

Estado actual de la producción de Información Geográfica de Referencia de Hidrografía. Hacia un producto consolidado

REVISTA **MAPPING**
Vol. 27, 187, 6-14
enero-febrero 2018
ISSN: 1131-9100

Current state of Reference Geographic Information of Hydrography production. Towards a consolidated product

Celia Sevilla⁽¹⁾, Miguel Villalón⁽¹⁾, Jaime Sánchez⁽¹⁾, Eduardo Nuñez⁽²⁾, Nuria Valcárcel⁽²⁾, Julián Delgado⁽²⁾, Gema Martín-Asín⁽³⁾

Resumen

En 2014 el Instituto Geográfico Nacional lanzó un nuevo sistema productivo de Información Geográfica de Referencia de alta resolución, conforme con INSPIRE, alineado con las decisiones sobre gestión de IGR (Información Geográfica de Referencia) a nivel mundial y cumpliendo los requerimientos a nivel nacional, europeo y mundial. La producción de la IGR de hidrografía se ha llevado a cabo en dos fases:

- IGR-HI v.0: contiene los objetos geográficos de aguas físicas y red hidrográfica generados a partir de los datos existentes en BTN25 (Base Topográfica Nacional a escala 1:25.000) y la codificación Pfastetter de ríos de España de la Dirección General del Agua. Se terminó en agosto de 2016 y los datos del modelo de aguas físicas se encuentran accesibles a través de un servicio WFS INSPIRE. Próximamente, se pondrá a disposición el servicio WFS INSPIRE del modelo de red.
- IGR-HI v.1: obtenida por procesos automáticos de acumulación de flujo sobre el MDT2, calculado a partir de la nube de puntos LiDAR de España. Sobre esta geometría se transfieren los atributos desde la versión v.0. Actualmente se han procesado y editado todos los datos y el resultado final se encuentra en control de calidad y validación.

Abstract

In 2014 the National Geographic Institute of Spain (IGN) launched a new production system of Geospatial Reference Information of high resolution and INSPIRE compliant, in line with the United Nation decisions about GRI Management and also fitting user requirements at national, European and global level.

The production of GRI of hydrography was carried out at two levels:

- GRI_HI v.0: from existing hydrography at BTN25 and the Pfastetter code from the DGA. Nowadays, the database is fully loaded and a WFS for feature download has been successfully developed. The WFS of the hydrography network will be release soon.
- GRI_HI v.1: obtained from automatic stream network extraction over the DTM obtained from LiDAR data through flow accumulation calculations. On this geometry, the attributes were transferred from v.0 through conflation processes. Nowadays all the data have been processed, the incidents detected on the hydrographic network have been edited and the final result is under quality control and validation.

Palabras clave: Información Geográfica de Referencia, IGR, hidrografía, INSPIRE, LIDAR, MDT, hidrología.

Keywords: Geographic Reference Information, IGR, hydrography, INSPIRE, LIDAR, MDT, hydrology.

⁽¹⁾Área de proyectos internacionales,
Centro Nacional de Información Geográfica
cssanchez@fomento.es, miguel.villalon@cnig.es, jaime.sanchez@cnig.es

⁽²⁾Unidad de Observación del Territorio, Instituto Geográfico Nacional
enmaderal@fomento.es, nvalcarcel@fomento.es,
jdhernandez@fomento.es

⁽³⁾SG de Cartografía, Instituto Geográfico Nacional
gmartinasin@fomento.es

Recepción 10/01/2018
Aprobación 19/01/2018

1. INTRODUCCIÓN

Las necesidades continuas y crecientes de los usuarios, unidas a los avances tecnológicos, a la normativa vigente y al contexto global en materia de información geográfica han llevado a promover un cambio del sistema productivo de la información geográfica de referencia, también llamada fundamental, dentro del Instituto Geográfico Nacional (IGN). Este cambio requiere alcanzar una coordinación a nivel nacional, cumplir los requerimientos de las directrices de INSPIRE (Directiva 2007/2/CE) y estar alineado con las decisiones sobre gestión de la Información Geográfica de Referencia (IGR) a nivel global. Estos requerimientos implican no solo una justificación a nivel político, administrativo y económico sino también una justificación de las condiciones técnicas y su viabilidad.

La mencionada Información Geográfica de Referencia (IGR) ha sido definida en los *Position Paper* de INSPIRE, en los documentos de ESDI y en los de UN-GGIM y su objetivo esencial es servir para georreferenciar y localizar de manera precisa, única, común y estandarizada cualquier fenómenos geográfico de interés, por lo que constituye el esqueleto básico y fundamental de todo el edificio de datos geográficos que se manejan en multitud de campos de aplicación. Ha de estar producida por un organismo oficial competente en la materia que ofrezca garantía de producción sostenida y coherente en el tiempo, garantía de calidad, homogeneidad y respuesta ante reclamaciones y, por último, carácter oficial.

En particular y en el caso de la IGR de hidrografía, debe además ajustarse y tratar de satisfacer las necesidades y requerimientos de los usuarios, en particular proporcionar una representación cartográfica fiel y eficiente, proporcionar un grafo que sirva de base a todo tipo de aplicaciones y simulaciones hidrológicas, como generación de modelos digitales hidrológicos, modelos de direcciones y modelos de acumulación de flujos.

Por último y en un plano más general, debe ser conforme con el marco definido por la Directiva INSPIRE y todo lo que implica: datos conforme a especificaciones, con metadatos INSPIRE, publicados a través de servicios web de visualización y descarga, catalogados a su vez con metadatos de servicios INSPIRE, actualización en ciclos razonables, etcétera.

En esta línea de actuación, el IGN puso en marcha en marzo de 2014 un nuevo sistema productivo de generación automática o semiautomática de red vectorial para la Información Geográfica de Referencia (IGR) de hidrografía que se ha llevado a cabo en dos versiones, de manera simultánea, y tratando de satisfacer los requerimientos de INSPIRE y de los usuarios. La primera

versión conocida como IGR v.0 se ha realizado a partir de los datos existentes en el modelo BTN25 v.2 que integran datos de red hidrográfica, código Pfasftteter de la DGA y masas de agua (embalses, ríos superficiales, lagos, etc.). La segunda versión IGR v.1 se ha obtenido armonizando la información anterior, con una nueva Red Hidrográfica Automática (RHA) obtenida a partir de cálculos de acumulación de flujo sobre los nuevos Modelos Digitales del Terreno de ancho de malla 2 metros (MDT02) calculados a partir de la cobertura LiDAR de toda España con un punto cada 2 m². Esta segunda versión es sostenible en el tiempo, puesto que se puede automatizar la captura y es, a su vez, objetiva puesto que se obtiene a partir de un parámetro de acumulación fijo para cada unidad de trabajo.

2. FASES DE PRODUCCIÓN

2.2. Reuniones con los usuarios

Inicialmente se mantuvieron reuniones con los principales usuarios de la hidrografía que produce el IGN para detectar sus necesidades. Asimismo, se analizó la legislación vigente en materia de aguas a nivel nacional e internacional, y se estudiaron los datos geográficos de los organismos competentes, para llegar a definir el contenido y estructura de los datos que finalmente se incluirían en la IGR de Hidrografía.

Las necesidades que debe de satisfacer la información geográfica de referencia de hidrografía son, resumidamente, las siguientes:

- Se debe de realizar una metodología de captura y mantenimiento coordinada con los usuarios competentes, y conforme a INSPIRE
- Los datos deben de tener una alta resolución en xyz y deben de ser consistentes con el Modelo Digital del Terreno
- Los datos deben de ser de buena calidad geométrica, semántica y topológica
- Los datos requieren de una codificación hidrológica jerárquica
- La captura de los datos debe ser sostenible en el tiempo y objetiva

En el mes de septiembre del pasado año 2017, el IGN participó en la reunión de inicio de tercer ciclo de planificación hidrológica, con la presentación de los trabajos de red hidrográfica nacional a partir de datos LiDAR. En esta reunión, la Dirección General del Agua impulsó la creación de una nueva red hidrográfica en colaboración con las Confederaciones Hidrográficas, las Comunidades Autónomas y el IGN, partiendo de la IGR v1 realizada por el propio IGN.

2.3. Análisis de especificaciones de datos de Hidrografía y de temáticas paralelas

El segundo paso consistió en analizar las especificaciones de INSPIRE de Hidrografía y en otros campos temáticos paralelos (por ejemplo, en áreas de regulación, regiones marinas, edificios, cubierta del suelo, etc.), junto con la documentación común de los modelos conceptuales y de la Red INSPIRE. Estas especificaciones se adaptaron a los datos españoles haciendo unas nuevas especificaciones de datos que dieron lugar a un esquema de aplicación propio.

2.3.1. Esquema de aplicación conforme a INSPIRE

El esquema de aplicación de hidrografía establecido se divide en dos subesquemas separados que satisfacen los casos de uso especificados en INSPIRE:

- El Modelo de Aguas Físicas (*Physical Waters* en las especificaciones INSPIRE) que tiene como principal objetivo la representación cartográfica de la hidrografía de un país o región para servir de referencia para la orientación y la comprensión de la información relacionada con la hidrografía. Incluye la representación de todos los elementos hidrográficos principales naturales (ríos, arroyos, lagos, etc.) y artificiales (canales, embalses, etc.).
- El Modelo de red (*Network model* en las especificaciones INSPIRE) tiene como principal objetivo proporcionar un grafo planar de Hidrografía que describa el flujo y conectividad de la Hidrografía, está orientado al análisis en todo tipo de aplicaciones y se deriva del *Generic Network Model* (GNM) de INSPIRE y una de sus características más importantes es la consistencia topológica. El objetivo de esta red es permitir el análisis SIG y el modelado para aplicaciones diversas. Ejemplos de aplicaciones pueden ser el análisis para suministro de agua, gestión de sequías, simulación y previsión de riadas e inundaciones, evaluación de riesgos, estudios de impacto medioambiental y planificación espacial. Incluye la red topológica de ríos y canales.

Se han adaptado los esquemas originales de INSPIRE extendiendo los modelos para satisfacer los requerimientos existentes en cuanto a información hidrográfica en España y las especificidades de nuestra realidad hidrológica. En este sentido, se han añadido nuevos atributos, se han estandarizado los valores permitidos para otros, definiéndolos como listas codificadas (*codelists*) en lugar de texto libre y no se han utilizado algunos atributos *voidables* (omisibles, atributos que son obligatorios solo en el caso de que se conozca su valor) porque no están disponibles en el caso de nuestro país.

En cualquier caso, la conformidad tanto con el Reglamento [3] como con la Guía técnica INSPIRE [4] que define las especificaciones de datos estará garantizada y el producto final pasa todas las clases de conformidad del Conjunto de Pruebas Abstractas (*Abstract Test Suite*) establecido.

2.4. Creación de la base de datos

Se ha creado una base de datos con los atributos y relaciones necesarias para cumplir con el esquema de aplicación, sin embargo, conviene recordar, que las Bases de Datos internas de trabajo no tienen por qué ser conformes con las especificaciones INSPIRE ni cumplir todos sus requisitos, pero los ficheros generados para su distribución y las respuestas a las peticiones WFS sí que deben serlo. En el caso de IGR-HI el modelo de datos contiene tanto las Aguas Físicas, como los ejes ficticios de todos los objetos hidrográficos superficiales (ríos de doble margen, embalses, lagos, lagunas, etcétera) que permitirán obtener el modelo de Red, pero dependiendo si se proporciona el modelo cartográfico o de red se proporcionan unas u otras entidades. La estructura arco-nodo que sirve para generar Modelo de Red se procesará de manera periódica, pero no se mantendrá con el objetivo de no ralentizar la edición de los datos, además, eso conlleva que solo se actualice una geometría.

2.4.1. Elaboración y carga de la base de datos

Se han creado dos esquemas de trabajo, uno para la IGR-HI v.0 que se ha generado a partir de la carga de datos procedentes de la Base Topográfica Nacional a escala 1:25.000, que se estima que tiene una exactitud posicional de entre 2 y 3 metros en x, y mejor que 10 metros en z. La BTN25 se ha obtenido a lo largo de los años por medio de restitución y tiene muy buena calidad semántica al disponer de una gran cantidad de atributos que caracterizan todos los elementos hidrográficos. Para obtener IGR-HI a partir de estos datos, se ha realizado:

- un cambio de modelo de datos para hacer la correspondencia de atributos con los atributos de INSPIRE
- se han generado elementos continuos por encima de la división en hojas
- se han generado elementos superficiales a partir de elementos lineales (por ejemplo, de embalses y ríos de doble margen)
- se han generado ejes dentro de los elementos superficiales para tener una red lineal continua completa de los cauces desde el nacimiento a la desembocadura.
- y se ha asignado el código Pfafstetter mediante la detección de elementos homólogos (conflación) con la red hidrográfica de la DGA. La codificación Pfa-

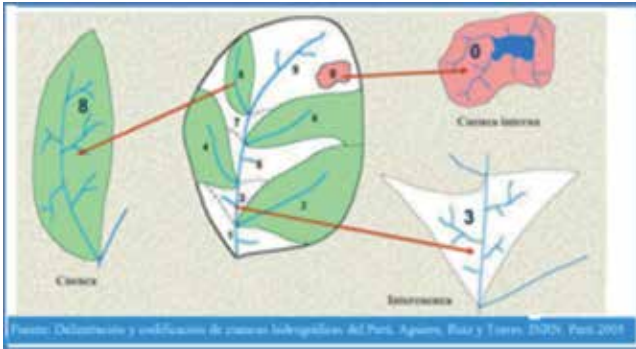


Figura 1. Fundamentos de la codificación Pfafstetter

fstetter es una codificación jerárquica que codifica la cuenca del río completo, intercuenas y cuencas endorreicas.

En una cuenca se buscan los 4 ríos más largos, a los que se les asignan números pares, quedando entre medias las intercuenas que llevarán números impares. A estos dígitos se les van añadiendo otros también por la división en los 4 ríos más largos, y así sucesivamente.

La base de datos se cargó totalmente en agosto de 2016 y actualmente se está trabajando para ponerla a disposición de los usuarios mediante el Centro de Descargas del CNIG y de un servicio Atom. En la siguiente imagen se puede ver un ejemplo de los atributos de los tramos de curso del esquema IGR-HI v.0 (hidro0) y las capas de hidrografía de la zona de Galicia.

En la siguiente imagen se puede ver el modelo de red con los enlaces y nodos hidrográficos.

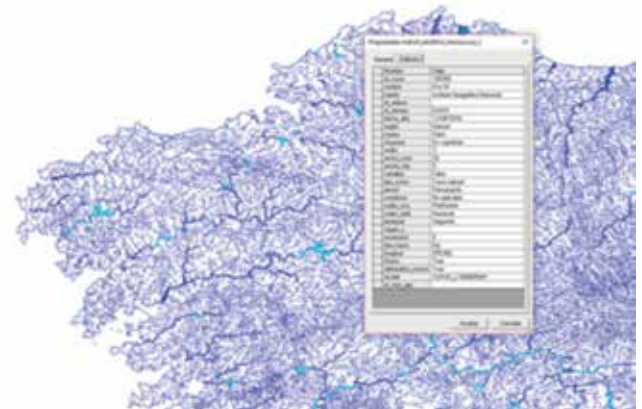


Figura 3. Visualización de los objetos geográficos de Galicia y los atributos de tramo_curso

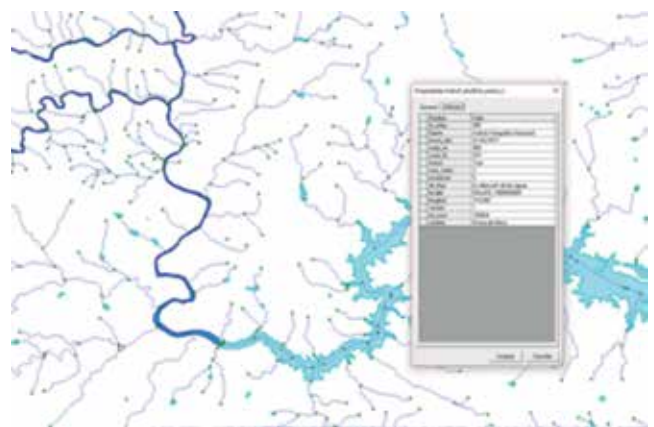


Figura 4. Visualización de los objetos geográficos del modelo de red y los atributos de los enlaces

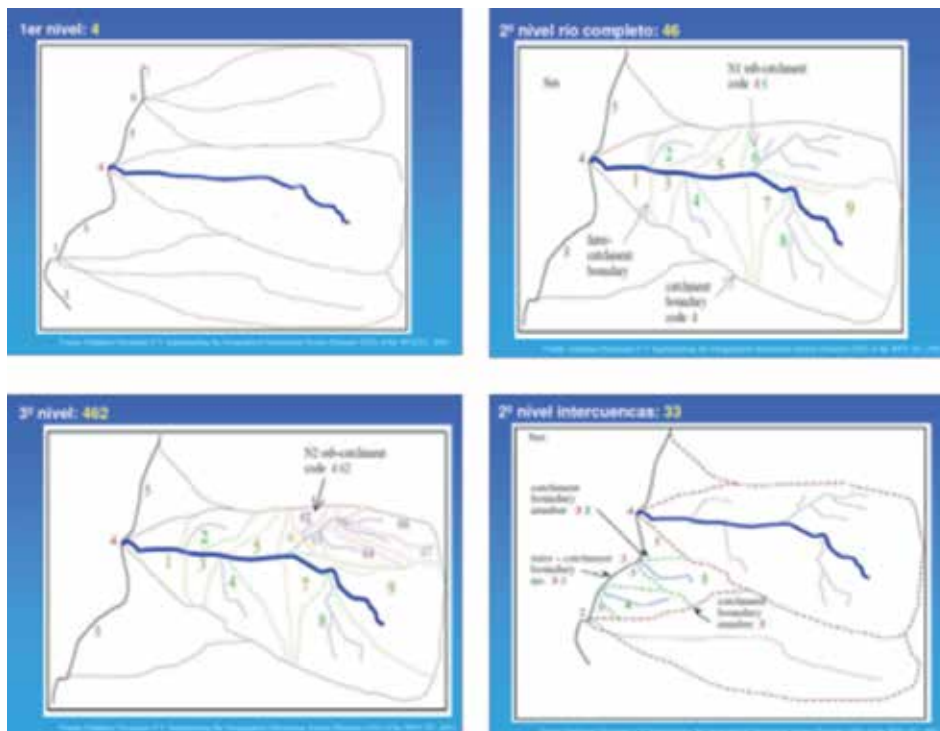


Figura 2. Fundamentos de la codificación Pfafstetter

Dada la estructura de almacenamiento de la base de datos, es posible realizar consultas para extraer la red hidrográfica completa desde el nacimiento hasta la desembocadura, que hasta ahora no era posible. En la siguiente figura pueden verse los ríos principales de España de primera y segunda categoría con más de 90 km.

En otro esquema de trabajo se ha almacenado la IGR-HI v.1 que tiene un modelo de datos similar, aunque con una serie de atributos añadidos para albergar características propias de la nueva red hidrográfica automática. En un apartado posterior se describe la nueva metodología de captura de la red. Hoy en día se ha producido, editado y car-



Figura 5. Imagen de la IGR-HI v.0 donde se ven los ríos principales y las cuencas hidrográficas

gado en base de datos la red completa y se encuentra en proceso de evaluación de la calidad. Esta versión se va a poner a disposición de las Confederaciones Hidrográficas, la Dirección General del Agua y las Comunidades Autónomas a principios del 2018, para su validación y consolidación como una red única de alta resolución para todos los órganos competentes. En caso de que dichos órganos dispongan de una red hidrográfica de mayor calidad se sustituirá.

2.5. Creación de servicios web

Como es lógico dado el estado tecnológico de desarrollo de las actividades de difusión y publicación de datos geográficos, atendiendo a las necesidades de los usuarios y en cumplimiento de lo establecido en la Directiva INSPIRE [2] el conjunto de datos de IGR de

Hidrografía resultante del nuevo método de producción esbozado en estas líneas se publica a través de servicios web conformes con las Normas de Ejecución INSPIRE aplicables. En concreto, se va a implementar:

- Servicios de visualización, *Web Map Service* y *Web Map Tiles Service*.
- Servicios de descarga, tanto de objetos geográficos individuales (*Web Feature Service*) como de descarga de conjuntos de datos predefinidos (*Atom*).

Todos ellos conformes con las Normas de Ejecución y reglamentos que establecen los requisitos a cumplir en cuanto a funcionalidad, características y calidad de servicio. Tanto los conjuntos de datos como los servicios estarán convenientemente descritos por metadatos INSPIRE disponibles en el servicio estándar de catálogo (CSW) del IGN y el de la IDEE y, eventualmente, pueden implementarse servicios adicionales de procesamiento (WPS) o equivalentes que ofrezcan funcionalidades SIG de análisis de la información en forma de servicios web.

Actualmente, ya está disponible el servicio WFS de descarga de objetos geográficos de aguas físicas de v.0: <http://www.ign.es/wfs-inspire/hidrografia>. En la siguiente imagen se muestra la consulta en el geoportál del SIGNA al WFS de hidrografía del objeto geográfico de la clase «aguas estancadas» de nombre geográfico «Embalse de Valmayor».

El resultado se visualiza y puede descargarse en formato GML.

2.6. Metodología de producción automática de IGR-HI V.1

El IGN desde hace años tenía una visión clara de la necesidad de cambiar el sistema productivo de la información de referencia de hidrografía debido a los altos costes de producción mediante restitución analógica y a la necesidad de crear una red tridimensional de alta precisión. El objetivo era obtener una red hidrográfica vectorial lo más exacta posible, objetiva, actualizada en tiempo y generada de la manera más automática posible, junto con el modelo digital de terreno hidrológico coherente y el modelo digital de direcciones asociado, necesarios para este trabajo y útiles además para diversas aplicaciones hidrológicas. El detonante para llevar a cabo este trabajo fue el hecho de disponer de una co-

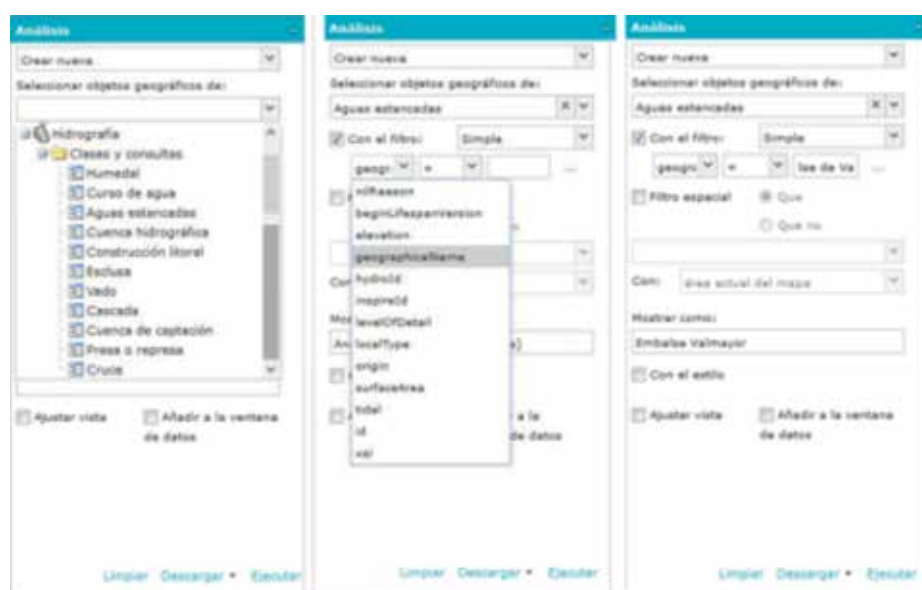


Figura 6. Consulta de «Embalse de Valmayor» en el WFS de hidrografía a través de SIGNA

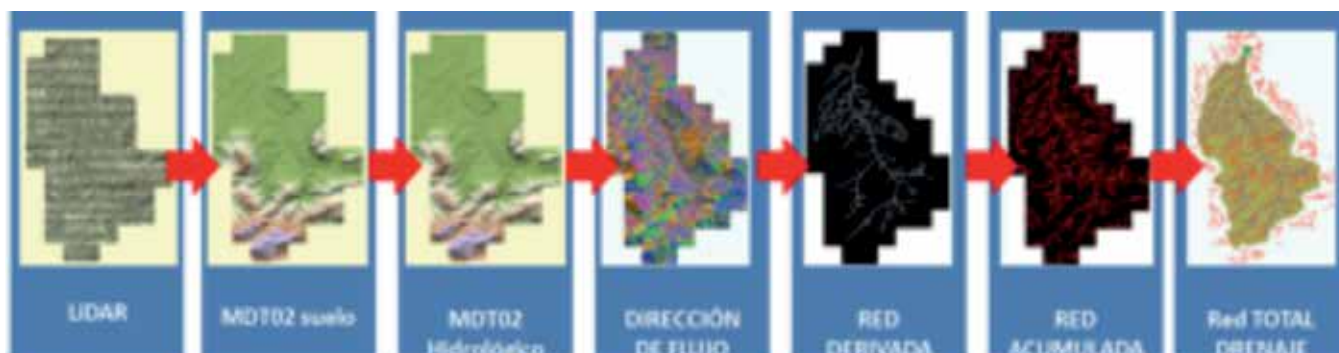


Figura 7. Fases en la producción de la RHA a partir de la nube de puntos LiDAR

bertura completa de datos LiDAR homogénea para toda España y con una densidad de 0,5 puntos/m².

Para llevar a cabo este trabajo, el IGN ha desarrollado, con apoyo técnico de un equipo de la empresa pública Tragsatec y de la empresa privada Esri España, un conjunto de procesos automáticos que son capaces, en primer lugar, de ir corrigiendo en fases sucesivas los modelos digitales del terreno generados a partir de los puntos de suelo del LiDAR (añadir edificaciones, crear modelos de superficie en las masas de agua, eliminación de puentes, corrección de remotes del terreno), y en segundo lugar, calcular una red hidrográfica vectorial que combine criterios hidrográficos (manteniendo el nacimiento de algunos ríos) y criterios hidrológicos (red calculada por acumulación de flujo).

Antes de poner en marcha la producción se realizó un estudio de viabilidad con la Cuenca del Alto Tajo, la del Mijares y posteriormente con la Cuenca del Guadalquivir. En la primera aproximación metodológica se partió del MDT de 5 metros corregido y depurado del IGN que demostró que la red resultante tenía una buena exactitud en Z, pero las exactitudes en XY no mejoraban, e incluso empeoraban en algunas zonas, respecto de la red BTN25. Tras esta primera fase metodológica, el IGN establece una nueva línea de trabajo que parte de los mismos datos LiDAR pero que genera un MDT con un paso de malla a 2 metros, se plantea la metodología de extracción automática; se desarrollan los procesos; se establece un estudio de viabilidad de diversas zonas de características especiales para comprobar el resultado de la fase metodológica, estableciendo un sistema de medida que permitía contrastar y evaluar los resultados de forma objetiva y se estimaron los tiempos de producción; se aprueba la viabilidad a la vista de los resultados satisfactorios; se monta el sistema productivo y se empieza a procesar de forma masiva para todo el territorio, montando para ello una infraestructura de servidores locales y servidores en la nube con el objetivo de completar el trabajo de extracción automática durante el primer semestre del año 2016.

Para la elección del *software* y herramientas a integrar en la cadena de producción, se hicieron pruebas en distintas fases del trabajo, tanto para la generación de MDT, como para la generación de mosaicos y por último, para procesar los modelos digitales en formato ráster y generar la red vectorial, valorando su integración como parte de procesos productivos y sobre todo a la vista de la calidad de los resultados que ofrecían.

El proceso del cálculo de la Red Hidrográfica Automática (RHA) consiste en obtener el MDT02 a partir de los puntos clasificados como suelo de la nube de puntos LiDAR, corregir el MDT02 para obtener un Modelo Digital Hidrológico (MDH) en el que el agua fluye, calcular para cada píxel la dirección de flujo, determinar un umbral de acumulación para generar la red de acumulación y sumar la red obtenida a partir de las cabeceras de BTN25 para obtener una RHA total (véase la figura 1). El procesado hidrológico del MDT consiste en modelar las superficies de agua (embalses, cursos superficiales y lagunas), eliminar obstáculos debidos a vías de comunicación, integrar edificios como obstáculos y eliminar obstáculos debidos a una mala clasificación de los puntos LiDAR. Esta parte del proceso es la más pesada desde el punto de vista del procesamiento.

Junto con el desarrollo de estos procesos automáticos, se ha diseñado una metodología para evaluar de la forma más objetiva posible la calidad posicional de la red vectorial obtenida en distintas pruebas realizadas sobre muestras representativas y además se han ido estimando los tiempos de producción con el objetivo de evaluar la viabilidad de esta metodología automática de producción.

Una vez evaluada la viabilidad se puso en práctica con la producción de la Cuenca del Guadalquivir, con una extensión aproximada de 59 000 km² donde intervinieron algo más de 16 000 ficheros LiDAR. Para ejecutar esta producción masiva se diseñó una metodología de carga y organización de datos y ejecución procesos, donde ha sido clave la configuración del entorno de trabajo (*hardware, software*) y la adaptación de los procesos



Figura 8. Subcuencas de procesamiento para obtener la RHA a partir del MDT02

hidrológicos al elevado volumen de datos. Ha sido necesario subdividir cada cuenca hidrográfica en unas 300 subcuencas de menos de 2000 kilómetros cuadrados sobre las que se ejecutan los 15 procesos de corrección del MDT para obtener un Modelo Digital Hidrológico (MDH) y de generación de la red hidrográfica automática.

Una vez realizada la red automática, es necesaria la edición de zonas conflictivas como: zonas llanas, zonas con vegetación espesa y cascos de población. Para la edición de las zonas conflictivas y para la asignación de atributos a la geometría a partir de los datos del IGR v.0, se han realizado dos contrataciones externas. Ya se ha terminado la edición de todas las cuencas y se ha contratado la evaluación de la calidad del producto. Posteriormente, se pondrá a disposición de las Confederaciones Hidrográficas, la Dirección General del Agua y las Comunidades Autónomas para su verificación final y adopción.

El resultado obtenido es un conjunto de datos de hidrografía en tres dimensiones, orientado aguas abajo, consistente con el Modelo Digital del Terreno de 2 metros de ancho de malla, lo cual es muy importante, con el catálogo de objetos de Hidrografía de la BTN25 y los códigos jerárquicos de la Dirección General del Agua, una exactitud planimétrica entre 2 y 3 metros, y una exactitud altimétrica mejor que 50 centímetros (lo que es muy relevante porque garantiza un trazado muy fiel

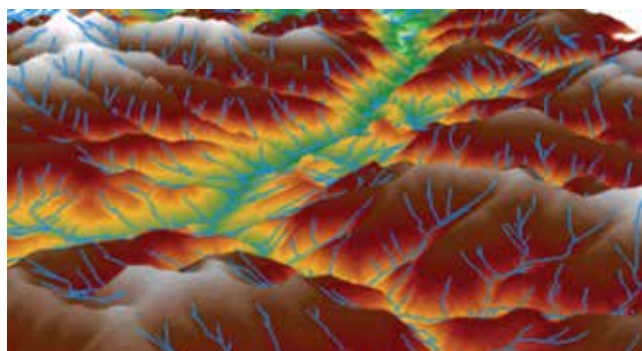


Figura 9. Red hidrográfica IGR-HI en 3D sobre el MDH

de la red hidrográfica). En la siguiente imagen se puede ver la red hidrográfica resultante totalmente coherente con el MDH.

Los productos resultantes para cada subcuenca de trabajo son: una red hidrográfica con toda la semántica capturada durante años en la BTN25, un Modelo Digital Hidrológico (MDH), un Modelo Digital de Direcciones (MDD) y un Modelo de Acumulación de flujo (MDA) que permite obtener una red hidrográfica de diferente densidad en función del parámetro de acumulación. En la siguiente imagen se ven algunos de los productos.

2.7. Controles de calidad

Se han definido una serie de controles para evaluar la calidad de la IGR de hidrografía, que se han clasificado según los elementos de la norma ISO 19157.

Se trata de un total de 21 controles automáticos: 13 ya se habían definido para el producto BTN25 v.2 y 8 nuevos para poder evaluar la calidad de nuevos elementos, atributos o parámetros de la red hidrográfica.

A continuación se enumeran algunos de los controles a modo de ejemplo:

- Consistencia lógica – consistencia topológica: dentro de todos los objetos hidrográficos superficiales (ríos de doble margen, embalses, lagunas) debe haber un eje ficticio que dé continuidad a la red hidrográfica.
- Consistencia lógica – consistencia conceptual: todos los objetos hidrográficos lineales deben estar orientados en el sentido de las aguas. Para ello se buscan objetos con pendiente negativa.
- Consistencia lógica – consistencia topológica: todos los embalses (superficies) deben de cerrar correctamente con el límite de presa (líneas). La intersección debe ser una línea.
- Compleción – omisión: en la red hidrográfica automática (RHA) obtenida a partir del MDT02 deben estar, al menos, todos los elementos existentes en la BTN25.

Los controles se efectúan ejecutando una serie de procesos desarrollados en entorno Geomedia (Hexa-



Figura 10. Productos resultantes de IGR-HI v.1: red hidrográfica, MDD y MDH

gon-Intergraph) e integrados actualmente en el entorno de producción desarrollado en BTN25, de esta manera no se altera el trabajo que se lleva realizando en el IGN en los últimos años y los técnicos siguen aplicando la misma metodología aunque con controles ampliados, garantizando de esta forma que el proceso se lleve a cabo dentro de un entorno de producción controlado.

Actualmente se está llevando a cabo una evaluación estadística de la calidad del producto final determinando los siguientes elementos:

- Exactitud posicional de los cauces naturales lineales y contornos de embalses
- Exactitud temática de cauces lineales y embalses
- Consistencia lógica de cauces naturales lineales: topología y consistencia en Z
- Forma de cauces naturales lineales
- Omisión de embalses respecto al inventario oficial de presas y embalses
- Fiabilidad de métodos de corrección automática de MDH

2.8. Validación

Adicionalmente bajo impulso de la Dirección General del Agua se ha iniciado la colaboración con las CH y las CC. AA. para la validación de la red hidrográfica V1 con el objetivo de construir una IGR única y válida para nuestro territorio.

Para la realización de estos trabajos por un lado se va a trabajar con las confederaciones hidrográficas para analizar los datos existentes y trabajar si fuera necesario con un entorno de revisión y captura de incidencias.

Por otro lado, se van a capturar una muestra suficiente de tramos mediante restitución fotogramétrica (tramos de eje de cauce con coordenadas X, Y, Z) sobre todo el territorio nacional para posteriormente evaluar de forma objetiva tanto la precisión planimétrica de la red LiDAR como altimétrica.

Todos estos trabajos de validación proporcionarán un conocimiento de la situación actual de la producción de la red LiDAR y unas conclusiones para avanzar en su definición.

3. CONCLUSIONES

Ante la situación actual en el campo de la información geográfica, en la que los usuarios demandan datos hidrográficos de resolución, calidad y actualización crecientes, y el marco definido por la Directiva INSPIRE, el Instituto Geográfico Nacional está implementando un

nuevo proceso de producción de Información Geográfica de Referencia (IGR) de Hidrografía novedoso y revolucionario, basado en automatizar fases muy importantes del proceso de producción, en la rentabilización de las nuevas fuentes de datos disponibles, como el LiDAR, y nuevos algoritmos de proceso y en la colaboración con otros organismos y entidades continuando con la línea de establecer procesos de producción colaborativos que mantiene el IGN en lo que va de siglo XXI.

Este nuevo producto de datos geográficos está basado desde un principio en necesidades reales de usuarios, a las que se les ha prestado especial atención, teniendo en cuenta sus requerimientos, la utilización que van a hacer de ellos y qué impacto iba a tener en sus procesos productivos el suministro de IGR de Hidrografía de alta resolución y calidad.

Por otro lado, el producto de datos geográficos del que estamos hablando es completamente conforme con el marco de finido por la Directiva INSPIRE en cuanto a metadatos, servicios web y muy especialmente en todo lo relativo al contenido de las especificaciones de datos de Hidrografía definidas para conseguir la interoperabilidad de los conjuntos de datos generados.

Hay que hacer notar que la información de Hidrografía que se está produciendo es completamente consistente con los datos de Modelos Digital del Terreno. Este punto es particularmente relevante porque libera a los usuarios que hagan una explotación combinada de ambos productos de todas las tareas de armonización que hasta ahora eran tan costosas cuando era necesario abordarlas y que llegaban a impedir en algunas ocasiones la correcta explotación de los datos. También es relevante que constituirá una descripción de la red hidrográfica de gran riqueza semántica en cuanto a atributos hidrológicos, ya que se ha contado con la colaboración de otros actores, como la Dirección General del Agua.

Por último, hay que recordar que la línea de producción de datos ha tenido en cuenta las necesidades de los dos grandes grupos de aplicación de datos de Hidrografía, los orientados a la representación gráfica de la información para su análisis visual y como base cartográfica para la elaboración de otros productos cartográficos y las aplicaciones de análisis SIG.

El Instituto Geográfico Nacional y los organismos que colaboran en este proyecto está realizando un notable esfuerzo para mantener sus líneas de producción y compromisos habituales al mismo tiempo que esté realizando esta auténtica revolución tecnológica en la producción de datos de referencia que creemos redundará en beneficio de todos sus usuarios y de la sociedad en general.

REFERENCIAS

Ley 14/2010, de 5 de julio, sobre las infraestructuras y los servicios de información geográfica en España (LISIGE)

DIRECTIVA 2007/2/ce del Parlamento Europeo y del Consejo, de 14 de marzo de 2007, publicada en el Diario Oficial de la UE (DOUE) el 25 de abril de 2007 INSPIRE Reglamento de la Comisión (EU) 1089/2010 de 23 de noviembre de 2010 que implementa la Directiva

2007/2/EC del Parlamento Europeo y el Consejo Europeos relativo a la interoperabilidad de datos espaciales y servicios.

Data Specification on Hydrography – Technical Guidelines v.3.1, publicadas por el Joint Research Center, disponibles en: http://inspire.ec.europa.eu/documents/Data_Specifications/INSPIRE_DataSpecification_HY_v3.1.pdf

Generación de IGR de Hidrografía: estado actual de producción. Revista Mapping Vol. 25. Nº176. ISSN 1131-9100

Sobre los autores

Celia Sevilla Sánchez

Ingeniera Técnica en Topografía del IGN desde el año 2000 e Ingeniera Geógrafa desde 2004. Jefa de Área de Proyectos Internacionales del CNIG, responsable del SignA y de la Información Geográfica de Referencia de Hidrografía del IGN. Secretaria del Comité Técnico de Normalización de Información Geográfica CTN/AEN148 y delegada del ISO/TC211, tutora y coordinadora del curso de SIG on line, participación en el proyecto España Virtual, perteneciente al grupo de expertos en calidad de Eurogeographics, intercambio de 4 meses con el Reino Unido en el Ordnance Survey, etc.

Eduardo Nuñez Maderal

Ingeniero Geógrafo del IGN desde 2006. Jefe de Servicio de la Subdirección General de Geodesia y Cartografía coordinando diversos proyectos de producción de información geográfica y cartografía básica y responsable de la Información Geográfica de Referencia de Poblaciones. De 2001 a 2005, Ingeniero Técnico en Topografía del IGN en el Servicio de Gravimetría Absoluta. Ingeniero en Geodesia y Cartografía (Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Jaén, 2000). Ingeniero Técnico en Topografía (Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Salamanca, 1996)

Julián Delgado Hernández

Ingeniero Geógrafo del IGN, 2008. Jefe de Servicio de Desarrollo Apoyo Informático de la Subdirección General de Geodesia y Cartografía. Miembro del WG6 de ISO/TC211 y AENOR CTN 148, secretario del grupo de trabajo de Ocupación del Suelo CODIIGE, participación en los grupos CODIIGE de Hidrografía, Ortoimágenes y Elevaciones, tutor de curso online IGN/CNIG sobre Observación del Territorio, experto INSPIRE en el TWG Land Use, participación

en iniciativas internacionales MIRACLE, HELM, HLANDATA, EIONET EAGLE Group, EuroGeographics INSPIRE KEN y EuroSDR.

Gema Martín-Asín López

Ingeniera Técnica en Topografía del IGN desde el año 1989 e Ingeniera en Geodesia y Cartografía por la Universidad de Alcalá de Henares (Madrid). Desde el año 2005, Jefa de Servicio de la Base Topográfica Nacional a escala 1:25.000 del IGN (BTN25).

Miguel Villalón Esquinas

Ingeniero Técnico en Topografía del IGN desde el año 2008 e Ingeniero en Geodesia y Cartografía por la Universidad Politécnica de Madrid. Jefe de Sección del CNIG. Actualmente participa en el proyecto SignA y en la producción de la IGR de Hidrografía. Tutor de los cursos de SIG on line y experiencia en varios proyectos de SIG.

Nuria Valcárcel Sanz

Ingeniera Geógrafa del IGN desde 2003. Subdirectora Adjunta, Unidad de Observación del Territorio, SGGC, ha participado en los proyectos del Plan Nacional de Observación del Territorio (PNOA y PNT), siendo responsable de los proyectos SIOSE y Corine Land Cover sobre Ocupación del Suelo en España. Miembro del Inspire DS Team on Land Cover, responsable del NRC on Land Cover, Land Use and Spatial Planning de la Red Eionet en España, y de varios grupos de trabajo relativos al programa europeo Copernicus, y Grupo de Expertos de Naciones Unidas en Gestión de Información Geoespacial (UN GGIM).

Jaime Sánchez Fanjul

Ingeniero Técnico en Topografía y Máster en Teledetección y Sistemas de Información Geográfica por la Universidad de Oviedo. Becario de formación en el CNIG, colaborando en el SignA y en la IGR de Hidrografía.