

# ANÁLISIS DE LA PROBLEMÁTICA DE LA IMPLANTACIÓN DE LA DIRECTIVA INSPIRE EN UN SERVICIO GEOLÓGICO NACIONAL

María J. Mancebo <sup>(1)</sup>, Fernando Pérez Cerdán <sup>(2)</sup>, y Francisco J. Rubio Pascual <sup>(3)</sup>

(1) Instituto Geológico y Minero de España (IGME). La Calera sn, Tres Cantos, 28760 Madrid (España). mj.mancebo@igme.es

(2) Instituto Geológico y Minero de España (IGME). La Calera sn, Tres Cantos, 28760 Madrid (España). f.perez@igme.es

(3) Instituto Geológico y Minero de España (IGME). La Calera sn, Tres Cantos, 28760 Madrid (España). f.rubio@igme.es

## Resumen

La adopción de la Directiva INSPIRE en los Servicios Geológicos requiere el análisis detallado de los modelos de datos y vocabularios de términos controlados en uso. Atender a los requerimientos de la Directiva no implica tener que renunciar al conocimiento experto acumulado durante décadas y plasmado en multitud de productos cartográficos del Instituto Geológico y Minero de España, IGME. La compatibilización de modelos de datos, sin duplicados ni pérdida de información solo se alcanza mediante su integración. La terminología, en especial la referente a las rocas y los sedimentos, y la geocronología, debe estar completamente correlacionada en el sentido IGME - INSPIRE, ningún término local debe carecer de un equivalente en INSPIRE. Todo ello, sumado a la necesidad de revisar la información espacial existente para su adaptación a los modelos INSPIRE, implica la participación de gran parte del cuerpo técnico y científico del IGME en el proceso.

**Palabras clave:** INSPIRE, Modelos de datos geológicos, Vocabularios geológicos, IGME

## 1 Introducción

La capacidad de análisis y explotación de la información espacial que ofrecían los sistemas de información geográfica (SIG) condujeron a los Servicios Geológicos (SGs) a generar Bases de Datos Espaciales a partir de la cartografía disponible. Los productos digitales tenían ciertos elementos comunes: unidades geológicas y estructuras geológicas, pero por lo general los modelos de datos eran dispares en cuanto a fenómenos y propiedades. En cuestión de terminología tampoco había acuerdo, a excepción de la nomenclatura cronoestratigráfica, pues en general se ha utilizado la de la International Stratigraphic Chart (ISC).

El desarrollo de las telecomunicaciones y la necesidad de procesar información conjunta puso de relieve el problema de la incompatibilidad de la información geológica, es decir, no era interoperable. Aunque la creación de los estándares de servicios de mapas Web Map Service (WMS) y Web Feature Service (WFS) resolvieran graves problemas técnicos, la interoperabilidad semántica estaba pendiente.

En 2007 da sus primeros frutos el Interoperability Working Group cuyo objetivo era el desarrollo de un lenguaje para el intercambio de información geológica que se “basa” en un modelo de datos y un lenguaje geocientífico [1]. Esta iniciativa surge como necesidad de la comunidad geocientífica de abordar la homogeneidad de la información geológica por encima de los estándares nacionales [2].

De forma paralela la Union Europea (UE), consciente del problema existente para la gestión y explotación de la información espacial en el ámbito pan-europeo aprueba la Directiva INSPIRE, cuyo objetivo es la creación de una infraestructura de datos espaciales (IDE) orientada a las políticas y actuaciones relacionadas con el medio ambiente en el ámbito de la Comunidad [3]. Esta IDE se ha de conseguir garantizando la interoperabilidad de información a través de modelos de datos y vocabularios controlados comunes principalmente.

Gran parte de la información que generan los SGs está dentro de los anexos II y III de La Directiva, lo que les obliga a suministrar sus datos de acuerdo con las especificaciones que se están elaborando para cada uno de los temas.

Sin embargo, la adopción e implantación de la Directiva INSPIRE en los Servicios Geológicos no se puede considerar como un mero ejercicio académico, afecta a la práctica totalidad de la actividad científico-técnica de la institución implicando a gran parte de su cuerpo técnico y planteando una serie de

importantes cuestiones entre lo que un Servicio Geológico debe suministrar a los usuarios a partir de su experiencia y las exigencias de la Directiva.

## **2 Análisis de las especificaciones**

Ante esta perspectiva, el Instituto Geológico y Minero de España (IGME) se ha involucrado lo máximo posible, participando en el proceso de evaluación y chequeo de la especificaciones que INSPIRE está preparando de los anexos II y III.

El periodo de evaluación y chequeo de la versión 2.0 de las especificaciones se extendió entre el 20 de junio y el 20 de octubre de 2011, y el IGME centró sus actividades en dos aspectos: el análisis y propuesta de enmiendas en los temas "Geología", "Zonas de riesgos naturales" y "Recursos minerales"; y en el estudio de viabilidad (*feasibility testing*) de consideraciones coste-beneficio (*cost-benefit considerations*) del subdominio "geología" del tema "Geología".

Para la primera actividad se puso en marcha un grupo de expertos que examinaron las especificaciones citadas anteriormente a la luz de la información geocientífica responsabilidad del IGME, y modelos de datos relacionados existentes en el Organismo. Este grupo estaba conformado tanto por especialistas en sistemas de información geográfica como especialistas en geología.

Las tareas se centraron en la comparación de los modelos de datos IGME e INSPIRE, incluyendo los vocabularios de términos controlados. Esto permitió poder hacer una valoración de los elementos coincidentes y diferentes en ambos modelos y vocabularios.

De manera sintética, se puede decir que el modelo de datos IGME representa los fenómenos trazados en los mapas geológicos a escalas 1:25.000, 1:50.000 y 1:200.000, y que son: las unidades geológicas, los contactos geológicos, las fallas, las estructuras de plegamiento, las medidas estructurales, las formas de relieve, los procesos metamórficos, los indicios minerales y los puntos de agua. Todo el modelo se organiza en torno a la unidad geológica, considerado el fenómeno más importante, que tiene como atributos la descripción original del autor, la composición litológica y la edad geológica [4]. El modelo se completa con listas básicas de términos controlados relativas a tipos de roca, geocronología y estructuras geológicas.

En cuanto al modelo de datos de geología de la versión 2.0 de INSPIRE cabe destacar que se articula mediante el fenómeno abstracto denominado "GeologicFeature", cuya representación espacial se realiza a través del

fenómeno "MappedFeature". Ambos poseen un mismo atributo "ObservationMethod" con el que se resuelve entre otras cosas la certidumbre de datos. Los tres fenómenos instanciables que constituyen el "GeologicFeature" son: "GeologicUnit", "GeologicStructure" y "GeomorphologicFeature". Los aspectos genéticos y geocronológicos los aporta el fenómeno denominado "GeologicEvent", que se vincula directamente con el "GeologicFeature" [5].

Es de destacar la cantidad de atributos que permiten caracterizar las unidades geológicas y el detalle con el que se trata la composición de las unidades desde el punto de vista de los materiales que las constituyen. Sin embargo, el desarrollo de las estructuras geológicas es muy limitado considerándose únicamente las fallas como único tipo de estructura geológica.

Además, este modelo de datos INSPIRE se acompaña de los vocabularios de términos controlados, que delimitan el valor de muchas propiedades. Son un total de 20, siendo los más importantes los que hacen referencia a la edad y rocas y sedimentos.

El resultado de este análisis de las especificaciones fueron 93 comentarios en total, críticos en su mayoría, que ocasionalmente llevaban aparejados sugerencias en los contenidos de las listas de términos controladas.

La segunda actividad consistió en la valoración del esfuerzo requerido para la adaptación de la información geológica existente en el IGME al modelo INSPIRE. La información seleccionada, después de analizadas las características de varios productos, fue el Mapa Geológico Digital Continuo (GEODE), ya que es una cartografía 100% digital y continúa en todo el territorio, con un nivel de detalle 1:50.000. En contrapartida, no dispone ni de memoria ni de información complementaria, aunque si es posible acceder a la misma de forma indirecta a través del Mapa Geológico Nacional a escala 1:50.000 (MAGNA), fuente de datos principal de GEODE.

La diferencia de modelos de datos dejó patente que, al menos para el subdominio "geología" de tema geología, la adaptación no se limita a una simple transformación de ficheros. Esto se debe a que las posiciones de partida para crear los modelos han sido diferentes, el modelo del IGME se fundamenta en la cartografía, y los fenómenos y propiedades proceden del mapa y las leyendas, mientras que el modelo INSPIRE surge de un modelo conceptual. Por lo tanto existen notables diferencias entre fenómenos representados y propiedades asociadas a estos fenómenos. A esto hay que añadir que en el modelo INSPIRE se han establecido ciertas propiedades que exigen la consulta de las memorias ya que no tienen reflejo en las leyendas. Además esta consulta tiene que

realizarse por expertos que conozcan las unidades geológicas de cada una de las zonas.

Los resultados obtenidos en el proceso piloto de adaptación al modelo INSPIRE fueron:

Adopción al modelo completo: 1.3 unidades/día.

Adopción a los elementos obligatorios del modelo: 7 unidades/día.

Teniendo en cuenta que el número de unidades geológicas GEODE para todo el territorio nacional es de 5700 aproximadamente, el esfuerzo necesario en cada caso es:

Adopción al modelo completo: 20 hombres/año.

Adopción a los elementos obligatorios del modelo: 3,75 hombres/año.

La cantidad de tiempo requerida para la adopción del modelo completo resulta tan elevada debido a que obliga a revisar de forma exhaustiva la información complementaria disponible de cada unidad geológica. La conclusión importante de este análisis es que para la información existente se adoptará únicamente el núcleo del modelo [6]. Este núcleo del modelo garantiza un porcentaje muy elevado de las necesidades de los usuarios, por lo que el esfuerzo necesario para la adopción del modelo completo es de difícil justificación.

La revisión de los vocabularios de términos controlados reveló importantes diferencias en cuanto a número, temática y contenidos. Si bien es cierto que La Directiva obliga a la utilización de los vocabularios de términos controlados incluidos en las especificaciones para garantizar la interoperabilidad semántica, el IGME no puede renunciar a la terminología que ha empleado en sus productos de información a lo largo de sus años de actividad.

En el punto 3 se detalla la casuística existente entre vocabularios comunes.

### **3 Conflictos y soluciones en la implantación.**

La adopción de las especificaciones en el tema de Geología pasa por la implementación de los modelos de datos y los vocabularios INSPIRE.

Sin embargo es necesario encontrar soluciones para aquellos casos en los que los modelos del Instituto Geológico y Minero de España aporten elementos que han quedado fuera del ámbito de INSPIRE, y que a juicio de los expertos del Instituto, su supresión suponga un empobrecimiento de la información que suministra actualmente el Organismo.

### 3.1.- Modelo de datos

Las alternativas en cuanto al futuro modelo de datos, aunque muy limitadas, **exigen** un cuidadoso análisis, puesto que la información suministrada a los usuarios depende en gran medida del modelo empleado. Tres son las posibles soluciones:

#### A.- Sustitución de modelos.

El modelo de datos INSPIRE se convierte en el modelo IGME. Es decir, una sustitución directa de un modelo por otro. Esta opción queda descartada casi desde un principio, ya que en la fase de trabajo previo se comprobó que el modelo de datos de geología del IGME incluye importante información estructural que resulta ser de una gran ayuda para la interpretación de la estructura geológica en profundidad, carente en el modelo de datos INSPIRE y que el IGME considera muy valiosa.

#### B.- Coexistencia de modelos.

Esta alternativa permitiría no renunciar a todos los elementos que posee el modelo del IGME que complementan al modelo de INSPIRE. Dependiendo del ámbito de trabajo o de las necesidades de los usuarios se podría optar por trabajar con uno o con otro. Pero no parece ser una solución aceptable dado que esta doble estructura exigiría un esfuerzo grande en cuanto a mantenimiento y con gran riesgo de inconsistencias. Por otro lado, esta solución requiere el desarrollo de aplicaciones que actúen a modo de pasarelas entre ambos modelos.

#### C.- Integración.

En este caso la alternativa es la que defiende la creación de un nuevo modelo de datos IGME resultante de la unión del modelo IGME vigente en el Instituto y del modelo INSPIRE. Sin embargo, dada la complejidad que alcanza el modelo completo INSPIRE, resulta necesario evaluar si solo se consideraran los fenómenos y atributos obligatorios (mandatory) del núcleo del modelo o de la extensión. Esta decisión está estrechamente relacionada con el ámbito de aplicación del modelo, es decir, si sólo afecta a los datos existentes, sólo a los nuevos datos que se generen o a todos ellos.

Para resolver este punto se acudió a los datos proporcionados por el estudio de viabilidad (*feasibility testing*) y las consideraciones de coste-beneficio (*cost-benefit considerations*) de "geología". Se determinó que sólo era viable la adopción del núcleo del modelo INSPIRE para el caso de la información ya existente. Pero de cara al futuro se deja abierta la posibilidad de asumir el

modelo INSPIRE completo. De esta manera la nueva información geológica sería mucho más rica y se ganaría en posibilidades de explotación. Eso sí, requeriría un importante esfuerzo para establecer una metodología adecuada para la recopilación de la información.

Como primera aproximación al nuevo modelo IGME, que integra el esquema de aplicación de la Directiva INSPIRE y los fenómenos ya existentes en el vigente modelo IGME, se ha considerado que han de incluirse los siguientes elementos no establecidos en el modelo INSPIRE:

- 1.- Ampliación del modelo con algunos atributos descriptivos fundamentales, como es el caso de la descripción del autor de las unidades geológicas.
- 2.- Inclusión de los contactos geológicos dentro de las estructuras geológicas.
- 3.- Ampliación con estructuras geológicas planares (estratificación, esquistosidad y otras foliaciones) y lineares.
- 4.- Ampliación con medidas radiométricas.

No obstante, hay que tener en cuenta, que aún hoy, el documento de las especificaciones de datos del tema de geología no es definitivo, es un borrador aunque en la versión 3.0. El trabajo que resta para poder presentar un modelo definitivo aún tiene un largo recorrido por delante. Hasta este momento se ha logrado determinar el objetivo del IGME y el proceso a seguir para lograrlo, pero será necesario esperar a la versión definitiva de las especificaciones de datos y a la publicación de las Reglas de Implementación correspondientes para poder presentar un modelo definitivo. Queda pendiente terminar el análisis, y realizar un testeo del modelo propuesto que permita evaluarlo y validarlo como modelo definitivo IGME, compatible con INSPIRE.

### 3.2.- Vocabularios

Con relación a los vocabularios de términos controlados, las diferencias analizadas hasta este momento se manifiestan en dos aspectos: temática y contenidos.

En el primer caso el problema radica fundamentalmente en aquellos vocabularios no establecidos aún en el Instituto. La solución es evidente, una adopción directa de los vocabularios INSPIRE, sin descartar un análisis pormenorizado de cada uno de ellos para detectar posibles diferencias y carencias entre los términos INSPIRE y la terminología en uso en el Instituto.

En el segundo caso, es decir, cuando un vocabulario está presente en ambos modelos es necesario analizar en qué medida es consistente la terminología del vocabulario INSPIRE con la existente en el IGME, detectando carencias, ambigüedades, generalizaciones, etc. que impidan su compatibilidad.

La solución adoptada en cuanto a organización consiste en mantener los dos vocabularios, estableciendo una correspondencia entre los términos IGME y los términos INSPIRE, dentro del vocabulario del Instituto.

Se asume como principio que todo término IGME debe de tener un equivalente en el vocabulario correspondiente de INSPIRE, no siendo necesaria la relación inversa.

Dado que la mayoría de las consultas de los usuarios de información geológica se refieren a la composición de las unidades y a su edad [7], se han analizado los vocabularios de rocas y sedimentos, y geocronología.

### 3.2.1.- Rocas y sedimentos.

La estructura del vocabulario de términos de rocas y sedimentos de INSPIRE y del Instituto tiene unos elementos básicos comunes como son: denominación, definición y jerarquía. Sin embargo la clasificación de rocas y sedimentos difiere en ciertos aspectos. Algo que no obstante no debería obstaculizar la correspondencia entre los términos. Las mayores diferencias radican en que el vocabulario del IGME contiene términos más específicos surgidos de la necesidad de identificar con precisión los tipos litológicos presentes en la cartografía 1:50.000. Por el contrario, el vocabulario INSPIRE es más general ya que debe atender a las características geológicas de los países que conforman La Unión Europea.

La casuística y las soluciones propuestas son las siguientes:

A.- Términos sinónimos: se establece una equivalencia entre el término IGME y el término INSPIRE.

B.- Términos similares: no tienen la misma definición pero hacen referencia al mismo concepto. Se establece una equivalencia entre el término IGME y el término INSPIRE.

C.- Términos IGME en jerarquía inferior: el equivalente al término IGME en el vocabulario INSPIRE es el término generalizado.



D.- Término IGME incluye varios términos INSPIRE: se establecerá una correspondencia entre el término IGME y el término INSPIRE que englobe a todos. Esta situación requiere un estudio de cada caso.

E.- Términos sin equivalencia aparente: la solución depende de cada uno de los casos.

### 3.2.2.- Geocronología.

Los cinco tramos jerárquicamente superiores: Eón, Era, Sistema, Serie y Piso son comunes en ambos vocabularios, pues ambos siguen la terminología de la ISC. Tan solo existen algunas diferencias en las nomenclaturas de los pisos, fácilmente identificables y correlacionables. Las diferencias que surgen se deben a que en el vocabulario IGME se han definido términos jerárquicamente inferiores, Subpiso y Subsubpiso; y a que se ha hecho uso de tramos cronoestratigráficos regionales que no tienen correspondencia directa con los términos INSPIRE.

Subpisos y Subsubpisos del vocabulario IGME se vinculan con el Piso del vocabulario INSPIRE correspondiente. Cuando la correspondencia no es lineal, es decir, un tramo IGME engloba total o parcialmente dos o más tramos INSPIRE, la solución ha sido incluir en el vocabulario IGME dos elementos nuevos: edad INSPIRE inferior y edad INSPIRE superior. De esta forma los tramos IGME tienen delimitado su rango dentro del vocabulario INSPIRE.

## 4 Conclusiones.

Es evidente que hay que cumplir con INSPIRE, sin que suponga una pérdida de calidad de la información digital que el IGME suministra en la actualidad. Esto se aplica a modelo y vocabulario.

Resulta necesario que la terminología del IGME y la establecida en INSPIRE sean completamente compatibles en el sentido IGME - INSPIRE. En otras palabras, todos los términos de los vocabularios IGME deben de tener un equivalente en el vocabulario INSPIRE correspondiente.

La implantación de La Directiva INSPIRE afecta a gran parte de los técnicos de la Institución, muchos de los cuales no son expertos en sistemas digitales. La

nueva información deber recopilarse y elaborarse no mirando únicamente a un producto cartográfico "tradicional" sino a una infraestructura de datos espaciales.

Es necesario llevar a cabo un programa de formación sobre metadatos, especificaciones de datos y servicios, dirigido a todo el cuerpo técnico y científico responsable de la elaboración de la información geológica espacial.

El éxito de la implantación de INSPIRE depende en gran medida del apoyo de la Dirección de la Institución, según se desprende de las dos anteriores conclusiones.

## **5 Referencias bibliográficas.**

[1] CGI-IUGS, 2012. Commission for the Management and Application of Geoscience Information.

[http://www.cgi-iugs.org/tech\\_collaboration/interoperability\\_working\\_group.html](http://www.cgi-iugs.org/tech_collaboration/interoperability_working_group.html). Último acceso, 27 de abril de 2012.

[2] Asch, K.; Brodaric, B.; Laxton, J. L. y Robida, F., 2004. *An International Initiative for Data Harmonisation in Geology*. 10th EC GI & GIS Workshop, ESDI State of the Art. Varsovia (Polonia).

[3] Unión europea 2007. *Directiva 2007/2/EC de Parlamento Europeo u de l Consejo de 14 de marzo de 2007 por el que se establece una Infraestructura de Información Espacial en le Comunidad Europea (INSPIRE)*.

[4] Pérez Cerdán, F. (2006). *La normalización cartográfica del Mapa Geológico Nacional a escala 1:50.000 (MAGNA)*. En Díez Herrero, A., Laín Huerta, L. y Llorente Isidro, M. (Eds.) Mapas de Peligrosidad de avenidas e inundaciones. Métodos, experiencias y aplicaciones. IGME. pp 183-191.

[5] INSPIRE Thematic Working Group Geology (2011). *D2.8.II.4 INSPIRE Data Specification on Geology - Draft Guidelines, v2.01*. Join Research Centre, ISPRA, Italia. 299 pp.

[6] Pérez Cerdán, F, Mancebo Mancebo, M.J. y Rubio Pascual, F.J. (2012). The impact of the Inspire Directive on Geologic Data Models of Geological Surveys. The IGME (Spain) case. Actas del 7th European Congress on Regional Geoscientific Cartography and Information Systems. Bolonia, Italia, 2012. Vol II, pp 829-830.

[7] NAGMDM-SLTT, North American Geologic-Map Data Model Science Language team, 2004. "Report on progress to develop a North American science-language standard for

digital geologic-map databases. Appendix A - Philosophical and operational guidelines for developing a North American science-language standard for digital geologic-map databases, version 1.0". Digital Mapping Techniques Proceedings 2004. Portland, Oregon, (Estados Unidos de América). Apéndice A, 64 pp. Disponible en <http://ngmdb.usgs.gov/Info/>. Último acceso, 16 de marzo de 2012.