

ACTAS

II

JORNADAS DE INFORMÁTICA

ALMUÑÉCAR

Granada

15 al 19 de julio 1996



ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE INFORMÁTICA Y AUTOMÁTICA

II JORNADAS DE INFORMÁTICA

ALBUFERCA (GUANACASTE)
12 de 19 de Julio 1996

ACTAS

Editor: B. Clares

Actas de las II Jornadas de Informática

© Autores

Edita: Buenaventura Clares

Dep. L.: 730-96

I.S.B.N.: 84-8254-080-7

Imprime: Proyecto Sur de Ediciones S.L.

Tlf.: 958-55 03 81

ESTIARA: Estudio de las Componentes Básicas del Espacio Rural en el marco de las Comarcas Agrarias Almerienses

A. Becerra¹, R. Ayala¹, L. Iribarne¹, M. Torres¹, F. Bienvenido¹, A. Bosch¹, S. Túnez¹, J.R. Díaz²

⁽¹⁾ Departamento Lenguajes y Computación. Universidad de Almería. 04120 Almería, España, e-mail: abecerra@ualm.es. Fax: ++34-50-215129

⁽²⁾ Departamento Economía, Sociología y Política Agraria. Universidad de Almería. 04120 Almería, España, e-mail: jrdiaz@ualm.es. Fax: ++34-50-215423

RESUMEN

*El objetivo principal del proyecto es la implementación de una herramienta de apoyo a la toma de decisiones dentro de la planificación rural. Se ha desarrollado un sistema que engloba toda la información geográfica y socio-económica, y permite la explotación de la misma de manera rápida y sencilla. Esta herramienta, ESTIARA*SIG, ofrece la capacidad de generar informes, gráficos y mapas, bien a partir de modelos predefinidos o bien construyendo de forma simple nuevos modelos (podemos considerarla como una interfaz adaptable por el usuario). 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. Para el desarrollo del proyecto se han planteado dos problemas fundamentales desde el punto de vista informático, el manejo de grandes volúmenes de información de distintos formatos y que era necesario interrelacionar y por otra parte el desarrollo de una interfaz flexible que le permitiera al usuario definir formalmente sus propias funciones de explotación.*

El proyecto ESTIARA se ha desarrollado para prevenir y evitar los riesgos a los que está sometida la provincia de Almería. Estos riesgos están centrados en los procesos de desertización, salinización de los acuíferos, sobreproducción por falta de planificación, e inundaciones. El proyecto ha sido financiado por la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía, con una duración de 21 meses y un presupuesto global de 34.339.000 ptas.

Por último indicar que el proyecto ESTIARA ha sido desarrollado conjuntamente con el personal investigador de la Fundación para la Investigación Agraria de la Provincia de Almería (F.I.A.P.A.).

1.- INTRODUCCION

El territorio de la provincia de Almería, una de las zonas de Andalucía con mayor renta agraria se enfrenta a un conjunto de riesgos, entre los que destacan la sequía, la desertización por pérdida de suelo fértil, la sobreproducción por falta de planificación agronómica y la salinización de los acuíferos. Para reducir estos riesgos es necesario realizar una planificación adecuada y ejecutar las medidas preventivas necesarias, lo que requiere disponer de la información necesaria actualizada. El dinamismo de la economía agrícola de la provincia (fundamentalmente en la comarcas dedicadas a los cultivos intensivos), el ciclo corto de la mayoría de los cultivos, 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.

El objetivo del proyecto ESTIARA, es 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 geoeconomía agraria: tipificación del espacio geográfico de la provincia, correlación de estas zonas estudiadas con las demarcaciones agrarias oficiales, 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 además un estudio y correlación de los datos existentes en la cartografía más moderna posible, imágenes actualizadas tomadas vía satélite y trabajo de campo en todos los municipios de la provincia de Almería. El primer reto informático era el almacenamiento adecuado y explotable de toda esta información muy diversa en forma y contenido, y además esto debía de hacerse accesible a equipos de bajo costo.

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 (desarrollo de plantillas).
- b> Desarrollo de la cartografía digital correspondiente a la provincia de Almería, a partir del mapa topográfico de Andalucía a escala 1:10000, del CETU, COPT de la Junta de Andalucía (definición de estructuras de capas y elementos de referencia).
- c> Interpretación de la 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 espacial de la fase 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. Se evaluaron distintas técnicas clásicas de clasificación e interpretación de imágenes, como es la distancia de Mahalanobis, la máxima probabilidad con variación Bayesiana y la basada en la distancia mínima entre píxeles vecinos, siendo ésta última la utilizada.

- e> Diseño e implementación de una aplicación que explote toda la información obtenida durante el desarrollo del proyecto. Esta se ha desarrollado con ArcView y Avenue, y permite al gestor diseñar de forma sencilla y elemental informes que presenten correlaciones no previstas además de una serie de informes iniciales, mediante una interfaz gráfica adaptable y flexible. Para el desarrollo de esta interfaz hemos utilizado técnicas clásicas de definición de plantillas y modificadores de relación sobre funciones predeterminadas, formalizando su especificación mediante un conjunto de funciones, unas reglas de combinación específicas y una serie de modificadores.

2.- ESTRUCTURA GENERAL DEL PROYECTO

2.1.- Adquisición de la información

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

a) Información alfanumérica, organizada en las siguientes tablas:

	• <i>Paro: Distribución edad</i>	• <i>Subvenciones: Pensiones</i>
• <i>Censo agrario</i>	• <i>Paro: Distribución grupos trabajo</i>	• <i>Subvenciones: PER</i>
• <i>Centros de comercialización</i>	• <i>Población</i>	• <i>Subvenciones: Reforestación</i>
• <i>Comarcas</i>	• <i>Pozos</i>	• <i>Suelos: Asociación</i>
• <i>Condiciones bioclimáticas</i>	• <i>Satélite</i>	• <i>Suelos: Características asociación</i>
• <i>Economía: Gastos agropecuarios</i>	• <i>Sistemas de regadío</i>	• <i>Suelos: Inclusión</i>
• <i>Economía: Inversiones agropecuarias</i>	• <i>Subvenciones: Aceite</i>	• <i>Suelos: Características de inclusión</i>
• <i>Economía: Rendimientos agropecuarios</i>	• <i>Subvenciones: Cereales</i>	• <i>Superficie: Cultivos</i>
• <i>Embalses</i>	• <i>Subvenciones: Frutos secos</i>	• <i>Superficie: Sierras</i>
• <i>Explotaciones ganaderas</i>	• <i>Subvenciones: Ovino y caprino</i>	• <i>Tecnología de las explotaciones</i>
• <i>Fuentes</i>	• <i>Subvenciones ICM</i>	• <i>Tierras abandonadas</i>
• <i>Municipios</i>	• <i>Subvenciones: Mejoras de estructuras agrarias</i>	
• <i>Paro: Distribución edad</i>	• <i>Subvenciones: Parral</i>	

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.

b) Cartografía digital, desglosada en trece grupos:

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

Esta información se recogió a partir de la digitalización del mapa topográfico de Andalucía, a escala 1:10.000 del CETU, Consejería de Obras Públicas y Transportes de la Junta de Andalucía, utilizando AutoCAD V12. Se han descompuesto los elementos en entidades lineales con información adicional de especificación espacial.

c) Imágenes de satélite.

Se han utilizado dos tipos de imágenes de satélite, SPOT y LANDSAT, cada una de ellas con diferentes características. La SPOT XS, multispectral, con una resolución espacial de 20x20 m. y resolución radiométrica de 8 bits, contiene 3 bandas:

<i>Banda 1</i>	<i>Verde</i>	<i>Reflectancia verde de la vegetación</i>
<i>Banda 2</i>	<i>Rojo</i>	<i>Util para distinguir entre especies de plantas, límites de suelos y límites de fronteras geológicas</i>
<i>Banda 3</i>	<i>Infrarrojo reflectivo</i>	<i>Especialmente sensible a la cantidad de vegetación presente en una escena. Aumenta el contraste entre suelo/cosecha y tierra/agua</i>

El segundo bloque de imágenes, LANDSAT multibanda, tienen una resolución espacial de 30x30 m. para todas las bandas, excepto para la térmica (banda 6) con 120x120 m. La resolución radiométrica es de 8 bits.

<i>Banda 1</i>	<i>Azul</i>	<i>Util para cartografía sobre áreas costeras, diferencia entre suelo y vegetación, y cartografía de tipo forestal</i>
<i>Banda 2</i>	<i>Verde</i>	<i>Corresponde a la reflectancia del verde de la vegetación</i>
<i>Banda 3</i>	<i>Rojo</i>	<i>Diferencia especies de plantas y contornos del suelo y delimitaciones</i>
<i>Banda 4</i>	<i>Infrarrojo reflectivo</i>	<i>Especialmente sensible a la cantidad de vegetación presente en una escena</i>
<i>Banda 5</i>	<i>Infrarrojo medio</i>	<i>Sensible a la cantidad de agua presente en las plantas permitiendo diferenciar nubes, nieve o hielo</i>
<i>Banda 6</i>	<i>Infrarrojo térmico</i>	<i>Se utiliza para la vegetación, la intensidad de calor, aplicaciones de insecticidas y localización de la polución</i>
<i>Banda 7</i>	<i>Infrarrojo medio</i>	<i>Es importante para obtener el contenido de humedad en la vegetación y el suelo</i>

d) Información de imágenes fotográficas

Esta información se incorpora como complemento a cualquier elemento de tipo espacial. Se han incluido fotografías del centro de la FIAPA y de algunos invernaderos existentes en sus instalaciones. 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. Las fotografías fueron digitalizadas utilizando un scanner (en formato TIF) y almacenadas posteriormente en la base de datos.

2.2.- Modelo Relacional

Toda la información que constituye la base de datos soporte del sistema desarrollado se ha organizado según un modelo relacional clásico, extendido para poder gestionar los distintos formatos de información que se administran en la base de datos del proyecto.

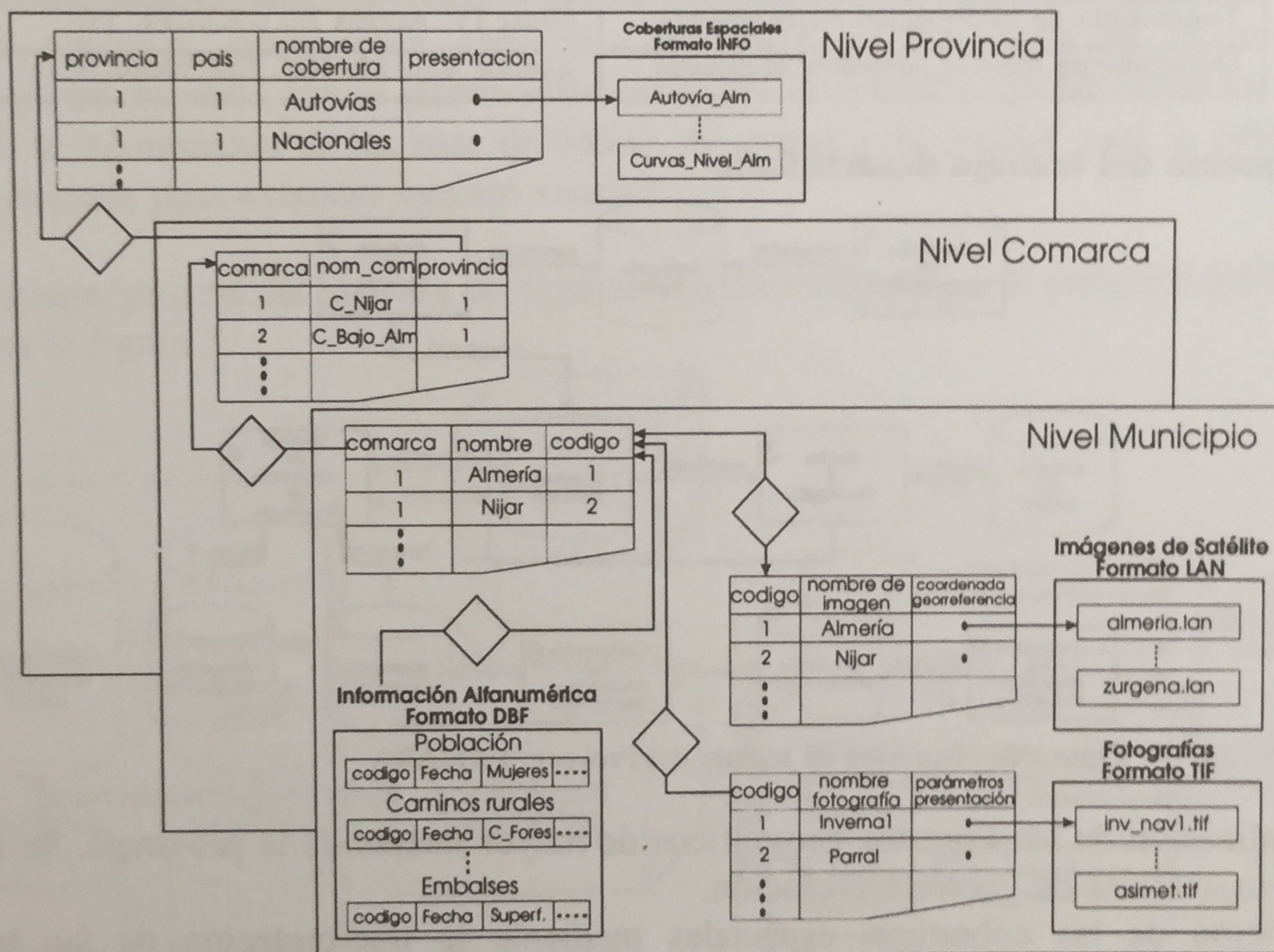


Figura 1.- Esquema relacional base de datos ESTIARA

2.3.- Herramientas utilizadas

Las herramientas utilizadas para generar y administrar toda la información almacenada en la base de datos descrita anteriormente, fueron las siguientes:

- AutoCAD V12 para elaborar la cartografía digital. El formato de intercambio con el sistema de información geográfica ha sido DXF.
- ArcInfo V7.02 para generar las coberturas espaciales a partir de la cartografía digital. El formato del resultado es INFO.
- ERDAS V8.0 para georeferenciar las imágenes SPOT y obtener las imágenes de satélite de todos los municipios de Almería a partir de LANSAT y de las SPOT y la superposición de las coberturas espaciales. También se han clasificado las imágenes de satélite para obtener las zonas de mayor interés que cubren los objetivos del proyecto.

- dBase IV y Excel V5 para la captura de la información alfanumérica. Formato DBF.
- DeskScan II, V2.0 para la captura de la información fotográfica.
- ArcView V2.0.d. Plataforma de desarrollo DSS.
- Avenue V2.0. Lenguaje de programación orientado a objetos, para el desarrollo de las funciones predeterminadas de la aplicación.

Se evaluaron diferentes alternativas para la elección de las herramientas a utilizar en el proyecto ESTIARA. Las principales opciones se plantearon en las herramientas del tratamiento de imágenes y en los sistemas de información geográfica. A continuación presentamos una tabla donde indicamos las herramientas que se evaluaron para la realización del proyecto.

TRABAJO A DESARROLLAR	HERRAMIENTAS EVALUADAS
Cartografía Digital	AutoCad Ver. 12, Microstation
Sistemas de Información Geográfica	ARCINFO Ver. 7.02, GENASYS
Tratamiento Digital de Imágenes	ERDAS Ver. 8.0, EASI PACE Ver. 5.2
Tratamiento de Información Alfanumérica	dBase IV, Access 2.0 y EXCEL 5.0
Desarrollo de Interfaz adaptable al usuario	Avenue Ver. 2.0, IDL Soft Vision, C++

2.4.- Esquema del trabajo desarrollado

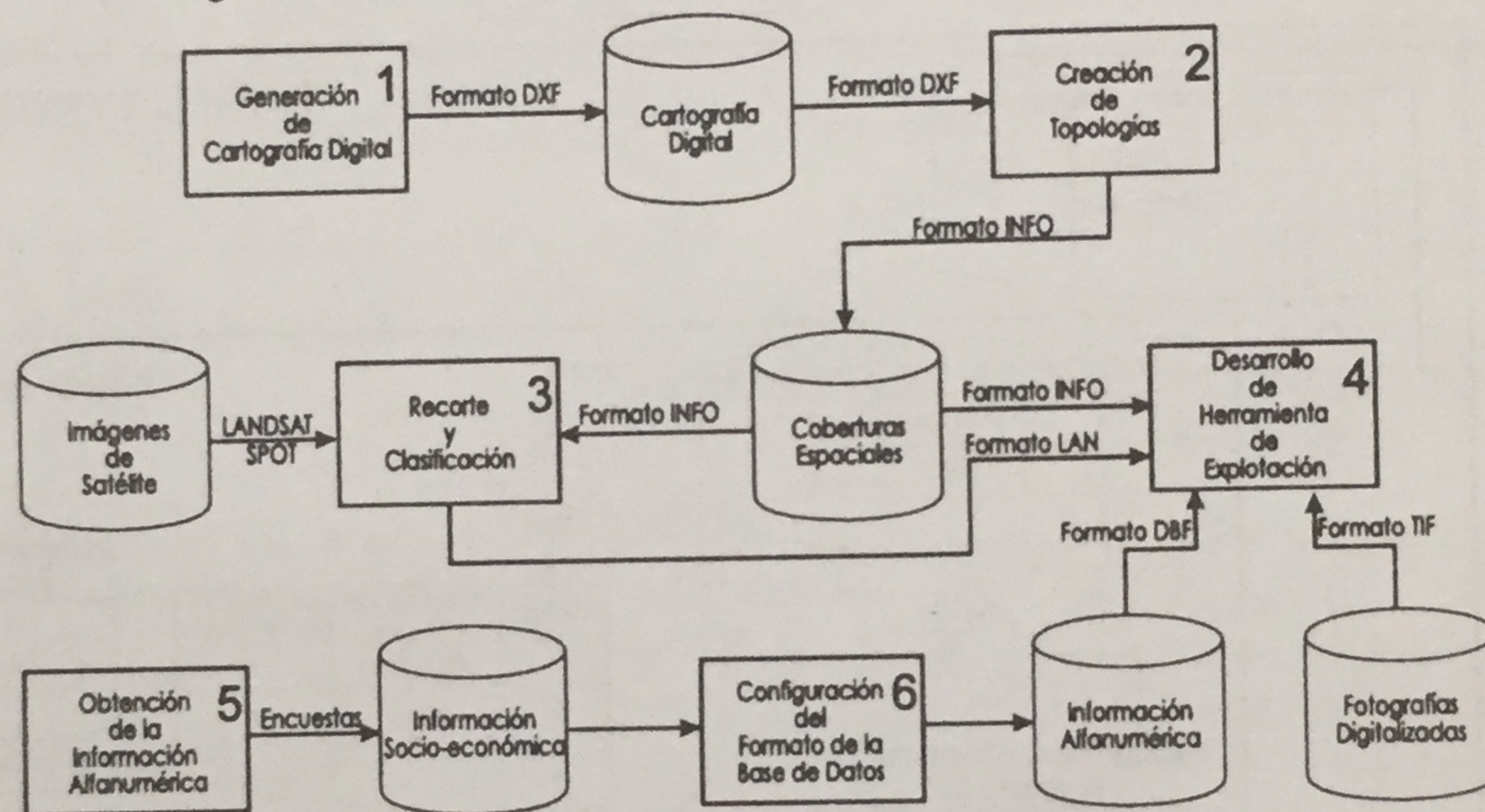


Figura 2.- Esquema de trabajo del Proyecto ESTIARA

- 1) Digitalización de los aspectos geográficos de mayor interés de la provincia. Se aplicaron técnicas clásicas de georreferenciación.
- 2) Obtención de las coberturas espaciales mediante la interpretación de las relaciones espaciales de los elementos de los mapas. Estas relaciones se evidencian por medio de la topología que permite definir las conexiones existentes entre elementos cartográficos.
- 3) Georreferenciación de las imágenes SPOT para proporcionar coordenadas reales a la imagen, pasar de coordenadas de archivo a UTM. Clasificación supervisada de las imágenes. La clasificación de los datos ha sido paramétrica, utilizando la regla de la distancia mínima, aunque también probamos criterios basados en la distancia de Mahalanobis y de la máxima probabilidad (con variación Bayesiana). La regla de distancia mínima calcula la distancia espectral entre el vector de medida para el pixel candidato y el vector de medida para cada muestra.
- 4) Diseño e implementación de la herramienta de explotación que engloba y relaciona toda la información espacial con la información socio-económica que constituye nuestra base de datos. Dispone de un interfaz flexible y adaptativo para el acceso a la información completa de la provincia. La unidad de información utilizada en el sistema ha sido el municipio y en su extensión la comarca que lo engloba.

2.5.- Desarrollo del interfaz flexible adaptable al usuario

Se ha desarrollado un interfaz como herramienta de apoyo a la toma de decisiones utilizando técnicas clásicas de definición de plantillas y modificadores de relación de funciones predeterminadas. Estas técnicas permiten la creación de una herramienta totalmente dinámica y con la posibilidad de creación de nuevas plantillas de definición de funciones.

La aplicación la hemos denominado ESTIARA*SIG e integra, relaciona y representa la información almacenada en la base de datos relacionada soporte de nuestro sistema. Las características más importantes de la aplicación son

- *Es un sistema de consulta totalmente abierto y extensible.*
- *Sistema dinámico. El usuario puede diseñar sus propias funciones e incorporarlas.*
- *Sistema consistente. La información representada está totalmente interrelacionada.*

La interfaz permite, desde una ventana de control, acceder a distintas ventanas, de vistas (donde se visualiza información espacial), de tablas (visualización de la información alfanumérica relacionada con la información espacial), de gráficos (presentación de informes a partir de la información de las base de datos), de mapas y de macros para la definición de nuevas funciones para extender nuestro sistema.

La arquitectura general del sistema de explotación desarrollado en el proyecto ESTIARA se muestra en la figura 3.

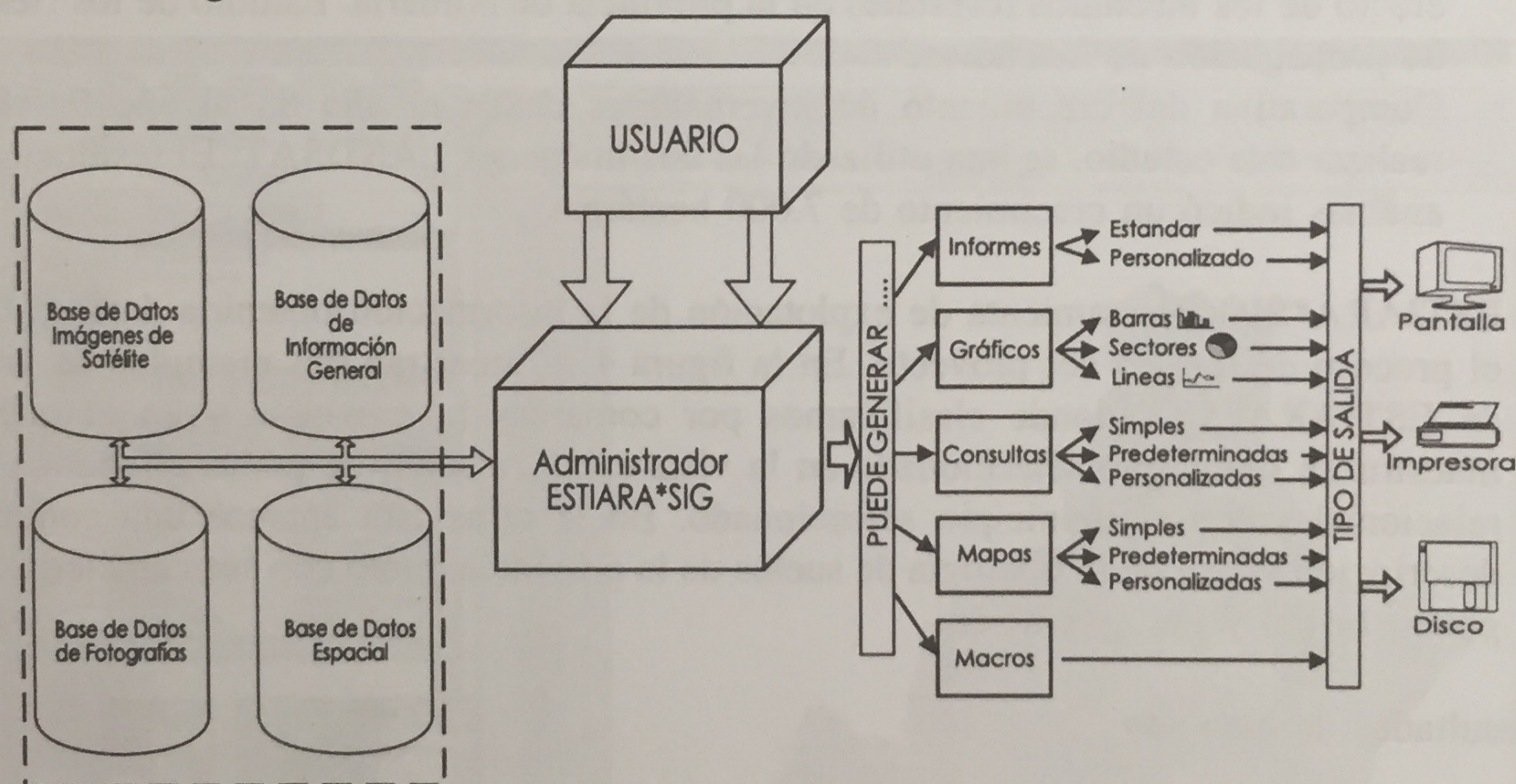


Figura 3.- Arquitectura de ESTIARA*SIG

La interfaz de ESTIARA*SIG incorpora un conjunto de funciones predeterminadas del sistema que han sido desarrolladas con una filosofía de programación orientada a objetos. Las definiciones de funciones predeterminadas (DFP) de administración gestionan la definición de los distintos tipos de informes que se pueden generar.

A partir de las DFPs y de una especificación formal con un conjunto de operadores de selección y de presentación, el usuario puede desarrollar una serie de definiciones de funciones de usuario (DFU) restringiendo el ámbito de las plantillas o funciones predeterminadas y almacenándolas como propias del sistema para su posterior utilización.

3.- RESULTADOS DEL PROYECTO

Los resultados aplicados más importantes se engloban en tres categorías principales:

a> Cartografía digital. Resultante del proceso de digitalización. Formato DXF.

b> Clasificación de imágenes de satélite.

b.1> Resultados de las imágenes SPOT (Septiembre de 1994):

- Clasificación y cálculo del número de hectáreas del área de cultivo bajo plástico en la Comarca del Campo de Dalías y Campo de Nijar Bajo Andarax.
- Realización del conjunto de mapas topográficos para cada uno de los municipios de estas comarcas representando la clasificación del número de hectáreas de cultivos bajo plástico.

b.2> Resultados de las imágenes LANDSAT (Febrero de 1985 y Febrero de 1994). Para todas las comarcas agrarias se han realizado las siguientes clasificaciones:

- Núcleos Urbanos, zonas de vegetación y zonas de cultivo bajo plástico.
- Realización de los mapas topográficos correspondientes.
- Cálculo y representación topográfica del número de hectáreas que han sufrido el efecto de los incendios forestales en la provincia de Almería. Estudio de los riesgos de propagación de incendios.
- Comparativa del crecimiento de invernaderos desde el año 85 al año 94. Para realizar este estudio, se han utilizado las dos imágenes LANDSAT. El resultado del análisis indicó un crecimiento de 7.000 hectáreas.

c> ESTIARA*SIG. Herramienta de explotación de la información obtenida durante todo el proceso de trabajo del proyecto. En la figura 4 se muestran dos ejemplos de vistas de ESTIARA*SIG, donde clasificamos por comarcas la provincia y en la que se muestra un municipio seleccionado en la vista e información de tablas alfanuméricas relacionadas con el municipio seleccionado. En la otra vista aparece una completa descripción visual de la tipología de suelos de la provincia, junto con sus características por inclusión y por asociación.

Los resultados de base son:

a> Se puede desarrollar una definición relacional extendida en la estructura de información para SIGs.

b> La regla de la distancia mínima nos proporciona un buen resultado en la clasificación de imágenes por satélite en el estudio de zonas áridas, con una tasa de acierto en las zonas más conflictivas superiores al 90%.

c> Se ha definido un formalismo de definición de interfaces extensibles y adaptables por el usuario para sistemas DSS ligados a los sistemas de información geográfica, lo que permite llevar a cabo la toma de decisiones de forma rápida.

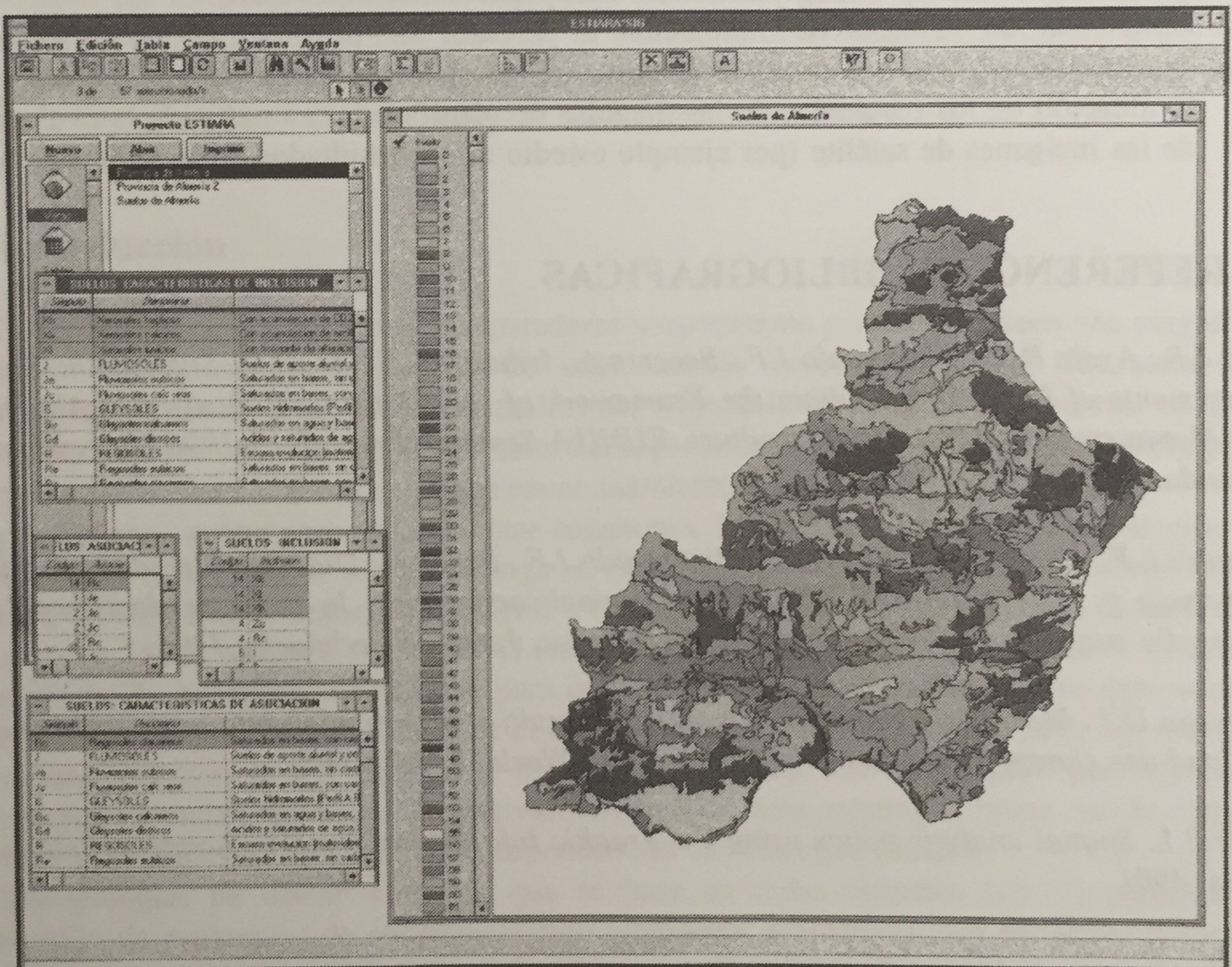
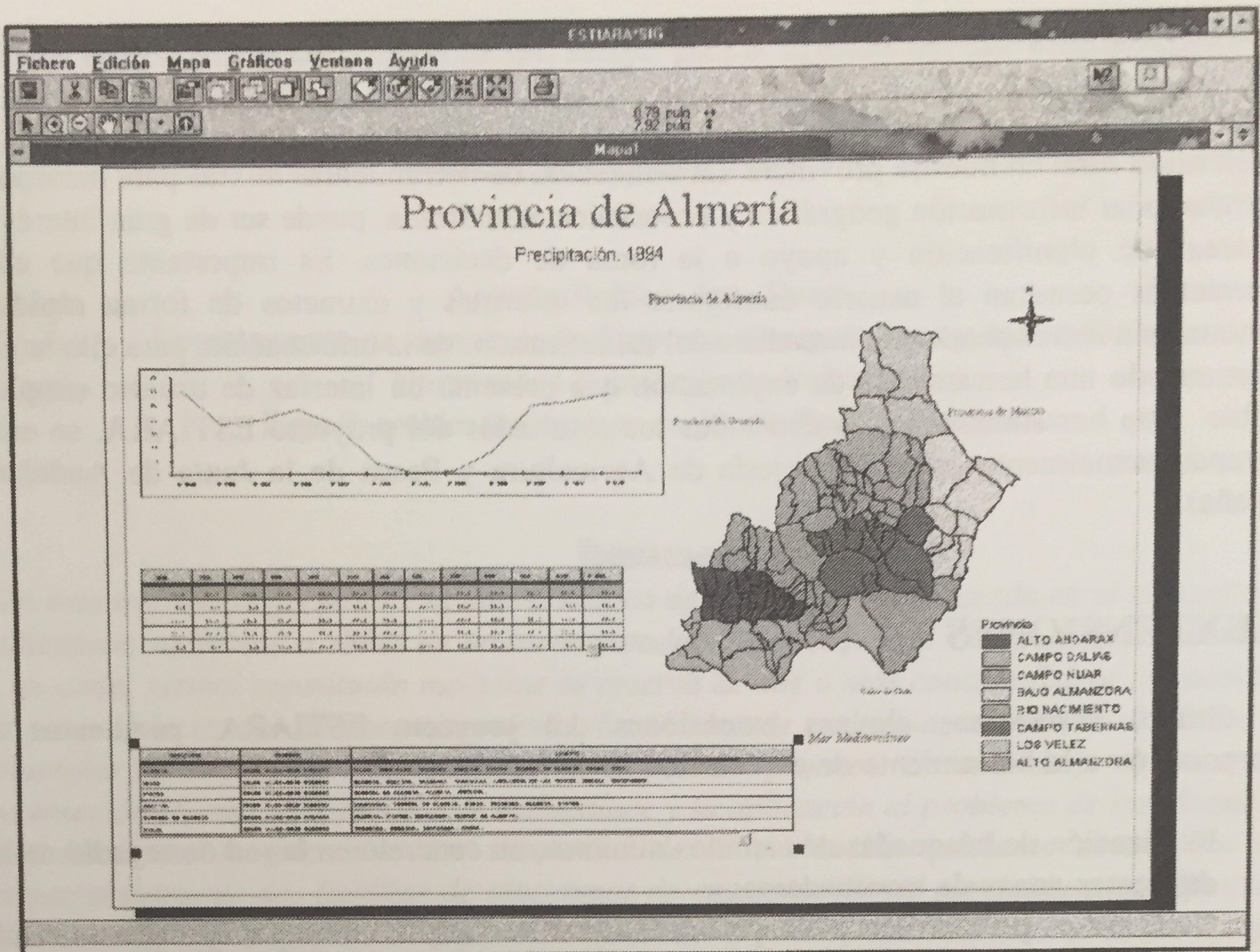


Figura 4.- Ejemplo de vistas en ESTIARA SIG

4.- CONCLUSIONES

El proyecto ESTIARA se ha desarrollado para ayudar a la toma de decisiones dentro de la planificación rural en nuestra provincia. 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 explotación 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).

5.- EXTENSIONES

Por último, destacamos algunas extensiones del proyecto ESTIARA, pendientes de incorporación a la herramienta de explotación de la información:

- a> Realización de búsquedas de caminos mínimos, en concreto en la red de regadío de las diferentes zonas de invernaderos.
- b> 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.
- c> Aplicación de técnicas de simulación a procesos de difusión, en concreto para determinar el efecto que causa en la polución del agua las plantas contaminantes.
- d> Evaluación de los resultados de las medidas de planificación, a partir de la evolución de las imágenes de satélite (por ejemplo estudio de los resultados de la reforestación).

6.- REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

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 Almeria. 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.

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.

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