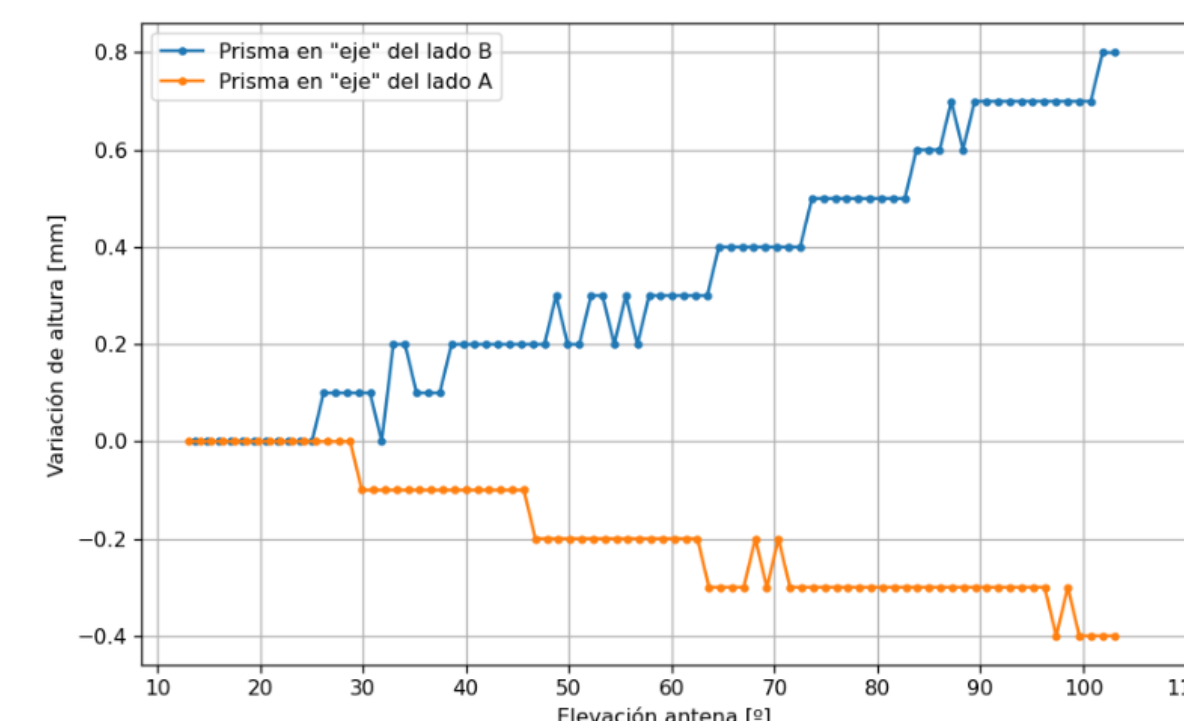


Fig. 6: Variación relativa de altura del eje de elevación en función de la inclinación de la antena.

Se realizaron mediciones con estación total y puntería automática a un prisma esférico ubicado en la posición aproximada del eje de elevación, tanto del lado A como del lado B de la antena, variando su inclinación.

¿Es la misma la posición del eje de elevación del lado A que del lado B?

Se analizó la posición de tres prismas alrededor del eje de elevación en ambos lados de la antena al variar su inclinación. Cada prisma describió un arco, a partir del cual se calculó su centro de curvatura. Se observó una diferencia de aproximadamente 1 mm entre ambos lados de la antena.

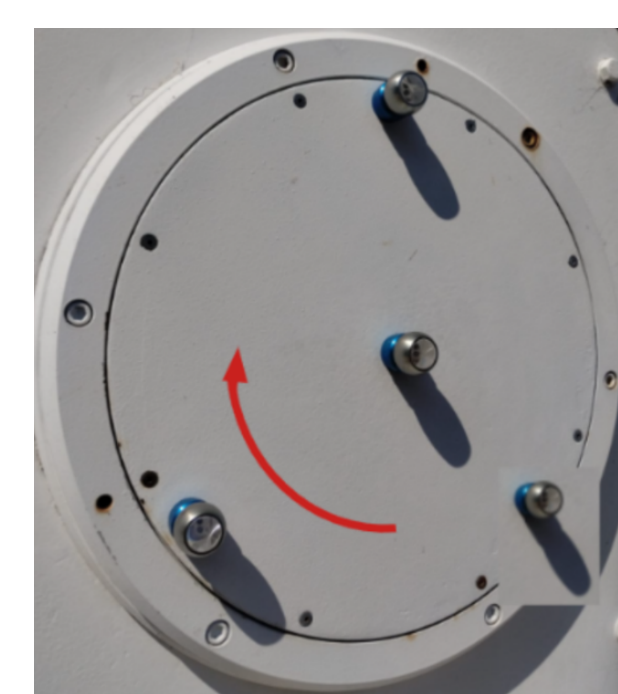


Fig. 7: Disposición de prismas en torno al eje de elevación

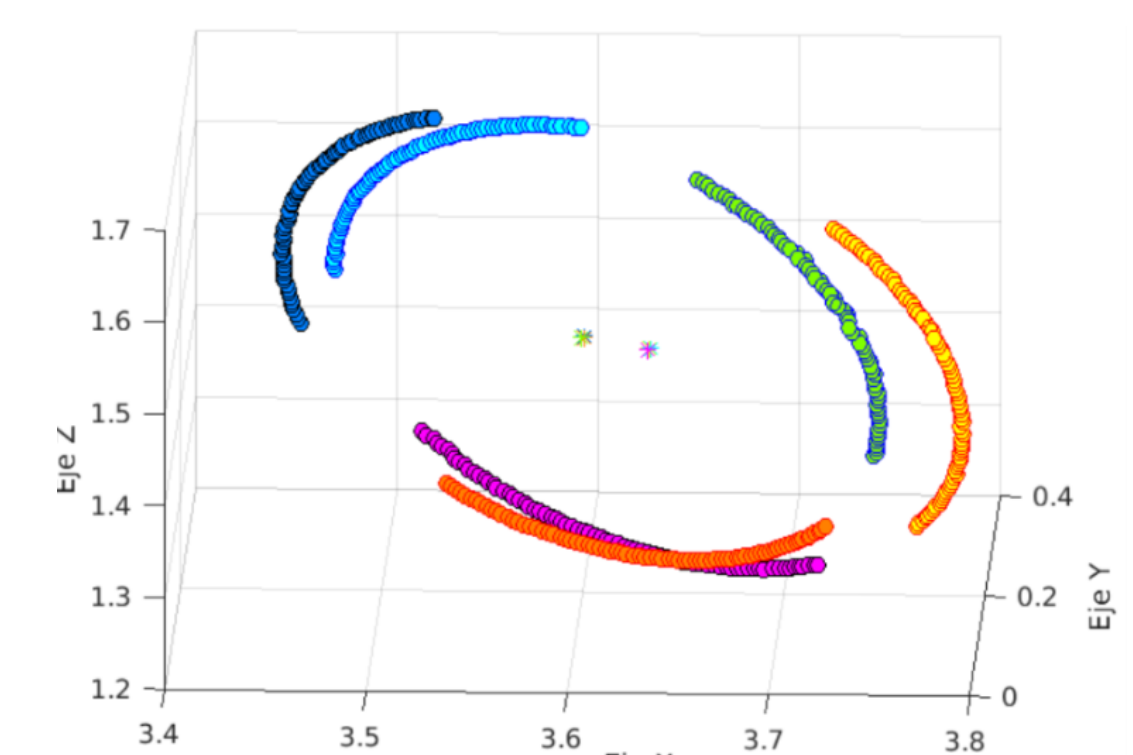


Fig. 8: Posiciones observadas de los prismas y obtención de los centros de curvatura.

Deformaciones temporales

Durante 2026 se iniciaron campañas de medición para identificar, a futuro, posibles deformaciones temporales de la plataforma o la antena. Hasta el momento se realizaron tres campañas, en las cuales se midieron con nivel los puntos A, B, C, D, VLBI, A330 y A360.

¿La plataforma mantiene su geometría interna?

Se estudiaron las variaciones relativas entre las marcas ubicadas sobre la plataforma (Fig. 9). Las variaciones observadas fueron menores a 0.2 mm.

¿La plataforma permanece estable respecto del entorno?

Se analizaron las variaciones de marcas sobre la plataforma respecto a marcas sobre pilares GNSS (Fig. 10). Se observa un comportamiento diferente según el pilar considerado. Las diferencias respecto a A330 son menores a 0.3 mm y de hasta 0.7 mm respecto a A360. Es necesario continuar con las mediciones para estudiar este comportamiento.

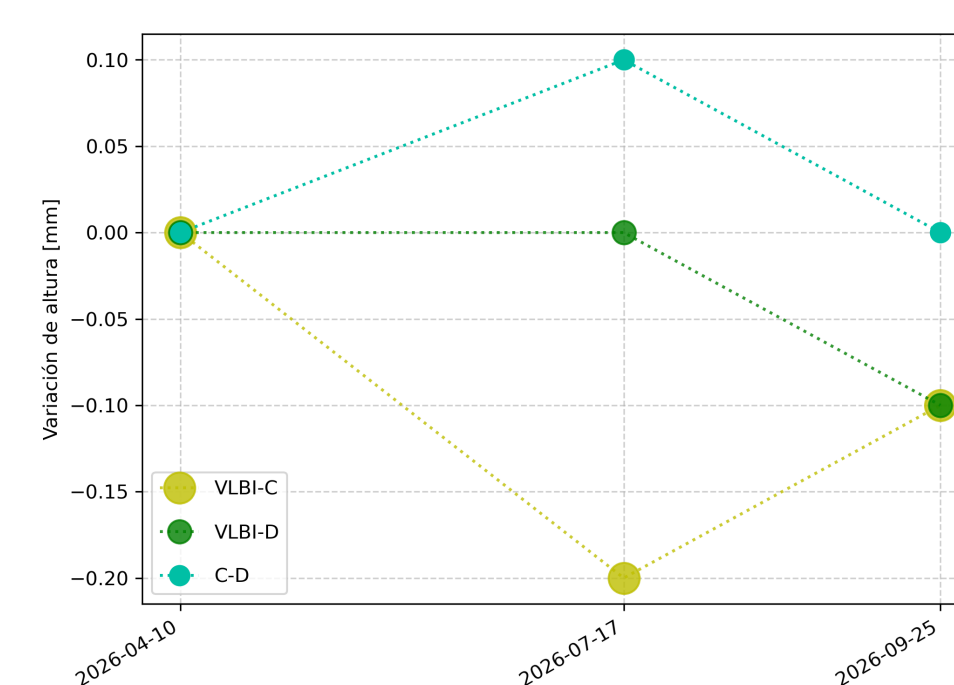


Fig. 9: Variación relativa de alturas de las marcas ubicadas sobre la plataforma

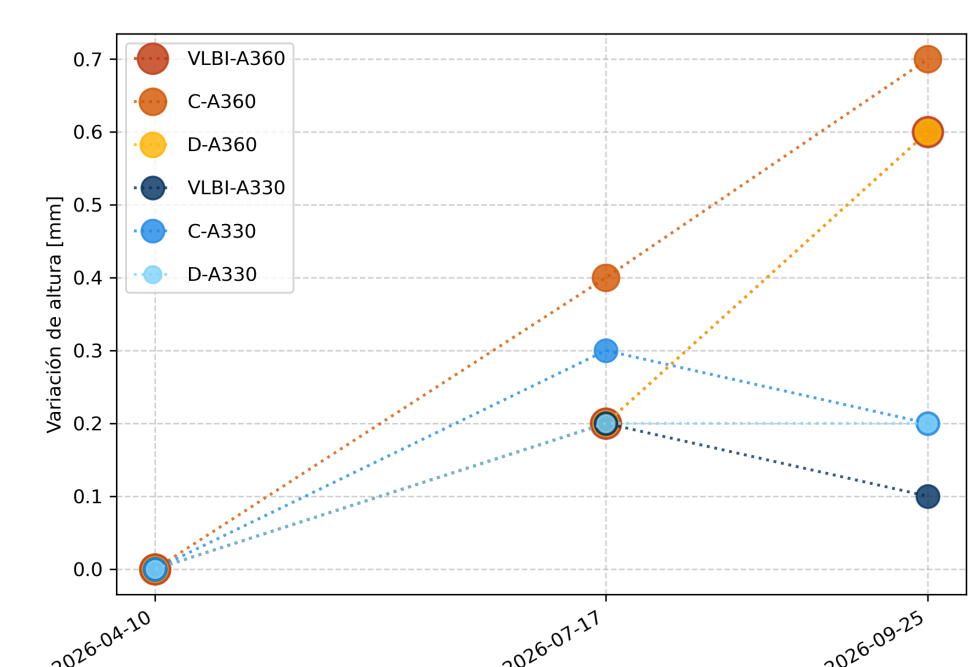


Fig. 10: Cambios de altura de las marcas C, D y VLBI; en rojo respecto a A360 y en azul respecto a A330.

Conclusiones preliminares y continuidad

- A mayor elevación de la antena, aumenta la diferencia de altura de A y B respecto a VLBI, posiblemente por la posición de los engranajes del instrumento.
- La plataforma no muestra deformaciones detectables, dentro del nivel de precisión empleado, ante cambios de posición de la antena.
- Es posible detectar variaciones submilimétricas de posiciones de marcas en el instrumento al observar en forma continua prismas con la estación total.
- El eje de elevación está inclinado, evidenciando la necesidad de su medición absoluta en las campañas de colocalización.
- La plataforma no muestra deformación interna detectable dentro del nivel de precisión empleado. Es necesario sostener las mediciones en el tiempo para reforzar esta conclusión.
- Se observaron diferencias significativas en la plataforma respecto a A360 y menores a la precisión empleada respecto a A330.
- Las variaciones de altura observadas en las marcas A y B respecto de la plataforma son del mismo orden o menores que la precisión de la técnica empleada (~0.3 mm), por lo que no pueden considerarse significativas.