
This is the **published version** of the bachelor thesis:

Ramos Gámez, Carlos; Vargas García, Miguel Ángel. Optimización de procedimientos de consolidación en actuaciones proyectadas mediante aplicaciones SIG. 2009.

This version is available at <https://ddd.uab.cat/record/50364>

under the terms of the  license

Optimización de procedimientos de consolidación en actuaciones proyectadas mediante aplicaciones

SIG

**Proyecto final de Master en Tecnologías de la
Información Geográfica**

10^a edición

Realización:

Carlos Ramos Gámez

Tutores:

Miguel Ángel Vargas García

Hermini Cortón Gruñeiro

Febrero 2009

UAB
Universitat Autònoma de Barcelona
Departament de Geografia

**AURENSIS**
Telespazio,
a Finmeccanica / Thales Company

10mtig 2008
Professionals per a la Societat de la Informació

Agradecimientos

Quiero dar las gracias a todo el personal de Aurensis, S.L., en especial a:

Hermini Cortón, tutor responsable de programar, asistir y coordinar el proyecto.

Victor Batet, del Departamento de Movilidad y Datos.

Sandra Mónica Valencia, del Departamento de Movilidad y Datos.

También agradecer el soporte de mi tutor Miguel Ángel Vargas y el apoyo de todo el personal del Laboratori d'Informació Geogràfica i de Teledècció (LIGIT), en especial a Laura Sala.

Finalmente, un último agradecimiento por el soporte dado a mis compañeros de master, a mi familia y amigos.

Resumen

Este documento recoge la memoria del proyecto final de la 10^a edición, del *Master en Tecnologías de la Información Geográfica*, organizado por el Departamento de Geografía de la Universitat Autònoma de Barcelona. Es el resultado de un convenio de colaboración entre la empresa Aurensis S.L. y la *Universitat Autònoma de Barcelona*, realizado durante los meses de octubre a diciembre de 2008.

Mediante este proyecto, se pretende actualizar procedimientos de trabajo llevados a la práctica por la empresa Aurensis en su tarea de analizar actuaciones emergentes en municipios, de tal manera que se optimicen todos sus procesos en la medida de lo posible, y por consecuencia se agilice el proceso.

Bajo esta premisa, y después de un estudio en profundidad de los antecedentes del proyecto en el que se advierten algunos aspectos a mejorar, se marcan unos objetivos generales para cumplir este propósito, tales como: Actuar dentro de un mismo entorno de trabajo: ArcGis; y dentro de este software, agrupar una serie de funcionalidades, unas nuevas y otras reconvertidas, que optimicen el proyecto a la vez que formen parte de un mismo aplicativo de trabajo ordenado como es la barra de herramientas. Esta barra de herramientas debe estar formada por grupos de botones que permitan realizar las tareas de edición, importación de datos, análisis y generación de resultados en Base de Datos, de una manera automatizada, intuitiva, fácil y dinámica. La producción de resultados, en Base de Datos y Generación Cartográfica, debe contener los mismos aspectos que se conseguían hasta ahora, aunque sí se les puede dotar de mayor rigurosidad.

Para el desarrollo de la nueva interficie, se ha accedido a herramientas de geoprocreso a través del entorno *ArcMap* con el módulo *ArcToolBox*, pero sobretodo, se ha hecho uso de librerías *ArcObjects* utilizando el lenguaje *Visual Basic for Applications* (VBA) mediante el editor. Toda esta codificación, es la artífice de que al pulsar cada uno de los botones aparezca una funcionalidad u otra dentro de la vista de trabajo.

Los resultados finales en cuanto a la producción, mejoran la existente en cuanto a mayor calidad, veracidad y corrección. Por lo que respecta al proceso de ejecución, mejora también las condiciones, beneficiando al operador de seguir un orden secuencial con nuevas herramientas que ayudan a perfeccionar el proyecto haciendo únicamente el uso del software ArcGis.

Índice

1. Introducción	5
1.1. Presentación	5
1.2. Antecedentes	7
1.3. Objetivos	11
1.4. Metodología	12
1.4.1. Metodología de Trabajo	12
1.4.2. Tecnología Aplicada	16
2. Desarrollo del Proyecto	20
2.1. Análisis de requerimientos	20
2.2. Diseño Interfiecie	25
2.3. Diseño funcional	28
2.3.1. Flujos de Trabajo	28
2.3.2. Casos de Uso	30
2.4. Solución Metodológica	32
2.4.1. ArcObjects. Principales Objetos Utilizados	32
2.4.2. Organización de la codificación	35
2.5. Presentación resultados	38
3. Conclusiones	44
4. Referencias Web	45
5. Índice de Figuras	46
6. Anexo. Manual de Usuario	48

1. Introducción

1.1. Presentación

El presente proyecto forma parte del módulo práctico, *del Master en Tecnologías de la Información Geográfica (MTIG), 10^a edición*, organizado por el Departamento de Geografía de la Universidad Autónoma de Barcelona (UAB), curso 2008/09.

Esta memoria se ha completado para detallar el proyecto final realizado durante el período que comprende los meses de Octubre a Diciembre de 2008, efectuado como parte de una beca de colaboración entre la *Universidad Autónoma de Barcelona (UAB)* junto con la empresa *Aurensis*, líder en el sector de las nuevas tecnologías.

Este proyecto, trata de realizar una Optimización a un proceso de trabajo que la empresa *Aurensis* efectúa como ente que dota de un servicio externo a una empresa cliente relacionada con el sector energético. Este último como requerimiento a la actualización de su Sistema de Información Geográfico, encarga a *Aurensis*, el análisis de nuevas actuaciones acontecidas en diferentes ámbitos del territorio peninsular.

Estas actuaciones, a su vez, son enviadas periódicamente por parte de promotores que dibujan proyectos que pueden pasar definitivamente a construirse. Los archivos se incorporan en el SIG corporativo de la compañía y son facilitados a *Aurensis*, para desempeñar su análisis.

Así pues, el proceso de trabajo que se lleva a cabo por los operadores de *Aurensis*, pretende contrastar, dadas unas extracciones de actuaciones a realizar facilitadas por el cliente; el análisis comparativo que existe entre cada una de las actuaciones en relación con la Cartografía Catastral, dejando constancia de ello al establecer una Base de Datos que contenga información referente al estado de esas actuaciones y la generación de archivos cartográficos que corroboren dichas decisiones.

Hecha una primera presentación del proyecto, es propio hacer también una presentación o referencia introductoria que permita poseer una información de partida del perfil de las dos compañías citadas en relación con el proyecto:

En primer lugar, la compañía del sector energético, el cliente, es una multinacional puntal dentro de su ámbito estatal, hecho que queda demostrado con las numerosas actividades que genera en otros campos profesionales para su propio desarrollo como empresa.

Esta gran sociedad, se compone de distribuidoras que se corresponden a comunidades autónomas peninsulares del estado. Cada distribuidora envía la lista de municipios con sus actuaciones que hay que analizar.

El sector de las energías, tiene importantes perspectivas de crecimiento en todas las comunidades autónomas, especialmente en ámbitos como la nueva edificación y la llegada a poblaciones que todavía no tienen suministro. Como está previsto en diferentes estudios de mercado, el consumo de energía es una variable que no deja de aumentar. Es por ello, que se deben de tener o buscar instrumentos propios para detectarlo y actuar.

Como respuesta a unas necesidades específicas, esta empresa cliente, externaliza actividades a muchas empresas que tienen esa función. Para servicios concernientes a fuentes de información del territorio, se delegan todas las potestades a una empresa referente en este campo: *Aurensis*.

Aurensis surgió en 2003 con la fusión de *Aurensa* y *Sysigsa* y desde abril de 2008, forma parte del Grupo *Telespazio*, una compañía líder en Europa, dedicada a actividades geoespaciales. Gracias a esto, *Aurensis* amplía su cartera de clientes potenciales e incrementa su portafolio de servicios y productos, al mismo tiempo que despliega su influencia en el mercado internacional, aportando sus capacidades al grupo.

En la actualidad es una empresa vanguardista en el sector de las Nuevas Tecnologías aplicadas al Territorio, especializada en el desarrollo de soluciones de alto valor añadido en materia de innovación tecnológica y calidad de ejecución. Sus servicios, orientados a la comercialización de datos y productos para la monitorización ambiental, gestión del territorio y la geoinformación, adquieren una nueva dimensión con la integración en el Grupo *Telespazio*.

1.2. Antecedentes

Como se ha comentado con anterioridad, el desarrollo de esta memoria se integra en los trabajos previos de “Análisis de Proyectadas a Definitivas” que lleva a cabo la empresa *Aurensis*.

Antes de comenzar a plantear la optimización propuesta como valor añadido a este proyecto, es necesario, realizar una inmersión previa para ver como era el modo de operar y que cuestiones se podrían mejorar, ampliar o facilitar con nuestra aplicación.

Así pues, en este apartado, se comenta el proceso de trabajo que se hacía con anterioridad y en el transcurso de él, los aspectos que se percibieron como susceptibles de mejora.

Para la puesta en marcha, primeramente el jefe de proyecto, debe concretar ciertos aspectos metodológicos, tales como el software a utilizar y la definición de una estructura de directorios, adecuada para almacenar los datos de soporte y la información nueva que a crear.

El software utilizado para el desarrollo del proceso de trabajo se definió con:

- ***MicroStation***, para la depuración de los datos;
- ***ArcMap***, para la visualización y análisis;
- ***Microsoft Acces***, para el relleno de la base de datos.

Las tareas de los operarios en cuanto a la realización del proyecto comienzan aquí y son las siguientes:

En primer lugar, dados unos datos de soporte, se realizan extracciones de proyectadas de Sistema de Información Geográfica del cliente. Estas dan como resultado dibujos en formato *MicroStation* con extensión *.dgn*, que son agrupados en lotes de trabajo y preparados por distribuidoras. Se precisa tratar con *MicroStation* para depurar estos datos de origen y adaptarlo a lo que se solicita. Se debe corregir la referencia espacial del eje (y) vertical del dibujo y filtrar el municipio y actuaciones que se desean, a partir de eliminar los municipios colindantes que aparecen por defecto en el fichero.

Existía un macro dentro de *MicroStation* que permitía aumentar el eje de las “y”, que realizaba la tarea correctamente, pero estaba expuesto a posibles errores, ya que era

posible olvidarlo en el proceso o aumentarlo más de una vez, debido a que no se tenía la imagen de catastro como referencia.

En cuanto a la manera de eliminar, era práctica pero no completamente satisfactoria, debido a la posibilidad de generar errores de topología y cartografía, ya que al suprimir los municipios colindantes, pueden aparecer errores de discontinuidades de líneas y desaparecer pequeños enclaves pertenecientes a un mismo municipio, que pasan totalmente desapercibidos al no apreciarse a simple vista.

Por el contrario, la ventaja que tiene *MicroStation* respecto a otros softwares similares, es que permite la interoperatividad con *ArcMap* (software que se utilizará para el siguiente paso), en el caso que se haya producido algún error como los anteriormente citados o falte algún ente a editar y se haya detectado, se puede solucionar paralelamente desde *MicroStation* y actualizarse a la vez en *ArcMap*.

Cuando se han depurado los datos de origen correctamente, se abre un formulario nuevo de *ArcMap*. Dentro de *ArcMap* se adhiere el grupo de layers que previamente se ha trabajado y se agrega como WMS la página web de la Oficina Virtual del Catastro (OVC).

Como fase previa al análisis, es preciso generar un pdf A-4 del límite municipal con las zonas de cartografía proyectadas y asignación de un número secuencial por zona, de tal manera que se represente de una manera gráfica e introductoria, el recorrido de análisis de actuaciones que se va a seguir para su análisis.

De aquí en adelante, ya se puede considerar como el punto de partida para las operaciones de análisis.

En esta parte de importación de datos, se observan inconvenientes tales como que al adherir el WMS, se debe ir a buscar por la ruta, cada vez que se abra un formulario nuevo, y esto demora considerablemente el proceso. Por lo que respecta a la importación del grupo de layers, se advierte que no es necesario adherir todos, sino que sólo con la capa de Anotaciones y Polilíneas es suficiente. Esto se produce debido a que *ArcGis* interpreta el contenido de los dibujos CAD en función del tipo de elemento gráfico. Aparte de las dos anteriores se unen: *Multipatch*, *Point* y *Polygon*, que no sirven para el desarrollo del propósito.

La siguiente fase es la operatividad analítica. Consiste en cotejar las capas de las proyectadas del municipio con la imagen de cartografía catastral, para cada una de las actuaciones y siguiendo el orden secuencial que se había definido con anterioridad. Al

adentrar en cada zona, visualmente el operador subjetivamente determina el grado de solapamiento de los dos grupos de layers (municipio-actuaciones con Cartografía Catastral). Deberemos generar un pdf A-4, como el anterior, pero esta vez, de cada una de las zonas con actuaciones del municipio en relación al catastro, con un zoom máximo.

Aquí, lo que vislumbra a primera vista, es perfeccionar el sistema de análisis comparativo entre el WMS catastral y los layers del Municipio con la actuación, pero el Servicio Web Map Service ofrece una imagen digital en formato *.png*, *.gif* o *jpeg*, que imposibilita su diagnóstico en relación con otros layers.

Además de esto, no se concibe ninguna herramienta que favorezca el proceso de análisis en cuanto a realizar un zoom por layers, selección por atributos,...

Acto seguido el proceso llega a su finalización con la generación de un fichero *Acces*, con base de datos para cada zona con actuación. En ella se introducirán los resultados obtenidos de manera manual; tales como nombre actuación, resolución catastral (catastro resuelve, no resuelve, sin proyectada) y comentarios, más el municipio y código INE a los que la actuación corresponde.

Esta fase de generar una Base de Datos, demora mucho el proceso, ya que es todo manual, todo lo que se ha representado gráficamente, tiene que estar detallado a posteriori. Pueden surgir errores en la transcripción de texto.

Los datos insertados en la Base de Datos unido a los PDF, será el material a entregar y servirá para determinar en que casos hay que modificar la cartografía de proyectada a definitiva.

Estos datos se delegan al Jefe de Proyecto, pasando a su competencia, y se elabora un documento que será enviado a la empresa cliente que demanda el servicio.

Observados estos procedimientos y resultados, se plantea hacer una optimización, generando los mismos resultados en cuanto a la obtención de documentación (PDF's más Bases de Datos, pero de una manera más eficiente y automatizada en la medida de lo posible, poniendo especial interés en las carencias percibidas y aspectos potenciales.

A continuación se muestra la siguiente representación reflejando los pasos que se siguen para extraer los resultados deseados. Esta es la estructura básica a profesar. En el apartado “2.3.1. Flujos de trabajo”, se detallan los aspectos operacionales de esta actividad de trabajo que se desarrollan en origen y después de su optimización.

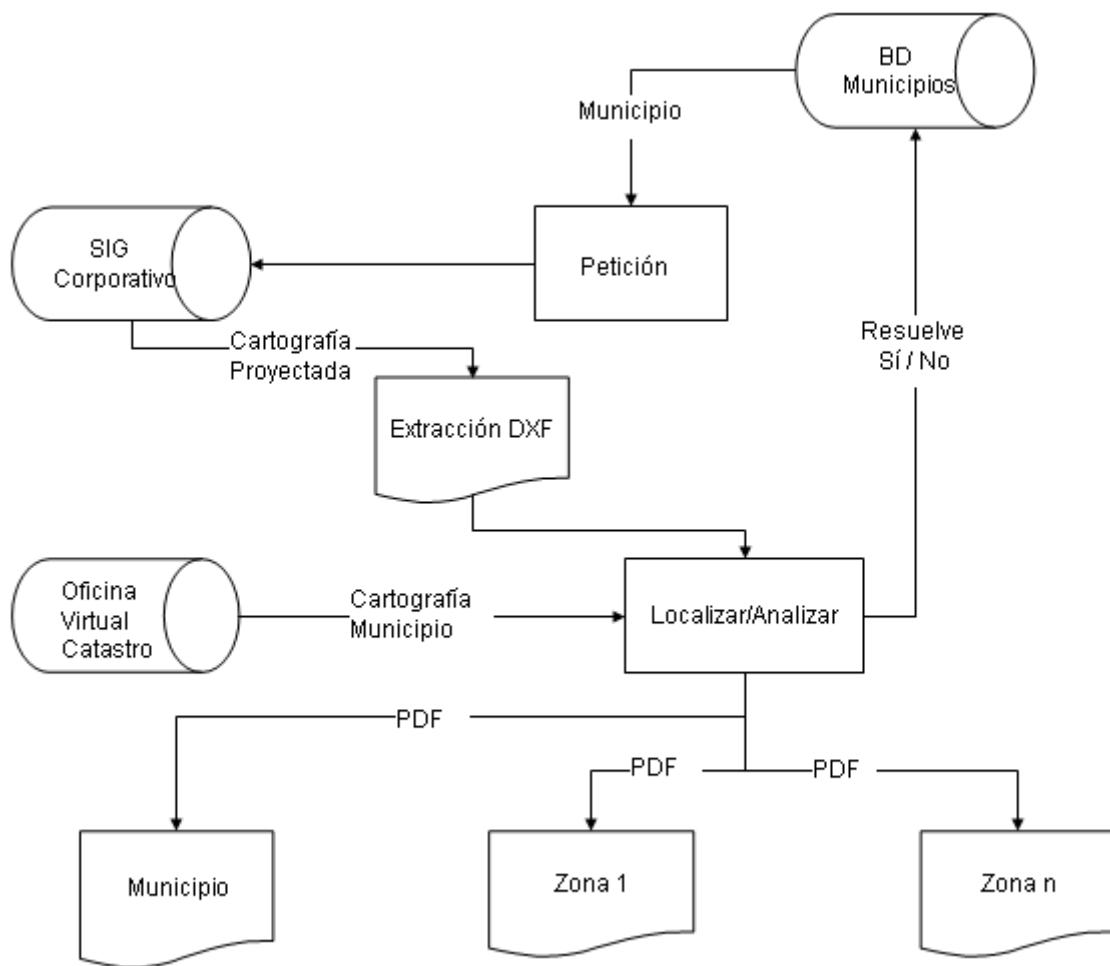


Fig. 1.- Organigrama de proceso de Trabajo del proyecto “Proyectadas a Definitivas”.

1.3. Objetivos

Una vez se han comentado aspectos previos como la presentación del proyecto, los antecedentes de su confección y la propia ejecución práctica, se está capacitado para apuntar, que es lo que se quiere realizar y como lo queremos plasmar.

El objetivo general al que se quiere llegar es la optimización del proyecto “proyectadas a definitivas” mediante la creación de un aplicativo que permita resolver deficiencias en el proceso y adaptarlas para el análisis y obtención de datos.

Con esta optimización se pretende automatizar el proceso de trabajo, beneficiando al operador, facilitando su misión a la hora de producir y generar datos; y por tanto, en definitiva reducir el tiempo de trabajo.

Dentro de este objetivo general que se fija, se definen una serie de objetivos específicos que son los que darán sentido a esta propuesta.

- ❖ Actuar dentro del mismo entorno de trabajo.
- ❖ Integrar los procedimientos en una interficie (barra de herramientas) propia, dentro ***ArcGis 9.2.***, mediante la creación de procedimientos con *ArcObjects* y *Visual Basic for Applications*, que contienen las siguientes funciones:
 - Permitir al operador disponer de herramientas de edición para una óptima mejora de la representación cartográfica a producir.
 - Crear herramientas que no permitan errores y determinen un seguimiento correcto de importación de datos.
 - Establecer funciones para la ayuda en el análisis entre ficheros de origen y WMS de catastro.
 - Introducir de forma automática y a través de formulario, para incorporar los resultados a la Base de Datos.

1.4. Metodología

1.4.1. Metodología de Trabajo

El aplicativo de la Barra de Herramientas para la optimización del proceso, se ha diseñado y programado simultáneamente en las instalaciones del *Laboratori d'Informació Geogràfica i Teledetecció (LIGIT)* del servei Científico-Tecnològic de la Universitat Autònoma de Barcelona y el departamento de Movilidad y Datos de la corporación Aurensis.

El objeto de este estudio, como se ha comentado con anterioridad, es dado un proceso de trabajo definido y utilizado por operarios, redefinir ese flujo de trabajo para obtener los mismos resultados, pero de una manera optimizada y desde *ArcMap*.

El primer paso realizado, es seguir el flujo de trabajo existente para producir, tomando una primera toma de contacto. Mediante este preámbulo, se hallan las posibles correcciones o aplicaciones que se podrían plantear. Tras realizar el proceso completo para una distribuidora autonómica a nivel de prueba piloto, ya se tiene noción necesaria para añadir o modificar nuevas funciones en el flujo de trabajo, pudiendo enunciar los objetivos que se quieren obtener.

Previamente, también es necesario una nueva reformulación de la estructura de directorios.

Llegados a este punto, es el momento de abordar nuestro proyecto como tal, empezaremos a marcar las directrices para optimizar el flujo de trabajo, automatizando el proceso, de tal manera que se mejorase en calidad de análisis y se doten de más funcionalidades que permitan actuar más eficientemente en la entrada y salida de datos. Todo esto, si se lleva a buen puerto, reducirá el tiempo de trabajo y software a utilizar por los operarios.

Para cumplir los objetivos propuestos, dentro del entorno *ArcGis* y con la función “Customize” creamos un nuevo *Toolbar* o Barra de herramientas con elementos/ aplicaciones que alberguen componentes de edición, más las tres fases definidas en los antecedentes: Importación de Datos, Análisis y Resultados en Base de Datos. La concreción y resolución de todos ellos será el resultado de la optimización del proyecto.

A continuación se detallan las metas y software/aplicaciones a emplear en cada una de las fases:

- ❖ **Importación Datos “dgn”:** En esta primera fase se incluye entrada del **layer** inicial y **WMS** cartografía catastral, la **transformación de la proyección**, aumentando el eje vertical a la capa de partida para poder contraponerlo con el WMS de catastro y finalmente, también se tendrá que **definir el ámbito de trabajo** concreto, ya que de las extracciones dadas por municipios provenientes del SIG corporativo, se generan por defecto los polígonos que limitan con el término municipal en que debemos trabajar y deberán ser depurados, conservando lo que nos interesa y prescindiendo de lo demás.

Para estas cuatro acciones de preparación de datos para su posterior análisis, se definirán sus respectivos botones dentro del *toolbar* que definiremos con el nombre de “Proyectadas a Definitivas”, formarán parte de un grupo que sucederán a las herramientas de edición.

En cuanto a las tres primeras funciones se utilizará el componente de *ArcMap*, Visual Basic Editor, introduciendo en dicha aplicación código adaptado para realizar las operaciones exigidas a través del evento click.

En el caso de la transformación de la proyección, al pulsar para aumentar el eje de coordenadas se genera un formulario con código intrínseco que muestra las capas disponibles en la tabla de contenidos, que sólo al seleccionar las que interesen, realizarán la acción que se le pide.

Finalmente, para definir el ámbito de trabajo, concretando el municipio y sus actuaciones respectivas, se utilizarán herramientas de *ArcToolBox*, para crear un (*Model Builder*) modelo visual de trabajo. El Modelo proporciona un entorno gráfico para la visualización, diseño y ejecución de flujos de trabajo con herramientas para el procesamiento de datos geográficos. En él, se incorporan herramientas para las diferentes operaciones de geoprocreso que se observan en la figura siguiente.

Una vez finalizado el Modelo, existe la opción de exportar un *Script* a diferentes lenguajes COM (*Python*, *JScript* o *VBScript*), el código del cual puede servir para una posterior programación e implementación de éste en la aplicación final a realizar.

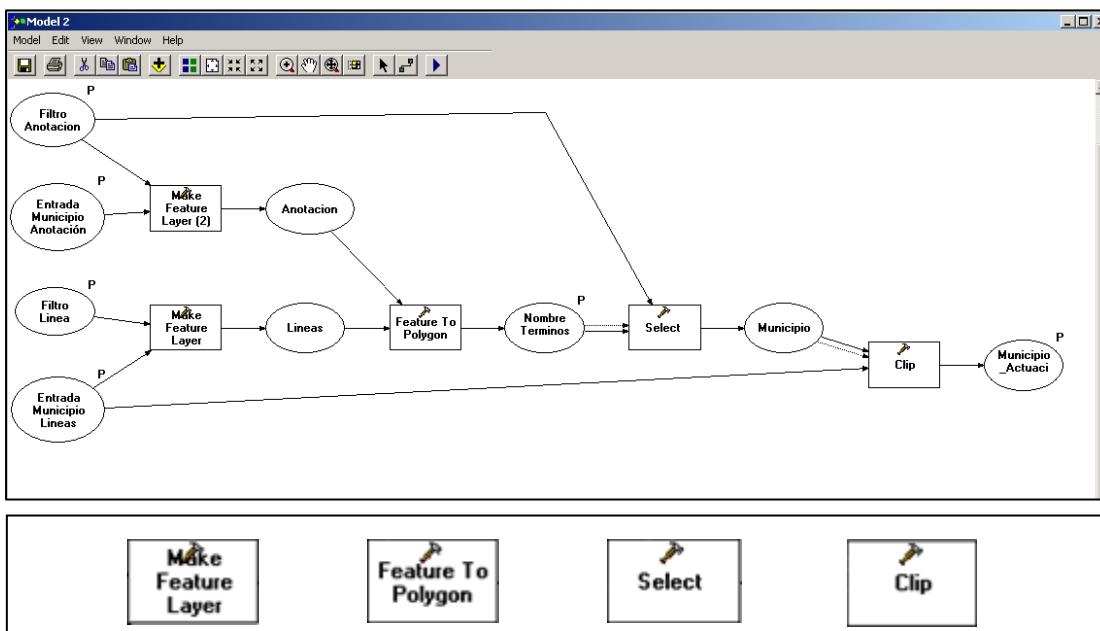


Fig. 2.- Interfaz Model Builder para la concreción del Municipio con sus actuaciones y principales herramientas utilizadas.

❖ **Análisis :** En esta segunda fase de acciones creadas para la aplicación de la barra de herramientas, tenemos las propias para la ayuda al análisis, ya que una de las necesidades más substanciales que se apreciaban, como la de investigar los porcentajes entre bases cartográficas y WMS no era posible llevarla a cabo, debido a la inoperatividad de esta última al ser un gráfico sin propiedades. Así pues, contemplamos herramientas para el **zoom extendido** sobre la capa marcada en la tabla de contenidos, **selección de las actuaciones** del municipio, **selección por atributos** seleccionados, **borrar selección**, **zoom de la selección** de la capa y **eliminación del límite** del término municipal, para los casos en que la actuación entre en conflicto con ella.

Este subgrupo, se instalará justo al lado del anterior dentro de la barra de herramientas. Todas las funciones de asistencia al análisis serán editadas mediante código Visual Basic, dentro de la aplicación de ArcMap.

- ❖ **Resultados en Base de Datos:** Finalmente la generación de archivos gráficos tienen que ser informados dentro de una base de datos que contenga toda la exploración efectuada. En este sentido, se crea un botón para poder implementar los resultados de una manera rápida y eficiente, sin dar margen al error.

Esta herramienta se presenta como la última de la aplicación, al pulsarla, se creará un vínculo con un formulario. El formulario contendrá campos configurados de tal manera que contengan diferentes enunciados definidos, que el operario deberá escoger.

Desde el punto de vista de la programación, los primeros campos deberán ser introducidos desde Visual Basic con consultas SQL, para que al seleccionar un elemento de la primera lista se haga un filtro específico en el segundo Control de Selección.

Previamente a hacer estas consultas, dentro de Acces se importan tablas Excel de la web oficial de INE (Instituto Nacional de Estadística), con códigos de provincia y códigos municipales, más la generación de una tabla nueva que albergue los nuevos resultados procedentes del formulario completo.

Siguiendo con el proceso que debe seguir el operador, antes de traspasar los datos del formulario al fichero Acces, aparte de los dos primeros campos citados en este mismo párrafo, se deberá llenar el nombre de la actuación más sus comentarios y seleccionar su resolución y porcentajes catastrales. Estos dos últimos también habrán sido efectuados mediante código VBA.

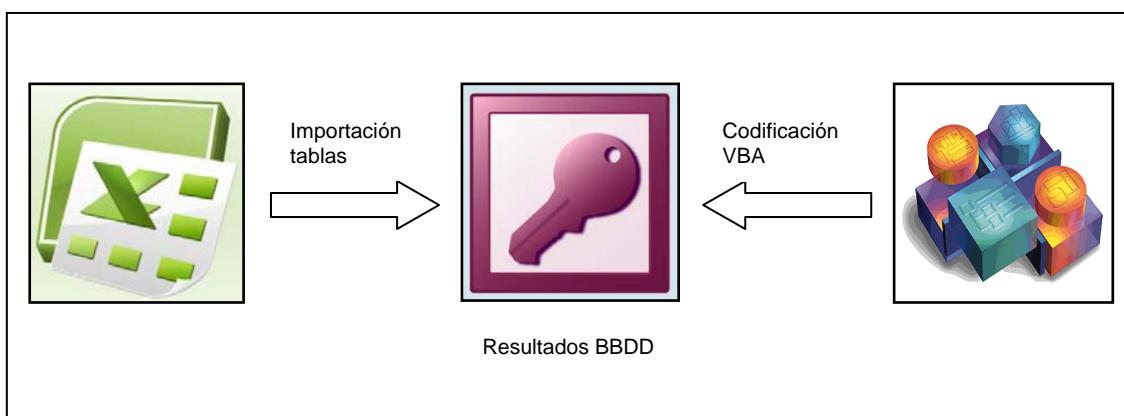


Fig. 3.- Software y procedimiento utilizado para la inserción de resultados en la base de datos Acces.

❖ **Herramientas de Edición cartográfica:** Previamente a los grupos de comandos de importación, análisis y resultados, la barra de herramientas contendrá un conjunto de funciones pertenecientes al soporte, adorno y preparación del layout, para la impresión de los archivos cartográficos en formato PDF de cada actuación en contacto con la cartografía catastral.

Estos instrumentos han sido adaptados también a través de código Visual Basic for Applications.

Todo el estudio de **optimización del proceso** será aplicado en modo de test de explotación para el proyecto “*proyectadas a definitivas*” para una distribuidora en concreto (cada distribuidora actúa en municipios de una misma comunidad autónoma), el nuevo proceso de trabajo se comparará como ha afectado productivamente en relación al proceso que se había llevado a cabo con anterioridad con otras distribuidoras, y si este cumple los requisitos necesarios, se reemplazará el formato operativo para el conjunto de todas distribuidoras que resten por analizar y de cara a las siguientes temporadas que se tenga que volver a revisar. La idea es que a partir de este estudio redactado, sea instaurado generando mayor productividad.

En la siguiente figura se muestra un esquema en relación a las diferentes fases de estudio en versión optimizada, así como también el software utilizado en cada una de ellas y las mejoras producidas.

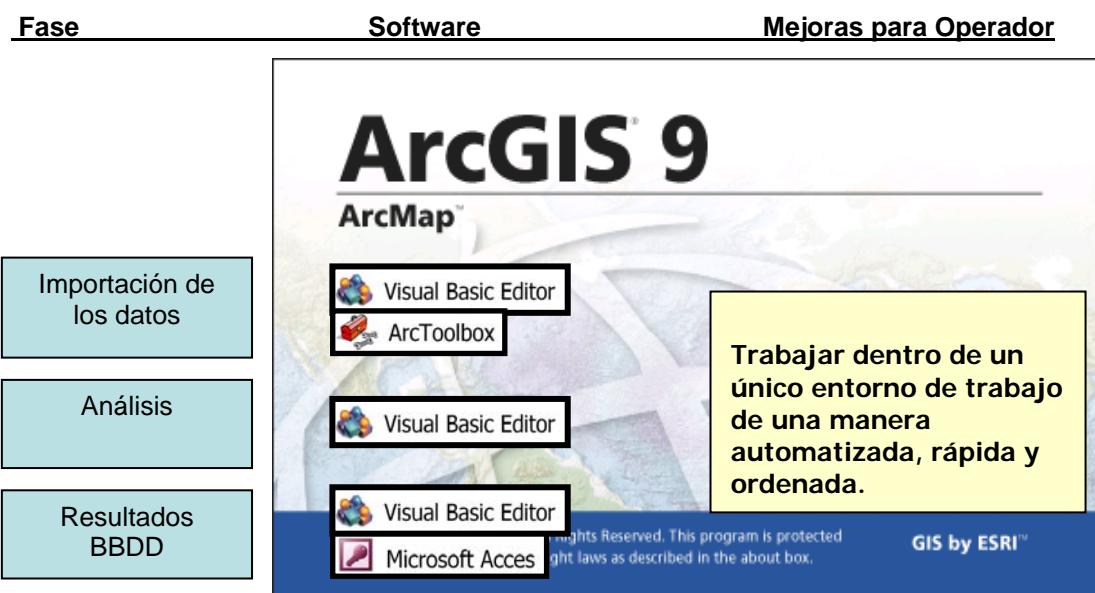


Fig. 4.- Esquema que resume la metodología seguida para la realización del proyecto.

1.4.2. Tecnología Aplicada

Para entender un poco más la elección del software y a modo introductorio, presentamos el software base y sus extensiones desarrolladas en éste proyecto.

El sistema ***ArcGis*** 9.2 de Esri, es un Sistema de Información Geográfica (SIG) integrado por una colección de productos, que permite la construcción y desarrollo de un SIG completo. Bajo el nombre genérico *ArcGis* se agrupan varias aplicaciones para la captura, edición, análisis, tratamiento, diseño, publicación e impresión de información geográfica.

El Sistema, se basa en cuatro entornos de trabajo:

Desktop GIS: es un conjunto integrado de aplicaciones SIG de escritorio, en las últimas ediciones incluye las herramientas *ArcMap*, *ArcCatalog*, *ArcToolBox*, *ArcGlobe*, disponible en tres licencias funcionales: *ArcView*, *ArcEditor* y *ArcInfo*.

Server GIS: software utilizado para dotar funcionalidad SIG a un gran número de usuarios a través de la red, dando soporte a la gestión y geoprocreso de la información geográfica. Está formado por tres componentes fundamentales y un cliente (*ArcIMS*, *ArcGis Server*, *ArcGis Explorer* y *ArcGIS Image Server*).

Developer GIS: ESRI Developer Network (EDN) es un programa de suscripción anual que proporciona a los programadores los recursos necesarios para construir aplicaciones geográficas personalizadas, desktop o de servidor, así como incluir funcionalidad SIG en aplicaciones existentes. EDN incluye una librería de software para el desarrollo de aplicaciones de *ArcIMS*, *ArcSDE*, *ArcGIS Server*, *ArcGIS Engine* y *ArcWeb Services*.

Mobile GIS: lleva consigo un conjunto de productos que permiten llevar a cabo las tareas de captura, almacenaje, actualización, manipulación, análisis y visualización de la información geográfica en los trabajos de campo. Dentro de esta categoría se incluyen: *ArcPad*, *ArcGIS Desktop para Tablet PC* y *ArcGIS Mobile*.

ArcMap

ArcMap es la aplicación central en el *ArcGis Desktop*. Es la aplicación SIG usada para todas las actividades basadas en mapeo, incluyendo cartografía, el análisis del mapa, y edición.

ArcMap ofrece dos tipos de vistas del mapa: una vista de datos geográficos y una vista de diseño de página. En la vista de los datos geográficos, se simbolizan las capas geográficas, se analizan, y se compilan en los juegos de datos de GIS. Una tabla de contenidos de interfaz de los volúmenes organiza y controla las propiedades del dibujo de las capas de datos del GIS en el marco de los datos.

En la vista de diseño, las páginas del mapa contienen las vistas datos geográficos así como otros elementos del mapa como las barras de escalas, leyendas, flechas nortes, y mapas de referencia. *ArcMap* se usa para componer los mapas en páginas para imprimir y/o publicar.

ArcToolbox

Es un componente integrado en *Desktop GIS*, que permite realizar conversiones entre formatos, cambios de proyección, y ajuste espacial. Incluye además herramientas para la generación de geometrías complejas, una lista innumerable de funciones de geoprocесamiento.

ArcInfo abarca toda la funcionalidad presente en *ArcView* y *ArcEditor* e incorpora numerosas herramientas adicionales.

Las aplicaciones *ArcMap* y *ArcCatalog* no varían respecto a *ArcEditor*, y es *ArcToolbox*, a través de la que se accede a las funciones adicionales para geoprocесamiento avanzado, conversión y manipulación de los datos.

Microsoft VBA (Visual Basic for Applications)

En 1991 Alan Cooper desarrolla, para Microsoft, el lenguaje de programación *Visual Basic*. Este lenguaje es considerado como un dialecto del antiguo *Basic*, aunque con importantes mejoras. Este producto, fue creado con la intención de simplificar la programación, en un ambiente de desarrollo completamente gráfico y visual, que facilita la entrada de interficies gráficas, pensado para un aprendizaje fácil, tanto para programadores expertos, como principiantes.

Su sintaxis, derivada del antiguo *Basic*, como se ha comentado, ha sido ampliada con el tiempo, y se han incorporado las características típicas de los lenguajes estructurados modernos. Se incorpora una implementación limitada de la Programación Orientada a Objetos (los mismos formularios y controles son objetos), todo y que admite polimorfismo mediante el uso de las interfaces, no admite herencia.

El lenguaje de *Visual Basic* para aplicaciones es también conocido como lenguaje de Macros. Una macro es un programa escrito por el usuario que almacena una serie de comandos ejecutables dentro de la aplicación donde se encuentra desarrollada. Una macro de VBA es análoga a lo que en *Visual Basic* se conoce como Procedimiento.

Así pues, resumiendo, el lenguaje de *Macros* o *Microsoft Visual Basic for Applications* (VBA), se deriva del lenguaje de programación *Visual Basic*. VBA es una adaptación del lenguaje *Visual Basic* para la automatización de procesos de *ArcGis*, entre otros softwares. El lenguaje fue creado con el objetivo de ampliar la funcionalidad de los programas, transfiriéndoles nuevas funciones, elementos del menú, iconos,...

El código producto de la personalización, o de la ampliación, de las funcionalidades, puede quedar almacenado dentro de una plantilla o de un proyecto de *ArcMap*.

ArcObjects

ArcObjects es una librería de objetos, con funcionalidades GIS e interfaces programables, con las cuales, fueron creadas las aplicaciones de los clientes *ArcGis Desktop* (*ArcMap* y *ArcCatalog*). Se presentan como una colección de componentes ordenados dentro de un modelo de objetos.

La tecnología *ArcObjects* cumple con las especificaciones COM (Component Objects Model), y su uso permite crear nuevas herramientas y funciones, o crear flujos de trabajo para *ArcGis Desktop* (*Arc View*, *ArcEditor* y *ArcInfo*). También es posible, con procesos de desarrollo más avanzados, generar aplicaciones independientes que cumplan una funcionalidad concreta, así como llenar clases de elementos personalizados para atender el modelo de datos *ArcGis*.

Todas las personalizaciones realizadas directamente con *ArcObjects*, se llevan a cabo con *Visual Basic* para aplicaciones (VBA) o lenguajes de programación que cumplen con las especificaciones COM, como *Visual Basic*, *Visual C++* o *Delphi*. Para acceder al potencial de *ArcObjects*, es necesario tener instalada una licencia de *ArcView*, *ArcEditor* o *ArcInfo*.

2. Desarrollo del Proyecto

Dentro de este apartado y subapartados que se detallarán a continuación, constituyen el cuerpo aplicativo del trabajo realizado, mostrando desde el punto de partida, los comienzos, las soluciones y los resultados finales.

2.1. Análisis de Requerimientos

El aplicativo de nuestra barra de herramientas ha sido diseñado como parte de un conjunto de actuaciones destinadas a mejorar los procedimientos establecidos, para la generación de cartografía en formato .pdf y entrada de datos en BBDD.

Dentro de ésta aplicación, se tienen que extraer los mismos resultados, variando el procedimiento de obtención. El rumbo a seguir, debe adaptar los recursos válidos que se tenían de origen y aplicar nuevos medios que sustituyan o implementen a los primeros.

Este capítulo albergará el contenido de la respuesta al “para qué” o “por qué motivo” se instauran o se mantienen diferentes funcionalidades, después de haber explicado los orígenes del proyecto y con que instrumentos y como se trabajará en adelante, en los apartados de antecedentes y metodología de trabajo, respectivamente.

Antes, de pasar a detallar los grupos de funcionalidades, previamente es conveniente aludir al recipiente donde están integrados todos ellos: la nueva barra de herramientas. El objeto de su creación viene dado por ArcGis, ya que esta es la manera que facilita para constituir funcionalidades en botones, y sobretodo, para que el futuro operador, tenga ordenado en una cadena de sucesión, las tareas a realizar durante el proyecto, sin que se necesite ningún otro utensilio para completar el mismo.

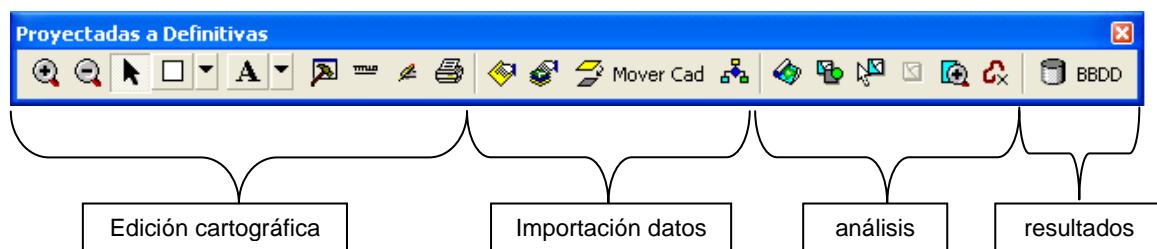


Fig. 5.- Aplicación definitiva en la que se muestran los cuatro grupos de funcionalidades.

Dicho esto, es momento de argumentar la creación de los botones que contendrá la barra de herramientas, funcionalidades que permitirán procesos de carga, visualización, modificación de contenidos, ayuda al análisis, generación de resultados,... Todos ellos estarán comprendidos en cuatro grupos que se han definido en el anterior apartado de Metodología de Trabajo. En ellos, se comentarán los procesos a los que se van a dar solución.

- ❖ **Edición:** Esta asociación, contiene herramientas que permiten la integración de la totalidad de procesos para la publicación cartográfica. Para ellos se adaptan a la aplicación herramientas ya existentes y con codificación de *ArcGis* como: *Zoom In*, *Zoom Out*, *Flecha de Selección*, *generación de Líneas*, *Texto* e *Impresión*. A la vez, que se han incluido nuevas como: *generación de Rectángulos*, de una manera rápida sin tener que cambiar sus propiedades gráficas; generación del botón de *Título*, que notifica el nombre de cada Actuación y Municipio en la página; más el botón de *Norte* y *Escala*, que especifica la relación visual sobre el territorio en la plasmación de cada representación cartográfica. Estas creaciones vienen como consecuencia a las carencias vislumbradas en el apartado de antecedentes, en que se busca una solución para integrar las herramientas de una manera sencilla e intuitiva para un operador sin mucha experiencia en el software, a parte de producir una mejora cualitativa en la representación del Layout.
- ❖ **Importación de Datos:** Esta fase al igual que todas las demás, se realizará íntegramente desde *ArcMap*, facilitando al operador mayor agilidad en el proceso y evitando posibles errores.

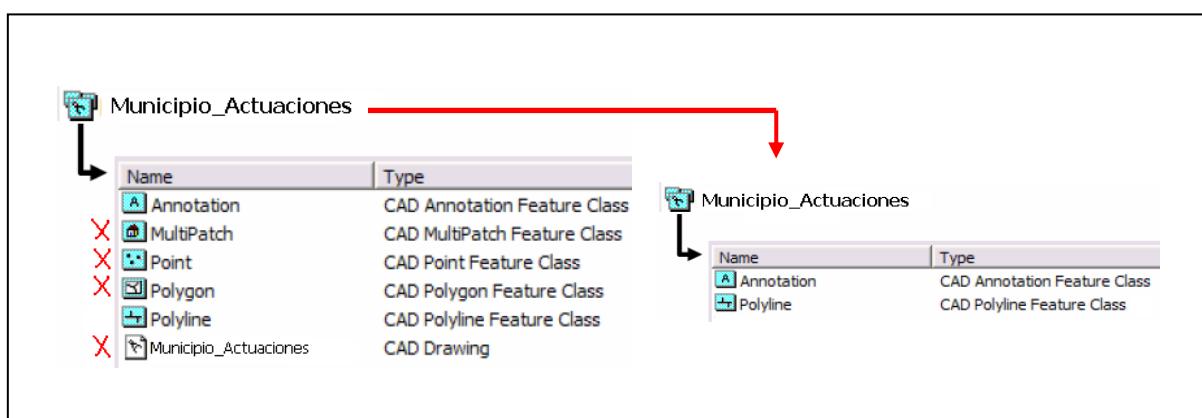


Fig. 6.- Clases de elementos a Importar dentro de ArcMap, a partir de los ficheros dgn extraídos.

En primer lugar, el sólo hecho de tratar con un único programa para realizar todo el proceso, constituye un elemento muy favorecedor para el desarrollo del trabajo, en cuanto a menos licencias de pago de software, reducción de tiempo de ejecución y menor tiempo destinado a formación a empleados. Al insertar los datos *dgn* extraídos del SIG corporativo, con *Add Data*, sólo se utilizarán los archivos de Anotaciones y Polilíneas, ya que el resto pueden causar errores como puntos en el espacio, polígonos mal cerrados, etc.

Con el siguiente botón, solamente al hacer clic, aparecerá el WMS de Cartografía Catastral en la tabla de contenidos y estará lista para ser visualizada, ahorrando toda la ruta que se tenía que hacer con anterioridad. El siguiente paso será aumentar el eje de las “y”, del dibujo CAD, subiéndolo en 4 millones, para confrontarlo con el WMS. Este proceso no dará lugar a error, porque se verá *in situ* como el dibujo ha modificado sus coordenadas y estará justo sobre su situación perteneciente, encima del WMS.

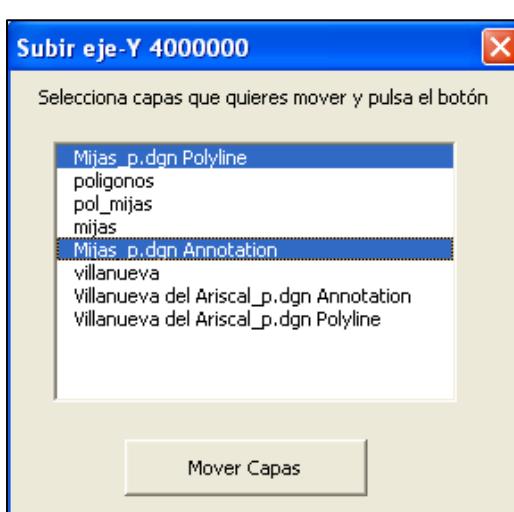


Fig. 7.- Formulario que aparece, al clicar sobre el botón para subir el eje “Y” del dibujo 4 millones. Se muestran las capas activas en la tabla de contenidos.

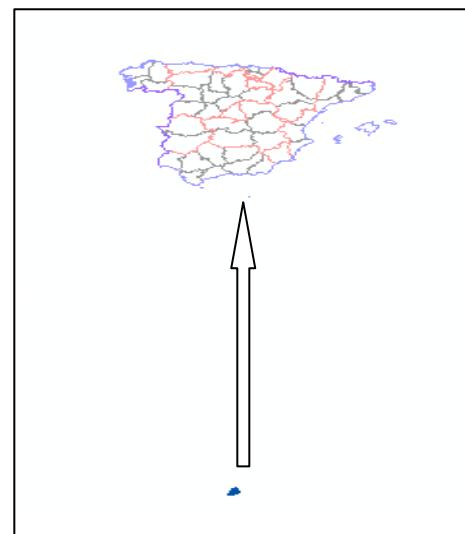


Fig. 8.- Gráfico que muestra la subida en el eje de las “y” del dibujo hasta sobreponerse con la capa WMS.

La siguiente función ha conseguir es la depuración del dibujo CAD con solo aquello que nos interesa, realizado de una manera automatizada que no de margen a ningún error al reconocer todo el contorno del municipio. Con todas estas nuevas funciones optimizadas lo que se pretende es hacer el proceso una vez sin tener que hacer revisiones *a posteriori* para ver si todo está correcto.

Este proceso farragoso es consecuencia de poseer unos datos de origen demasiado simples, con otra estructura se podrían mejorar los procesos.

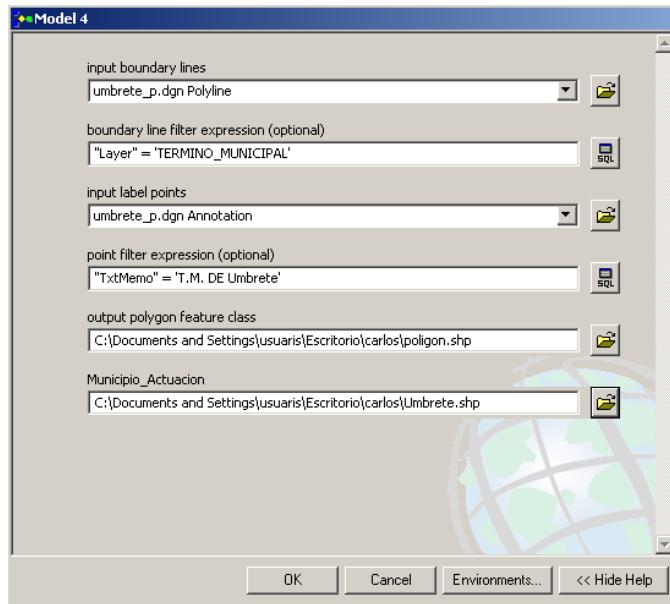


Fig. 9.- Formulario que aparece al pulsar sobre el botón para definir el ámbito de trabajo de un Municipio con sus unidades de actuación.

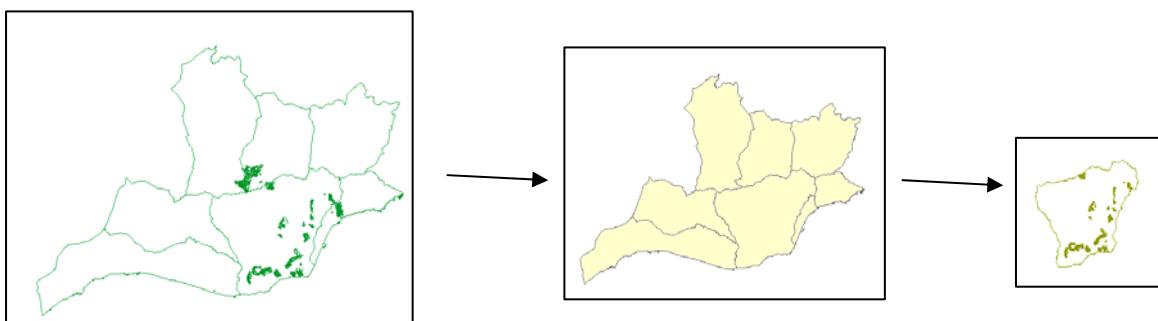
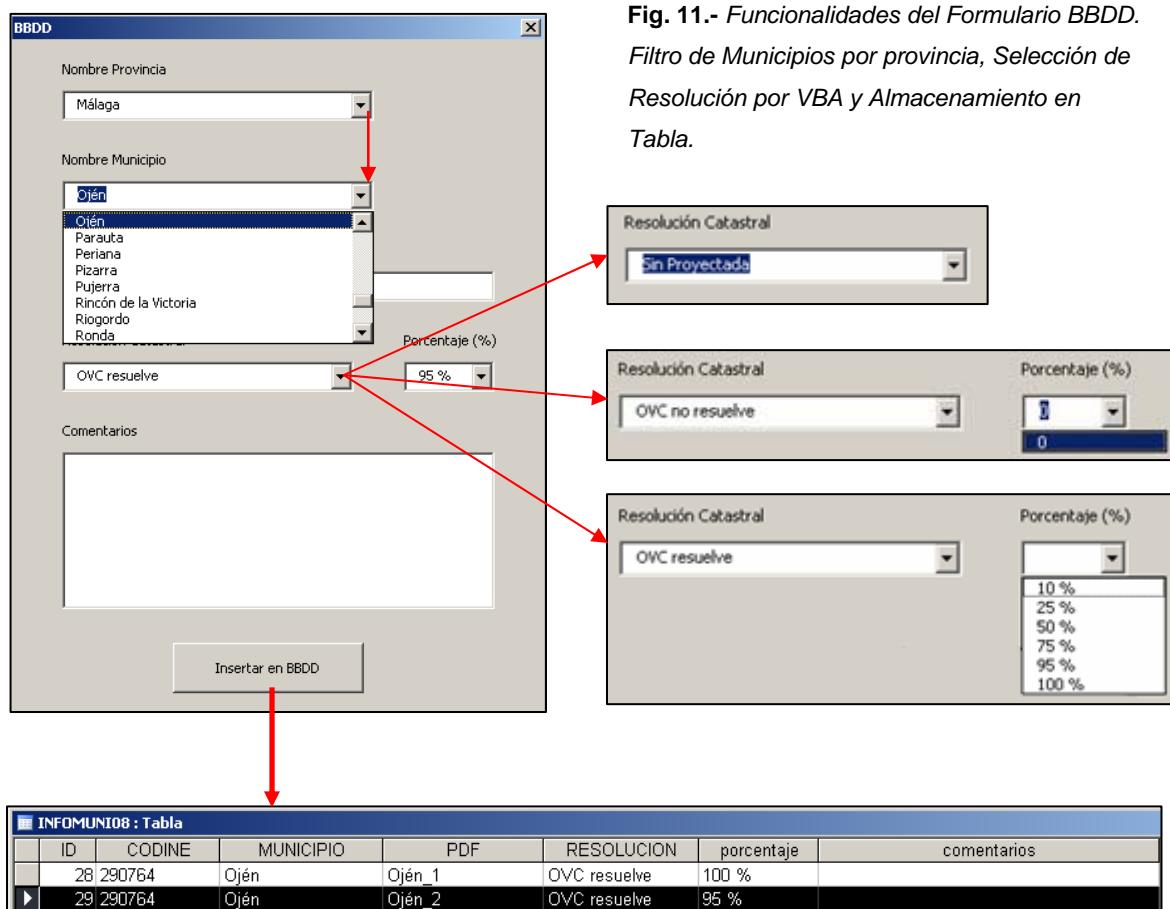


Fig. 10.- Secuencia gráfica de las capa origen CAD a la capa final resultante del proceso anterior.

- ❖ **Análisis:** En este subapartado, en un primer lugar la prioridad principal era analizar la imagen WMS de una manera automatizada. Pero se llegó a la conclusión que no era viable, ya que para poder interactuar con los mapas servidos por el estándar WMS, editando la imagen que nos ofrece o analizarla siguiendo criterios geográficos, necesitaríamos el servicio WFS (Web Feature Service). Desechada esta opción y rebajando las pretensiones, se buscaron nuevas alternativas para favorecer el proceso de análisis. Estas herramientas citadas en la metodología de trabajo, todas de nueva creación, pretenden facilitar al operador la captura de imágenes y la toma de decisiones de resultados. Así pues, con ellas, se podrá ajustar el Municipio con las Actuaciones o por separado dentro del Layout, enmarcándolo en su zoom

máximo de una manera automatizada y eliminar el límite municipal en los casos que sea necesario. Esto supone un avance en tiempo para la generación de los PDF, facilita la comprensión y mejora el encuadre de la imagen.

- ❖ **Resultados BBDD:** Con la entrada de los Resultados en la Base de Datos, al igual que los demás subapartados, se pretende minimizar los errores a la vez que se actúa de una manera automatizada y rápida. Dados los municipios a tratar en un documento facilitado por el jefe de proyecto, sólo se va a tener que seleccionar de diferentes listas de un mismo formulario, el municipio a tratar (vendrá filtrado según sea su provincia), resolución y porcentajes de resultado. Todo esto, seleccionado con el *mouse*, va a ser enviado mediante código a una tabla Acces preestablecida. Este avance, sin duda revitalizará el proyecto facilitando la tarea al operador, limitando la reducción de errores a cero por su componente automática y reduciendo considerablemente el tiempo de ejecución, al no tener que estar abriendo y cerrando software de bases de datos.



2.2. Diseño Interfaz

El aspecto final de nuestro aplicativo será el de una barra de herramientas propia de ArcGis, a partir de la cual, con la activación de sus controles o botones, se producirán sus funcionalidades creadas previamente con código. A continuación presentamos un diagrama resumen de cual será el aspecto final de nuestra barra de herramientas para la optimización del proceso de trabajo, relacionándolo también con una etiqueta que muestra su funcionalidad.

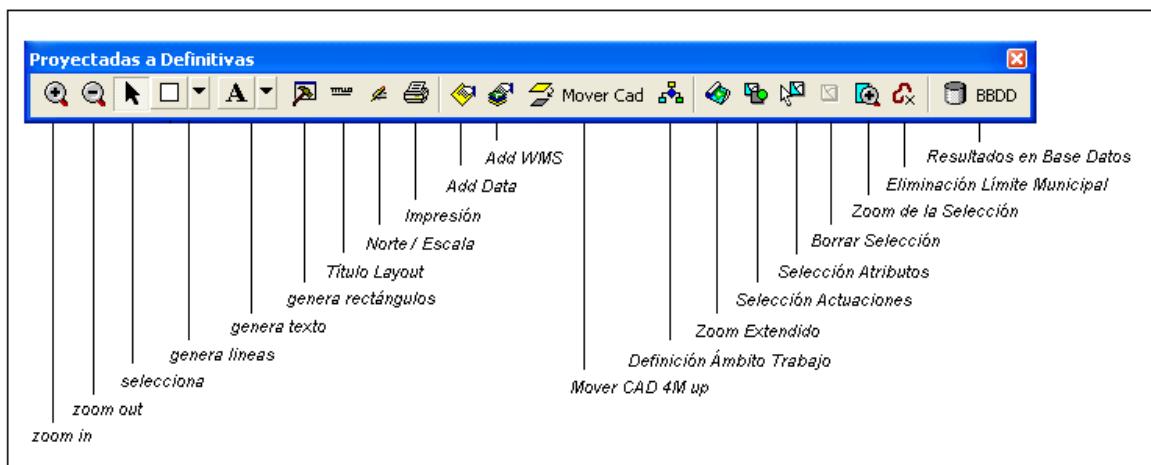


Fig. 12.- Simbolización de Barra de Herramientas adaptada al proceso “proyectadas a definitivas” con nombres de todas sus funcionalidades.

Seguidamente y de manera ordenada según aparición, se procede a comentar a modo resumen la funcionalidad de los once botones de nueva creación, que integran junto otros adaptados propios del programa, la barra de herramientas. Sólo se interpretan los implantados desarrollados en el proyecto, ya que de los demás se entiende que pueden ser avistados a través de cualquier manual de ArcGis.



Generación de Rectángulos

A través de esta aplicación, el usuario podrá generar tantos rectángulos como quiera para seleccionar actuaciones sin necesidad de cambiar las propiedades gráficas, como se tenía que hacer anteriormente con la generación de rectángulos de ArcGis.



Título Layout

Al ejecutar este botón, surgirá un título que se enmarcará dentro de la página en la que se representarán los dibujos cartográficos.

Se reflejará el nombre de la capa que aparezca en la tabla de contenidos de ArcMap.



Norte / Escala

Como requerimiento a la falta de rigor cartográfico en cuanto a la presentación de los layouts. Se diseña esta funcionalidad, que con solo pulsarla instala en dos lugares reservados dentro del marco de la página, la simbolización de dónde se encuentra el norte geográfico y la escala que representa textualmente la relación que existe en cada momento entre la visualización con respecto al territorio real.



Add WMS

Esta función al activarla, hace aparecer en la tabla de contenidos, el WMS de Cartografía Catastral con el que queremos trabajar, sin tener que buscar la ruta por el Add Data.



Mover CAD 4 millones arriba eje Y

Al tomar este comando, se llama a un formulario, donde aparecen todas las capas comprendidas en la tabla de contenidos. Dentro de este formulario seleccionaremos las capas que quieren ser modificadas con esta peculiaridad de aumentar su eje de las "y", siendo ejecutado al instante.



Fig. 13.- Formulario de Mover CAD



Definición Ámbito de Trabajo

Con este instrumento, aparecerá un formulario, en el que definiremos los límites del municipio a trabajar. Para ello se necesitará incluir la capa de líneas y de anotaciones (1 y 2). Dentro de la capa líneas se seleccionará mediante filtro de selección (3), el elemento cartográfico que queremos "Termino Municipal" y en la capa anotaciones se hará lo propio con el nombre del Municipio que se quiere obtener (4).

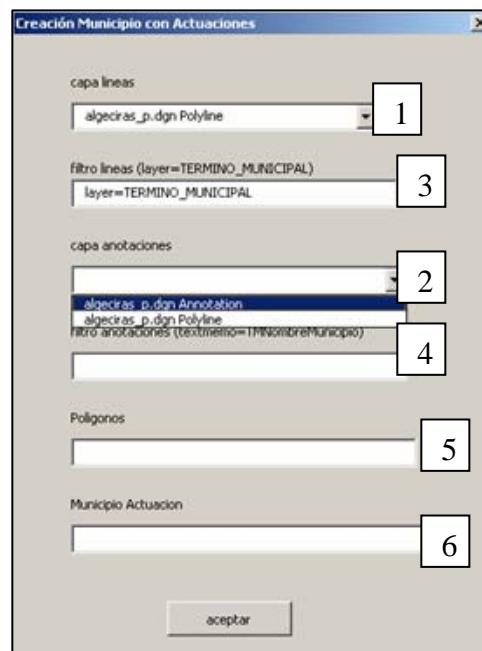


Fig. 14.- Formulario Definición Ámbito de Trabajo secuenciado con por pasos para implementación

Este procedimiento se ejecutará y proporcionará polígonos de municipios (5), como paso previo para la consolidación del Municipio a tratar con sus unidades de actuación correspondientes (6).



Zoom extendido

Este botón mostrará en su zoom máximo sobre layout cualquier capa seleccionada en la tabla de contenidos.



Selección de Actuaciones

Mediante esta herramienta se seleccionarán todas las Actuaciones contenidas dentro o fuera del límite municipal.



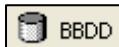
Zoom de la Selección

Después de seleccionar actuaciones de manera general o específica con la función de Selección Actuaciones o Selección por Atributos, podremos hacer una ampliación extendida al layout de éstos, sólo con pulsar este botón.



Eliminación del Término Municipal

Con apretar en esta aplicación se eliminará el límite municipal del Municipio con el que se este tratando. Esta herramienta tiene utilidad en los casos que la línea este en contacto con las actuaciones a analizar y dificulten la toma de decisiones.



Resultados en Base de Datos

Este es el último comando, que al marcarlo abrirá un formulario. En él seleccionaremos bajo unos campos provinciales (1), y municipales (2), el nombre de la Actuación (3), la resolución y porcentajes (4), más comentarios (5) que representen la realidad de cada caso. Al pulsar aceptar, estos datos seleccionados pasaran de forma automática a la tabla Acces que conformará la Base de Datos del proyecto.

The screenshot shows a dialog box titled 'BBDD' with the following fields and a numbered callout:

- Nombre Provincia (Field 1)
- Nombre Municipio (Field 2)
- PDF (Field 3)
- Resolución Catastral (Field 4)
- Comentarios (Field 5)

At the bottom right of the dialog is a button labeled 'Insertar en BBDD'.

Fig. 15.- Formulario Resultados en Base de Datos secuenciado con por pasos para su implementación.

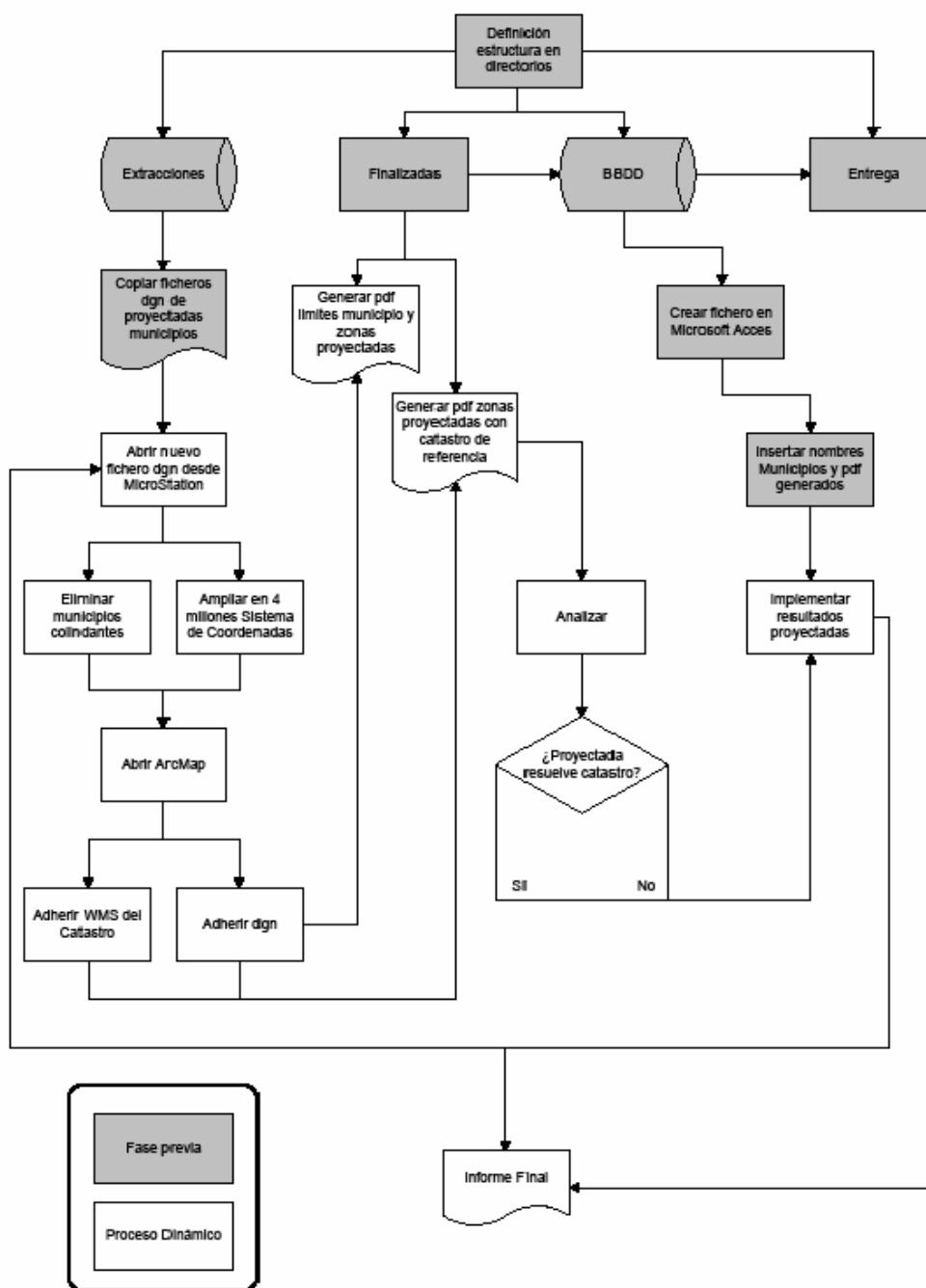
2.3. Diseño Funcional

En este apartado se explica el diseño del proceso y sus aplicaciones resultantes.

2.3.1. Flujos de Trabajo

Aquí se representan los esquemas del proceso de trabajo para el proyecto "proyectadas a definitivas" de la empresa Aurensis. En primer lugar se muestra el diagrama de flujos tal cual se llevaba a cabo por parte de los operarios.

Fig. 16.- Diagrama de flujos del proyecto "Proyectadas a Definitivas" en origen



En el segundo dibujo que se muestra a continuación, ejemplifica el diagrama de flujos que seguirá el operador a la hora de trabajar en dicho proyecto.

Las novedades, se han comentado constantemente durante el transcurso de esta memoria y fueron diseñadas después de haber realizado el trabajo mediante el sistema anterior, pero, sin que sirva de precedente, volveremos a citarlas.

A simple vista, se observa una estructura mucho más sencilla, gracias a la aplicación, que permite integrar todo el proceso de trabajo dentro del mismo software: *ArcGis*.

La potencialidad de esta optimización llevada a cabo radica precisamente en dicho programa, que mediante sus extensiones, permite crear nuevas funciones capaces de simplificar todo un proceso de trabajo de una manera automatizada y mecánica, obteniendo los mismos resultados, pero esta vez reduciendo el tiempo de trabajo y minimizando los errores.

En resumen, el proceso resulta más ordenado y fácil de seguir por el operador.

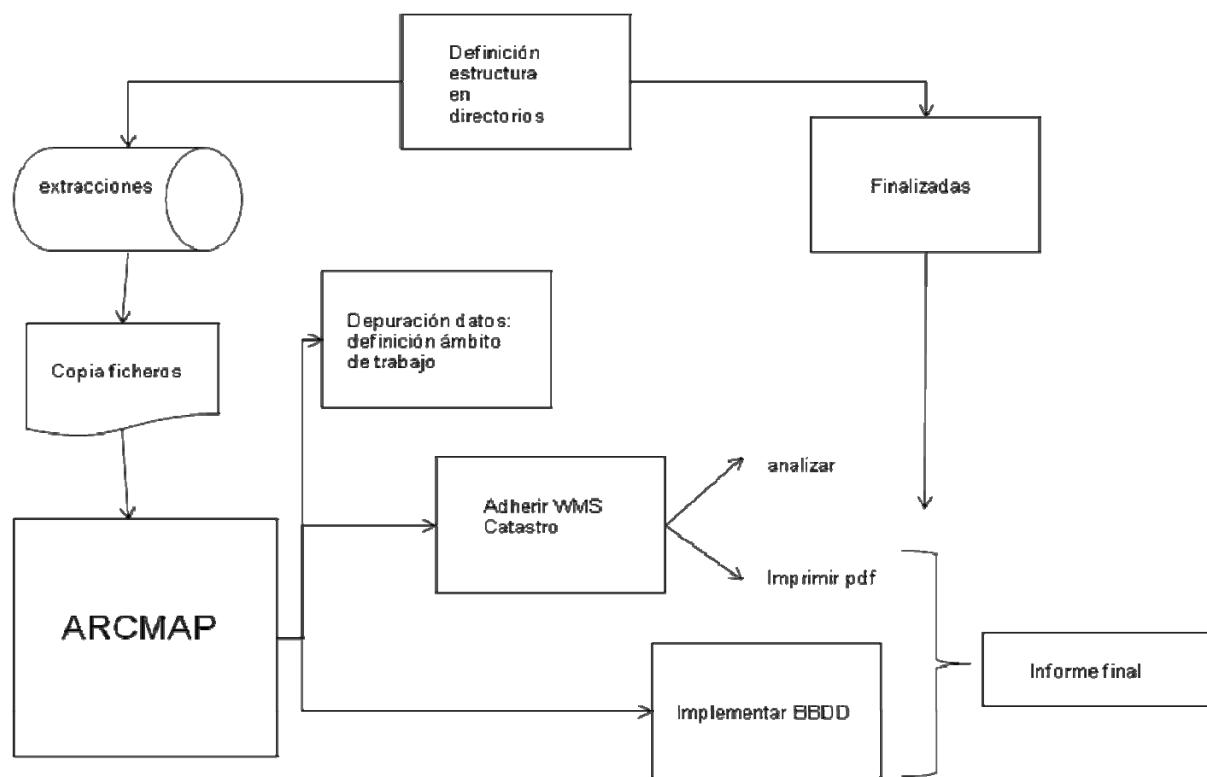


Fig. 17.- Diagrama de flujos del proyecto "Proyectadas a definitivas" optimizado.

2.3.2. Casos de Uso

Los diagramas de caso de uso (*Use Case Diagram*), son representaciones gráficas y esquemáticas que reflejan las funcionalidades representativas de un proyecto.

Los diferentes casos de usos nos muestran los comportamientos del aplicativo dentro del sistema, poniendo interés en la interacción del usuario con los diferentes elementos propios. Se puede considerar como una evaluación que nos permite diseñar como queremos que funcione el sistema y que necesidades tendrá. Se describen en forma de acciones y reacciones, el comportamiento del sistema desde el punto de vista del usuario.

Estos diagramas permiten describir la funcionalidad del sistema de forma independiente a su implementación y están basados en un lenguaje natural y accesible a los usuarios.

A continuación se presentan una leyenda de los componentes de los casos de usos, para entender los diagramas aplicados a elementos específicos del nuevo *toolbar*.

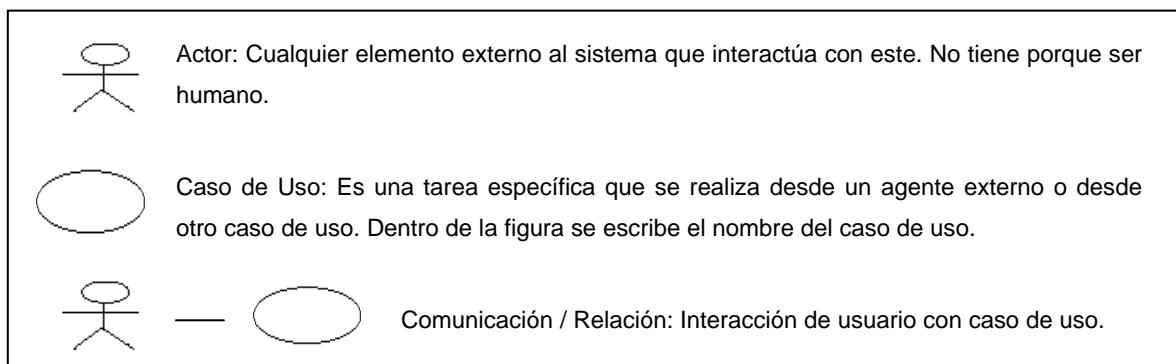


Fig. 18.- Simbolización de los casos de usos.

Para proporcionar la captura de requisitos de cada elemento del aplicativo, se advierten dos formas diferentes de actuar.

Por una parte existe la interacción causa-efecto, en que el usuario en respuesta a su evento “click” aparece directamente el requisito deseado dentro del escenario de trabajo. Bajo este caso de uso se encuentran las herramientas de nueva creación siguientes: Generación Rectángulo, Título Layout, Norte / Escala, Add WMS, Zoom Extendido, Selección Actuaciones, Zoom de la selección y Eliminación del Límite Municipal. Hay que reseñar que dentro de este conjunto creado de manera abstracta existen pequeñas diferencias en el accionado del comando, aunque sus coincidencias son mayores.

A continuación, mediante un diagrama de casos de usos, se especifica como se consigue extraer la funcionalidad de estas herramientas citadas de un primer tipo de caso de uso, que forman parte del aplicativo “proyectadas a definitivas”.

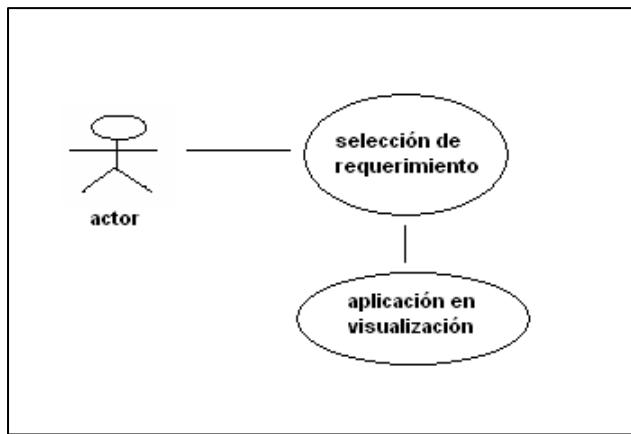


Fig. 19.- Diagrama tipo de caso de uso de acción directa.

En el siguiente tipo de casos de usos dentro del aplicativo generado, la acción que realiza el usuario para obtener la aplicación deseada, pasa por diferentes estados intermedios. En este grupo se catalogan los botones de Mover Cad, Definición de Ámbito de Trabajo y Resultado BBDD. Todos ellos requieren de la interacción con un formulario emergente, que en función de su cumplimiento, genera un tipo de resultado u otro. En el diagrama siguiente se muestra la interacción del usuario con este segundo grupo de herramientas.

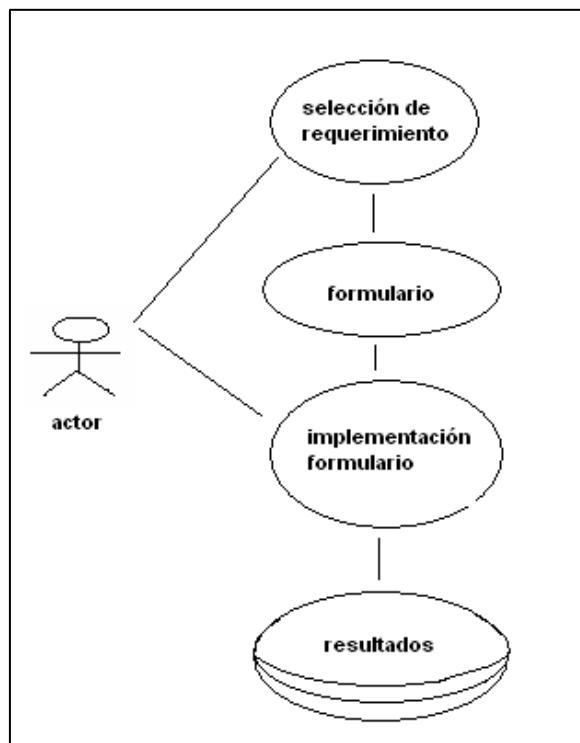


Fig. 20.- Diagrama tipo de caso de uso de acción indirecta.

2.4. Solución Metodológica

En esta parte se explica con que se ha trabajado y como se ha organizado.

2.4.1. ArcObjects. Principales Objetos Utilizados

El proyecto se ha llevado a cabo mediante el desarrollo de programación con *ArcObjects*. Esta es una estructura tecnológica con la que se desarrolla *ArcGis*, y las personalizaciones de aplicaciones de clientes *ArcGis Desktop* como *ArcMap*.

Las personalizaciones realizadas con *ArcObjects* se llevan a la práctica mediante *Visual Basic for Application* (VBA), lenguaje de programación que trabaja gracias a un editor de codificación incorporado a diversos programas, en nuestro caso, a *ArcGis*.

ArcObjects está basado en estándares COM (Component Object Model).

Los *ArcObjects* se estructuran en librerías o agrupaciones lógicas de componentes programables que van de la geometría básica de un elemento a un objeto mapa que interacciona con documentos de *ArcMap*. Para acceder al potencial de *ArcObjects*, es necesario tener instalada una licencia de *ArcView*, *ArcEditor* o *ArcInfo*.

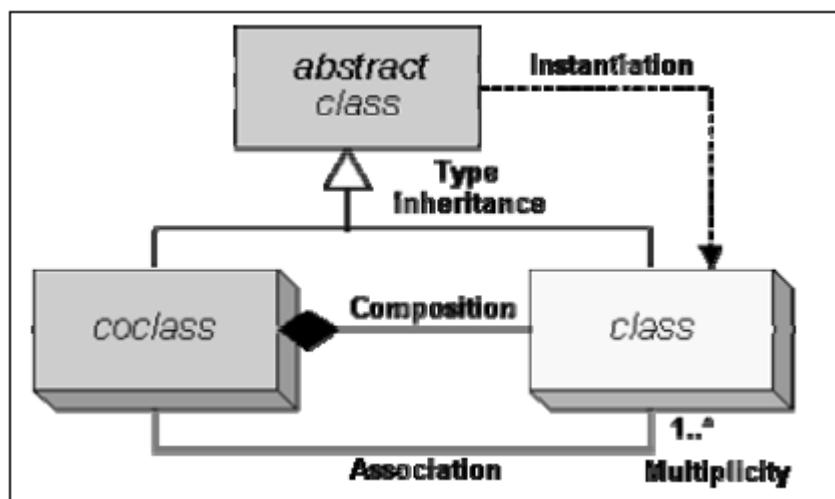


Fig. 21.- Tipos de clase que se distinguen en el modelo de Objetos de MapObjects.

Los *abstract classes* no se pueden utilizar para la creación de nuevos objetos, pero son una especificación para instanciar subclases, de manera que las propiedades y métodos de una *abstract class* pueden ser utilizados por otras clases, es decir, que tienen propiedades y métodos que las subclases pueden heredar.

Las *coclass* representan objetos que se pueden crear directamente utilizando la sintaxis de declaración de un nuevo objeto en el entorno de desarrollo. En VB equivaldría a un *Dim* o un *Set*.

Las *clases* no pueden crear nuevos objetos directamente por si mismas, pero si que se pueden crear como propiedades o funciones de otra clase.

Tal y como se observa en la figura anterior, *abstract class*, *coclass* y *class* pueden presentar diferentes tipos de relaciones entre ellas: *association*, *multiplicity*, *type inheritance*, *instantiation* y *composition*. Las *association* representan las relaciones entre clases; las *multiplicity* son una limitación del nombre de objetos que pueden estar asociados con otro objeto, las *type inheritance* son tipos de herencia que definen clases especializadas que comparten propiedades y métodos con la superclase, y tiene más propiedades y métodos; las *instantiation* especifican que un objeto de una clase presenta un método con el cual se crea un objeto a partir de otra clase; finalmente las *composition* son una forma más contundente de agregación en la cual los objetos de toda la clase controlan la vida útil de los objetos de una parte de la clase.

Para una mejor comprensión de los diferentes componentes y objetos de *ArcObjects*, es importante tener un control sobre estos modelos de objetos. Un modelo de objetos está formado, de forma general, por una colección de objetos organizados, más clases, donde éstas son conjuntos de objetos que presentan atributos similares. Una clase de objetos, pues, contiene toda la información que puede tener un objeto, se accede a esta información mediante una serie de propiedades y métodos. Cada aplicación tiene su propio modelo de Objetos, y en total, *ArcObjects* dispone de 31 modelos diferentes.

En la siguiente figura, se puede ver un diagrama general a modo de leyenda que facilita la comprensión de los modelos de Objetos de ArcGis.

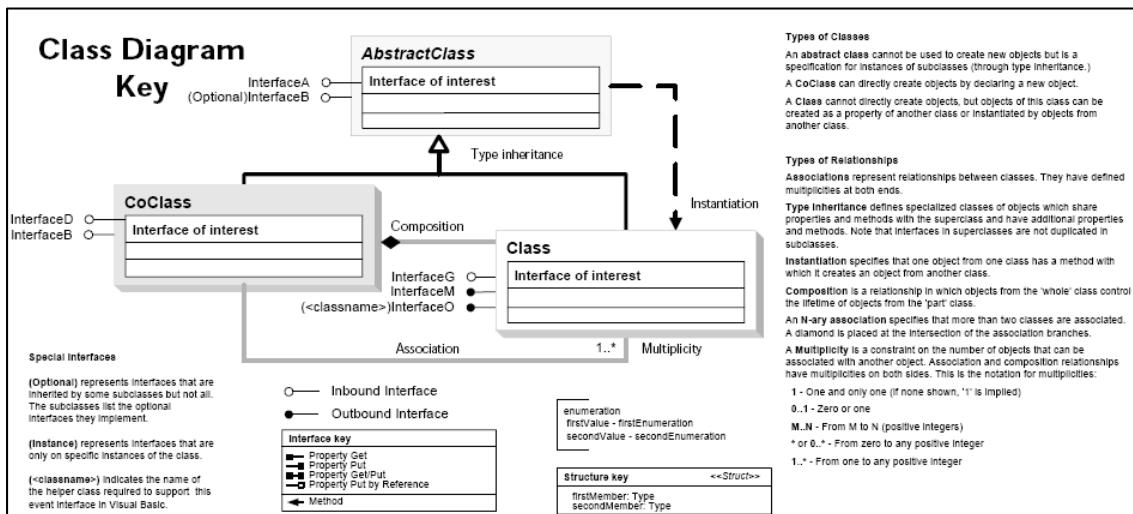


Fig. 22.- Diagrama tipo para la interpretación de los 31 modelos de ArcGis.

Para facilitar la comprensión del código utilizado, es preciso exponer los principales objetos utilizados en el desarrollo de la aplicación, que se realiza mediante la plataforma *ArcObjects*.

Así pues, en la figura 23 se muestran los principales componentes utilizados.

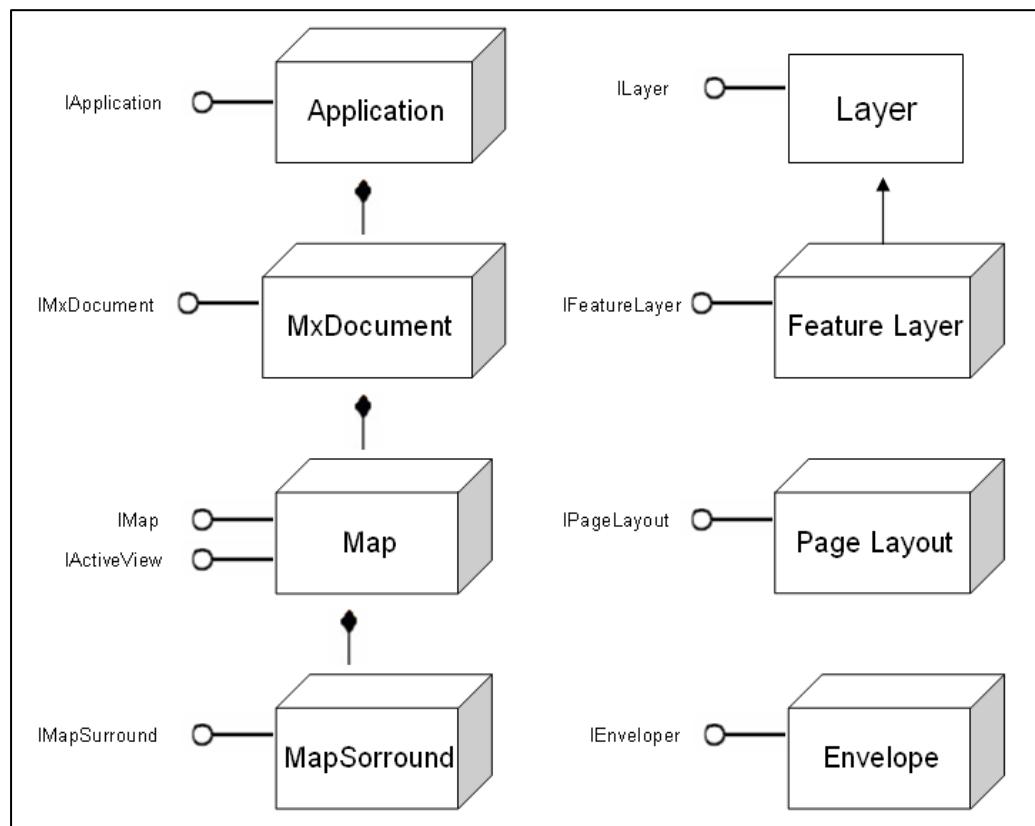


Fig. 23.- Representación esquemática donde se muestran las diferentes class, coclass, abstract class de ArcObjects que se han utilizado para la creación de la aplicación.

2.4.2. Organización de la codificación

En este proyecto, como ya se ha introducido en páginas anteriores, se ha utilizado el lenguaje VBA para la programación de la aplicación con *ArcObjects*.

En la programación con VBA, las unidades básicas son los procedimientos, los módulos y los proyectos. Los procedimientos son fragmentos de código que ejecutan tareas y acciones determinadas. Un módulo está formado por un conjunto de estos procedimientos, y podemos tener de tres tipos diferentes: módulos estándar, módulo de clase o formularios. Un módulo de clase es un módulo especial que contiene la definición de una clase, incluyendo las definiciones de propiedades y métodos; un formulario, en cambio, es un contenedor de controles a través de los cuales interactúa el usuario. Un proyecto está formado por uno o más módulos.

Una vez abierto el explorador de proyectos del editor de VBA desde *ArcMap*, se observa que aparece un listado con dos proyectos diferentes. Uno es el Normal (Normal.mxt), que está siempre cargado en el documento y representa la plantilla de *ArcMap* para el PC. Aquí están contenidas todas las funcionalidades que al abrir cualquier formulario se mostrarán, por tanto, no es recomendable modificarlo. El otro proyecto aparece por defecto y es el que está asociado con el documento de *ArcMap* que está activo, es decir, la programación introducida únicamente será efectiva en el documento con el cual estamos trabajando. En el caso del proyecto de esta memoria el archivo sobre el cual se programa la nueva aplicación y donde están introducidos los diferentes módulos creados es: ResultadosAurensis.mxd (se adjunta en el anexo digital).

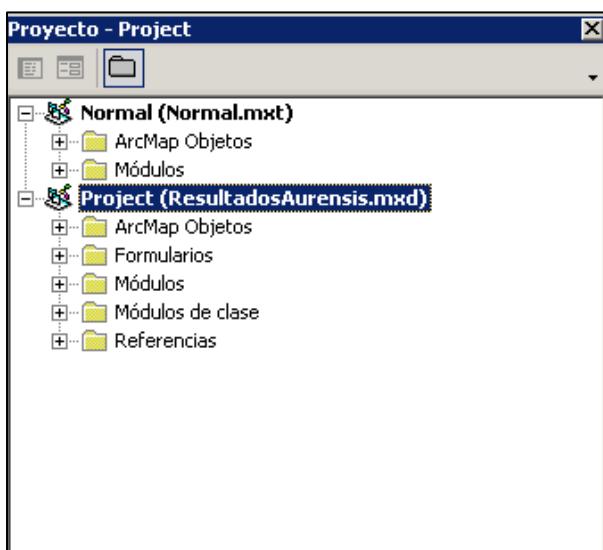


Fig. 24.- Explorador de proyectos del editor de VBA abierto desde ArcMap.

La aplicación desarrollada en VBA dentro del proyecto de ArcMap: ResultadosAurensis.mxd, se encuentra estructurada de la forma siguiente:

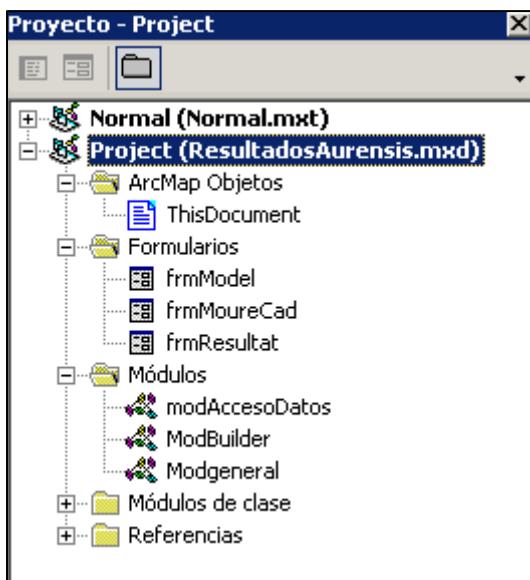


Fig. 25.- Estructuración en formularios y módulos de la aplicación desarrollada ResultadosAurensis.mxd.

En *ThisDocument* es donde se encuentra el código referente a los objetos de *ArcMap* y también código de funcionamiento de la barra de herramientas desarrollada. A través de los formularios se realiza la interacción entre el usuario y los procedimientos desarrollados, de manera que el usuario puede seleccionar algunas operaciones a realizar. Finalmente, dentro de algunos módulos existe un conjunto de declaraciones seguidas de procedimientos que ejecutan códigos vinculados desde formularios.

A continuación se enumera resumidamente, que contienen el *ThisDocument*, los formularios y los módulos:

***ThisDocument*:** es donde está todo el código que interactúa directamente con la barra de herramientas, para representar la funcionalidad en el programa. Esta clase, principalmente relaciona el código formulado en “Modgeneral”. A parte, también se presentan códigos para layout como la inserción de Título y Generación de Rectángulos, el procedimiento de Adherir WMS y Zoom de lo Seleccionado, y por último el vínculo con código al modulo “ModBuilder” y el formulario “FrmResultat”.

***ModAccesoDatos*:** módulo creado para la generación de resultados en Base de Datos. En el se introducirá información correspondiente a la conexión de las Tablas para realizar procedimiento, Consultas SQL para la obtención de resultados concretos y donde será insertado (tabla) y bajo que campo.

ModBuilder: módulo que contiene el código de todas las operaciones de análisis realizadas con *ArcToolbox*, y que se ha exportado desde el *Model Builder* en VBScript, modificándolo algunos aspectos de incompatibilidad en el código, para su funcionamiento desde *ArcObjects*.

ModGeneral: módulo que contiene un conjunto de códigos diferentes adaptados para crear funcionalidades diversas. Se presenta líneas de código para el layout, con la adhesión del Norte y Escala en la representación cartográfica. *Zoom to layer*, *Select Map Features* y *Eliminación del Término Municipal*, propiedades todas ellas para el proceso de análisis. Y finalmente, también se alberga código para la transformación del eje de las “y” en el dibujo CAD. Todos ellos están vinculados con *ThisDocument*.

FrmModel: formulario en el cual el operario debe seleccionar campos de texto, introduciendo datos de origen (líneas y anotaciones) con sus filtros respectivos. La extracción conforma la capa resultante. Este Output contiene el ámbito de trabajo definido para poder realizar las operaciones de análisis. Este formulario realizado en VB está relacionado con el modelo “ModBuilder”. Para ver su diseño, observa figura 14.

FrmMoureCad: formulario VB, muy simple, en su cuadro de texto aparecen las capas visibles en la tabla de contenidos de *ArcMap*, la selección de las deseadas acompañado de pulsar en el botón “Mover Capas”, superpondrá el dibujo CAD con la imagen WMS de la cartografía provincial española. Mantiene vínculo con el módulo “ModGeneral”. Para ver su diseño, observa figura 13.

FrmResultat: formulario a partir del cual el operario selecciona campos a implementar, generando resultados que serán enviados a una tabla base de datos predeterminada mediante el botón final de “*Insertar en BBDD*”. El código utilizado para su representación es VB. Los aspectos externos propios a conexión de tablas, entrada y salida de datos, están albergados dentro del módulo “ModAccesoDatos”. Para ver su diseño, observa figura 15.

2.5. Presentación de Resultados

Para comprobar que un proyecto o estudio ha sido llevado a buen puerto, es necesario hacer un control de calidad y un test prueba o piloto, que garantice las mejoras producidas.

Sin más dilación, se muestra el nuevo proceso a seguir para generar los resultados de una manera ilustrada.

En primer lugar, Adherimos el archivo CAD a tratar (con sus anotaciones y polilíneas) y la capa cargada WMS. En este caso test, lo haremos con el municipio sevillano de Umbrete.

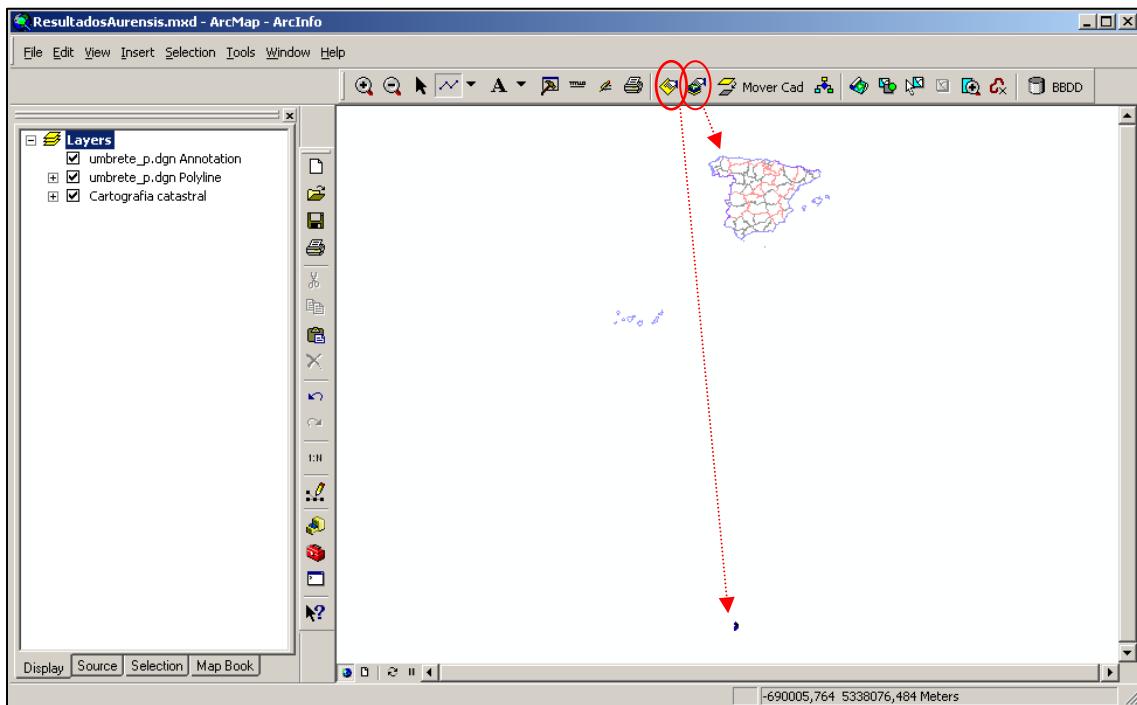


Fig. 26.- Captura de pantalla al adherir Add Data con municipio correspondiente y Add WMS.

Teniendo cargados estos layers, procedemos a hacer el solapamiento en la zona que corresponde. En la siguiente visualización se observa como los municipios cuadran perfectamente con los del servicio WMS, después de haber seleccionado las capas de líneas y anotaciones a tratar dentro del formulario surgido. A continuación se muestra la visualización en la pantalla, señalando con un círculo la herramienta específica para realizar esta acción.

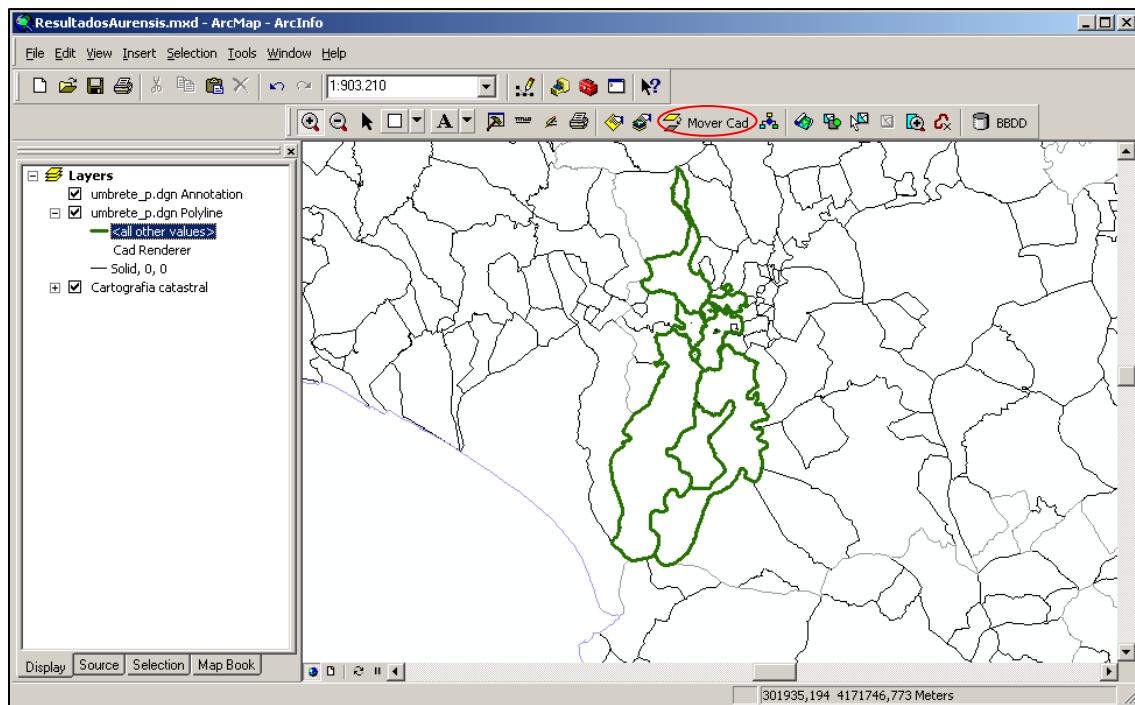


Fig. 27.- Captura de pantalla al solapar capas de Municipios con WMS.

Una vez estamos en el lugar del estudio, depuramos el dibujo para trabajar sólo con lo que nos interesa: Municipio y Actuaciones. Este es el aspecto que se consigue después de pulsar el botón seleccionado e insertar los campos del formulario.

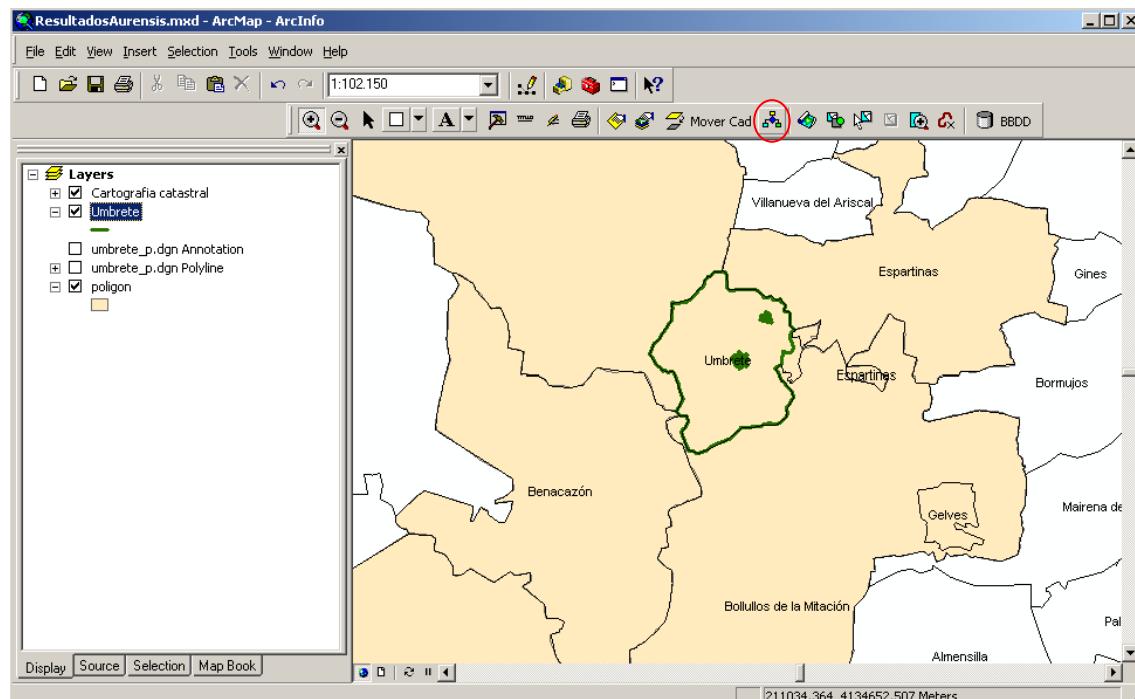


Fig. 28.- Captura de pantalla donde se extrae el municipio con sus actuaciones a tratar sobre los municipios proporcionados.

Una vez incorporados y tratados los datos, se procede al análisis y generación de archivos pdf que contendrán la información cartográfica necesaria, tanto del Municipio con sus actuaciones, como Actuaciones en relación con la Cartografía Catastral.

Así pues, en el punto que lo dejamos, sería importante hacer un zoom máximo que extienda el dibujo sobre el layout. Con herramientas de Edición, para generación de texto, rectángulos, título y norte / escala; tendremos terminado la primera representación cartográfica. En la siguiente representación se observa el resultado cartográfico y los elementos a utilizar.

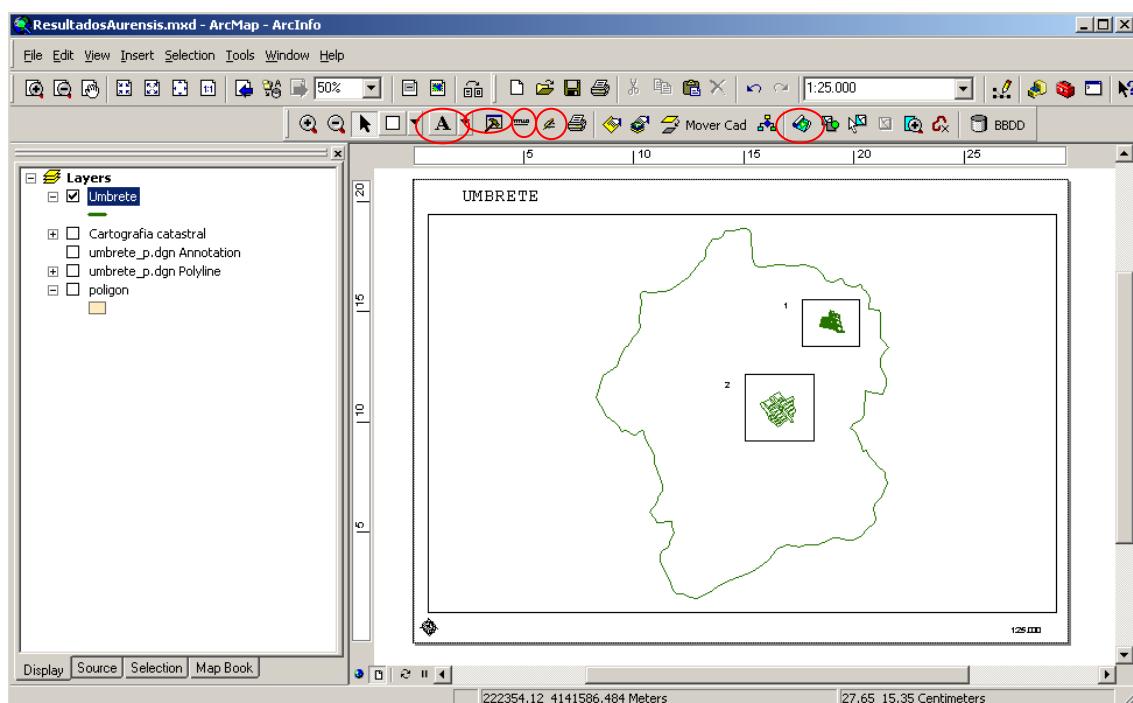


Fig. 29.- Captura de pantalla en que se prepara en layout, el Municipio con las secuencias de actuaciones.

En la segunda representación, el límite municipal deja de tener importancia, y ahora el elemento con que trabajar son las Actuaciones. Para ello se tienen herramientas que nos permiten seleccionar las actuaciones de una manera visible y a modo general, o de modo específico, más la de borrar la selección. En la siguiente visualización se muestran dichos botones por orden de nombramiento.

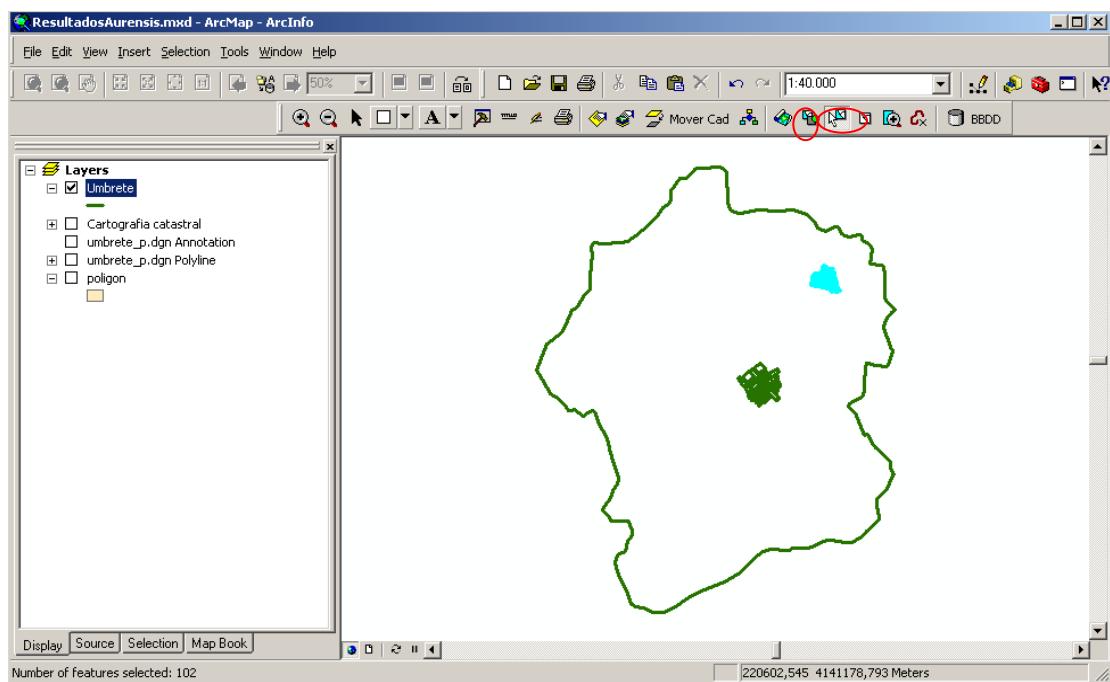


Fig. 30.- Captura de pantalla con la selección de Actuaciones del Municipio.

A partir de esta selección, podemos hacer un zoom máximo sobre el layout, como hacíamos con la capa del municipio con actuaciones, pero en este caso, sobre la actuación seleccionada/s. Hecho este paso, es el momento de editarlo de la manera más correcta posible y ponerlo en concordancia con la cartografía catastral existente.

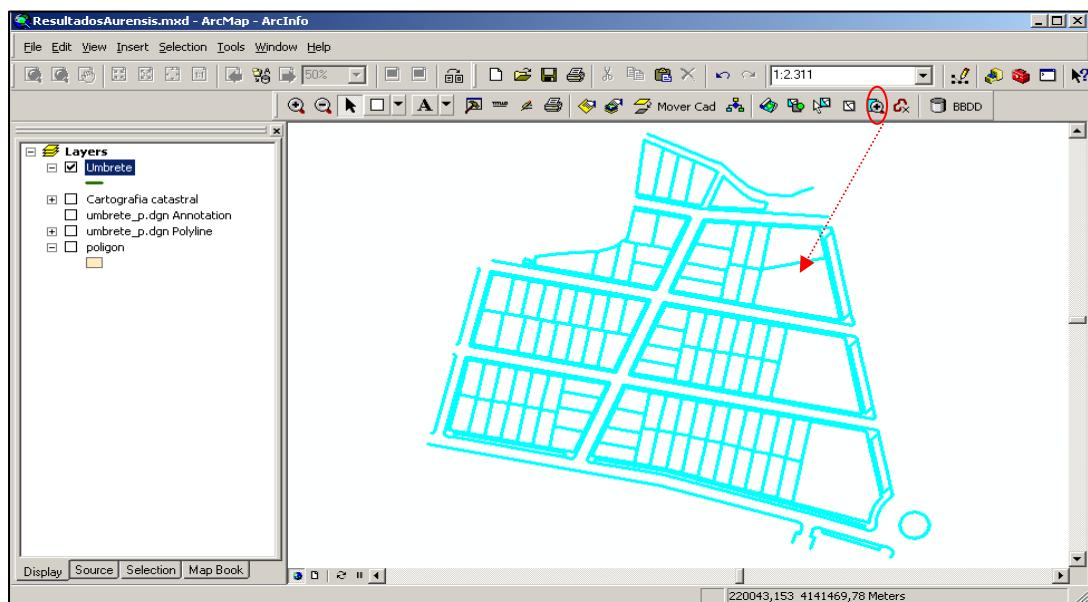


Fig. 31.- Captura de pantalla con el zoom de Actuación Seleccionada.

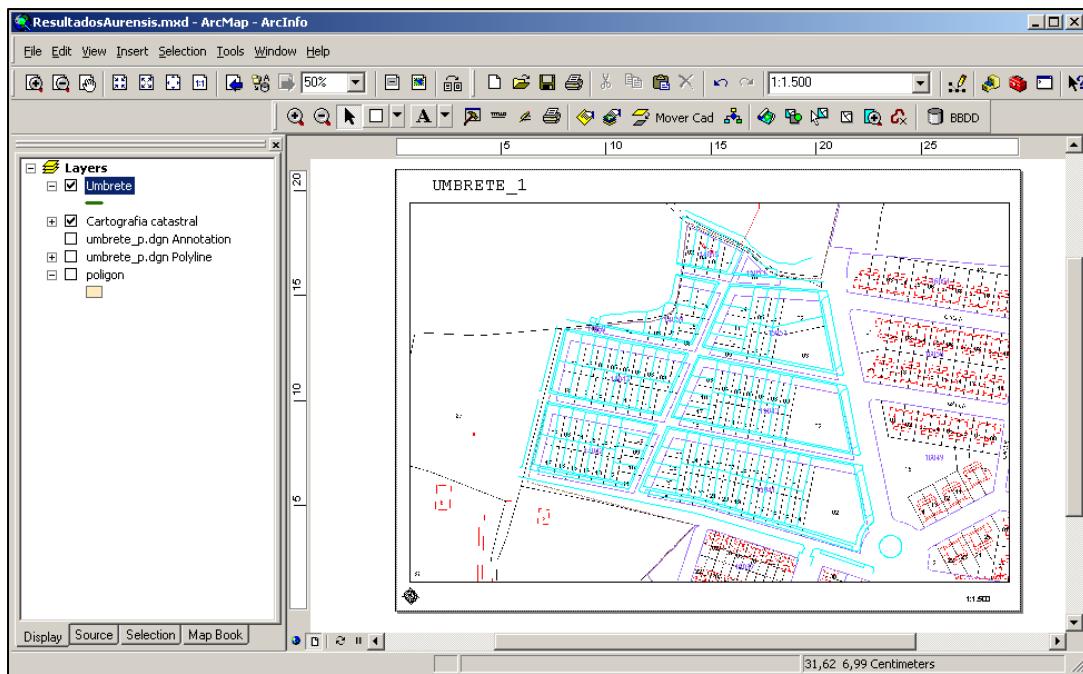


Fig. 32.- Captura de pantalla con Actuación en relación Cartografía catastral y dentro del Layout.

Previamente, para casos en que el límite del término municipal interrumpe la visión de la actuación, podemos eliminarlo, quedando de la siguiente manera. En este ejemplo vemos para el municipio malagueño de Vélez-Málaga, como gracias a la herramienta de eliminación del término municipal, se puede operar con más facilidad. Si se observa el perímetro municipal, divisamos que en la definición de la villa, se ha contemplado el enclave de la derecha, sin pasar desapercibido.

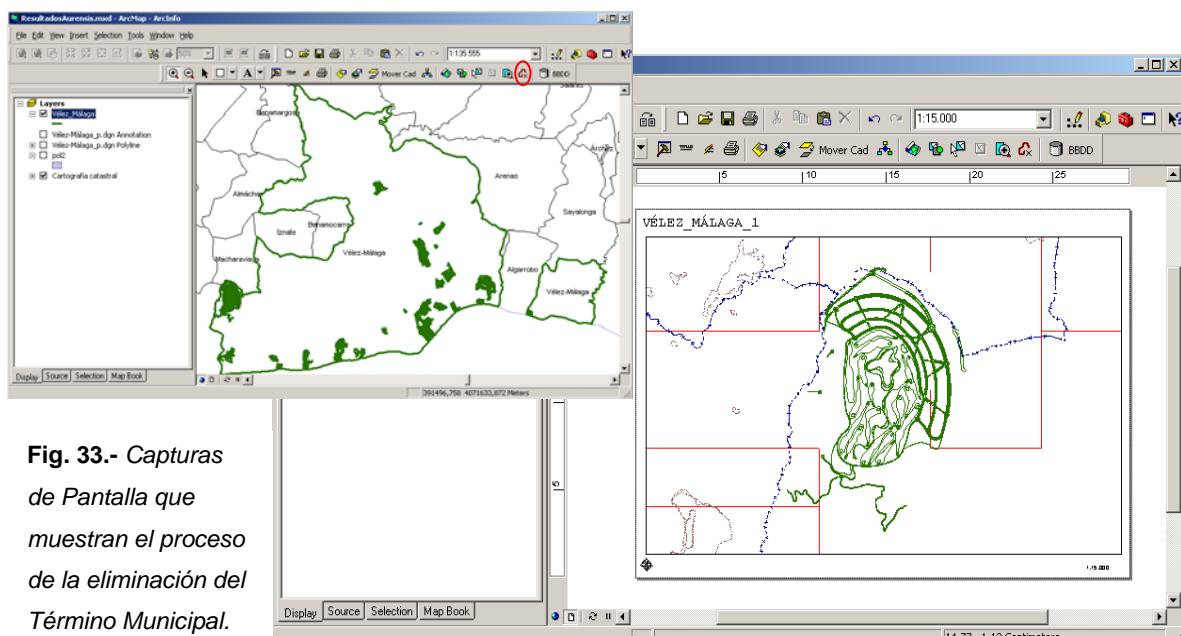


Fig. 33.- Capturas de Pantalla que muestran el proceso de la eliminación del Término Municipal.

siguiendo con el municipio de Ojén, para documentar estos anexos gráficos, es

necesario complementar una serie de campos a través de la herramienta BBDD, que automáticamente pasaran a formar parte de una tabla predefinida, almacenándose aquí cada uno de los resultados de las diferentes Actuaciones. En la siguiente representación se observa que mediante el elemento seleccionado, aparece el formulario y este a su vez mediante insertar en BBDD quedará documentado.

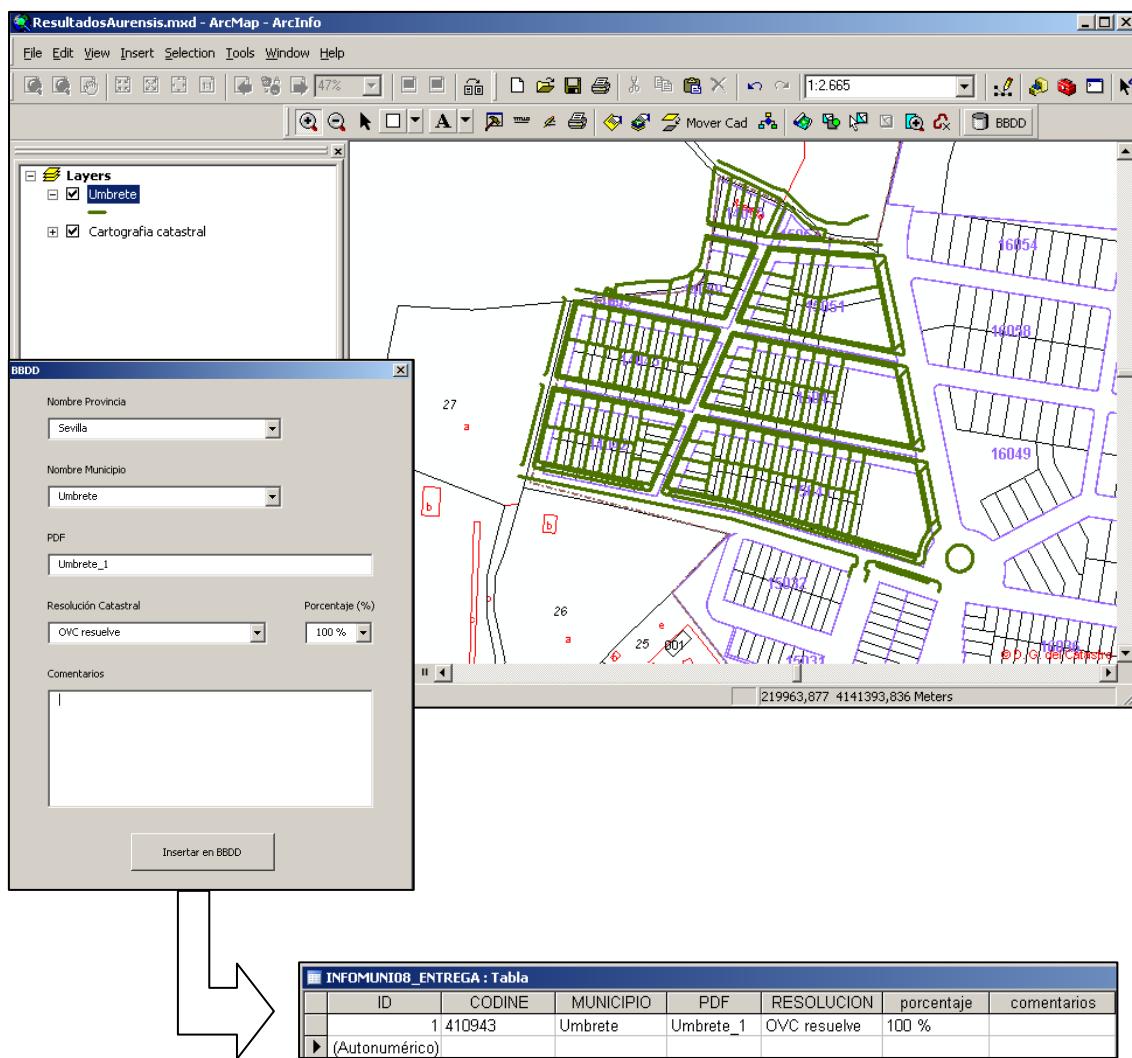


Fig. 34.- Capturas de pantalla que muestran el proceso del almacenamiento de Base de Datos.

3. Conclusiones

Esta memoria puede concluir con un grado de satisfacción bastante alto, ya que los objetivos marcados en sus inicios han sido cumplidos en su totalidad.

El hecho de ser una barra de herramientas que queda incorporada en un proyecto de *ArcMap* (ResultadosAurensis.mxd), lo hace fácilmente transportable a otras máquinas. Igualmente, al ser una herramienta independiente del resto de objetos de *ArcMap*, permite que pueda ser ampliada o bien modificada en un futuro, a posibles aplicaciones solicitadas por el cliente, todo ello sin causar alteraciones en el programa.

La operatividad de la barra de herramientas, representa un instrumento intuitivo y fácil de utilizar por parte de los usuarios a la hora de realizar su proceso de trabajo.

La cuestión de trabajar dentro de un mismo entorno de trabajo, de una manera ordenada y automatizada en los diferentes procesos, permite ser utilizada por un operador poco familiarizado con *ArcMap*, favoreciendo esto, a destinar menos tiempo a la formación y desencadenando mayor productividad.

Los resultados obtenidos del proceso, también han conseguido una mejora, todo y la limitación de los datos de origen. Se ha mejorado tanto en la creación de la Base de Datos, en la que ahora sólo se debe seleccionar unos valores definidos y no se requiere abrir la tabla de Acces para introducirlo manualmente; como en la producción cartográfica de las actuaciones, donde se han adaptado nuevas funcionalidades para su generación, que facilitan el proceso y mejoran su presentación, dotándola de mayor rigurosidad.

Como contrapartida, no se pudo profundizar como se marcó en primera instancia, sobre el análisis comparativo entre la imagen WMS y los layers extraídos del SIG. Esta hipótesis se desechó una vez se averiguó que para poder interactuar con los mapas servidos por el estándar WMS, editando la imagen que nos ofrece o analizarla siguiendo criterios geográficos, necesitaríamos el servicio WFS (Web Feature Service). Sabido esto, se informa a la empresa para si en un futuro quieren incorporar este servicio a su proyecto de “Proyectadas a Definitivas”, para dotarlo de mayor automatización y mejor eficiencia.

Referencias Web

Aurensis, S.L. (<http://www.aurensis.com/>)

ArcObjects Online (<http://edndoc.esri.com/arcobjects/8.3/>)

Ayuda DAO (<http://www.canalvisualbasic.net/dao/accesodatos.asp>)

Esri (<http://www.esri-es.com/>)

Ejemplos de código (<http://edn.esri.com/>)

Ejemplos VBA (<http://www.xltoday.net/>)

Institut Cartogràfic Catalunya (<http://www.icc.es/>)

Instituto Nacional de Estadística (<http://www.ine.es/>)

Soluciones Geoprocесamiento (<http://www.geotecnologias.com/>)

Soporte Esri (<http://support.esri.com>)

Índice de Figuras

Figura 1.- Organigrama de proceso de Trabajo del proyecto “Proyectadas a Definitivas”	10
Figura 2.- Interfaz Model Builder para la concreción del Municipio con sus actuaciones y principales herramientas utilizadas.....	14
Figura 3.- Software y procedimiento utilizado para la inserción de resultados en la base de datos Acces.....	15
Figura 4.- Esquema que resume la metodología seguida para la realización del proyecto.....	16
Figura 5.- Aplicación definitiva en la que se muestran los cuatro grupos de funcionalidades...	20
Figura 6.- Clases de elementos a Importar dentro de ArcMap, a partir de los ficheros dgn extraídos.....	21
Figura 7.- Formulario que aparece, al clicar sobre el botón para subir el eje “Y” del dibujo 4 millones. Se muestran las capas activas en la tabla de contenidos.....	22
Figura 8.- Gráfico que muestra la subida en el eje de las “y” del dibujo hasta sobreponerse con la capa WMS.....	22
Figura 9.- Formulario que aparece al pulsar sobre el botón para definir el ámbito de trabajo de un Municipio con sus unidades de actuación.....	23
Figura 10.- Secuencia gráfica de las capa origen CAD a la capa final resultante del proceso anterior.....	23
Figura 11.- Funcionalidades del Formulario BBDD. Filtro de Municipios por provincia, Selección de Resolución por VBA y Almacenamiento en Tabla.....	24
Figura 12.- Simbolización de Barra de Herramientas adaptada al proceso “proyectadas a definitivas” con nombres de todas sus funcionalidades.....	25
Figura 13.- Formulario de Mover CAD.....	26
Figura 14.- Formulario Definición Ámbito de Trabajo secuenciado con por pasos para implementación.....	26
Figura 15.- Formulario Resultados en Base de Datos secuenciado con por pasos para su implementación.....	27
Figura 16.- Diagrama de flujos del proyecto “Proyectadas a Definitivas” en origen.....	28
Figura 17.- Diagrama de flujos del proyecto “Proyectadas a definitivas” optimizado.....	29
Figura 18.- Simbolización de los casos de usos.....	30
Figura 19.- Diagrama tipo de caso de uso de acción directa.....	31
Figura 20.- Diagrama tipo de caso de uso de acción indirecta.....	31
Figura 21.- Tipos de clase que se distinguen en el modelo de Objetos de MapObjects.....	32
Figura 22.- Diagrama tipo para la interpretación de los 31 modelos de ArcGis.....	33
Figura 23.- Representación esquemática donde se muestran las diferentes class, coclass, abstract class de ArcObjects que se han utilizado para la creación de la aplicación.....	34
Figura 24.- Explorador de proyectos del editor de VBA abierto desde ArcMap.....	35
Figura 25.- Estructuración en formularios y módulos de la aplicación desarrollada ResultadosAurensis.mxd.....	36

Figura 26.- Captura de pantalla al adherir Add Data con municipio correspondiente y Add WMS.....	38
Figura 27.- Captura de pantalla al solapar capas de Municipios con WMS.....	39
Figura 28.- Captura de pantalla donde se extrae el municipio con sus actuaciones a tratar sobre los municipios proporcionados.....	39
Figura 29.- Captura de pantalla en que se prepara en layout, el Municipio con las secuencias de actuaciones.....	40
Figura 30.- Captura de pantalla con la selección de Actuaciones del Municipio.....	41
Figura 31.- Captura de pantalla con el zoom de Actuación Seleccionada.....	41
Figura 32.- Captura de pantalla con Actuación en relación con Cartografía Catastral y dentro del Layout.....	42
Figura 33.- Capturas de Pantalla que muestran el proceso de la eliminación del Término Municipal.....	42
Figura 34.- Capturas de pantalla que muestran el proceso del almacenamiento de Base de Datos.....	43

Anexo: Manual Usuario

- 1. Introducción**
- 2. Activación Barra Herramientas**
- 3. Funcionamiento**
- 4. Almacenamiento de Resultados**

1. Introducción:

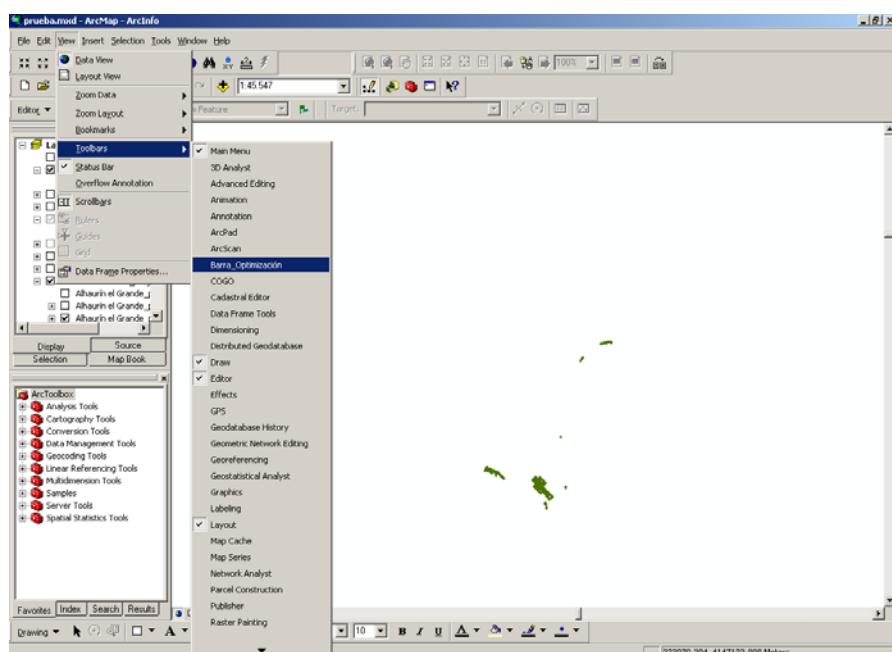
Como resultado para poner en marcha el proceso de Optimización, se crea una barra de Herramientas propia dentro de un proyecto de ArcMap y desarrollada con VBA (Visual Basic For Applications).

No se necesita instalación previa, para arrancar la aplicación únicamente es preciso abrir el proyecto en cuestión.

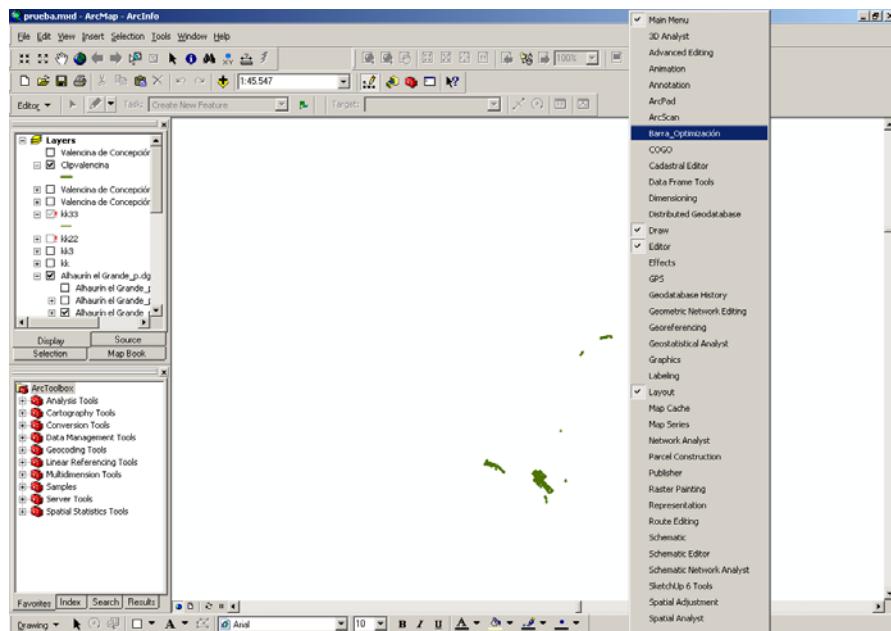
2. Activación de la Barra de Herramientas:

La barra de herramientas creada, ya se ve visible con la Barra de Optimización activa, pero en el caso que al abrir el formulario .mxd no la encontrásemos o la necesitáramos cerrarla, tenemos dos formas de hacerlo.

1. Desde el Menú View> Toolbars> Barra_Optimización

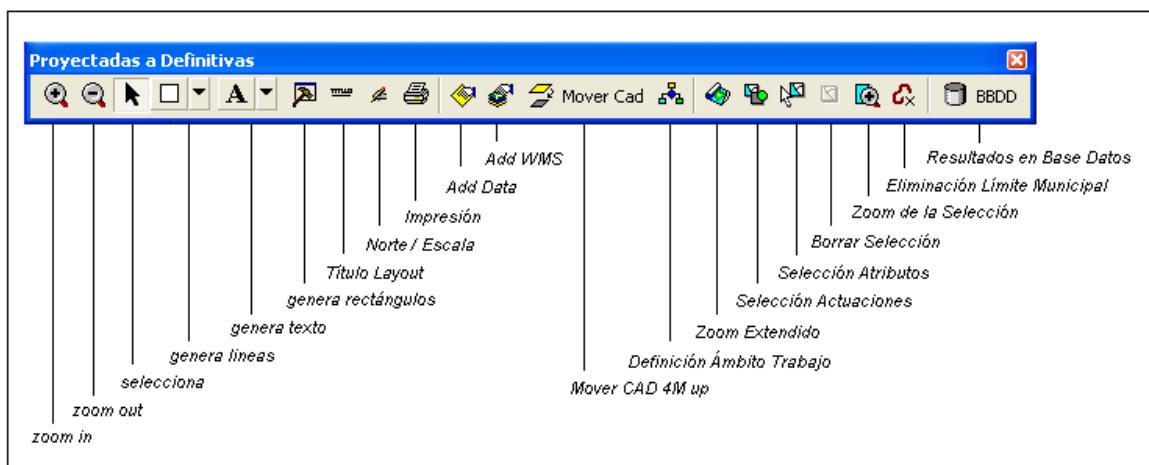


2. Pulsar el botón secundario con el ratón, sobre la zona del toolbar y activarla.



3. Funcionamiento de la Barra de Herramientas:

Esta será la interfície principal de nuestra barra de Herramientas creada: Barra de Optimización.



El orden que sigue la barra de herramientas, está dispuesto de una manera premeditada para que el operador siga el proceso como una cadena de acciones, a

excepción de las herramientas de edición que están dispuestas al inicio del aplicativo, ya que pueden ser utilizadas en cualquier momento del proceso.

Para acceder a las funcionalidades de cada ítem simplemente deberemos pulsar sobre el botón que el que queramos hacer una acción determinada.

A partir de aquí la plasmación de la acción será generada por eventos click y en algún caso por *mousedown* (arrastrar el puntero a la vez que se mantiene pulsado el Mouse), excepcionalmente para algún zoom y generación de rectángulos.

En este punto se comenta el uso que se tiene que hacer de cada herramienta. Dentro del apartado “2.5. Presentación de Resultados” se muestra como apoyo gráfico los resultados que van resultando de las operaciones efectuadas.

Para importar los datos extraídos, tanto Add Data como Add WMS, es necesario pulsar el botón correspondiente. En el caso del WMS, se ha de activar además desde la tabla de contenidos, ya que por los atributos creados en la programación, aparece así por defecto. El dibujo en formato *.dgn* sin sistema de coordenadas definido, queda a 4 millones respecto el eje vertical del servicio catastral.

Para mover el dibujo se pulsa el botón asignado, surge un formulario en el cual se deben seleccionar las capas deseadas para la contraposición.

La definición del Ámbito de Trabajo se puede hacer desde ArcToolbox desde el modelo creado o desde el propio aplicativo. En ambos casos es preciso rellenar los campos que aparecen en su formulario (fig. 14). Se implementa la capa de líneas del municipio, su filtro, que siempre será “layer='TERMINO_MUNICIPAL””, la capa de Anotaciones más su filtro, que debe contener: “txtMemo=*Nombre del municipio a tratar*”, en cada caso, el nombre entre asteriscos irá variando. Poniendo un ejemplo, en el caso que se trate con el municipio de Sevilla, el filtro se implementa: “txtMemo='Sevilla”.

Finalmente, para almacenar los dibujos con los polígonos vacíos y definición propia del ámbito de trabajo, se tiene que introducir la ruta concreta donde quedarán archivados.

El siguiente grupo de herramientas pertenecientes al análisis son de ayuda, pero no son vitales dentro del proceso. La ejecución de las mismas como se ha comentado al principio de esta misma página se lleva a cabo mediante los eventos “click” y “mousedown”. Para la generación de texto y polígonos se sigue este mismo sistema.

Pasando al último grupo de funcionalidades, al pulsar el botón de BBDD, emerge un formulario (fig.15), que se rellena de una manera jerárquica. El primer campo debe contener la provincia a la que pertenece ese Municipio. En segundo lugar, dada esa provincia, elegir el municipio. En el tercer campo se introduce el nombre que va a llevar ese documento cartográfico. Ejemplo: Sevilla_2 (segunda actuación de Sevilla).

Finalmente se añade el resultado que se haya detectado en el análisis a partir del control de selección, en el que se podrá seleccionar “sin proyectada”, “resuelve”, o “no resuelve” y con los porcentajes definidos en el caso que se resuelva la actuación.

También se pueden introducir datos comentando cualquier duda al respecto de cada actuación. Este campo no es de obligatoria introducción para el desarrollo del mismo, puede quedar vacío.

Por último, se comenta que el Título de Layout y Norte / Escala del conjunto de herramientas de Edición cartográfica, se ejecutarán mediante el evento click del ratón y serán visibles únicamente dentro de la vista de Layout. La ubicación de estos elementos surgidos, están configurados, para que aparezcan en los márgenes de la página. En el caso que se quiera modificar su posición, se podrá arrastrar para reubicarlos.

4. Almacenamiento de Resultados:

Los resultados a conseguir son: Cartografía y Bases de datos. En cuanto a esta última para dirigir de donde se quieren extraer los datos y donde dirigirlos es obligatorio manifestar sus respectivas rutas de enlace.

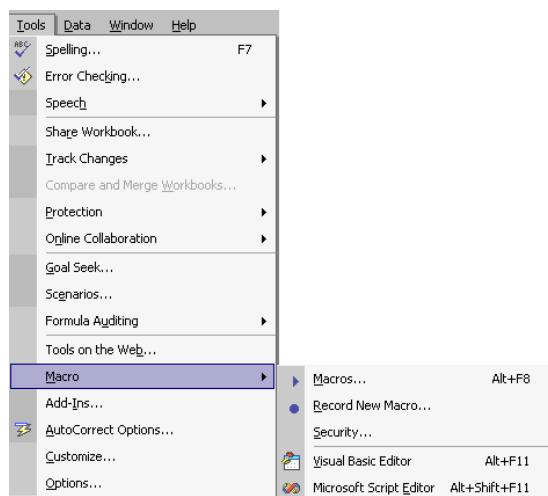
Para ello es necesario acceder al editor de Visual Basic, donde se encuentra codificado todo el código. Dentro de la tabla de contenidos de éste, hay que acceder al código de Base de Datos, en este caso, se ha de entrar dentro del módulo “modAccesoDatos” donde por defecto está la ruta del archivo donde están contenidas todas las tablas. Dentro también de la tabla de contenidos del Visual, se encuentra el formulario “frmResultat”, si se accede a su codificación y bajo el comando “aceptar” se muestra el *sqlInsert*, en el que se realiza la consulta de los campos que van a ser introducidos y dentro de que tabla van a insertarse.

En la página siguiente junto la representación para acceder a Visual Basic Editor, se muestra en negrita las ubicaciones respectivas tanto del archivo donde se conectan las tablas, como la tabla de salida donde van a parar los datos resultado.

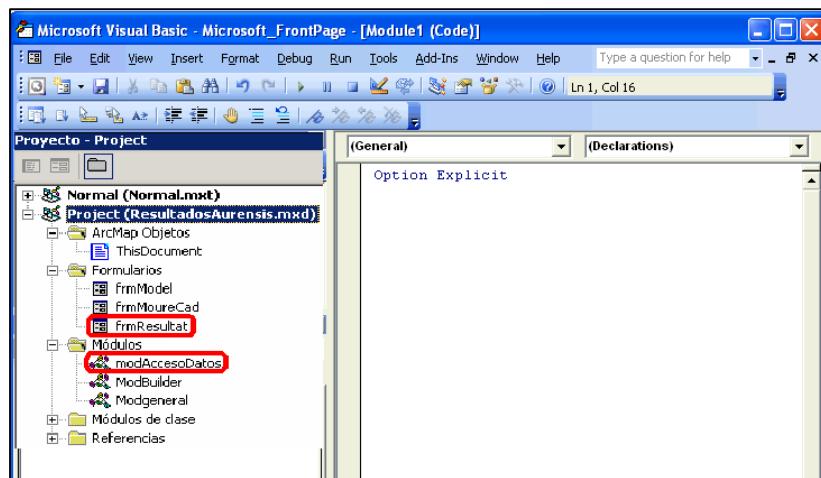
En el caso de que se quiera cambiar la ubicación o la tabla y campos, estas variables deberán ser substituidas por las deseadas. Esto no afectará al funcionamiento de la aplicación.

A continuación se muestra de una manera gráfica y por pasos a seguir.

1. Desde el Menú Tools> Macros> Visual Basic Editor



2. Acceder a “ModAccesoDatos” y “FrmResultat” para cambiar las rutas



3. Cambiar las rutas remarcadas en negrita por las deseadas

'CONEXIÓN A LA BBDD, ENTRADA DATOS.(contenido en “ModAccesoDatos”)

'Dim connexion As DAO.Connection

Dim BdD As DAO.Database

Const conn = "**E:\AURENSIS\BDDAurensis\BBDD.mdb**"

'SALIDA DE DATOS A INTRODUCIR EN LA TABLA Y CAMPOS REGISTRO (Contenido en

"FrmResultat")

Dim sqlInsert As String

sqlInsert = "**INSERT INTO INFOMUNI08_ENTREGA**

([CODINE],[MUNICIPIO],[PDF],[RESOLUCION],[PORCENTAJE],[COMENTARIO]) " &

"VALUES (" & codpro & codmun & ", " & cboMuni.Text & ", " & txtPDF & ", " & CmbCat.Text & ", " & _

CmbPor.Text & ", " & TxtCom.Text & ")"