



Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía
CONSEJERÍA DE ECONOMÍA Y CONOCIMIENTO



Unión Europea
Fondo Europeo de Desarrollo Regional

GUÍA DE ELABORACIÓN DEL PROYECTO DE ACTUALIZACIÓN DE LA SERIE CARTOGRÁFICA “ORTOFOTOMAPAS DE ANDALUCÍA”

ACTUALIZACIÓN DE LA SERIE “ORTOFOTOMAPAS DE ANDALUCÍA”.

En el año 2013 el IECA publicó la serie cartográfica denominada “*Ortofotomapa de Andalucía 2010-11*”, producto resultante de la combinación de la Ortofotografía PNOA 2010-2011 (Ráster), y la información planimétrica y toponímica del *Mapa Topográfico de Andalucía 2006-07* (Vectorial).

La finalidad de esta parte de los trabajos consistirá en elaborar 2775 hojas de un nuevo ortofotomapa a escala 1:10.000, haciendo uso de las actualizaciones generadas a lo largo de 2014 y 2015 en los dos productos antes enunciados.

1. SOLUCIÓN TÉCNICA

1.1. OBJETIVO

El objetivo principal del proyecto es conseguir un producto híbrido, que mezcle cartografía ráster y cartografía vectorial y que sea de fácil manejo para un usuario no avanzado.

El resultado final será la obtención para cada hoja del MTA 1:10.000 de un fichero PDF por capas, que mezcle la información ráster de las ortofotos del PNOA del año establecido por la dirección técnica del proyecto, en función de su disponibilidad y la información vectorial proveniente del MTA.

- **Formato PDF.**

PDF (sigla del inglés *Portable Document Format*, formato de documento portátil) es un formato de almacenamiento de documentos digitales independiente de plataformas de software o hardware. Este formato es de tipo compuesto (imagen vectorial, mapa de bits y texto). Fue inicialmente desarrollado por la empresa Adobe Systems, oficialmente lanzado como un estándar abierto el 1 de julio de 2008 y publicado por la Organización Internacional de Estandarización (ISO) como ISO 32000-1.

- **Características.**

- Es multiplataforma, es decir, puede ser presentado por los principales sistemas operativos (Mac, Linux, Windows o Unix), sin que se modifiquen ni el aspecto ni la estructura del documento original.
- Puede contener cualquier combinación de texto, elementos multimedia como videos o sonido, elementos de hipertexto como vínculos y marcadores, enlaces y miniaturas de páginas.

- Es uno de los formatos más extendidos en Internet para el intercambio de documentos. Por ello es muy utilizado por empresas, gobiernos e instituciones educativas.
- Es una especificación abierta, para la que se han generado herramientas de software libre que permiten crear, visualizar o modificar documentos en formato PDF. Son ejemplos las suites ofimáticas LibreOffice.org y LibreOffice.org, así como el sistema de composición de textos LaTeX.
- Puede cifrarse para proteger su contenido e incluso firmarlo digitalmente.
- El archivo PDF puede crearse desde varias aplicaciones exportando el archivo, como es el caso de los programas de LibreOffice.org y del paquete ofimático Microsoft Office a partir de la versión 2007 (si se actualiza a SP21).
- Puede generarse desde cualquier aplicación mediante la instalación de una impresora virtual en el sistema operativo, en caso de usar aplicaciones sin esa funcionalidad embebida.
- Permite distribuir la información por capas desde la versión 1.5 (Año 2003).
- Permite almacenar información geoespacial. Los PDF geoespaciales contienen información necesaria para georreferenciar datos de ubicación. Cuando se importan datos geoespaciales a un PDF, mantiene las coordenadas geoespaciales. Con estas coordenadas, se puede ver el PDF e interactuar con él para buscar y marcar los datos de ubicación.

Los datos geoespaciales pueden ser vectoriales o rasterizados, o una combinación de ambos. Después de importar datos geoespaciales, se pueden utilizar estos datos de varias maneras:

- Buscar y marcar coordenadas de ubicación.
- Medir la distancia, el perímetro y el área.
- Cambiar el sistema de coordenadas y las unidades de medida.
- Copiar las coordenadas de ubicación en el Portapapeles y utilizarlas después para mostrar ubicaciones en varios servicios de mapas Web.

1.2. ANTECEDENTES. ORTOFOTOMAPA 2010-2011.

- **MTA 2006-2007**

Es la base cartográfica de mayor detalle con cobertura completa del territorio regional y tiene la consideración de cartografía oficial de Andalucía. El MTA10 se levantó entre 1.987 y 1.992 mediante restitución fotogramétrica a partir de fotografías aéreas con escala en torno a 1:20.000. Esta versión de 2.006-2.007 se ha actualizado por fotointerpretación de ortofotografías del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA) con resolución de 50 cm.

Todas las capas están proyectadas al *Sistema de Referencia ETRS89 UTM30*. EPSG: 25830.

El MTA10 de 2.006-07 de desarrollo en su totalidad con software propietario, concretamente con *Arcgis 9.2*. La información se almacenaba en una *File Geodatabase*⁽¹⁾ donde los datos estaban distribuidos en 10 *Datasets*⁽²⁾.

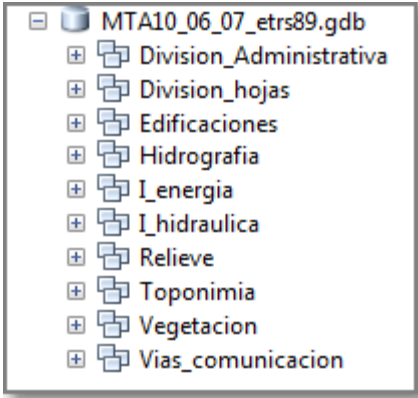
ESTRUCTURA INTERNA DE LA FILE GEODATABASE	TEMAS
	<ol style="list-style-type: none"> 1.- División Administrativa 2.- División de Hojas Topográficas 3.- Edificaciones 4.- Hidrología superficial 5.- Infraestructura energética 6.- Infraestructura hidráulica 7.- Relieve 8.- Toponimia 9.- Vegetación 10.- Vías de comunicación

Tabla 1: Estructura de *Datasets* del MTA10 2006-2007

Para la elaboración del PDF final se usó *ArcGIS 9.2* y scripts programados en VBA (*ArcObjects*[®]) también de *ArcGIS*.

(1) Formato de base de datos geoespacial propietario de la empresa Esri.

(2) Contenedor de datos geográfico donde todos los elementos tienen el mismo sistema de referencia y proyección.

(3) Conjunto de herramientas de programación de *ArcGIS*.

- **Ortofotografías del PNOA 2010-2011**

El Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA) tiene como objetivo la obtención de ortofotografías aéreas digitales con resolución de 25 ó 50 cm y modelos digitales de elevaciones (MDE) de alta precisión de todo el territorio español, con un período de actualización de 2 ó 3 años, según las zonas. Se trata de un proyecto cooperativo y cofinanciado entre la Administración General del Estado y las Comunidades Autónomas.

Se realiza un vuelo fotogramétrico único y un tratamiento riguroso de los datos cumpliendo con unas especificaciones técnicas consensuadas entre todas las Administraciones Públicas participantes. Este planteamiento de producción descentralizada y cooperativa entre las distintas administraciones es acorde con el espíritu de la Directiva Europea INSPIRE para el establecimiento de una Infraestructura de datos geográficos en Europa, que persigue que el nivel de detalle máximo de la información geográfica se capture una sola vez y que se comparta abiertamente entre los distintos agentes sociales que tengan necesidad de la misma. Tanto los recubrimientos de ortoimágenes como los Modelos Digitales de Elevaciones forman parte de los "datos básicos de referencia" recogidos en dicha Directiva COM/2004/516/0175/(COD).

La fotografía aérea es la base para la realización de cartografía y la información geográfica en general, ocupación del suelo, urbanismo y ordenación del territorio, catastro, gestión forestal, hidrografía, etc. Utilizando los mismos datos fotogramétricos de partida, se consigue además una perfecta coherencia geométrica y temporal de las bases de datos cartográficos y geográficos existentes en todas las administraciones. Las características de los productos obtenidos en el PNOA, satisfacen las necesidades de todas las administraciones implicadas.

La dirección del proyecto es asumida por el Ministerio de Fomento, a través de la Dirección General del Instituto Geográfico Nacional (IGN) y el Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG) y se coordina con los demás Ministerios interesados y con cada Comunidad Autónoma, que a su vez coordina a las Consejerías competentes (Fomento, Agricultura, Medio Ambiente,...).

La producción se realiza de manera descentralizada por cada equipo autonómico, siendo el Instituto Geográfico Nacional el responsable de la validación final, y la integración de los productos resultantes.

Las Ortofotografías usadas en este producto son de color de 0.5 metro de resolución, obtenidas de los vuelos fotogramétricos realizados dentro del proyecto PNOA básico 2010-2011. Tienen un formato comprimido JP2.

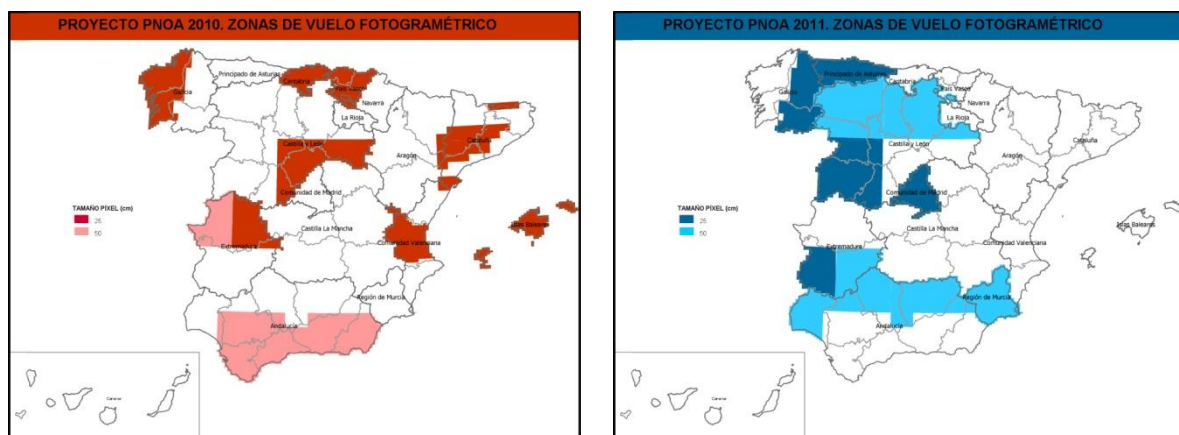


Ilustración 1: Zonas de vuelo PNOA 2010-2011 (Fuente: IGN)

1.3. DATOS DE PARTIDA DEL NUEVO ORTOFOTOMAPA.

1.3.1 BCA (BASE CARTOGRÁFICA DE ANDALUCÍA), EL ORIGEN DEL MTA.

Entre las funciones que el Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía tiene asignadas según Decreto 152/2011, de 10 de mayo, por el que se modifica el Decreto 141/2006, de 18 de julio, de Ordenación de la



Actividad Cartográfica en la Comunidad Autónoma de Andalucía, destacan la programación y elaboración de la cartografía básica territorial.

La Base Cartográfica de Andalucía (BCA) se concibe como una base de datos de carácter topográfico, que recoge los elementos generales que se encuentran en el territorio, y está orientada para su explotación por sistemas informáticos así como para la elaboración de salidas cartográficas (mapas). La escala de referencia es 1/10.000, por lo que el nivel de detalle y la precisión geométrica de las entidades son acordes a este valor. La extensión de su campo de aplicación se limita al territorio de la Comunidad Autónoma de Andalucía.

Se trata de un producto de carácter horizontal de referencia a cuantos proyectos, análisis, estudios, etc. requieran de la posición geográfica de los elementos que conforman el territorio (ej.: para labores de planeamiento; estudios previos de ingeniería; como base geométrica para la determinación de parcelas agrarias, usos del suelo, definición de red de carreteras, de caminos, de hidrografía, etc.)

Con objeto de facilitar el intercambio de datos con otras comunidades autónomas y siguiendo las premisas del CSG, el modelo de datos de la BCA parte de las definiciones establecidas en la BTA v1.0 desarrolladas por la CENG. Sobre estas especificaciones, se han realizado algunas modificaciones siguiendo las premisas de simplificar la captura de algunas entidades; acercar el modelo a la BTN25, y dar cabida a entidades disponibles en inventarios de la Junta de Andalucía.

Bajo la premisa de reutilización de información geográfica producida por otros organismos públicos, determinada información geográfica se incorpora a partir de los datos producidos en otros proyectos. De esta forma, no se capturan usos del suelo ni el parcelario aparente, que ya quedan recogidos en SIOSE; no se realiza revisión de la toponimia, dado que esta tarea forma parte del proyecto Nomenclátor Geográfico de Andalucía (NGA); no se restituyen curvas de nivel, que se generan a partir de los elementos terreno restituidos y del modelo digital del terreno, y no se requiere la elaboración y maquetación del etiquetado, labores que dependerán de las salidas gráficas que se deseen y de la escala de visualización.

La Base Cartográfica de Andalucía es una base topográfica digital preparada para ser utilizada en un SIG. Conociendo la complejidad del modelo de datos se han generado una serie de productos derivados en los que se ha simplificado dicho modelo, (reduciendo tanto el número de fenómenos como de atributos), con el fin de acercar la BCA a un mayor número de usuarios finales. Con este mismo fin, se han generado también productos en formatos CAD para poder ser utilizados en otros programas de uso muy generalizado.

El MTA contiene las geometrías de la BCA, pero tras un tratamiento y una edición, donde se le ha asignado a cada uno de esas geometrías una simbología y se ha maquetado convenientemente la toponimia.

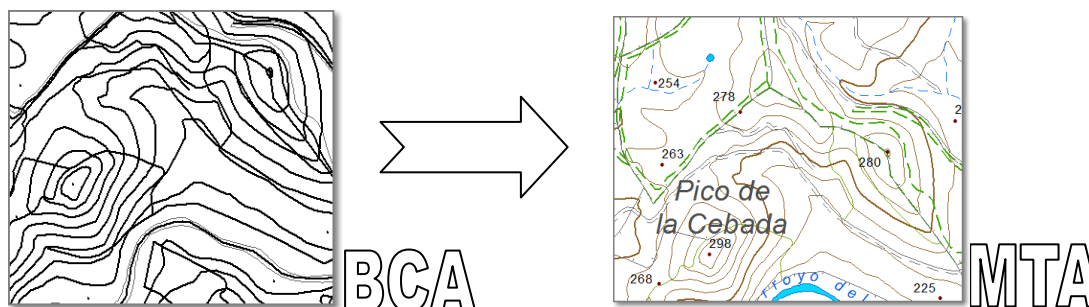


Ilustración 2: Paso de BCA a MTA

- ***Sistema de almacenamiento de los datos. PostgreSQL 8.4 con la extensión PostGIS 1.5.***

El sistema gestor de base de datos que se emplea para el almacenamiento y procesamiento de datos es PostgreSQL, con su extensión PostGIS para el tratamiento de datos espaciales.

La decisión de utilizar un SGBD (Sistema de gestión de base de datos) para el procesamiento de datos frente a utilizar otro sistema responde a las siguientes razones:

- Un SGBD ofrece un grado de acceso y seguridad de la información que no ofrece un sistema de ficheros: establecimientos de usuarios y roles con accesos restringidos a esquemas y tablas, copias de seguridad periódicas de la base de datos, etc.
- Un SGBD ofrece un lenguaje de programación (pl/pgsql) y unas unidades de procesamiento automático (procedimientos almacenados) que permiten la construcción de un sistema organizado de procesamiento global de datos. Al estar los datos (iniciales, intermedios y finales) y los procesos en la misma base de datos, podrá construirse el flujo global de datos, de forma totalmente integrada y coherente.

- ***Ventajas de SGBD PostgreSQL.***

- Es el mejor SGBD de software libre que incluye tratamiento de datos espaciales, mediante la extensión espacial PostGIS.
- Dispone de más de 200 funciones espaciales que permiten la construcción de procesamientos automáticos de datos a través del lenguaje pl/pgsql.
- Dispone de una herramienta de gestión y administración de base de datos sencilla e intuitiva, pgAdmin.

1.3.2 SISTEMA DE REFERENCIA DE LA BCA

El Real Decreto 1071/2007 establece ETRS89 como sistema de referencia geodésico oficial en España para la referenciación geográfica y cartográfica en el ámbito de la Península Ibérica y las Islas Baleares.

En el caso de las Islas Canarias, se adopta el sistema REGCAN95, ya que ETRS89 sólo afecta a la parte estable de la placa eurasiática. La definición de REGCAN95 se hizo a partir de la estación ITRF de Maspalomas, con las coordenadas publicadas en el ITRF93 y trasladadas a la época de observación de REGENTE en Canarias, 1994.

Ambos sistemas tienen asociado el elipsoide GRS80 y están materializados por el marco que define la Red Geodésica Nacional por Técnicas Espaciales, REGENTE y sus densificaciones.

Elipsoide GRS80 (Geodetic Referente System 1980):

$a = 6.378.137$ metros.

$f = 1:298,257222101$.

- MARCO DE REFERENCIA

El sistema de referencia se materializa sobre el territorio mediante los vértices activos de la RAP, la red activa de vértices del IGN y los vértices REGENTE de la Red Geodésica Nacional.

Las altitudes están referidas al nivel medio del mar definido en el mareógrafo fundamental de Alicante, materializado en el territorio por los vértices de la REDNAP. Para el cálculo de altitudes elipsoidales se utilizará el modelo de geoide EGM08-REDNAP.

- SISTEMA CARTOGRÁFICO DE REPRESENTACIÓN

Se usará la proyección conforme *Universal Transversa de Mercator* (UTM), huso 30.

- ORGANIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN POR HOJAS

Aunque el contenido final de la BCA es un continuo de toda Andalucía, para su planificación, captura y difusión se siguen organizando los datos en hojas basadas en la división del Mapa Topográfico Nacional 1/50.000 (MTN50). La unidad de trabajo es la hoja 1/10.000.

El R.D. 1071/2007, de 27 de julio, define las hojas MTN50 por la división del territorio en incrementos de 10' en latitud y 20' en longitud, siguiendo los meridianos y paralelos y tomando como origen el punto definido por las coordenadas geodésicas $\lambda = -9^{\circ} 51' 15''$ y $\varphi = 44^{\circ} 00' 00''$.

Según las premisas anteriores, la línea de borde de una hoja 1:50.000 se define como una recta en coordenadas geográficas, constituida por una poligonal recta en ETRS89 cuyos vértices se obtienen de la subdivisión de dicha línea en 8 segmentos iguales para asegurar la coincidencia de esquinas hasta las hojas a escala 1/5.000. Por tanto, el marco de hoja MTN50 será un polígono formado por 32 vértices; el de una hoja 1/25.000, un polígono de 16 vértices, y el de una hoja 1/10.000, un polígono de 8 vértices.

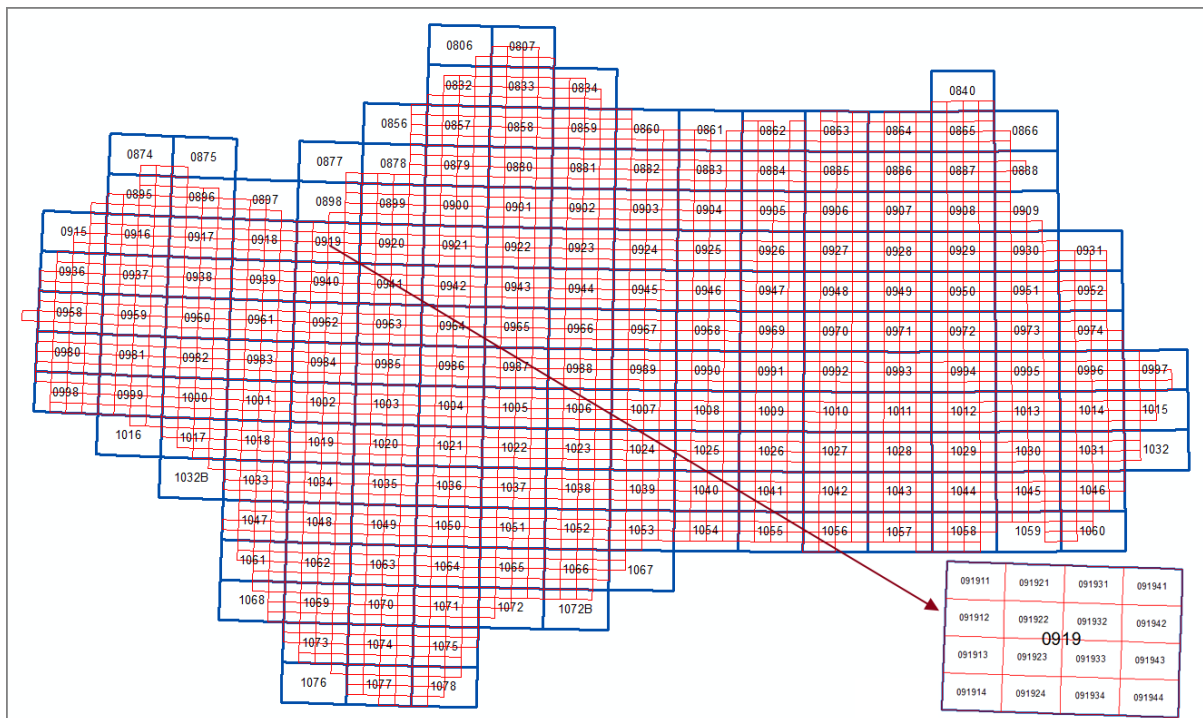


Ilustración 3: En rojo cuadrícula 10.000 y en azul 50.000

El identificador de cada hoja se define como una cadena de caracteres formada por el n° de hoja del MTN50 expresado con 4 dígitos y rellenado con ceros por la izquierda más dos caracteres que dependen de la serie:

Para las hojas 1/10.000: dos dígitos que indican la columna-fila de la hoja dentro del MTN50 (ej.: 095013).

1.3.3 MODELO DE DATOS DE LA BCA

Para la definición y gestión de la BCA se han elaborado tres modelos de datos, relacionados entre sí, pero cada uno con una finalidad diferente:

- **Modelo conceptual:** es el que define propiamente a la base cartográfica. En él se indican los fenómenos que se deben recoger junto con sus atributos, tipos de geometrías y posibles relaciones topológicas admitidas.
- **Modelo cartográfico:** se deriva del modelo conceptual y es una adaptación al CAD (Computer Aided Design) para facilitar la captura de datos por restitución fotogramétrica.
- **Modelo SIG:** se deriva también del modelo conceptual y es una plasmación en un software SIG (Sistema de Información Geográfica) para almacenar y gestionar la información cartográfica.

- ***Modelo conceptual***

El modelo conceptual define la visión del mundo real que conforma todo aquello que es interesante para la BCA. Está definido mediante un conjunto de tablas relacionadas en una base de datos espacial (PostGIS) donde se recogen los fenómenos, atributos y dominios, junto con sus definiciones; temas; geometrías; relaciones con tablas de inventario; descripciones de captura y criterios de selección, y algunas indicaciones relacionadas con la producción, como la procedencia de los valores de atributos o la obligatoriedad de tomar en restitución o no cada fenómeno.

Fenómenos:

El fenómeno es el objeto sobre el que se organiza el modelo. Es la unidad básica de información geográfica y los elementos del mundo real son modelados mediante los diferentes fenómenos definidos.

Se organizan según una estructura jerárquica de manera que los fenómenos hijo heredan las definiciones y atributos de su fenómeno padre (salvo las geometrías y las relaciones con tablas de inventario). Se distinguen tres tipos de niveles jerárquicos:

- Padre: el fenómeno da herencia a otros fenómenos. Realmente sólo se emplean para dar esta herencia y en la cartografía no habrá entidades de estos fenómenos, sino que serán de sus hijos.
- Hijo: el fenómeno toma parte de sus definiciones y atributos de un fenómeno padre.

- Sin jerarquía: el fenómeno no hereda ni da herencia a otro. La mayoría corresponden a este caso.

Cada fenómeno, además de su nombre, definición y demás atributos, tiene un nombre corto y un identificador compuesto por una cadena de cuatro dígitos.

Los fenómenos se agrupan de forma lógica en temas según el aspecto de la realidad sobre el que trate.

AGRUPACIÓN DE FENÓMENOS POR TEMAS
Administrativo
Cubierta terrestre
Edificaciones, poblaciones y construcciones
Hidrografía
Nombres geográficos
Puntos de referencia
Redes de transporte
Relieve
Servicios e instalaciones

Tabla 2: Agrupación de Fenómenos por temas.

Geometrías:

Cualquier entidad que se encuentre en la naturaleza se modela mediante tres tipos de geometrías:

- Puntos
- Líneas
- Polígonos

Los elementos puntuales y los vértices de las líneas y los polígonos siempre estarán definidos por tres coordenadas: X, Y (UTM) y Z (altura ortométrica). Las coordenadas están definidas al menos hasta el centímetro. En las líneas y en los polígonos, los tramos que unen los vértices son siempre rectos, por lo que no se admiten definiciones de ningún tipo de curva para unir los vértices.

Cada fenómeno se relaciona con una o con varias geometrías, según como pueda modelar el elemento del mundo real. Por ejemplo, los caminos se modelan con geometrías lineales, mientras que los ríos se pueden modelar como líneas o como polígonos según cuál sea su anchura.

Dentro de las entidades puntuales se distingue entre las PuntoCélula, aquellas destinadas a modelar elementos de pequeña superficie, pero con importancia para ser recogidas en la cartografía representándolos mediante un símbolo (ej.: Torre de tendido), y las PuntoTexto, que sirven de inserción de los textos cartográficos.

Las entidades poligonales pueden presentar huecos en su interior y generalmente no pueden solaparse con otras entidades poligonales. La excepción a esta regla la marcan los fenómenos que por su naturaleza solapan con otros. En estos casos, a la geometría poligonal se le llama de “*nivel 2*”, para indicar explícitamente esta característica. Se incluyen aquí los siguientes fenómenos:

Fenómenos poligonales de nivel 2
Puente.
Carretera elevada.
Enlace de carretera elevada.
Corriente artificial elevada.
Rambla
Isla.
Isleta de vial.
Presa.
Vía pecuaria.
Manzana.
Núcleo urbano.
Patio.
Explotación a cielo abierto.
Espacios dotacionales (y todos sus fenómenos hijo).
Hojas cartográficas.

Tabla 3: Fenómenos que pueden solapar con otros

Atributos de fenómeno y dominios:

Los *atributos* caracterizan los fenómenos aportando información adicional sobre las entidades o clasificándolas. Conviene distinguir entre aquellos que tienen un dominio asociado de los que no. Para cada atributo se aporta una definición del mismo, el tipo de dato mediante el que debe ser recogido (cadena de caracteres, valores numéricos, etc.) y las unidades en las que se expresa el valor cuando se refieren a medidas (ej.: metros).

Los *dominios* definen listas cerradas de valores que pueden tomar determinados atributos para así especificar y acotar el uso para el que están previstos (ej.: el régimen de una laguna puede ser permanente, no permanente o mareal).

Relaciones Topológicas:

En la BCA no se almacenan explícitamente las relaciones topológicas existentes entre las entidades. No obstante, sí se exige el cumplimiento de ciertas relaciones de vecindad entre los elementos con objeto de poder

crear la topología en un proceso posterior. En los siguientes párrafos se dan algunas indicaciones a este respecto.

No se requiere cubrir todo el territorio con entidades de tipo superficial, de forma que se admiten huecos en el plano. En cambio, en general no se permite solape entre recintos ni de recintos con líneas, salvo algunas excepciones:

Las entidades superficiales de “nivel 2” pueden, en general, solapar con el resto de fenómenos. Aquí se incluyen:

- Los recintos de instalaciones.
- Los puentes y los tramos de hidrografía y de red de transporte “elevados”.
- Las presas, que pueden solapar con la carretera que las cruza.
- Las isletas de vial, que se deben encontrar dentro de recintos de carretera.
- Las islas, que se encuentran en el recinto de agua y a su vez pueden contener otros fenómenos.
- Las ramblas, en cuyo interior puede haber fenómenos de diferente naturaleza.

Los tramos “*en vado*” pueden solapar con recintos de corrientes naturales.

- Las líneas de tendido eléctrico y de transporte suspendido por cable a priori pueden pasar sobre cualquier fenómeno.
- Las líneas “subterráneas” pueden estar bajo cualquier otro recinto.
- Las líneas de “esquema” generalmente deben encontrarse en el interior del recinto de su fenómeno, excepto en los puentes, que deben estar en el exterior del elemento elevado pero sí pueden solapar con otras entidades.

Véase que los tramos que puedan quedar ocultos por otras entidades no se modelan de forma particular. Por ejemplo, un río que pasa bajo un puente no sufre ningún cambio en su captura al cruzarlo, simplemente se le superpone el recinto del puente. Cuando se desee visualizar la cartografía, deberán quedar por encima los puentes para una correcta interpretación de la información.

Por otro lado, se requiere conectividad en aquellos elementos que forman redes: transportes e hidrografía. Para ello se debe hacer un uso correcto de los tramos en conexión (CNX), salvo para las entidades que se consideren en construcción, en ruinas o abandonadas, que no requieren ser conectadas con el resto de la red.

- ***Modelo SIG***

El Modelo SIG emana del modelo conceptual. Aunque pueden desarrollarse diferentes modelos SIG (ej.: en función de la gestión, tratamiento o explotación que se quiera hacer de los datos), el que se ha definido está más orientado a la producción, manteniendo los vínculos a tablas de inventario y la división por hojas 1/10.000. A continuación se dan algunas características del mismo:

- Se ha implementado en PostgreSQL 8.4 con la extensión PostGIS 1.5.
- Codificación de caracteres: UTF-8 y el tipo caracter es_ES.UTF-8
- Contiene una tabla por cada fenómeno-geometría del modelo conceptual, pero teniendo en cuenta que las de Polígono y PolígonoNivel2 van a MULTIPOLYGON, y que PuntoTexto y PuntoCélula van a MULTIPOINT. Por ejemplo, el fenómeno Carretera, que en el modelo conceptual tiene geometrías de Línea, Polígono y PolígonoNivel2, en el modelo SIG genera dos tablas de carretera: una para las lineales y otra para las superficies.
- Los nombres de las tablas se forman según la siguiente estructura: $TM_p_fff_nombre_g$
 - p : número de prioridad
 - fff : identificador del fenómeno (código de 4 dígitos).
 - $nombre$: nombre corto del fenómeno se corresponde con el alias.
 - g : código para indicar el tipo de geometría:
 - C: indica que la tabla tiene geometría MULTIPOINT.
 - L: indica que la tabla tiene geometría MULTILINESTRING.
 - S: indica que la tabla tiene geometría MULTIPOLYGON.

ej.: TM7_0027_Carretera_L y TM7_0027_Carretera_S.

- No hay tablas para los fenómenos padre. Los hijos incorporan los atributos que tienen los padres.
- Las geometrías estarán siempre contenida en un campo tipo “geometry” llamado the_geom. Siempre tendrán una dimensión dims: 3, que supone que están en 3D. El tipo de geometría permitida será del tipo: MULTIPOINT, MULTILINESTRING y MULTIPOLYGON. Y estarán siempre en el sistema de referencia: srid 25830 (ETRS89 UTM HUSO 30).
- Los nombres de los campos (atributos) son iguales que en el modelo conceptual pero en letra minúscula.
- Suprime los atributos que no son aplicables (ej.: COMPONENTID para carretera con geometría de recinto).
- Todas las tablas incorporan un campo id_hoja que se debe rellenar con los 6 caracteres que identifican la hoja. Véase que si un elemento está a caballo entre dos hojas, debe tramificarse para separar la parte correspondiente a cada hoja.
- Todas las tablas incorporan un campo version de tipo “integer” que identifica el número de veces que se ha realizado una entrega de esa hoja.
- Todas las tablas incorporan un campo gid de tipo “serial” que es un id único por cada registro y ejerce de clave primaria de la tabla.
- Las tablas de aquellos fenómenos que tengan relación con una tabla de inventario, incorporan un campo tnum_tabla de tipo “integer” que es la clave foránea al “mslink” de la tabla de inventario

correspondiente. Esta relación es de uno a muchos (1:M) entre la tabla de inventario y las geometrías. En el siguiente diagrama se muestra un ejemplo de esta relación.

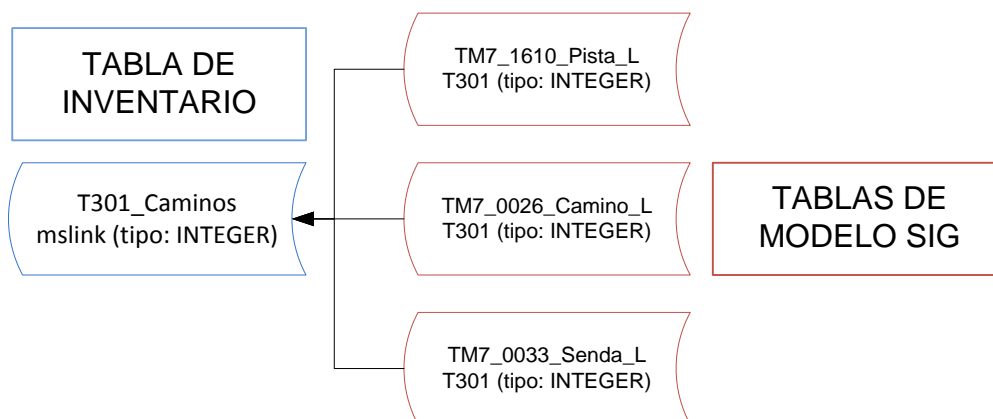


Ilustración 4: Relación *Uno a Muchos* entre la tabla de inventario y las tablas del modelo SIG

- Los atributos cuya procedencia es tabla, no se incluyen en las tablas del modelo SIG, ya que se encuentran en las propias tablas de inventario.
- Se definen como tipo de datos todos los dominios del modelo conceptual, utilizando los códigos de tres caracteres. Los nombres de los dominios son iguales que en el modelo conceptual, pero en letra minúscula (p.e.: vtipo_0027: 'ATP', 'ATV', 'CON', 'SCL'). Se asocia al atributo mediante su asignación como tipo de datos (ej.: tipo_0069 bca.vtipo_0069. Supone que el atributo tipo_0069 sólo admite los valores permitidos en el dominio vtipo_0069: 'CIR', 'FUT', 'GLF', 'MUL', 'OTR', 'SCL', 'TEN').

- **Modelo cartográfico.**

Emana del modelo conceptual y su finalidad es acercar el modelo a un formato CAD cercano a los manipulados por los diferentes softwares de restitución más habituales. En concreto se adapta al formato DGN (versión 7 u 8) de Microstation.

Los tipos de geometrías que se permiten son los siguientes:

- Célula no compartida (*cell* Tipo 2).
- Línea (*line* Tipo 3) y Cadena de líneas (*linestring* Tipo 4). No se permite que vengan tramificadas sin justificación. No se usan cadenas complejas. Un elemento lineal con dos vértices será tipo línea o cadena de líneas según convenga al productor. No se usa tipo Línea para capturar una polilínea.
- Texto (*text* Tipo 17). Se usa sólo para centroides.
- Forma (*shape* Tipo 6) y forma poligonal compleja (*complex shape* Tipo 14). Para la creación de recintos.

1.3.4 TABLAS DE INVENTARIO.

Las tablas de inventario contienen los nombres y atributos de algunas de las entidades que se deben recoger en la base cartográfica. Así por ejemplo, todos los tramos de una carretera deberán tener un mismo vínculo a la tabla de carreteras que le proporciona los valores de titularidad, tipo, matrícula, etc. De esta forma se da homogeneidad y se facilita la corrección y actualización de estos atributos al estar recogidos una sola vez en el inventario. Cada uno de los registros de las tablas tiene una geometría con la posición aproximada del elemento geográfico, lo que facilita la asociación de la entidad cartografiada con el registro de la tabla. Estas tablas son fundamentales ya que a partir de ellas se obtiene la toponimia. A continuación se indican algunas características del conjunto de tablas:

- Se mantienen y gestionan en PostGIS. No obstante se exportan periódicamente a:
 - .mdb junto con el resto de tablas del modelo cartográfico.
 - .dgn para facilitar su inclusión como referencia en las tareas de restitución.
- Codificación de caracteres: UTF-8
- Las geometrías son 2D y de tipo MULTIPOINT, MULTILINESTRING y MULTIPOLYGON.
- En PostGIS, el nombre de cada una se compone de la letra “T” más el número de tabla y un nombre corto que hace referencia a la información que contiene (ej.: T302_Carretera).
- Cada tabla contiene los siguientes campos:
 - mslink: clave primaria de la tabla y que permite que los registros sean vinculados desde el modelo cartográfico y del SIG.
 - campos de atributos cuya procedencia es “tabla”.
 - campos propios de la gestión de la tabla (ej.: fecha_alta, fuente, etc.).

Listado de tablas de inventario junto con los fenómenos a los que afectan.			
entitynum	Nombre de la Tabla	Id Fenómeno	Nombre del Fenómeno
101	T101_PuntoSonda	0010	Punto de sonda
201	T201_CorrienteArtificial	0011	Corriente artificial
202	T202_CorrienteNatural	0012	Corriente natural
203	T203_AguasQuietas	0015	Mar
		0016	Laguna
		0017	Embalse
204	T204_Surgencia	0019	Surgencia

Listado de tablas de inventario junto con los fenómenos a los que afectan.

entitynum	Nombre de la Tabla	Id Fenómeno	Nombre del Fenómeno
205	T205_Captaciones	0020	Captación
206	T206_PuntoFluvial	0021	Punto fluvial
207	T207_Isla	0025	Isla
301	T301_Caminos	0026	Camino
		0033	Senda
		1610	Pista
302	T302_Carreteras	0027	Carretera
303	T303_PkCarretera	0031	Punto kilométrico de carretera
304	T304_PkFerrocarril	0032	Punto kilométrico de ferrocarril
305	T305_TransporteSuspendidoCable	0034	Transporte suspendido por cable
306	T306_Ferrocarril	0036	Ferrocarril
307	T307_OtrasViasFerreas	0037	Funicular
		0038	Tranvía
		0039	Cremallera
		0040	Metro
308	T308_ViaPecuaría	0041	Vía pecuaría
309	T309_ViaUrbana	0042	Vía urbana
401	T401_Muralla	0065	Muralla
402	T402_Presa	0070	Presa
403	T403_SeñalNavegacion	0081	Señal de navegación
404	T404_Cueva	0154	Cueva
405	T405_Monumento	1525	Monumento
406	T406_EdificacionSingular	2056	Edificación singular
501	T501_Antena	0088	Antena
502	T502_Conduccion	0091	Conducción genérica
		0092	Conducción de agua
		0093	Conducción de hidrocarburos
503	T503_Aeródromo	0095	Aeródromo
504	T504_Puerto	0096	Puerto
505	T505_Estaciones	0097	Estación de autobuses
		0098	Estación ferroviaria
506	T506_AreaPeaje	0099	Área de peaje
507	T507_AreaServicio	0100	Área de servicio
508	T508_AreaDescanso	0101	Área de descanso
509	T509_Camping	0102	Camping
510	T510_CampoGolf	0103	Campo de golf

Listado de tablas de inventario junto con los fenómenos a los que afectan.			
entitynum	Nombre de la Tabla	Id Fenómeno	Nombre del Fenómeno
511	T511_InstalacionDeportiva	0104	Instalación deportiva
512	T512_YacimientoArqueologico	0105	Yacimiento arqueológico
513	T513_InstalacionMilitar	0106	Instalación militar
514	T514_Cementerio	0107	Cementerio
515	T515_ParqueAtracciones	0108	Parque de atracciones
516	T516_ParqueJardin	0109	Parque-jardín
517	T517_RecintoIndustrial	0110	Recinto industrial
518	T518_PlantaTratamientoResiduos	0111	Instalación de gestión de residuos
519	T519_InstalaciondeEnergiaElectrica	0112	Instalación de energía eléctrica
520	T520_InstalaciondeTratamientoAguas	0113	Instalación de tratamiento de aguas
521	T521_InstalaciondeHidrocarburos	0114	Instalación de hidrocarburos
522	T522_InstalaciondeTelecomunicacionesMedicion	0115	Instalación de telecomunicaciones y medición
523	T523_Tendido	0116	Tendido
524	T524_InstalacionEducativa	0152	Instalación educativa
525	T525_InstalacionSanitaria	0153	Instalación sanitaria
526	T526_Salinas	1358	Área de salinas
527	T527_AgrupacionEdificios	1504	Agrupación de edificios
528	T528_InstalacionMinera	1540	Instalación minera
529	T529_InstalacionRecreativa	1567	Instalación recreativa
530	T530_EstacionBombeo	1570	Estación bombeo
531	T531_PozoGas	1704	Pozo de gas
532	T532_Piscifactoria	2008	Piscifactoría
601	T601_NombreGeografico	0121	Nombre geográfico
701	T701_PuntoGNSS	0142	Punto GNSS
702	T702_PuntoGeodesico	0151	Punto geodésico
801	T801_NucleoUrbano	0141	Núcleo urbano
901	T901_Hoja10k	2006	Hoja cartográfica 10k

Tabla 4: Tablas de Inventario

1.3.5 ORTOFOTOGRAFÍAS DEL PNOA 2013

Al igual que en el anterior ortofotomapa en este también se usarán las ortofotos del PNOA50, en este caso las del vuelo fotogramétrico del año 2013 que abarca toda Andalucía como se puede ver en la siguiente imagen.



Ilustración 5: Zonas de vuelo PNOA 2013 (Fuente: IGN)

- ***Características técnicas del proyecto PNOA.***

- Sistema Geodésico de Referencia ETRS89 (Península, Illes Balears, Ceuta y Melilla), y REGCAN95 (Canarias).
- Vuelo fotogramétrico equivalente a una escala de vuelo 1:15.000 (PNOA25) y 1:30.000 (PNOA50), con una cámara digital de alta resolución, equipada con sensor pancromático y 4 sensores multiespectrales.
- Vuelo LIDAR con un sensor adecuado a las características técnicas descritas en las especificaciones técnicas del proyecto.
- Toma de datos GPS y sistema inercial IMU/INS en vuelo, para el procesado de la trayectoria del avión.
- Aerotriangulación digital por métodos automáticos.
- Modelo Digital de Elevaciones (MDE) calculado por correlación automática, o a partir de datos obtenidos con el sensor LIDAR.
- Ortoproyección a partir del Modelo Digital de Elevaciones depurado y editado.
- Generación de metadatos cumpliendo con la norma internacional ISO 19115:2003, con lo que se asegura la interoperabilidad de los datos generados.
- Las Ortofotografías usadas serán de color de 0.5 metro de resolución y formato comprimido JP2.

	GSD Vuelo (cm)	GSD Ortofoto (cm)	Exactitud planimétrica de la ortofoto	Exactitud altimétrica del Modelo Digital del Terreno	Paso de malla
PNOA 50 cm	45	50	RMSE $x,y \leq 1,00$ m	RMSE $z \leq 2,00$ m	5m x 5m
PNOA 25 cm	22	25	RMSE $x,y \leq 0,50$ m	RMSE $x,y \leq 1,00$ m	5m x 5m
PNOA 10 cm	9	10	RMSE $x,y \leq 0,20$ m	RMSE $x,y \leq 0,20$ m (con LiDAR)	1m x 1m

	Densidad Nominal (p/m ²)	Distancia nominal entre puntos (m)	Exactitud altimétrica de la nube de puntos	Exactitud altimétrica del Modelo Digital del Terreno	Paso de malla
LiDAR	0,5	1,4	RMSE $z \leq 0,20$ m	RMSE $z \leq 0,50$ m	5m x 5m

Ilustración 6: Tabla con características técnicas del proyecto PNOA (Fuente: IGN)

1.4. ELECCIÓN DE SOFTWARE SIG

En este apartado se realiza un análisis de los principales programas SIG, tanto libres como propietarios, del mercado enumerando sus principales pros y contras, dando como resultado la elección de los más adecuados para el desarrollo del Ortofotomapa.

- **GvSIG 2.0.0**



GvSIG es un programa informático para el manejo de información geográfica con precisión cartográfica que se distribuye bajo licencia GNU GPL^{v2}. Permite acceder a información vectorial y rasterizada así como a servidores de mapas que cumplan las especificaciones del OGC. Esta es una de las principales características de GvSIG respecto a otros Sistema de Información Geográfica, la importante implementación de servicios OGC: WMS (Web Map Service), WFS (Web Feature Service), WCS (Web Coverage Service), Servicio de Catálogo y Servicio de Nomenclátor.

(1) La **Licencia Pública General de GNU** o más conocida por su nombre en inglés **GNU General Public License** o simplemente sus siglas del inglés **GNU GPL**, es una licencia creada por la Free Software Foundation en 1989 (la primera versión, escrita por Richard Stallman), y está orientada principalmente a proteger la libre distribución, modificación y uso de software. Su propósito es declarar que el software cubierto por esta licencia es software libre y protegerlo de intentos de apropiación que restrinjan esas libertades a los usuarios.

Principales ventajas:

- Portable: funciona en distintas plataformas hardware / software, Linux, Windows y Mac OS. El lenguaje de programación es Java.
- Modular: es ampliable con nuevas funcionalidades mediante el desarrollo de extensiones, permitiendo una mejora continua de la aplicación, así como el desarrollo de soluciones a medida.
- De código abierto: licencia GNU/GPL, lo que permite su libre uso, distribución, estudio y mejora.
- Interoperable con las soluciones ya implantadas: es capaz de acceder a los datos de otros programas privativos, como ArcView, AutoCAD o Microstation sin necesidad de cambiarlos de formato.
- Internacionalizable: está disponible en más de una veintena de idiomas (castellano, inglés, alemán, italiano,...) y permite la incorporación de nuevos idiomas con facilidad.
- Sujeto a estándares: sigue las directrices marcadas por el Open Geospatial Consortium (OGC).

Funcionalidades:

- Acceso a formatos vectoriales: SHP, GML, KML, DXF, DWG, DGN.
- Acceso a formatos ráster: BMP, GIF, TIF, TIFF, JPG, JPEG, PNG, VRT, DAT de ENVI, ERDAS (LAN, GIS, IMG), PCI Geomatics (PIX, AUX), ADF de ESRI, ILWIS (MPR, MPL), MAP de PC Raster, ASC, PGM, PPM, RST de IDRISI, RMF, NOS, KAP, HDR, RAW.
- Acceso a servicios remotos mediante estándares OGC (WMS, WFS, WFS-T, WCS), acceso mediante servicios no estándar (ArcIMS, Ecwp), servicio de búsqueda por catálogo, servicio de localización por nomenclátor, acceso a formatos de fichero estándar, extensión de publicación de servicios OGC
- Acceso a bases de datos y tablas: PostGIS, MySQL, ArcSDE, Oracle, JDBC, CSV
- Redes: topología de red, gestor de paradas, costes de giro, camino mínimo, conectividad, árbol de recubrimiento mínimo, matriz orígenes-destinos, evento más cercano, área de servicio.
- Impresión: impresión, exportación a PDF, a Postscript, a formato de imagen.
- Constructor de mapas: composición de página, inserción de elementos cartográficos (Vista, leyenda, escala, símbolo de norte, cajetín, imagen, texto, gráfico), herramientas de maquetación (alinear, agrupar/desagrupar, ordenar, enmarcar, tamaño y posición), grid, plantillas.

Principales Desventajas:

- Herramientas de maquetación muy básicas.
- Formato de exportación PDF básico. Utiliza la versión 1.4 que corresponde al año 2001. No permite capas ni GeoPDF.

Productor de PDF: iText 2.1.4 (by lowagie.com)

Versión PDF: 1.4 (Acrobat 5.x)

Ilustración 7: Versión de PDF usada por gvSIG 2.0.0. No permite capas ni coordenadas (GeoPDF)

- Funciones de etiquetado y manejo de toponimia muy básicos.

- **QGIS 2.4.0**

QGIS es un Sistema de Información Geográfica de código libre para plataformas GNU/Linux, Unix, Mac OS y Microsoft Windows. Era uno de los primeros ocho proyectos de la *Fundación OSGeo* y en 2008 oficialmente salió



al mercado. Permite manejar formatos raster y vectoriales a través de las bibliotecas GDAL y OGR, así como bases de datos.

Principales ventajas:

- Portable: funciona en distintas plataformas hardware / software, Linux, Windows y Mac OS. QGIS está desarrollado en C++, usando la biblioteca Qt para su Interfaz gráfica de usuario
- Modular: es ampliable con nuevas funcionalidades mediante el desarrollo de extensiones, permitiendo una mejora continua de la aplicación, así como el desarrollo de soluciones a medida. Permite la integración de plugins desarrollados tanto en C++ como Python.
- De código abierto: licencia GNU/GPL, lo que permite su libre uso, distribución, estudio y mejora.
- Interoperable con las soluciones ya implantadas: es capaz de acceder a los datos de otros programas privativos, como ArcView, AutoCAD o Microstation sin necesidad de cambiarlos de formato.
- Sujeto a estándares: sigue las directrices marcadas por el Open Geospatial Consortium (OGC).

Funcionalidades:

- Soporte para la extensión espacial de PostgreSQL, PostGIS.
- Manejo de archivos vectoriales Shapefile, ArcInfo coverages, Mapinfo, GRASS GIS, etc.
- Soporte para un importante número de tipos de archivos raster (GRASS GIS, GeoTIFF, TIFF, JPG, etc.).
- Acceso a servicios remotos mediante estándares OGC (WMS, WFS, WFS-T, WCS).
- Posibilidad de programación de scripts en Python.
- Herramienta de creación de series cartográficas llamada *Atlas*.
- Constructor de mapas: composición de página, inserción de elementos cartográficos (Vista, leyenda, escala, símbolo de norte, cajetín, imagen, texto, gráfico), herramientas de maquetación (alinear, agrupar/desagrupar, ordenar, enmarcar, tamaño y posición), grid, plantillas.
- Se puede usar como GUI del Sig GRASS.

- Integración total con las librerías GDAL/OGR.

Principales Desventajas:

- Herramientas de maquetación muy básicas. Han sido mejoradas en la última versión pero todavía siguen siendo básicas.
- Formato de exportación PDF básico. Utiliza la versión 1.4 que corresponde al año 2001. No permite capas ni GeoPDF.

Productor de PDF: Qt 4.8.5 (C) 2011 Nokia Corporation and/or its subsidiary(-ies)
Versión PDF: 1.4 (Acrobat 5.x)

Ilustración 8: Versión de PDF usada por QGIS 2.4.0. No permite capas ni coordenadas (GeoPDF)

- Funciones de etiquetado y manejo de toponimia muy básicos.

- ***ArcGIS Desktop 10.2***

ArcGIS es el nombre de un conjunto de productos de software en el campo de los Sistemas de Información Geográfica o SIG. Producido y comercializado por ESRI, bajo el nombre genérico ArcGIS se agrupan varias aplicaciones para la captura, edición, análisis, tratamiento, diseño, publicación e impresión de información



geográfica. Estas aplicaciones se engloban en familias temáticas como *ArcGIS Server*, para la publicación y gestión web, o *ArcGIS Móvil* para la captura y gestión de información en campo.

ArcGIS Desktop, la familia de aplicaciones SIG de escritorio, es una de las más ampliamente utilizadas, incluyendo en sus últimas ediciones las herramientas *ArcReader*, *ArcMap*, *ArcCatalog*, *ArcToolbox*, *ArcScene* y *ArcGlobe*, además de diversas extensiones. ArcGIS Desktop se distribuye comercialmente bajo tres niveles de licencias que son, en orden creciente de funcionalidades (y coste): ArcView, ArcEditor y ArcInfo.

Principales ventajas:

- Modular: es ampliable con nuevas funcionalidades mediante el desarrollo de extensiones, permitiendo una mejora continua de la aplicación, así como el desarrollo de soluciones a medida. Se pueden desarrollar scripts en varios lenguajes de programación VBA, VB .NET y Python.
- Interoperable con las soluciones ya implantadas: es capaz de acceder a los datos de otros programas privativos, como AutoCAD o Microstation sin necesidad de cambiarlos de formato.

- Sujeto a estándares: sigue las directrices marcadas por el Open Geospatial Consortium (OGC).
- Posee gran cantidad de herramientas: El módulo *ArcToolBox* posee cientos de herramientas para el tratamiento y análisis de la información.
- Amplia documentación y recursos online: Al ser el paquete de SIG más usado en el mercado existen gran cantidad de blogs y foros de ayuda.
- Gran capacidad para el manejo de ficheros de gran tamaño.
- Alta Velocidad de proceso
- Permite Trabajar con PDF por capas y georreferenciación. Usa la versión 1.6 de PDF correspondiente al año 2005 que ya permite el uso de capas (la primera versión en la que se implementó su uso fue la 1.5 del año 2003).

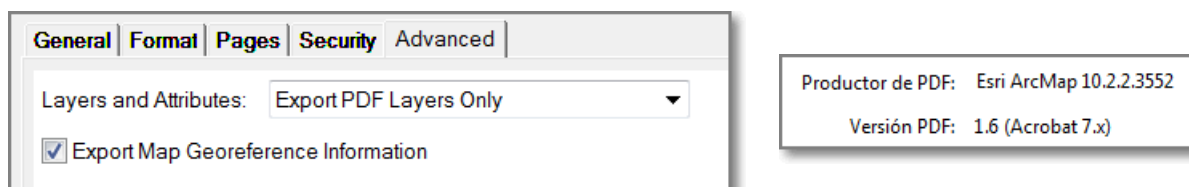


Ilustración 9: Parámetros de Exportación del PDF por capas y con georreferenciación

- Herramientas de gran potencia para el manejo de anotaciones y etiquetado.
- Constructor de mapas analógicos (especialmente PDF) muy potente y con gran variedad de utilidades.

Funcionalidades:

- Soporte para la extensión espacial de PostgreSQL, PostGIS a partir de la versión 10.1 SP1.
- Manejo de archivos vectoriales Shapefile, ArcInfo coverages, Mapinfo, etc.
- Soporte para un importante número de tipos de archivos raster (PNG, GeoTIFF, TIFF, JPG, MrSID, etc.).
- Acceso a servicios remotos mediante estándares OGC (WMS, WFS, WMTS, WCS).
- Posibilidad de programación de scripts en Python (Arcpy), VBA y VB .NET
- Herramienta de creación de series cartográficas (*Data Driven Page*).
- Constructor de mapas: composición de página, inserción de elementos cartográficos (Vista, leyenda, escala, símbolo de norte, cajetín, imagen, texto, gráfico), herramientas de maquetación (alinear, agrupar/desagrupar, ordenar, enmarcar, tamaño y posición), grid, plantillas.
- Extensión Mapplex especial para el etiquetado. Especialmente útil para el tratamiento de toponimia

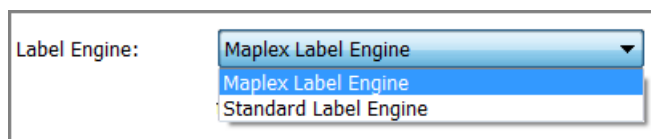
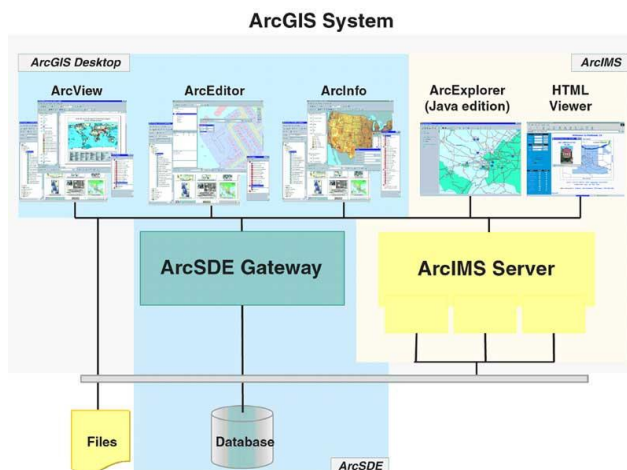


Ilustración 10: Extensión *Maplex* que facilita el etiquetado y el tratamiento de toponimia.

Principales Desventajas:

- No es software libre y la licencia tiene un precio alto.
- La conexión a base de datos libres esta todavía bastante limitada. En particular en PostgreSQL y PostGIS solo podremos conectar con las bases de datos para leer la información (podemos exportarlo a otro formato para su edición y tratamiento, por ejemplo a *Geodatabase*) pero no editarlas directamente.



En caso de necesitar editar directamente desde ArcGIS, es necesario usar ArcSDE (Spatial Database Engine) un software de servidor especial diseñado por Esri que hace de pasarela entre ArcGIS Desktop y las RDBMS (Relational Database Management System) o bases de datos relacionales.

Ilustración 11: ArcSDE para edición de RDBMS

- ***Elección final de software***

Una vez analizados los principales SIG del mercado se llega a la conclusión de que el único que se adapta perfectamente a las especificaciones del PPT (apart. 3.1.1 Actualización de la serie “Ortofotomapas de Andalucía”) es ArcGIS desktop.

En este apartado se indica literalmente:

*“Generación de una pasarela de PostGIS al software de edición, ya sea libre o propietario, siempre que permita la generación de **PDFs por capas y con coordenadas.**”*

El único SIG de los analizados que permite GeoPDFs por capas es ArcGIS, el resto no lo contempla.

A pesar de tener limitaciones en cuanto a la edición de bases de datos PostGIS, esto no supone ningún problema ya que si permite conectar a ellas y exportar los datos a uno de sus formatos nativos, por ejemplo una *File Geodatabase*.

Como software de apoyo en caso necesario se usará QGIS ya que se considera que tiene algunas mejoras respecto a GvSIG. No obstante teniendo en cuenta que son libres se utilizarán indistintamente en caso de ser necesario.

1.5. ELECCIÓN DE SOFTWARE DE SCRIPTING

Una vez seleccionado ArcGIS como software base para el desarrollo del proyecto, es necesario seleccionar el software que se usará para realizar los diferentes Scripts que automaticen el proceso.

Actualmente existen tres lenguajes de programación

- ArcObjects VBA (ArcGIS 10 será la última versión que soportará este lenguaje de scripting).
- Python (Arcpy)
- La plataforma .NET, tanto con lenguaje C# como con Visual Basic.

De estos tres lenguajes se selecciona *Python* por las siguientes razones:

- Posee una licencia de código abierto, denominada *Python Software Foundation License*, que es compatible con la Licencia pública general de GNU a partir de la versión 2.1.1
- Se trata de un lenguaje de programación *multiparadigma*, ya que soporta *orientación a objetos*, *programación imperativa* y, en menor medida, *programación funcional*.
- Es Multiplataforma
- Fácil reutilización de otros scripts ya existentes.

Teniendo en cuenta que la mayoría de herramientas SIG también trabaja con python, se tiene la ventaja de poder migrar la programación que se realice en este proyecto a software libre, por ejemplo QGIS, si fuera necesario en un futuro y de una manera poco costosa.

Se descartan .NET y VBA por ser software propietario y no tener ninguna ventaja respecto a Python.

- ***Arcpy, Python para Arcgis***

Con la llegada de ArcGIS 10 se introduce ArcPy, también denominada por ESRI como paquete del sitio de ArcPy.

La ArcPy representa un conjunto de elementos propios de ArcGIS que completan la biblioteca de Python, dando con ello acceso desde la programación al manejo y explotación de información espacial.

Su antecedente es el *arcgisscripting*, módulo incluido en versiones anteriores de ArcGIS con funcionalidades de geoprocésamiento. La ArcPy supera a su precursor, y así nos permite optimizar nuestros trabajos en cuanto a:

- Análisis espaciales.
- Acceso de lectura y escritura a datos alfanuméricos.
- Manejo y conversión a diferentes formatos.
- Administración de información geográfica.
- Generación automatizada de mapas y series cartográficas.

Para la realización de estas tareas la ArcPy aporta una serie de elementos que son:

- Funciones.
- Herramientas.
- Clases.
- Módulos.

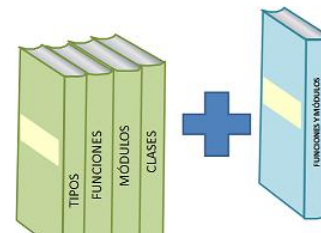


Ilustración 12: Biblioteca de Python + elementos propios de ArcGIS

- Entorno de ejecución y desarrollo.

Gracias a este aporte, más la combinación con los elementos propios de Python (sus módulos, sus funciones, etc) el resultado es claramente ventajoso para el usuario, siendo en la actualidad la opción que cumple en mayor medida con los procesos de automatización y rendimiento de ArcGIS.

La versión de Python utilizada por ArcGIS 10.2 es la 2.7.

1.6. SIMBOLOGÍA DE LAS CAPAS DEL MTA

Una vez estudiado el modelo de la BCA se presenta la simbología elegida tanto para los elementos geométricos como para la toponimia.












- ***Simbología de las tablas geométricas***








Se propone la fusión de algunas tablas para facilitar la interpretación del mapa.





TABLAS ORIGINALES DE LA BCA	TABLAS FUSIONADAS
TM6_0008_PuntoCotaTerreno_C	TM6_0008_0009
TM6_0009_PuntoCotaConstruccionElevada_C	
TM4_0085_TorreTransporte_C	TM4_0085_0086
TM4_0086_TorreTendido_C	
TM4_0045_Muro_L	TM4_0045_0046_0047
TM4_0046_Valla_L	
TM4_0047_Seto_L	
TM8_0023_Estanque_S	TM8_0023_0024
TM8_0024_Piscina_S	
TM7_0037_Funicular_L	TM7_0037_0038_0039_0040
TM7_0038_Tranvia_L	
TM7_0039_Cremallera_L	
TM7_0040_Metro_L	
TM8_0015_Mar_S	TM8_0015_0016_0017
TM8_0016_Laguna_S	
TM8_0017_Embalse_S	














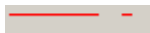

Tabla 5: Tablas fusionadas para mejorar la interpretación del producto.















En la tabla que se adjunta en la siguiente página se describe la simbología propuesta para los elementos geométricos.






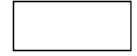


NOMBRE DE CAPA PARA PDF	NOMBRE DE TABLA DE LA BCA	SÍMBOLO PROPUESTO	CLASIFICACIÓN	1º CAMPO DE SIMBOLIZACIÓN	2º CAMPO DE SIMBOLIZACIÓN
Hoja MTA10	TM3_2006_HojaCartografica10k_S		ID_hoja10K		
Vértice geodésico	TM1_0151_PuntoGeodesico_C		Vértice geodésico		
Antena de posicionamiento geodésico activa	TM1_0142_PuntoGNSS_C		Antena de posicionamiento geodésico activa		
Punto acotado	TM6_0008_0009 ^(a)		Punto cota		
Punto sonda	TM6_0010_PuntoSonda_C		Punto sonda		
Estación de transportes	TM5_0097_Estacion_C		Estación de transportes		
					TIPO_0021
Punto fluvial	TM8_0021_PuntoFluvial_C		Cascada	CAS	
			Sifón	SIF	
			Sumidero; boca hidrográfica	BOC; SUM; SCL	
Aerogenerador	TM5_0087_Aerogenerador_C		Aerogenerador		
Antena	TM5_0088_Antena_C		Antena		



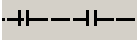
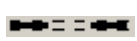
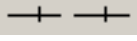

				TIPO_0081
Faro; baliza	TM4_0081_SeñalNavegacion_C		Faro	FAR
			Baliza	VHO; RAD; BAP; OTR; SCL
Mina	TM4_0061_ExplotacionSubterranea_C		Mina	
Cueva	TM4_0154_Cueva_C		Cueva	
Pozo	TM8_0020_Captacion_C		Pozo	
Fuente; manantial	TM8_0019_Surgencia_C		Fuente; manantial	
Helipuerto	TM4_0062_Helipuerto_C		Helipuerto	
Espacio natural protegido	TM9_0107_EspacioNaturalProtegido_S		Espacio natural protegido	




				TIPO_0112	ENERG_0112
Instalación de energía eléctrica	TM5_0112_InstalacionEnergiaElectrica_C		Subestación	SUB; OTR; SCL	NAP
			Central solar	CEL	SOL
			Central otras		OTR;SCL;NAP
			Central eólica		EOL






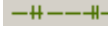

			Central ciclo combinado	COM
			Central hidroeléctrica	HID
			Central biomasa	BIO
			Central térmica	TER
			Central cogeneración	COG
			Central biogas	BIG
Yacimiento arqueológico	TM5_0105_YacimientoArqueologico_C		Yacimiento arqueológico	
				TIPO_1101
Límite administrativo	TM3_1101_LimitesAdministrativos_L		Municipal	MUN
			Provincial	PRO
			Autonómico	AUT
			Nacional	NAC
Telesilla; telecabina	TM7_0034_TransporteSuspendidoPorCable_L		Telesilla; telecabina	
Boca túnel	TM7_0043_BocaTunel_L		Boca túnel	
Línea eléctrica	TM5_0116_Tendido_L		Línea eléctrica	
Torre metálica	TM4_0085_0086 ^(a)		Torre metálica	




Torre de vigilancia	TM4_0084_TorreVigia_C		Torre de vigilancia	
Edificación singular puntual	TM4_2056_EdificacionSingular_C		Edificación singular puntual	
Parcelario aparente	TM9_2004_Linde_L		Parcelario aparente	
Compuerta	TM4_2005_Compuerta_L		Compuerta	
				TIPO_0064
Muelle; espigón	TM4_0064_MuelleEspigon_L		Muelle; embarcadero	MOB; EMB
			Escollera	ESC; SCL
Bordillo; mediana; parterre	TM4_0058_ElementoConstruido_L		Bordillo; mediana; parterre	
Muro contención	TM4_0066_ObraContencion_L		Muro de contención; escollera	
Muralla lineal	TM4_0065_Muralla_L		Muralla lineal	
Presa lineal	TM4_0070_Presa_L		Presa lineal	
Muro; valla; seto	TM4_0045_0046_0047 ^(a)		Muro; valla; seto	
Puente lineal	TM4_0080_Puente_L		Puente lineal	
Tajea	TM7_2007_Tajea_L		Tajea	
Carril bici intermunicipal	TM7_0119_CarrilBici		Carril bici intermunicipal	











Pasarela	TM4_0067_Pasarela_L		Pasarela	
				TIPO_0023
Estanque; piscina	TM8_0023_0024 ⁽⁴⁾		Alberca; balsa	ABR;ALB;BAL;CGN;ORN
			Salina	SAL
			Piscina	PIS
Tentadero	TM5_2009_Tentadero_S		Tentadero	
Explanada	TM7_0030_Explanada_S		Explanada	
Chimenea	TM4_0049_Chimenea_S		Chimenea	
Pista deportiva lineal	TM4_0069_PistaDeportiva_L		Pista deportiva lineal	





				VELOC_0036	ESTADO
Ferrocarril elevado	TM7_0036_Ferrocarril_L		Ferrocarril elevado en uso	CON	USO;SCL
			AVE elevado en uso	ALT	USO;SCL
			Ferrocarril elevado en construcción	CON	CON;SCL
			AVE elevado en construcción	ALT	CON;SCL
			Ferrocarril elevado abandonado	CON	ABN;SCL
			AVE elevado abandonado	ALT	ABN;SCL




Camino elevado	TM7_0026_Camino_L		Camino elevado
Vía urbana elevada	TM7_0042_ViaUrbana_L		Vía urbana elevada
Puente superficial	TM4_0080_Puente_S		Puente superficial

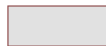
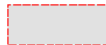

				ESTADO	SITUACION
Tranvía	TM7_0037_0038_0039_0040 ⁽¹⁾		Tranvía en uso	USO;SCL	SUP;ELE:SCL
			Tranvía en construcción	CON	SUP;ELE;SCL
			Tranvía en uso subterráneo	USO;SCL	SUB
			Tranvía en construcción subterráneo	CON	SUB
			Tranvía abandonado	ABN	SUP;ELE:SCL
			Tranvía abandonado subterráneo	ABN	SUB
Isleta	TM7_2003_IsletaVial_S		Isleta		


				ESTADO
Enlace carretera	TM7_1607_EnlaceCarretera_S		Enlace carretera en uso	USO;SCL
			Enlace carretera en construcción	CON
			Enlace carretera abandonada	ABN



				ESTADO
Carretera	TM7_0027_Carretera_S		Carretera en uso	USO;SCL
			Carretera en construcción	CON
			Carretera abandonada	ABN
Senda	TM7_0033_Senda_L		Senda	
Pista	TM7_1610_Pista_L		Pista	
Camino	TM7_0026_Camino_L		Camino	
Vía urbana	TM7_0042_ViaUrbana_L		Vía urbana	
Pista de aeródromo	TM4_0068_PistaAerodromo_S		Pista de aeródromo	
Cortafuegos	TM9_0139_Cortafuegos_S		Cortafuegos	
Pista deportiva superficial	TM4_0069_PistaDeportiva_S		Pista deportiva superficial	

				ESTADO
Muralla superficial	TM4_0065_Muralla_S		Muralla en uso	USO; SCL
			Muralla en ruinas	RUI
Depósito genérico	TM4_0052_DepositoGenerico_S		Depósito genérico	
Depósito de agua	TM4_0053_DepositoAgua_S		Depósito de agua	
Depósito de hidrocarburos	TM4_0054_DepositoHidrocarburos_S		Depósito de hidrocarburos	
Silo	TM4_0055_Silo_S		Silo	
Patio	TM4_2001_Patio_S		Patio	
Edificación singular superficial	TM4_2056_EdificacionSingular_S		Edif. singular superficial en uso	USO; SCL
			Edif. singular superf. en constr.	CON
			Edif. singular superf. en ruinas	RUI

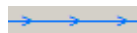

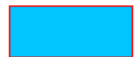








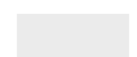
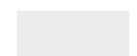
				ESTADO
Edificación	TM4_0056_Edificacion_S		Edificación en uso	USO; SCL
			Edificación en construcción	CON
			Edificación en ruinas	RUI

				ESTADO
Edificación industrial	TM4_1513_EdificacionIndustrial_S		Edificación industrial en uso	USO; SCL
			Edificación industrial en constr.	CON
			Edificación industrial en ruinas	RUI

				TIPO_0057
Caseta; marquesina; invernadero	TM4_0057_EdificacionLigera_S		Edificación ligera	Todos los demás
			Invernadero	INV

				SECCI_0003
Bancal	TM6_0005_MargenBancal_L		Bancal cabeza	CAB
			Bancal pie	PIE; SCL; CGN

				SECCI_0003
Talud	TM6_0006_Talud_L		Talud cabeza	CAB
			Talud pie	PIE; SCL; CGN
				SECCI_0003
Escarpado	TM6_0004_Escarpado_L		Escarpado cabeza	CAB
			Escarpado pie	PIE; SCL; CGN
Acumulación residuos	TM4_0050_AcumulacionResiduos_S		Acumulación residuos	
				ESTADO
Explotación cielo abierto	TM4_0060_ExplotacionCieloAbierto_S		Explotación cielo abierto en uso	USO; CON; SCL
			Explotación cielo abierto abandonada	ABN
Manzana	TM4_0063_Manzana_S		Manzana	
Esclusa	TM4_2002_Esclusa_S		Esclusa	
Presa superficial	TM4_0070_Presa_S		Presa superficial	
Río o arroyo superficial	TM8_0012_CorrienteNatural_S		Río o arroyo superficial	
Línea máximo embalse	TM8_0017_Embalse_L		Línea máximo embalse	

				TIPO_0011B		
Acequia o canal lineal	TM8_0011_CorrienteArtificial_L		Acequia	ACE; DRE; SCL		
			Canal	CAN		
Canal superficial	TM8_0011_CorrienteArtificial_S		Canal superficial			
				REGIMEN	COMPONEN1D	
Río o arroyo lineal	TM8_0012_CorrienteNatural_L		Río	PER	LIN	
			Arroyo	NPE	LIN	
Línea de costa	TM8_0013_LineaCosta_L		Línea de costa			
				CATEG_0002	TIPO_0002	
Curva de nivel	TM6_0002_CurvaNivel_L		Normal maestra	MAE	CGN	
			Normal no maestra	NOR	CGN	
			Depresión maestra	MAE	DEP	
			Depresión no maestra	NOR	DEP	
Curva batimétrica	TM6_0001_CurvaBatimetrica_L		Curva batimétrica			
Aeropuerto; aeródromo	TM5_0095_Aerodromo_S		Aeropuerto; aeródromo			
Puerto	TM5_0096_Puerto_S		Puerto			

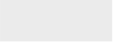






Estación de transporte	TM5_0097_EstacionTransportes_S		Estación de transportes
Instalación sanitaria	TM5_0153_InstalacionSanitaria_S		Instalación sanitaria
Parque – Jardín	TM5_0109_ParqueJardin_S		Parque – Jardín
Instalación educativa	TM5_0152_InstalacionEducativa_S		Instalación educativa
Recinto industrial	TM5_0110_RecintoIndustrial_S		Recinto industrial
Rambla	TM8_1310_Rambla_S		Rambla
Isla	TM8_0025_Isla_S		Isla
Embalse; laguna; mar	TM8_0015_0016_0017 ⁽¹⁾		Embalse; laguna; mar

Tabla 6: Propuesta de Simbología para elementos geométricos.

(1) El nombre de estas tablas no es el original de la BCA ya que provienen de la fusión de varias de ellas para simplificar el modelo.

• **Simbología de la toponimia**

NOMBRE DE CAPA PARA PDF	TABLAS DE LA BCA (GEOMETRIA + INVENTARIO)	EJEMPLO	FUENTE	COLOR (RGB)	CAMPO A ROTULAR	1º CAMPO DE SIMBOLIZACIÓN	2º CAMPO DE SIMBOLIZACIÓN
Puntos acotados	TM6_0008_0009	324	Arial-7	0,0,0	COTA		
Puntos sonda	TM6_0010_PuntoSonda_C	25	Arial-7-I	29,94,142	COTA		
Vértices geodésicos	TM1_0151_PuntoGeodesico_C	Toro 325,26	Arial-8-B	0,0,0	NOMBRE + H_ORTO		
Límites administrativos	TM3_1101_LimitesAdministrativos_C	Términ	Arial-16-B-I	52,52,52	NOMBRE		
Espacios naturales protegidos	TM9_0107_EspacioNaturalProtegido_S	Parque	Arial-12-B-I	112,168,0	NOMBRE		
Curvas maestras	TM6_0002_CurvaNivel_L	1550	Arial-10-I	142,94,29	 Cartography Tools  Annotation  Contour Annotation		
Se rotularán las curvas maestras, Se utilizará la herramienta Contour Annotation de los ArctoolBox para generar la cota a lo largo de la curva de nivel.							
Curvas batimétricas	TM6_0001_CurvaBatimetrica_L	30	Arial-10-I	0,184,255	 Cartography Tools  Annotation  Contour Annotation		
Se rotularán las curvas maestras, Se utilizará la herramienta Contour Annotation de los ArctoolBox para generar la cota a lo largo de la curva de nivel.							

						CATE_0021B	REGIMEN
Red hidrográfica	TM8_0012_CorrienteNatural_L_S	<i>Arroyo Seco</i>	Arial-8-l minúsculas	0,92,230	NOMBRE	<>PRI	NPE or SCL
		<i>RÍO</i>	Arial-15-l mayúsculas	0,92,230	NOMBRE	<>PRI	PER
		<i>RÍO</i>	Arial-17-l mayúsculas	0,92,230	NOMBRE	PRI	
Matriculas carretera	TM7_0027_Carretera_L	A-6001	Arial-12	0,0,0	CODIGOC		
Fuentes, manantiales	TM8_0019_Surgencia_C	Fuente Pinillo	Arial-8	59,128,194	NOMBRE		
No se rotularán dentro de casco urbano.							

						CODGEO
Medio físico	TM2_0121_NombreGeografico_C	<i>Collado</i>	Arial-8-l	78,78,78	NOMBRE	70203 or 70204 or 70610 or 70612 or 70624 or 70625 or 70626 or 70627 or 70629 or 70699
		<i>Cerro</i>	Arial-15-l	78,78,78	NOMBRE	(>= 70103 and <=70202) or (>=70205 and <=70604)
		<i>Sierra</i>	Arial-17-l	78,78,78	NOMBRE	70101 or 70102
		<i>Cala</i>	Arial-8-l	59,128,194	NOMBRE	70615 or 70623
		<i>Estrecho</i>	Arial-15-l	59,128,194	NOMBRE	70613 or 70614 or 70618

		<i>Bahía</i>	Arial-17-I	59,128,194	NOMBRE	70607 or 70609 or 70611 or 70620
Edificaciones singulares puntuales	TM4_2056_EdificacionSingular_C	Cortijo Pepe	Arial-8	0,0,0	NOMBRE	
Se rotularán por el campo NOMBRE, dentro de casco urbano aquellos que TIPO_2056 = 10001 or 10019 or 10021 or 10022 or 10025 or 10026 or 10061 y fuera de casco urbano todos, independientemente del TIPO_2056.						
Edificaciones singulares superficiales	TM4_2056_EdificacionSingular_S	Ayuntamiento	Arial-8	0,0,0	NOMBRE	
Se rotularán por el campo NOMBRE, dentro de casco urbano aquellos que TIPO_2056 = 10001 or 10012 or 10019 or 10021 or 10022 or 10025 or 10026 or 10061 y fuera de casco urbano todos.						
						CATEG_0141
Entidades de población	TM9_0141_NucleoUrbano_S	JAÉN	Arial-22-B, mayúsculas	78,78,78	NOMBRE	CAPITALES
		RUS	Arial-17-B, mayúsculas	78,78,78	NOMBRE	NCB
		El Ruedo	Arial-12, minúsculas	78,78,78	NOMBRE	NSC
		Los Llanos	Arial-10, minúsculas	78,78,78	NOMBRE	DIS or OTR
Ferrocarriles	TM7_0036_Ferrocarril_L	Madrid – Sevilla	Arial-10	0,0,0	NOMBRE	
Se rotularán sólo las líneas de ferrocarril de alta velocidad, por su campo NOMBRE.						
						TIPO
Lagunas, embalses, mares	TM8_0015_0016_0017	<i>Laguna</i>	Arial-10- I minúsculas	59,128,194	NOMBRE	LAG
		<i>MAR MED</i>	Arial-12-I mayúsculas	59,128,194	NOMBRE	MAR
		<i>Embalse</i>	Arial-12-I minúsculas	59,128,194	NOMBRE	BAL

Islas	TM8_0025_Isla_S	<i>Isla de Alborán</i>	Arial-10-l	0,0,0	NOMBRE
Se rotulará por el campo NOMBRE, siempre que tengan nombre propio, no se reflejarán genéricos ni desconocidos.					
Caminos	TM7_0026_Camino_L	<i>Camino</i>	Arial-10-l	0,0,0	NOMBRE
Se rotulará por el campo NOMBRE, siempre que sea distinto a DES_XX y como regla general sin repetir el nombre en la hoja, espaciándolo a lo largo del elemento.					
Piscifactoria	TM5_2008_Piscifactoria_C	<i>Senda</i>	Arial-8	0,0,0	NOMBRE
Se rotulará por el campo NOMBRE, siempre que sea distinto a DES_XX y como regla general sin repetir el nombre en la hoja, espaciándolo a lo largo del elemento.					
Cuevas	TM4_0154_Cueva_C	Cueva	Arial-8	0,0,0	NOMBRE
Aeropuertos, aeródromos	TM5_0095_Aerodromo_C	Aerodromo	Arial-8	0,0,0	NOMBRE
Puertos	TM5_0096_Puerto_C	Puerto	Arial-8	0,0,0	NOMBRE
Estaciones de transportes	TM5_0097_EstacionTransportes_C	Estación de	Arial-8	0,0,0	NOMBRE
Áreas de peaje	TM5_0099_AreaPeaje_C	"Peaje"	Arial-8	0,0,0	Rotular la palabra "Peaje"
Áreas de servicio	TM5_0100_AreaServicio_C	"E. S."	Arial-6	0,0,0	Rotular la palabra "E.S."
Camping	TM5_0102_Camping_C	"Camping"	Arial-8	0,0,0	Rotular la palabra "Camping"
Campos de golf	TM5_0103_CampoGolf_C	"Campo de golf"	Arial-8	0,0,0	Rotular la palabra "Camping de golf"
Instalaciones deportivas	TM5_0104_InstalacionDeportiva_C	Circuito	Arial-8	0,0,0	NOMBRE
Rotular por el campo NOMBRE, aquellas instalaciones que estén fuera de núcleo urbano y tengan entidad suficiente para esta escala.					
Yacimientos arqueológicos	TM5_0105_YacimientoArqueologico_C	Los Carmenes	Arial-8	0,0,0	NOMBRE

Rotular por el campo NOMBRE, aquellos yacimientos que estén fuera de núcleo urbano y tengan entidad suficiente para esta escala.					
Instalaciones militares	TM5_0106_InstalacionMilitar_C	Cuartel	Arial-8	0,0,0	NOMBRE
Rotular por el campo NOMBRE, aquellas instalaciones que estén fuera de núcleo urbano y tengan entidad suficiente para esta escala.					
Cementerios	TM5_0107_Cementerio_C	"Cementerio"	Arial-8	0,0,0	Rotular la palabra "Cementerio"
Parques de atracciones	TM5_0108_ParqueAtracciones_C	Parque de Atracciones	Arial-8		Rotular la palabra "Parque de Atracciones"
Rotular el genérico en aquellas instalaciones que estén fuera de núcleo urbano y tengan entidad suficiente para esta escala.					
Parques y jardines	TM5_0109_ParqueJardin_C	Jardines	Arial-8	0,0,0	Rotular la palabra "Jardines"
Rotular el genérico en aquellos parques o jardines que estén fuera de núcleo urbano y tengan entidad suficiente para esta escala.					
Recintos industriales	TM5_0110_RecintoIndustrial_C	Polígono	Arial-8	0,0,0	NOMBRE
Rotular con el genérico aquellos en que el campo NOMBRE venga vacío, por ejemplo "Polígono industrial"; y rotular aquellos que tengan nombre propio, por ejemplo, "P. I. XXXXXX".					
Instalaciones de gestión de residuos	TM5_0111_InstalacionGestionResiduos_C	"RSU"	Arial-6	0,0,0	Rotular la palabra "RSU"

						CATEG_0112
Instalaciones de energía eléctrica	TM5_0112_InstalacionEnergiaElectrica_C	"Central eléctrica"	Arial-8	0,0,0	Rotular la palabra "Central eléctrica"	CEL
		"Subestación"	Arial-8	0,0,0	Rotular la palabra "Subestación"	SUB

						TIPO_0113
Instalaciones de tratamiento de aguas	TM5_0113_InstalacionTratamientoAguas_C	"Desalinizadora"	Arial-8	0,0,0	Rotular la palabra "Desalinizadora"	DES
		"Depuradora"	Arial-8	0,0,0	Rotular la palabra "Depuradora"	DEP

		"Potabilizadora"	Arial-8	0,0,0	Rotular la palabra "Potabilizadora"	POT
Instalaciones de hidrocarburos	TM5_0114_InstalacionHidrocarburos_C	"Instalación de hidrocarburos"	Arial-8	0,0,0	Rotular la palabra "Instalación de hidrocarburos"	
Instalaciones educativas	TM5_0152_InstalacionEducativa_C	Universidad	Arial-8	0,0,0	NOMBRE	
Rotular por el campo NOMBRE únicamente los campus universitarios.						
Instalaciones sanitarias	TM5_0153_InstalacionSanitaria_C	Hospital Princesa Sofia	Arial-8	0,0,0	NOMBRE	
Rotular únicamente los complejos hospitalarios.						
Instalaciones mineras	TM5_1540_InstalacionMinera_C	Cantera	Arial-8	0,0,0	NOMBRE	

Tabla 7: Propuesta de simbología para toponimia.

1.7. DISEÑO DE LA PLANTILLA.

1.7.1. TABLA DE CONTENIDOS (TABLE OF CONTENTS)

En esta zona de Arcgis se gestiona la información geométrica. En ella se cargan todas las capas

- ***Dataframes de la plantilla.***

Se proponen cuatro zonas con información geográfica o Dataframes. Una zona principal (Ortofotomapa) y tres zonas auxiliares para el diseño de impresión (Mapa de situación, hojas del MTN 1:50.000 y hojas del MTA 1:10.000).

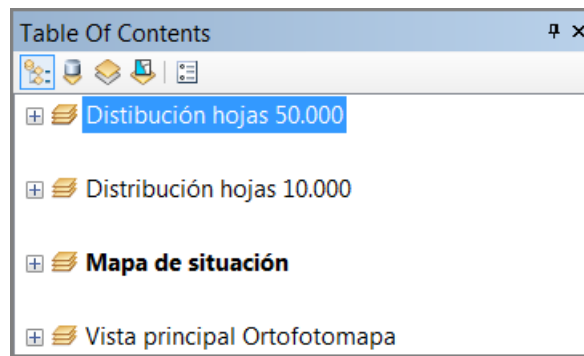
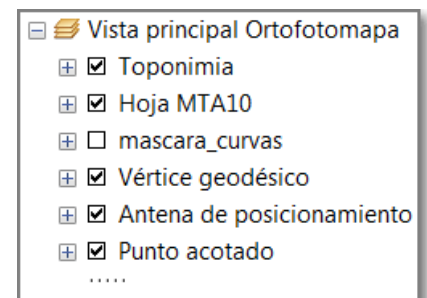


Ilustración 13: Dataframes de la plantilla MXD

- ***Vista principal del Ortofotomapa.***

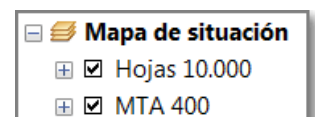
Este es el Dataframe más grande y en él se representará el mapa propiamente dicho.

En este Dataframe se cargarán las capas en el orden adecuado para no ocultar información, normalmente toponimia y elementos puntuales primero seguido de lineales y por último los poligonales y la información raster.



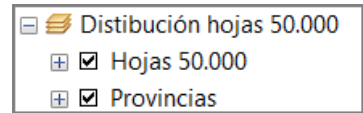
- ***Mapa de situación.***

Se propone para este Dataframe el Mapa Topográfico de Andalucía 1:400.000 (MTA400) raster y sobre este la cuadrícula del MTA 1:10.000



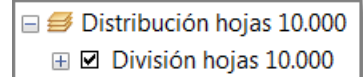
- ***Cuadrícula del MTN 1:50.000.***

Se propone para este Dataframe el mapa de provincias andaluzas y sobre este las hojas correspondientes al MTN 1:50.000.



- **Cuadrícula del MTA 1:10.000.**

Para este Dataframe se propone la sub cuadrícula de las hojas del MTA10.



1.7.2. VISTA DE DISEÑO DE IMPRESIÓN (LAYOUT VIEW).

En esta zona de ArcGIS se gestiona la apariencia de impresión. Se pueden añadir Dataframes, elementos gráficos y textos. Se bloquea la escala a 1:10.000 para evitar posibles modificaciones no deseadas.

- **Elección del tamaño de impresión.**

El tamaño de impresión dependerá principalmente del tamaño de las hojas 10.000 y del tamaño de la información auxiliar (leyenda, mapas de situación, información del producto,...). El tamaño que mejor se adapta a este producto es el DIN A1 (881mm x 594mm).

- **Apartados de la plantilla. Dataframe principal. Ortofotomapa.**

Las hojas del MTA no son todas iguales, a medida que nos alejamos del meridiano central de la proyección UTM va aumentando tanto el tamaño como el giro. Por otro lado parte de las hojas del MTA se han reprojectado del huso 29 al huso 30 lo que incrementa aun mas el giro.

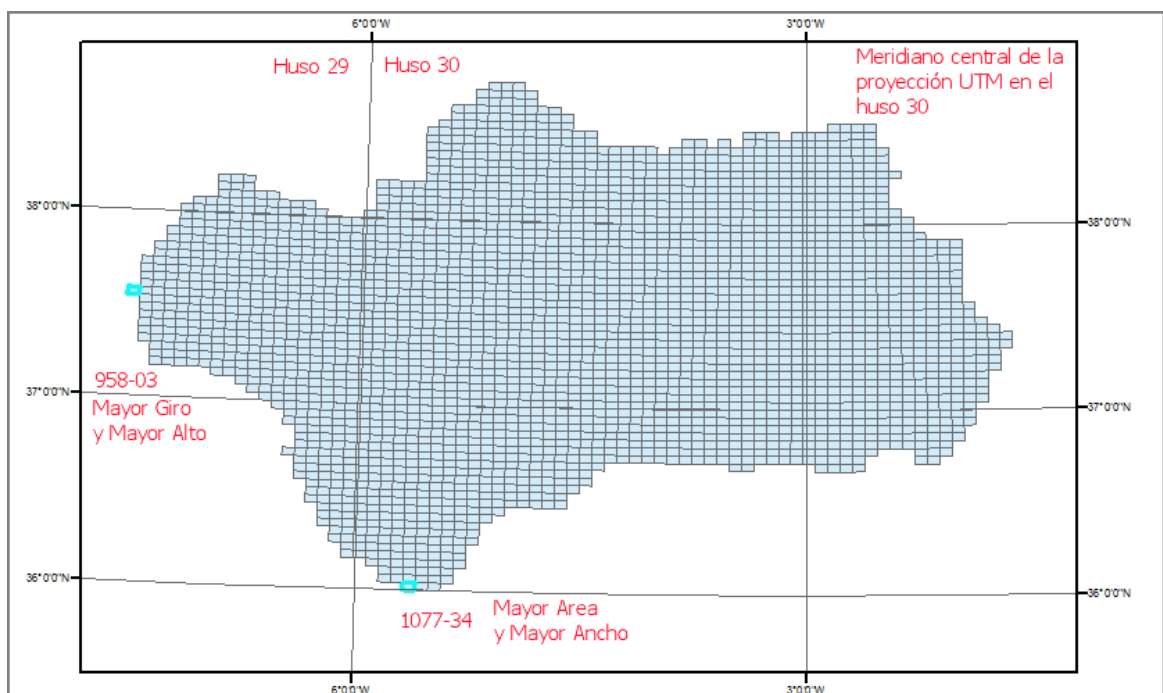


Ilustración 14: Hojas del MTA con mayor giro y mayor superficie

Antes de determinar las dimensiones del área activa del mapa hay que decidir si se les aplicará un contra giro a las hojas del MTA o se dejan con el giro original como en el antiguo Ortofotomapa.

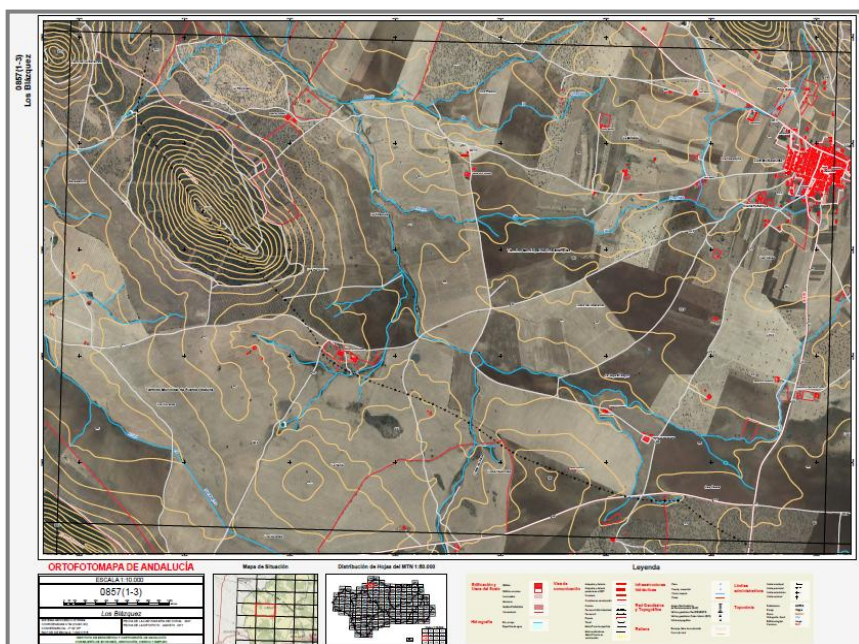


Ilustración 15: Antiguo Ortofotomapa con el giro original de la proyección UTM

Si se aplica un contra giro la hoja de mayor área y mayor ancho es la 1077-34 y la de mayor giro y mayor alto es la 0958-03.

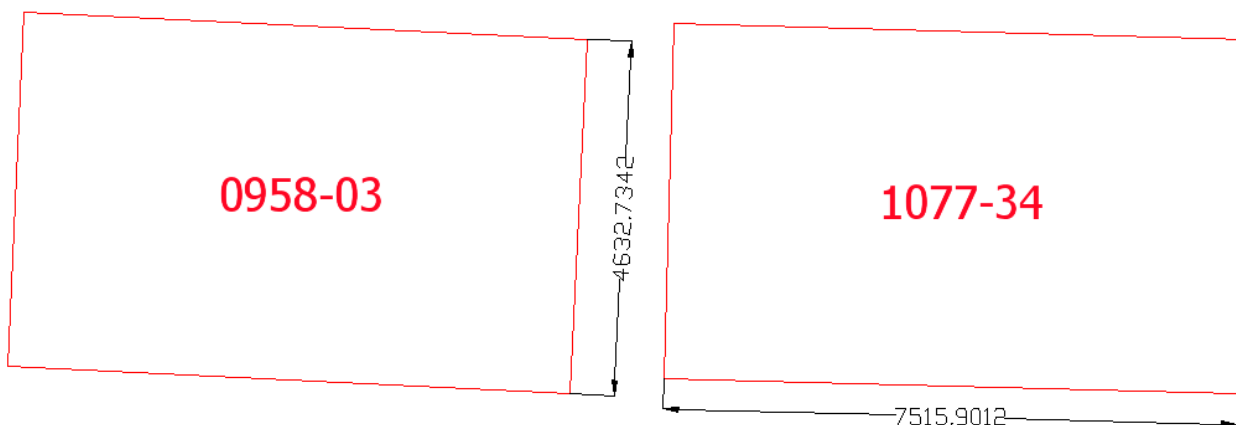


Ilustración 16: Hojas de referencia para el cálculo del área activa del mapa. Con contragiro

El ancho y alto de estas hojas son los valores que determinan el área activa mínima del mapa. Si tenemos en cuenta la escala, serían 46.4 Cm de alto y 75.2 Cm de ancho.

Si no se “enderezan” las hojas dejándolas con su giro original entonces las hojas con mayor ancho y alto son la 1073-240 y 958-03. En este caso las dimensiones mínimas del área activa del mapa será de 49.9 Cm de alto por 76.5 Cm de ancho.

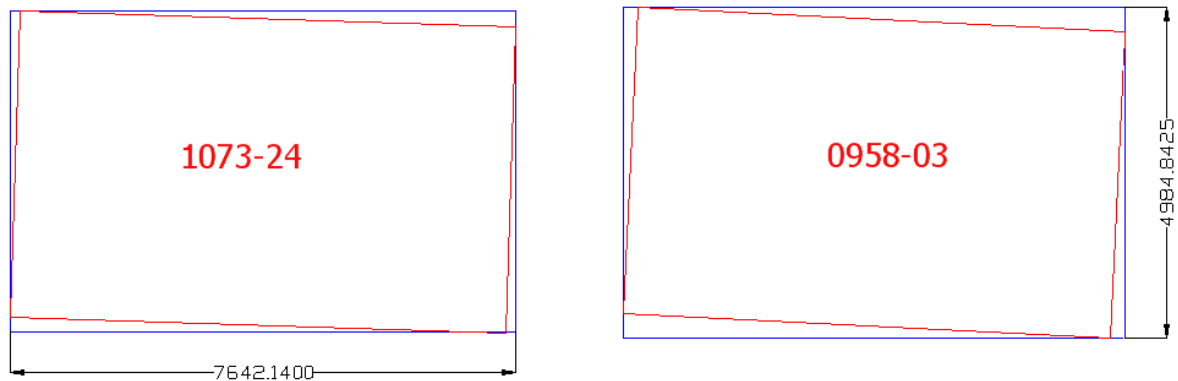


Ilustración 17: Hojas de referencia para el cálculo del área activa del mapa. Con giro original.

Dimensiones aproximadas de 80 Cm de ancho por 50 Cm de alto. Con estas dimensiones se engloban los dos métodos de cálculo.

Tendrá asociado una cuadrícula UTM con intervalo de 1000 metros por 1000 metros.

- **Área de leyenda.**

Se plantea una división en nueve apartados y con unas dimensiones aproximadas de 46 Cm de ancho por 9 Cm de alto:

- Relieve
- Límites administrativos
- Hidrografía e infraestructuras hidráulicas
- Infraestructuras energéticas y medio ambientales
- Infraestructuras de transporte y comunicación
- Espacios productivos
- Edificaciones y construcciones
- Patrimonio natural y cultural
- Toponimia

Relieve	Hidrografía e infraestructuras hidráulicas	Infraestructuras de transporte y comunicación
<ul style="list-style-type: none"> 435 Punto acotado Curva de nivel maestra / Sencilla Curva de nivel depresión maestra / Sencilla Curva batimétrica / Línea costa Talud cabeza / Pie Escarpado cabeza / Pie Bancal cabeza / Pie Antena de Posicionamiento Geodésico Activa Vértice geodésico 	<ul style="list-style-type: none"> Río / Arroyo / Rambla Acequia / Canal Embalse, laguna, mar / Salina Estanque, balsa / Piscina Cascada / Pozo / Fuente, manantial Sifón / Sumidero Esclusa / Presa 	<ul style="list-style-type: none"> Carretera / En construcción / Abandonada Ferrocarril alta velocidad / En construcción Ferrocarril / En construcción / Abandonado Metro, tranvía / En construcción / Subterráneo Transporte suspendido por cable Vía urbana / Carril bici intermunicipal Bota línea Pista / Camino Senda / Cortafuegos Puerto / Muelle, espigón / Escollera Estación de servicio / Antena Tajea / Pasarela / Puente Faro / Aeropuerto, aeródromo / Helipuerto
Límites administrativos <ul style="list-style-type: none"> Provincial / Municipal Autonómico / Nacional 	Infraestructuras energéticas y medioambientales <ul style="list-style-type: none"> Subestación / Tendido eléctrico / Torre metálica Central eléctrica eólica / Hidroeléctrica / Solar Central cogeneración / Biogas / Térmica Central eléctrica ciclo combinado / Biomasa Aerogenerador / Otras centrales eléctricas Acumulación de residuos 	

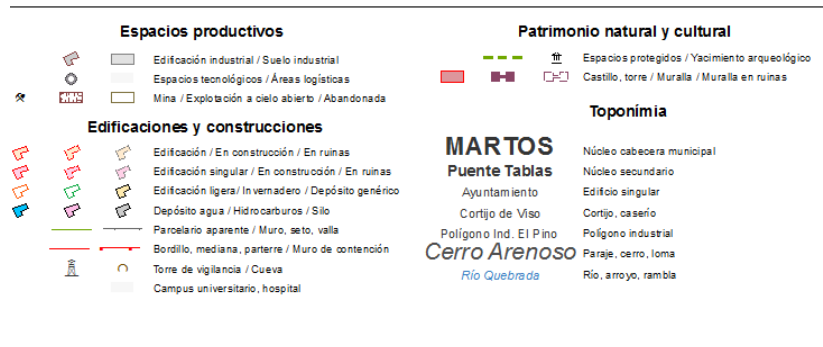


Ilustración 18: Leyenda con nueve apartados.

- **Área horizontal con información técnica del producto.**

Datos que aparecerían en esta zona:

- Sistema de referencia
- Proyección y Huso
- Convergencia de meridianos⁽¹⁾
- Factor de escala⁽¹⁾
- Fecha de orto⁽¹⁾
- Fecha de la cartografía vectorial⁽¹⁾
- Provincia⁽¹⁾
- Escala numérica
- Escala gráfica
- Número de hoja⁽¹⁾
- Nombre de la hoja⁽¹⁾
- Logotipo de la Junta de Andalucía

(1) Todos estos datos son dinámicos, se actualizarán cada vez que cambiemos de hoja.

Dimensiones aproximadas de 15 Cm de ancho por 9 Cm de alto.

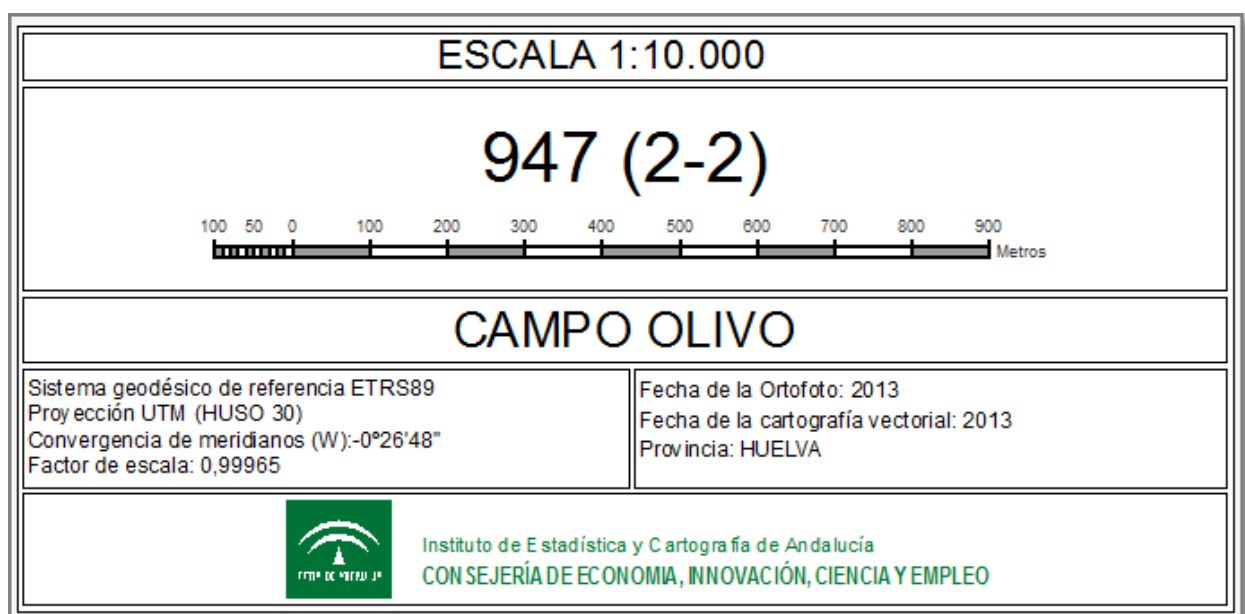


Ilustración 19: Información técnica

- **Área vertical con información técnica del producto.**

Datos que aparecerían en esta zona:

- Número de hoja⁽¹⁾
- Logotipo de la Junta de Andalucía

(1) Se actualizarán cada vez que cambiemos de hoja.

Dimensiones aproximadas de 3 Cm de ancho por 49 Cm de alto.

- **Dataframe de distribución de hojas MTN50 y MTA10.**

Esta zona tendrá dos gráficos, la cuadrícula del Mapa Topográfico Nacional 1:50.000 y la cuadrícula interna de las hojas 10.000. Se actualizarán dinámicamente con cada hoja y se resaltará la hoja en la que estemos trabajando mediante un contorno de otro color.

Dimensiones aproximadas de 11.5 Cm de ancho por 9 de alto

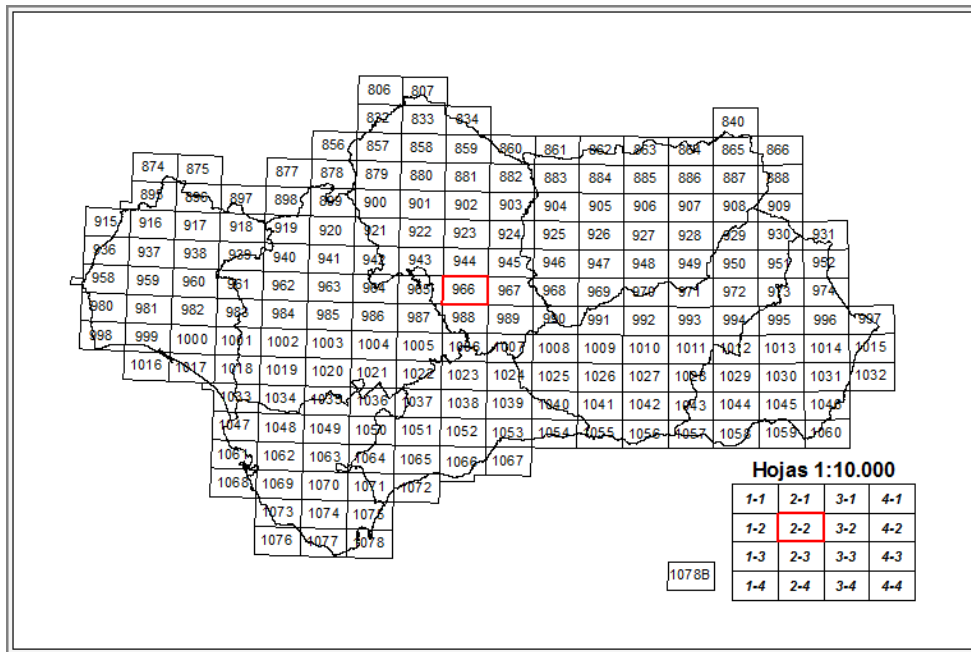


Ilustración 20: Propuesta de Cuadrícula MTN50 y MTA10 para la plantilla.

- **Dataframe de mapa de situación**

Pequeño mapa general de las zonas cercanas a la hoja cartografiada. Se actualizará dinámicamente con cada hoja y se resaltará la hoja en la que estemos trabajando mediante un contorno de otro color. Dimensiones aproximadas de 15 Cm de ancho por 9 Cm de alto.

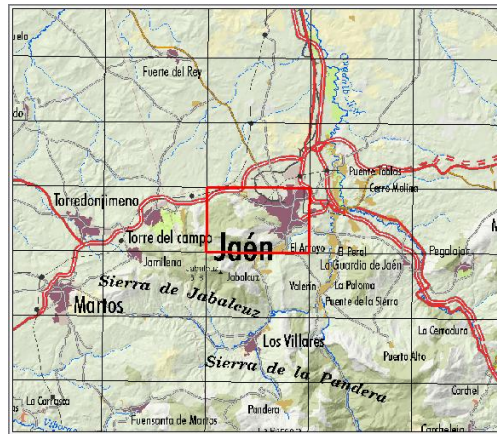


Ilustración 21: Mapa de Situación para la plantilla.

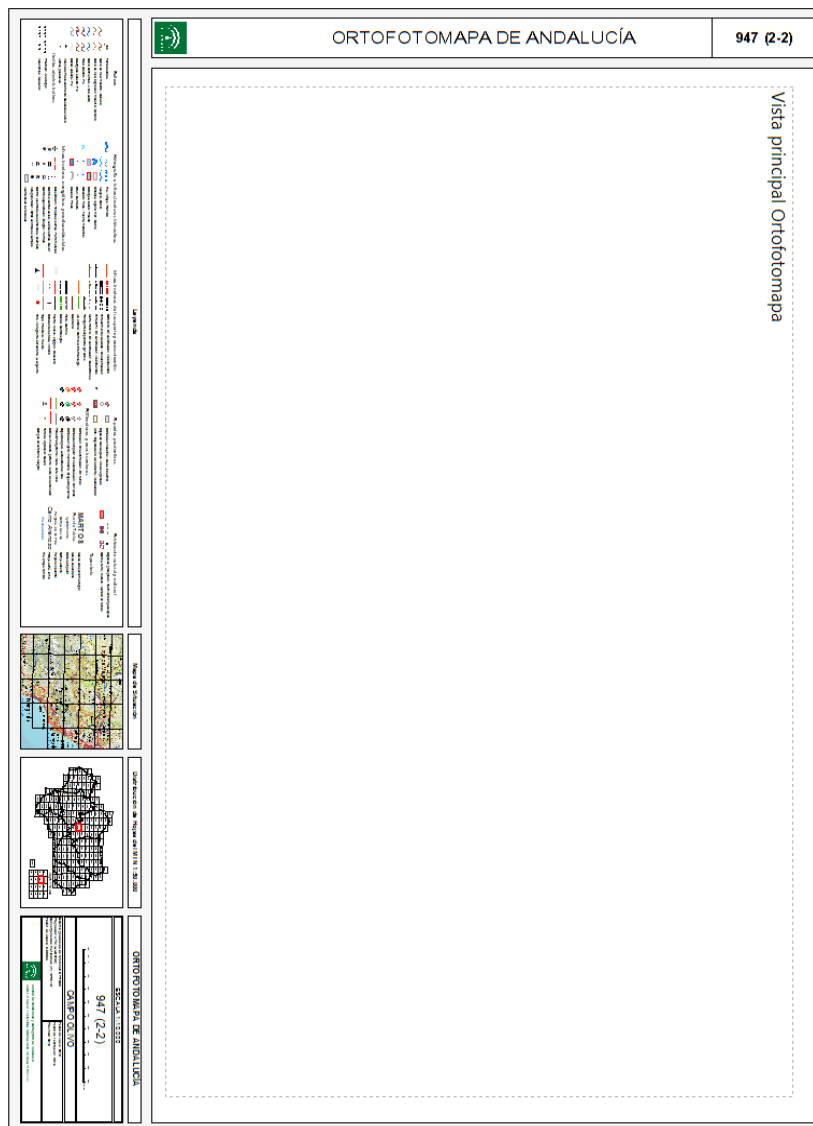


Ilustración 22: Propuesta de plantilla DIN A1 para el Ortofotomapa.

2. METODOLOGÍA DE TRABAJO.

En este apartado se describen todos aquellos procesos que se realizarán para llegar a conseguir el producto final.

2.1 Estructura de ficheros.

- **Base de datos Postgis.**

Base de datos con toda la información de la BCA. Para más información consultar el apartado “Modelo SIG”.

- ***Ortofotografías del PNOA***

Ortofotos en formato JP2 que se usarán como base del ortofotomapa. Para mas información consultar el apartado “1.3.5 Ortofotografías del PNOA 2013”.

- ***File Geodatabases auxiliares.***

Son dos File Geodatabases, una que contendrá aquella información auxiliar necesaria para conformar el diseño de la plantilla, especialmente información de los Dataframes auxiliares y una segunda geodatabase especial para el tratamiento de las cotas de las curvas de nivel.

- ***File Geodatabase general.***

File Geodatabase con toda la información necesaria para conformar la simbología completa.

- ***File Geodatabases Individuales.***

File Geodatabases con las capas de cada una de las hojas individuales.

- ***Plantilla MXD general.***

Plantilla de ArcGIS con todas las capas y conectada a la File geodatabase general. Contiene toda la simbología.

- ***Plantilla MXD de Anotaciones.***

Plantilla de ArcGis con todas capas de toponimia que se utilizarán para generar las anotaciones.

2.2 Paso de Postgis 1.5 a Arcgis 10.2.

Como ya se ha reseñado en un apartado anterior, ArcGIS no permite editar base de datos PostGIS pero si leerlas y exportarlas a alguno de sus formatos nativos.

- ***Preparación de la File Geodatabase destino.***

La File Geodatabase tendrá las siguientes características:

- Tendrá un solo *Dataset* en el que se almacenarán todas las tablas provenientes de PostGIS.
- Se usará el mismo sistema de referencia y la misma proyección del Proyecto de la BCA, en este caso ETRS89 UTM Huso 30N (EPSG:25830).

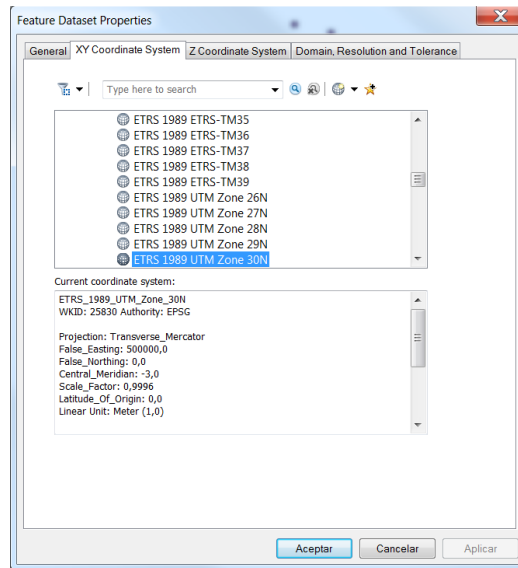


Ilustración 23: Sistema de Referencia y Proyección del Dataset

- ***Exportación de las tablas de Postgis 1.5***

La información geométrica de partida vendrá de las tablas del Modelo SIG (Para más información consultar el apartado “*Modelo SIG*”), también hay que incorporar la información de las tablas de inventario ya que se utilizará para la generación de la toponimia.

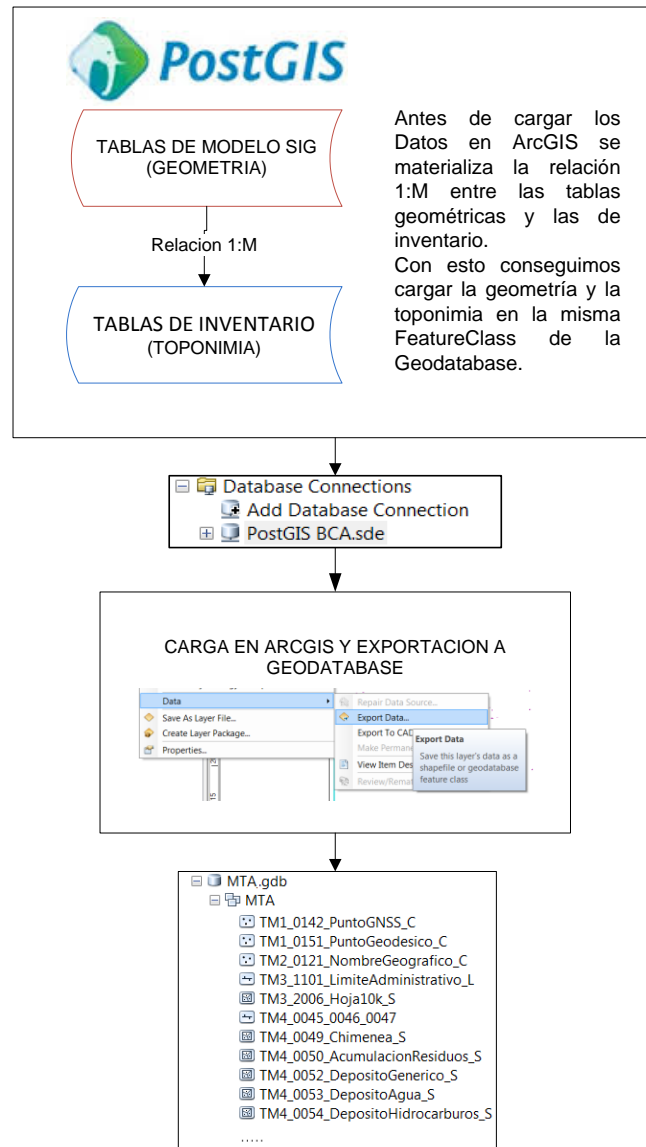


Ilustración 24: Flujo de exportación de PostGIS a ArcGIS.

Dentro de PostGIS se fusionan las tablas de Geometría y Toponimia en aquellos fenómenos que lo necesiten (ej.: T406_EdificacionSingular). A las tablas fusionadas se les añadirá un campo nuevo llamado *MTA* de tipo *Integer* que se utilizará posteriormente para decidir si se rotula o no la toponimia. Por ejemplo en zonas urbanas habrá que decidir que elementos rotular para no obtener una imagen ilegible al superponerse demasiados textos.

Por cada hoja del MTA se generará una File Geodatabase que contendrá toda la información. Como ya se indica en el apartado “*Simbología de las tablas geométricas*” se fusionarán algunas tablas para simplificar el modelo.

También se generará una File Geodatabase General que almacenará un ejemplo de cada fenómeno del modelo SIG de la BCA. A partir de esta geodatabase se diseñará la plantilla general con toda la simbología.

2.3 Generación de Featureclass de anotaciones (toponimia)

Se preparará una plantilla MXD especial para la conversión de las etiquetas (*labels* de ArcGIS) en anotaciones. La ventaja de las anotaciones es que poseen un estilo de texto asociado y que son textos independientes que se pueden editar para cambiar estilo y posición.

Cada tabla proveniente de PostGIS que haya sido enlazada con una tabla de inventario deberá cargarse en esta plantilla.

2.3.1 Creación de los estilos de texto.

Dentro de cada una de las capas y en el apartado de etiquetado de ArcGIS se crearán los estilos necesarios para cubrir todas las opciones de simbología, por ejemplo la toponimia de embalses, lagunas y mares, que está en la misma capa tiene tres estilos de texto diferentes. Se crearán y se discriminarán mediante una sentencia SQL que tenga en cuenta el tipo de elemento marcado por el campo *TIPO*

						TIPO
Lagunas, embalses, mares	TM8_0015_0016_0017	<i>Laguna</i>	Arial-10-I minúsculas	59,128,194	NOMBRE	LAG
		<i>MAR MED</i>	Arial-12-I mayúsculas	59,128,194	NOMBRE	MAR
		<i>Embalse</i>	Arial-12-I minúsculas	59,128,194	NOMBRE	BAL

Tabla 8: Simbología de la toponimia de lagunas, embalses y mares.

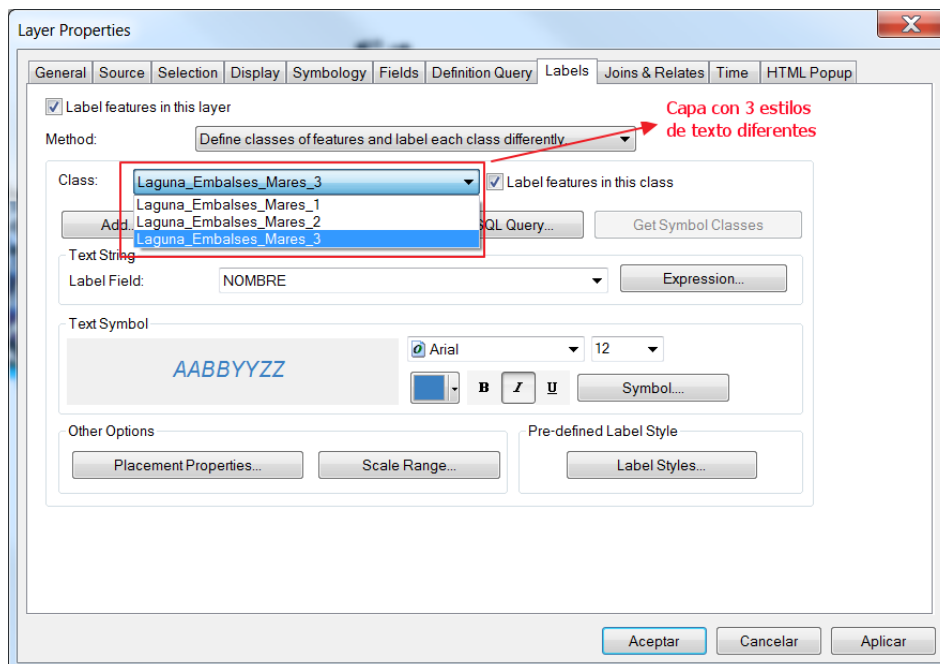


Ilustración 25: Creación de estilos en las capas para posterior paso a Anotaciones.

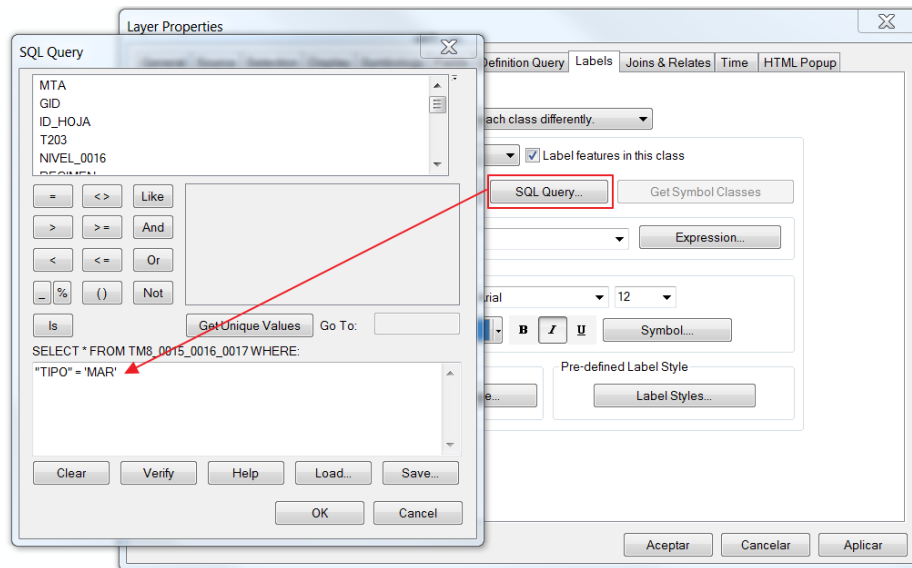


Ilustración 26: Sentencia SQL que discrimina los topónimos que usan el estilo de texto.

2.3.2 Elección de los parámetros de ubicación de la toponimia.

La herramienta Maplex de ArcGIS ofrece un conjunto especial de herramientas que permite mejorar la calidad de las etiquetas del mapa. Con Maplex se pueden definir parámetros para controlar el posicionamiento y tamaño de las etiquetas; así, Maplex utiliza estos parámetros para calcular la mejor ubicación de todas las etiquetas del mapa. Puede asignar también distintos niveles de importancia a las entidades con el fin de asegurarse de que las entidades más importantes se etiquetan antes que las menos importantes.

Permite controlar cómo se colocarán las etiquetas con respecto a las entidades, cómo se pueden modificar o reducir las etiquetas con el fin de colocar más etiquetas cuando el espacio disponible está restringido y cómo se resuelven los conflictos entre etiquetas.

Maplex proporciona lo siguiente:

- Estilos de colocación avanzada para polígonos entre los que se incluyen los estilos que representan parcelas de suelo, ríos y límites
- Colocación especial para líneas que representan calles, ríos y entidades de curvas de nivel
- Capacidad para desplazar las etiquetas respecto a las entidades
- Repetición de etiquetas a una distancia específica a lo largo de una línea y dentro de un polígono
- Control del espaciado de palabras y caracteres
- Alineamiento de las etiquetas respecto a la retículas de proyección
- Control de las zonas de ubicación de etiquetas
- Colocación flexible para permitir que quepan más etiquetas en un área
- Control preciso del apilado de etiqueta
- Abreviatura y truncado de etiqueta
- Parámetros de reducción de fuente para áreas congestionadas
- Control de si la etiqueta puede sobrepasar una entidad
- Ponderación mejorada de las entidades para determinar la ubicación de las etiquetas
- Control del tamaño mínimo de entidad que se etiquetará

- Colocación de las etiquetas como texto de fondo
- Tolerancia de búsqueda para eliminar etiquetas duplicadas
- Capacidad para controlar el orden en que se aplican las estrategias de ajuste de etiquetas

Se estudiará cada una de las capas y se ajustarán los parámetros de Maplex para que no haya ni pérdida ni solapamiento de topónimos. Con estos ajustes se evita una posterior intervención manual sobre la toponimia y se gana tiempo en el proceso. No obstante se revisarán y corregirán aquellos topónimos que por su importancia deben estar perfectamente ubicados (nombres de núcleos de población, embalses, matriculas de carreteras,...).

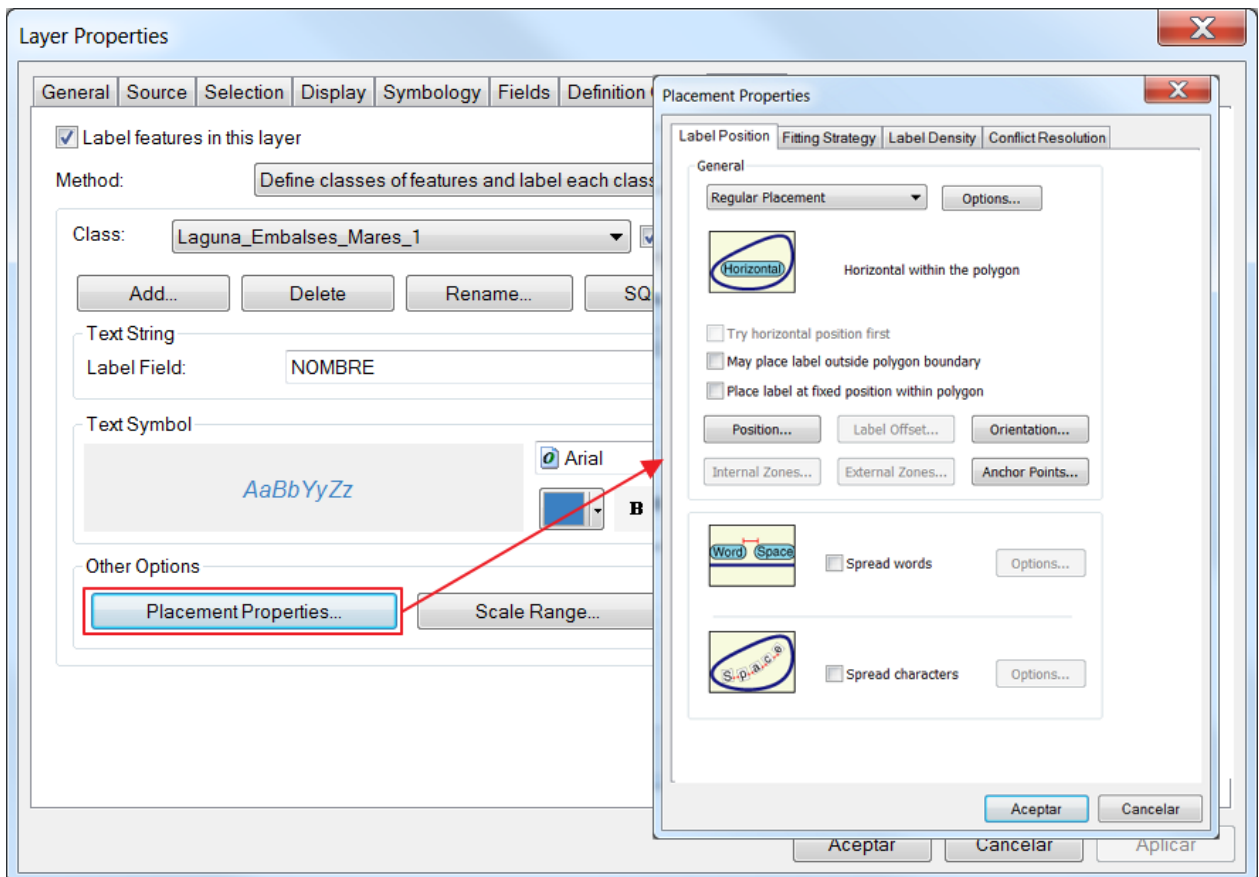


Ilustración 27: Ajustes Maplex.

2.3.3 Script de generación de las anotaciones

Una vez preparados los estilos y los parámetros de Maplex se lanzará el script que genere automáticamente las anotaciones de cada una de las hojas.

Procesos que se realizarán en el script:

- **Selección de toponimia dentro de núcleos.**

Se calculará el campo MTA ya explicado en el punto “Exportación de las tablas de Postgis 1.5” para determinar que toponimia se rotulará dentro de los núcleos de población.

Los topónimos con valor 0 (valor por defecto) se rotularán y aquellos que no se rotulen tomarán valor 1.

- ***Contragiro de la toponimia. (Opcional)***

En el punto “// Apartados de la plantilla.” se detalla como las hojas del MTA llevan un giro determinado por la proyección UTM. Si se decide “enderezar” las hojas para que el producto final quede más estético, entonces se le aplicará un contragiro a cada uno de los textos para que queden totalmente horizontales.

No se aplicará el contragiro a los topónimos de elementos lineales, por ejemplo carreteras o ríos.

- ***Conversión de Etiquetas (labels) a FeatureClass de Anotaciones.***

Una vez preparados todos los parámetros de las etiquetas se convertirán de manera automática a anotaciones mediante el comando de ArcPy *arcpy.TiledLabelsToAnnotation_cartography*.

- ***Anotaciones de curvas de nivel.***

Para el cálculo de las anotaciones de las curvas de nivel se usará la herramienta *Contour Annotation*.

Esta herramienta crea una Featureclass de anotaciones a partir del contenido de un campo de la tabla, por eso antes de ejecutarlo almacenaremos en un campo las cotas de las curvas maestras.

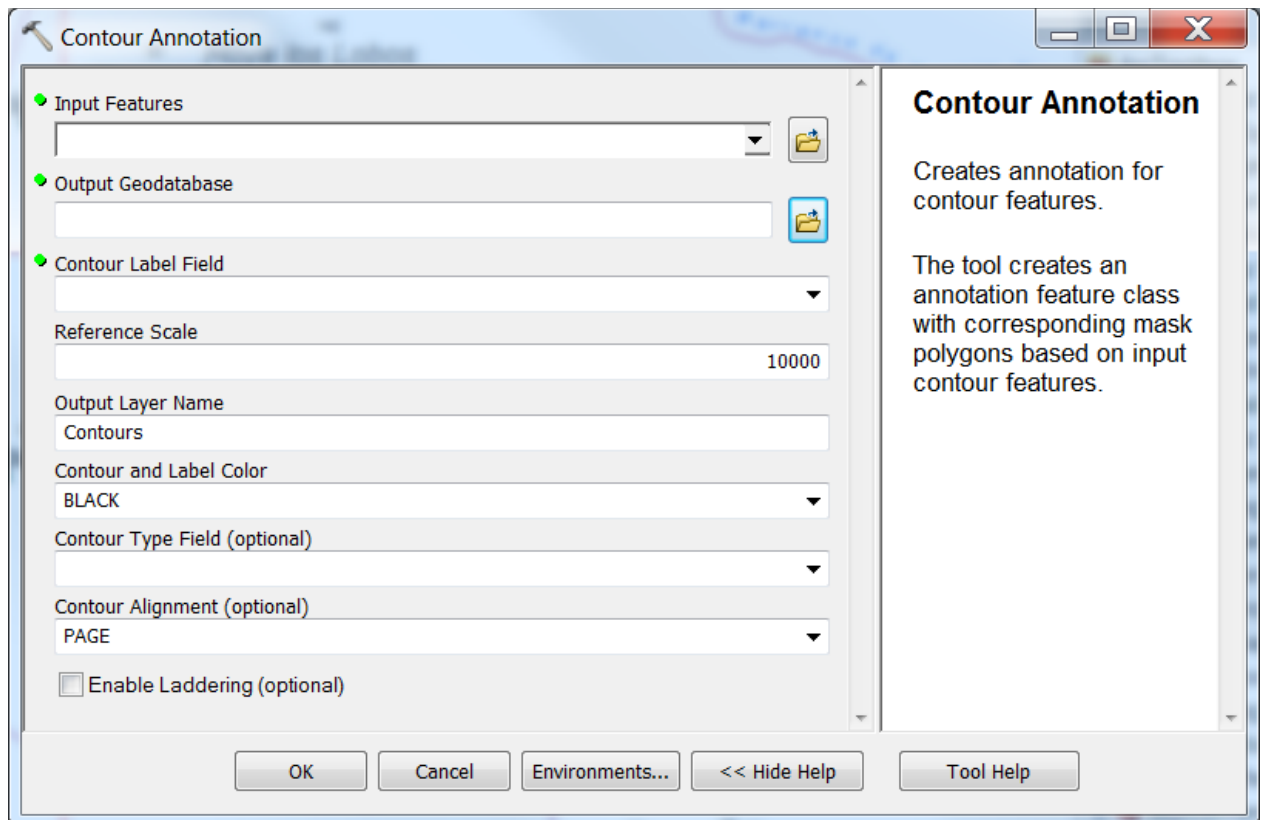


Ilustración 28: Herramienta *Contour Annotation* para crear anotaciones de curvas de nivel.

Además de las propias anotaciones, crea una Featureclass poligonal con los polígonos que envuelven a cada uno de los textos de cota. Estos polígonos se usarán como máscara para que no se vea la línea de la curva de nivel que coincide con la cota.

En las siguientes imágenes se ve un ejemplo del resultado de la herramienta. En la primera se ven los polígonos de máscara y en la segunda el efecto que producen cuando los usamos para tapar las curvas de nivel.

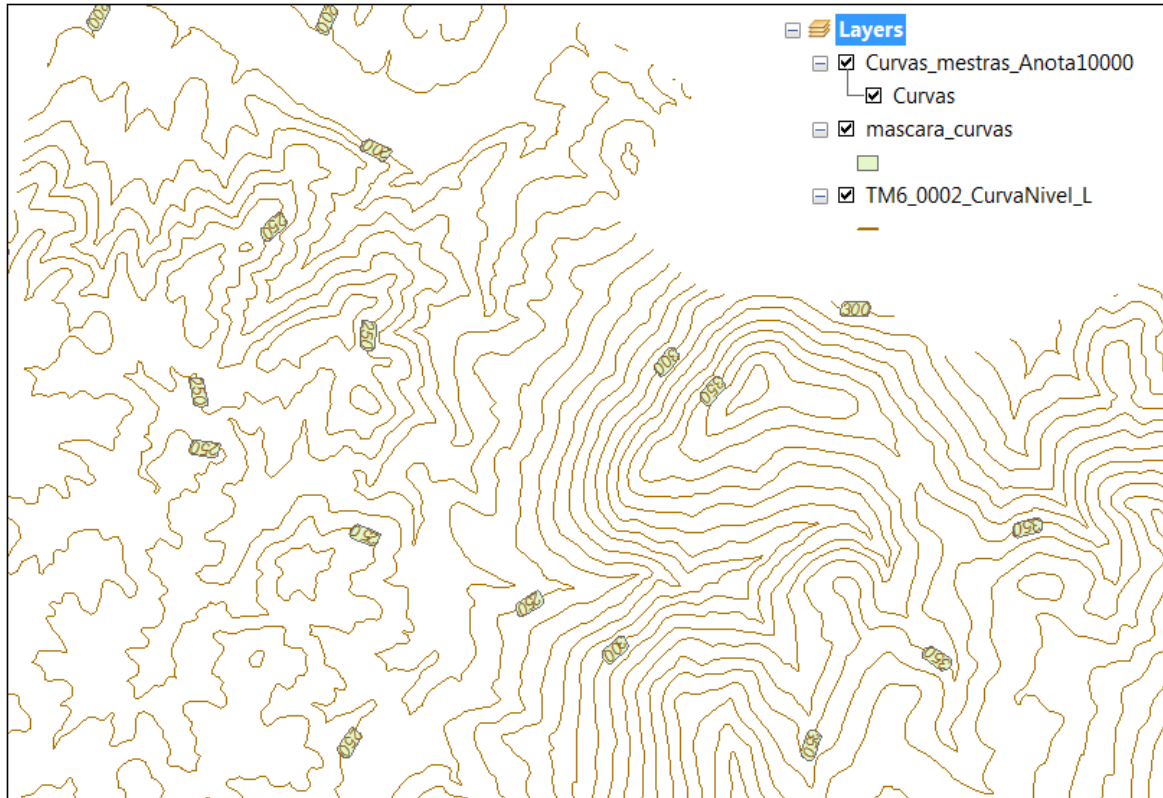


Ilustración 29: Curvas de Nivel, Anotaciones y polígonos de máscara.

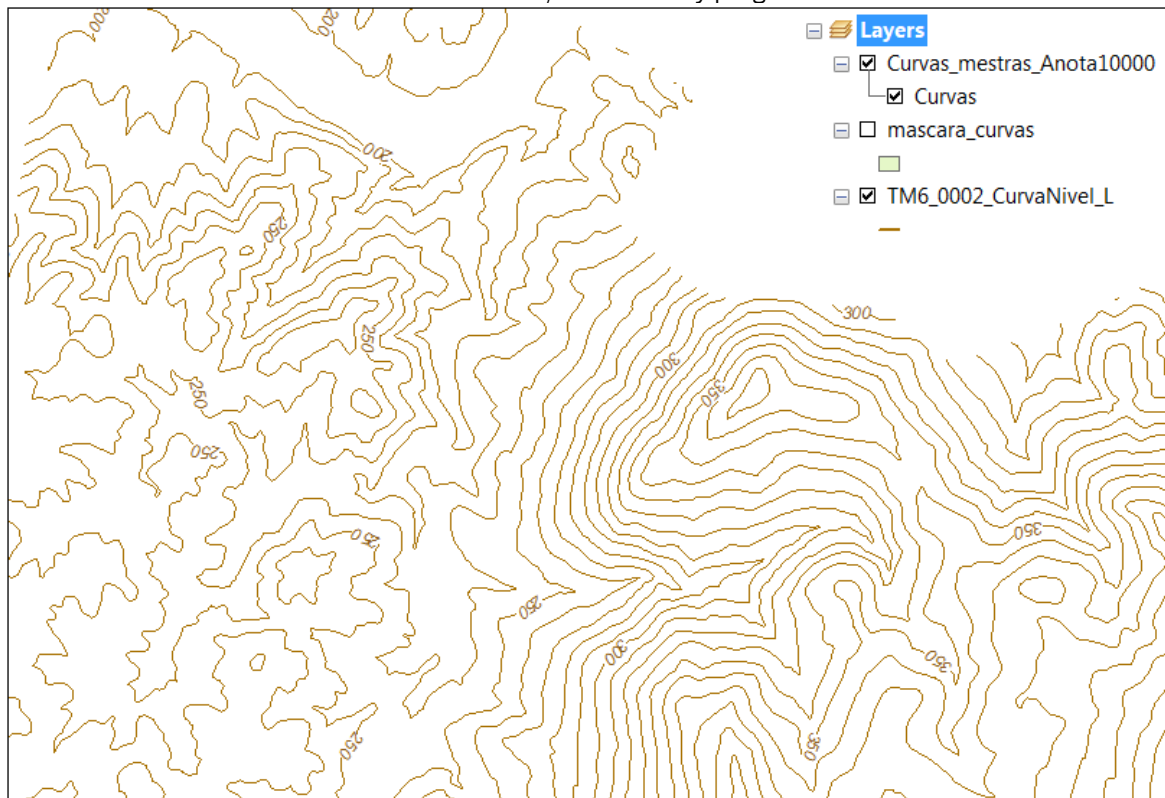


Ilustración 30: Curvas de Nivel, Anotaciones y máscara de ocultación aplicada.

2.4 Generación de plantillas MXD individuales por cada hoja.

Cada hoja del MTA tendrá su propia plantilla copia de la plantilla general. Sobre esa copia se realizarán todos los cambios y actuaciones necesarias para obtener el PDF final.

2.4.1 Script de generación de plantillas individuales.

Una vez preparadas todas las anotaciones se lanzará el script que genere automáticamente cada una de las plantillas individuales.

Procesos que se realizarán en el script:

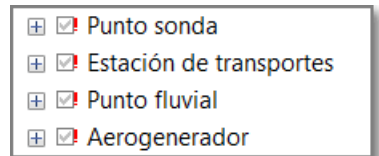
- **Actualización de rutas y contenidos de la plantilla.**

Cada plantilla individual será una copia de la general. Se actualizará la ruta de cada una de las capas para que ya no apunten a la File Geodatabase general sino a la geodatabase individual con la que vayamos a trabajar.

Se eliminarán de la tabla de contenidos todas aquellas capas que no existan en la geodatabase individual y que por tanto aparezcan desconectadas.

- **Centrado del Mapas.**

Se centrará el Dataframe principal y el auxiliar del mapa de situación tomando como referencia el centroide de la hoja del MTA10 con la que estemos trabajando.



- **Actualización de información técnica.**

Se actualizará toda la información técnica (Año de vuelo, hojas, convergencia,...) tomando los datos de una Featureclass ubicada en la File Geodatabase auxiliar.

- **Calculo de las coordenadas de las esquinas.**

Se calcularán las coordenadas de las esquinas de cada hoja y se rotularán en su posición.

- **Inserción de Ortofotografía.**

Se cargará la ortofoto correspondiente y se ubicará en la última posición de la tabla de contenidos.

- **Giro del Dataframe (Opcional).**

Como ya se ha indicado en el apartado “*Dataframe principal. Ortofotomapa.*” tenemos dos alternativas para presentar la información, usando la hoja original del MTA con su giro o aplicando un contragiro para ponerla recta. Si se decide que la opción del contragiro es la más adecuada habrá que aplicarle al Dataframe un giro equivalente a la convergencia de meridianos de la hoja pero de signo contrario.

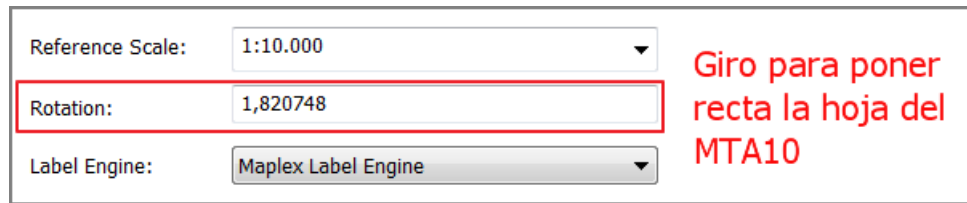


Ilustración 31: Giro del Dataframe para poner recta la hoja del MTA10.

2.5 Generación de PDFs.

Este es el último paso y en él se exportará el MXD generado anteriormente a formato PDF.

Se usará la herramienta de exportación de ArcGIS con los siguientes parámetros:

- **Resolución.** 300 DPI o superior.

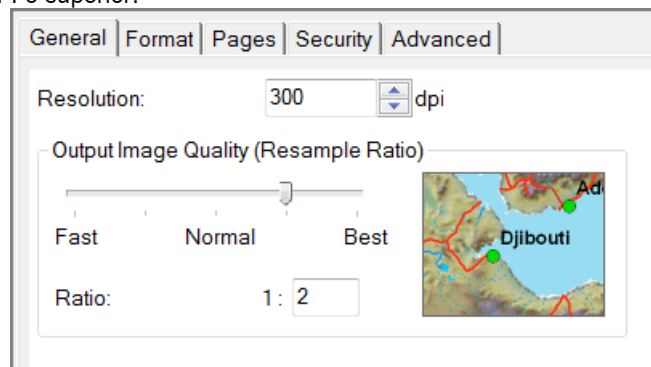


Ilustración 32: Resolución y calidad de imagen.

- **Calidad de imager.** De los 5 niveles que posee ArcGIS, se usará el 1 o el 2.
- **Tipo de color.** RGB.
- **Compresión de elementos vectoriales.** SI.
- **Tipo de compresión de imágenes:** DEFLATE (Compresión sin pérdida de calidad).
- **Tratamiento de Imágenes Tipo Bitmap:** Este apartado es muy importante ya que las imágenes se pueden vectorizar o rasterizar. Si elegimos la opción de rasterizado todas las capas que haya por debajo de ese bitmap (por ejemplo el símbolo de una antena) desaparecerán y se fusionarán en un solo elemento raster, ya no aparecerán en el árbol de capas del PDF. Por tanto debemos elegir la opción de vectorización.

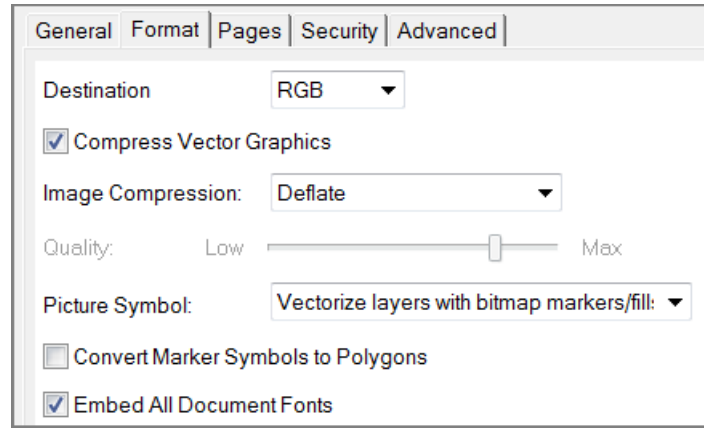


Ilustración 33: Parámetros del formato de salida.

- **Conversión de símbolos a polígonos:** NO
- **Añadir Fuentes al PDF:** SI
- **Exportar Capas:** SI
- **Exportar Información de georreferenciación:** SI

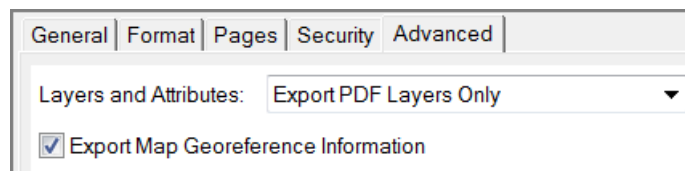


Ilustración 34: Parámetros de exportación de capas y georreferenciación.