

PRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DE BTN100 MEDIANTE BASE DE DATOS ESPACIAL POSTGIS.

Rafael Sierra Requena⁽¹⁾, Jose A. Merino Martín⁽²⁾
y Tania Gullón Muñoz-Repiso⁽³⁾

⁽¹⁾ Ingeniero Superior en Geodesia y Cartografía en Instituto Geográfico Nacional de España.

⁽²⁾ Ingeniero Superior en Geodesia y Cartografía e Ingeniero Geógrafo en Instituto Geográfico Nacional de España

⁽³⁾ Ingeniero Superior en Geodesia y Cartografía e Ingeniero en Topografía en Instituto Geográfico Nacional de España.

RESUMEN

*Se propone realizar la producción de la Base Topográfica Nacional 1:100.000 (BTN100) del Instituto Geográfico Nacional (IGN) de España, mediante una **base de datos espacial PostGIS**, posibilitando un entorno colaborativo con diferentes departamentos, que pueden acceder a los datos mediante cualquier aplicación de información geográfica.*

*Las bases de datos (BD) espaciales permiten el almacenamiento de las geometrías y atributos de los objetos geográficos cumpliendo el **modelo de datos** y las especificaciones técnicas establecidas para el producto de información geográfica.*

*La visualización, inserción y edición de los datos geográficos almacenados en la BD espacial se puede realizar a través de cualquier **software libre de SIG**. Algunas de las restricciones del modelo de datos se aplican directamente sobre la base de datos espacial, mientras que otras se realizan mediante **consultas espaciales dinámicas**, permitiendo dar consistencia a la información geográfica almacenada.*

*Otra de las funcionalidades es la generación de un histórico del producto conforme se almacena la información geográfica en la base de datos. La finalidad es disponer de una **gestión espacio-temporal de los datos geográficos** y un control de las modificaciones realizadas por los productores de la información geográfica.*

Además en el artículo se analizarán las posibles mejoras del producto y la incorporación de nuevos controles de calidad, gran parte de estos trabajos ya están implementados en la BTN100 dentro del IGN con buenos resultados.

Palabras clave: *base de datos espacial PostGIS, modelo de datos, gestión espacio-temporal, , consultas espaciales dinámicas.*

ABSTRACT

*This article describes the use of a **PostGIS spatial Database** for the production of the IGN National Topographic Database at 1:100,000 scale (NTBD100) and it explains the possibility of a multiproduction from different users at the same time using any GIS software.*

Spatial Databases store Geographical Objects' geometries and attributes according to a specific data model and meet the technical specifications for the product.

GIS Desktop Open source is used to visualize, insert and edit the spatial data. Some of the data model restrictions are directly implemented in the Database while others are applied using dynamic queries that assure the geographic information consistency.

A temporal record of the product is automatically generated while the Geographic information is being captured. The goal is to have a Spatial-Temporal Management of the Geographical Data and to have control over the geographical Information producers' modifications.

Furthermore, in this paper future improvements and quality control tasks will be analysed. Most of them are already working for NTDB100 with good results.

1. INTRODUCCIÓN.

La *Base Topográfica Nacional a escala 1:100.000* (BTN100) [1], [2] del Instituto Geográfico Nacional (IGN) [3], se define como un conjunto de datos geográficos topográficos que sirven de soporte para un SIG u otras aplicaciones relacionadas, y es continuo para toda España. Por tanto se actualizara regularmente y los datos están disponibles para su descarga en el Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG)[4].

En este artículo se van a abordar soluciones para la producción con actualización continua del conjunto de datos geográficos de la BTN100.

En la fase inicial de la producción de BTN100 se trabajó con ficheros de base de datos (BD), y estos contenían todo el territorio nacional separado en provincias, por lo que cada uno de los editores de la información geográfica trabajaba sobre un solo fichero.

Esta forma de trabajar imposibilitaba a los diferentes editores poder trabajar en un misma zona, corregir errores de manera sistemática para todo el producto y obligaba a realizar el case geométrico de todas las unidades de producción, ya que se había separado en provincias. Además no se disponía de un control de la edición ni un histórico.

Así que las *necesidades de la producción con actualización continua* de BTN100 son las siguientes:

- Disponer de un único dispositivo de almacenamiento para todo el conjunto de datos que permita el acceso a todos los usuarios que intervienen en la producción.
- La actualización de los objetos geográficos por diferentes usuarios en tiempo real.
- La corrección de errores sistemáticos y control de la consistencia para todo el producto respecto a las especificaciones técnicas establecidas.
- Gestión de un histórico o temporal de todo el producto.

Una vez señaladas todas las necesidades se propone utilizar como *solución un Sistema Gestor de Base de Datos (SGBD) espacial*. Y después de estudiar las diferentes alternativas se ha apostado por la potencialidad y el carácter de *software libre de PostgreSQL y su extensión espacial PostGIS*. Esta solución nos aporta interoperabilidad con el resto de aplicaciones de Sistemas de Información Geográfica (SIG), ya que la base de datos es accesible por la mayoría de software de SIG existentes en el mercado.

Aunque esta no es una solución novedosa, ya que otros organismos que mantienen información geográfica ya la estaban utilizando de alguna forma como IGN Francia [5], Ordnance Survey UK [6] e incluso dentro del propio Instituto Geográfico Nacional de España (Cartociudad [7], SIOSE [8], IDEE [9],etc).

La *finalidad* es mantener toda la *información geográfica* dentro de la *base de datos espacial*, gestionando cada una de sus fases y no solo ser un simple dispositivo de almacenamiento o con otras finalidades como publicación de servicios en web, etc.

Así que es interesante que el SGBD pueda gestionar el propio modelo de datos, permita la edición multiusuario, una actualización en tiempo real, posibilite la gestión, el mantenimiento y la consistencia del producto.

2. ESPECIFICACIONES DE BTN100.

Por tanto se ha diseñado el conjunto de datos geográficos y las especificaciones técnicas [10] con la finalidad de que la base de datos espacial permita la gestión de todo su contenido y las tareas a realizar para su mantenimiento. También es interesante que la base de datos contenga las futuras relaciones espaciales con otros productos como la Base Cartográfica Nacional a escala 1:200.000 (BCN200) y el cumplimiento de normativas europeas INSPIRE [11] y españolas LISIGE [12]

La estructura de las especificaciones técnicas y por tanto del modelo de datos es similar al existente en la Base Topográfica Nacional a escala 1:25.000 (BTN25). Dividiendo los objetos geográficos según temática geográfica, tipo de geometría y asignándoles un código único de identificación.

Ejemplo de codificación de objetos geográficos:

Río lineal = 0301L → 03 (Tema) | 01 (Objeto geográfico) | L (geometría lineal)

Río superficial = 0301S → 03 (Tema) | 01 (Objeto geográfico) | L (geometría superficial)

a) Objetos geográficos:

Código	Tipo de Fenómeno	Grupo Temático
0101S	Entidad territorial	Entidades Administrativas
0102S	Zona protegida	
0201P	Punto acotado	Relieve
0202L	Curva de nivel	
0203L	Entidad Virtual Accidente Orográfico	
0301S; 0301L	Río	Hidrografía
	Cauce artificial	
	Laguna	
	Embalse	
	Humedal	
	
0501P; 0501S	Núcleo de Población	Edificaciones y Núcleos Urbanos
	Diseminado	
	Zona de Uso Característico	
	Lugar de interés	
	Alojamiento y ocio	
	...	
	Autovía	Vías de Comunicación
	Autopista	
	Carretera nacional	
	Carretera autonómica	
	...	
	Ferrocarril de alta velocidad	
	Ferrocarril convencional	
	...	
	Aeropuerto	
	...	
	Conducción de combustible	Conducciones
	Línea eléctrica	
	...	
	Estación de telecomunicaciones	
	...	
	Estación Depuradora	
	Vértices geodésicos	Puntos de Control
	Estaciones permanentes GPS	

Tabla 1: Extracto de los objetos geográficos contenidos en la BTN100.

b) Atributos comunes:

BTN100_0301L_RÍO				
ATRIBUTO	DESCRIPCIÓN	CÓDIGO	TIPO	RESTRICC.
ID	Identificador único del objeto geográfico	0000A01	Entero	Único
ID_BD	Identificador de la BD del objeto geográfico	0000A02	Entero	
ID_SIMPLE	Identifica el elemento simple al que pertenece	0000A03	Entero	
ID_CODIGO	Código de la tabla a la que pertenece	0000A04	Text(5)	
ID_MOD	ID del elemento modificado	0000A05	Entero	
FECHA_ALTA	Fecha de inserción o modificación del objeto	0000A06	Fecha	Obligatorio
FECHA_BAJA	Fecha en la que el objeto deja de ser válido	0000A07	Fecha	º
geometry	Contiene la geometría del elemento.	0000A08	Geometría	Obligatorio

Tabla 2: Atributos comunes a todos los objetos geográficos

c) Atributos específicos:

Ejemplo: BTN100_0301L_RIO

BTN100_0301L_RÍO				
ATRIBUTO	DESCRIPCIÓN	CÓDIGO	TIPO	RESTRICC.
CATEG_0301	Categorización de ríos	0301S01	Texto(2)	Obligatorio
COD_RIO	Codificación asociada de otros organismos	0301S02	Texto(2)	
COMPO_0301	Tipología de componente de eje de cauce o eje ficticio	0301S03	Texto(2)	Obligatorio
CURSO	Tipología de tramo de río	0301S04	Texto(2)	Obligatorio
REGIMEN	Estacionalidad de las aguas en cauce	0301S05	Texto(2)	Obligatorio
ETIQUETA	Nombre geográfico del objeto	0301S06	Texto(150)	

Tabla 3: Atributos específicos para el objeto geográfico, Río lineal.

d) Listas de valores:

Ejemplo: COMPO_0301:

Valor	Nombre del valor	Código	Descripción
01	EJE	0301S0301	Eje del cauce del río
02	CONEXIÓN	0301S0302	Eje ficticio establecido para conexión en zonas hidrográficas superficiales.

Tabla 4: Ejemplos de listas de valores en este caso para río.

e) Combinaciones de atributos no permitidas:

	CATEG_0301	CURSO	REGIMEN	Justificación
1	01	(00; 01; 02; 03)	02	Río de primer orden no puede ser no permanente

Tabla 5: Ejemplos de listas de valores en este caso para río.

f) Asociaciones entre objetos geográficos BTN100:

Ejemplo:

	Nombre	Código	Obj. Asociado	Justificación
1	Conex_0301L_0304S	0301LA0101	0304S	Río debe conectar exactamente en sus nodos finales con un embalse en caso de intersección.

2	Contin_0301L_0304S	0301LA0201	0304S	Río contenido dentro de embalse debe llevar el atributo COMPO_0301 = 02
3	Compart_0301L_0102S	0301LA0301	0102S	Río puede compartir trazado con zona protegida en caso que discurran por el mismo lugar o en paralelo a una distancia no apreciable para la escala

Tabla 6: Ejemplos de listas de valores en este caso para río.

3. IMPLEMENTACIÓN DE BD ESPACIAL PostGIS.

3.1. Instalación del SGBD.

Hasta el momento se ha realizado una instalación del producto *Postgresql 9.3* y la extensión espacial *PostGIS 2.1* en un servidor Windows 64 bits. Aunque ya se están realizando las pruebas para albergarlo dentro de un sistema operativo Linux (CentOS) a 64 bits.

Ambas versiones tanto del SGBD y extensión espacial son relativamente recientes. Y se decidió implementar la extensión espacial PostGIS 2 [13], debido a la potencialidad de sus nuevas herramientas de cálculo espacial y topológico, que van a permitir realizar un control de calidad de la consistencia de la información geográfica (ver apartado 4) más exhaustivo sobre las geometrías.

3.2. Tablas y atributos.

Una vez instalado el SGBD se procede a crear la base de datos espacial para posteriormente implementar el modelo de datos de BTN100 en su interior. Para ello generamos una nueva base de datos llamada "BTN100" con extensión espacial PostGIS 2.0.

Posteriormente se realiza la carga de las tablas, datos alfanuméricos y geométricos e índices espaciales mediante un script.

3.3. Acceso a usuarios y roles de edición.

Una vez implementado gran parte del modelo de datos, es el momento de dar acceso a los participantes a través de la IP de su máquina. De esta forma se generan usuarios personalizados, asignándoles roles específicos según responsabilidades o funciones dentro del equipo de trabajo. Los roles principales son:

- Supersusuario*: Con este usuario solo podrá entrar el administrador de la base de datos
- Gestión del producto*: Con este rol solo tendrán acceso aquellos usuarios que se dediquen a la gestión del proyecto
- Edición*: Este rol se utiliza para los usuarios que acceden como editores o productores de la información geográfica.
- Visualización*: Este rol es para aquellos usuarios que solo necesitan acceder al proyecto para consultar los datos puesto que no participan en su producción.

3.4. Copias de seguridad.

Hasta el momento se dispone de unos *scripts de ejecución automática*, que permite guardar los datos *diariamente* en horas fuera de la producción. De estos *scripts* se guarda una copia semanal en un servidor y una copia mensual en otro servidor de forma que evitamos la pérdida de información.

3.5. Gestión del temporal.

Actualmente se ha implementado el sistema de gestión de los datos temporales para disponer de un *histórico*. Una de las funcionalidades fundamentales es el poder realizar un mantenimiento sobre el *control o detección de cambios periódicamente*. Así se comprueba que los nuevos datos insertados sean correctos pudiendo *recuperar algún objeto geográfico* desechado incorrectamente.

Se está estudiando la posibilidad de almacenar los datos temporales automáticamente en otras máquinas y bases de datos. Aunque de momento para nuestro volumen de información lo que realizamos son extracciones automáticas mediante ETL Tools.

Otra de las posibilidades es realizar un versionado con `pgversion`. Aunque para el números de usuarios, permisos y la dificultad de cruce de tareas con los mismos objetos geográficos hacen que no la hayamos contemplado.

a) Tablas de almacenamiento temporal:

Se generán unas tablas idénticas a las del producto BTN100, que además llevan algunos atributos más respecto a las originales.

Estos *atributos añadidos* son: *id* (clave primaria propia para el temporal) ; *acción* (indica si el registro corresponde a un elemento borrado, modificado o insertado) ; *usuario* (nombre de usuario que ha realizado la acción)

b) Inserción automática de datos temporales mediante funciones y disparadores:

En el momento de realizar una inserción, modificación o borrado de algunos de los registros, automáticamente (`CREATE TRIGGER`) se realiza la inserción de ese mismo registro en su otra tabla de objeto geográfico temporal mediante *programación en pl/pgsql*. Además se añaden los registros que nos indican el usuario que ha realizado la edición del registro, y se actualiza la fecha de alta o baja del elemento según la acción realizada e indicada.

c) Gestión de los datos temporales:

Se pueden realizar consultas (`SELECT...FECHA ALTA = ; SELECT...FECHA_BAJA=`) del temporal a partir de una fecha, entre fechas, mostrando los datos válidos en una fecha determinada, los datos modificados en producción a partir de una fecha, así como gestión de las modificaciones realizadas por los usuarios.

3.6. Estadísticas de producción.

A través de PostgreSQL y mediante algunas consultas podemos extraer ciertas estadísticas interesantes tanto de uso de la BD como de los propios elementos geográficos. Por ejemplo:

- *Número de elementos por tabla, número de vértices y tamaño en disco:*

Para cuantificar la respuesta de nuestra base de datos y el servidor es interesante conocer el número de elementos y vértices que tenemos almacenados, así como cuantificar las tareas de producción realizadas. Esta consulta la podemos hacer mediante la selección de una agregación de registros (`SELECT COUNT(...)`) así como la función `npoints(geometry)` para el número de vértices.

También resulta interesante conocer el volumen de información almacenada en cada tabla y en la base de datos, algo que podemos obtener con la función `pg_size_pretty` que extrae estadísticas temporales.

Tipo de Objeto geográfico	Num_elementos	Num_vertices	Tamaño
BTN100_0101S_ENT_TERRIT	8.277	5.116.740	147 Mb
BTN100_0102S_ZON_PRO	2.068	6.698.945	128 Mb
BTN100_0201P_PUN_ACO	55.159	55.159	10 Mb
BTN100_0202L_CURV_NIV	168.470	5.248.614	655 Mb
BTN100_0301L_RIO	32.542	3.211.941	79 Mb
BTN100_0501S_NUC_POB	26.930	814.668	19 Mb
BTN100_0502S_DISEMINADO	7.247	163.810	4 Mb
BTN100_0503S_ZONA_USO	20.290	424.720	11 Mb
BTN100_0504P_LUG_INT	41.961	41.961	14 Mb
BTN100_0505P_ALOJ_OCIO	10.468	10.468	2 Mb
BTN100_0601L_AUTOVIA	7.360	95.164	4 Mb
BTN100_0602L_AUTOPISTA	2.013	24.852	1 Mb
BTN100_0603L_CARR_NAC	5.718	119.653	3 Mb
BTN100_0604L_CARR_AUTON	72.860	1.681.338	56 Mb
BTN100_0609L_FFCC_AV	1.008	10.157	1 Mb
BTN100_0610L_FFCC_CONV	4.669	92.059	4 Mb
BTN100_0611P_FFCC_EST	2.464	2.464	1 Mb
BTN100_1001P_VER_GEO	11.144	11.144	3 Mb
BTN100_1002P_EST_GPS	20	20	0,1 Mb
TOTAL BTN100:	480.668	23.823.877	1321 MB

Tabla 7: En la tabla se muestra un ejemplo del número de elementos, vértices y tamaño en disco de algunas de las tablas que se almacenan en nuestra base de datos.

4. CONSISTENCIA DEL PRODUCTO.

La consistencia del producto es una de las partes fundamentales del control de calidad definido en la ISO 19113. En este artículo se abordarán las siguientes fases:

4.1. Restricciones de atributos alfanuméricos.

Una vez generadas las tablas estableceremos las restricciones de los atributos alfanuméricos definidas en el modelo de datos.

a) Restricciones de valores por defecto.

En el modelo de datos existen dos atributos comunes a todas las tablas que llevarán un valor por defecto:

- El primero es el identificador único de código para la tabla (ID_CODIGO). Este código se completará automáticamente.
Ej: BTN100_0301L_RIO → ID_CODIGO = 0301L
- El segundo no llega a ser un valor por defecto como tal ya que no es fijo como en el caso anterior si no es variable. Estamos hablando de un atributo de fecha (FECHA_ALTA). Para cada inserción en la base de datos se completa el atributo con la fecha del momento en el que se almacena.
- *Ej: BTN100_0301L_RIO → FECHA_ALTA = 20140102*

b) Restricciones de lista valores permitidas

Como se define en las especificaciones algunos atributos están asociados a unas listas de valores restringidos (ver tabla 4). Por lo que se establece una restricción (CONSTRAINT) en esos atributos indicando los posibles valores válidos para cada uno.

c) Combinaciones de atributos no permitidas

Otras de las restricciones suceden con valores para diferentes atributos (ver tabla 5). En las especificaciones se estipula que existen ciertas combinaciones de valores entre algunos atributos que no están permitidas. Esto se realiza mediante programación PL/PgSQL y generando *disparadores* que avisan al productor del error producido.

d) Comprobación de nombres geográficos.

Para algunos objetos geográficos se dispone de normas en los nombres geográficos para indicar la parte del nombre que es genérico. Por ejemplo "Río" debe ir al principio del nombre escrito de esta forma.

Por tanto se trata de localizar un elemento que contenga este error mediante (SELECT) y pudiendo ser actualizado (UPDATE) automáticamente.

4.2. Restricciones geométricas.

a) Control geométrico básico durante inserción.

- *Sistema Geodésico de Referencia (SGR) y Sistema de Referencia de Coordenadas (SRC):* se comprueba que las coordenadas de los elementos geométricos insertados sean acordes con el SGR establecido
- *Tipo de geometría:* aquí se indica el tipo de geometría admitido para los objetos geográficos. Para la mayoría de ellos se utilizarán geometrías simples (LINESTRING, POINT, POLYGON).
- *Dimensiones de las coordenadas:* Se debe insertar coordenadas en 2D (X, Y) ya que en la BTN100 no se capturan cotas (Z) de los objetos geográficos.

e) Geometrías válidas

Se comprueba si las geometrías que se han insertado tienen errores: huecos, elementos con vuelta atrás en líneas o polígonos, bucles, etc.

La comprobación la realizamos con alguna de estas sentencias: `Ivalid`, `ST_IsValidReason`, `ST_IsValid`

f) Elementos duplicados

Se podría utilizar alguna sentencia del tipo “`ST_removedrepeatedpoints`” pero de momento se ha creído preferible identificar los errores y valorar si es necesario o no eliminarlo. Por tanto se realiza una consulta con: `ST_Equals` o si quisierámos establecer una distancia en función de la precisión de captura `ST_DWithin`.

g) Área y longitud mínima

Se calculan las áreas y longitudes de los diferentes objetos geográficos y se filtran por tamaño mínimo `ST_Area` y `ST_Length` según especificaciones técnicas para ver las que dan lugar a error. Esta consulta no se ha querido implementar en tiempo de captura (mediante disparadores) ya que pueden existir algunas excepciones a la norma.

4.3. Asociaciones entre objetos geográficos.

Las asociaciones entre objetos geográficos vienen detalladas en las especificaciones de datos del producto [10] (ver apartado 2).

Hasta el momento ya disponíamos de *consultas espaciales para control de calidad* del producto en BTN100 [14], al igual que en otros productos como la BTN25 [15] y otros estudios como para la Base Topográfica Armonizada (BTA) [16].

En este caso se ha valorado implementar la consistencia de forma automática en la BD con disparadores de momento no se ha implementado ya que puede retrasar el tiempo de inserción de los objetos geográficos, al tener que calcular su validez espacial y cada uno de los distintos errores posibles con la propia BD.

Por tanto una de las soluciones es utilizar el comportamiento dinámico de las consultas espaciales, en este caso con **vistas** en la base de datos. Sin embargo, cuando el análisis es muy exhaustivo y existe un volumen grande de información se ralentiza el cálculo de estos datos dinámicos y la visualización de los resultados.

La solución para evitar la ralentización de las *consultas espaciales dinámicas* pasa por la implementación de **vistas materializadas** (nuevo en PostgreSQL 9.3). Aunque este tipo de vistas *no permiten la edición* de sus elementos, sí que podemos recalcularlas automáticamente si se modifica alguno de los elementos vigentes en las tablas a partir de las que se consultan.

Cabe destacar que esta es una **solución muy rápida** y nos permite realizar **consultas espaciales complejas** con volúmenes de información considerables de forma encadenada.

Hasta el momento se plantea generar las consultas en el momento de realizar las tareas concretas de revisión de errores dentro de una planificación, de forma que no afecte a la producción.

a) Análisis entre objetos geográficos.

Aquí se mostrarán ejemplos concretos de análisis espacial realizado para detección de errores entre asociaciones de objetos geográficos:

- *Conexión:*

Toda estación de ferrocarril debe de estar contenida en una línea (`ST_Disjoint`) de ferrocarril.

- *Contención:*

Se establece que un tramo de río con atributo conexión debe estar contenido (`ST_ContainsProperly`) dentro de un embalse, río superficial o laguna.

- *Superposición:*

Se establece que una zona uso no puede estar contenida dentro de un núcleo, excepto si está totalmente contenida (`ST_Overlaps`).

b) Análisis complejo entre objetos geográficos

Este análisis se realizará consultas espaciales encadenadas de forma que se irán realizando *consultas de vistas materializadas*. Esto mejorará el rendimiento ya que algunas de ellas se podrían realizar tal vez con única sentencia aunque de forma costosa.

Ejemplo: Calles fuera de zonas urbana

1º Unión de polígonos de Núcleos de Población, Diseminados y Zonas de uso. (operación costosa) (`ST_Union`)

2º Detección de tramos de calle dentro de los polígonos calculados anteriormente. (`ST_Disjoint`)

c) Enlace con otras BBDD.

En este proyecto se hacen enlaces con otras bases de datos que proporcionan información oficial de algunos de los objetos geográficos que componen BTN100. Una de las BBDD a la que tienen enlace nuestros objetos geográficos es el Nomenclátor Geográfico Básico de España (NGBE) [17].

Otras BBDD externas serían la del Nomenclátor de población del Instituto Nacional de Estadística (INE) [referencia] del cual se almacena su código en los objetos geográficos de Entidad Territorial, Núcleos de Población y Diseminado. Además existen otras asociaciones a otras BBDD como serían Sistema de Información del Agua (SIA), Aeropuertos (IATA), etc.

5. PRODUCCIÓN INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DE LA BTN100 MEDIANTE SIG.

5.1. SIG y BD PostGIS.

Indicar que estos resultados se han obtenido tras un proceso de investigación de más de un año, aunque siempre se ha trabajado con las últimas versiones disponibles de software libre [18].

En este caso las pruebas realizadas de edición que se muestran durante la ponencia se han realizado con una máquina virtual con un SO Linux (Ubuntu 12.04 LTS), PostgreSQL 9.3 - PostGIS 2.1 (SGBD Espacial) y Quantum GIS 2.2 [19] (SIG de Escritorio) con unas características de 2 núcleos y 2 Gb RAM.

Por lo tanto se trata de una prueba en la que los tiempos se maximizan ya que el SGBD está muy lejos de llegar a las capacidades físicas de los servidores que se dispone en estos momentos para realizar la producción. Y aun así los resultados han sido más que aceptables.

5.2. Edición cartográfica con restricciones en BD.

Como se observa en la figura 1 podemos trabajar conectados a la BD PostGIS con una aplicación GIS de Escritorio y realizar la edición de la información geográfica.

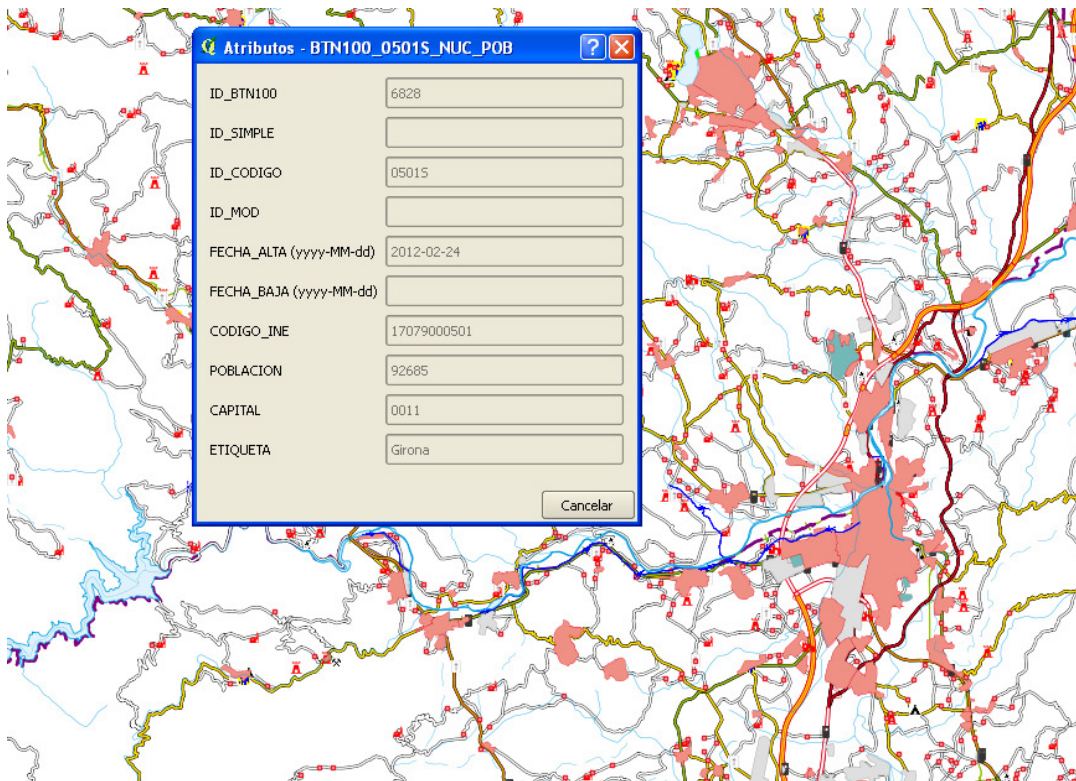


Figura 1: Carga y visualización de información geográfica de BTN100 con Quantum GIS.

Para la inserción de un elemento nos aparece la ventana indicando sus valores por defecto, y los valores a insertar. En el caso de insertar un valor fuera de una lista de valores o combinación de atributos no permitida, Quantum GIS nos avisa del error que le envía la BD.

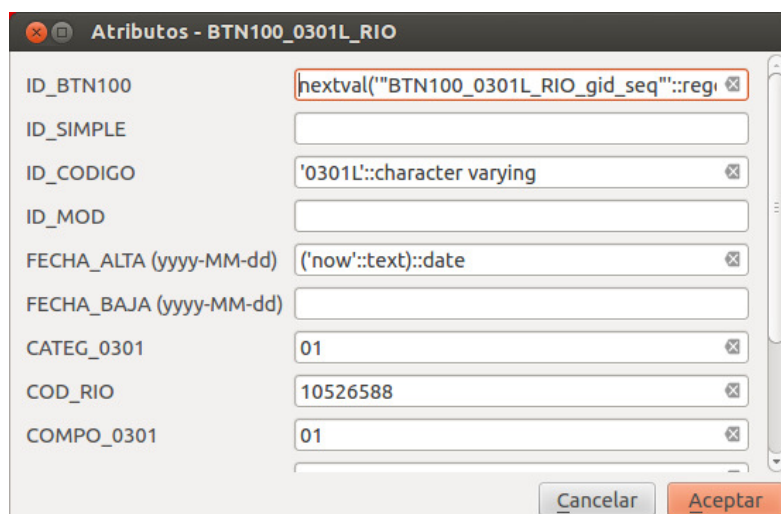


Figura 2: Este es el cuadro de diálogo de inserción de atributos en Quantum GIS que aparece después de insertar un elemento geométrico. Como se observa aparece en los atributos *ID_BTN100*, *ID_CODIGO* y *FECHA_ALTA* los atributos con valores por defecto (apartado 4.1) que están programados en la base de datos.

La revisión de la *consistencia geométrica* mediante *análisis espacial* y consultas dinámicas se considera óptimo realizarlo en ciertos momentos de la edición de la información geográfica.

Las *consultas dinámicas* espaciales se han realizado con *vistas de PostgreSQL* y se visualizan en el SIG como si fuera una tabla más, para posteriormente poder añadir al mapa y visualizar los elementos erróneos gráficamente. Una vez editado el elemento del objeto geográfico que produce el error, éste desaparece de la consulta para el caso de consultas sencillas, en consultas costosas se visualizarán más tarde.

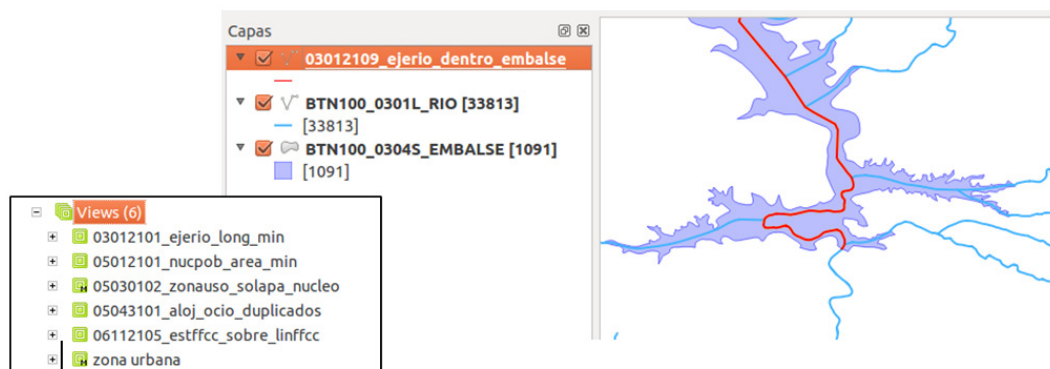


Figura 2: En la figura aparece a la derecha un ejemplo de las vistas generadas en PostgreSQL que nos permiten revisar errores de la información geográfica en SIG, a la izquierda ejemplo de Visualización en QuantumGIS.

Por tanto se podrían realizar una revisión de la calidad de la información geográfica de forma dinámica con PostgreSQL, aunque habría que optimizar cada una de las consultas y comprobar su comportamiento del servidor para hacerlo en tiempo real.

6. CONCLUSIONES.

En este artículo se muestra la solución aportada para la producción de información geográfica de la BTN100 dentro del Instituto Geográfico Nacional.

A través de una base de datos espacial se controla que la información geográfica producida sea consistente y que proporcione un almacenamiento de datos versátil, interoperable y una correcta gestión del producto.

Concretamente se ha experimentado durante un tiempo de prueba de alrededor de un año trabajando con la base de datos espacial en tareas de producción de información geográfica con buenos resultados. Actualmente existe un equipo en torno a 10 técnicos produciendo información geográfica con la misma base de datos en tiempo real.

Todos estos trabajos realizados sobre la base de datos espacial nos facilitan el cumplimiento las especificaciones de datos técnicas [10], pudiéndose adaptar a la normativa internacional ISO 19100, normativa Europea vigente INSPIRE [11] y nacional LISIGE [12].

Por tanto la integración de la consistencia de la información geográfica dentro de la base de datos nos permite mejorar también la calidad de la información geográfica consultada por los usuarios a través de los servicios web de visualización, consulta y descarga que proporciona el IGN [20].

Para el caso práctico se ha demostrado que el software libre de SIG es totalmente funcional para realizar los trabajos de producción. En este artículo se ha escogido el software SIG "quantumGIS" pero se podría utilizar otro diferente [18]. Por supuesto también es posible su implantación con otro software comercial más específico para la realización de estos trabajos.

Como trabajos futuros sería muy interesante implementar estos trabajos con la aplicación Quantum GIS mediante programación como PyqGIS o realizar análisis espacial con el módulo de topología de PostGIS.

Para concluir, mencionar que uno de los trabajos principales del IGN como organismo, es producir y proporcionar datos geográficos. La calidad de la información geográfica repercute en los estudios, consultas técnicas o ciudadanas, ya que necesitan un dato contrastado para obtener un resultado correcto. El medio para realizar una consultas geográfica puede ser mediante aplicaciones informáticas (SIG Desktop, Servidores mapas, servicios web) o mapas analógicos o digital, y todos ellos necesitan de datos geográficos de calidad.

Por tanto el objetivo de este artículo es asegurar la calidad de la información geográfica que se produce y se suministra a nivel nacional e internacional por el Instituto Geográfico Nacional.

AGRADECIMIENTOS

Agradecer al *Instituto Geográfico Nacional* y sobre todo a los componentes del Área de Cartografía por su trabajo, colaboración, y fomento de la investigación en estas materias que nos permiten mejorar la producción y la calidad de la Información geográfica a nivel nacional.

También agradecer al *Departamento de Sistemas de Información Geográfica* de la *Escuela de Geodesia, Cartografía y Topografía* [21] ubicada en la *Universitat Politècnica de Valencia* por su años de formación, motivación investigadora y profesional en este ámbito.

REFERENCIAS

- [1] MERINO MARTÍN JOSE A.; GULLÓN MUÑOZ-REPISO, TANIA; RUIZ RAMIREZ, ANGELA; GONZÁLEZ MATESANZ, F.J.; SANCHEZ TELLO, Jose Luis. (2013). "BTN100/BCN200: Collaborative framework for cost optimization" (2013). ICA 2013
- [2] MERINO MARTÍN JOSE A.; GULLÓN MUÑOZ-REPISO, TANIA; RUIZ RAMIREZ, ANGELA. (2013). "Nueva Base Topográfica Nacional 1:100.000". BTN100 JIDEE 2013. http://www.ideo.es/resources/presentaciones/JIIDE13/jueves/47_BTN_100.pdf
- [3] Área de Cartografía del Instituto Geográfico Nacional (IGN). <http://www.ign.es/ign/layout/actividadesCartografia.do>
- [4] Centro de descargas. Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG). <http://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/>
- [5] PostGIS Case Studies – IGN (Francia). <http://postgis.net/2012/10/18/ign>
- [6] PostGIS Case Studies – Infoterra. <http://postgis.net/2012/10/17/infoterra>
- [7] GONZALEZ GARCÍA, JULIÁN; VELASCO TIRADO, ANA; GONZALEZ JIMENEZ, ALICIA. (2012). "Cartociudad apuesta por el software libre". VI Jornadas de SIG Libre (Girona) http://www.sigte.udg.edu/jornadassiglibre2012/uploads/articulos_12/art27.pdf
- [8] FERNANDEZ VILLARINO, XALO; DELGADO HERNADEZ, JULIÁN; VALCÁRCEL SANZ, NURIA. (2012). "Geoservicios web SIOSE: un sistema de información como servicio público". VI Jornadas de SIG Libre (Girona). http://www.sigte.udg.edu/jornadassiglibre2012/uploads/articulos_12/art17.pdf
- [9] RUIZ, CRISTINA; HERNANDEZ, LORENA. (2011). "IGNBase: un servicio de visualización INSPIRE del Instituto Geográfico Nacional". II Jornadas Ibéricas de Infraestructuras de Datos Espaciales, JIIDE 2011. <http://www.ideo.es/resources/presentaciones/JIIDE11/Articulo-34.pdf>
- [10] BTN100 Documentación oficial. http://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/documentos/Doc_auxiliar_BTN100.zip

- [11] Directiva INSPIRE (Infrastructure for Spatial Information in Europe), (2010/02/CE). <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2007:108:0001:0014:ES:PDF>
- [12] Normativa nacional cartografía (LISIGE) <http://www.idee.es/espanol-lisige>
- [13] MARTINEZ LLARIO, JOSE CARLOS. (2012). "PostGIS 2. Análisis Espacial Avanzado". ISBN: 978-84-615-8833-9. <http://cartosig.webs.upv.es/>
- [14] GULLÓN MUÑOZ-REPISO, TANIA; MERINO MARTÍN JOSE A.; RUIZ RAMIREZ, (2012). "Control de calidad semiautomatizado con herramientas SIG de la Base Topográfica Nacional a escala 1:100.000". (2012). TOPCART 2012
- [15] DE LAS CUEVAS, ANA; GARCÍA GARCIA, JAVIER. "Formalization edition rules to automate topographic maps quality control". ICA 2013.
- [16] MARTINEZ LLARIO, J.CARLOS; RUIZ LOPEZ, FRANCISCO; COLL, ELOINA. (2012). Materialization of BTA database using open source software. First World Conference on Innovation and Computer Sciences (INSODE 2011). <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212017312000060>
- [17] CASTAÑO SUAREZ, ANGÉLICA; MONTILLA LILLO, MARTA; LUJÁN DIAZ, ANTONIO. (2012). "Nomenclátor Geográfico Básico de España v.1.0". JIIDE 2012. <http://www.idee.es/resources/presentaciones/JIIDE12/miercoles/B4.Articulo.pdf>
- [18] MERINO MARTÍN JOSE A.; RUIZ RAMIREZ, ÁNGELA; GULLÓN MUÑOZ-REPISO, TANIA. (2013). BASE TOPOGRÁFICA NACIONAL 1:100.000. Jornadas Internacionales de gvSIG 2013. http://downloads.gvsig.org/download/events/gvSIG-Conference/9th-gvSIG-Conference/articles/Article-9j_BTN100.pdf
- [19] QuantumGIS. <http://www.qgis.org/es/site/>
- [20] Servicios Web del IGN. <http://www.ign.es/ign/resources/actividades/ServiciosWeb.pdf>
- [21] (ETSIGCT). Universitat Politècnica de València. <https://www.upv.es/entidades/ETSIGCT/>