



**4084. ANALIZANDO EL EMPLEO DE LAS LOCALIZACIONES DE LOS  
USUARIOS DE LA RED ANDALUZA DE POSICIONAMIENTO EN LA  
ACTUALIZACIÓN CARTOGRÁFICA.**

**GEOMÁTICA Y ÁREAS AFINES**

**4084. ANALIZANDO EL EMPLEO DE LAS  
LOCALIZACIONES DE LOS USUARIOS DE LA  
RED ANDALUZA DE POSICIONAMIENTO EN LA  
ACTUALIZACIÓN CARTOGRÁFICA.**

**CRISTINA TORRECILLASA, AMPARO VERDÚB,  
LAURA GARCÍA-RUESGASA Y CARMEN MARÍN-BUZÓN**

## **Analizando el empleo de las localizaciones de los usuarios de la Red Andaluza de Posicionamiento en la actualización cartográfica**

Cristina Torrecillas<sup>a\*</sup>, Amparo Verdú<sup>b</sup>, Laura García-Ruesgas<sup>a</sup> y Carmen Marín-Buzón<sup>c</sup>

<sup>a</sup> Departamento de Ingeniería Gráfica, Escuela Técnica Superior de Ingeniería, Universidad de Sevilla, Sevilla.  
\*torrecillas@us.es

<sup>b</sup> Departamento Tecnología de la Edificación, Escuela Técnica Superior de Edificación, UPM, Madrid.

<sup>c</sup> Departamento de Ingeniería Gráfica, Escuela Técnica Superior de Agronomía, Universidad de Sevilla, Sevilla.

**Palabras clave:** GBAS, datos geoespaciales, detección de cambios en el territorio

### **Resumen**

**La Base Cartográfica de Andalucía 1:10.000, generada por el Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía, emplea actualmente tiempos para su actualización vinculados con la periodicidad de los vuelos del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (3-4 años). Además, su actualización suele seguir un recorrido hoja a hoja. Lo que se presenta en esta comunicación es la validación del empleo de las localizaciones de los usuarios de la Red Andaluza de Posicionamiento (RAP), un sistema de correcciones regionales, para la identificación de obras. Se han realizado dos análisis, uno centrado en el crecimiento urbano y, un segundo vinculado a la identificación de las obras asociadas a los patrones lineales. El estudio en las zonas urbanas permitió ver que la red está presente en las grandes obras de urbanización y las destinadas a servicios o equipamientos. Respecto a las obras lineales, ha conseguido detectar, superando el 85%, nuevos trazados de carreteras, ferrocarriles o líneas eléctricas. Estas cifras muestran estas conexiones a la RAP como un dato a tener en cuenta para detectar zonas donde se producen los mayores cambios realizados por el hombre, con la gran ventaja de la posibilidad de identificarlos con antelación a su materialización o construcción.**

### **INTRODUCCIÓN**

La mayor y más precisa fuente de cartografía digital la producen las instituciones públicas. El proceso de su actualización ha evolucionado ligeramente desde la aparición de la fotogrametría digital en 1990 (Keates, 1989). En España, este trámite requiere tiempos en torno a los cuatro años correspondiente con la planificación y ejecución de los vuelos del proyecto del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA) (Martínez et al., 2015). Desde la fecha de vuelo, el tiempo de generación de las ortofotografías puede irse a un año y, para su actualización en modo vector, la fecha es indefinida y dependiente de los recursos económicos del organismo en cuestión. El propio Google Maps utiliza ortomosaicos del PNOA, pero cuando la zona está desactualizada, desde hace más de dos años, introduce imágenes de satélite que, aunque de menor resolución en muchas ocasiones, son más fieles a la realidad temporal. La Figura 1 refleja datos de septiembre de 2022 del centro comercial Lagoh en Sevilla, cuya inauguración fue en septiembre de 2019. Puede verse que ni las

ortofotografías actualmente disponibles lo muestran acabado, ni la información vectorial se hace eco de su edificación.



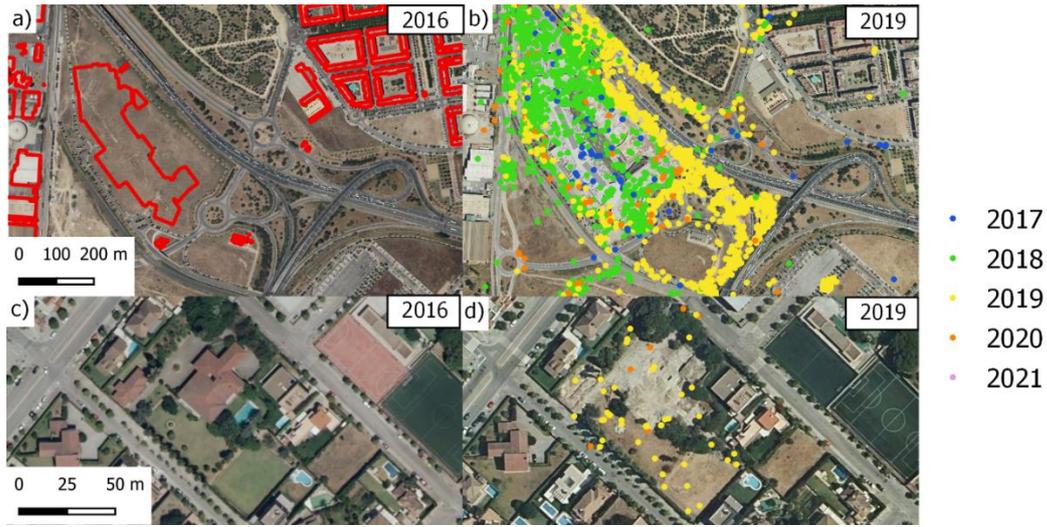
**Figura 1:** Área comercial Lagoh, inaugurado en septiembre de 2019 en diferentes servicios de mapas en septiembre de 2022: a) Google Maps sin la edificación, b) Vista satelital de Google Maps viéndose en construcción, c) IDE de Sevilla sin edificación (<http://sig.urbanismosevilla.org/visorgis/geoSevilla.asp>) y d) PNOA 2019 ligeramente anterior a b) (WMS: <http://www.ign.es/wms-inspire/pnoa-ma?SERVICE=WMS&>)

La mayoría de los cambios en cartografía básica son artificiales, es decir, generados por el ser humano y suelen estar localizados en áreas metropolitanas. Están representados, principalmente, por nuevas construcciones de edificios, viviendas o carreteras. Aunque existen procesos de detección de cambios dependientes de la comparativa entre imágenes, hoy en día existen otras formas de obtener información sobre estos cambios artificiales y, quizás, estas nuevas fuentes puedan ser útiles para acortar estos tiempos de actualización. Entre estos proyectos se puede mencionar CARTOBOT (Asensio et al., 2019), un proyecto centrado en la recopilación de información de obras en la web. En esa línea, este trabajo propone una nueva fuente para detectar dichos cambios, fundamentada en el empleo de las localizaciones de las conexiones a un servicio de envío de correcciones GNSS.

## DATOS

La RAP es un sistema terrestre de envío de correcciones GNSS o GBAS (*Ground Based Aumentation System*) perteneciente al Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía (IECA) y puesto en funcionamiento en 2008. Dispone de diferentes tipos de correcciones, requiriendo la ubicación del usuario en una de las más precisas (la solución de red). Su uso está muy extendido llegando a alcanzar las 407.898 conexiones en 2020 gracias a sus precisiones centimétricas (Redondo et al., 2007). En 2015, un estudio identificó que cerca del 70% de sus usuarios pertenecen al sector de la construcción, reflejando su uso en: la construcción de carreteras; balsas de agua; urbanizaciones; centros comerciales; áreas industriales; trabajos de mantenimiento, sobre todo en carreteras; trabajos topográficos (p.e. mediciones de fincas, volúmenes en minas); y un aumento entre los usuarios de agricultura de precisión (Páez et al., 2017).

En el caso de la zona comercial Lagoh, la figura 2a muestra la ortofotografía del PNOA 2016, un año antes del inicio de sus obras, junto con el vector de información catastral a fecha de 2022. La figura 2b muestra las conexiones a la RAP en dicha zona con presencia de las mismas desde 2017, aumentando el área de construcción en 2018 (puntos en verde) y, centrándose en las vías de acceso en 2019 (puntos en amarillo), en el año de su inauguración. Puede verse como ya la zona está detectada con cambios desde 2017 y muy focalizados en la manzana en cuestión. Asimismo, en la figura 2c y 2d se muestra un caso contrario, el caso de una demolición de un chalet cuya nueva obra se verá reflejada, presuntamente, en la nueva ortofotografía de 2022, pero de la que ya se ha identificado que habrá un cambio edificativo.



**Figura 2. Arriba zona comercial Lagoh con: a) PNOA 2016 e información Catastral de 2022 y b) Conexiones RAP 2017-2021. Abajo, demolición de un chalet con: c) PNOA 2016 y su construcción previa y d) Conexiones de la RAP en 2019 tras la demolición.**

## METODOLOGÍA

Para validar el empleo de esta fuente de datos en la actualización cartográfica se han llevado a cabo dos estudios focalizados en diferentes obras según su tipología constructiva y vinculada a la geometría de las conexiones: el primero centrado en la obra lineal y el segundo en las grandes obras poligonales tanto urbanas como no urbanas. Se han empleado únicamente los datos de 2008-2016 para asegurar disponer de conjuntos de datos vectoriales oficiales que pudieran incluir ya las obras de estudio. Se ha requerido de un entorno SIG (QGIS y ARCGIS). Sobre dichos entornos se han identificado dos metodologías para separar patrones lineales por un lado y, patrones poligonales por otro. Con esas capas cribadas se realizó una fase de verificación de la existencia de las nuevas construcciones con fuentes externas como: los Datos Espaciales de Referencia de Andalucía o DERA (López & Mulero, 2015); una versión previa del mismo de 2008 denominada Datos Espaciales de Andalucía 1:100.000 o DEA100; ortomosaicos del PNOA desde 2013; las imágenes Sentinel 2; y los datos de actuaciones en carreteras facilitados por la Consejería de Fomento, Articulación del Territorio y Vivienda de la Junta de Andalucía.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El método de identificación, en el caso del estudio de obra lineal, consiguió detectar el 87,36% de los nuevos trazados de obras realizados 2008- 2016. Asimismo, identificó el 89% en FFCC, 100% de líneas eléctricas y el 78% de los gaseoductos. Además, se han identificado trazados que no estaban definidos en ninguno de los productos. Asimismo, se detectaron ciertos patrones lineales a los que se les pudo dar respuesta, que podrían ser excavaciones. En el caso de la obra poligonal, los porcentajes de empleo de la RAP arrojan unas cifras altas en grandes obras de urbanización con un 95% de acierto, en Servicios/equipamiento con un 72% y, cierta presencia en el resto de las obras. Este porcentaje va disminuyendo hasta un 45% en las obras categorizadas como manzanas y un 19% en los aparcamientos vinculados a un menor uso de receptores GNSS en el replanteo de obra. Respecto a esto último, hay que indicar que el análisis de las conexiones entre 2017-2021 mejoran su uso en estas obras como se ha mostrado en la Figura 2c y 2d. Estas cifras y análisis validan esta fuente para la detección de cambios en el territorio y su posible uso en actualización cartográfica.

## AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer especialmente al IECA la disponibilidad de los datos y a nuestras ya graduadas en Ingeniería Civil Palma Sánchez, Elena Ruiz y Estrella Mena por su participación.

## REFERENCIAS

- Asensio, B., Serradilla, F., Manso Callejo, M. Á., González, A., Moreno, G., García, F. J., & Gonzalez Matesanz, F. J. (2019). Cartobot: buscando noticias sobre cambios en la red de carreteras para su aplicación en los procesos de actualización del IGN. *JIDEE 2019*.
- Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía, & Junta de Andalucía. (2015). *Datos Espaciales de Referencia de Andalucía*. Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía. <https://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadisticaycartografia/DERA/>
- Keates, J. S. (1989). *Cartographic Design and Production. Second Edition*. Harlow, Essex, England : Longman Scientific & Technical ; New York : Wiley, 1989.
- López, D., & Mulero, A. (2015). La contribución de los Datos Espaciales de Referencia de Andalucía ( DERA ) a la investigación geográfica : el caso de las parcelaciones ilegales del municipio de Córdoba. In M. de la Riva, J., Ibarra, P., Montorio, R., Rodrigues (Ed.), *XXIV Congreso de la AGE*. (pp. 195–204).
- Martínez, S. L., Carlos, J., Manrique, O., Rodríguez-cuenca, B., & González, E. (2015). *Procesado y distribución de nubes de puntos en el proyecto PNOA-LiDAR*. 2015(1), 1–4.
- Páez, R., Torrecillas, C., Barbero, I., & Berrocoso, M. (2017). Regional positioning services as economic and construction activity indicators: the case study of Andalusian Positioning Network (Southern Spain). *Geocarto International*, 32(1), 44–58. <https://doi.org/10.1080/10106049.2015.1120358>
- Redondo, M., Páez, R., & Torrecillas, C. (2007). La red andaluza de posicionamiento (RAP). In *Información espacial y nuevas tendencias en las tecnologías de la información geográfica (TIGs)* (pp. 283–294). Granada : Editorial Universidad de Granada, 2007.





**6118. MANTENIMIENTO Y PUBLICACIÓN SOSTENIBLE DE LA  
CARTOGRAFÍA TOPOGRÁFICA MUNICIPAL DE BARCELONA.**

**GEOMÁTICA Y ÁREAS AFINES**

**6118. MANTENIMIENTO Y PUBLICACIÓN  
SOSTENIBLE DE LA CARTOGRAFÍA TOPOGRÁFICA  
MUNICIPAL DE BARCELONA.**

**ESTHER PULIDO BARBERÁN  
AJUNTAMENT DE BARCELONA, INSTITUT MUNICIPAL D'INFORMÀTICA (IMI).**