

Publicación de las API de OGC. Experiencia en el Centro Nacional de Información Geográfica de España

REVISTA **MAPPING**
Vol.32, 214, 42-53
2023
ISSN: 1131-9100

*OGC API publication. Experience in the autonomous
Organization in the National Center for Geographic
Information of Spain*

Cecilia Poyatos Hernández, María José García Rodríguez,
Patricia Perelló Martín de las Mulas, Gloria Andrés Yusá

Resumen

Los nuevos estándares de las API de OGC que se han desarrollado en estos últimos años nos permiten acceder a datos geoespaciales libres y gratuitos a través de Servicios Web de forma más eficiente y sencilla. Estos estándares se basan en el legado de los estándares de los Servicios Web de OGC (WMS, WFS, WCS, WPS, etc.), pero definidos en API centradas en recursos que permiten aprovechar las prácticas modernas de desarrollo web como OpenAPI. El Organismo Autónomo Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG) con el propósito de estar a la vanguardia de las nuevas tecnologías y estándares con respecto a los datos abiertos, ha publicado recientemente estos servicios API para los datos disponibles, tanto del Sistema Cartográfico Nacional como del Instituto Geográfico Nacional. Desde marzo de 2022 se está trabajando en las API basadas en los nuevos estándares de OGC, con el objetivo de servir los datos geoespaciales de una manera más sencilla, mejorando la disponibilidad y eliminando las posibles limitaciones de acceso al servicio. El CNIG publicó las direcciones URL según el tipo de servicio de la API de OGC en 2023. Actualmente, se han implementado los estándares API de OGC Features, Maps y Processes y se sigue trabajando en la implementación eficiente de los estándares API de OGC Coverages y Tiles. Se espera que en un futuro cercano estos nuevos servicios puedan sustituir a los anteriores estándares, ofreciendo nuevas funcionalidades y aplicaciones, con la consecuente mejora de la interoperabilidad.

Abstract

The OGC API standards are being developed to provide geospatial data on the web, free and open geospatial data through web services, which are designed to make it easy for anyone. These standards build on the legacy of OGC Web Services standards (WMS, WFS, WCS, WPS, etc.), based on resource APIs that take advantage modern web development practices as the OpenAPI. With the purpose of being at the forefront of new technologies and standards, the API services have been published by the Autonomous Body National Centre for Geographic Information (CNIG) for the data available from both the National Cartographic System and the Spanish National Geographic Institute. This work based on APIs which are the new OGC standards has begun in March 2022, with the aim of providing geospatial data, improved availability and without limitations on access to the service. The Centre for Geographic Information (CNIG) published the URLs by type of OGC API service in 2023. Currently, the OGC API Features, Maps and Processes standards have been implemented and these works continues to improve on the efficient implementation of the OGC API Coverages and Tiles standards. It is expected that these new services will be able to replace previous standards in the near future, providing new functionalities and applications, with improved interoperability.

Palabras clave: API de OGC, OpenAPI, API REST, Restful, Datos geoespaciales, Interoperabilidad, IGN-CNIG, Conjuntos de datos de alto valor

Keywords: OGC API, OpenAPI, API REST, Restful, Geospatial data, Interoperability, IGN-CNIG, High value datasets.

Cecilia Poyatos Hernández
O. A. Centro Nacional de Información Geográfica
cecilia.poyatos@cnig.es
María José García Rodríguez
O. A. Centro Nacional de Información Geográfica
mariaj.garcia@cnig.es
Patricia Perelló Martín de las Mulas
O. A. Centro Nacional de Información Geográfica
patricia.perello@cnig.es

Gloria Andrés Yusá
O. A. Centro Nacional de Información Geográfica
gloria.andres@cnig.es

Recepción 20/11/2023
Aprobación 27/12/2023

INTRODUCCIÓN

Los estándares de la API de Open Geospatial Consortium (OGC)¹ son actualmente los estándares más novedosos para servir datos geospaciales de una manera sencilla a través de un servicio web. Estos estándares se basan en los estándares previos de los servicios web de OGC (WMS, WFS, WCS, WPS, etc.), pero que ahora definen Interfaces de Programación de Aplicaciones (API) centradas en recursos, aprovechando las prácticas modernas de desarrollo web como OpenAPI². Mientras los primeros son ampliamente utilizados por la comunidad de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), los nuevos estándares de la API de OGC están destinados a la comunidad «no SIG», como los desarrolladores informáticos. Estos nuevos estándares son más fáciles de usar y están orientados a usuarios con conocimientos en programación, ya que les permiten personalizar las peticiones al servidor para la obtención de los datos geospaciales y realizar sus respectivas aplicaciones.

La capacidad de publicar los datos propios y de interoperar con los datos y los Servicios Web de OGC supuso un cambio radical del paradigma de la ciencia cartográfica, siendo así que la prestación de servicios ha constituido el eje principal de la interoperabilidad de los servicios de información geográfica. Con esa finalidad, se han venido desarrollando y utilizando normas y estándares que aseguran la interoperabilidad entre ellos. A finales de la década de los años 90 del siglo pasado y a principios de los años 2000 surgen los estándares que define el OGC para lograr modelos abiertos e interoperables: OGC WMS (1999), WFS (2002), WCS (2003), WPS (2005).

En aquel momento, muchas herramientas o lenguajes de programación ampliamente utilizados hoy en día en Internet no existían. En 2017 se publican dos documentos fundamentales para la creación de los nuevos estándares: el documento de «Buenas prácticas para publicación de datos espaciales en la Web» publicado por W3C³ y el libro blanco de las API de OGC⁴. A partir de esta fecha, se empieza a trabajar en los estándares API de OGC. El estándar API Features se publica en 2019, API Processes en 2021, y en los últimos años, API Common y API Tiles en 2022. Otro de los factores que ha favorecido la publicación de estos estándares es que, en el momento de publicación de los anteriores, no se podía prever la creciente demanda de información geoespacial desde todo tipo de dispositivos que ha revolu-

cionado el acceso y descarga de la información geoespacial a través de Internet.

Los estándares API de OGC en muchos casos son similares a los anteriores estándares de Servicios Web de OGC, pero representan un salto evolutivo respecto a estos, puesto que se basan en soluciones de arquitectura de las API más modernas, como OpenAPI5, originalmente conocida como la especificación Swagger, que es una especificación para archivos de interfaz legibles por máquina para describir, producir, consumir y visualizar servicios web RESTful. Esto ha permitido la indexación y accesibilidad desde los motores de búsqueda, por ejemplo, mejorando su interoperabilidad con otras partes de la Web. Asimismo, las API de OGC admiten los formatos de datos más recientes (GeoJSON y HTML), lo que permite utilizar los Servicios Web a través de un simple navegador web.

Las API de OGC se utilizan como bloques de construcción, que permiten el desarrollo de API de manera sencilla para utilizar con diferentes datos geospaciales y diferentes propósitos (Figura 1).

Estos estándares se han definido de forma modular, en la que a una parte central part 1- Core se le van añadiendo partes complementarias sucesivas, como tipos de datos o parámetros (ej. bbox, crs, etc.), denominándose cada parte como part X. El estado de desarrollo de estos estándares es diferente según el tipo de API.

Actualmente, los principales tipos de estándares de las API de OGC son:

- La API Features⁶ es un estándar que ofrece la capacidad de descargar, crear, modificar y consultar objetos geográficos en la web.
- La API Maps⁷ que describe una API que puede proporcionar mapas digitales referenciados espacialmente y renderizados dinámicamente.
- La API Coverages⁸ que define una API web para acceder a coberturas que se modelan de acuerdo con el Esquema de Implementación de Cobertura (CIS).
- La API Tiles⁹ que define bloques de construcción para crear API web que admitan la recuperación de información geoespacial como teselas. Admite diferentes formas de información geoespacial, como teselas vectoriales, coberturas, mapas (o imágenes) y otros tipos de información geoespacial.
- La API Processes¹⁰ que define una API web para acce-

¹ <https://ogcapi.ogc.org/>

² <https://www.openapis.org/>

³ W3C Spatial Data on the Web Best Practices. World Wide Web Consortium (W3C). <https://www.w3.org/TR/sdw-bp/>

⁴ OGC® Open Geospatial APIs - White Paper. <https://docs.ogc.org/wp/16-019r4/16-019r4.html>

⁵ <https://www.openapis.org/>

⁶ <https://ogcapi.ogc.org/features/>

⁷ <https://ogcapi.ogc.org/maps/>

⁸ <https://ogcapi.ogc.org/coverages/>

⁹ <https://ogcapi.ogc.org/tiles/>

¹⁰ <https://ogcapi.ogc.org/processes/>

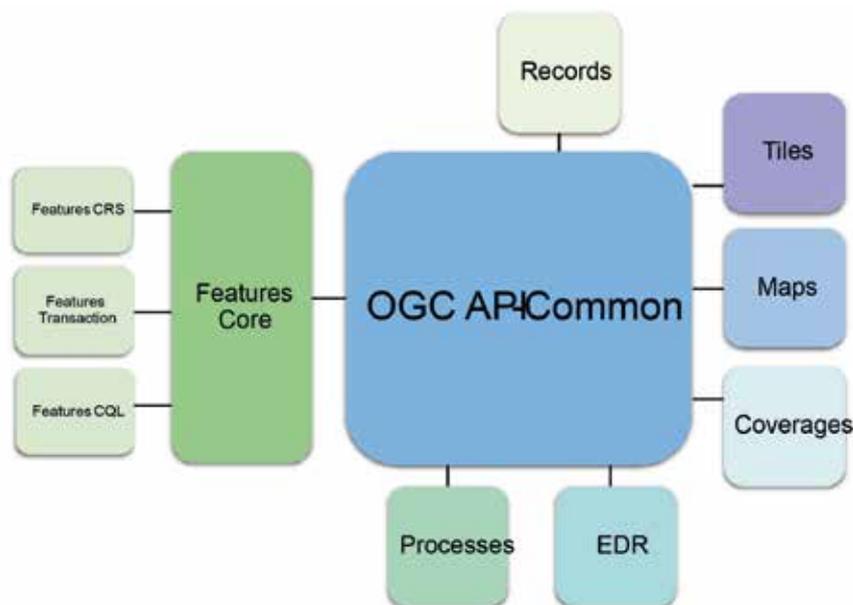


Figura 1. Publicación de las API de OGC en «bloques de construcción».

der a funciones geoespaciales y algoritmos de manera estándar.

Algunas de las API han sido ya aprobadas como estándares oficiales (API Features, API Tiles y API Processes), y otras sin embargo están en desarrollo o como borradores de estándares, pero pronto se convertirán en oficiales. Por tanto, las API de OGC están en continua evolución y sus implementaciones pueden verse modificadas a lo largo del tiempo respecto a lo aquí expuesto.

El Organismo Autónomo Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG)¹¹ ha publicado estos servicios API para datos tanto del Sistema Cartográfico Nacional, como del Instituto Geográfico Nacional. En marzo de 2022 se empezó a trabajar en las API basadas en los nuevos estándares OGC, en una búsqueda por mejorar la disponibilidad del dato geoespacial y la sencillez en su obtención. El CNIG publicó sus direcciones URL durante el segundo trimestre de 2023 (apartado OGC API)¹².

Aunque con el tiempo la mayoría de los estándares de las API de OGC sustituirán a los antiguos estándares de los Servicios Web del OGC (WMS, WMTS, WFS...), esto

no ocurrirá en todos los casos. Muchos de ellos coexistirán conjuntamente, con lo cual será posible utilizar los estándares en paralelo, los servicios web y las API, permitiendo a los usuarios elegir el estándar más adecuado para su caso de uso.

2. METODOLOGÍA PARA LA IMPLANTACIÓN DE LAS API DE OGC

En cuanto a la metodología utilizada para la implementación de las API de OGC, se han evaluado diferentes alternativas de software para implementar estas nuevas API a nivel de servidor. Tras la evaluación, la opción elegida ha sido el software pygeoapi¹³.

Pygeoapi es una implementación de servidor Python de los estándares de la API de OGC (Figura 2). El proyecto surgió en 2018 como parte de los esfuerzos realizados por OGC para difundir la utilización de las API y proporcionar a las organizaciones la capacidad de implementar los recursos OGC API RESTful utilizando OpenAPI, GeoJSON y HTML. Es un programa de código abierto y se publica bajo una licencia MIT.

Entre las principales características de pygeoapi podemos mencionar que permite el filtrado de datos por consultas espaciales, temporales o de atributos. Además, la

¹¹ <https://www.ign.es/web/ign/portal/qsm-cnig>

¹² <https://www.idee.es/sequn-tipo-de-servicio>



Figura 2. Programa de implementación pygeoapi.

¹³ <https://pygeoapi.io/>

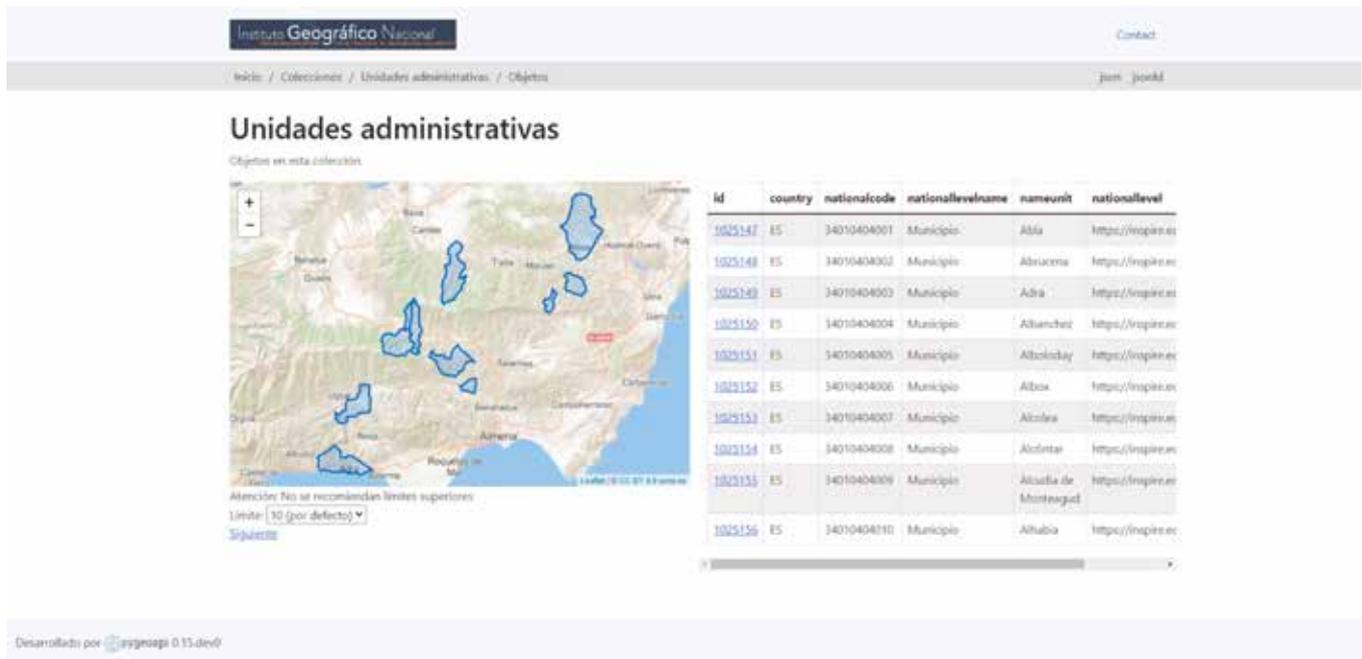


Figura 3. Ejemplo de visualización de la colección de unidades administrativas de API Features.

caja de plugins puede incluir proveedores de datos como rasterio, GDAL/OGR, Elasticsearch y PostgreSQL/PostGIS. Su instalación es sencilla a través de instalación de paquetes de Python (pip) o repositorios de GitHub (git) y su implementación puede realizarse a través de UbuntuGIS o la imagen oficial de Docker. En el CNIG se ha optado por la instalación de la imagen de pygeoapi a través de una implementación sobre Docker, desde el repositorio docker hub¹⁴. Este tipo de instalaciones son escalables y facilitan la portabilidad entre los diferentes entornos.

3. LAS API DE OGC IMPLEMENTADAS POR EL CNIG

Como resultado de los trabajos realizados en el CNIG se han publicado las API de OGC siguientes: API Features, API Maps, API Processes, y en proceso se encuentran las API Coverages y las API Tiles.

3.1. API Features

El servicio de API Features consiste en una API de consulta y descarga de objetos geográficos en formato JSON del Sistema Cartográfico Nacional (SCNE)¹⁵ y del Instituto Geográfico Nacional (IGN)¹⁶.

Actualmente se encuentran totalmente operativas y constan de colecciones de objetos geográficos que ya se publicaban en los servicios WFS del IGN. Una de las novedades con respecto a los WFS es que tienen una página de inicio en la que se muestra la información relativa a esta API Features, y desde la que se accede a las colecciones del servicio¹⁷. En el caso de la API Features del IGN son colecciones procedentes de líneas límite, Nomenclátor Geográfico Básico de España (NGBE) y vértices de las Redes Geodésicas ERGNSS, REDNAP, REGENTE y ROI.

Desde la página de inicio de las API Features del SCNE se tiene acceso a otro juego de colecciones del Sistema Cartográfico Nacional procedentes de Hidrografía, Redes de Transporte, Direcciones postales de CartoCiudad y Sistema de Información sobre Ocupación del Suelo de España (SIOSE). Al entrar en cada colección, se pueden examinar de manera sencilla los objetos geográficos (features) que la componen, ya que incorpora un visualizador en el que se sincroniza la representación de los objetos geográficos y su información alfanumérica (Figura 3).

Otra novedad es que no define ninguna codificación como obligatoria, por lo que se puede utilizar HTML o GeoJSON como formatos de descarga, que son formatos más modernos y ligeros que el anterior GML.

La principal ventaja, común a todos los servicios de descarga, es que las aplicaciones pueden simplemente mostrar las entidades vectoriales, o bien procesarlas como parte de un flujo de trabajo y utilizarlas desde el lado del

¹⁴ <https://hub.docker.com/>

¹⁵ <https://api-features.idee.es/>

¹⁶ <https://api-features.ign.es/>

¹⁷ <https://api-features.ign.es/collections?f=html>

cliente. Entre otras aplicaciones del procesado desde el lado de cliente, se permite realizar simbolizaciones complejas, estadísticas, análisis y todo tipo de cálculos una vez descargados los datos.

Estos objetos geográficos se pueden utilizar directamente desde multitud de clientes: programas de escritorio SIG (QGIS¹⁸, FME¹⁹, ArcGIS Pro²⁰ entre otros) y librerías como GDAL²¹ y otras API (OpenLayers²², Leaflet²³, entre otras). Las implementaciones y los casos de uso de estos nuevos estándares aumentan significativamente conforme más organismos publican sus datos en API Features. Por ejemplo, desde la API CNIG²⁴ este tipo de servicios se pueden añadir como una capa más de un visualizador utilizando el plugin layerswitcher²⁵.

A continuación, se muestran algunos ejemplos empleando diferentes formas de realizar peticiones en un navegador HTML:

Petición por bbox (Figura 4):

/collections/{collectionId}/items?bbox=minlon,minlat,-maxlon,maxlat

<https://api-features.idee.es/collections/aerodromea-rea/items?bbox=-3.7,40.5,-3.4,40.7>

Petición por identificador (Id) (Figura 5):

/collections/{collectionId}/items/{featureId}
<https://api-features.idee.es/collections/wetland/items/ES040HYWLD50000001553993>

Petición por atributo (Figura 6):

/collections/{collectionId}/items?{propertyname=value}
<https://api-features.ign.es/collections/administrativeunit/items?nationalcode=34172626006>

3.2. API Maps

El servicio API Maps publicado corresponde a un caso de estudio que incorpora las colecciones de los servicios más demandados del Sistema Cartográfico Nacional (SCNE) y del Instituto Geográfico Nacional (IGN).

Desde la página de inicio de la API Maps del SCNE²⁶ se puede acceder a los distintos mapas que publica: Ortoimagen, Callejero, MDT y Cartografía Base del IGN. Mientras que desde la página de inicio de la API Maps del IGN se

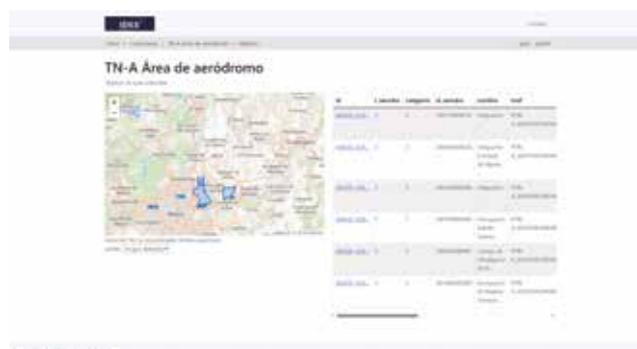


Figura 4. Visualización de la petición de la colección «Área de aeródromo» realizada por un área envolvente (bbox).

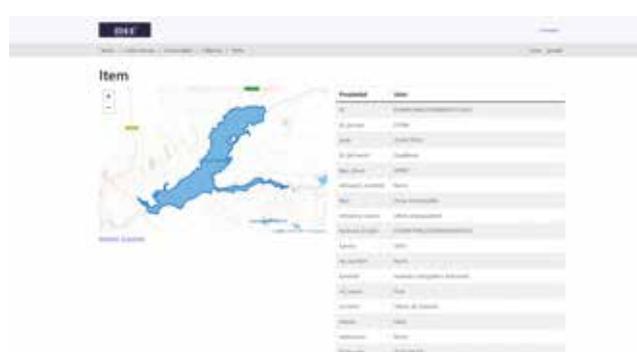


Figura 5. Visualización de la petición de la colección «Humedales» realizada por un identificador (Id).



Figura 6. Visualización de la petición de la colección de «Unidades administrativas» realizada por atributo.

puede acceder a la Cartografía Ráster del IGN²⁷.

Aunque la funcionalidad del estándar no está totalmente implementada, se puede obtener un mapa con una extensión dada mediante peticiones REST. Así, por ejemplo, empleando una función bbox (coordenada x mínima, coordenada y mínima, coordenada x máxima, coordenada y máxima) donde se indica la extensión geográfica, se puede obtener una imagen del mapa con la extensión geográfica solicitada.

Ejemplo de petición de la colección ortoimagen (Figura 7):

<https://api-maps.idee.es/collections/OI.Ortoimagen>

¹⁸ <https://es.wikipedia.org/wiki/QGIS>

¹⁹ <https://www.safe.com/fme/fme-desktop/>

²⁰ <https://www.esri.com/es-es/arcgis/products/arcgis-pro/overview>

²¹ <https://gdal.org/>

²² <https://openlayers.org/>

²³ <https://leafletjs.com/>

²⁴ <https://plataforma.idee.es/cnig-api>

²⁵ <https://github.com/IGN-CNIG/API-CNIG/tree/master/api-ign-js/src/plugins/layerswitcher>

²⁶ <https://api-maps.idee.es/>

²⁷ <https://api-maps.ign.es/>



Figura 7. Ejemplo de petición API Maps con la extensión geográfica `bbox=(-3.9,40.6,-3.7,40.8)` y dimensiones (600 x 600 píxeles).

`geCoverage/map?bbox=-3.9,40.6,-3.7,40.8&width=600&height=600`

3.3 API Processes

El servicio API Processes²⁸ ejecuta funciones y algoritmos, que a partir de datos de entrada, como puede ser información geoespacial ubicada en un servidor, produce nuevos datos de salida. El estándar especifica que se implemente una interfaz de procesado para comunicarse a través de un protocolo RESTful utilizando codificaciones de notación de objetos JavaScript (JSON), que se realiza a través de una API que ejecuta un proceso y devuelve un resultado.

El CNIG ha implementado en el servicio API Processes una serie de operaciones que ha considerado frecuentes en el ámbito geoespacial, como son el cálculo de altitud de puntos, estadísticas simplificadas de altitud, perfil de elevación, área de influencia, transformación de coordenadas, transformación de coordenadas a partir de un fichero GML y conversor de unidades (Tabla 1).

²⁸ <https://api-processes.idee.es/>

²⁹ <https://api-processes.idee.es/processes>

Tabla 1. Operaciones del servicio API Processes publicadas.²⁹

| IDENTIFICADOR | NOMBRE | DESCRIPCIÓN |
|-------------------------|---|---|
| simplifiedStatistics | Estadísticas simplificadas de altitud | Obtiene la elevación máxima, mínima, la media y la desviación típica para un polígono a partir del MDT05. |
| getElevation | Altitud de puntos | Obtiene la elevación de uno o varios puntos a partir del MDT05. |
| bufferElevation | Área de influencia con estadísticas de altitud | Obtiene un área de influencia, creada con un punto y distancia dados. Opcionalmente devuelve como atributos la elevación máxima, mínima, la media y la desviación típica para un a partir del MDT05. |
| elevationProfile | Perfil de elevación | Obtiene el perfil de elevaciones entre dos o más puntos. Para la obtención de este perfil se crean puntos intermedios. Estos puntos se crean según el parámetro distancia. Se calcula a partir del MDT05. |
| coordinatesTransform | Transformador de coordenadas | Obtiene las coordenadas transformadas de un punto de un sistema de referencia a otro. Este proceso permite la utilización de cualquier datum. |
| unitConversion | Conversor de unidades | Convierte de grados decimales a grados, minutos y segundos y viceversa. |
| coordinatesTransformGML | Transformador de coordenadas a partir de un fichero GML (url o texto) | Obtiene las coordenadas transformadas de un fichero GML (URL o texto) de un sistema de referencia a otro. Este proceso permite la utilización de cualquier datum. |

La interfaz de este servicio es autodestructiva, mucho más intuitiva y amigable que la petición GetCapabilities. En cuanto a la funcionalidad, la API Processes aborda todos los casos de uso que se definen en el WPS y aprovecha la especificación OpenAPI, que tiene un enfoque orientado a recursos, permitiendo una mejor integración de esta API en los paquetes de software existentes.

3.4. API Coverages

El servicio API Coverages, cuya implementación por parte del CNIG está todavía en proceso de publicación, define una API web para acceder a coberturas que se modelan de acuerdo con el Esquema de Implementación de Cobertura (CIS) 1.1. Actualmente el estándar se encuentra en borrador.

Para su implementación, se ha realizado un estudio de las diferentes alternativas de software libre que había disponibles. Se ha decidido utilizar pygeoapi por su versatilidad y por garantizar la compatibilidad con los sistemas existentes, a pesar de que en esta versión no se cumplen todos los requisitos obligatorios detallados en el estándar. La versión utilizada para el estudio es la 0.16. dev0.

Ejemplo de petición en formato COG (Figura 8):

```
/collections/{collectionId}/coverage?f=COG
```

En cuanto a la funcionalidad, el servicio API Coverages de OGC pretende abordar todos los casos de uso del Servicio Web WCS. En cuanto a los datos, en la API Coverages publicada se sirven las mismas coberturas que en los servicios WCS publicados por el O.A CNIG.

Aunque el servicio ofrece la posibilidad de descargar la cobertura completa, hay que tener en cuenta que éste no es el caso de uso para el que se ha creado el estándar, sino más bien para la descarga parcial de la información a través del parámetro subset.

Ejemplo de petición con parámetro subset y formato COG (Figura 9):



Figura 8. Ejemplo de petición de la API Coverages de España en formato COG.

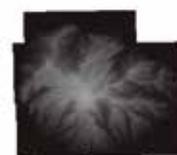


Figura 9. Ejemplo de petición API Coverages con la extensión geográfica `bbox=(-18,28,-17,29)`, en el Sistema de Referencia de Coordenadas `bbox-crs=4258` y formato COG.

```
/collections/{collectionId}/coverage?bbox=-18,28,-17,29&bbox-crs=4258&f=COG
```

CONCLUSIONES

La interoperabilidad es clave para fomentar las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE), plataformas interoperables y distribuidas en la web para la integración de la información geográfica, que están basadas en acuerdos, normas y estándares entre sus miembros. En este sentido, OGC tiene como misión proveer el uso de estándares y tecnologías abiertas en el área de sistemas y tecnologías de la información geográfica y áreas afines. Los nuevos estándares de las API de OGC cumplen con los requisitos de interoperabilidad y de modelo de datos abiertos.

El CNIG ha querido participar en la investigación de las implementaciones de las API de OGC, publicando sus datos en estos nuevos estándares y probando con diferentes softwares libres. La finalidad de este trabajo cumple con un doble objetivo: por un lado, se dan a conocer los nuevos estándares API de OGC y tendencias actuales en interoperabilidad y, por otro lado, se ofrece un servicio de explotación de los datos geoespaciales con los nuevos formatos, mejorando los servicios web de información geográfica con un acceso fácil, ágil y de calidad.

Actualmente, muchos de los estándares API de OGC están en borrador, completamente o en algunas de sus partes, pendientes de aprobación, por lo que próximamente formarán parte de los estándares oficiales y crecerá significativamente la familia de estándares OGC.

Así mismo, algunas de las implementaciones del CNIG descritas en este artículo están aún en desarrollo, por lo que evolucionarán junto con los propios estándares e implementaciones de software.

La renovación de los estándares OGC se ha producido dos décadas después de su aparición, coincidiendo con la revolución de las tecnologías de la información, consiguiendo sinergias y mejoras en el desarrollo de nuevas posibilidades de aplicaciones e implementaciones relacionadas con la información geoespacial. El nuevo paradigma consiste en la integración de las tecnologías de la información y de las Comunicaciones (TIC) a innumerables campos de aplicación relacionados con la componente geoespacial de los datos.

Con la experiencia adquirida, nuestro siguiente paso consiste en el estudio y mejora de estos estándares API de OGC, a partir de la colaboración y el intercambio de experiencias con otros desarrolladores, en lo relativo a su implementación, funcionamiento y mejora frente a los anteriores estándares. En este contexto, aplicando las buenas prácticas para la publicación de datos, contribuimos a que la información geoespacial cumpla con los principios FAIR³⁰ (Findable, Accessible, Interoperable, Reusable), que se basan en los principios rectores para que los datos sean fáciles de encontrar, accesibles, interoperables y reutilizables.

REFERENCIAS

- Go Fair. (n.d.). Fair Principles. Recuperado el 15 de diciembre de 2023, de <https://www.go-fair.org/fair-principles/>
- Infraestructura de datos Espaciales de España (n.d.) Directorio de servicios. Apartado OGC API. Recuperado el 15 de diciembre de 2023, de <https://www.idee.es/segun-tipo-de-servicio>
- Open Geospatial Consortium. (n.d.). Estándares OGC. Recuperado el 15 de diciembre de 2023, de <https://www.ogc.org/standards/>
- Open Geospatial Consortium. (n.d.). Portal para estándares API de OGC. Recuperado el 15 de diciembre de 2023, de <https://ogcapi.ogc.org/>
- Open Geospatial Consortium. (n.d.). Portal para desarrolladores OGC. Recuperado el 15 de diciembre de 2023, de <https://developer.ogc.org/>
- Open Geospatial Consortium. (n.d.). Location Building Blocks. Recuperado el 15 de diciembre de 2023, de <https://opengeospatial.github.io/bblocks/>

³⁰ <https://www.go-fair.org/fair-principles/>

Sobre las autoras

Cecilia Poyatos Hernández

Ingeniera en Geodesia y Cartografía e Ingeniera Técnica en Topografía por la Universitat Politècnica de València (UPV). Ha cursado el Máster en Gestión de SIG en la Universitat de Girona. Tras trabajar en el sector público empresarial en el ámbito del medio ambiente, en 2020 ingresa en el Cuerpo de Ingenieros Topógrafos del Estado, en 2022 en el Cuerpo de Ingenieros Geógrafos. Desarrolla sus funciones en el Centro Nacional de Información Geográfica en el Área de Infraestructura de Información Geográfica en servicios de visualización, OGC, WMS, WMTS, servicios de vector tile.

María José García Rodríguez

Doctora en Ciencia y Tecnología de la Ingeniería Geodésica y Cartográfica por la Universidad de Alcalá (UAH, 2009), Ingeniera en Geodesia y Cartografía (UAH) e Ingeniera Técnica en Topografía por la Universidad Politécnica de Madrid (UPM). Ha desarrollado su experiencia profesional tanto en el sector público como en el privado en el ámbito de la consultoría y gestión de proyectos geomáticos. Ha impartido docencia en Universidades públicas y privadas (2010-2013). Ingresó de funcionaria de carrera en el Cuerpo de Ingenieros Topógrafos (2020) y en el Cuerpo de Ingenieros Geógrafos (2022). Actualmente desarrolla sus funciones en el Centro Nacional de Información Geográfica en el Área de Infraestructura de Información Geográfica en los proyectos de desarrollo y mantenimiento de Servicios Web y API de OGC.

Patricia Perelló Martín de las Mulas

Graduada en Geomática por la Universidad Politécnica de Madrid (UPM), Máster en Building Information Modeling (BIM). Tras trabajar en la empresa privada ingresó en el Cuerpo de Ingenieros Topógrafos del Estado en 2021 donde forma parte del equipo del Área de Infraestructuras de la Información Geográfica dentro del Centro Nacional de Información Geográfica participando en los proyectos de desarrollo y mantenimiento de servicios web de visualización, de descarga y API de OGC.

Gloria Andrés Yusá

Ingeniera en Geodesia y Cartografía e Ingeniera Técnica en Topografía. Pertenece al Cuerpo de Ingenieros Topógrafos del Estado. Desarrolla sus funciones en el Centro Nacional de Información Geográfica en el Área de Infraestructura de Información Geográfica en los proyectos de desarrollo y mantenimiento de servicios web.