

MAPPING

REVISTA DE CARTOGRAFIA, SISTEMAS DE INFORMACION
GEOGRAFICA, TELEDETECCION Y MEDIO AMBIENTE



PRECIO 900 PTAS.

Nº 34 NOVIEMBRE 1996

ESTIARA*SIG: un SIG de apoyo a la toma de decisiones en planificación rural

Ayala R., Becerra A., Iribarne L., Díaz J. R.,
Bienvenido F., Bosch A.
SPPIAM. Universidad de Almería.

1. INTRODUCCIÓN

La provincia de Almería, localizada en la parte oriental de Andalucía, con una extensión de 8.774 km², ofrece una gran diversidad y particularidad, siendo de destacar el hecho de que en ella está situado el único espacio desértico de Europa, estando sometida a diversos riesgos diferenciados de otras zonas del territorio del Estado.

El agua es la principal protagonista de la vida y actividad en la provincia de Almería. El clima típicamente mediterráneo, de elevadas temperaturas, totales pluviométricos muy bajos, con pocos días de lluvia, pero generalmente de carácter torrencial y bastantes horas de sol al año, hacen que se presenten los índices de aridez más elevados de la península ibérica. Los ríos aparecen secos la mayor parte del año. El problema de la sequía obliga a restringir los riegos en buena parte de la provincia, limitando la siembra de los cultivos con mayores necesidades hídricas. La proximidad de la montaña al mar, junto con la existencia de fuertes pendientes, dan lugar con frecuencia a grandes catástrofes.

Por otra parte los acuíferos subterráneos están sufriendo una creciente sobreexplotación, presentando en algunos casos problemas de salinización, lo cual influye negativamente en la producción agrícola.

También hay que tener en cuenta la sobreproducción generada en algunos sectores, producida fundamentalmente por la falta de planificación agronómica.

Todos estos riesgos deben de ser previstos y evitados mediante la realización de una planificación adecuada y ejecutando las medidas preventivas necesarias, lo que requiere disponer de la información actualizada. La introducción de cultivos forzados, transformando llanuras litorales improductivas en espacios económicos ocupados por invernaderos, donde se obtienen productos extratempranos, el abandono de las zonas de media montaña, así como el hecho de que el agua utilizada viene de acuíferos subterráneos de difícil control, aumenta la dificultad de obtener información fiable.

En relación con todo esto, se ha desarrollado el proyecto ESTIARA (Estudio de las Componentes Básicas del Espacio Rural en el marco de las Comarcas Agrarias Almerienses) financiado por la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía, cuyo objetivo más importante ha sido realizar un análisis pormenorizado de la situación que permita detectar los principales riesgos que pueden afectar a la provincia de

Almería, y sobre todo ofrecer una herramienta que ayude a decidir las acciones a tomar con los datos objetivos debidamente actualizados. La obtención de éstos supuso la realización de múltiples trabajos dentro del ámbito de la geoconomía agraria:

- Tipificación del espacio geográfico de la provincia.
- Correlación de estas zonas estudiadas con las demarcaciones agrarias oficiales (incluyendo el estudio de su renta agraria).
- Análisis espacial de las estructuras agrarias.
- Infraestructura de redes (recursos hídricos, redes de distribución, etc.).
- Infraestructura puntual (cooperativas de comercialización y centros de información agropecuaria).
- Caracterización tecnológica de las explotaciones.
- Análisis de recursos humanos. Inversiones y ayudas públicas y privadas (estructura de estas inversiones por tipo de explotación).
- Usos económicos del espacio rural.
- Tipologías y usos de los invernaderos existentes.
- Análisis del rendimiento económico.
- Análisis de los distintos tipos de suelos de la provincia de Almería, incorporando características por asociación y por inclusión.

Para disponer de toda esta información se ha realizado un estudio y correlación de los datos existentes en la cartografía más moderna posible, imágenes de satélite actualizadas y trabajo de campo en todos los municipios de Almería.

El trabajo desarrollado se puede dividir en un conjunto de etapas bien diferenciadas:

- a) Desarrollo del trabajo de campo para la recogida de todos los datos socio-económicos importantes a destacar dentro de la planificación rural.
- b) Desarrollo de la cartografía digital correspondiente a la provincia de Almería, a partir del mapa topográfico de Andalucía a escala 1:10000, del Centro de Estudios Territoriales y Urbanos, Consejería de Obras Públicas y Transportes de la Junta de Andalucía.
- c) Interpretación de las relaciones espaciales de los elementos digitalizados en los mapas. Este proceso se realizó con el Sistema de Información Geográfica ArcInfo. Para el desarrollo de esta actividad se han utilizado modelos clásicos de definición e interpretación de relaciones espaciales presentes en el ámbito de los sistemas de información geográfica.
- d) Análisis y Clasificación de las imágenes de satélite con la utilización de la herramienta ERDAS y la información de las coberturas espaciales obtenidas en la etapa anterior. Esta clasificación nos ha permitido analizar las distintas

superficies de cultivo bajo plástico de la provincia, superficie de vegetación, superficie con riesgo de incendios, etc.

- e) Desarrollo del SIG que explote toda la información obtenida durante el desarrollo del trabajo. Este sistema de explotación se ha denominado ESTIARA*SIG y ha sido desarrollado con Arc View y Avenue, permitiendo al gestor diseñar de forma sencilla y elemental informes que presenten correlaciones no previstas. ESTIARA*SIG engloba toda la información geográfica y socio-económica disponible sobre la provincia de Almería. Esta herramienta, ofrece la capacidad de generar informes, gráficos y mapas, a partir de modelos predefinidos que permiten construir de forma simple nuevos modelos. Por tanto, disponemos de una herramienta sumamente flexible para llevar a cabo la toma de decisiones dentro del ámbito de la planificación rural y la previsión de los riesgos anteriormente mencionados.

2. ESTRUCTURA GENERAL DE LA INFORMACIÓN DE ENTRADA

La información recogida y almacenada en el SIG se puede clasificar en diversos grupos: Información alfanumérica, información espacial (digitalizada), información de imágenes por satélite e imágenes fotográficas; almacenándose toda esta información en la base de datos correspondiente.

2.1. Información alfanumérica

La información alfanumérica se desglosa en el conjunto de tablas siguientes:

• Atributos de suelo	• Sistemas de regadío
• Censo agrario	• Subvenciones: Aceite
• Centros de comercialización	• Subvenciones: Cereales
• Comarcas	• Subvenciones: Frutos secos
• Condiciones bioclimáticas	• Subvenciones: Ganado ovino y caprino
• Economía: Gastos agropecuarios	• Subvenciones ICM
• Economía: Inversiones agropecuarias	• Subvenciones: Mejoras de estructuras agrarias
• Economía: Rend. agropecuarios	• Subvenciones: Parral
• Embalses	• Subvenciones: Pensiones
• Explotaciones ganaderas	• Subvenciones: PER
• Fuentes	• Subvenciones: Reforestación
• Municipios	• Suelos: Asociación
• Paro: Distribución edad	• Suelos: Características de asociación
• Invernaderos: Tipologías	• Suelos: Inclusión
• Invernaderos: Niveles tecnológicos	• Suelos: Características de inclusión
• Paro: Distribución por grupos de trabajo	• Superficie: Cultivos
• Población	• Superficie: Sierras
• Pozos	• Tecnología de las explotaciones
• Satélite	• Tierras abandonadas

Toda esta información se obtuvo a partir del trabajo de campo realizado, por el grupo de trabajo, en todos los términos municipales de la provincia (103 municipios), de la bibliografía existente y de los datos aportados por las administraciones. Se ha creado una extensa base de datos convenientemente indexada, que engloba la información socio-económica y agraria, utilizando el municipio como unidad de correlación básica de la información.

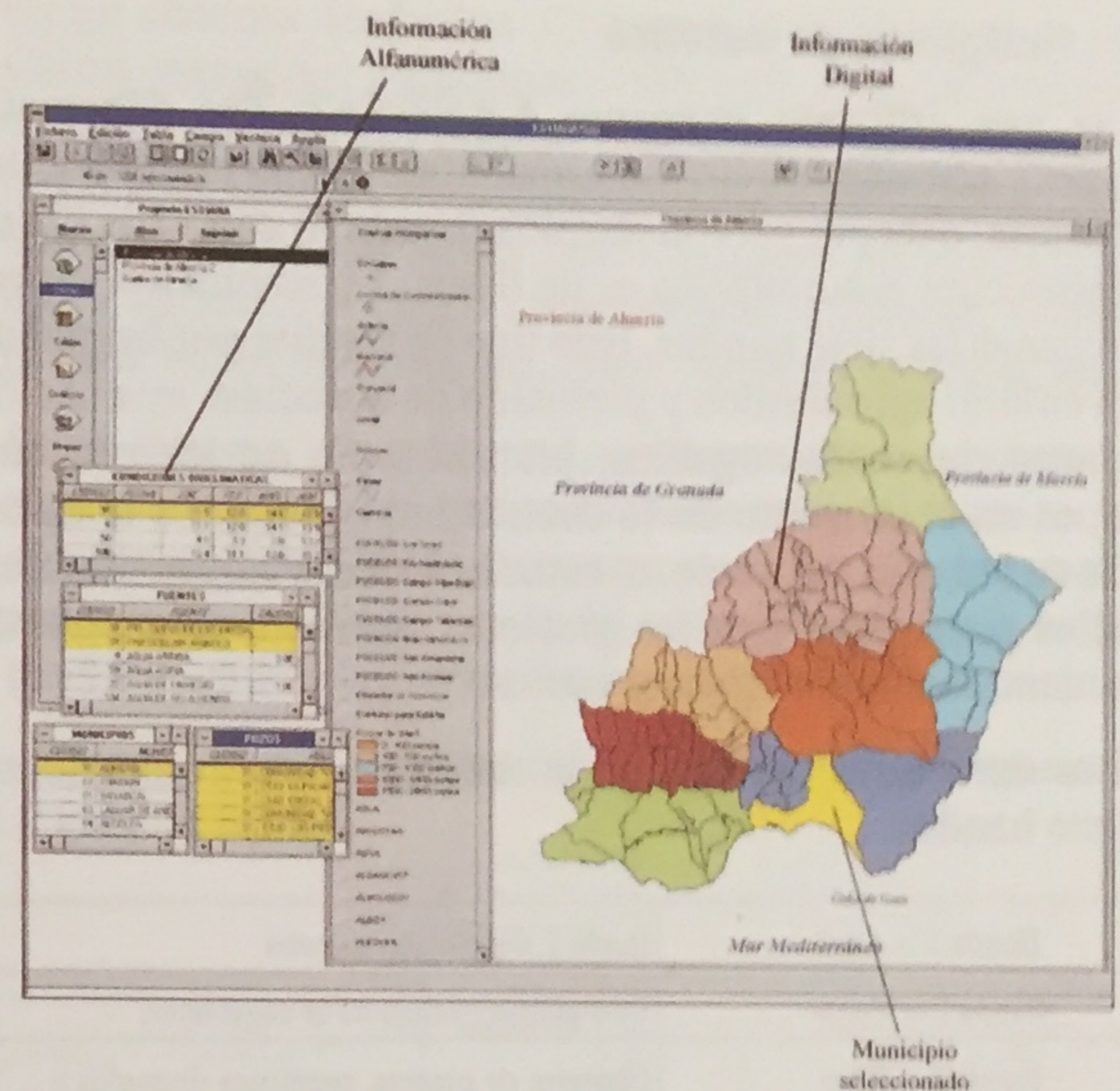


Figura 1.- Ejemplo de representación de Información alfanumérica

2.2. Cartografía Digital

Esta información se recogió digitalizando el mapa topográfico de Andalucía, a escala 1:10.000 del CETU, Consejería de Obras Públicas y Transportes de la Junta de Andalucía.

La información digitalizada aparece desglosada en los siguientes grupos:

• Contorno de los términos municipales	• Pistas
• Núcleos de población	• Sendas
• Autovías	• Caminos carreteros
• Carreteras nacionales	• Cuencas hidrográficas
• Carreteras comarcales	• Curvas de nivel
• Carreteras locales	• Tipologías de suelos

La siguiente figura representa un ejemplo de la cartografía digital realizada para el proyecto ESTIARA. La ilustración muestra la digitalización del núcleo urbano del término municipal de Almería.

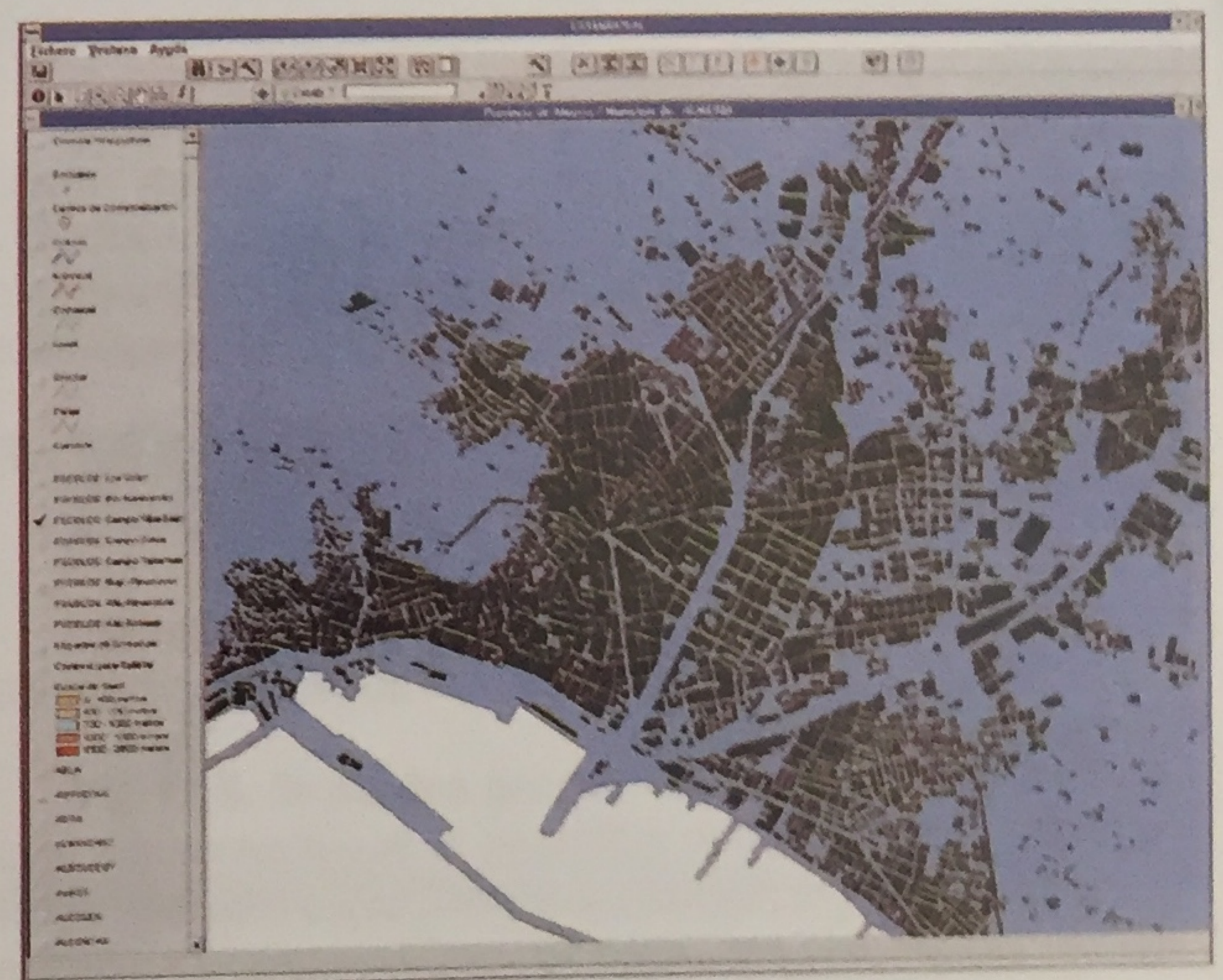


Figura 2.- Núcleo urbano de Almería

2.3. Imágenes de satélite

Se han utilizado imágenes LANDSAT TM (Thematic Mapper), con una resolución espacial de 30x30 m. para todas las bandas, excepto para la térmica (banda 6) con 120x120m. La resolución radiométrica es de 8 bits. La resolución espectral alcanza las siete bandas. Este tipo de satélite está orientado al inventario agronómico y previsión de cosechas, evaluación y control de zonas regables, planificación de los recursos hídricos en el contexto de la cuenca hidrográfica, a la cartografía de los usos del suelo, al estudio de los recursos litorales, estudios geológicos y de los glaciares, así como al control de la contaminación de aguas y suelos.

Los detectores almacenan la radiación electromagnética en siete bandas:

Banda 1 = Azul	Suelo y vegetación forestal
Banda 2 = Verde	Energía que refleja de la vegetación
Banda 3 = Rojo	Especies de plantas, contornos de suelos y delimitaciones
Banda 4 = Infrarrojo Reflejado	Cantidad de vegetación. Identificación de cultivos
Banda 5 = Infrarrojo Medio	Cantidad de agua presente en las plantas, nubes, hielo o nieve
Banda 6 = Infrarrojo Térmico	Vegetación. Intensidad de calor, aplicación de insecticidas y polución
Banda 7 = Infrarrojo Medio	Contenido de humedad vegetación y suelo

Uno de los problemas con que se enfrentaba la provincia de Almería, tal y como se comentó en la introducción, era la rapidez con que llanuras litorales improductivas se convertían en enormes extensiones de invernaderos, con el consiguiente gasto de agua en el riego. Para tener conocimiento del incremento del número de invernaderos desde el año 1.985 hasta el 1.992, se clasificaron dos imágenes del satélite Landsat, una de cada año, se restaron los resultados obtenidos y se obtuvo un resultado totalmente fiable sobre el aumento del número de hectáreas de cultivo bajo plástico llevado a cabo en este período de tiempo.

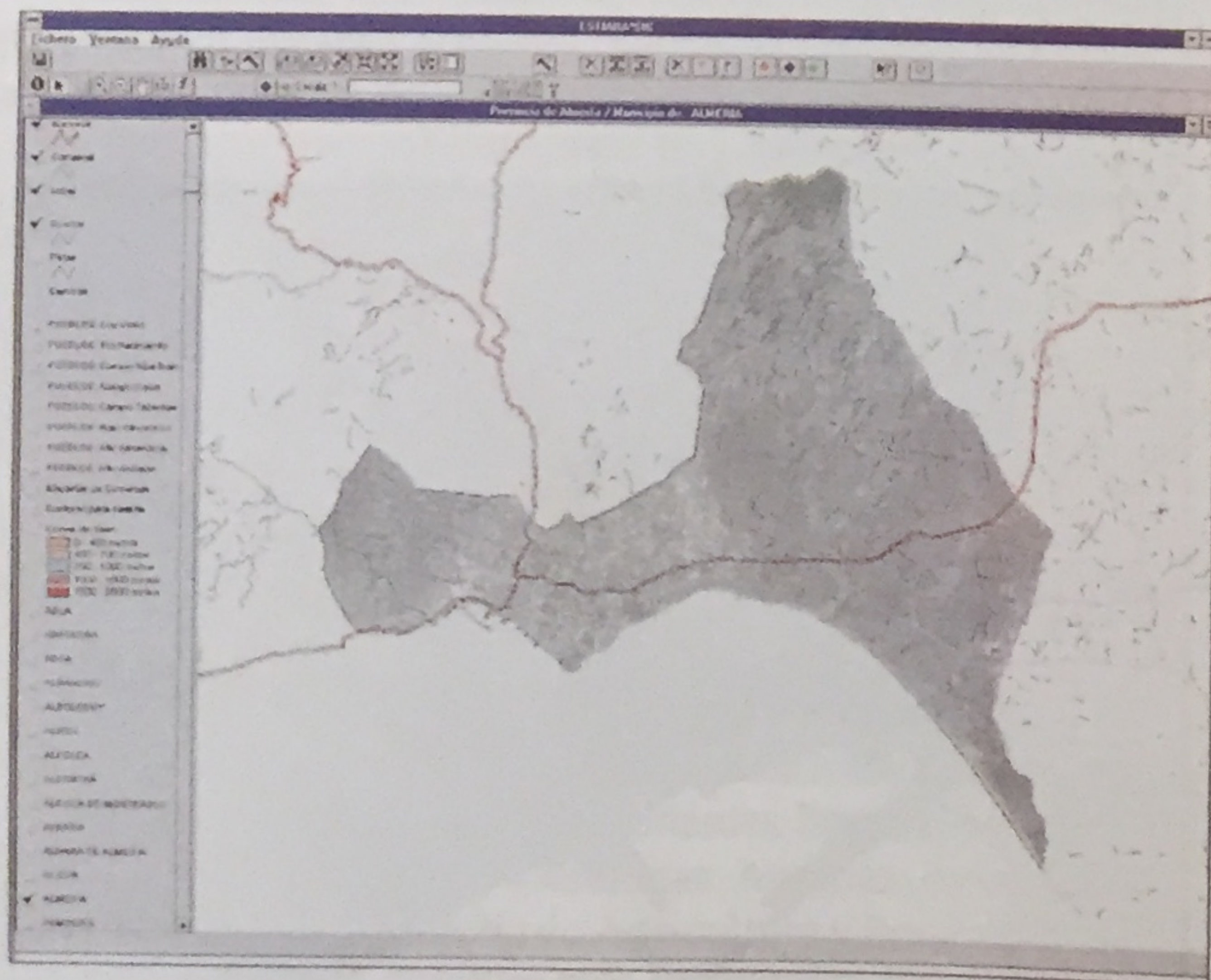


Figura 3.- Ejemplo de representación de imagen de satélite del término municipal de Almería

2.4. Información fotográfica

Esta información se incorpora como complemento a cualquier elemento de tipo espacial.

Algunos ejemplos del uso de las imágenes fotográficas pueden ser:

- visualizar el trazado de una carretera interesante,
- obtención de una secuencia de fotografías aéreas de una ciudad y fotografías de los tipos de invernaderos construidos en una determinada zona, o bien el tipo de cultivo de la misma.

3. ESQUEMA GENERAL DEL TRABAJO DESARROLLADO

El esquema del trabajo desarrollado en relación con el diseño e implementación de ESTIARA*SIG se estructura en el conjunto de etapas que se mencionan a continuación.

- 1) Digitalización de los aspectos geográficos de mayor interés de la provincia. El proceso de digitalización se ha llevado a cabo con AutoCad Ver. 12. Toda la información se encuentra en formatos DWG y DXF (con la finalidad de pasar todos los archivos a ArcInfo).
- 2) Obtención de las coberturas espaciales mediante la interpretación de las relaciones espaciales de los elementos de los mapas. Tales relaciones se evidenciaron por medio de la topología, creada con el Sistema de Información Geográfica ArcInfo y la utilización de los formatos DXF del proceso anterior. Una vez que tuvimos la topología creada, (los arcos se unen mediante nodos, se definen las áreas y aparece el concepto de contigüidad), ya teníamos las coberturas que pasamos a nuestro Sistema de Información Geográfica, es decir nuestra información cartográfica propiamente dicha.
- 3) Georreferenciación de las imágenes SPOT para proporcionar coordenadas reales a la imagen de satélite, pasar de coordenadas de archivo a UTM. Clasificación supervisada de la imagen mediante el programa de tratamiento de imágenes Erdas Imagine. El inconveniente de este tipo de clasificación es que se requiere el conocimiento a priori de algunos datos de muestra, pero es bastante fiable. Cada pixel se compara con los datos muestra que se han recogido, de acuerdo a la regla de decisión o algoritmo. La clasificación de los datos se ha hecho de forma paramétrica, utilizando la regla de la distancia mínima. Se probaron otros tipos de criterios de clasificación, como pueden ser la distancia de Mahalanobis y de la máxima probabilidad, sin ofrecer mejores resultados que el utilizado por nosotros.
- 4) Desarrollo de la herramienta de explotación que engloba y relaciona toda la información espacial con la información socioeconómica que constituye nuestra base de datos.

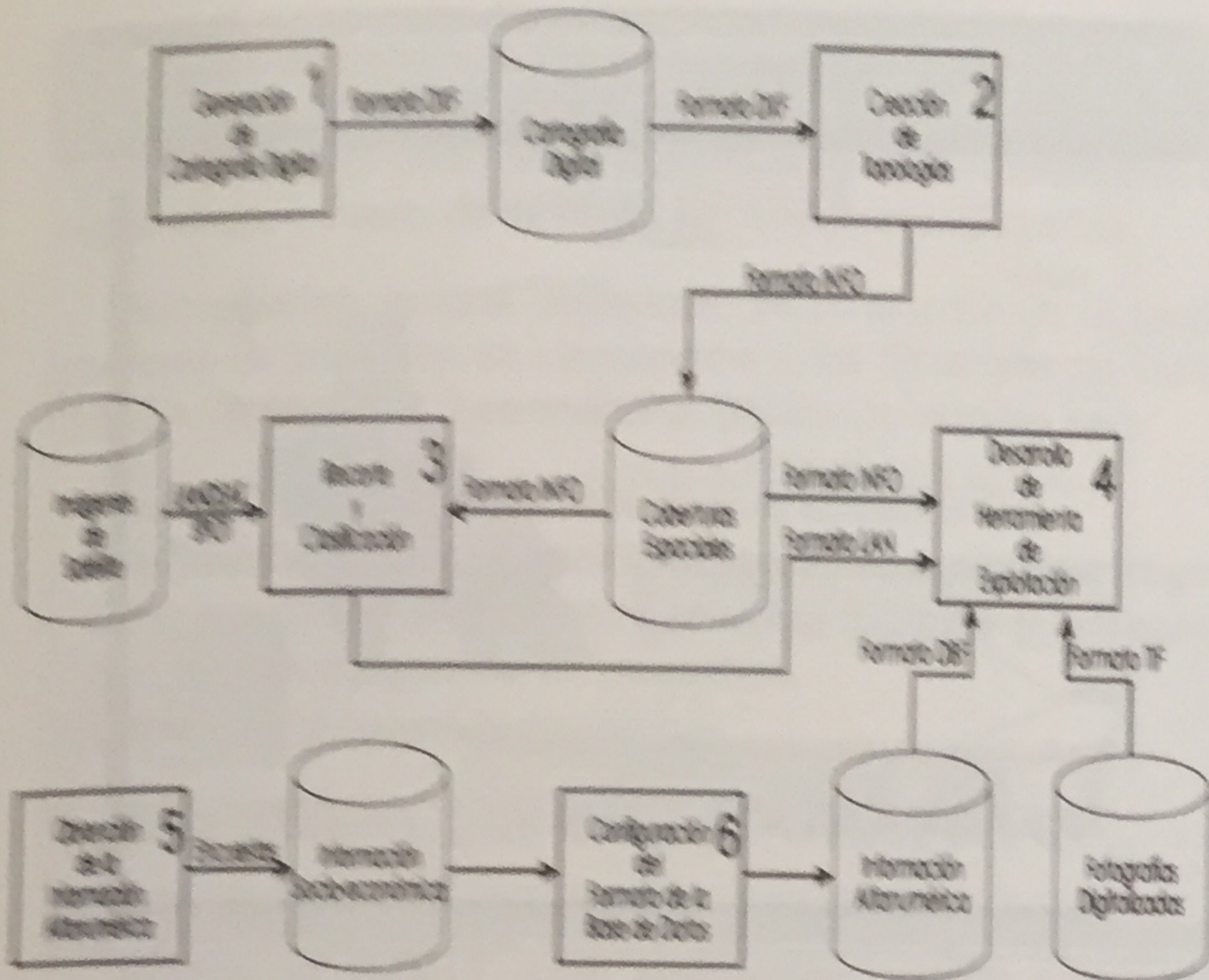


Figura 4.- Esquema de trabajo relacionado con el desarrollo de ESTIARA*SIG

La figura representa el proceso de desarrollo de ESTIARA*SIG y la relación entre todo el conjunto de información que administra el sistema y que sirve como soporte para la toma de decisiones en el ámbito de la aplicación.

4. CARACTERÍSTICAS DE ESTIARA*SIG

La aplicación ESTIARA está diseñada bajo el software ArcView 2.0 para windows, que incorpora Avenue, un lenguaje de programación dirigido a objetos, sobre el que se ha desarrollado un conjunto de funciones predeterminadas del sistema.

Las principales utilidades del sistema se centran en la visualización y consulta de coberturas espaciales, de información socio-económica disponible en la provincia de Almería y su relación con la información espacial, visualización de imágenes de satélite relacionadas con la información anterior, construcción de consultas para la selección de información de interés sobre municipios y comarcas, generación de mapas temáticos, representación de gráficos, creación de mapas a escala y desarrollo de macros para personalizar ciertas tareas del sistema DSS a partir de funciones predeterminadas.

Las características más relevantes de ESTIARA*SIG son:

- Es una aplicación que integra, relaciona y representa información almacenada en bases de datos de los siguientes tipos: espacial, cartográfico, imágenes de satélite y datos alfanuméricos de carácter social, económico y agrícola de todos los municipios que conforman la provincia de Almería.
- Es un sistema de consulta totalmente abierto. Se ha diseñado para trabajar sobre atributos de la provincia de Almería, pero se ha dejado abierta la posibilidad de poder modificar e incorporar cualquier elemento nuevo a la propia aplicación.
- Es un sistema de consulta amigable. Su interfaz de usuario se ha diseñado de tal forma que resulte bastante cómodo realizar cualquier tipo de consulta. Para ello, se ha creado un conjunto de botones, herramientas, menús y ejemplos de control, que facilitan el manejo de la aplicación. En ocasiones, una consulta se puede obtener rápidamente con tan sólo pulsar un botón.

- Es un sistema dinámico. Gracias a la posibilidad de crear scripts (pequeños programas o macros), el usuario no técnico podrá diseñar sus propias funciones e incorporarlas a la interfaz de usuario. Mediante el diseño de pequeños programas, podrá realizar tareas personalizadas no contempladas en la aplicación, como crear nuevas consultas, controlar nuevos temas de las vistas, crear ventanas de texto, etc...
- Es un sistema consistente. La información representada en las distintas ventanas está totalmente interrelacionada. Si en una de las ventanas se selecciona uno o varios elementos, el resto de las ventanas se actualizarán para mostrar la información ligada a los términos representados.

La arquitectura general de ESTIARA*SIG se muestra en la siguiente figura:

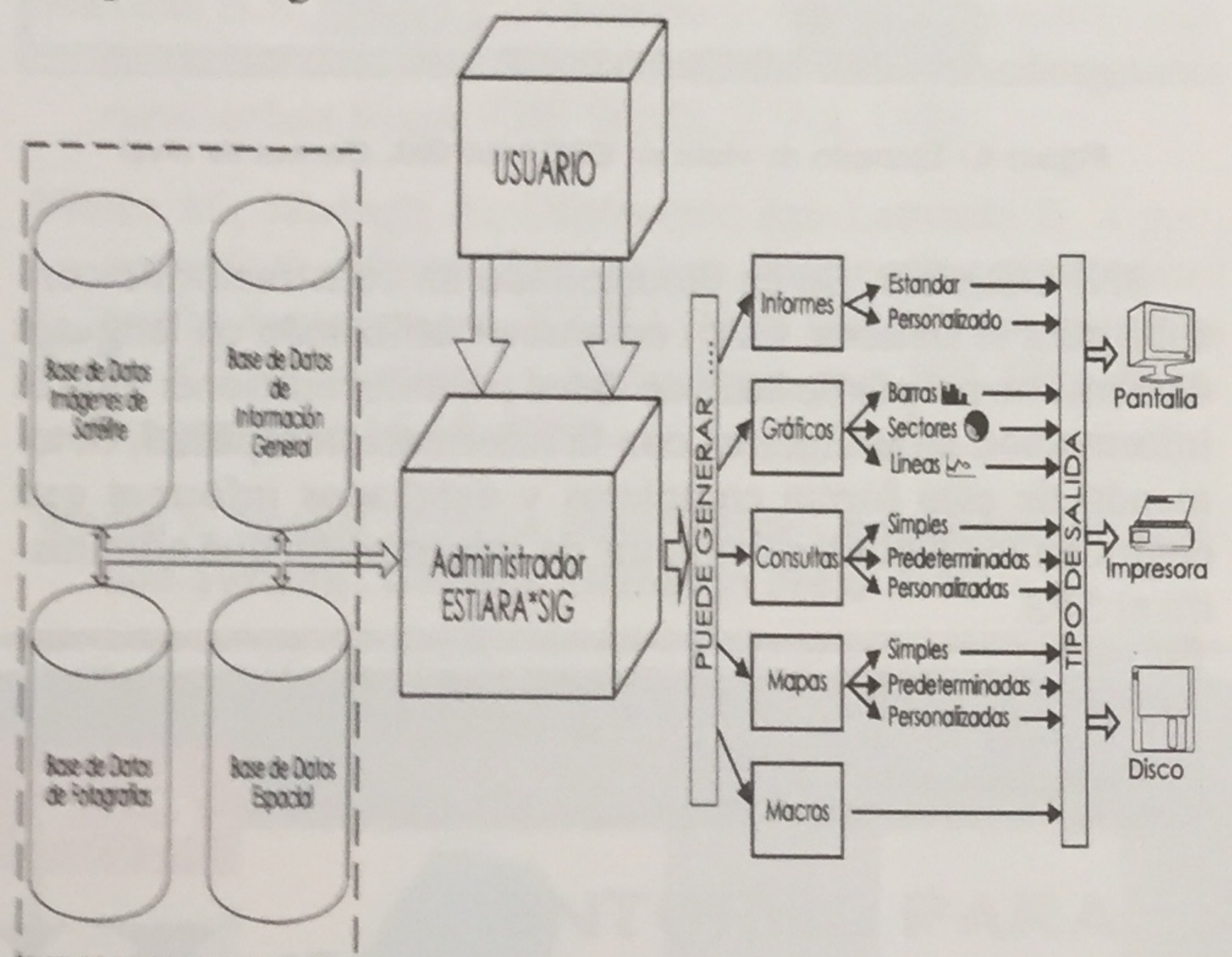


Figura 5.- Arquitectura de ESTIARA*SIG

El núcleo principal del sistema es el administrador de ESTIARA*SIG, a partir del cual, y a petición del usuario, puede generar diferentes formatos de salida, bien utilizando funciones predeterminadas (DFP), o bien desarrollando nuevas funciones personalizadas (DFU). A partir de las DFPs, se pueden desarrollar las DFU y almacenarlas como propias del sistema para su posterior utilización.

La aplicación consta de un conjunto de menús que permiten la explotación de la información de manera rápida y sencilla por parte del usuario. La aplicación, como base de la explotación de la información, genera distintos tipos de formatos de salida que especificamos a continuación.

5. ESTRUCTURA GENERAL DE LA INFORMACIÓN DE SALIDA

Las utilidades principales que un usuario puede obtener de nuestra aplicación son las siguientes:

VISTAS. Se pueden generar vistas a partir de la información almacenada que se considere oportuna. Una vista es un mapa interactivo que permite visualizar, explorar, consultar y analizar datos geográficos, es decir, una vista es un conjunto de temas (conjunto de elementos geográficos).

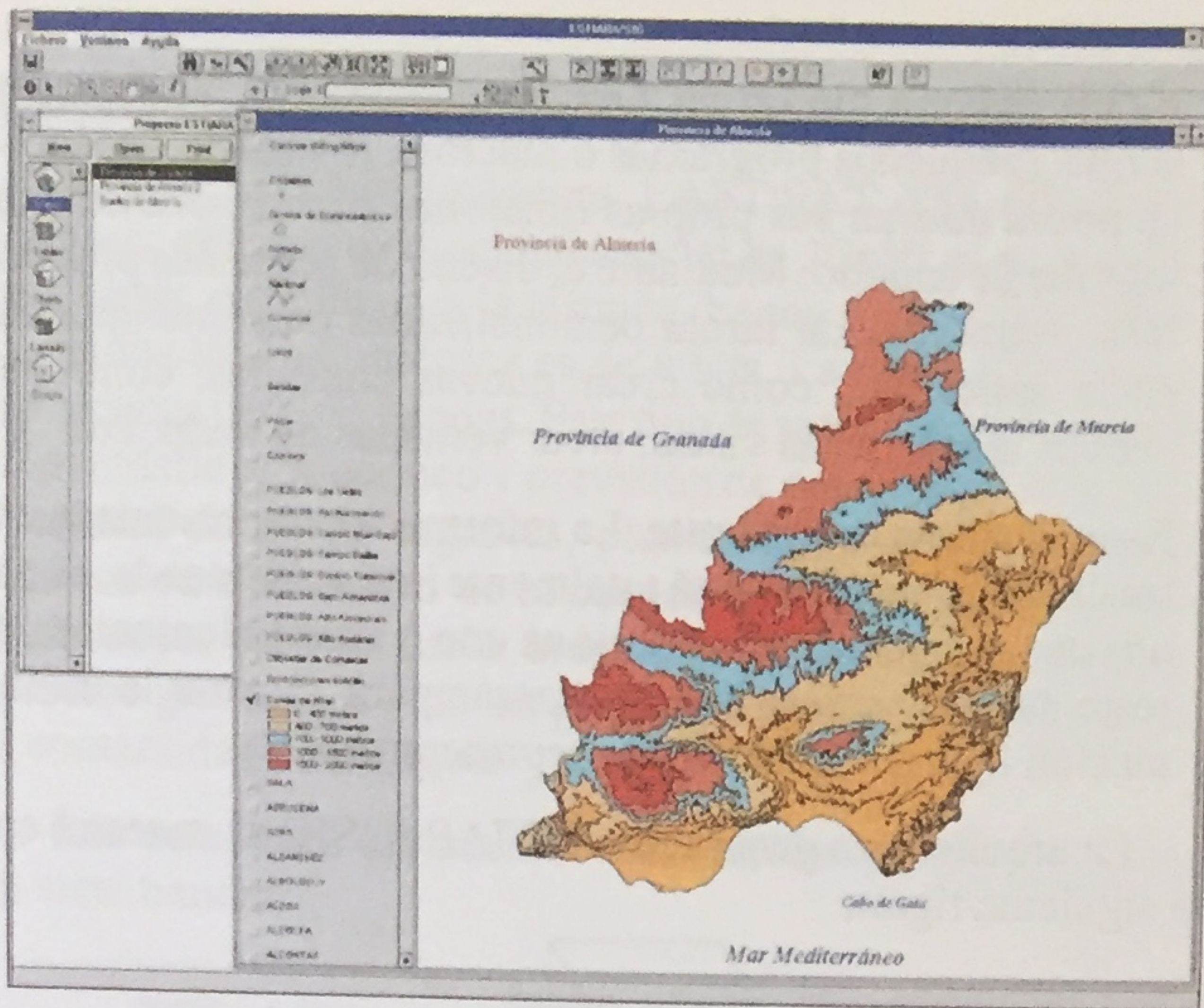


Figura 6.- Ejemplo de vista en ESTIARA*SIG. Curvas de nivel

INFORMES. Se ha desarrollado un constructor de consulta para el sistema. Este constructor utilizando un lenguaje de consulta propio de base de datos permite relacionar toda la información alfanumérica con la información espacial, obteniendo de esta forma completos y detallados informes que engloban los distintos formatos de información que administra el SIG.

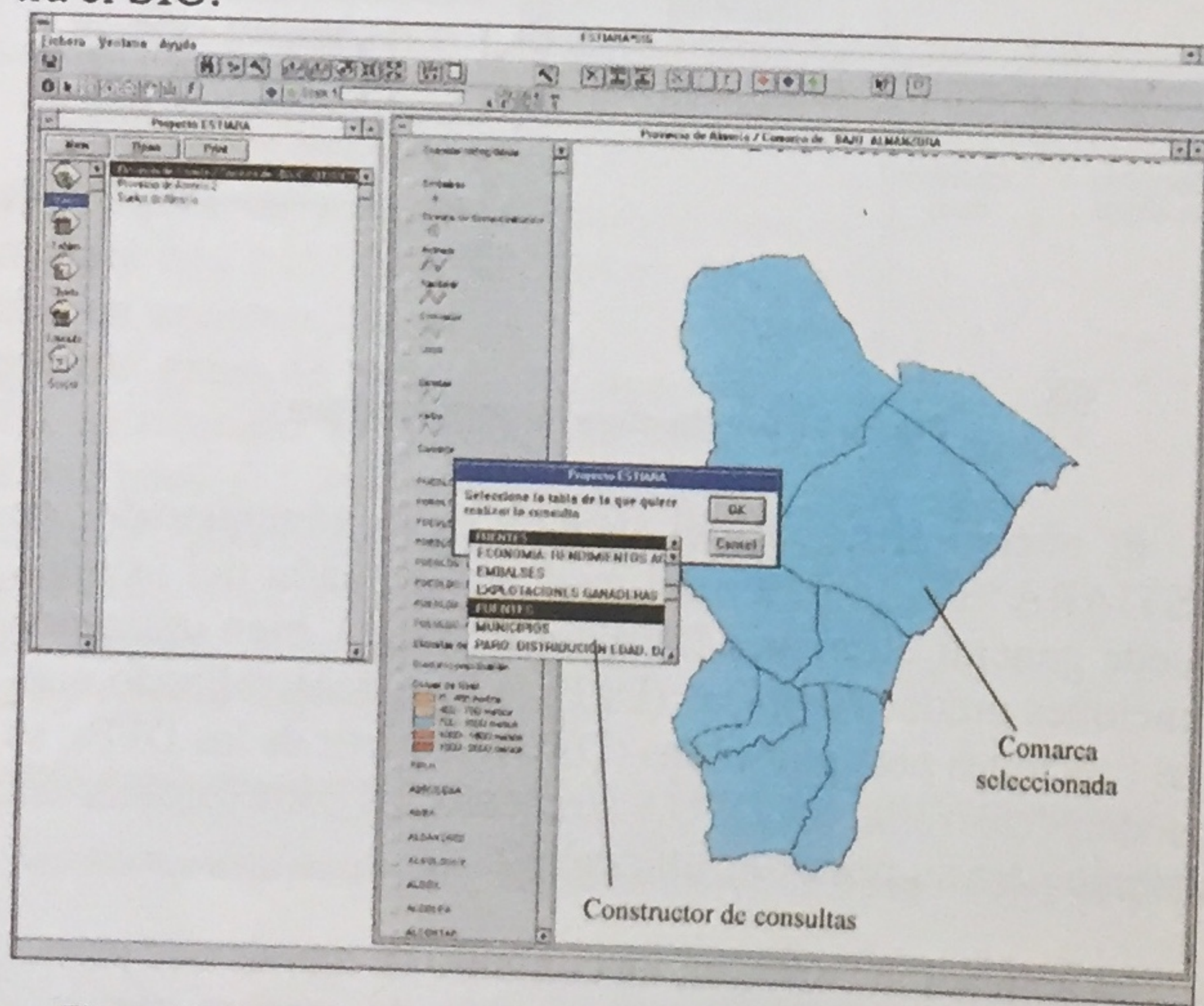


Figura 7.- Ejemplo del constructor de consultas en ESTIARA*SIG. Selección con el constructor de la información socio-económica deseada de la comarca BAJO ALMANZORA. Recorte previo de la comarca.

MAPAS. Un mapa permite mostrar vistas, caracteres, tablas, gráficos propios de la aplicación o gráficos importados. Las ventanas de mapas en ESTIARA*SIG pueden ser dinámicas o constantes. Cuando se genera un mapa, se hace a partir de ventanas o elementos ya creados (ventanas de tablas, gráficos y vistas).

GRAFICOS. Desde la aplicación se puede generar cualquier tipo de gráfico (barras, sectores y líneas). Las ventanas de gráficos en ESTIARA*SIG son dinámicas. Cuando genera un gráfico, lo hace a partir de campos de registros de una tabla asociada, de tal forma que se puede interpretar que cada

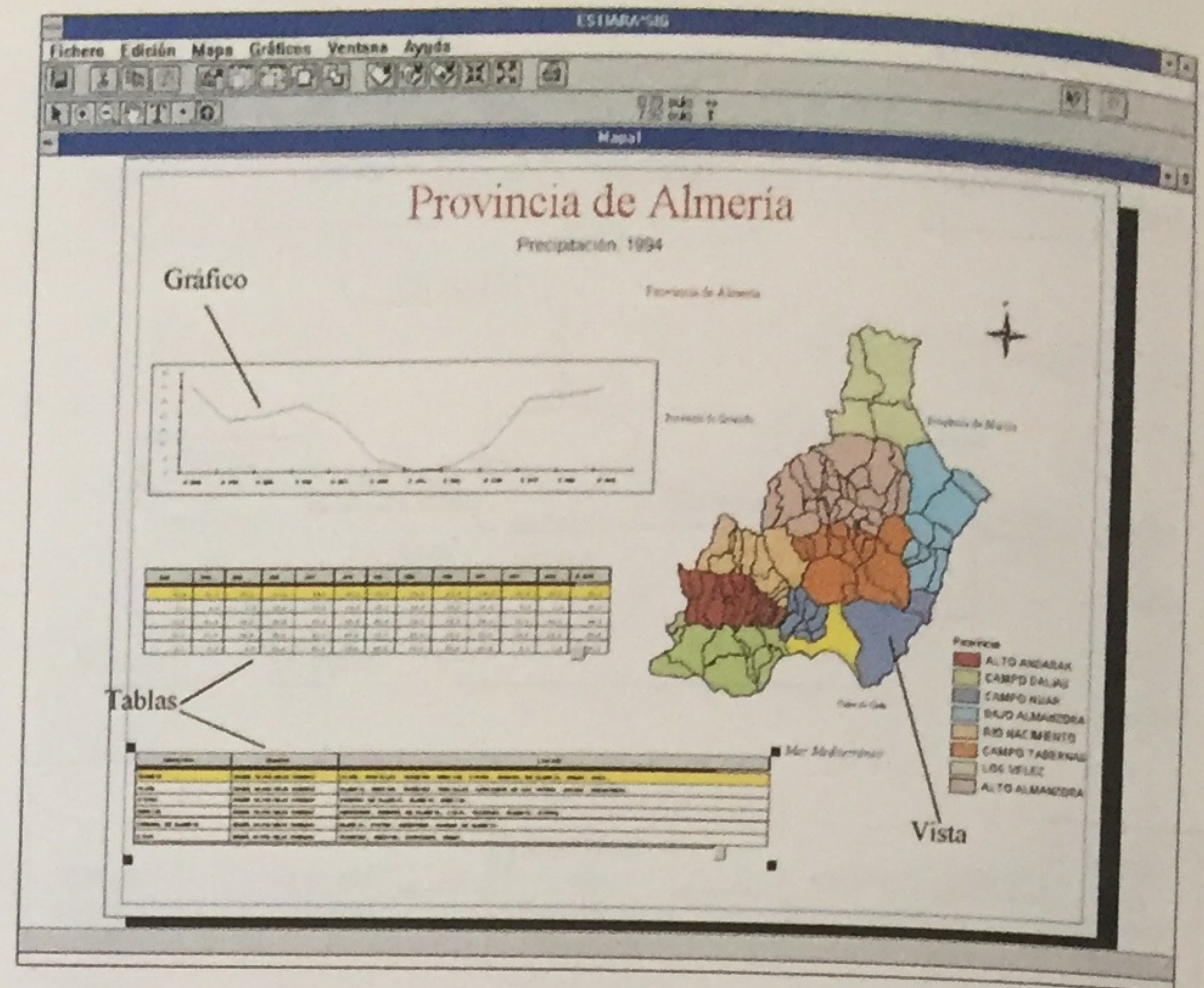


Figura 8.- Ejemplo de mapa en ESTIARA*SIG. Selección del término municipal de Almería junto con la información en forma de tabla de las condiciones bioclimáticas y límites del municipio, además de la representación de dichas condiciones en forma de gráfico.

registro tendrá un gráfico distinto. La aplicación dispone de cinco plantillas de gráficos predeterminados que permiten generar múltiples gráficos para los distintos municipios de la provincia de Almería.

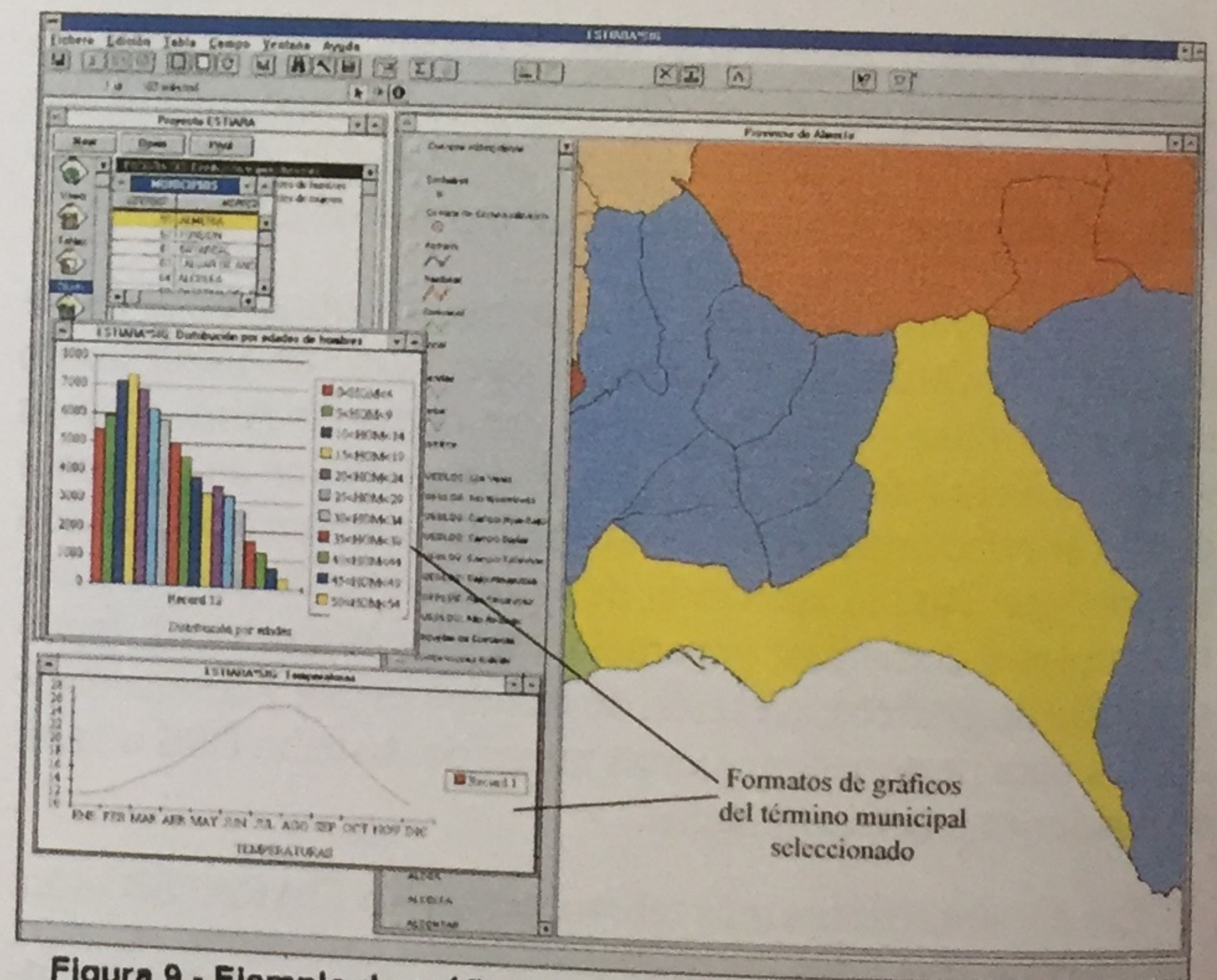


Figura 9.- Ejemplo de gráficos para el término municipal de Almería. Representación de la distribución por edades de hombres y del gráfico de temperaturas por meses para dicho municipio.

6. CONCLUSIONES

ESTIARA*SIG se ha desarrollado para ayudar a la toma de decisiones dentro del ámbito de la planificación rural de la provincia de Almería. La utilización de herramientas mixtas para incorporar y correlacionar información geográfica y económica actualizada puede ser de gran interés en las tareas de planificación y apoyo a la toma de decisiones. Es importante que estas herramientas permitan al usuario configurar los informes y extractos de forma rápida y autónoma, sin una dependencia inmediata del suministrador de la información, para ello hemos implementado una herramienta de explota-

ción que presenta un interfaz de usuario simple y flexible. Esta herramienta, junto con todos los resultados del proyecto ESTIARA, se están utilizando actualmente en la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía (España).

Actualmente se está trabajando en el estudio de la incorporación de modelos de simulación a los Sistemas de Información Geográfica. Los modelos objeto de estudio son:

- Simulación de avenidas ante lluvias torrenciales.
- Calificación y cuantificación espacial de zonas de riesgos, como por ejemplo el efecto que causa el clima y la vegetación en la propagación de incendios.
- Control de recursos hidrológicos.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Engel T., Jones J., Hoogenboom. *Spatial analysis and visualization of DSSAT crop simulation results using AEGISWIN*. ICCTA'96/VIAS/NNAA congress on ICT applications in Agriculture, pag. 397-402, Wageningen, June 16-19, 1996.

Díaz J.R., Ayala R.M., Bienvenido J.F., Becerra A., Iribarne L.F., Bosch A. *Study of the Basic Components of Rural Space within the Framework of the Agricultural Districts of Almería*. Risk Management Strategies in Agriculture. EUNITA-Seminar. Enero 7-10, 1996. Wageningen, Holanda.

Iribarne L.F., Ayala R.M., Becerra A., Bienvenido J.F., Bosch A., Díaz J.R. *Metodología para el manejo y gestión del SIG ESTIARA: Una aplicación para la toma de decisiones en desarrollo rural*. Consejería de Agricultura y Pesca, Junta de Andalucía. 1995.

Lorentzos N., Sideridis A., Yialouris C., Kollias V. *An integrated spatiotemporal system*. ICCTA'96/VIAS/NNAA congress on ICT applications in Agriculture, pag. 462-467, Wageningen, June 16-19, 1996.

Magnusson B. and Söderström M. *Combining crop growth models and geographical information systems for agricultural management*. Acta Agric. Scand. Sect. B. Soil and Plant Sci. 44, 65-74, 1994.

Marceau D.J., Marois C., Guindon L. *Integrating multi-source spatial data in a GIS to study the land-use change in a rural-urban fringe*. GIS World, 2 Vol. 1995.

Nielen M., Jalvingh A., Dijkhuizen and Lattuada R. *A geographical information system application for animal health management*. ICCTA'96/VIAS/NNAA congress on ICT applications in Agriculture, pag. 393-395, Wageningen, June 16-19, 1996.

Worral L. *Spatial analysis policy using Geographic Information Systems*. Londres, Belhaven Press. 1991.

NUEVA VERSION 2.5

ENVITM

ENTORNO PARA
VISUALIZACIÓN
DE IMAGENES
TELEDETECCIÓN

AVANZADO SISTEMA DE PROCESAMIENTO DE IMAGEN DISEÑADO PARA ANALIZAR Y VISUALIZAR DATOS DE TELEDETECCIÓN

Años de desarrollo en el campo de las ciencias terrestres y de computación han concluido con la creación de ENVI. Entre sus ventajas encontrará la posibilidad de procesamiento interactivo y de alto nivel de cualquier formato, incluyendo Landsat, SPOT, Geoscan, Daedalus... integración de datos ráster y vector, modelos digitales del terreno, datos radar y mucho más.

• NUEVA VERSION 2.5 •

INCLUYE MULTIPLES MEJORAS

Para más información visite nuestra WEB

<http://www.sarenet.es/atlas>

ó llámenos al Teléfono (945) 29 80 80



ESTUDIO ATLAS, S.L.

Parque Tecnológico - C/ Tecnológico II, 40, 1ª • 01510 Miñano Mayor (Alava)

Tel: (945) 29 80 80 - Fax: (945) 29 80 84 • Email: estudso1@sarenet.es

