

# Análisis y estructura de una Geodatabase BTA

## Para su utilización en la Administración Local

**Ruiz López, Francisco; Coll Aliaga Eloina; Martínez-Ilario, José**

### Resumen

Para el análisis del Modelo de Datos de la Base Topográfica Armonizada (BTA) se ha partido de un pequeño conjunto de información cartográfica, que consta de tres hojas a escala 1:5.000 elaboradas por el Instituto Cartográfico Valenciano (ICV) y siguiendo su propio modelo de datos. Las hojas cubren el término municipal de la ciudad valenciana de Cullera, que, por su tamaño y población, resulta ideal como ejemplo para analizar en un caso práctico la Base Topográfica Armonizada.

La morfología del término municipal aporta al análisis gran variedad de entidades ya que presenta playa, montaña e incluso un río sin salir del término municipal, dichas entidades permitirán utilizar un amplio abanico de los fenómenos que la Base Topográfica Armonizada pone a disposición del productor de cartografía en su Diccionario de Fenómenos.

Aprovechando la situación se ha hecho una comparativa del modelo de datos del Instituto Cartográfico Valenciano (que está previsto sea una fuente primaria de información cartográfica para Administraciones Locales) y de la Base Topográfica Armonizada. Dicha comparativa tiene la finalidad de detectar posibles deficiencias o mejoras potenciales en el Modelo y así poder mejorar el producto en futuras versiones.

El proceso de importado de las hojas requiere como paso previo plasmar el Modelo de Datos BTA de alguna forma, por lo que se ha considerado la mejor opción hacerlo en una Geodatabase de ArcGis 9.3., lo que permite generar los dominios de los datos asociados y establecer un cierto orden utilizando feature datasets y feature class para crear la estructura de familias y fenómenos respectivamente.

Una vez creados los dominios se ha confeccionado la estructura de la geodatabase, creando tantas feature class como primitivas geométricas se presenten en el diccionario de fenómenos de las especificaciones y se ha iniciado el proceso de carga de geometrías.

Las correspondencias entre entidades de un modelo de datos y otro no son inmediatas, por lo que se han creado tablas de correspondencias entre entidades ICV y BTA para que puedan ser reutilizadas por las Administraciones interesadas si desean importar información desde el Modelo de Datos del Instituto Cartográfico Valenciano.

Durante la fase de importado de datos se han encontrado varios inconvenientes al utilizar el nuevo modelo, como por ejemplo la ausencia de jerarquía para la simbología o tener que establecer los componentes 1D y 2D para todas las geometrías de la base de datos.

Todos los inconvenientes han sido agrupados y en último lugar se comentan los puntos positivos y negativos del uso de la Base Topográfica Armonizada como Modelo de Datos destino para la cartografía, ya sea de nueva producción o importada, haciendo especial hincapié en sugerir o proponer mejoras para futuras revisiones a partir de la experiencia obtenida.

### PALABRAS CLAVE

Base Topográfica Armonizada, Administración, Local, Modelo de Datos, Instituto Cartográfico Valenciano, Geodatabase, Fenómeno, Importar, Jerarquía, Estructura.

## 1. INTRODUCCIÓN

Actualmente los avances en informática y telecomunicaciones, junto al aumento de la capacidad de proceso de las computadoras ha transformado radicalmente el modo de producir, tratar e intercambiar cartografía.

Lejos quedan los tiempos en que las hojas cartográficas se elaboraban en formato papel por grandes instituciones nacionales encargadas de todo el proceso de elaboración. A día de hoy, en la sociedad de la información, el tratamiento de la información es casi totalmente digital en la mayoría de los casos. Estos avances junto a políticas de publicidad de datos cartográficos ponen a disposición de una gran cantidad de usuarios la cartografía, lo que ha producido un cambio en la mentalidad de la sociedad y ha contribuido a un aumento de la demanda.

Al haber un gran crecimiento en la demanda de cartografía se ha disparado la producción de la misma, pero debido a la cantidad de empresas y organismos que generan cartografía la heterogeneidad de ésta es muy elevada, siendo habitual utilizar datos comunes pero de diferentes fuentes y observar que son tan diferentes que, pese a estar representando la misma realidad, (ya que ésta es única), es muy difícil trabajar con ellos.

Es por esto que nacen, desde las instituciones nacionales más importantes de los países (en este caso el Consejo Superior Geográfico de España), iniciativas encaminadas a conseguir una nueva normativa que regule la

producción de nueva cartografía y que la existente se adapte a la misma, de modo que cualquiera pueda utilizar la información provenga de donde provenga sin reducir la productividad. Ya que la normativa actual no es suficiente.

Es ahí donde ha nacido la Base Topográfica Armonizada (de ahora en adelante BTA), diseñada para que la cartografía digital y a escalas 1:5.000 y 1:10.000 producida por el Estado, las Comunidades Autónomas y las Diputaciones Forales sea homogénea, posea un Modelo de Datos adecuado y que, además, requiera de un mínimo esfuerzo para transformar la información existente al nuevo modelo facilitando así el uso extensivo de la BTA.

## 2. FILOSOFÍA DE LA BTA

El principal objetivo de la BTA es lograr una armonización en la producción cartográfica, fijando un núcleo común en cuanto a modelo de aplicación y catálogo de fenómenos a representar. En un principio está pensada para la cartografía de las comunidades autónomas y diputaciones forales a escalas 1:5.000 y 1:10.000, pero ello no significa que no se pueda adoptar por parte de Administraciones Locales para la producción de cartografía a escalas cercanas [1].

Se espera obtener una cartografía altamente coherente en cuanto a criterios de captura y representación dentro de un mismo organismo y se espera que entre distintos organismos y/o Administraciones Locales haya más disparidad, pero siempre manteniendo unos mínimos para lograr el objetivo de la integración e interoperabilidad.

## 3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA BTA

La BTA es un producto en formato vectorial, sin topología explícita (en espagueti) y que se ha diseñado para cartografía a escalas 1:5.000 y 1:10.000.

Para la subdivisión en hojas (también llamado "corte geodésico") se parte del MTN50 para llegar a las BTA5 y BTA10. Se toman 4 números para la hoja MTN50, rellenando con 0 por la izquierda si procede, a continuación un carácter especial para el tipo de hoja (A normal, B bis, C tris...), después un guión y dos dígitos para la fila y dos más para la columna. Por ejemplo: 0778A-0201.

En caso de generar una serie se deben colocar dos dígitos a la izquierda referentes a la escala, seguidos por dos puntos y todo lo anterior, para una escala 1:5.000 sería: 05:0778A-0201.

### 3.1 ESTRUCTURA

Los fenómenos BTA deben poder representar cualquier entidad mayor a 1 metro en el mundo real. Existen jerarquías internas, con fenómenos padre y fenómenos hijo, que heredan las propiedades unos de otros, pudiendo haber hasta 3 niveles, aunque lo habitual es uno o dos. A su vez dichos fenómenos se estructuran en familias, que, además, se ha seguido la clasificación propuesta por la directiva europea INSPIRE [2], lo cual es una maniobra con gran visión de futuro para facilitar el seguimiento de la directiva a partir de organizar la cartografía mediante los Modelos de Datos que siguen la BTA.

### 3.2 CONTENIDOS

Las diferentes familias de fenómenos son:

- Puntos de referencia
- Nombres geográficos
- Transportes
- Hidrografía
- Relieve
- Cubierta terrestre
- Edificaciones
- Servicios

### 3.3 CALIDAD

Para obtener un producto con todas las garantías es imprescindible tener en cuenta ciertas consideraciones y así obtener productos con calidad. El grado de precisión y fiabilidad en una cartografía es variable, ya que depende en gran medida del método de captura o de su procedencia.

El estudio de la calidad ha sufrido un gran impulso en los últimos tiempos, ya que han cambiado las estrategias y se pretende no sólo producir, sino producir bien, de modo que aquel producto que se genere tenga una característica extra que le permita triunfar en el mundo de la competencia. Es por ello que se han ido desarrollando desde diversos frentes y organismos estrategias y documentos para asegurar, analizar y cuantificar (en la medida de lo posible) una característica tan abstracta como es la calidad.

Hay diversos tipos de normas en función del organismo que las propone, y como se pretende seguir una norma cuanto más extendida sea mejor, ya que mayor cantidad de usuarios estarán procediendo de idéntica manera o muy similar a la nuestra y en un producto integrador como es este Modelo de Datos BTA es una garantía de interoperabilidad y posibilidades de expansión

Se utilizan normas ISO para tener unos parámetros de contraste de la calidad de los datos. Concretamente las ISO19113 e ISO19114, que además proponen valores de aceptación y rechazo para algunos de éstos parámetros.

La BTA exige que los resultados de los controles de calidad realizados sobre los datos sean incluidos en los metadatos.

Hay ciertos controles específicos para algunos fenómenos en particular, y vienen detallados en las fichas de los mismos en el catálogo de fenómenos. Sin embargo, a modo global, existen los siguientes parámetros de calidad en la información cartográfica:

- Exactitud posicional
  - Absoluta horizontal
  - Absoluta vertical
  - Relativa vertical
- Compleción
  - Omisión
  - Comisión
- Consistencia lógica
  - Consistencia de dominio
  - Consistencia conceptual o Coherencia lógica
- Exactitud temática
  - Corrección de la clasificación
  - Corrección del nombre geográfico
- Genealogía

La genealogía no viene incluida como tal dentro de los controles de calidad de la cartografía en el Modelo de Datos BTA, sin embargo si se exige que se metadate la información cartográfica, por lo que se ha añadido dicho parámetro en el apartado de calidad.

Los metadatos son una parte fundamental de cualquier base de datos cartográfica que se precie, proporcionando información acerca de los datos, como por ejemplo la fecha de creación o última modificación, el sistema de referencia utilizado o el organismo o persona que los elaboró.

Unos metadatos bien estructurados y completos son la garantía de que se posee la genealogía de los datos cartográficos. Para asegurar este punto, en la BTA se recomienda seguir el esquema del NEM [3] basados en la norma ISO [4] 19115, cuyas recomendaciones garantizan unos metadatos de calidad y descriptores de la información cartográfica.

Se sugiere, para la creación de los metadatos una de las mejores herramientas libres disponibles, el software CATMDEDIT, que cuenta con el soporte del Instituto Geográfico Nacional [5]. Que contempla además varios esquemas de metadatos ISO, entre otros los del Núcleo Español de Metadatos. Dicha herramienta genera un fichero de tipo xml siguiendo un esquema y puede (y debe) asociarle la nomenclatura recomendada para la correcta identificación del mismo.

### 4. INVESTIGACIÓN REALIZADA

Para testear la capacidad del nuevo Modelo de Datos susceptible de ser utilizado ampliamente en las Administraciones Públicas se ha tomado una cartografía existente a escala 1:5.000 elaborada por el Instituto Cartográfico Valenciano [6] (de ahora en adelante ICV) y se va a estudiar la capacidad del nuevo Modelo de Datos para almacenar la información cartográfica y ver tanto la dificultad y tiempos del proceso como el nivel de adaptación y pérdida de información (o no) al cambiar de Modelo.

La información de partida han sido 3 hojas correspondientes a la ciudad valenciana de Cullera, un municipio que por su situación geográfica condensa, en tan sólo 3 hojas una alta variedad de entidades representables de diferente naturaleza (como por ejemplo costa, montaña, núcleo urbano y edificaciones, diferentes tipos de redes de transporte e incluso un río) que plantea el escenario ideal para evaluar el comportamiento del Modelo BTA.



Figura 1: Captura de las 3 hojas ICV en las que se aprecia la diversidad de fenómenos existente

El hecho de tratar de importar cartografía del ICV no es trivial, responde a que es un Modelo contrastado y respaldado por un organismo de renombre y que, además, es el utilizado para representar toda la cartografía de la Comunidad Valenciana. Hay que tener en cuenta que la Comunidad Valenciana ocupa más de 23.000 km<sup>2</sup> y es la octava comunidad en superficie de España.

Previo paso a cualquier proceso de importado la primera tarea fundamental es la de analizar a fondo el Modelo de Datos origen (Modelo ICV) para determinar su estructura y organización.

En segundo lugar hay que estudiar el Modelo destino (Modelo BTA), y ayudándose del análisis anterior encontrar las posibles correspondencias entre elementos ICV y fenómenos BTA.

Este punto es mucho más complicado de lo que parece, puesto que en la mayoría de los casos no existe una correspondencia directa entre unos fenómenos y otros, y se deben realizar en función de la denominación de los elementos como de sus atributos. El primer esquema de correspondencias se realiza a modo de esbozo en un papel.

## 4.1 MATERIALIZACIÓN DEL MODELO DE DATOS BTA

### 4.1.1 CREACIÓN DE LA GEODATABASE

Después de un extenso trabajo de documentación y análisis de las posibles alternativas existentes para plasmar el Modelo de Datos BTA se ha optado por la solución que utiliza la tecnología ESRI [7], basada en una Geodatabase de ArcMap v9.3. Las principales ventajas de éste formato son las siguientes:

- Las Geodatabases son formatos propietarios, pero constituyen poco menos que un estándar “de facto” y garantizan una alta interoperabilidad
- Información cartográfica ordenada y jerarquizada
- Alto control del tipo de dato a introducir así como de su formato (cifras decimales y enteras)
- Permite restringir los datos utilizando dominios, para así disminuir errores en atributos
- Permite utilizar y almacenar reglas de topología, e incluso programar reglas propias

El trabajo para la gestión de Geodatabases se realiza a partir de ArcCatalog, en la que crearemos una nueva “Personal Geodatabase” vacía, que llamaremos “Cullera.mdb”.

### 4.1.2 CREACIÓN DE DOMINIOS

Como se ha dicho este es un punto absolutamente vital dada la cantidad de posibles elementos a representar en una cartografía a escala 1:5.000 o 1:10.000 como son los que prevé el modelo de datos de la BTA.

Debido a la enorme cantidad de fenómenos que contempla la BTA se han estudiado y tratado de clasificar en dominios generales y dominios particulares.

Un dominio general es aquel que es independiente de la naturaleza intrínseca del fenómeno BTA es decir, será el mismo dominio para una carretera, un topónimo o una central eléctrica. Dominios generales son:

- 00\_IDIOMA Idioma en el que se encuentra el texto del campo "Nombre"
- 00\_GRUPNG Categorías de los textos cartográficos
- 00\_ORIENTACION Ángulo de giro de un símbolo orientado

Los dominios particulares son específicos de cada fenómeno BTA y puede que incluso algunos fenómenos compartan algún dominio idéntico, pero en el Modelo de Datos BTA habrá fenómenos con el mismo campo pero distintos posibles valores y por lo tanto necesitarán de un dominio personalizado y por eso se separan. Estos dominios constituyen el grueso de los dominios a introducir, ya que son todos los demás, concretamente 210 de los 213 dominios de la Geodatabase.

Puesto que la cantidad de dominios es desproporcionadamente grande es vital diseñar una nomenclatura para cada elemento que permita identificar el dominio claramente para poder gestionarlos (introducirlos, actualizarlos, revisarlos... etc) mucho más fácilmente que si tuvieran nombres aleatorios o demasiado literales, ya que en las especificaciones no se hace referencia alguna a la denominación de los dominios puesto que su existencia o no depende del formato utilizado.

Para ello se han construido los nombres a partir de:

- Familia del fenómeno [2 dígitos]
- Nivel del fenómeno [2 dígitos]
- Código del fenómeno [4 dígitos]
- Nombre del campo sobre el que se aplicará el dominio

Concretamente será:

*Nombre del dominio = FAMILIA\_NIVEL\_CÓDIGO\_CAMPO*

El campo y el código se extraen del diccionario de fenómenos de la BTA, del mismo modo que el nivel, al cual se le añade la letra "N" delante.

Los dos dígitos de la familia se obtienen a partir de las iniciales de las familias a las que pertenecen los fenómenos y así seguir un orden y tener un Modelo de Datos lo más homogéneo posible.

Por ejemplo, dominio del campo "TIPO" del fenómeno "Pista deportiva" cuyo código de fenómeno es el "0069", de nivel 1 y que pertenece a la familia de "Edificaciones" será: *ED\_N1\_0069\_TIPO*.

#### 4.1.3 ESTRUCTURA JERÁRQUICA DE CAPAS

Siguiendo ésta estructura se conservan los datos de partida, que pese a no estar contemplados en el Modelo de Datos de la BTA siempre pueden ser útiles en momentos de duda y sirve para poder comparar ambos modelos. Los feature class de cartografía inicial se importan directamente desde los shapefiles de partida. A parte se va a crear otro dataset auxiliar, que se utilizará únicamente durante la fase de volcado de información al nuevo Modelo de Datos. Dicho feature dataset contendrá los distintos shapefiles que conforman las hojas pero agrupados, de modo que en vez de tener 3 de cada únicamente habrá uno con todo para cada tema. Y conforme se vayan pasando los datos al nuevo Modelo se irán eliminando, de modo que al final únicamente deben quedar feature class vacíos.

Por otra parte está el conjunto de feature datasets de "Cartografía BTA Final". Está formado por las 8 familias en las que la BTA agrupa sus fenómenos, un feature dataset por familia. Los feature class de estos datasets se crearán vacíos, para luego importar la información a partir de la instrucción "load data", ya que los elementos no tienen correspondencia directa con los temas de entrada, y habrá que extraer fenómeno a fenómeno y llevarlo a su feature class correspondiente.

El primer paso de la creación de la estructura es crear los feature datasets. Para ello se debe haber previsto con anterioridad el sistema de referencia y las tolerancias que se van a asociar a toda la información cartográfica que contenga dicho feature dataset ya que no se van a aceptar los valores por defecto sino que se van a determinar las necesidades de los mismos en relación a la escala de la información a mostrar, que, en el caso que nos ocupa, al tener también componente Z serán las que se muestran en la tabla adjunta.

<b>Datum planimétrico</b>	<b>ETRS 1989 UTM 30N</b>
<b>Datum altimétrico</b>	Alicante
<b>Tolerancia XY</b>	0,1 m
<b>Tolerancia Z</b>	0,1 m
<b>Rejilla XY</b>	0,01 m
<b>Rejilla Z</b>	0,01 m

Figura 2: Especificaciones geodésicas de los feature datasets

Las tolerancias XY y Z tienen la finalidad de obligar al software a considerar la misma posición espacial de un punto para aquellos dos (o más puntos) cuya distancia (en la componente que corresponda XY o Z) sea menor que la distancia establecida en su tolerancia. Es una estrategia sencilla pero ingeniosa para evitar que, debido a errores de redondeo y tras los cálculos al ejecutar algún análisis espacial se cree información cuyas coordenadas no coincidan exactamente en todos sus decimales con los temas desde los que se extrajeron, produciendo errores topológicos simplemente por la imposibilidad de mantener todos los decimales en algunas operaciones.

En cuanto a las rejillas XY y Z determinan en qué decimal el software “trunca” todas las coordenadas de la cartografía de dicho feature dataset, separándolas por planimetría, altimetría.

Puesto que se trata de producir una cartografía a escala 1:5.000, se tomará una décima de la “apreciación visual” (es decir, 0.2mm \* denominador de escala) para la tolerancia clúster y la centésima para la rejilla. Como el límite de apreciación a 1:5.000 es 1 metro las tolerancias serán 10 centímetros y rejillas de 1 centímetro, que es lo que se resume en la tabla de creación de feature datasets.

Los feature class que se van a crear son los distintos conjuntos temáticos de fenómenos, lo que habitualmente se le llaman “capas”. Del mismo modo que los shapefiles cada feature class únicamente puede contener un tipo determinado de geometría que se define en el momento de la creación del mismo. En el caso de que se genere al importarse se creará del mismo tipo de geometría del que proviene. Y si se realiza una carga de datos deberá provenir de un tema de idéntica primitiva.

Y para los feature class del Modelo de Datos de la BTA se revisan todos los elementos considerados en el diccionario de fenómenos para discriminar qué datasets requieren qué tipo de geometría, es decir, simplificar el modelo (por ejemplo) añadiendo sólo feature class de puntos en aquellos datasets en los que únicamente se vayan a representar.

Puesto que en las especificaciones de la BTA no se restringe la nomenclatura se ha diseñado una propia lo menos literal posible para que sea independiente del idioma y que plasma de un modo claro los diferentes niveles jerárquicos presentes en el diccionario de fenómenos.

Para cada feature class asociado a cada primitiva geométrica del fenómeno BTA se va a proponer una nomenclatura única que contiene la familia, el nivel del fenómeno, el código del fenómeno y la primitiva geométrica.

Para ello se han construido los nombres de las feature class a partir de:

- Familia del fenómeno [2 dígitos]
- Nivel del fenómeno [2 dígitos]
- Código del fenómeno [4 dígitos]
- Primitiva geométrica que almacene [Puntual / Lineal / Poligonal / Textual]

Concretamente será:

Nombre del dominio = *FAMILIA\_NIVEL\_CÓDIGO\_PRIMITIVA*

La nomenclatura es similar al utilizado en los dominios, por lo que el campo y el código se extraen del diccionario de fenómenos de la BTA, del mismo modo que el nivel, al cual también se le añade la letra “N” delante.

Los dos dígitos de la familia se obtienen a partir de las iniciales de las familias a las que pertenecen los fenómenos y así seguir un orden y tener un Modelo de Datos lo más homogéneo posible.

Por ejemplo, la feature class de polígonos del fenómeno “Isla” cuyo código de fenómeno es el “0025”, de nivel 1 y que pertenece a la familia de “Hidrografía” será: *HI\_N1\_0025\_Poligonal*.

Una vez creada la estructura de capas la Geodatabase tiene el siguiente aspecto:

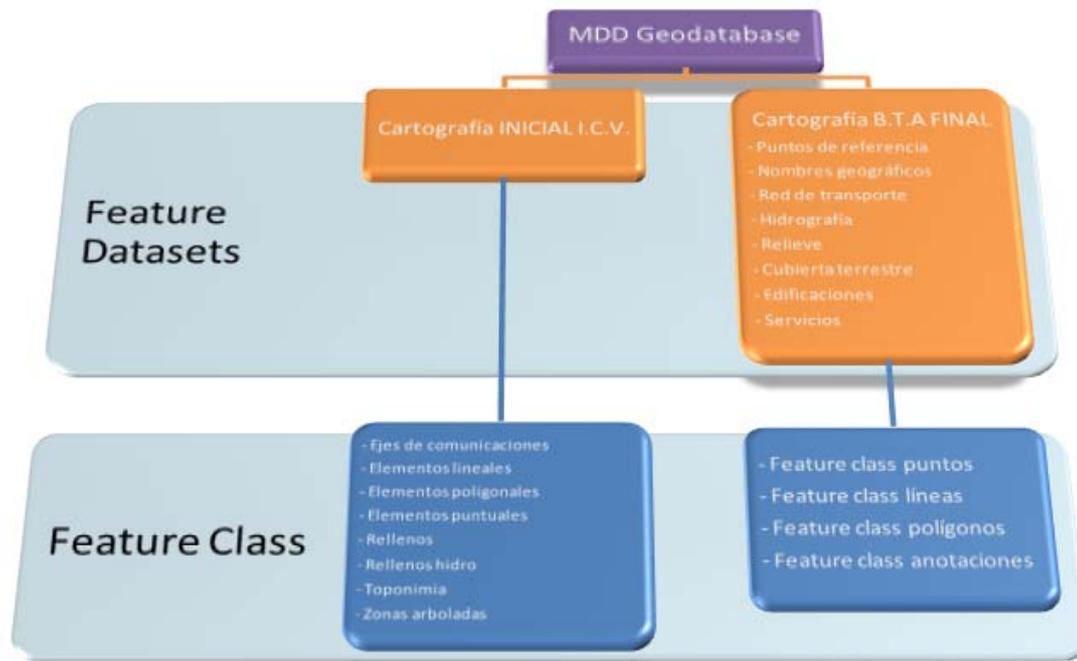


Figura 3: Esquema de las capas presentes en la base de datos cartográfica

#### 4.2 IMPORTADO DE GEOMETRÍAS AL NUEVO MODELO DE DATOS BTA

El proceso de importado de geometrías es un proceso largo y complejo pese a que anteriormente ya se ha hecho una planificación de las posibles correspondencias entre distintos elementos y fenómenos. Y esto se debe a que los datos de partida no tienen dominios ni están codificados según el Modelo BTA lo que implica que no se pueden importar directamente los atributos de las geometrías o se perderían ya que no se contemplan en el Modelo destino. Para solventar este punto se deben alterar el Modelo de Datos ICV, creando campos auxiliares que se rellenarán a partir de selecciones por atributos con las codificaciones idénticas a las del Modelo destino para que no se pierda la información durante la exportación.

Por otra parte es lógico que todos los fenómenos no tienen los mismos atributos, por lo que será tarea del operador seleccionar los fenómenos adecuados y los campos adecuados, siendo crucial no cometer errores ya que este es un proceso difícilmente automatizable a día de hoy.

Es muy importante destacar que se debe hacer fenómeno a fenómeno, tratando de “ir vaciando” los shapefiles de partida de las geometrías que se van exportando, trabajando principalmente por primitivas geométricas, ya que los fenómenos pueden estar repartidos en distintas ubicaciones del Modelo de Datos ICV, lo que dificulta su manejo.

Se han ido elaborando tablas de correspondencias para los elementos del Modelo ICV y el BTA, sin embargo todo proceso de importado requiere de una revisión de la exactitud de los atributos puesto que en algunos casos puede haberse realizado erróneamente el “Calculate values” ya que no se tienen en cuenta las relaciones topológicas con elementos vecinos, principalmente el atributo “Componen1D” y “Componen2D”. Se muestra una de las citadas tablas en la página siguiente.

Se han de exportar todas las geometrías a sus correspondientes fenómenos BTA y, una vez realizado este punto que lleva una gran cantidad de tiempo, es vital revisar los atributos de representación que contiene la BTA ya que en muchos casos es imposible asociarlos correctamente y requiere de una edición de la cartografía, para principalmente recortar polígonos o líneas en puntos en los que superponen o cruzan las geometrías, esto se va a explicar con más detalle en el punto siguiente.

Tema origen	Campo	Valor	Fenómeno destino BTA
<b>Toponimia</b>	DESC_TOP	Partida	Nombre geográfico (PUN)
	DESC_TOP	Pla, plana	Nombre geográfico (PUN)
	DESC_TOP	Paratge	Nombre geográfico (PUN)
<b>Toponimia</b>	DESC_TOP	Vértice Geod. de la red de 4º orden y red REGENTE	Texto cartográfico (PUN)
	DESC_TOP	Urbanització ( menys de 1.000 h )	Texto cartográfico (PUN)
	DESC_TOP	TOPONIMO HISTORICO	Texto cartográfico (PUN)
	DESC_TOP	Tallat, cingle, cinglera, espadat, balç	Texto cartográfico (PUN)
	DESC_TOP	Talassònim	Texto cartográfico (PUN)
	DESC_TOP	Salt, saltant, cascada	Texto cartográfico (PUN)
	DESC_TOP	Penya, punta, roc, roca, bony	Texto cartográfico (PUN)
	DESC_TOP	Hort, horta, tros, camp, sort, peça, bancal	Texto cartográfico (PUN)
	DESC_TOP	Golf, badia	Texto cartográfico (PUN)
	DESC_TOP	Gola, goleró	Texto cartográfico (PUN)
	DESC_TOP	Era	Texto cartográfico (PUN)
	DESC_TOP	Serres i massissos secundaris	Texto cartográfico (PUN)
DESC_TOP	Muntanyes i pics principals	Texto cartográfico (PUN)	
<b>E. lineales</b>	ELEMENTO	LÍNEA VIRTUAL DE TOPONÍMIA	Nombre geográfico (LIN)
<b>Rellenos</b>	ELEMENTO	MAR	Nombre geográfico (POL)
<b>E. poligonales</b>	ELEMENTO	POLÍGONO VIRTUAL DE TOPONIMI	Nombre geográfico (POL)

Figura 4: Tabla de correspondencias para los fenómenos de la familia “Nombres geográficos”

A parte la BTA, al estar preparada para una cartografía a escala 1:5.000, muchos fenómenos tienen una doble e incluso triple representación (punto, línea y polígono), y en muchas ocasiones los bordes de las geometrías poligonales no se contemplan, se contemplan los ejes o algunos bordes pero no todos, por lo que se ha de realizar una extracción de los bordes de los polígonos fenómeno 2D a fenómeno 2D e importarlos al correspondiente 1D. Teniendo la precaución de eliminar aquellos arcos que ya se encontraban representados en las geometrías existentes previamente en el 1D. Para ello se utilizarán reglas de topología de superposición presentes en las herramientas de la suite ArcGis. Sin olvidar que se deben comprobar y corregir los atributos de las líneas borde extraídas, ya que en algunas ocasiones no contienen toda la información requerida.

Por último comentar que en la versión estudiada de las especificaciones de la BTA pese a tener un extenso diccionario de fenómenos no contempla todos los entes del Modelo de Datos ICV, echando en falta principalmente los fenómenos relativos a las unidades administrativas y los relacionados con parajes, parques y reservas naturales. Además se sugiere que se contemplen algunos valores más para los atributos de algunos fenómenos, como por ejemplo el campo “Tipo” de “Elemento construido” que sería muy positivo que contemplara “Rotonda o isleta” y “Mediana”, ya que aparecen con frecuencia en la cartografía y las opciones para clasificarlas entre las existentes no son muy representativas de su naturaleza.

#### 4.3 REVISIÓN DE COMPONENTES 1D Y 2D

Éste es quizá el trabajo más tedioso de todo el proceso de importado de una cartografía al Modelo BTA, es un proceso susceptible de ser automatizado mediante herramientas de programación pero que, a día de hoy, no se encuentra disponible para el público en general, únicamente algunas de las empresas que se dedican a producir en BTA tienen la herramienta que reasocia las componentes correctamente de un modo automático.

Los componentes 1D hacen referencia a la representación de las geometrías lineales, es decir, la parte lineal de un fenómeno debe tener todas sus líneas clasificadas, de modo que se sepa si es un borde que no interfiere en la representación de otras capas o si por el contrario coincide en el espacio y un arco superpone a otro y por lo tanto coinciden y uno oculta a otro (o a más de uno). Para discriminar que arco tapa y es tapado por otro es imprescindible establecer una jerarquía de capas, que ponga en su lugar cada capa para poder asociar correctamente el atributo de ese arco (Lo mismo sucede con los polígonos y la componente 2D).

En la página siguiente se muestran los posibles valores para los atributos de representación 1D y 2D.

Componen1D	Componen2D
<ul style="list-style-type: none"> <li>• BORDE <ul style="list-style-type: none"> <li>- Borde</li> <li>- Borde oculto</li> <li>- Borde virtual</li> <li>- Borde coincidente</li> <li>- Borde de case</li> </ul> </li> <li>• EJE <ul style="list-style-type: none"> <li>- Eje</li> <li>- Eje oculto</li> <li>- Eje de conexión</li> </ul> </li> <li>• LINEAL <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lineal</li> <li>- Lineal oculto</li> <li>- Lineal coincidente</li> <li>- Lineal de conexión</li> </ul> </li> <li>• ESQUEMA <ul style="list-style-type: none"> <li>- Esquema</li> </ul> </li> <li>• SIN CLASIFICAR</li> <li>• NO APLICABLE</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• COMPONENTE <ul style="list-style-type: none"> <li>- Oculto</li> <li>- Caso genérico</li> </ul> </li> <li>• SIN CLASIFICAR</li> <li>• NO APLICABLE</li> </ul>

Figura 5: Valores permitidos para los atributos "Componen1D" y "Componen2D"

En el documento de especificaciones utilizado para éste proyecto de investigación no se ha especificado la jerarquía a utilizar, por lo que se ha definido una siguiendo criterios propios ya que si no era imposible determinar correctamente los citados atributos. Sin embargo es en extremo importante que por parte de la Comisión de Normas Cartográficas se elabore una jerarquía única y de uso generalizado para que todo productor de cartografía mediante la BTA asocie del mismo modo las componentes 1D y 2D ya que si no es así, cada usuario definirá su jerarquía y asociará los atributos de sus geometrías de un modo diferente a los demás usuarios, por lo que no se obtendrá una cartografía interoperable, que es el objetivo primario del uso de la BTA en la cartografía.

La jerarquía de capas utilizada (a grandes rasgos) es la que se observa en el gráfico, sin embargo es a modo general, ya que se deben ordenar todas las feature class existentes en la geodatabase, que son todos los fenómenos existentes en el diccionario teniendo en cuenta las múltiples representaciones de los mismos en función de la escala.



Figura 6: Pirámide general de la jerarquía por familias de fenómenos

En los elementos superficiales un polígono puede tapan a otro, en cuyo caso el que se encuentra debajo jerárquicamente deberá tomar valor "Oculto" para el "Componen2D", mientras que el que tapa al otro, es decir, el que está por encima jerárquicamente, tomará valor "Caso genérico". El gráfico adjunto muestra ambos casos, donde una carretera está oculta por un puente, al que se le ha eliminado el relleno para que se vea mejor.

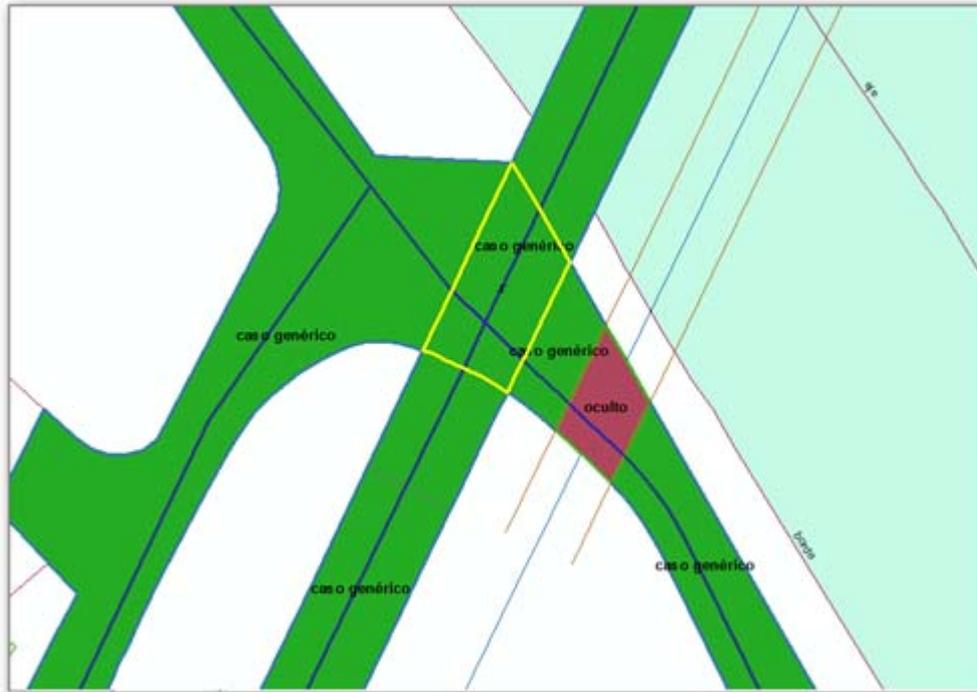


Figura 7: Ejemplo gráfico del "Componen2D" sobre polígonos de carretera

En las líneas es ligeramente más complicado, ya que se discrimina si la representación 1D es de un fenómeno poligonal (En cuyo caso se utilizan Bordes y Ejes) o si por el contrario el fenómeno lineal, por motivos de escala, no dispone de representación poligonal, en cuyo caso se toman valores de la familia "Lineal". El arco que se encuentre por encima de los demás tomará valor "Borde", "Eje" o "Lineal", mientras que si se encuentra debajo de una entidad poligonal superior jerárquicamente será "Borde oculto", "Eje oculto" o "Lineal oculto".

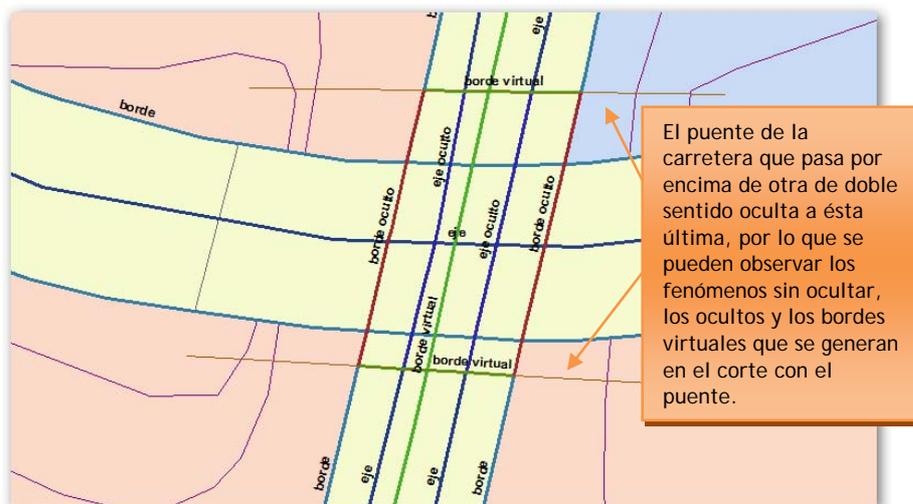


Figura 8: Ejemplo gráfico de algunos valores para "Componen1D" sobre líneas de carretera

Borde coincidente se utiliza cuando dos geometrías poligonales comparten sus límites, por lo que al extraer sus bordes habrá superposición, en caso de que sean de diferente orden jerárquico una tapaná a la otra, por lo que la que se encuentre por encima será "Borde", mientras que la de menor orden jerárquico será "Borde coincidente". Lo mismo sucede cuando en vez de un borde se trata de un elemento de representación lineal, en cuyo caso el de menor orden jerárquico tomará valor "Lineal coincidente".

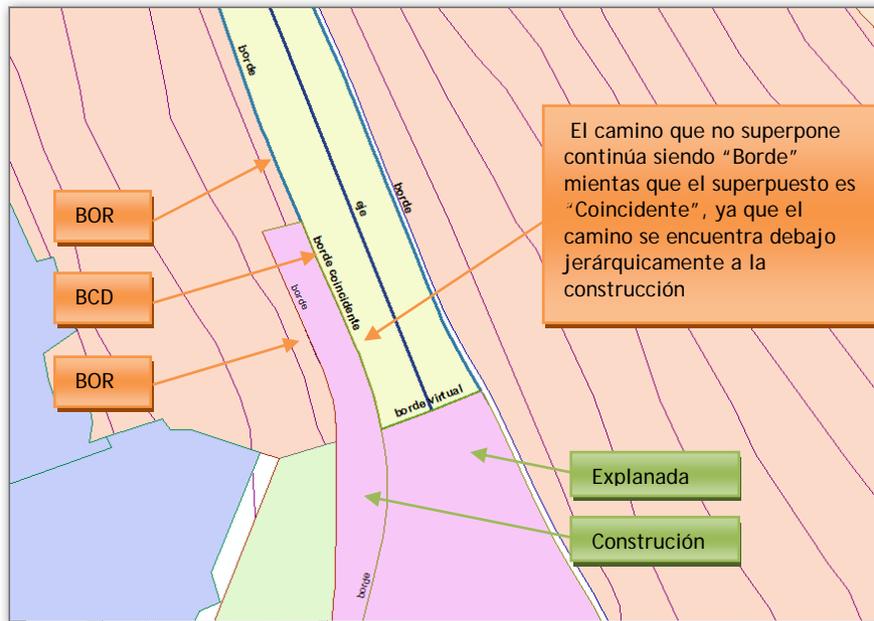


Figura 9: Ejemplo gráfico de algunos valores para "Componen1D" involucrando varios fenómenos

Los elementos clasificados como "Eje" o "Lineal" en todas sus variedades deben formar parte de una red (por ejemplo la red hidrográfica) que por definición debe ser continua. "Eje conexión" y "Lineal conexión" están precisamente para clasificar aquellos arcos que se han de utilizar para conectar las redes en aquellos puntos en los que se deba "prolongar virtualmente" la carretera para realizar la conexión, gráficamente se observa de un modo más claro. En la imagen se observa como una acequia que por su tamaño no tiene representación poligonal (por lo tanto se utilizan las componentes de la familia lineal) termina en el margen del río, sin embargo no conecta con la red hidrográfica, que es la que representa el eje de río, por lo que se debe crear un arco, clasificado como "lineal conexión" para poder interconectar este tramo de red.



Figura 10: Ejemplo gráfico de algunos valores para "Componen1D" de fenómenos lineales

Lo mismo sucede con los caminos, en los que además, en ésta captura se observa claramente el uso del valor "Borde virtual"

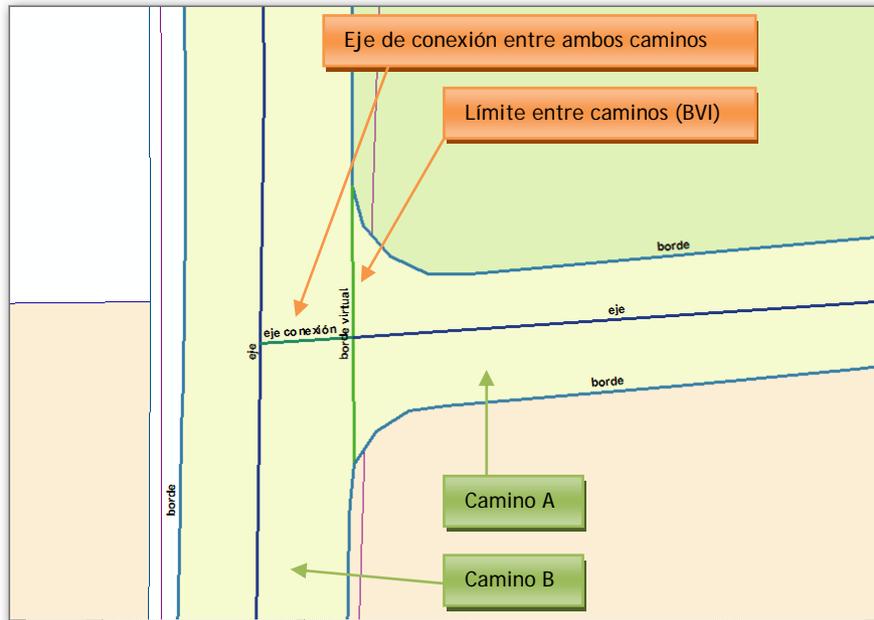


Figura 11: Ejemplo gráfico del "eje conexión" y "borde virtual" en caminos

Cuando un polígono es cortado por el borde de la hoja cartográfica aparece un límite, que no existe en la realidad, y por lo tanto no puede ser un "Borde", se trata del "Borde de case" y sólo tomarán este valor aquellos segmentos que sean borde de polígono que ha sido "cortado" por la hoja cartográfica y se superpone con ésta totalmente. La reclasificación de éste valor de componente es relativamente fácil si se realizan selecciones por localización espacial, previo trabajo de partir las líneas para que cumplan la condición de superposición en su totalidad.

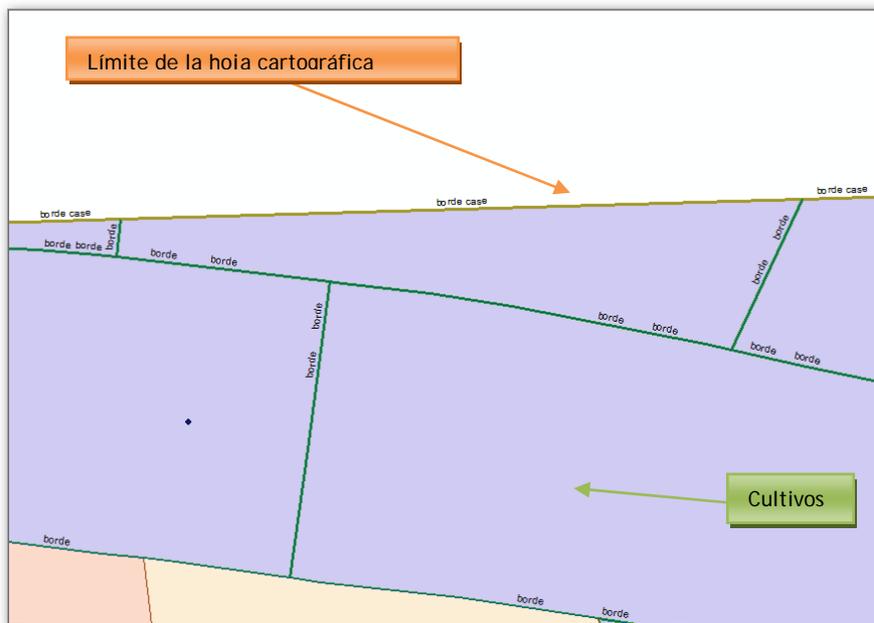


Figura 12: Ejemplo gráfico del valor "Borde case" para el atributo "Componente1D"

En último lugar se comenta un caso especial, que se utiliza cuando las líneas que aparecen sirven para enfatizar o para aportar información extra del polígono en el que se encuentran, son un caso típico las líneas de los campos de deportes o de ciertos parques. En este caso se utiliza el valor "Esquema".

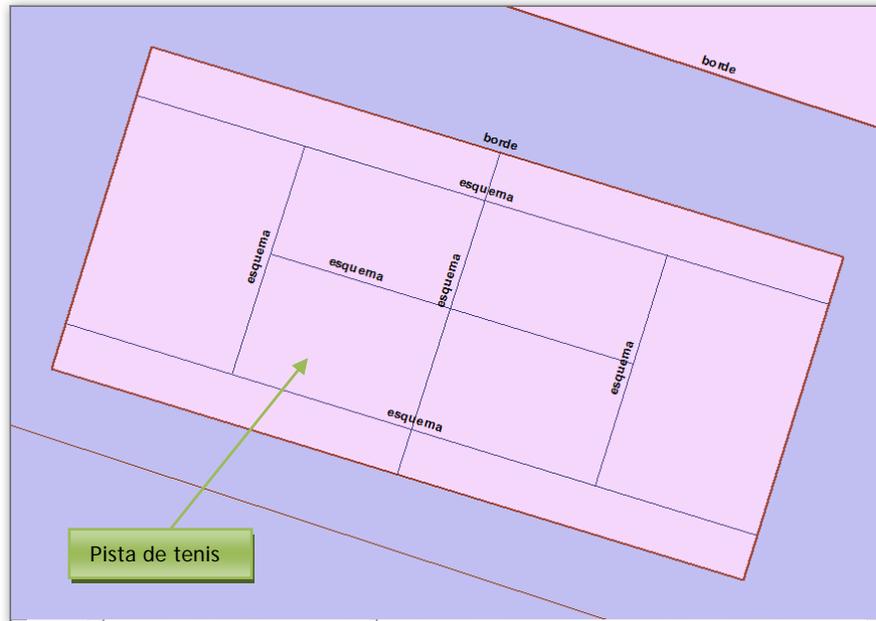


Figura 13: Ejemplo gráfico del valor "Esquema" para el atributo "Componen1D"

Como se ha comentado anteriormente, si se establece la jerarquía se puede automatizar mediante programación un algoritmo que realice las tareas de reclasificación de estos componentes, lo que facilitaría mucho el uso de la BTA.

## 5. ANÁLISIS DE TIEMPOS

Una vez finalizado el trabajo de importado se han confeccionado unos gráficos del coste en tiempo de la realización del trabajo, teniendo en cuenta que algunas tareas únicamente se han de hacer la primera vez y luego se pueden reutilizar (como por ejemplo la materialización del modelo de datos) o aquellas tareas que se pueden automatizar y que reducen el tiempo de su fase a despreciable (como la citada automatización de componentes 1D y 2D).

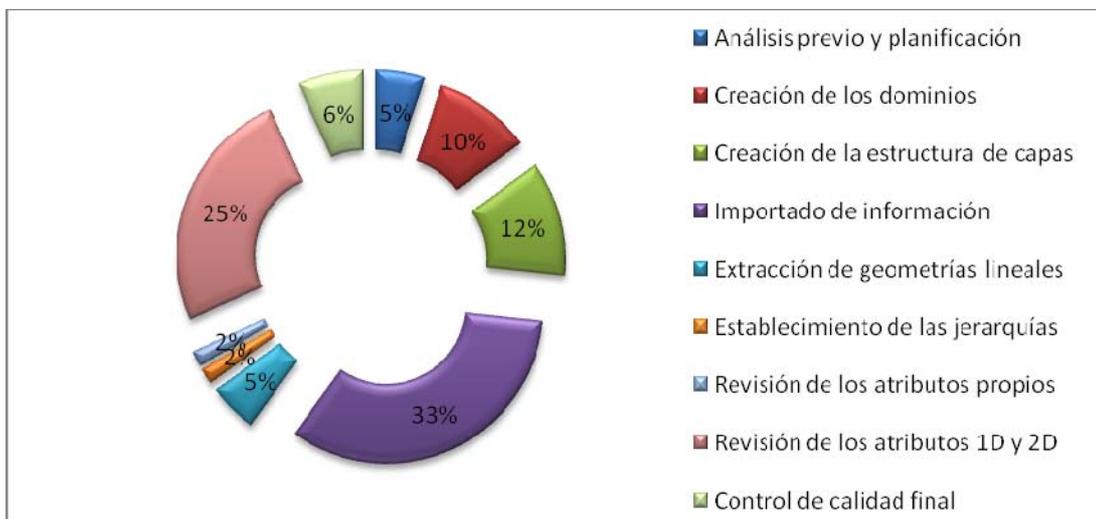


Figura 14: Gráfico de tiempos para el escenario 1 (100% del tiempo total) *Todas las tareas*

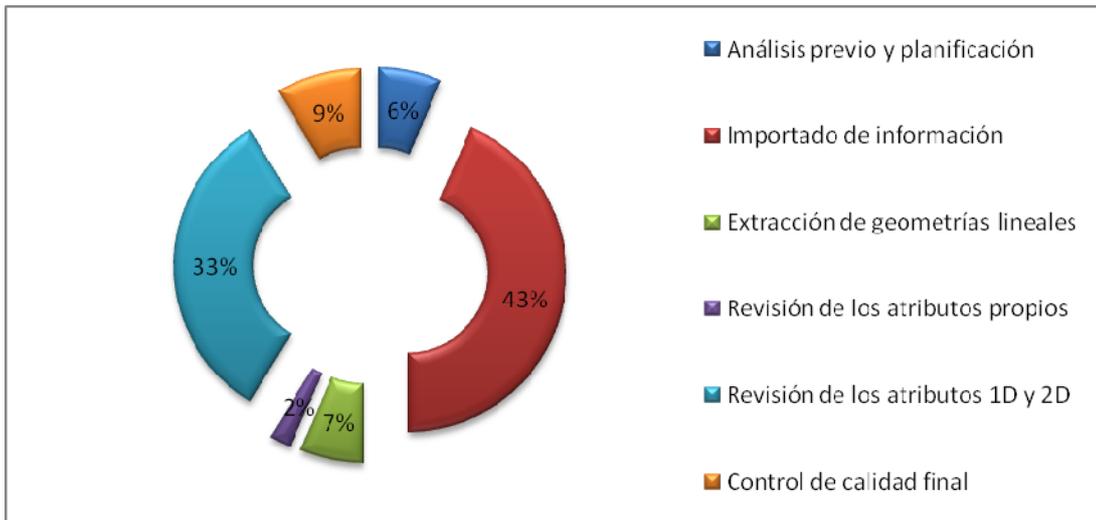


Figura 15: Gráfico para el escenario 2 (77% del tiempo total) *Partiendo de una GDB con el Modelo de Datos plasmado*

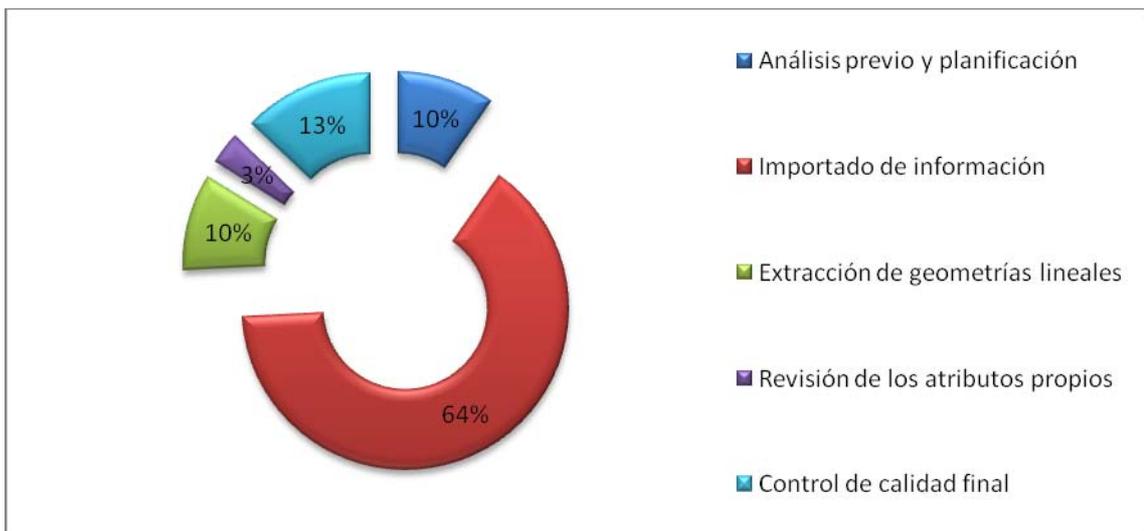


Figura 16: Gráfico para el escenario 3 (51% del tiempo total) *Partiendo de una GDB con el Modelo de Datos plasmado y automatización de asociación de los campos Componente 1D y Componente 2D*

## 6. CONCLUSIONES

Durante toda la labor de investigación realizada se han podido extraer ciertas ideas que se considera importante mencionar acerca del trabajo con la BTA.

La BTA tiene un carácter integrador, su filosofía es actual y encaja perfectamente en el contexto actual de desarrollo socio-económico, pretendiendo que la cartografía se elabore (o se transforme) en el nuevo Modelo, que permita aumentar la interoperabilidad y reducir los costes debidos a la producción con modelos "aislados". Además de comprender que la producción cartográfica actual va enfocada a una representación cada vez más digital y menos impresa en hoja de papel.

El hecho de seguir un mismo Modelo y de fomentarlo para su uso en las Administraciones públicas garantiza una generalización de su uso en un futuro, aumentando la productividad en aquellos organismos que intercambien datos cartográficos frecuentemente.

Considera mucha información adicional sobre las geometrías que componen los fenómenos, con unas tablas de atributos bien ordenadas y de las que se ha establecido desde el primer momento el tipo de dato y el dominio de valores que puede tomar. Dejando libertad al operador de poder utilizar "No aplicable" o "Sin clasificar" si no se puede rellenar o no se conoce el valor para el atributo.

Proporciona unas reglas mínimas para cumplir ciertos aspectos de la calidad que son imprescindibles en una cartografía actual, estando bien detalladas y además cada fenómeno tiene sus propios controles adicionales particulares descritos en su ficha.

Pone de manifiesto la necesidad de disponer de metadatos de la información cartográfica generada, recomendando el uso del esquema del Núcleo Español de Metadatos basado en la norma ISO 19.115. Que a día de hoy es un referente para los metadatos y asegura unos metadatos de calidad y que, además, se pueden generar y manipular a través de la herramienta gratuita CatMDEdit disponible en la Infraestructura de Datos Espaciales de España.

Como se ha comentado anteriormente la BTA destila una esencia integradora, que pretende unir todos los Modelos de Datos actuales en uno, utilizado por todos los usuarios y así favorecer el proceso productivo y su utilización, sin embargo su punto fuerte es también su talón de Aquiles, puesto que al querer dar cabida a todos los Modelos de Datos actuales se permite producir cartografía con demasiada libertad. Siempre se puede utilizar el valor del atributo "Sin clasificar" lo que, si no se controla, al fin y al cabo lo que permite es capturar las geometrías y no asociarle valores a los atributos, con lo que realmente no se está utilizando correctamente el Modelo de Datos.

Este punto tiene difícil solución, en un primer momento se podría realizar una estadística en el control de calidad, permitiendo superarlo sólo si la hoja cartográfica contuviera como mucho cierto porcentaje de elementos con atributos "Sin clasificar", por ejemplo un 5 o un 8%, aunque solo en ciertos atributos, puesto que otros siempre se pueden rellenar (sea el caso de "Componen1D" y "Componen2D") ya que se refieren a las relaciones topológicas entre geometrías, no se necesitan fuentes extra para obtenerlos.

Sin embargo puede suceder que de algunas geometrías no se disponga o no se pueda obtener información extra y por lo tanto sí que sea necesario utilizar el "Sin clasificar" (éste es el caso real de utilización de éste valor) y puede que la hoja lo supere y no pase el control, por lo tanto si finalmente se introduce dicho control hay que estudiar muy bien cuál debe ser el límite de aceptación para éste punto.

Se deja propuesta un nuevo método de computar el porcentaje, más que en elementos cuyo valor sea "Sin clasificar" se basaría en su influencia sobre el mapa, sobre su representación cartográfica. Para explicarlo será mejor utilizar un ejemplo aclaratorio que facilitará la comprensión.

Sea un mapa con 1.000 geometrías puntuales, 19.000 geometrías lineales y 4.500 geometrías poligonales; en total 24.500 geometrías.

Según el primer método propuesto la hoja pasaría el control (con límite en el 5%) si hubieran como máximo 1.225 geometrías sin clasificar. Sin embargo no se asegura que elementos grandes (como por ejemplo una presa, el mar o una cubierta terrestre) estén bien clasificados, y pese a pasar el control de calidad, la hoja presentará vacíos importantes y fácilmente perceptibles.

Ahora bien, separemos dicho control por dimensiones de las geometrías, para las geometrías 0D (puntos) no hay más remedio que seguir contándolas, pero para las 1D (líneas) se puede establecer un umbral de aceptación como una longitud máxima de todos los elementos sin clasificar, y las geometrías 2D (polígonos) un área que se considere que no tiene influencia gráfica sobre el conjunto del mapa.

Si se establece (por ejemplo) 0,8 kilómetros como umbral de aceptación, realizando una selección por atributos se puede contrastar si la longitud total de las mismas lo supera y se puede saber si el conjunto del mapa se encuentra influenciado en exceso por elementos sin clasificar o no. Hay que tener en cuenta que 0,8 kilómetros a escala 1:5.000 son 16 centímetros, lo que quiere decir que en total hay, como máximo 16 centímetros que se podrían clasificar, independientemente del número de geometrías que estén sin clasificar. Lo mismo sucedería con las geometrías poligonales, en las que se establece un área máxima que se considera el límite aceptable y que garantiza que si pasa el control los polígonos no clasificados serán muy pequeños y apenas se percibirán.

Se deberían combinar ambos métodos, el tradicional y el propuesto, de modo que se pasara el control de calidad siempre que la hoja pase ambos controles, lo cual garantizaría aún más la calidad, ya que la hoja no supera el porcentaje mínimo de información sin clasificar y gracias al segundo control se garantiza el mínimo impacto de la información sin clasificar sobre el contenido cartográfico, o dicho de otro modo, aquello que esté sin clasificar casi no va a ser percibido por el usuario de la cartografía puesto que serán entidades muy pequeñas.

Una de las principales deficiencias encontradas es que al no haberse establecido jerarquías (no son suficientes las del diccionario de fenómenos), cada productor de cartografía utilizará la suya y por tanto cada cartografía tratará las "Componen1D" y "Componen2D" de forma diferente, lo que se traducirá en una reducción de la interoperabilidad y disminución de la calidad.

El diccionario de fenómenos contiene un amplio abanico de fenómenos, pero se considera insuficiente y se propone la inclusión de al menos 3 fenómenos más. El fenómeno hoja cartográfica lógicamente no se corresponde con ningún ente existente en la realidad, sin embargo sería útil en extremo contar con la subdivisión dentro de la BTA, es más la subdivisión en hojas debería estar ya realizada (en líneas y polígonos) y distribuida junto con la información de la BTA, ya que dadas sus características no ocupa mucho espacio y sería de gran utilidad.

Otro fenómeno que se echa en falta es el de parque natural (o podría llamarse lugar de interés, definiéndolo un poco más a partir de algún atributo calificador), ya que en la hoja hay uno y no se ha podido incluir porque no existe ningún fenómeno asociado.

No existe tampoco ningún fenómeno asociado a los límites administrativos de ningún tipo, ya sean locales, provinciales, autonómicos o estatales. Se considera básica su inclusión en la próxima revisión.

## 7. AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se enmarca dentro del proyecto de investigación "Creación y alimentación cartográfica de infraestructuras de datos espaciales en la administración local mediante un modelo de datos que integre catastro, planeamiento y patrimonio histórico" con referencia CSO2008-04808 financiado por la CICYT y los Fondos Europeos

## 8. REFERENCIAS

- [1] Coll,Eloina; Martínez Llario; José, Femenia-Ribera; Carmen; Arteaga,Dolores: Diseño e implementación de modelos de datos cartográficos para la alimentación de una Infraestructura de Datos Espaciales en la Administración Pública. VI Jornadas técnicas de la IDE de España, Murcia, noviembre 2009[2] European Commission INSPIRE, <http://inspire.jrc.ec.europa.eu/>
- [3] Subgrupo de Trabajo del Núcleo Español de Metadatos del Consejo Superior Geográfico, <http://www.idee.es/resources/recomendacionesCSG/NEM.pdf>
- [4] International Organization for Standardization, <http://www.iso.org>
- [5] Instituto Geográfico Nacional, <http://www.ign.es/ign/es/IGN/home.jsp>
- [6] Instituto Cartográfico Valenciano, <http://www.icv.gva.es/ICV/>
- [7] Environmental Systems Research Institute, <http://www.esri.com/>

## 9. CONTACTOS

Francisco RUIZ LÓPEZ  
[fraruilo@gmail.com](mailto:fraruilo@gmail.com)  
Universidad Politécnica de  
Valencia  
E.T.S.I.G.C.T.

Eloina COLL ALIAGA  
[ecoll@cgf.upv.es](mailto:ecoll@cgf.upv.es)  
Universidad Politécnica de  
Valencia  
Ing. Cartográfica, Geodesia y  
Fotogrametría

Jose Carlos MARTÍNEZ LLARIO  
[jomarlla@cgf.upv.es](mailto:jomarlla@cgf.upv.es)  
Universidad Politécnica de  
Valencia  
Ing. Cartográfica, Geodesia y  
Fotogrametría