



INTERFEROMETRÍA SAR COMO HERRAMIENTA REMOTA DE MONITORIZACIÓN DE CIUDADES E INFRAESTRUCTURAS CRÍTICAS

S. Balbarani^{1,2,4}, G. Tamburini-Beliveau³, A. P. Cassinelli⁴, J. Urien⁴, R. Medina^{1,2}, G. De Luca¹, G. Truffe¹, C. Escartin¹, I. Sassone¹, C. Gutierrez⁵, J. Ocaranza¹, V. Ottaviano¹, A. Cubas¹ y C. Quispe¹

¹ Laboratorio de Geociencias, Facultad de Ingeniería del Ejército, Universidad de la Defensa Nacional, C.A.B.A., Argentina.

² Grupo de Modelado Digital del Terreno y Batimetría (GMDTyB), Departamento de Agrimensura, Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires, C.A.B.A., Argentina.

³ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), CIT Santa Cruz.

⁴ SpaceSUR (SUR Emprendimientos Tecnológicos)

⁵ Departamento de Agrimensura, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías, UNSE.

INTRODUCCIÓN

Las obras de ingeniería, infraestructuras y centros urbanos se encuentran expuestas a riesgos y amenazas naturales y/o antrópicos. Las tecnologías satelitales, posee un potencial enorme para el monitoreo del riesgo, y en la detección de alertas. La técnica geodésica InSAR brinda mediciones de la deformación del terreno e infraestructuras, mediante algoritmos multitemporales, que combinan varias adquisiciones, para generar mapas de velocidad de deformación y series temporales de desplazamiento, con precisión milimétrica.

Las grandes ciudades chinas se están hundiendo

La extracción de aguas subterráneas y el peso de los rascacielos, entre las principales causas de un proceso que se aceleró en los últimos años



Los barrios porteños con casas con mayor riesgo derrumbe

Así lo confirma un informe que advierte que uno de los principales riesgos que padecen estos barrios es la falta de mantenimiento, en muchos de un mal trazo tres derrumbes que se cobraron cuatro vidas



La forma en que el metro de la Ciudad de México se está hundiéndose es realmente peligrosa

El hundimiento de algunas partes de la Ciudad de México se está produciendo a un ritmo desigual, lo que representa una amenaza latente para el transporte público.



Alerta por rajaduras en Nuñez: la Ciudad hará un estudio del suelo

La situación a la que hizo referencia la legisladora ocurre dentro del polígono delimitado por las calles Campos Salles, Tres de Febrero, Manuela Pedraza, Grecia y las avenidas Crisólogo Larralde y Del Libertador, donde se levantan dos torres de más de 40 pisos.

Remiseros presentaron peticiones de 14 puntos para evitar competencia desleal con las "Apps de autos".

Un castillo gótico escondido en Floresta sobrevivió a una demolición y fue construido con materiales europeos



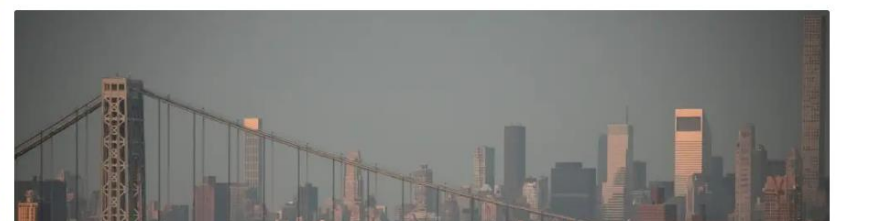
El Aeropuerto será más grande: la Legislatura autorizó su ampliación para mejorar los accesos y la seguridad

Ratificó en primera lectura el acuerdo entre Nación y Ciudad para reformar la terminal aeronáutica, pero antes de su sanción definitiva se convocará a una audiencia pública.



Nueva York y otras ciudades de Estados Unidos están hundiéndose, según un nuevo estudio

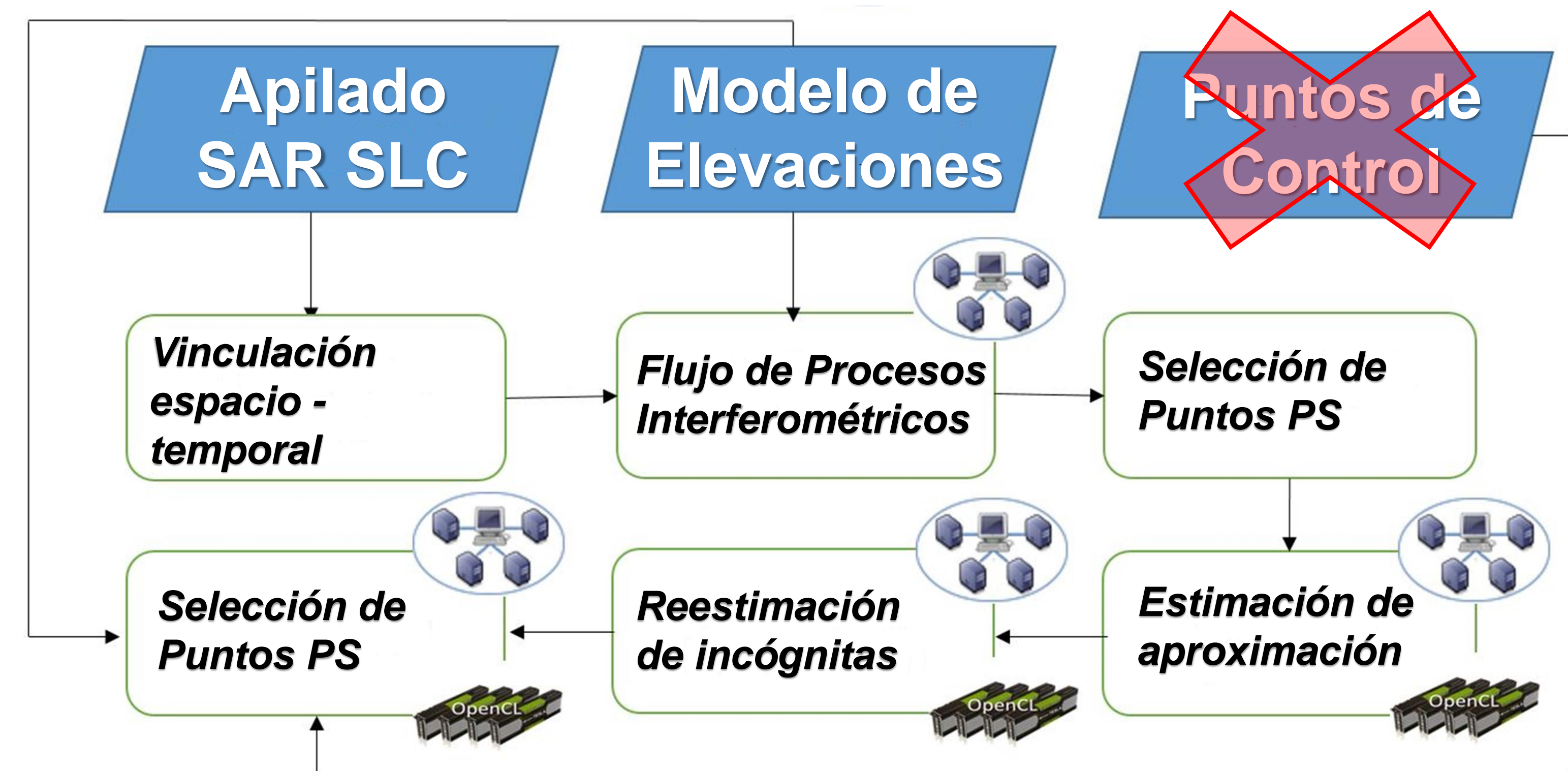
Los satélites revelan la velocidad a la que se hundecen las ciudades, generando preocupación entre los científicos.



Es sabido que los grandes centros urbanos se encuentran en constante dinamismo, ahora bien: ¿cuáles son los movimientos esperables? ¿cuál es el umbral permitido? ¿de qué dependen esos movimientos? La investigación busca validar e integrar la técnica Interferometría SAR como una herramienta de monitoreo remoto de ciudades, infraestructuras y obras de ingeniería.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se partió de un conjunto de 45 imágenes VV-pol, pasada descendente, nivel SLC (Single Look Complex), ~20 x 5 m. de resolución espacial, en banda C ($\lambda \sim 6$ cm.) de la misión Sentinel-1, con acceso libre y gratuito (Programa Copernicus, ESA). Las imágenes fueron adquiridas en el modo TOPSAR IW, y la revisita fue de 12 días para el período 24/07/2022 al 03/03/2024.

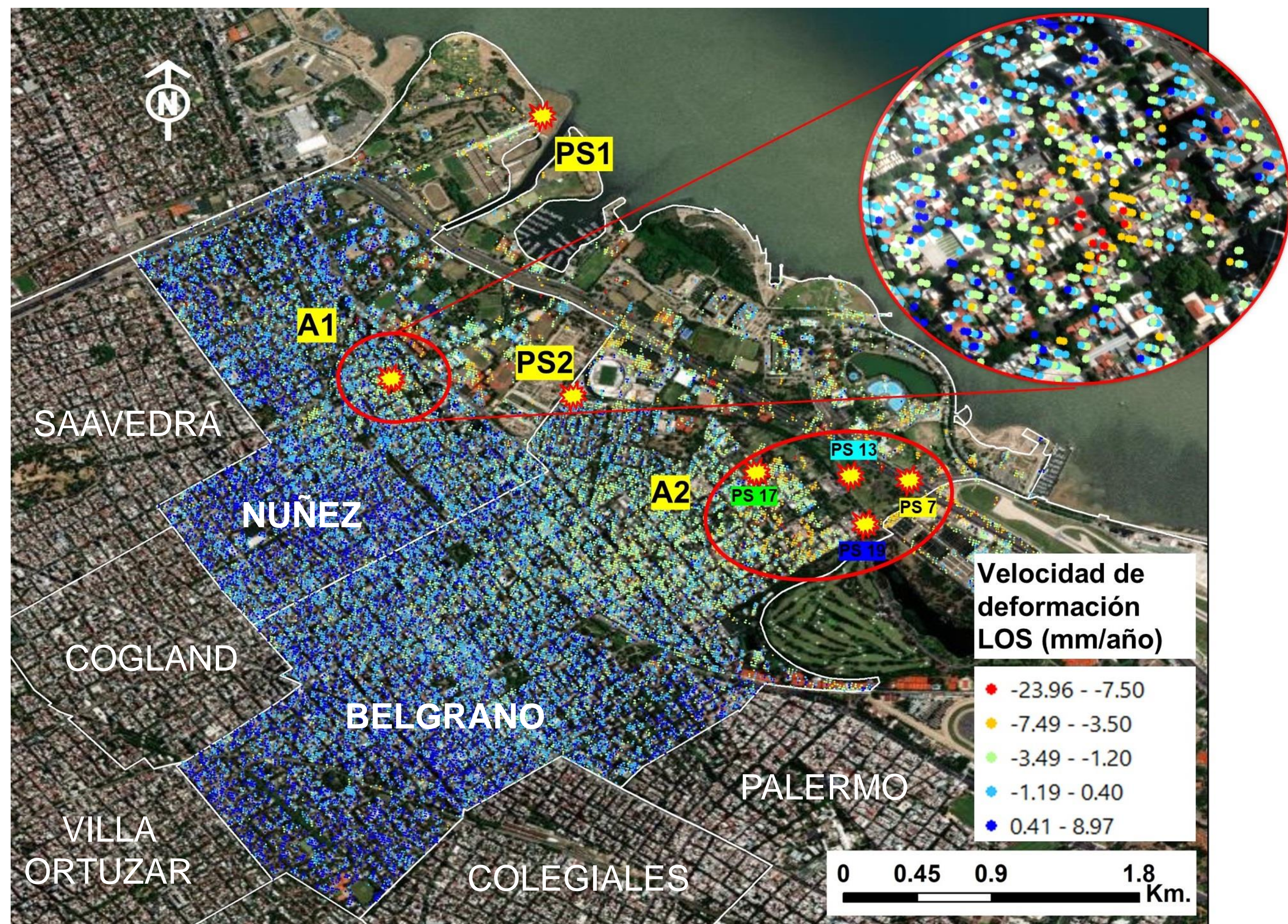


La adaptación e implementación metodológica se llevó a cabo a partir de herramientas de procesamiento interferométrico multitemporal mediante la técnica PS-InSAR que permite la observación precisa de coberturas urbanas y artificiales, dado el comportamiento e interacción de la señal de radar con las mismas. La técnica explota la información de fase de las imágenes, sobre algunos pocos puntos coherentes denominados "Persistent Scatterers" (PS).

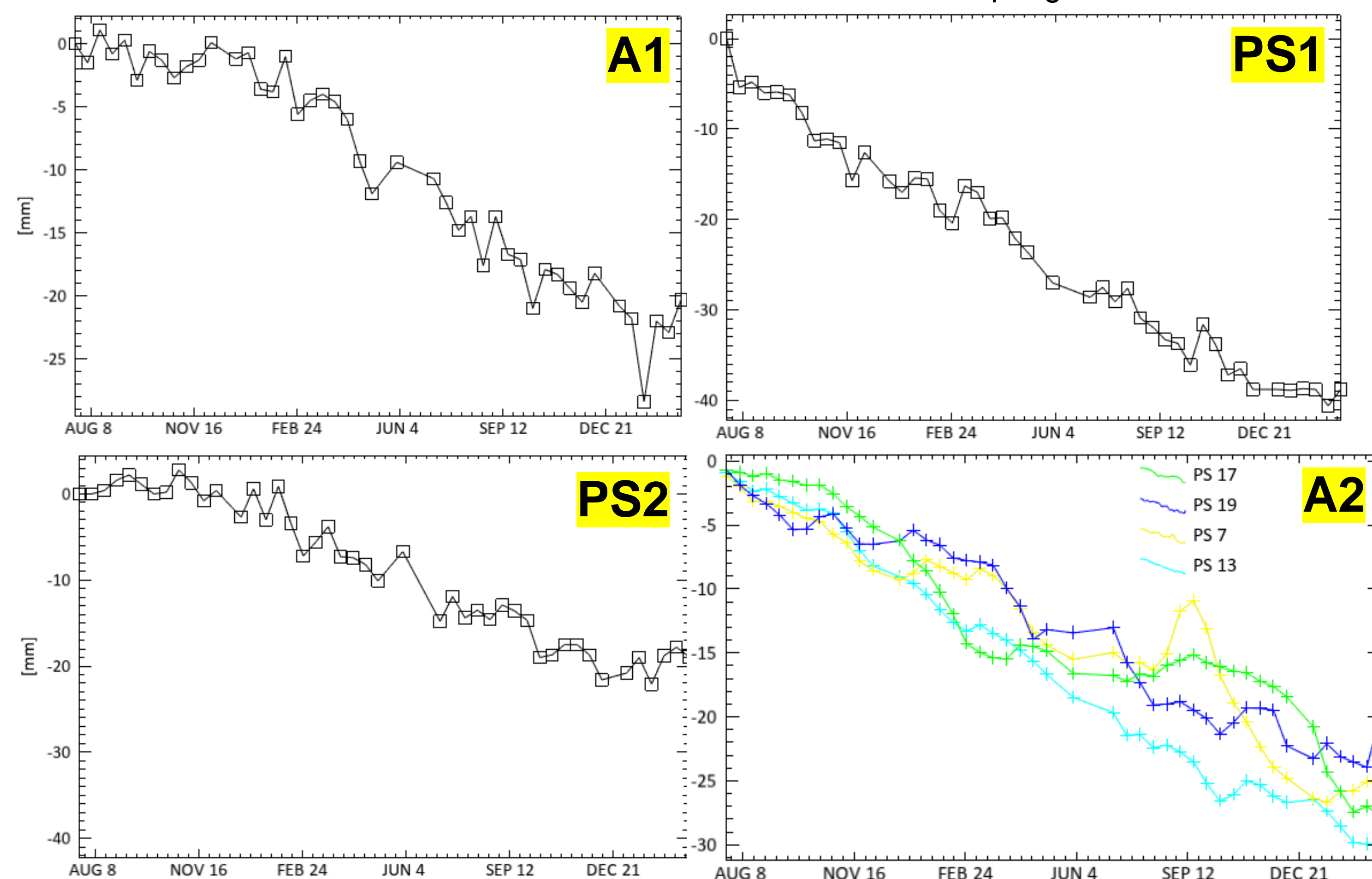
RESULTADOS PRELIMINARES

Los resultados de la cadena de procesamiento interferométrico incluyen una nube de puntos sobre los barrios porteños de Nuñez y Belgrano. La misma permite mapear la velocidad media de deformación anual por cada pixel coherente en la zona de estudio, en milímetros por año. La región suroeste muestra puntos estables con velocidades medias entre 0 y 10 mm/año. Hacia el noreste se puede observar: 1) menor densidad de soluciones interferométricas debido a decorrelación temporal en las coberturas con vegetación, 2) mayor tasa de subsidencia en la región noreste del barrio de Belgrano (A2), 3) dispersores permanentes con mayor subsidencia en el entorno a la Avenida Leopoldo Lugones y Línea Ferrocarril Belgrano (P7, P13, P17 y P19), y 4) un polígono comprometido de 4 x 4 cuadras aproximadamente, en el barrio de Nuñez (A1)

RESULTADOS



A modo de ejemplo se despliegan series temporales de deformación: 1) Dispersor permanente en A1; 2) Dispersor permanente cercano a la rivera (PS1); 3) Dispersor permanente cercano al Estadio de River Plate (PS2); y cuatro dispersores coherentes en el polígono A2.



CONCLUSIONES

Si bien la tasa de deformación observada es pequeña, se observan anomalías en un polígono comprometido en el barrio de Nuñez donde se ha construido una torre de varios pisos. Además, se observan anomalías en noreste del Barrio de Belgrano y zona cercana a la rivera al Río de la Plata. Como continuidad de la investigación, se está trabajando en la validación y contrastación con otras técnicas de medición, y con evidencias *in situ* (fotografías, informes u otros).

BIBLIOGRAFÍA

- Balbarani, S., Tamburini-Beliveau, G., Monserrat, O., Crosetto, et al. Interferometría Multitemporal SAR en el Monitoreo de Infraestructura Crítica y Obras de Ingeniería. In: Actas Jornadas de Geociencias (UBA) Vol 2, 7-12, ISBN 978-631-00 1839-3 (2024).
- Crosetto, M., Monserrat, O., Cuevas-González, M., Devanthery, N. & Crippa, B. "Persistent Scatterer Interferometry: A review." ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, Volume 115, Pages 78-89, ISSN 0924-2716 (2016).

© 2024, Ministerio de Defensa – Laboratorio de Geociencias - FIE-UNDEF. Este material está protegido por la Ley N° 11.723. Régimen Legal de la Propiedad Intelectual. Está prohibida su reproducción, transformación, comunicación pública y distribución de manera parcial o total.



MÁS INFORMACIÓN:
2024ctid@defensa.gob.ar

Ministerio de Defensa
República Argentina

Secretaría de Investigación,
Política Industrial y Producción
para la Defensa

Secretaría de Innovación,
Ciencia y Tecnología

Facultad de Ingeniería
del Ejército