

Optimización de la documentación de los servicios de datos geospaciales con los bloques de construcción del OGC

Optimizing the documentation of geospatial data services with OGC building blocks

Mayte Toscano Domínguez, Alejandro Villar Fernández, Rob A. Atkinson

REVISTA **MAPPING**

Vol.34, 218, 82-89

2025

ISSN: 1131-9100

Resumen

La publicación de datos geospaciales enfrenta desafíos significativos cuando no se vinculan adecuadamente a sus modelos de datos subyacentes, lo que afecta su aplicabilidad, calidad y comprensión semántica. Los bloques de construcción (*OGC Building Blocks*) del *Open Geospatial Consortium* (OGC) ofrecen una solución innovadora al incorporar documentación, modelos de datos y semántica directamente en los servicios de OGC. Esto facilita la publicación de datos conforme a los principios FAIR (Findable, Accessible, Interoperable, Reusable), promoviendo su localización, accesibilidad, interoperabilidad, reutilización y comprensión semántica. Además, permite validaciones automáticas (ISPRS Archives, 2024) para garantizar datos de alta calidad. Su adopción no solo asegura el cumplimiento de estándares internacionales, sino que también optimiza la reutilización de datos y reduce la duplicación de esfuerzos, incrementando la eficiencia operativa. Estas herramientas representan un avance crucial para la gestión y publicación de datos geospaciales, maximizando su accesibilidad, utilidad y relevancia semántica en un entorno global interconectado.

Abstract

Publishing geospatial data faces significant challenges when it is not properly linked to its underlying data models, affecting its applicability, quality, and semantic understanding. The Building Blocks from the Open Geospatial Consortium (OGC) offer an innovative solution by embedding documentation, data models, and semantics directly into OGC services. This enables FAIR (Findable, Accessible, Interoperable, Reusable) data publication, ensuring that data can be easily located, accessed, interoperated, reused, and semantically understood. Additionally, it allows for automated validations to guarantee high-quality data. Their adoption not only ensures compliance with international standards but also optimizes data reuse and reduces duplication of efforts, increasing operational efficiency. These tools represent a critical step forward for geospatial data management and publication, maximizing accessibility, utility, and semantic relevance in a globally interconnected environment.

Palabras clave: OGC API, Semántica, FAIR, HVD

Keywords: OGC API, Semantics, FAIR, HVD

OGC, <https://orcid.org/0000-0001-9591-4152>

Mayte Toscano Domínguez

OGC, <https://orcid.org/0000-0002-5655-2686>

Alejandro Villar Fernández

OGC, <https://orcid.org/0000-0002-7878-2693>

Rob A. Atkinson

Recepción 12/12/2024

Aprobación 20/01/2025

1. INTRODUCCIÓN

La publicación de datos abiertos es un reto creciente para las administraciones públicas, especialmente en el contexto de los conjuntos de datos de alto valor (HVD, *High Value Datasets*), definidos por la Directiva (UE) 2019/1024 sobre datos abiertos. Según esta normativa, los HVD deben estar disponibles gratuitamente, en formatos legibles por máquina y a través de interfaces de programación de aplicaciones (APIs). Sin embargo, estos requisitos imponen retos técnicos significativos, como garantizar la calidad de los datos y su interoperabilidad (MDPI, 2024).

Este artículo presentamos cómo un organismo público puede emplear los del *Open Geospatial Consortium* (OGC) para superar los retos asociados a la publicación de un dataset de límites administrativos, asegurando su calidad, interoperabilidad y cumplimiento normativo.

Los *Building Blocks* del OGC abordan estos desafíos mediante la incorporación de estándares semánticos y herramientas de validación automatizada. Estas soluciones son fundamentales para maximizar la utilidad de los datos abiertos y garantizar su alineación con las normativas europeas (4Angle Speakers, 2024).

2. MARCO NORMATIVO Y RETOS ASOCIADOS

La Directiva (UE) 2019/1024 reconoce los conjuntos de datos de alto valor (*High-Value Datasets*, HVD) como información clave para maximizar su impacto social y económico. Con el objetivo de garantizar que estos datos sean plenamente aprovechables, el Reglamento establece una serie de principios fundamentales para su gestión y disponibilidad:

- **Acceso libre y reutilización.** Los HVD deben estar disponibles para su uso y compartición sin restricciones significativas, cumpliendo licencias abiertas como *Creative Commons BY 4.0*, que permiten una amplia reutilización.
- **Legibilidad y usabilidad.** Los datos se presentarán de forma que sean comprensibles tanto para humanos como para sistemas informáticos. Además, toda la información relevante estará documentada públicamente.
- **Accesibilidad técnica.** Se habilitarán interfaces específicas (APIs) que permitan el acceso automatizado a los datos, junto con opciones para descargar grandes volúmenes de información, ajustadas a las necesidades de los usuarios.

- **Actualización y versionado.** Los datos deben mantenerse actualizados y estar disponibles en su versión más reciente. Asimismo, se conservarán versiones anteriores para facilitar el análisis histórico.
- **Detallado y cobertura completa.** La información se compartirá con el máximo nivel de detalle posible, garantizando una cobertura exhaustiva a nivel nacional cuando se combinen los datos de los Estados miembros.
- **Metadatos normalizados.** Cada conjunto de datos estará acompañado de metadatos detallados que describan su contenido, siguiendo las especificaciones recogidas en el anexo del Reglamento (CE) nº 1205/2008 de la Comisión, de 3 de diciembre de 2008.
- **Organización semántica.** Los datos estarán estructurados de manera clara, con explicaciones semánticas que faciliten su comprensión por parte de diferentes audiencias.
- **Uso de estándares comunes.** Los HVD adoptarán lenguajes y categorías reconocidos a nivel europeo o internacional, documentados públicamente mediante vocabularios controlados y listas estandarizadas.

Además de estos factores, cuando una administración pública analiza la publicación de un dataset pueden identificar los siguientes retos clave:

- Falta de vinculación clara con modelos de datos estándar, lo que compromete su reutilización.
- Necesidad de documentación técnica accesible para usuarios y desarrolladores.
- Validación de la calidad de los datos para garantizar su confiabilidad.

3. LOS BUILDING BLOCKS COMO SOLUCIÓN

Los son herramientas modulares desarrolladas por el OGC para mejorar la publicación de datos geoespaciales. Estas herramientas están diseñadas para abordar de manera integral los problemas de documentación, validación y estandarización de datos.

Los *Building Blocks* pueden ser utilizados para cumplir con los requisitos normativos y superar los desafíos técnicos asociados. Las fases de implementación fueron las siguientes:

1. **Vinculación a modelos de datos estándar.** Se adopta modelos de datos semánticamente enriquecidos basados en estándares OGC, aseguran-

do que los límites administrativos fueran interoperables y reutilizables en diferentes dominios. Esto es especialmente relevante en el caso de los límites administrativos, donde la integración con otros conjuntos de datos, como censos poblacionales o información climática, es crucial para su reutilización (MDPI, 2024).

2. **Documentación integrada en APIs.** La incorporación de descripciones técnicas detalladas directamente en las APIs de OGC mejora la accesibilidad y comprensión de los datos. Esto no solo facilita su reutilización en diferentes dominios, sino que también garantiza el cumplimiento de los principios FAIR (4Angle Speakers, 2024).
3. **Enriquecimiento semántico.** Se facilita la conversión de datos no semánticos, tales como documentos en formato JSON o archivos CSV, en semánticos, mediante la definición de flujos de datos basados en estándares, tales como JSON-LD.
4. **Validación automatizada de datos.** La validación automatizada tanto a través de esquemas JSON (*JSON Schema*) como, en el entorno semántico, mediante reglas basadas en SHACL (*Shapes Constraint Language*) asegura que los datos cumplan con estándares internacionales antes de su publicación. Este enfoque no solo minimiza errores, sino que también reduce costos operativos y tiempos de implementación (ISPRS Archives, 2024).
5. **Transformaciones.** La puesta a disposición de una biblioteca con transformaciones en diferentes lenguajes de programación y formatos permite la conversión de conjuntos de datos entre distintas especificaciones, de manera que datos formateados de acuerdo con un *Building Block* determinado se pueden traducir a otro diferente.

4. PRUEBA DE CONCEPTO

En la implementación del caso de estudio, se utilizó un enfoque basado en la semántica y estándares OGC para garantizar la interoperabilidad y calidad de los datos. Los **Building Blocks** se configuraron a partir de especificaciones como OGC API - Features y SHACL (*Shapes Constraint Language*), permitiendo un control granular de los modelos de datos y su validación.

Partimos del **dataset inspire:AU.AdministrativeBoundary** que es un

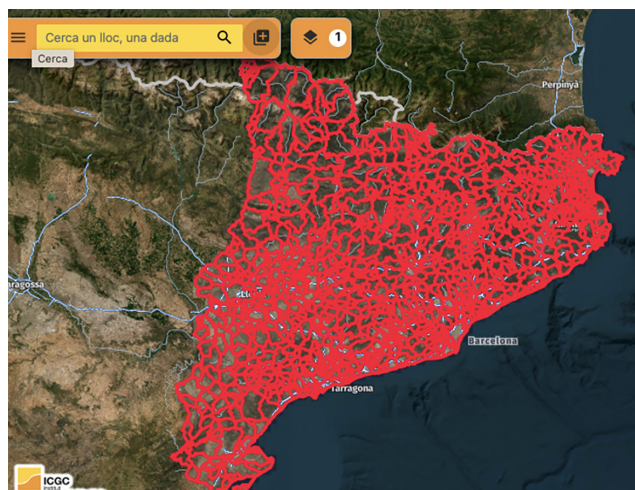


Figura 1. Dataset de AU.AdministrativeBoundary

AU.AdministrativeBoundary

<https://geoserveis.ide.cat/servei/catalunya/inspire/ogc/features/collections/inspire:AU.AdministrativeBoundary/>

conjunto de datos específico que incluye información sobre los límites administrativos dentro de Cataluña. Abarca las fronteras de ciudades, municipios, regiones y otros niveles administrativos definidos, que son esenciales para la planificación urbana y regional, la gestión de recursos y otros usos relacionados con la geografía y la planificación.

Se puede acceder a los datos en varios formatos, incluidos JSON y GeoJSON, lo que facilita su uso en aplicaciones cartográficas y análisis geoespaciales. De modelo de datos es conforme Inspire:

A continuación, veremos los pasos de alto nivel que hay que llevar a cabo para la creación de un perfil de Building Block de este conjunto de datos.

4.1. Paso 1. Instalar todo el software necesario.

Para empezar a contribuir al proyecto del Open Geospatial Consortium (OGC), el primer paso es crear un *fork* del repositorio. Un *fork* es una copia personal del repositorio que reside en una cuenta de *GitHub*. Esto permite experimentar libremente con los cambios sin afectar al proyecto original. He aquí cómo

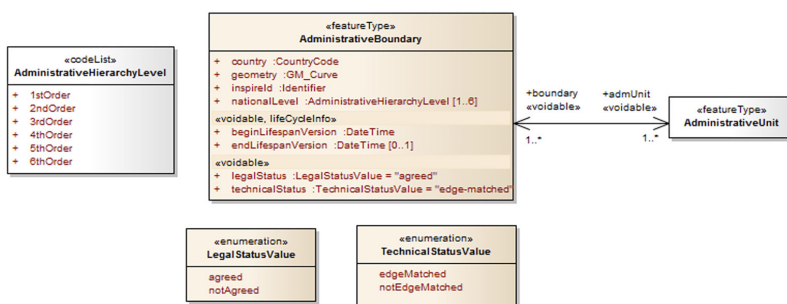


Figura 2. Modelo de datos Inspire del dataset

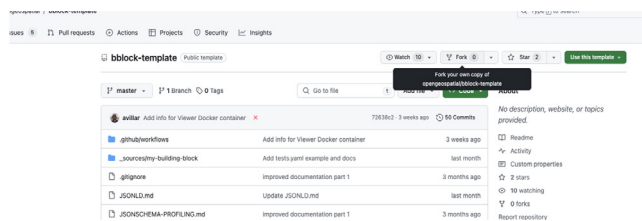


Figura 3. Repositorio building blocks.

hacer un fork del repositorio: <https://github.com/opengeospatial/bblock-template>. En la esquina superior derecha de la página se puede encontrar un botón «Fork», mediante el que GitHub creará una copia del repositorio en la propia cuenta del usuario.

Una vez que bifurcado el repositorio, se puede clonar en una máquina local para empezar a trabajar en él, y más tarde enviar las contribuciones al fork. Desde ahí, a su vez, se puede enviar un *pull request* al repositorio original de OGC cuando los cambios estén listos para compartirse.

El resultado de estas operaciones será un proyecto, que en el argot de los building blocks constituye un *registro* (“building blocks register”).

4.2. Paso 2. Crear la carpeta para el building block

Para añadir un nuevo *building block* al proyecto, se puede utilizar un entorno de desarrollo integrado (IDE), aunque no es un requisito.

- El directorio “_sources” dentro del proyecto contiene los ficheros fuente que se utilizarán para definir los *building blocks*. Por defecto, este directorio contiene a su vez otros dos, “mySchema” y “myFeature”, con ejemplos básicos que se pueden usar como punto de partida. Estos directorios se pueden copiar para crear un *building block* nuevo, o reemplazar sus contenidos completamente, todo ello dentro de “_sources”.
- Renombrar el directorio con el identificador deseado para el *building block*.

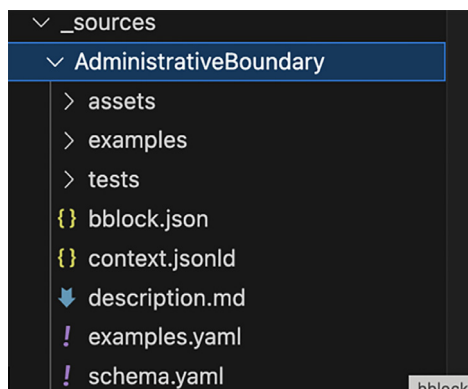


Figura 4. Ejemplo mi primer building block

Este proceso se repetirá para cada nuevo *building block* que se desee añadir. Cada *building block* debe tener su propio directorio y colocarse dentro de “_sources”.

4.3. Paso 3. Establecer propiedades de metadatos para el registro

Dentro de *bblocks-config.yml* se pueden establecer las siguientes propiedades adicionales para el proyecto:

- **name**. Una cadena (corta) con el nombre del registro.
- **abstract**. Un breve texto que sirva de introducción al registro o a la colección de building blocks. Aquí se puede utilizar Markdown.
- **descripción**. Un texto más largo con una descripción del registro o colección.

4.4. Paso 4. Personalizar el building block

Dentro de cada directorio de *building blocks* dentro de *sources* se pueden encontrar los siguientes ficheros:

- **bblock.json**. Contiene los metadatos del building block.
- **description.md**. Legible por humanos, documento *Markdown* con la descripción de este *building block*. En este archivo se pueden incluir enlaces relativos e imágenes, que se resolverán a URL completas cuando se procese el *building block*.
- **examples.yaml**. Una lista de ejemplos para este *building block*.
- **schema.json**. Esquema JSON para este *building block*. También se acepta *schema.yaml* en formato YAML (e incluso se prefiere).
- **context.jsonld**. Contexto para la conversión semántica en formato JSON-LD.
- **tests**. Ficheros y documentos de para tests que no se quieran publicar como ejemplos.
- Adicionalmente, existen otros tipos de ficheros adicionales que se pueden crear con funcionalidades adicionales; se puede consultar el listado completo en la documentación de los *building blocks*¹.

¹<https://ogcincubator.github.io/bblocks-docs/create>

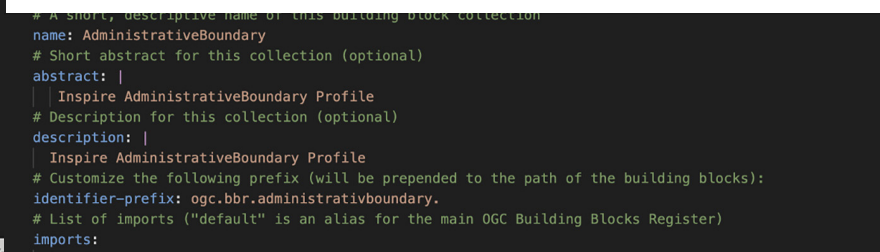


Figura 5. Metadato el building block

AdministrativeBoundary Feature	Esta especificación define los requisitos específicos del modelo de información AdministrativeBoundary	Feature
AdministrativeBoundary	Administrative Boundary se define como una línea de demarcación entre unidades administrativas.	Feature Atributes
LegalStatusValue	Description of the legal status of administrative boundaries.	Enumeration LegalStatusValue
AdministrativeHierarchyLevel	Niveles de administración en la jerarquía administrativa nacional. Esta lista de códigos refleja el nivel en la pirámide jerárquica de las estructuras administrativas, que se basa en la agregación geométrica de territorios y no describe necesariamente la subordinación entre las autoridades administrativas relacionadas.	Codelist
TechnicalStatusValue	Descripción del estado técnico de los límites administrativos.	Enumeration TechnicalStatusValue

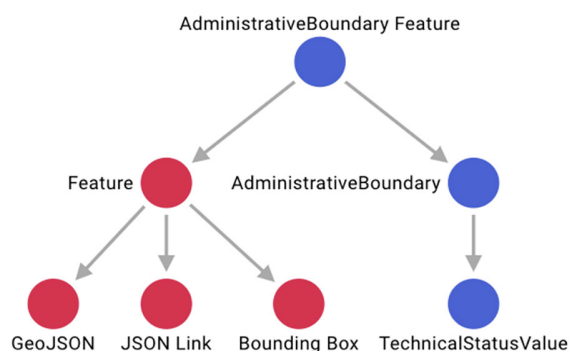


Figura 6. Relación de los buildings blocks de ejemplo

AdministrativeBoundary Feature
<pre> \$schema: https://json-schema.org/draft/2020-12/schema description: Example of a simple GeoJSON Feature AdministrativeBoundary with Inspire Model \$defs: MyFeature: allOf: - \$ref: https://openeospatial.github.io/bbblocks/annotated-schemas/geo/features/feature/schema.yaml - properties: properties: \$ref: https://ogc.github.io/bblock-template/build/annotated/bbr/template/AdministrativeBoundary/schema.yaml anyOf: - \$ref: '#/\$defs/MyFeature' </pre>

AdministrativeBoundary
<pre> \$schema: https://json-schema.org/draft/2020-12/schema description: A line of demarcation between administrative units. type: object properties: localid: type: string pattern: ^ID\.\AU\.\linia\.\d+\$ country: type: string enum: - ES allOf: \$ref: https://ogc.github.io/bblock-template/build/annotated/bbr/template/TechnicalStatusValue/schema.yaml administrativeunit1: type: string administrativeunit2: type: string beginlifespanversion: type: string format: date-time namespace: type: string versionid: type: string required: - localid - country - nationallevel - legalstatus - technicalstatus - administrativeunit1 - administrativeunit2 - beginlifespanversion - namespace - versionid </pre>

AdministrativeHierarchyLevel
<pre> \$schema: https://json-schema.org/ draft/2020-12/schema description: Schemas for Administra- tiveBoundary type: object properties: nationallevel: description: Levels of administra- tion in the national administrative hi- erarchy. This code list reflects the level in the hierarchical pyramid of the ad- ministrative structures, which is based on geometric aggregation of territories and does not necessarily describe the sub- ordination between the related adminis- trative authorities. type: string oneOf: - const: 1st order description: Highest level in the national administrative hierarchy - const: 2nd order description: 2nd level in the na- tional administrative hierarchy - const: 3rd order description: 3rd level in the na- tional administrative hierarchy - const: 4th order description: 4th level in the na- tional administrative hierarchy - const: 5th order description: 5th level in the na- tional administrative hierarchy - const: 6th order description: 6th level in the na- tional administrative hierarchy required: - nationallevel </pre>

En nuestro caso de estudio la vinculación semántica se logró mediante el diseño de un modelo de datos basado en vocabularios controlados y ontologías reconocidas internacionalmente, como el **INSPIRE Data Specification** y el **OGC Features and Geometry**. Por ejemplo:

- Los límites administrativos fueron definidos como entidades del tipo *AdministrativeBoundary*, con atributos semánticamente enriquecidos como *LegalStatusValue* y *AdministrativeHierarchyLevel*.
- Estas definiciones fueron estructuradas en un modelo RDF (*Resource Description Framework*), documentado mediante un endpoint para facilitar consultas semánticas.

TechnicalStatusValue
<pre> \$schema: https://json-schema.org/ draft/2020-12/schema description: Schemas for TechnicalSta- tusValue type: object properties: technicalstatus: description: Description of the technical status of administrative boundaries. type: string oneOf: - const: edgeMatched description: The boundaries of neighbouring administrative units have the same set of coordinates - const: notEdgeMatched description: The boundaries of neighbouring administrative units do not have the same set of coordinates required: - technicalstatus </pre>
LegalStatusValue
<pre> \$schema: https://json-schema.org/ draft/2020-12/schema description: Schemas for LegalSta- tusValue type: object properties: legalstatus: description: Description of the le- gal status of administrative boundar- ies. type: string oneOf: - const: agreed description: The edge-matched boundary has been agreed between neigh- bouring administrative units and is stable now - const: notAgreed description: The edge-matched boundary has not yet been agreed be- tween neighbouring administrative units and could be changed required: - legalstatus </pre>

Para la implementación de este dataset se definen los siguientes *building blocks*:

El grafo de relación de estos *building block* es la siguiente:

La descripción de los archivos Yaml se describe a continuación:

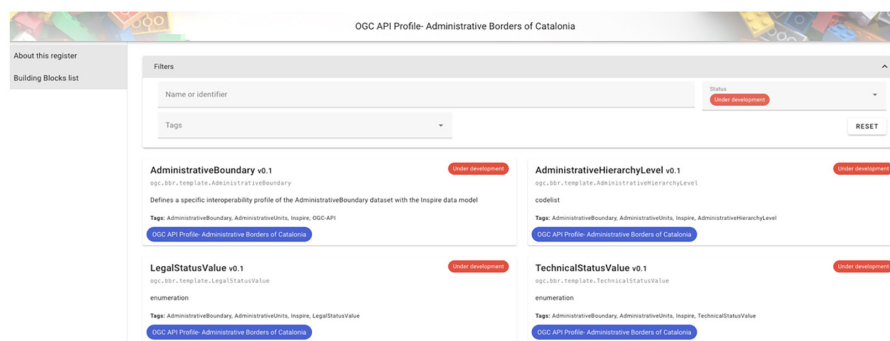


Figura 7. Ejemplo de visor de building block

4.5. Paso 5. Construir

El resultado de compilar los *building blocks* (incluyendo esquemas anotados semánticamente, validaciones de ejemplos y recursos de test, etc.) se puede generar localmente ejecutando lo siguiente:

```
# Process building blocks
docker run --pull=always --rm --work-
dir /workspace -v "$(pwd):/workspace" \
ghcr.io/opengeospatial/bblocks-pos-
tprocess --clean true --base-url
http://localhost:9090/register/
```

Las salidas también generan una interfaz web (Figura 7) a través de la que se pueden consultar los metadatos de los diferentes *building blocks*, y acceder a los distintos recursos disponibles para la integración en servicios (esquemas, procesos semánticos, ejemplos, etc.). Los *building blocks* también detectan automáticamente dependencias entre ellos, a partir de, por ejemplo, las referencias que se pueden encontrar en sus esquemas JSON.

6. CONCLUSIONES

Este caso ficticio ilustra cómo los *Location Building Blocks* del OGC pueden transformar la gestión y publicación de datos HVD, asegurando su calidad, interoperabilidad y alineación con normativas internacionales. La experiencia destaca la importancia de integrar documentación, validación y estandarización en los procesos de publicación de datos abiertos.

En el caso de estudio, se define un caso de uso de *building blocks* no sólo para la feature y los atributos, sino también para los codelist y enumeraciones. La implementación de los *Location Building Blocks* generó una serie de beneficios que destacan la efectividad de esta solución:

- **Interoperabilidad mejorada.** Los datos fueron fácilmente integrables con otros conjuntos, como

censos poblacionales y datos climáticos.

- **Cumplimiento normativo.** La DGC cumplió con la Directiva (UE) 2019/1024, posicionándose como una administración moderna y eficiente.

- **Reutilización y accesibilidad.** Los datos, documentados y validados, estuvieron disponibles para usuarios técnicos y no técnicos en condiciones óptimas.

- **Optimización de recursos.** La automatización de validaciones redujo costos y tiempos en el proceso de publicación.

Adoptar los bloques de construcción del OGC es un paso transformador para cualquier organización que gestione datos geoespaciales. Estos bloques no solo mejoran la calidad, utilidad y relevancia de los datos, sino que también aseguran su accesibilidad y validez a largo plazo. En un entorno donde los datos son el núcleo de la innovación y la toma de decisiones, estas herramientas representan una inversión estratégica hacia un futuro más interoperable y eficiente.

El **sistema federado** dentro del OGC permite una mejor actualización de los bloques de construcción y fomenta un trabajo más distribuido, impulsando la colaboración y la innovación dentro de la comunidad geoespacial. Además, el mayor interés de la comunidad por la normalización refleja un creciente reconocimiento de la importancia de la interoperabilidad y compatibilidad de los datos y tecnologías geoespaciales.

Para los proveedores, las ventajas de adherirse a las normas del *Open Geospatial Consortium* (OGC) incluyen:

- **API mejor documentadas.** Las normas del OGC ofrecen directrices y especificaciones claras para el desarrollo de API (interfaces de programación de aplicaciones), lo que facilita a los proveedores la documentación y aplicación coherente y eficaz de sus interfaces.
- **Resultados más útiles.** Al seguir los estándares OGC, los proveedores pueden garantizar que sus datos y servicios geoespaciales producen resultados más útiles y significativos para los usuarios, ya que están diseñados para cumplir requisitos comunes y apoyar la interoperabilidad.
- **Garantía de alto valor con estándares.** Los estándares OGC proporcionan un nivel de garantía respecto a la calidad y fiabilidad de los datos y servicios geoespaciales, ya que se basan en las me-

jores prácticas del sector y se someten a rigurosos procesos de desarrollo y revisión.

- **Mayor interoperabilidad.** Los proveedores que se adhieren a las normas del OGC pueden crear datos y servicios geoespaciales más interoperables con otros sistemas y plataformas, lo que facilita una integración y un intercambio de datos fluidos en distintos entornos.
- **Reutilizables.** Las normas OGC promueven la reutilización de componentes y servicios geoespaciales, lo que permite a los proveedores aprovechar los recursos existentes y reducir la duplicación de esfuerzos en el desarrollo de nuevas soluciones.
- **Accesibilidad a largo plazo.** Al adoptar las normas del OGC, los proveedores pueden garantizar la accesibilidad a largo plazo de sus datos y servicios geoespaciales, ya que estas normas están ampliamente reconocidas y respaldadas en el sector, lo que reduce el riesgo de obsolescencia de los datos o de problemas de compatibilidad con el paso del tiempo.

REFERENCIAS

- Open Geospatial Consortium. Documentación oficial sobre Location Building Blocks.
- Shapes Constraint Language (SHACL): Reglas y validación de datos.
- ISPRS Archives. (2024). Challenges and Innovations in Geospatial Data Management.
- MDPI. (2024). FAIR Principles for Geospatial Data.
- 4Angle Speakers. (2024). Enhancing Interoperability with OGC Building Blocks.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a Rob Atkinson, del Open Geospatial Consortium (OGC), quien junto a Alejandro Villar ha ideado y desarrollado el concepto de Location Building Block. Su dedicación y visión han sido fundamentales para impulsar este enfoque innovador, que establece una base sólida para la integración de la dimensión espacial en diferentes áreas y proyectos.

Este esfuerzo no solo refleja su compromiso con el avance de las tecnologías geoespaciales, sino también su contribución al desarrollo de herramientas y metodologías que benefician a la comunidad global. Reconocemos y valoramos profundamente el impacto de este trabajo y su continuo progreso.

Gracias por su invaluable aporte.

Sobre los autores

Mayte Toscano Domínguez

Con amplia experiencia en geoinformática y estándares de datos espaciales, Mayte Toscano es actualmente miembro activo del Open Geospatial Consortium (OGC). Su enfoque profesional está centrado en la promoción de la interoperabilidad de datos espaciales y la implementación de los principios FAIR en proyectos internacionales. Ha liderado iniciativas clave en la optimización de datos abiertos y en la adopción de estándares OGC para instituciones públicas y privadas. Toscano cuenta con una sólida formación académica y ha contribuido como autora en artículos y conferencias sobre servicios geoespaciales.

Alejandro Villar Fernández

Especialista en tecnologías de la información geoespacial, Alejandro Villar es parte del equipo técnico del Open Geospatial Consortium (OGC), donde trabaja en el desarrollo de soluciones tecnológicas que fomentan la interoperabilidad y el acceso abierto a datos geoespaciales. Con experiencia en diseño e implementación de APIs OGC y validación de datos mediante SHACL, Villar ha desempeñado un papel crucial en proyectos orientados a la optimización de datos de alto valor (HVD). Su carrera combina habilidades técnicas con una visión estratégica para la adopción de estándares internacionales, siendo un colaborador destacado en iniciativas que buscan mejorar la calidad y la reutilización de datos en múltiples sectores.

Rob Atkinson

Responsable de establecer e implementar las mejores prácticas para la publicación de recursos semánticos por parte de OGC y administra OGC RAINBOW en nombre de la Autoridad de nombres de OGC. Rob tiene una maestría en Ciencias de la Computación de la Universidad de Wollongong y ha trabajado en el ámbito académico, la industria pesada, ONG, asesorando a gobiernos y empresas emergentes del sector privado en la implementación de sistemas distribuidos. Rob fue coautor de WMS 1.0, líder inicial del desarrollo de Observaciones y mediciones y ha estado involucrado en las iniciativas de interoperabilidad de vanguardia de OGC y W3C desde 1998.