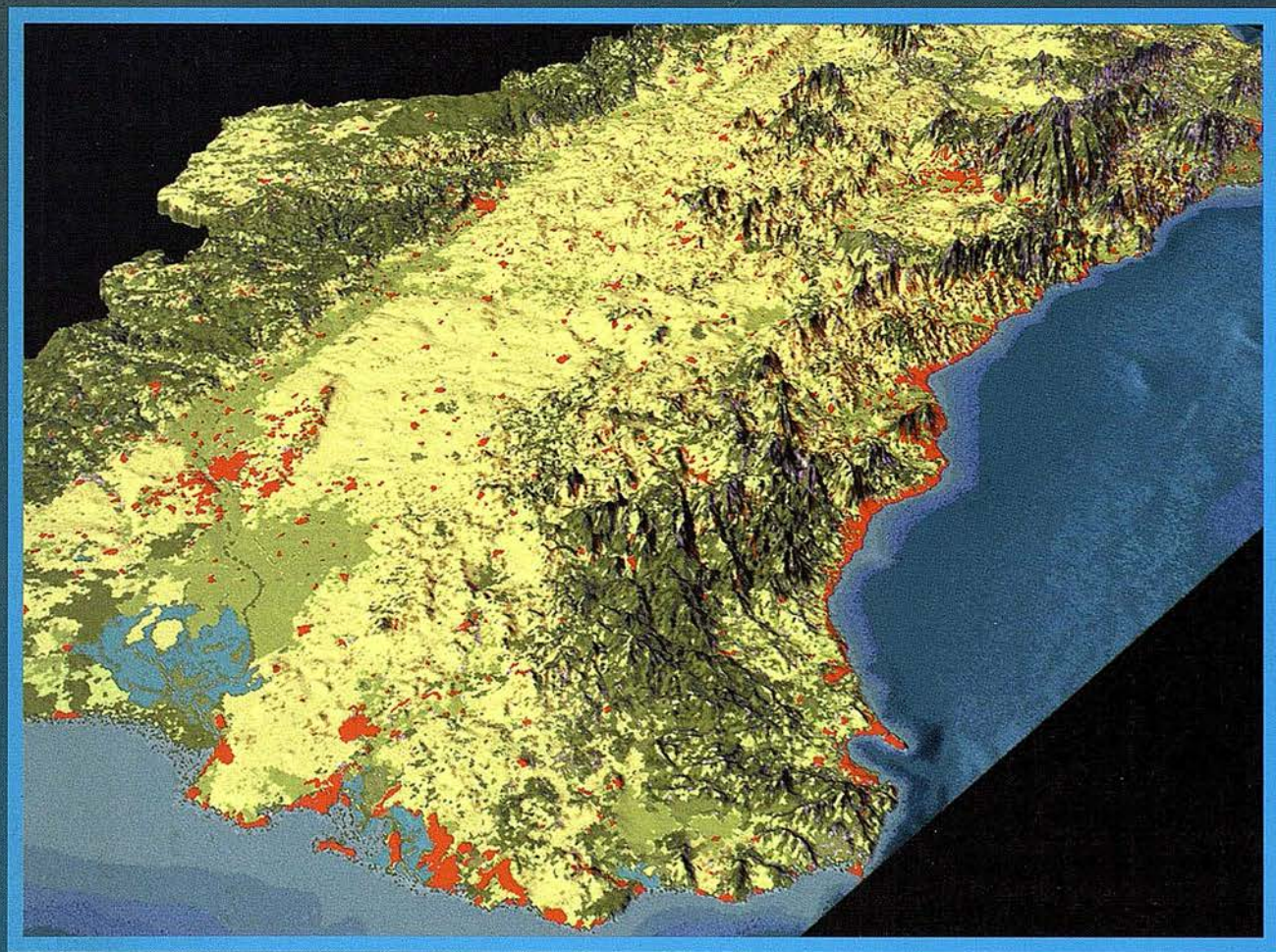


TELEDETECCIÓN

SISTEMAS DE

MEDIO AMBIENTE

CARTOGRAFÍA

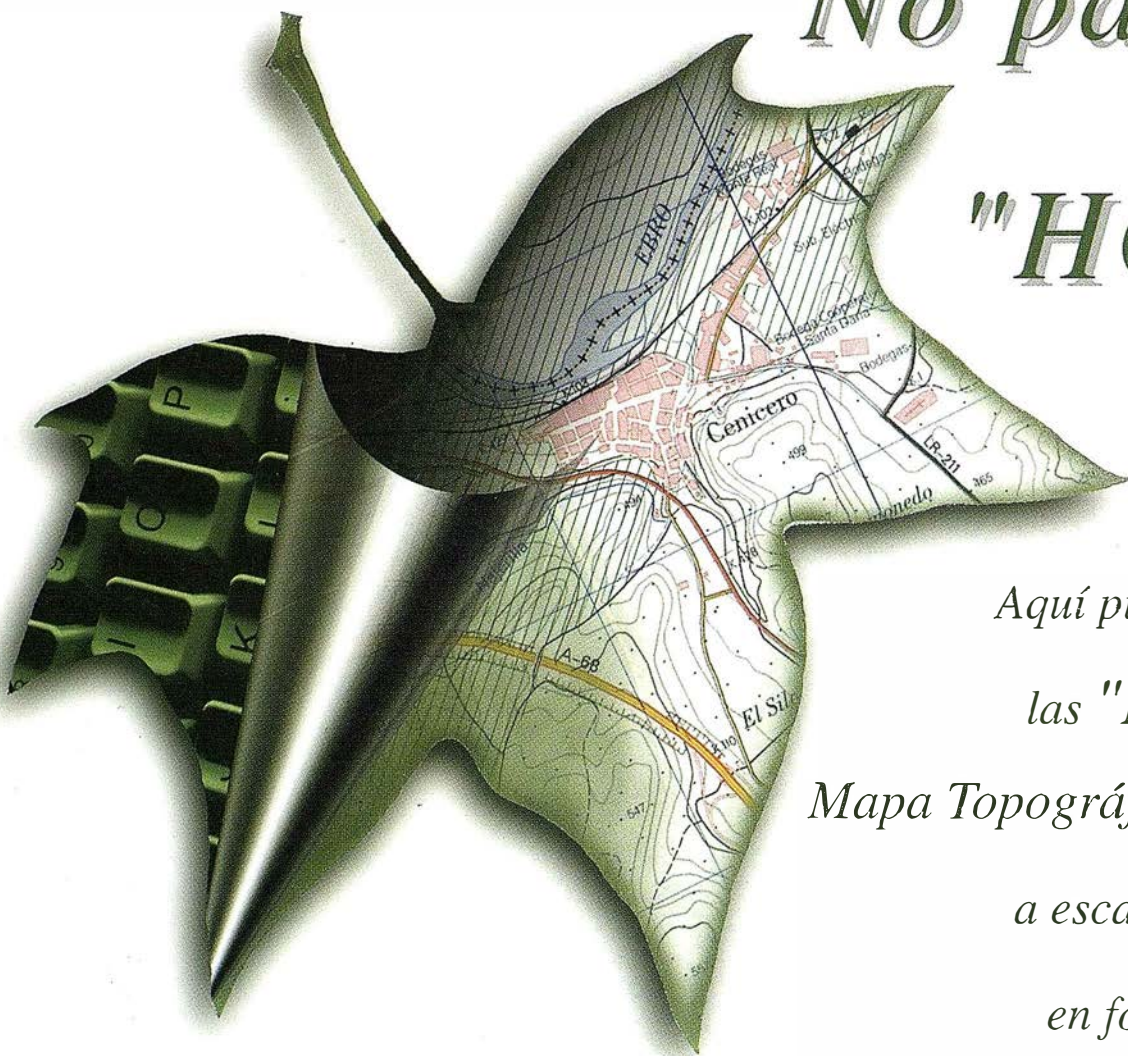


Nº 59 ENERO 2000 PRECIO 900 PTAS

INFORMACIÓN GEOGRÁFICA



# No pase la "HOJA"



*Aquí puede encontrar  
las "HOJAS" del  
Mapa Topográfico Nacional  
a escala 1:25.000  
en forma digital.*

**I**mprescindible en proyectos de...

- √ Redes de distribución, √ Puntos de venta, √ Localización de mercados, √ Tendidos eléctricos,
- √ Previsión de riesgos, √ Optimización de rutas, √ Obra civil,
- √ Estudios medioambientales, demográficos, etc.

**P**roductos disponibles:

*Base de Datos 1: 25.000 (BCN25), Base de Datos 1: 200.000 (BCN200), Base de Datos 1:1.000.000 (BCN1000),  
Modelo Digital del Terreno (MDT25), (MDT200) y (MDT1000), Base de Datos Monotemáticos,  
Mapa de Usos del Suelo (Corine-Land Cover), Datos Teledetección (Landsat TM)  
(Spot Pancromático), Líneas Límite (Varias escalas).*



# GeoMedia

## número uno en



El cliente geográfico de múltiples formatos con capacidad de análisis espacial.



El producto para captura y mantenimiento de datos geográficos, desarrollado con la última tecnología que le permitirá mejorar su productividad.



Permite publicar información geográfica en WEB, mejorando eficiencia y productividad con respecto a otras herramientas del mercado.



La solución para el análisis de redes logísticas y de transporte.



Añade a GeoMedia Web Map nuevas funciones de análisis de información SIG o de redes



Versión extendida de GeoMedia Professional, que permite establecer relaciones entre entidades de acuerdo a unas normas preestablecidas. El producto para redes de distribución.

# SIG

## Soluciones para todos los sectores

Conozca la nueva generación de Sistemas de Información Geográfica.

# INTERGRAPH

## Líder Mundial en Sistemas de Información Geográfica

INTERGRAPH (España) S.A. • C/Gobelas, 47 - 49 • (La Florida) 28023 MADRID • Tel.: 91 372 80 17 • Fax: 91 372 80 21

INTERGRAPH (España) S.A. • C/Nicaragua, 46. 1º 1ª • 08029 BARCELONA • Tel.: 93 321 20 20 • Fax: 93 321 47 73

Web: [www.intergraph.com/gis](http://www.intergraph.com/gis)





# MAPPING

## SUMARIO

6 ARCOS CÚBICOS EN LA GENERALIZACIÓN DE ELEMENTOS LINEALES. MÉTODO Y APLICACIÓN

17 GENERACIÓN DE HÁBITATS MARINOS UTILIZANDO TECNOLOGÍAS SOSTENIBLES Y MATERIALES DEL MAR

23 OBSERVACIONES SISMOLÓGICAS DE LA REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN SAN CRISTÓBAL EN JULIO, 1998

30 REDES TOPOGRÁFICAS ESPECIALES: COMPENSACIÓN Y UTILIZACIÓN EN CONTROL DE OBRAS SINGULARES

35 LA INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN ANDALUCÍA

- LA CARTOGRAFÍA Y LA ESTADÍSTICA HACIA EL REENCUENTRO
- EL CONOCIMIENTO DEL TERRITORIO ANDALUZ
- LA CARTOGRAFÍA HISTÓRICA: CONSERVACIÓN Y DIFUSIÓN
- EL SISTEMA DE INFORMACIÓN TERRITORIAL DE LA CONSEJERÍA DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES (SIT-COPT)
- EL MAPA TOPOGRÁFICO DE ANDALUCÍA 1:10.000
- EL MAPA DIGITAL DE ANDALUCÍA 1:100.000
- EL ATLAS DE ANDALUCÍA EN SOPORTE DIGITAL
- COSTAS DE ANDALUCÍA
- MODELO DIGITAL DE ELEVACIONES DE ANDALUCÍA DE 100M.
- LA BASE DE DATOS DE TOPÓNIMOS DEL MTA 1:10.000

68 XVII SEMANA CARTOGRÁFICA DE AMÉRICA CENTRAL

74 PROYECTO DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

84 EN CAMPO: UN GIS PARA TODOS Y TODOS CON UN GIS

86 SISMOS DE NICARAGUA (1998)

96 LA FRECUENCIA TEMPORAL DE LAS IMÁGENES DE SATÉLITES METEOROLÓGICOS EN LA ESTIMACIÓN DE LA RADIACIÓN SOLAR A PARTIR DE SENSORES REMOTOS

**Foto Portada:** Mapa de Andalucía cedido por el Servicio de Información Geográfica del Instituto de Cartografía de Andalucía.

**Edita:** CAR SIGMA CARTOGRÁFICA, S.L. **Director de Publicaciones:** D. José Ignacio Nadal. **Redacción, Administración y Publicación:** Pº Sta. Mª de la Cabeza, 42 - 1º - Oficina 3, 28045 Madrid - Tel. 91 527 22 29 Fax: 91 528 64 31 <http://www.ctv.es/mapping>, E-mail: [mapping@ctv.es](mailto:mapping@ctv.es) **Delegación en Andalucía y Extremadura:** D. José Manuel Escobar Tel. 956 27 11 04 **Delegación en el País Vasco:** Srta. Ana Moreno Tel. 945 12 84 54, **Diseño Portada:** R & A MARKETING **Fotomecánica:** P.C. FOTOCOMPOSICIÓN **Impresión:** COMGRAFIC **ISSN:** 1.131-9.100 **Dep. Legal:** B-4.987-92.

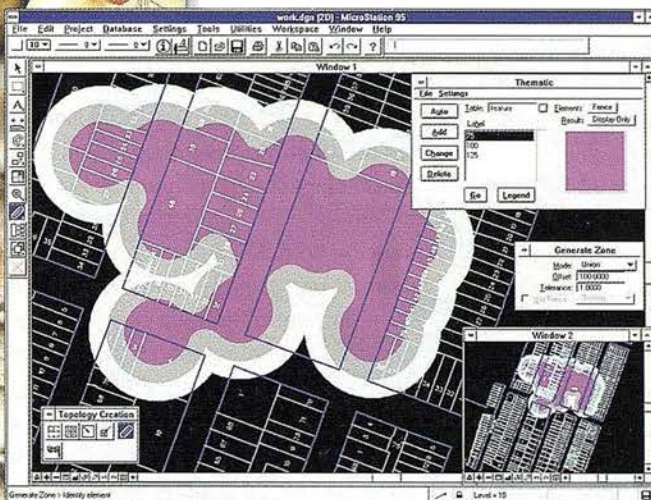


# MicroStation

# GeoGraphics<sup>®</sup>

para MicroStation<sup>J</sup>

la solución de CAD  
para el mundo GIS.



- Totalmente personalizable.
- Gran capacidad de análisis espacial.
- Configuración de proyectos mediante un Wizard.
- Nuevo gestor de mapas incluyendo ficheros raster.
- Nuevo generador de consultas a base de datos (SQL Builder).
- Visualización continua de la Cartografía.
- Máquina virtual Java (JVM).

**Solución Multiplataforma  
PC y UNIX.**



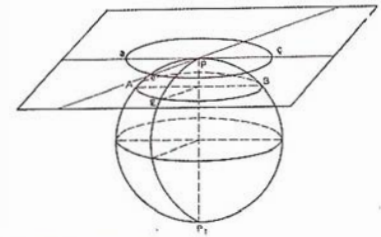
**BENTLEY**  
Engineering the future together

**91 372 89 75**

**www.bentley.es**



# Arcos Cúbicos en la Generalización de Elementos Lineales. Método y Aplicación



José Luis García Balboa, F<sup>co</sup> Javier Ariza López.  
 Grupo de Investigación en Ingeniería Cartográfica.  
 Universidad de Jaén. Escuela Politécnica Superior.

## Resumen:

La generalización cartográfica tiene una gran importancia en la cartografía digital y en los Sistemas de Información Geográfica. Hasta ahora, las labores de generalización automatizada de elementos lineales se han limitado, casi exclusivamente, a algoritmos de simplificación de polilíneas, con el único objetivo de reducir el número de coordenadas a almacenar. Se plantea utilizar una representación espacial alternativa a la polilínea, una aproximación analítica mediante tramos de arcos cúbicos, que promete posibilidades reales de aplicación. El empleo de esta técnica ha mostrado una buena capacidad para el suavizado y simplificación de vías de comunicación, así como para reducir la información almacenada, ya que largas listas de pares de coordenadas son sustituidas por un conjunto de puntos característicos y unos parámetros que definen los arcos cúbicos.

## 1. Introducción y antecedentes

La generalización automatizada de líneas pretende emular el proceso manual tradicional, por lo que debe ser capaz de extraer las formas más importantes que las describen, siendo ésta una cuestión de tipo holístico que encuentra numerosos obstáculos.

En los últimos años se ha tratado de hallar representaciones alternativas a la polilínea o lista de coordenadas para describir la geometría de las fi-

guras lineales. La polilínea no constituye un buen método para captar las características y formas globales de una línea, es decir, sus posibilidades holísticas son muy cuestionables. Algunos de estos métodos alternativos son las curvas cúbicas, los splines o las representaciones espectrales. Hay que recalcar que un cambio en el procedimiento de almacenaje y representación de una línea no debe tomarse meramente como una variación en la forma de describirla, ya que el procedimiento puede constituir, por sí mismo, una técnica de generalización si, por ejemplo, la línea es simplificada o suavizada respecto a la original. No obstante, es de esperar el desarrollo de técnicas de generalización específicas para cada tipo de representación.

La polilínea es una aproximación a los objetos lineales por segmentos tal que obliga a que se utilicen un gran número de puntos para una aproximación fiel. Aproximaciones de grado superior al lineal necesitan menos almacenamiento, son más compactas y permi-

ten una manipulación interactiva más fácil.

La aproximación matemática pretende describir un elemento lineal mediante una serie de parámetros que definen diversas figuras geométricas, como pueden ser circunferencias, parábolas, arcos cúbicos, curvas paramétricas cúbicas, etc. Tradicionalmente esta es una labor propia de entornos C.A.D., pero sus ventajas son potencialmente útiles para la generalización cartográfica, especialmente para la de vías de comunicación, ya que éstas normalmente están diseñadas mediante un conjunto de estas figuras.

En este trabajo presenta el método y los primeros resultados obtenidos mediante una aproximación con arcos cúbicos a una muestra de elementos lineales del MTN25 formada por un conjunto de vías de comunicación de distintas características. Tenemos algunos antecedentes en el Instituto Geográfico Nacional de Francia (Affholder, 1993; Plazanet, 1995), donde se obtuvieron resultados alentadores.

Línea	Tipo
A-316	Carretera autonómica
Almadén	Pista de montaña
Jabalruz	Pista de montaña
N-323a	Autovía
N-323b	Carretera nacional
Tren	Ferrocarril

Tabla 1. Muestra de líneas utilizada.





La serie GPT-1000 de Topcon es una estación total topográfica capaz de medir sin prisma y de largo alcance con prisma, utilizando la más avanzada tecnología de pulsos laser. Con esta capacidad dual de medición, la serie GPT-1000 de Topcon es la herramienta ideal para un amplio rango de actividades topográficas, desde explotaciones mineras a cielo abierto, grandes alturas en edificación y control de levantamientos topográficos de detalle.

# ¡MEDICIÓN DE DISTANCIAS SIN PRISMA!

## ESTACIÓN TOTAL SIN PRISMA

### GPT-1000 SERIES

- Sin prisma: Hasta 100 m.
- Con un solo prisma: Hasta 4.000 m.
- Diodo de pulsos laser incorporado para mediciones más rápidas.
- Resistente al agua



### DIVISION TOPOGRAFIA

Central:  
Frederic Mompou 5 - Ed. Euro 3  
08960 SANT JUST DESVERN/BARCELONA  
Tel.: 93 473 40 57 Fax: 93 473 39 32

Zona Centro:  
Av. Ciudad de Barcelona 81, 1.º pl.  
28007 MADRID  
Tel. 91 552 41 60 Fax 91 552 41 61

Zona Norte:  
Urtzaile, 1 Bajo - Ed. Aurrera  
20600 EIBAR (GUIPUZCOA)  
Tel./Fax: 943 120 300

Zona Levante:  
Avda. Guardia Civil, 30  
46020 Valencia  
Tel./Fax: 963 62 13 25

**Begin 21**  
Beginning the 21st century.

E-mail: topcontp@bcn.servicom.es



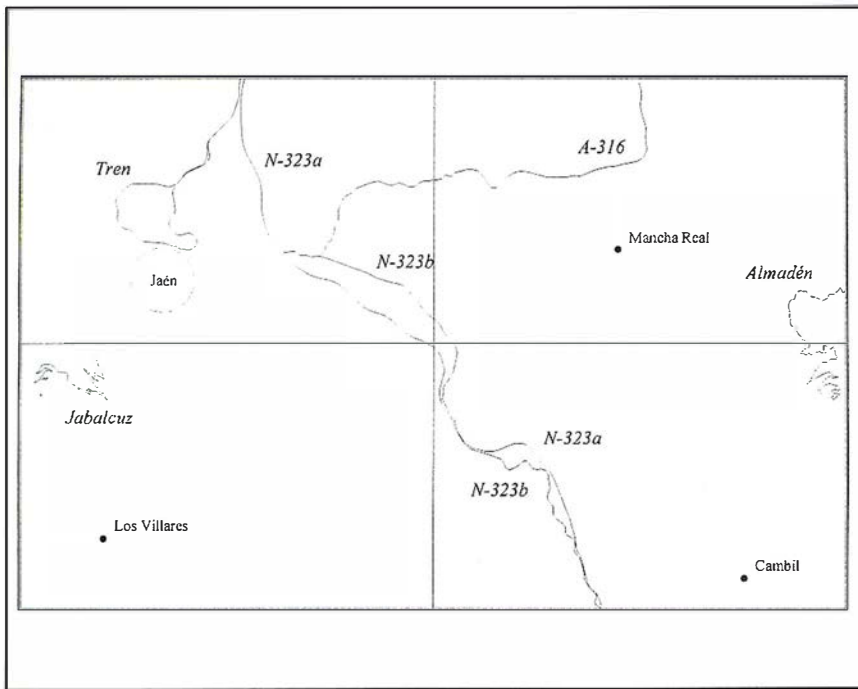


Figura 1. Representación de la muestra de líneas en la hoja 947.

## 2. Material y método

La Figura 1 y la Tabla 1 presentan las líneas procedentes de la hoja 947 del MTN25 del IGN utilizadas como elementos para el estudio de la metodología de generalización mediante arcos cúbicos. En la muestra de líneas se ha buscado variedad en cuanto a la complejidad. Por ello se considerarían líneas muy sinuosas, como pistas de montaña, y muy suaves, como una autovía, así como trazados antiguos, más sinuosos, y trazados modernos, más suaves.

El ajuste por arcos cúbicos no es un proceso directo, requiere que la información posea una cierta estructura o comportamiento conveniente para que su aplicación sea eficaz. Los arcos cúbicos se ajustan entre pares de puntos de inflexión consecutivos, y hay que intentar que estos puntos sean los más representativos. Además, dado que se sustituyen tramos de la poligonal por tramos de arco, puede darse el caso de la aparición de problemas topológicos. Por tanto, la aplicación de los arcos cúbicos requiere de un cierto preproceso de la línea y de un estudio y corrección de los problemas topológicos. En los siguientes

párrafos se presentan cada uno de dichos procesos.

### a) Suavizado de la línea

El primer preproceso, consiste en un suavizado de la polilínea original. Este preproceso no siempre será necesario, pero es común su necesidad dado que es normal que existan numerosas microinflexiones debido al proceso de digitalización, lo que traería consigo que aparecieran ligados numerosos puntos de inflexión, sin interés para nuestros propósitos. El suavizado utilizado en este trabajo es el gaussiano (Affholder, 1993).

### b) Detección de puntos característicos

El siguiente paso consiste en identificar en la línea suavizada una serie de

puntos característicos para ajustar dos arcos cúbicos de concavidades opuestas entre cada dos de ellos que sean consecutivos. En geometría Euclidiana los puntos característicos son los vértices y los puntos de inflexión. Freeman (1978) propuso que había que expandir el concepto de estos puntos. Affholder (1993) considera que en la mayoría de los casos es suficiente con identificar los puntos de inflexión, aunque propone como puntos críticos:

- Discontinuidades en la curvatura.
- Puntos de máxima curvatura (por ejemplo, cambios bruscos de dirección).
- Puntos de mínima curvatura (por ejemplo, puntos de inflexión).
- Puntos críticos, que dividen la línea en secciones de características diferentes.

En este trabajo se han utilizado como puntos críticos los de inflexión. No obstante, se observó que en las líneas sinuosas se obtenían mejores resultados si también se consideraban los cambios bruscos de dirección.

Los puntos de inflexión (PI) se localizan calculando a lo largo de toda la polilínea el signo del producto vectorial entre tres segmentos consecutivos:  $n-1$ ,  $n$  y  $n+1$ . Los puntos de inflexión se registran como el punto medio del segmento  $b$  (Figura 2).

Indudablemente, el grado de suavizado determinará el número de puntos de inflexión detectados (a mayor suavizado, menos puntos de inflexión), y por tanto el número de arcos cúbicos. Así, el parámetro de entrada del filtro

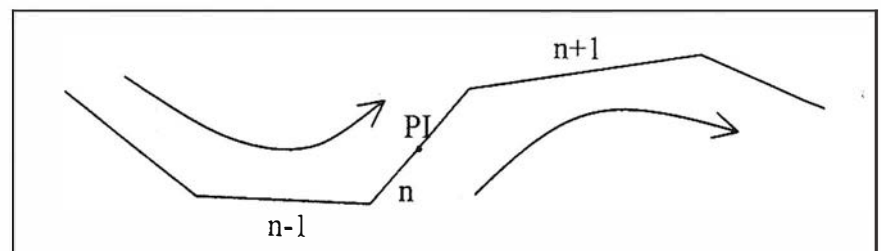


Figura 2. Detección de un punto de inflexión.



gausiano de la fase anterior determinará el nivel de generalización de todo el proceso.

c) Ajuste por arcos cúbicos

La función de ajuste por arcos cúbicos es muy simple:  $y = ax^3$ . Las principales ventajas de su utilización frente a otras funciones son:

- a) Al ser de bajo grado, reduce las tareas de computación.
- b) Se trata de una función que se ajusta localmente a la clotoide.

La función quedará definida en el sistema de referencia local con una rotación y una traslación (Figura 3), con el origen en un punto característico de la línea (por ejemplo, un punto de inflexión) y el eje x paralelo a la tangente local. La línea será, por tanto, una función definida a "tramos".

Una vez han sido extraídos los puntos de inflexión, el ajuste por arcos cúbicos consiste en determinar una pareja de arcos entre cada dos puntos de inflexión consecutivos:  $PI_1$  y  $PI_2$ . El primer paso es definir el sistema local de cada arco cúbico:  $(PI_1, \theta_1)$  y  $(PI_2, \theta_2)$ . El origen será el correspondiente  $PI$ , el ángulo de rotación  $\theta$ , quedará fijado por el segmento con sentido desde  $PI_1$  hasta el siguiente punto de la línea original, y  $\theta_2$  por el segmento con sentido desde  $PI_2$  hasta el anterior punto de la línea original.

Posteriormente se pasa al cálculo de la mejor pareja de arcos cúbicos entre  $PI_1$  y  $PI_2$ , que será aquella que minimice la suma del área que media entre los arcos y la línea original. La mejor pareja se hallará por tanteo, probando cada punto intermedio  $P_i$  entre  $PI_1$  y  $PI_2$  como punto de contacto entre los dos arcos, permitiendo cierto margen de libertad a  $\theta_1$  y  $\theta_2$ . Affholder (1993) propone que éstos varíen en unos pequeños intervalos  $\delta\theta_1$  y  $\delta\theta_2$  tales que:

$$\delta\theta_i = \pm \frac{tol}{D_{\theta_i - P_i}}$$

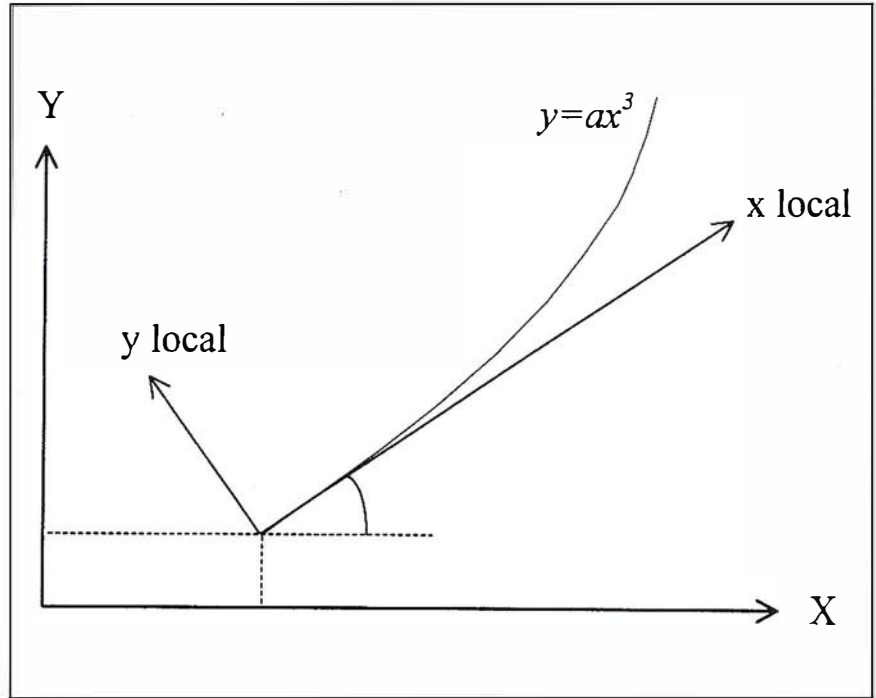


Figura 3. Función  $y = ax^3$  en el sistema local.

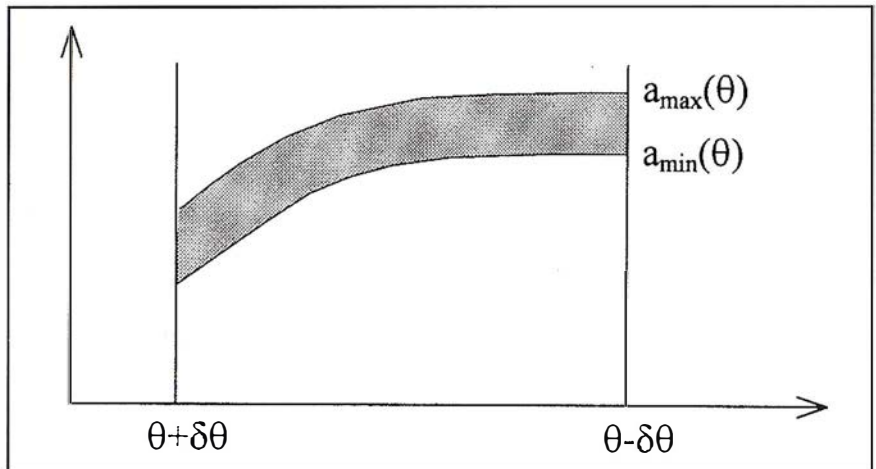


Figura 4. Posible variación de  $a$  y de  $\theta$ .

siendo:

$tol$  la precisión de la línea original digitalizada.

$D_{\theta_i - P_i}$  la distancia entre el  $PI$  considerado y el  $P_i$  actualmente en proceso.

Al establecer estos intervalos de tolerancia se pueden definir dos funciones  $a_{min}(\theta)$  y  $a_{max}(\theta)$ , de manera que cualquier par de la forma  $(a, \theta)$  correspondiente a un punto interior al trapecio curvilíneo delimitado por  $a_{min}(\theta)$ ,  $a_{max}(\theta)$ ,  $\theta - \delta\theta$  y  $\theta + \delta\theta$  es aceptable (Figura 4). De nuevo habrá que elegir la mejor solución. Las funciones  $a_{min}(\theta)$  y  $a_{max}(\theta)$  son muy difíciles

de modelar. Una posible solución admisible es dividir el intervalo  $(-\delta\theta, +\delta\theta)$  en pequeños intervalos en los que se irá tanteando el valor que minimiza la superficie entre las curvas original y aproximada.

Por tanto, los dos arcos cúbicos quedarán determinados por dos tripletas (Figura 5):  $(a_1, Mx_1, \delta\theta_1)$  y  $(a_2, Mx_2, \delta\theta_2)$ . Estos parámetros, que cambiarán para cada  $P_i(x_i, y_i)$ , son:

- $a$ , parámetro del arco. Es el resultado de  $y_i / x_i^3$ .
- $Mx$ , máxima abcisa que va a tomar la función  $y = ax^3$ , es decir  $x_i$ .



# con **Proyección** mundial

Treinta años de presencia permanente en el mercado han convertido a AZIMUT S.A. en una de las empresas más experimentadas del sector. A lo largo de estos años, AZIMUT, S.A. ha colaborado en el proceso de desarrollo cartográfico de nuestro país, participando en la mayoría de los trabajos de Confección Cartográfica, Obra Civil, Agronomía, Catastro, Teledetección o cualquiera de aquellas actividades en las que fuera necesario un sensor aeroportado.

Desde sus inicios AZIMUT, S.A. ha ido incorporando y aplicando la tecnología de vanguardia a la realización de vuelos fotogramétricos tradicionales. Este espíritu de constante innovación, unido a la experiencia y reconocida profesionalidad del equipo humano que la compone, garantiza la calidad de los trabajos encomendados.

Para AZIMUT, S.A., el objetivo es cumplir las expectativas de sus clientes aplicando los más avanzados medios tecnológicos.

Bocangel, 28 1º. 28028 Madrid

Tel: 91 726 25 09 · Fax: 91 725 78 08

e-mail: [azimut@ctv.es](mailto:azimut@ctv.es)





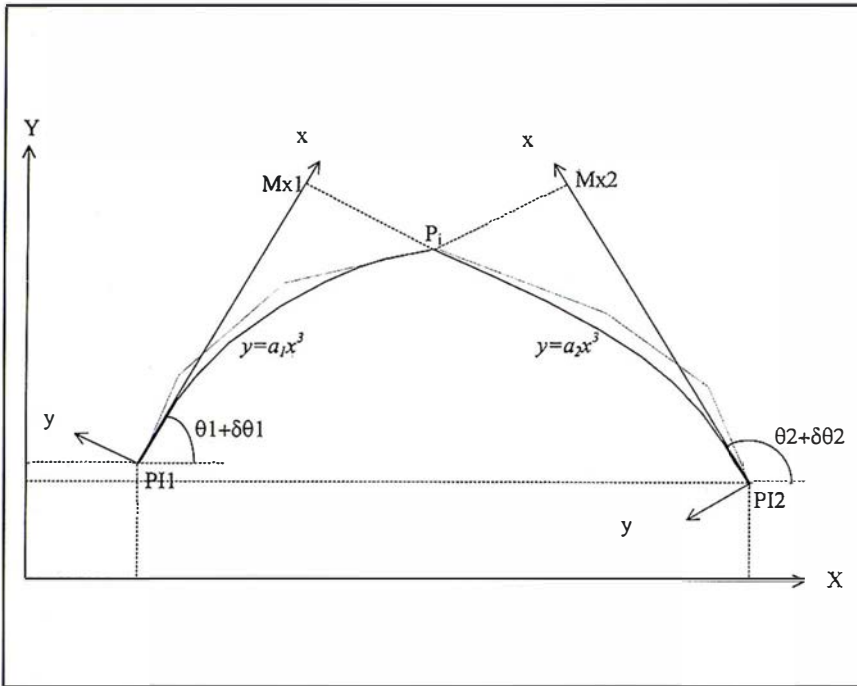


Figura 5. Esquema del ajuste de dos arcos cúbicos entre dos puntos de inflexión  $PI_1$  y  $PI_2$ .

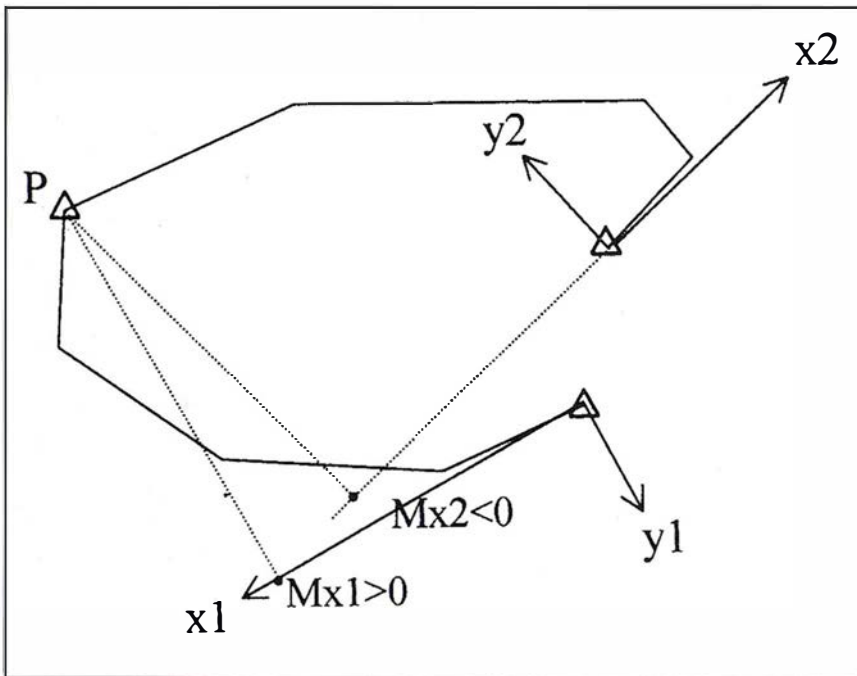


Figura 7. Introducción de un punto característico  $P$  si  $Mx_1$  o  $Mx_2$  son negativos.

- $\delta\theta$ , ángulo que va a girar  $\theta$ .

#### d) Correcciones al método

En el caso de las líneas más sinuosas se hace necesario incluir como puntos característicos los cambios bruscos en la dirección de la línea, ya que la función  $y = ax^3$  no se adapta bien a trazados con picos. De esta manera,

se marca como punto característico el punto medio de un segmento cuando el ángulo entre el anterior segmento y el siguiente supera un determinado umbral (Figura 6). Se optó por un tanteo con los valores de  $30^\circ$ ,  $40^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $50^\circ$ ,  $55^\circ$  y  $60^\circ$ , eligiendo finalmente el valor de  $\alpha = 55^\circ$ , ya que mostraba un compromiso entre el ajuste adecuado de los arcos, verificándose esto me-

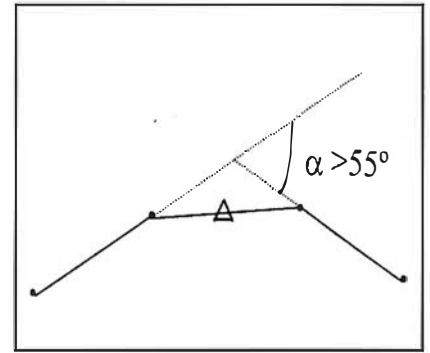


Figura 6. Punto característico para la corrección del modelo.

dante el control visual, y el número de puntos característicos, y por tanto de arcos, que no debía dispararse.

Por otro lado, hay que obligar a que  $Mx_1$  y  $Mx_2$  sean positivos. Puede darse el caso de que ningún punto intermedio entre los dos puntos característicos haga cumplir esta premisa, como por ejemplo en curvas muy cerradas (Figura 7), en las que los arcos cúbicos formarían agudos picos de permitirse valores negativos. Bajo esta circunstancia se insertará como punto característico el vértice intermedio  $P$ , con lo que se introducirán dos nuevos arcos cúbicos y se recalculará el ajuste, reiterándose el proceso si fuese necesario.

## 3. Resultados

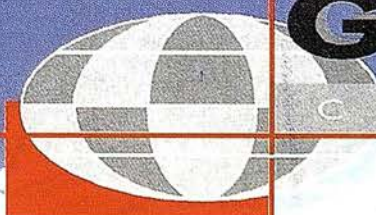
Tradicionalmente se considera la generalización como uno de los procesos más complejos y artísticos de la Producción Cartográfica, donde el factor humano es muy importante tanto en el desarrollo como en la evaluación.

Desde el punto de vista de la evaluación, la visualización de los resultados suele ser todavía una de las principales formas de evaluar el resultado de una generalización, aunque ésta sea automática. Además de lo anterior, para estimar la bondad de los resultados de una generalización, también se dispone de medidas que intentan cuantificar de forma objetiva el resultado del proceso.

Sin embargo, las medidas que se han venido utilizando (McMaster, 1986; Reinoso, 1998) están concebidas para su aplicación sobre polilíneas, poseen un rango de aplicación válido únicamen-



# CARTOGRAFIA



**GEOMAP**

CARTOGRAFIA

C/ Villanueva, 2 - 28001 MADRID  
Tel. 91 435 52 01 - Fax. 91 435 51 15



te para cambios modestos de escala y se centran en la cuantificación de propiedades que no dan una idea adecuada de si un algoritmo ha sido capaz de extraer la tendencia principal de una línea, como es el caso que nos ocupa.

En este trabajo se han utilizado, pues, las dos líneas de evaluación comentadas. Por una parte una interpretación visual respecto a si el algoritmo ha sido capaz de captar la tendencia de la línea sirviéndonos de la contemplación simultánea, sobre papel, de las líneas filtradas y originales, y por otra, las siguientes medidas:

- Porcentaje de cambio en el número de datos almacenados.
- Porcentaje de cambio en la angularidad en valor absoluto.
- Área total de desplazamiento por unidad de longitud en valor absoluto.
- Porcentaje de cambio en el número de puntos de inflexión.

que analizan la disminución de la cantidad de información, la eliminación de microinflexiones de la línea original y el desplazamiento respecto a la línea original.

En la evaluación visual las líneas generalizadas aparecen muy suaves en todos los grados de suavizado gaussiano. Se observa la capacidad de este tipo de filtro para reforzar la tendencia de la línea al eliminar las zonas de microinflexiones, permaneciendo la curva general que las engloba (Figura 8). Sin embargo, el ajuste de arcos cúbicos ocasiona picos, denotando ausencia de puntos de inflexión cuando existen grandes tramos con curvatura del mismo signo que no se ajustan bien a la función cúbica (Figura 9).

Tanto el filtrado gaussiano como el ajuste por arcos cúbicos generan notables desplazamientos, algo previsible cuando se pretende extraer la tendencia general y no mantenerla lo más fiel posible (Figura 8).

En el análisis visual de pistas de montaña muy sinuosas se comprueba que el comportamiento no es adecuado, ya que se detectan numerosos picos y pro-

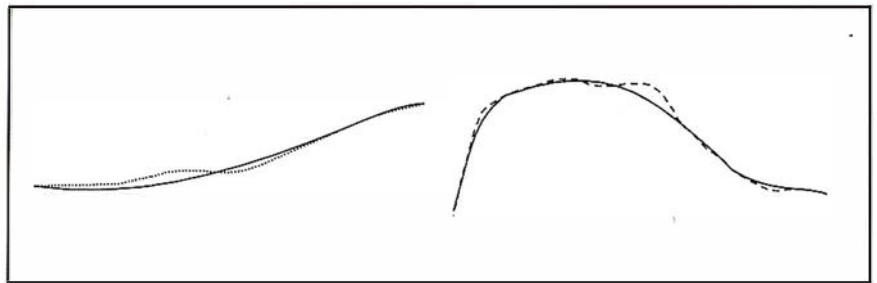


Figura 8. La línea generalizada extrae la tendencia general de la línea.

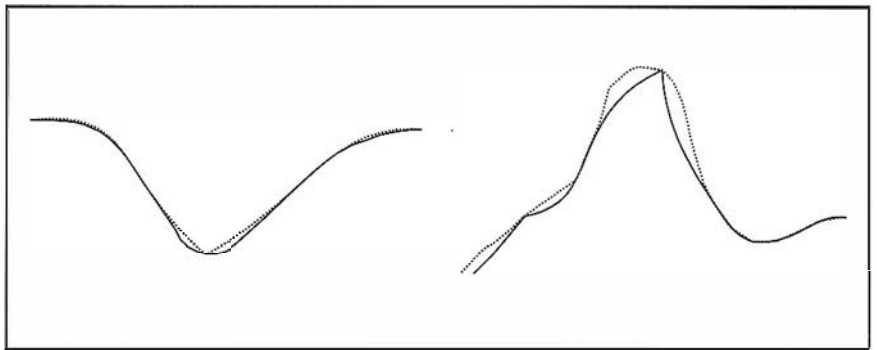


Figura 9. Algunos de los picos que surgen tras la generalización.

blemas topológicos (se cruza la línea sobre sí misma) en la generalización procedente de los niveles de suavizado gaussiano más altos. Estos problemas no deben extrañar, ya que estas vías de comunicación no suelen estar diseñadas según una serie de figuras geométricas, sino que intentan adaptarse al terreno, siguiendo las curvas de nivel, por lo que la función  $y = ax^3$  no se adapta bien (Figura 10).

Como era de esperar, los mejores resultados se obtuvieron con la autovía N-323a: resultados muy suaves, ausencia de picos y desplazamientos relativos menores que en las otras líneas.

La aplicación de las medidas evaluadoras no hace sino corroborar lo ya comentado. Para una mejor comprensión, y utilidad de los resultados, se han aplicado las medidas evaluadoras tanto a los resultados del ajuste por arcos cúbicos como al resultado de la aplicación del algoritmo de Douglas-Peucker (1973) para un nivel de generalización similar al que originan los arcos cúbicos. Se entiende como nivel de generalización del, por ejemplo 10%, aquel que al aplicarlo resulta en la permanencia del 10% de los puntos originales.

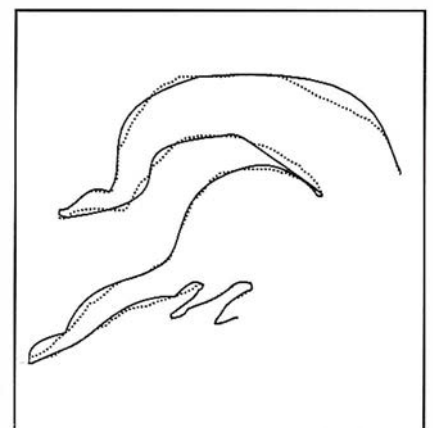


Figura 10. Generalización de la pista de montaña Jabalcuz.

En primer lugar, cabe observar un drástico descenso en el número de puntos de inflexión, mayor al de Douglas-Peucker, debido a la aplicación del filtro gaussiano. No obstante se comprueba cómo, salvo en las líneas sinuosas, al aumentar el grado de suavizado tiende a estabilizarse el número de puntos de inflexión, aunque es de esperar que con mayores suavizados vuelva a haber una disminución.

La medida de angularidad en valor absoluto indica si la información eliminada en el proceso de generalización estaba asociada con ángulos de pequeño o





# La topografía más fácil.

## TOPOGRAFIA

.Procesa ficheros de estaciones totales y libretas electrónicas  
.Compensación de poligonales, intersecciones directas e inversas, conversiones a/de UTM, transformaciones de coordenadas

## PERFILES LONGITUDINALES

.A partir de modelo o cartografía digitalizada .Definición gráfica o numérica de rasantes .Personalización de guitarras

## PERFILES TRANSVERSALES

.Edición gráfica o numérica .Dibujo en modo continuo o en formatos .Inserción de perfiles en fases .Utilidades de conversión

## PUNTOS

.Carga a partir de ficheros de diversos formatos o entidades dibujadas o automático a partir de códigos .Múltiples operaciones de edición y consulta

## SECCIONES TIPO

.Urbanas o de carreteras .Definición de plataformas, cunetas, taludes, capataces, muros, geología, peraltes, etc

## MODELO DIGITAL

.Puntos o curvas de nivel .Dibujo interactivo de rotura .Edición interactiva de superficies .Múltiples superficies

## VOLUMENES

.Por diferencia de perfiles, mallas o superficies digitales .Listados de cubicación, diámetros de masas, etc

## CURVADO

.Generación automática a partir de modelo .Suavizado opcional .Etiquetado manual o automático

## MAPAS

.Representación de alturas, pendientes, direcciones, malla 3D, conversión a sólidos, renderizado, etc

## REPLANTEO

.Gestión de bases .Replanteo de puntos sobre eje .Control de alineación

## ALINEACIONES

.Creación a partir de polilíneas o ficheros externos .Herramientas de encaje de rectas, curvas y clotoides .Acotación automática...

## UTILIDADES

.Conversión de ficheros de cartografía, elevación de entidades, herramientas de dibujo, dibujo de taludes, etc

## REQUERIMIENTOS

- .Procesador PENTIUM 100 ó superior
- .Lector CD-ROM
- .MS-DOS, Windows 3.X, Windows 95/98, Windows NT
- .AutoCAD 12, 13, 14 ó 2000
- .Tarjeta Gráfica 800 x600

**MODELO DIGITAL DEL TERRENO**  
**Soluciones para Ingeniería Civil y Topografía en AutoCAD®**

# TCP



TCP Informática y Topografía  
Diseño y Programación de Aplicaciones Técnicas  
**TOPOGRAFIA**  
**INGENIERIA CIVIL**  
**CONSTRUCCION**  
C/ Sumatra, 11  
E-29190 Málaga (España)  
Tlf.: 95 243 97 71  
Fax: 95 243 13 71  
E-mail: tcp@tcpit.es  
web: www.tcpit.es





gran valor. Lo más conveniente es que esta medida no varíe sustancialmente, es decir, que la generalización elimine los pequeños ángulos y mantenga los mayores. En este sentido, los resultados evidencian valores por encima de los aportados por Douglas-Peucker para las líneas más suaves. Para las líneas más sinuosas se invierten los resultados. De nuevo se comprueba que el método no es adecuado para las pistas de montaña.

El desplazamiento, o superficie comprendida entre la representación original y la generalizada, confirma los elevados valores que produce la aproximación mediante arcos cúbicos. Douglas-Peucker mantiene unos valores muy bajos, ya que su objetivo es mantener la línea similar a la original.

El número de datos almacenados es una variable que tiene mucha importancia. Esta técnica, tal y como ha sido planteada no permite conocer, a priori y con exactitud, el número de datos a almacenar. Este valor depende, principalmente, de la variable de entrada al filtro gaussiano,  $\sigma$ , la cual tiene un intervalo muy restringido de posible valores a tomar. La información almacenada es proporcional al número de puntos de inflexión detectados, ya que se insertan dos arcos cúbicos entre cada dos puntos de inflexión, con la excepción de las líneas sinuosas, en las que además fueron considerados como puntos críticos los cambios bruscos de dirección. El peor caso manifestado, el de la línea Jabalruz, fue aquel en el que la cantidad de información a almacenar era superior a la de la línea original para el suavizado de menor orden. En el resto de casos, la información almacenada era siempre menor a la original.

#### 4. Conclusiones

La aplicación de los arcos cúbicos a la generalización de elementos lineales ha mostrado su idoneidad para las vías de comunicación de trazado moderno. Es un método adecuado para extraer la tendencia principal mediante líneas más suaves, reforzando las curvas principales de la original y eliminando los tramos con menor angu-

laridad. Comparado con otros métodos, como el de Douglas-Peucker esto supone que los arcos cúbicos ofrecen desplazamientos mucho mayores respecto a la original, algo positivo si se pretende extraer la tendencia principal de la línea original.

En el método desarrollado el filtrado gaussiano previo, que elimina las microinflexiones, tiene un papel determinante. Por una parte, este filtrado no facilita una generalización cada vez mayor en la aproximación mediante arcos cúbicos, ya que la disminución en el número de puntos de inflexión se detiene, manteniéndose casi constante.

El valor de  $\delta\theta$ , variable que permite un margen de libertad a la tangente de los arcos cúbicos en cada punto de inflexión, influye notablemente en el área que aparece respecto a la línea original. Si aumentamos el valor de  $\delta\theta$  los resultados mejoran, y si lo eliminamos del cálculo el tiempo se reduce drásticamente, sin que en ambos casos se aprecien visualmente cambios sustanciales en el trazado de la línea.

Respecto a su aplicación a los diversos tipos de carreteras, se percibe claramente un peor ajuste a las de montaña, donde la función  $y = ax^2$  no se adapta bien, que en el caso de líneas más suaves, autovías y ferrocarriles, adaptadas a trazados mediante curvas de acuerdo.

Con respecto a otros elementos lineales del mapa, se puede afirmar que este método está pensado para ser aplicado sobre vías de comunicación, ya que otros elementos lineales, como líneas de costa o cursos fluviales, presentan a menudo un alto grado de complejidad e incluso tendencias fractales (Buttenfield 1986; Dutton 1981; Müller 1986). En cambio, las vías de comunicación suelen estar formadas por una concatenación de líneas rectas, arcos de circunferencia y arcos de clotoide.

Finalmente, se puede afirmar que esta técnica se comporta de forma totalmente diferente a los tradicionales algoritmos de simplificación, como el de Douglas-Peucker (1973), ya que sus resultados son totalmente distintos, dejando a un

lado el poco pretencioso fin de reducir el número de pares de coordenadas.

**Affholder, J. G. (1993).** Road modelling for generalization. NCGIA Research Initiative 8. Formalizing Cartographic Knowledge. Specialist Meeting Buffalo.

**Buttenfield, B. (1986).** Digital definitions of scale-dependent line structure. *Autocarto London*. London: Royal Institution of Chartered Surveyors, 497-506.

**Douglas, D. H., y T. K. Peucker (1973).** Algorithms for the reduction of the number of points required to represent a digitized line or its character. *The American Cartographer*, 10(2): 112-123.

**Dutton, G. H. (1981).** Fractal enhancement of cartographic line detail. *The American Cartographer*, 1(8): 23-40.

**Freeman, H. (1978).** Shape description via the use of critical points. *Pattern Recognition*, 10: 2-14.

**García, J. L. (1998).** *Generalización de Elementos Lineales Mediante Algoritmos en el Dominio Espacial y de la Frecuencia*. Proyecto Fin de Carrera. Universidad de Jaén.

**McMaster, R. B. (1986).** A statistical analysis of mathematical measures for linear simplification. *The American Cartographer*, 13(2): 103-116.

**McMaster, R. B., y K. S. Shea (1992).** *Generalization in Digital Cartography*. Association of American Geographers. Washington D.C.

**Müller, J. C. (1986).** Fractal dimension and consistencies in cartographic line representations. *The Cartography Journal*, 23: 123-130.

**Plazanet C., J. G. Affholder y E. Fritsch (1995).** The importance of geometric modeling in linear feature generalization. *Cartography and Geographic Information Systems*, 22(4): 291-305.

**Reinoso, J. F. (1998).** *Proceso de Generalización de las Vías de Comunicación de la BCN25 para la Derivación Automatizada de la BCN50*. Proyecto Fin de Carrera. Univ. de Jaén.



# GENERACIÓN DE HÁBITATS MARINOS UTILIZANDO TECNOLOGÍAS SOSTENIBLES Y MATERIALES DEL MAR

Ing. Mauricio Porraz Jiménez Labora.  
Secretario General de la Academia de Ciencias, de México D.F.

Dr. Nelson Regalado Ciriano.  
Delegado del Ministerio de Ciencias de Cuba.



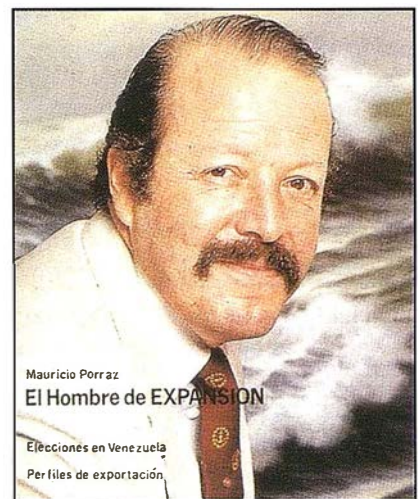
Conscientes de la necesidad de que las obras costeras sean de naturaleza sostenible, que no agredan al ya muy deteriorado medio ambiente en muchas zonas, se presentan dos tecnologías sostenibles blandas. La primera de ellas, desarrollada en México y utilizada ampliamente no solamente en ese país sino en muchos otros del Mundo, que permite la creación de arrecifes artificiales mediante el llenado de grandes contenedores geotextiles, llamados Sandtainers, con arena y agua de mar. La experiencia con estos elementos ha demostrado como se logra formar un hábitat atractivo para diversas especies marinas al generarse automáticamente y en forma natural, el inicio de la cadena alimenticia y ofreciéndoles un lugar de refugio. Se citará como a la vez de que con estos sistemas operacionales se logra la rehabilitación y protección de playas turísticas se consigue un efecto ambiental positivo.

Por otra parte se presentará el desarrollo de una técnica desarrollada y aplicada también en México, llamada Seacrete, mediante la utilización del fenómeno galvánico para aprovechar los inmensos recursos de sales que contienen las aguas de los océanos para formar en poco tiempo un verdadero concreto marino reforzado, con el cual se logran obte-

ner estructuras útiles para construcciones urbanas y para fabricar estructuras para poblar parques submarinos. Con ellas se logra incrementar la población de fauna marina, en beneficio de pesquerías comerciales, para pesca deportiva y recreativa, fomentándose con ello el ecoturismo.

Aparejado al explosivo desarrollo turístico de las costas se han presentado una serie de problemas que esta actividad conlleva, como la afectación a los ecosistemas por un uso intensivo de las playas y de las aguas, construcción de obras de infraestructura en ocasiones no bien planificadas, así como afectaciones a las playas por una administración inadecuada de ellas. Además, dentro de los problemas están los ocasionados por la naturaleza, que si bien estos antes pasaban desapercibidos, hoy en día ya no lo son ya que afectan el atractivo turístico y el patrimonio de los dueños, concesionarios u operadores. Estos últimos se deben básicamente a la erosión provocada por diversos fenómenos meteorológicos, como tormentas tropicales, ciclones, huracanes o fuertes vientos que provocan oleajes extraordinarios.

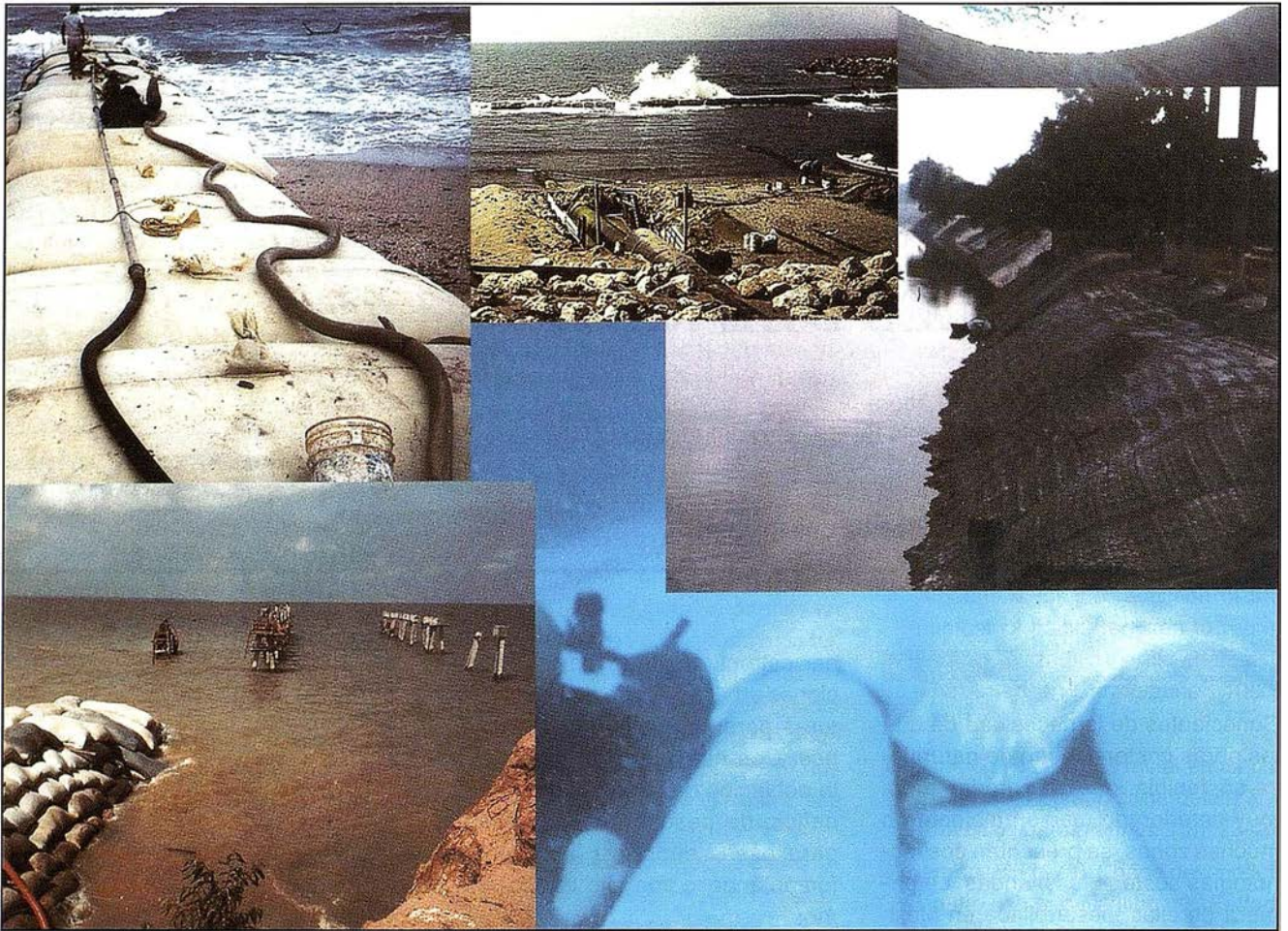
En ocasiones cierto tipo de obras, de las denominadas genéricamente "du-



ras", que se efectúan con el fin de restituir o proteger playas turísticas resultan inadecuadas y/o contraproducentes desde el punto de vista de la ingeniería costera; como son las estructuras con piedra, madera, concreto, cascajo, etc. Además este tipo de estructuras no son estéticas ni seguras para los usuarios.

Lo anterior motivó a que se llevaran a cabo, desde hace ya bastante tiempo, trabajos que primero fueron de investigación en gabinete y en laboratorios hidráulicos y de materiales, para desarrollar un sistema operacional que permitiese construir arrecifes artificiales mediante barreras separadas de la costa, de tal suerte que se cumplieran varias condiciones: que se aprovechara al máximo





los materiales nativos, que el equipo de construcción fuese económico, ligero y fácil de transportar y que requiere de mano de obra no especializada de la localidad. Así nacieron los **Sandainers**<sub>(R)</sub>, que después se describirán con más detalle, con los cuales se logra construir estructuras con cresta abajo del nivel de las aguas, lográndose con ello: amortiguar la energía del oleaje, proteger las playas contra efectos de la erosión, ofrecer a los bañistas zonas tranquilas y establecer un sitio atractivo bioecológicamente para diversas formas de vida marina.

Asimismo, la inquietud provocada por el deterioro de algunas zonas arrecifales de nuestro país, originadas por una combinación de contaminación de las aguas, destrucción mecánica ocasionada por las anclas de las embarcaciones, apertura de pasos navegables y por las redes de arrastre, motivó a investigar sobre la posibilidad de utilizar los recursos naturales del mar para dar lugar a un

proceso de bioelectrodeposición sobre mallas de acero desplegado para construir estructuras que ofrecieran refugio y alimento a diversas especies marinas. El resultado fue un proceso denominado **Seacrete**<sub>(R)</sub>.

Cada día resultan más importantes las playas para fines turísticos en nuestros países en vías de desarrollo, ya que además de proporcionarles solaz y esparcimiento a sus habitantes, éstas se han convertido en importantes fuentes generadoras de empleo y de muy necesitadas divisas. Sin embargo su localización privilegiada en las costas las convierte con cierta frecuencia en víctimas de fenómenos meteorológicos severos, como son huracanes, ciclones y tormentas tropicales.

Si sumamos a las erosiones a que están sujetas casi todas las playas bajo condiciones normales las provocadas por los fenómenos antes cita-

dos, nos encontramos que, salvo que se tomen medidas preventivas y correctivas, se corre el riesgo de perder el principal recurso natural de los centros turísticos que son las playas.

Como es sabido, cuando se presentan condiciones de tormenta parte de la arena de la playa es arrastrada hacia el mar, y si las condiciones son adecuadas y la tormenta no ha sido demasiado severa, al cabo del tiempo ésta vuelve a la playa. Ello no suele ser un proceso rápido, tardando a veces varios años en que se restablezcan las condiciones originales, lo cual es inadmisibles para la industria turística. Si los efectos de la tormenta son demasiado severos, en ocasiones cierta cantidad se pierde al mar y ya no regresa en forma natural.

Antaño era muy socorrido recurrir a construir escolleras, espigones aislados o campos de espigones en las playas que acusaban un deterioro provocado por la erosión, sin medir las consecuencias negativas que se



provocaban corriente abajo de donde se llegaban a construir estas estructuras, que si bien lograban retener los sedimentos, ocasionaban problemas serios de erosión en las zonas corriente abajo de ellas, e inclusive resultaba bastante común el que de un lado se retenía la arena y en lado opuesto se presentaban erosiones.

Otra medida muy usual es la de rellenar artificialmente con arena, lo cual es una solución que se denomina de tipo blanda, aunque ello conlleva generalmente que se lleven a cabo labores constantes de reponer la arena perdida periódicamente al mar. También ha sido práctica común el combinar ambas soluciones.

Ahora en día la política ha sido construir arrecifes artificiales, separados de la costa, que a la vez de amortiguar la energía del oleaje antes de que incida en la costa, dando lugar a que consecuentemente se produzca una deposición parcial del acarreo litoral entre la estructura y la playa, originándose salientes o tómbolos, sin que se afecten seriamente las zonas corriente abajo ya que no se interrumpe totalmente el flujo de arena, a diferencia de lo que sucede con las escolleras o con los espigones. Además en estas áreas el amortiguamiento del oleaje crea atractivas zonas para la natación.

Desde tiempos inmemoriales el hombre ha tratado de aprovechar los recursos materiales que la naturaleza misma le proporciona para la construcción de las obras costeras, generalmente ha recurrido a la piedra para erigir sus estructuras. Para ello siempre ha considerado dos parámetros para elegir el material más adecuado, que éste sea estable al impacto del oleaje y que sea resistente. Sin embargo además se deben tener en cuenta otros parámetros, como son: costo, tiempo de construcción, impacto ecológico e impacto social.

Una vez seleccionado el material las características del proyecto determinarán los procedimientos de construcción. Tradicionalmente para construir

arrecifes artificiales separados de la costa, ya sea con enrocamiento o con elementos precolados de concreto, se ha requerido de un terraplén de acceso al sitio de la obra, lo cual requiere que sea removido una vez terminada la estructura, con el consecuente incremento en el tiempo de terminación de la obra y de costos, todo lo cual gravitará onerosamente sobre el costo del proyecto. Además se requiere para ello de equipo pesado de construcción.

Algunos de los inconvenientes más comunes para el caso en que se recurra a métodos tradicionales son los siguientes:

1. Necesidad de explosivos para explotar la cantera (que en algunos países con problemas de terrorismo o con problemas sociales están restringidos)
2. Daño ecológico producido por la explotación de la cantera.
3. Afectaciones a las carreteras por donde transitarán los vehículos pesados.
4. Utilización de equipo pesado y costoso.
5. No es posible construir estructuras sumergidas puesto que se necesita que los vehículos transiten sobre ellas.

Sin embargo ahora en día ya no es necesario recurrir a costosos procedimientos de construcción ya que en México se han desarrollado desde 1972 materiales de construcción utilizando cimbras permeables de textil sintético que se llenan directamente en el sitio de la obra mediante una mezcla de arena y agua, todo lo cual evita utilizar maquinaria pesada, tránsito terrestre y procedimientos peligrosos.

Otra ventaja es que se optimiza el empleo de mano de obra no especializada de la localidad, así como de materiales nativos (arena y agua).

Aunque las barreras de arrecifes artificiales se han utilizado ya desde hace algún tiempo, éstas se han uti-

lizado siguiendo un patrón de una sola línea paralela o casi paralela a la costa, sin embargo se ha visto que una mejor manera de incrementar los resultados es utilizando una barrera doble de arrecifes artificiales. La barrera más alejada de la costa constituirá la primera línea de defensa, siendo la que disipará la mayor cantidad de energía del oleaje incidente, creando con ello una bahía atractiva y segura del lado de sotamar, lo cual resulta muy útil para los desarrollos turísticos.

Otro aspecto sumamente importante a tomar en cuenta al construir los arrecifes artificiales en forma de barrera doble, es el bioecológico. Los esfuerzos para construir barreras artificiales iniciaron alrededor del año de 1916 en los Estados Unidos de América con fines de pesca deportiva y aunque este aspecto se mantuvo en estado durmiente por muchos años, éstos han resurgido nuevamente.

La fijación de vida marina se debe a: y) se cuenta con un sustrato para que se fijen los organismos; ii) un incremento de la complejidad del hábitat al proporcionársele espacios verticales bien definidos; iii) cambios en los patrones del oleaje y de las corrientes. Todas las cadenas alimenticias empiezan con pequeños microorganismos que alimentan a las especies mayores y así sucesivamente. Al reducirse el impacto de la energía del oleaje en una área local, las algas pequeñas, como la *diatomea* se fijan a las paredes del arrecife, adicionalmente estas comunidades sirven de base para la cadena alimenticia que proporciona alimento a las especies mayores y éstas a su vez a otras más grandes.

Los arrecifes orgánicos son estructuras resistentes al oleaje que llegan casi al nivel medio del mar y que han sido formados por organismos que secretan carbonato de calcio. Los organismos formadores de arrecifes son los corales hermatípicos y las algas coralinas. Los corales formadores de arrecifes se encuentran normalmente restringidos a zonas donde la temperatura del agua en invierno son superiores



a los 18° C, sin embargo las algas coralinas tienen un rango más amplio. Los corales orgánicos juegan un papel preponderante sobre la morfología costera y constituyen uno de los ecosistemas más complejos de la naturaleza.

Un arrecife artificial es una estructura hecha por el hombre capaz de resistir el impacto de las olas, modificando sus parámetros de una manera predeterminada a fin de lograr los fines deseados. Para calcular la estabilidad de una estructura realizada con elementos Sandtainers existe una curva de diseño desarrollada desde hace más de diez años en las instalaciones del laboratorio hidráulico del Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Uno de los desarrollos turísticos más importantes de la República Mexicana en el Mar Caribe es el de Cancún, localizado en la península de Yucatán. Desde mediados de los años Setenta han sido muchos los hoteles que se han establecido en la faja costera entre Punta Nizuc y Punta Cancún a lo largo de 40 kilómetros de hermosas arenas blancas. Sin embargo, como se mencionó en la introducción, esta situado en una zona visitada con cierta frecuencia por huracanes.

En 1988 el huracán Gilberto, en 1993 Andrew y en 1995 el Roxanne se encargaron de barrer gran cantidad de la hermosa arena blanca hacia mar adentro, formando una berma sumergida a un par de centenar de metros de la playa. Los dueños de los hoteles intentaron proteger sus propiedades con soluciones llamadas de tipo duro, como muros verticales, los cuales únicamente logran reflejar la energía del oleaje incidente, con lo cual se agrava el problema de socavación al pie de la estructura, con lo cual se traslada más arena hacia el mar. Ello origina asentamientos diferenciales en la estructura, las cuales en no mucho tiempo se agrietaron y colapsaron.

Después de haber estudiado diferentes tipos de soluciones se optó finalmente por utilizar una de tipo sustentable como la mejor manera de lograr una protección que además de ser la más viable resultaba ser la más económica forma de proteger las playas. Esta consistió en una serie de múltiples arrecifes artificiales separados de la costa, utilizando para ello la arena disponible de la berma sumergida para llenar directamente en el sitio grandes contenedores de textil permeable, Sandtainers, los cuales se unen firmemente entre sí por medio de bandas geotextiles de alta tenacidad, con lo que se logra una estructura monolítica.

Las Declaraciones de Impacto Ambiental emitidas por el Instituto Nacional de Ecología han resultado de lo más favorable al observarse como se fijaba y se desarrollaba vida marina sobre ellas apenas unas cuantas semanas después de instaladas. La Coordinación General de Obras Marítimas y Portuarias de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes revisó y aprobó los proyectos sin ninguna objeción.

En mayo de 1997 se inició inmediatamente un proyecto piloto para cuatro hoteles que fueron para las Torres Sheraton, Pirámides, Melía Turquesa y Beach Palace, abarcando un tramo de casi un kilómetro de longitud, con lo cual se logró recuperar más de 20 metros de playa, los cuales permanecen aún después de la época de tormentas tropicales y de los llamados Nortes. Con la barrera doble de arrecifes artificiales se ha creado unos muy efectivos tómbolos, habiéndose logrado el depósito de más de 120,000 m<sup>3</sup> de arena en un frente de 800 m.

Cada uno de los arrecifes artificiales en aguas someras tiene 80 m de longitud y están separados 40 m entre sí. Los de aguas más profundas, localizados a lo largo de la isobata de 4.00 m, también son de 80 m de largo, con 5 m de ancho de corona y con una separación de 40 m entre ellos. En el gráfico 1 que se presenta al final de este trabajo se muestra el arreglo aquí descrito.

El éxito obtenido fue incuestionable, por lo cual se están llevando a cabo obras para otros siete hoteles a lo largo de la misma faja. Aquí es muy importante señalar que es sumamente recomendable recurrir a este tipo de tecnología desarrollada y utilizada exitosamente para proyectos que se realicen en países en vías de desarrollo, ya que no se requiere de equipo costoso y pesado, se utilizan materiales de la región y no se requiere de mano de obra especializada.

Se ha desarrollado una estructura de arrecife artificial poroso, el cual debido a su porosidad controlada permitirá aún más una fijación y crecimiento de organismos marinos, a la vez de lograrse una mayor disipación de la energía del oleaje.

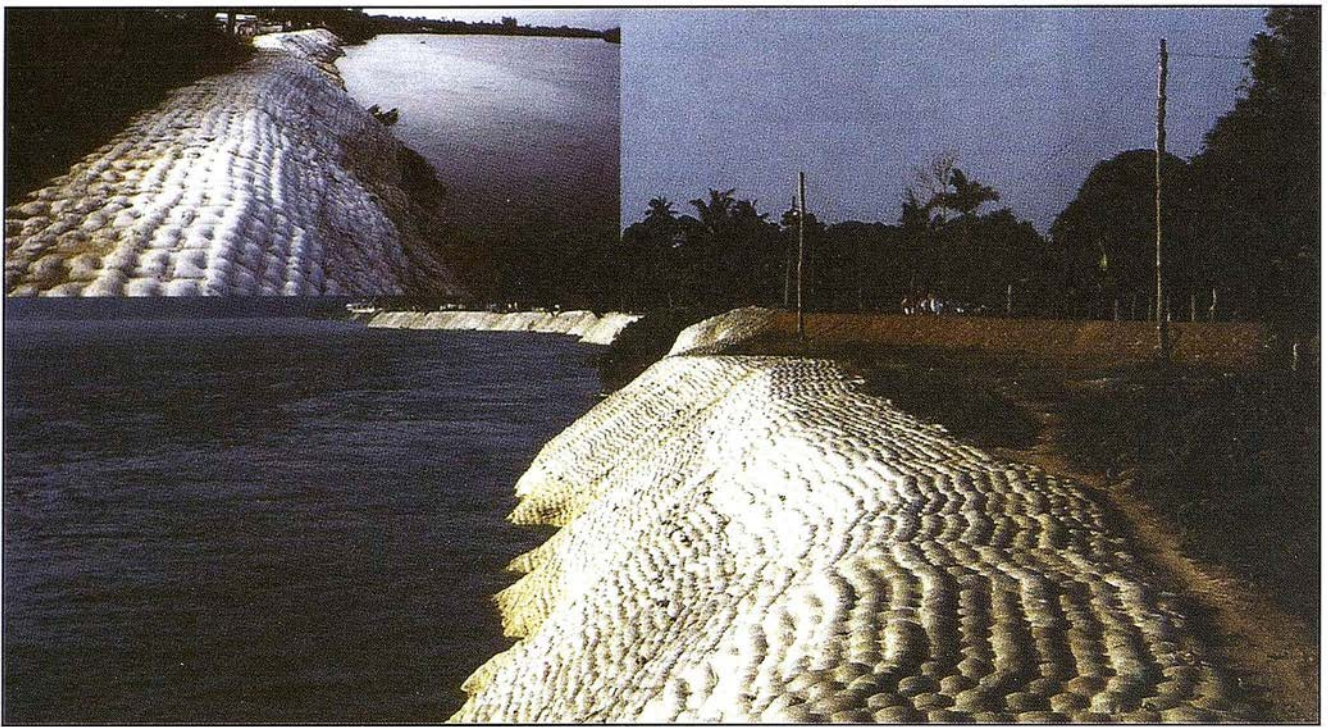
Se hace hincapié de que casi todo el equipo que se utiliza es pequeño y de bajo costo, con lo cual se evita fuga de divisas en la adquisición de maquinaria costosa de procedencia extranjera. El mantenimiento se realiza mediante el empleo de técnicos locales y con refacciones locales. En nuestro país inclusive ello ha dado lugar a que pequeñas comunidades pesqueras hayan podido financiar sus propias obras.

El mar es fuente de riqueza de vida y de minerales, aunque no siempre se ha explotado correctamente y aún guarda grandes posibilidades para aprovechar muchos de sus recursos. En este trabajo se presenta un proceso innovador que permite obtener concreto marino aprovechable para formar arrecifes artificiales y como material de construcción. Dicho proceso se basa en el hecho de que un kilómetro cúbico de agua de mar tiene disueltos 37 millones de toneladas de minerales aprovechables para la producción de concreto marino, siendo el magnesio y el calcio los más abundantes después del cloro, el sodio y los sulfatos. La naturaleza utiliza estos materiales para crear conchas, caracoles, corales, piedra caliza, etc.









el proceso no presenta riesgo alguno para bañistas o buzos.

Al término del proceso se llegan a obtener espesores bioelectrodepositados de 0.5 a 1.0 cm, habiéndose requerido de solamente 1.0 KWH para obtener un kilo de material depositado, lo que muestra que es un proceso muy económico para obtener concreto.

Actualmente está por iniciarse un proceso para construir cuatro tipos diferentes de estructuras para ser instaladas en el parque submarino de Cancún en zonas en que actualmente no existen arrecifes coralinos naturales.

Como ya se mencionó, durante la etapa de diagénesis se depositan sobre la malla metálica la brucita y/o la aragonita. Se ha observado que los mejores resultados, en cuanto a dureza se refiere, es cuando prevalece mayor depósito de aragonita que de brucita. Cuando prevalece la brucita se obtiene una adherencia de tipo esponjoso, aunque posteriormente, en la etapa de curado, se va endureciendo gradualmente mediante el depósito de aragonita y de microorganismos diversos.

Cuando el proceso se lleva a cabo sin aplicación de corriente impresa los ánodos se colocan sobre la malla en sitios específicos. Los ánodos pueden ser de grafito, de zinc, de aluminio o de aleaciones metálicas.

Los parámetros que intervienen en el proceso son la salinidad, la temperatura y el pH del agua de mar, así como la biomasa y las corrientes. El grado de contaminación es también un factor muy importante, ya que se ha observado que el proceso es más lento y menos efectivo cuando las aguas están contaminadas.

Desde el punto de vista operativo es determinante el tipo, tamaño, posición y distribución de los ánodos a fin de poder alcanzar los mejores resultados.

#### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La tecnología debe servir para resolver problemas, pero sus soluciones deben considerar también que se adapte a la realidad y tiempos del país y de la sociedad. Los procedimientos y las tecnologías tradicionalmente empleadas para la construcción se han originado en países industrializados quienes las exportan a otros países. Estas tecnologías conllevan casi siempre una inversión muy grande y la necesidad de utilizar equipo y mano de obra muy especializadas. Algunas de ellas no resultan adecuadas para los países en vías de desarrollo.

Por ello nosotros necesitamos encontrar soluciones que optimicen el uso de recursos naturales, equipo y mano de

obra no especializada. La construcción de arrecifes artificiales constituye un claro ejemplo de lo anterior; de lo que se puede lograr mediante buscar simplicidad en la naturaleza para lograr fines ecológicamente adecuados. La clave para el Siglo Veintiuno será el utilizar procedimientos alternativos de construcción que recurran a la optimización de los recursos naturales, humanos y materiales.

Aquí se han presentado dos tecnologías de tipo blandas y sostenibles, desarrolladas en México que cumplen con la filosofía de lo anterior.

#### BIBLIOTECA DE LA FAMILIA

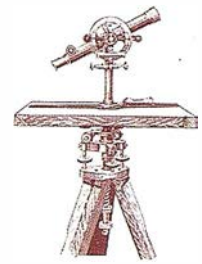
- D'Itri Frank M. - Artificial Reefs, Marine and Freshwater Applications. Lewis Publishers Inc. 1985.
- Korlipara R. - The Properties of Electrodeposited Minerals in Seawater. Report. State University of New York.
- Ortega, Alvaro.- Prearquitectura del Bienestar. Colección SomoSur. Bogotá, Colombia. 1989.
- Hilbertz, Wolf.- Newton MA, USA. correspondencia personal 1990.
- Porraz, J.L, Mauricio et al. Double Barriers of Artificial Reefs to Rehabilitate and Stabilize Tourist Beaches in Cancun, Mexico. Proceedings of the COPEDEC V. Cape Town, South Africa. Vol 2. April 1999.



# Observaciones Sismológicas de la Reactivación del Volcán San Cristóbal en julio, 1998

Virginia Tenorio Bellanger.

Departamento de Sismología. Dirección de Geofísica.  
Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER).



*En julio de 1998 hubo una reactivación del volcán San Cristóbal. Los parámetros sismo-volcánicos que se determinaron durante este proceso se analizan detalladamente en el informe presente.*

*Desde enero de 1998 cuando se dio el fin de una etapa eruptiva intensa (que comenzó en mayo de 1997) el volcán ha tenido varios intervalos cortos con actividad relativamente alta en comparación con el nivel de base. En el mes de julio de 1998 el tremor se mantuvo en un nivel bajo, hasta el día 22, manifestando de manera general un aumento brusco, con un ascenso mayor el día 23, aproximadamente a las 02 de la madrugada. Actualmente el tremor que manifiesta el San Cristóbal no es continuo, como el que tuvo el año pasado, sino, presenta intervalos de calma de hasta varias horas. Este comportamiento duró dos semanas, pero en los últimos días de julio presentó un nivel más bajo que el resto de los volcanes.*

*La frecuencia predominante del tremor fue entre 1 y 4 Hz. Los días 23 y 28 que fueron los días en que se manifestaron tremor alto y actividad explosiva, se analizaron las frecuencias de algunas horas con intervalos de 1 minuto. Las bandas de frecuencias estuvieron entre 1.4 y 4.8 Hz. Las mediciones de las frecuencias fueron realizadas con el programa SSAM.*

*El aumento del tremor comenzó el día 22 de julio con aproximadamente 30 unidades de RSAM, después subió hasta tener 90 RSAM, teniendo su pico más alto el día 27. Aun-*

*que este día el tremor fue alto, el número de eventos fue bajo. Mientras que el día 18 la cantidad de sismos subió y el RSAM fue bajo. Terminando temporalmente la actividad sísmica y eruptiva el día 29. A finales de julio y principio de agosto se encontraba en un nivel bajo con menos de 20 unidades RSAM.*

El Departamento de Sismología en conjunto con el Departamento de Vulcanología está dando seguimiento a la actividad sísmica y eruptiva que presenta actualmente el volcán San Cristóbal. Todos los días se observa el comportamiento sísmico actual, por medio de los programas Willy Lee, RSAM y SSAM.

Las observaciones detalladas de los diferentes parámetros que se obtienen con este sistema y la descripción de su comportamiento en el tiempo es importante para definir cambios en el estado físico del volcán y notificarlo a Defensa Civil y público en general.

En lo siguiente se da una descripción detallada de las observaciones hechas en julio de 1998 cuando se dio una reactivación del volcán San Cristóbal.

## Número de sismos

El volcán San Cristóbal, desde que inició la actividad sísmica y eruptiva en mayo de 1997, ha venido teniendo un comportamiento de sismicidad alta en comparación con años anteriores. Esta sismicidad fue casi cons-

tante hasta a finales de diciembre del mismo año. A partir de ese mes el volcán ha presentado intervalos de relativa calma, actividades sísmicas y explosiones de gases en algunas ocasiones acompañadas de cenizas.

Para el mes de julio la cantidad de microsismos subió a 1093.

En el día 17 de julio, hubo un incremento del tremor, fue el primer factor que manifestó un aumento en la actividad eruptiva durando aproximadamente doce días. Al día siguiente 18 de julio el tremor subió y al mismo tiempo el número de eventos. El día 19 de julio tuvo un descenso brusco en el número de sismos y en el tremor reactivándose el 20 del mismo mes. El tremor sísmico y el número de eventos no se mantuvieron a la par, de tal manera que la actividad que más predominó fue el tremor sísmico del volcán. Los días 25, 26 y 28 de julio, 1998 el número de explosiones fue mayor que el resto de los días en que duró la crisis sísmica, sin predominar el tremor.

Otro fenómeno que prevaleció en los días que duró la erupción fue el tremor alto por varias horas y al mismo tiempo el número de sismos con más de 100 por día. Esto no ocurre por ejemplo; en el volcán Telica, dicho volcán aunque aumente la cantidad de sismos, el tremor no ha sobrepasado de los 20 de amplitud en unidades de RSAM.

## RSAM

El volcán San Cristóbal se mantuvo en un nivel bajo para las dos primeras semanas de julio, pero no cons-



tante, teniendo algunos altos y bajos sin sobrepasar amplitudes de 30 en unidades de RSAM. Los días 10 y 18 de julio el tremor subió a 30 RSAM. Para el día 22 de julio la actividad sísmica comenzó a subir hasta llegar a su pico más alto el 27 de julio.

Para el día 28 el tremor fue bajo, aunque ese día las explosiones se mantuvieron todo el día.

El 17 de julio el número de sismos fue bajo de 1 evento por hora. Sin embargo tuvo un tremor que duró de las 06:33 PM hasta las 10:14 PM hora local.

A partir del día 18 de julio comenzó a tener un aumento en el tremor, ese día el número de sismos subió a 7 por hora. Con respecto al tremor sísmico este se manifestó de las 03:01 AM a 07:15 AM y de las 09:17 AM hasta 10:16 AM hora local.

Los días 19 y 20 de julio, tanto el número de sismos y tremor se mantuvieron bajo, ese día se observó en

el registro analógico que la amplitud de la señal sísmica (estación sísmica CRIN) era bastante grande, dicha señal se comparó con la de RSAM y efectivamente el volcán manifestaba actividad sísmica alta. Se llamó a la Defensa Civil de Chinandega, obteniendo información que en el volcán se observaban columnas de gases.

Fue hasta el día 21 que la actividad eruptiva comenzó a manifestarse en el volcán y el día 22 de julio, el tremor sísmico del volcán comenzó a subir. El tremor se manifestó desde las 03:12 AM hasta las 01:30 PM hora local el 23 de julio. Luego tuvo un período de calma hasta las 06:02 PM hora local en que el tremor volvió a tener un aumento, durando hasta las 07:40 AM del día 24.

El día 24 de julio el tremor tuvo un descenso de algunas horas, reactivándose el 25 de julio a las 07:40 PM hora local. Ese día el tremor se mantuvo en un nivel promedio entre 60 a 84 unidades RSAM.

El 28 de julio el volcán tuvo su pico mayor en actividad sísmica y eruptiva, con la diferencia que el tremor fue de 30 unidades RSAM aproximadamente. Ese día un grupo de técnicos del Departamento de Vulcanología se dirigió al volcán para realizar observaciones visuales y obtener las horas de las explosiones para luego compararlas con los registros analógicos. Prácticamente, según observaciones hechas en el campo, (obtenidas por Biutrago, N. Y Alvares J.) todo el día 28 hubieron explosiones de gases, solamente algunas horas no manifestó salida de gas. El número de las explosiones fue alto, más sin embargo, se pudo observar que el tremor se mantuvo bajo.

### SSAM

Este es el primer reporte en base de datos aportados por el sistema de SSAM para el volcán San Cristóbal y Nicaragua. Se utilizaron los datos espectrales en forma digital de la erupción del volcán San Cristóbal en julio



**E**n el dinámico mundo de la topografía usted nunca sabe el próximo trabajo con el que se enfrentará. Ahora, con la nueva Estación Total GPS 4700 de Trimble usted estará preparado para cualquier empresa que desee realizar.

Este novedoso sistema topográfico cinemático en tiempo real le ayudará a trabajar como nunca hasta ahora, de manera más rápida y más precisa: desde topografía de control de alta precisión hasta rápidos replanteos en el área de la construcción

Con un peso de 1.2 kg, y totalmente sellado dentro de caja a prueba de agua, este equipo es sumamente pequeño, usted apenas notará que lo está transportando. El receptor de radio integrado forma parte de un sistema modular que le permite interconectarlo con una amplia variedad de antenas y otros instrumentos, lo cual le ofrece una gran flexibilidad de configuración.



de 1998, obteniendo los resultados siguientes.

Para detallar mejor el comportamiento de frecuencia, se analizaron los días 23 y 28 de julio, que fueron los días con mayor cantidad de explosiones que manifestó el volcán San Cristóbal.

El día 23 de julio, las frecuencias predominantes fueron entre 1.4 a 4.5. La mayor actividad estuvo entre las 01:00 PM (aproximadamente) y 6:10 PM hora local. Para observar aún mejor la actividad en ese lapso de tiempo, se tomó en cuenta el período de las 15:00 hasta las 18:00 hora local; se conoce por observaciones visuales que en este determinado tiempo hubieron salidas de gases. Las frecuencias que predominaron fueron entre 1.3 a 4.4 Hz aproximadamente.

Debe tomarse en cuenta que en el sistema **SSAM** no se puede observar la mayor frecuencia que puede alcanzar el tremor del volcán, dado que, el programa está limitado hasta los 10 HZ. Sin embargo nos da una

idea de las frecuencias que más predominaron en la actividad de julio en el volcán San Cristóbal.

Otro día que se analizó un tiempo determinado fue el 28 de julio, ya que en esa ocasión el volcán se mantuvo con explosiones de gases y cenizas, que fueron confirmadas por el grupo técnico de vulcanología que se encontraron en las cercanías del volcán. Al igual que el día 23 se tomó una hora determinada para analizar mejor la actividad, obteniendo que las frecuencias que más predominaron fueron entre 0.9 a 1.3 con amplitudes bajas y entre 1.3 a 4.4 con amplitudes altas.

Una pequeña observación para estos dos días analizados con el **SSAM**, es que las amplitudes generadas por las explosiones fueron bajas, aumentando milésima de segundos después con violencia. Este tipo de señal es diferente por ejemplo a las señales sísmicas del volcán Telica que las amplitudes son bajas y se mantienen por varios segundos.

Esta reactivación que tuvo el volcán San Cristóbal, fue parecida a la erupción del año pasado, en el sentido del tipo de erupción, aunque la de julio no llegó a tener la misma magnitud que tuvo la del pasado mayo, 1997.

Se concluye que esta manifestación de actividad sísmica y eruptiva que tuvo el San Cristóbal, no fue continua, sino que tuvo intervalos hasta de más de dos horas de calma y de un día de actividad.

Las frecuencias que predominaron fueron entre 0.8 a 4.4 Hz. El RSAM se mantuvo entre 30 y 100 unidades.

- Endo, E.T., and Murray, T., 1991, Real-time seismic amplitude measurement (RSAM): a volcano monitoring tool, Bull Volcanol 53:533-545
- J.A. Rogers and CD. Stephens., 1995, Real-time seismic spectral amplitude measurement on a PC and its application to volcano monitoring. Bull Seismological Society of America. Vol. 85, N°2, pp. 632-639.
- Lee, W.H.K., 1989, Toolbox for seismic data acquisition, processing and analysis: IASPEI Software library, Vol. 1: Seismological Society of America, El Cerrito, 284 p.




El sistema es igual de versátil al volver a la oficina ya que comparte los datos con sus softwares de ingeniería, diseño o cartografía. La receptor GPS 4700 es completamente compatible con todos los receptores, opciones y accesorios de las Estaciones Totales GPS de Trimble.

Visítenos y podrá comprobar su alta versatilidad.



Combine el sistema 4700 con nuestro sistema 4800 "SIN CABLES" y usted obtendrá la familia de instrumentos más flexible del mercado.



Distribuidor en España  Inmble  
Santiago & Cintra Ibérica, S.A.  
C/ José Echegaray, nº4, P.A.E. Casablanca-B5  
28100 Alcobendas (Madrid) (ESPAÑA)  
Tel.: 902 12 08 70. Fax: 902 12 08 71

E-mail: [scintra@mad.servicom.es](mailto:scintra@mad.servicom.es)





# 4<sup>a</sup> Semana Geomática

B a r c e l o n a

## "Cartografía y Navegación"

# VI<sup>a</sup> Feria Expogeomática 2000

Sitges, 3/6 Abril 2000

Hotel Meliá Gran Sitges

4<sup>a</sup> Semana Geomática

Sesiones técnicas sobre Cartografía y Navegación.  
Simposiums especializados.  
Premios "Jordi Viñas i Folch" y "Luis Martín Morejón"

Feria Expogeomática

Exposición de las principales empresas de la Geomática y la Navegación.

700 metros cuadrados de Exposición

50 stands modulares

Fecha límite de contratación:

15 de Marzo del 2000

**Secretarías:**

**4<sup>a</sup> Semana Geomática**

Sra. Magda Martí  
e-mail: info4sg@icc.es  
Tel. 93 425 29 00  
Fax 93 426 74 42  
Institut de Geomàtica  
Parc de Montjuïc  
E-08038 Barcelona  
<http://www.icc.es/castella/concas.html>

**Expogeomática**

Sr. José Ignacio Nadal  
Sr. Luís Martínez Alegría  
e-mail: mapping@ctv.es  
Tel. 91 527 22 29  
Fax 91 528 64 31  
Pº Sta. María de la Cabeza, 42 1º  
E-28045 Madrid  
<http://www.ctv.es/mapping>

Organizadores:



Col·legi Oficial  
d'Enginyers Tècnics  
en Topografia  
CATALUNYA

Organizador:

**CartoSIG Editorial, S.L.**

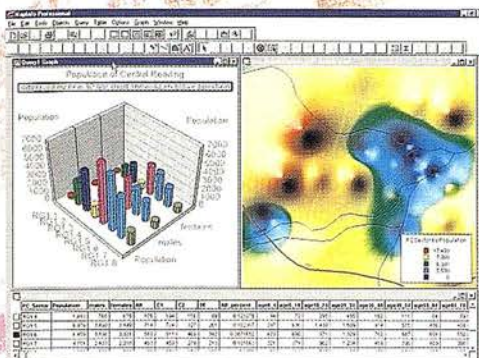


# Suministrador líder en



THE INFORMATION DISCOVERY COMPANY\*

# “Business Mapping”



## Productos líderes del mercado

Cualesquiera que sean sus requisitos, MapInfo encabeza el mercado con una oferta de productos para todas las necesidades de gestión de mapas y de SIG.

**MapInfo Professional**® — el software más potente y sencillo de "Business Mapping". Permite una presentación flexible y un análisis de datos superpuestos a mapas digitales.

**MapInfo MapX**™ — sólido componente OCX para integrar fácilmente la gestión de mapas en aplicaciones nuevas o preexistentes.

**MapInfo MapXsite**™ — la solución más completa para incorporar la función "Busque lo más cercano..." a aplicaciones corporativas del web.

**MapXtreme**™ — servidor de aplicaciones de gestión de mapas, disponible en versiones NT o Java. Permite realizar análisis espacial mediante Internet o Intranet.

**SpatialWare**™ — software que facilita la gestión de grandes conjuntos de datos geográficos en toda la empresa. Funciona en plataformas Oracle, Informix e IBM DB2...

## Número 1 en gestión de mapas

MapInfo es el líder del mercado en herramientas para el análisis espacial de datos ("Business Mapping") y análisis de SIG. Posibilita el desarrollo de una sofisticada cartografía con fines comerciales y la visualización de datos en mapas. Gracias a un conjunto integrado de productos y soluciones a medida del cliente, MapInfo proporciona inteligencia comercial y mayor rentabilidad en sectores como las telecomunicaciones, venta al por menor, asistencia al cliente, seguros y banca, servicios básicos, análisis de mercados y administración pública...

## Soluciones para un solo o para toda la empresa

MapInfo ofrece una amplia gama de productos abiertos y completamente escalables, desde un único puesto de trabajo hasta sistemas cliente/servidor, Internet/Intranet y componentes OCX. También proporciona datos cartográficos y demográficos, consultoría y soporte. Conviene destacar:

- Arquitectura abierta y escalable de productos
- Aplicaciones y componentes de Windows y tecnología Java
- Gestión de mapas a través de Internet e Intranet
- Soluciones de servidor con Oracle8i, para análisis espacial en toda la empresa

# Solicite hoy más mismo información

Email: [spain@mapinfo.com](mailto:spain@mapinfo.com)

Web: [www.mapinfo.com](http://www.mapinfo.com)

Tel: +91 418 50 83





# EL UNIVERSO RSI

## IMAGEN DIGITAL

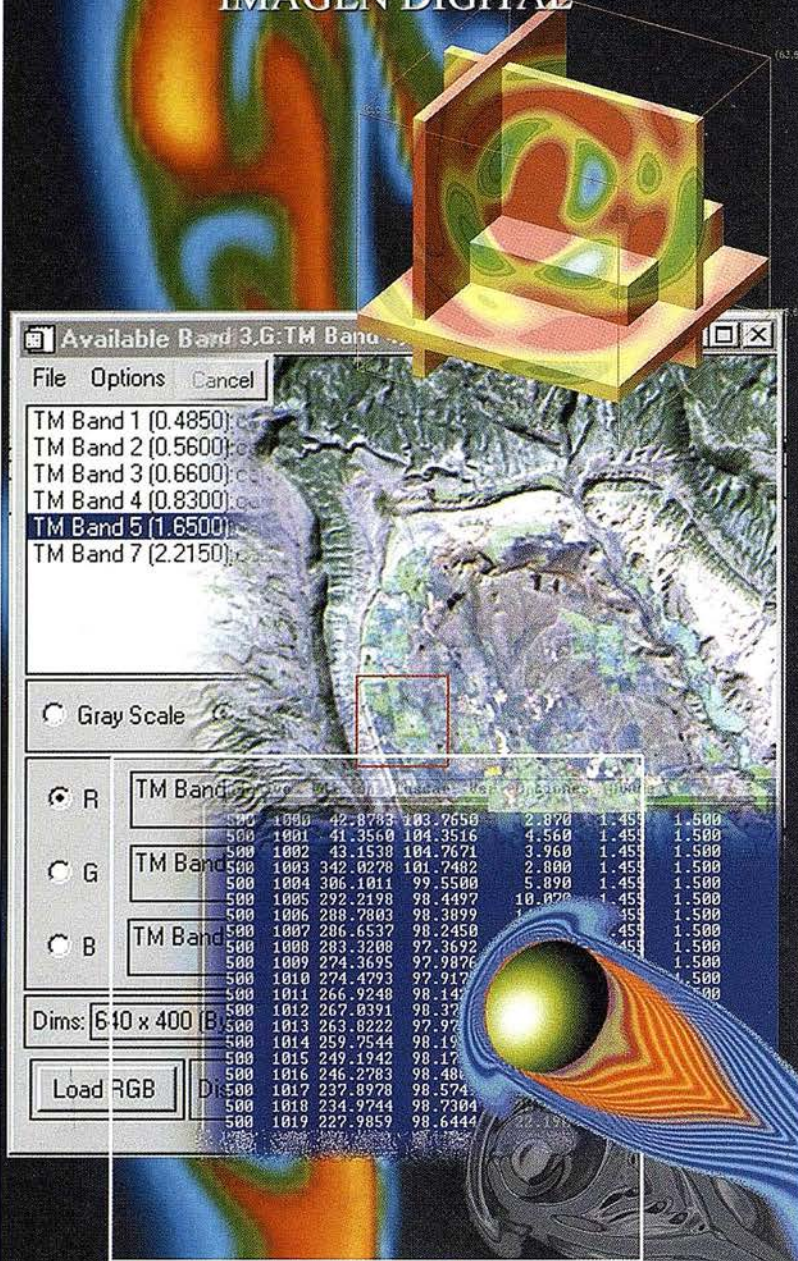


## ORTOFOTO

No es habitual en este "sector" (a pesar del concepto macroeconómico que conlleva esta palabra) de la cartografía, topografía, fotogrametría..., que una empresa cumpla los 25 años de existencia activa en el mercado, ya que nuestro entorno se ha visto muy convulsionado por avatares técnicos y económicos que han ido originando a lo largo del tiempo la creación de nuevas empresas, muchas veces nacidas de los restos de las que desaparecían, o la renovación o renacimiento de las existentes. Invita a un tiempo de reflexión (dentro de la vorágine competitiva actual y la falta visceral de tiempo) el hecho de este 25 aniversario de la empresa ORTOFOTO, S.A. y anima a realizar un breve análisis sosegado de la visión que desde la vivencia de esta empresa se ha tenido del mundo de la cartografía desde sus tiempos más remotos.

Nació ORTOFOTO en el transcurso del año 1974 en base a una idea y a la constancia de sus fundadores, Ingenieros Técnicos en Topografía y funcionarios del I.G.N., Carlos Avila y José Antonio Baigorri. Es decir obedece al más puro estilo de cómo surgieron la mayoría de las primeras empresas: Funcionarios o Militares próximos al IGN o al Servicio Geográfico del Ejército, relacionados con el pequeño entorno de la topografía-fotogrametría, que adivinando, percibiendo o viviendo las aplicaciones topográficas y cartográficas que empezaban a demandar los diversos agentes económicos, y dado que estos organismos eran incapaces de cubrir las necesidades que surgían, se animaron a fundar los primeros gabinetes y empresas. En estos primeros años la fotogrametría (surgida como no, de aplicaciones militares) es una absoluta desconocida y solo las personas relacionadas con los Organismos mencionados anteriormente tenían la posibilidad de acceder con los medios necesarios al mercado que empezaba a aflorar.

Esta primera etapa se caracterizó por el crecimiento rápido de los negocios recién creados, motivado sobre todo por la innovación en un mercado nuevo y por la falta de competencia, lo que originó un mercado cautivo y fiel a sus proveedores, donde los responsables de las adjudicaciones prácticamente no tenían para elegir salvo en el círculo del o de los habituales. Asimismo el mercado de las ingenierías era muy incipiente en su demanda de cartografía y topografía. Es interesante oír los a nuestros profesionales "mayores" contar sus vicisitudes en aquellos tiempos, mezclando la técnica (taquímetros, miras Imbar, tablas de logaritmos,



## EL SOFTWARE DEL MUNDO CIENTÍFICO

IDL (Interactive Data Language) y todos las herramientas nacidas a partir de él tienen una presencia insustituible en el mundo de la investigación, la ciencia y la tecnología. Su poder en la lectura, tratamiento y representación de datos es explotada y aprovechada al máximo en esos campos profesionales.



Lenguaje de programación rápido, fácil, portable entre plataformas, integrable con códigos externos y flexible en la importación/exportación de formatos.



Software para el tratamiento de imágenes (multiespectrales, hiperspectrales, de resonancia magnética, ...)



Permite al usuario explotar toda la funcionalidad de IDL en Internet o Intranet. Presenta dos opciones de desarrollo: ION-Script e ION-Java.



Gestión topográfica (a partir de MDT's) y de redes fluviales para el análisis de cuencas hidrográficas.



Este programa permite al usuario todo tipo de análisis y representaciones 2D y 3D sin necesidad de conocer un lenguaje de programación.



Hace más sencilla la programación ya que combina la potencia de IDL con un entorno de programación gráfico, con conectividad entre los procesos.

Distribuidor para España y Portugal:

Telf. y Fax: 91-6590255  
[www.grupoatlas.com](http://www.grupoatlas.com)  
[software@grupoatlas.com](mailto:software@grupoatlas.com)





los primeros distanciómetros y telurómetros, los primeros aparatos de restitución analógicos, delineación con el tiralíneas loco...) con las experiencias humanas, a veces casi épicas, donde la resolución de los trabajos de campo muchas veces implicaba una verdadera aventura, tanto por los parajes y gentes donde se desarrollaba como por los exiguos y variopintos medios de transporte que se empleaban, así como los correspondientes "peones" de las diversas zonas de trabajo. Recomiendo a cualquier profesional, ahora que nuestra comunicación se basa en modernos, rápidos e impersonales medios como fax, teléfono, móviles, Internet, que cuando pueda haga un alto en el camino, localice, que siempre es fácil, a algún colega de "aquella época" y en algún momento tranquilo (una sobremesa por ejemplo) se deje perder en esa difícil habilidad que es escuchar, y estoy seguro que no saldrá defraudado de los interesantes y emotivos comentarios y de la consiguiente tertulia que se originará.

En una segunda etapa, (aunque es muy difícil llegar a diferenciar claramente estas fases a lo largo del tiempo) yo diría que las características principales fueron: el desarrollo técnico con la irrupción de los primeros ordenadores (teodolitos de segundos, potentes distanciómetros de gran precisión y alcance, estaciones totales con registro de datos, se asisten con ordenador los aparatos analógicos, llegan los primeros "plotters"...); el desarrollo profesional humano: cada año irrumpen más profesionales de las diversas escuelas, los profesionales de la restitución siguen formándose "en casa" es decir en cada empresa, pues no hay una "escuela" donde formarse teórica y prácticamente...; y el desarrollo del mercado: fruto de las necesidades a cubrir aumenta considerablemente el número de empresas y gabinetes, algunas empresas toman un tamaño considerable y llegan a mover un volumen considerable de trabajo. Irrumpen nuevas fuentes de trabajo al margen de los organismos oficiales con funcionamientos más dinámicos: nuevas ingenierías, ENAGAS, Telefónica, RENFE,...

Esta tercera e intensísima etapa está abierta y el sector está más preparado que nunca tanto en medios técnicos como en medios humanos: trabajadores profesionales, cuadros intermedios y dirigentes. Asimismo la mentalidad de empresa está más modernizada y adaptada a los nuevos tiempos que se avecinan con la Europa de la moneda única y con el emergente mercado americano, donde las empresas españolas están siendo punteras en el desarrollo de diversos proyectos topográficos y aerofotogramétricos. Quizá a no tardar mucho habrá concentración de empresas bien mediante uniones, formación de grupos o por compras, pues creo que hay demasiadas y esto repercute negativamente en el mercado, y es necesario para acometer grandes proyectos fuera de nuestro propio territorio.

Pues bien, una empresa que puede decir que ha vivido todas estas etapas es ORTOFOTO, S.A., y que aunque sin olvidar su pasado, del cual siempre se aprende, mira con optimismo hacia el futuro, planteándose inversiones, renovaciones, objetivos y sobre todo muchas ilusiones. Creo que en un sector de las características del nuestro, muchas veces hay que echarle imaginación e ilusión para seguir adelante. (Y creo que de esto sabemos mucho todas las empresas)

## " LA TIENDA VERDE "

C/ MAUDES Nº 38 - TLF. (91) 534 32 57  
 C/ MAUDES Nº 23 - TLF. (91) 535 38 10  
 Fax. (91) 533 64 54 - 28003 MADRID

"LIBRERIA ESPECIALIZADA EN  
 CARTOGRAFIA, VIAJES Y NATURALEZA"

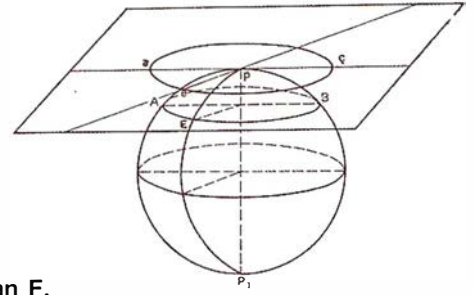
- 
- MAPAS TOPOGRAFICOS: S.G.E. I.G.N.
  - MAPAS GEOLOGICOS.
  - MAPAS DE CULTIVOS Y APROV.
  - MAPAS AGROLOGICOS.
  - MAPAS DE ROCAS INDUSTRIALES.
  - MAPAS GEOTECNICOS.
  - MAPAS METALOGENETICOS.
  - MAPAS TEMATICOS
  - PLANOS DE CIUDADES.
  - MAPAS DE CARRETERAS.
  - MAPAS MUNDIS.
  - MAPAS RURALES.
  - MAPAS MONTADOS EN BASTIDORES.
  - FOTOGRAFIAS AEREAS.
  - CARTAS NAUTICAS.
  - GUIAS EXCURSIONISTAS.
  - GUIAS TURISTICAS.
  - MAPAS MONTAÑEROS.

"VENTA DIRECTA Y POR CORRESPONDENCIA"

"SOLICITE CATALOGO"



# «Redes topográficas especiales: compensación y utilización en control de obras singulares»



Castro Guzmán, Pedro J.; López Romero, Manuel; Reinoso Gordo, Juan F.

Profesores del Dpto. Ingeniería Cartográfica, Geodésica y Fotogrametría.  
Escuela Politécnica Superior.  
Universidad de Jaén.

David García Bodego.

Alumno de Ingeniería en Geodesia y Cartografía.

Ante la necesidad impuesta en muchos trabajos de topografía, de conseguir grandes precisiones en pequeñas redes de control en topografía de obras tanto para el replanteo de grandes estructuras, como para el control de deslizamientos en laderas y taludes, e incluso para el control de deformaciones en obras civiles; se hace necesario generar un método de cálculo, fácil y operativo que, trabajando con el mayor número de datos posible, nos resuelva nuestra pequeña red y optimice los resultados teniendo en cuenta la instrumentación utilizada. El último paso sería la presentación de los errores cometidos en dicha compensación.

## Introducción

En el mundo actual de las obras civiles se efectúan un sinnúmero de trabajos de replanteo y control, y dentro de estas tareas existe una problemática no reconocida en lo que se refiere a grandes estructuras. El problema es simple, cuanto mayor es la magnitud de algo, más difícil es medirlo dentro de una precisión fija. Por ejemplo, si tenemos que construir un puente de hormigón postensado de 20 metros de luz se nos pedirá una precisión a la hora de posicionar cualquiera de sus puntos definitorios o característicos, (por ejemplo 1 cm.). El problema surge cuando esa estructura abandona tales dimensiones, donde es relativamente fácil obtener esa precisión y pasa a otras órdenes superiores de magnitud, donde se agudiza el problema.

Las características de esta problemática son:

- Necesidad de una precisión que no crece de forma paralela a las dimensiones. Nos encontramos con unas medidas que hacen crecer los errores de forma aritmética, mientras que la tolerancia se mantiene fija.
- El uso de coordenadas UTM para el replanteo de estas estructuras suele dar problemas. Es necesaria la creación de sistemas de coordenadas locales. En las obras civiles es costumbre crear sistemas de este tipo de coordenadas para zonas que necesiten una mayor precisión que el resto de la obra, pero estas zonas necesitan de un tratamiento diferencial.
- Tolerancia exigida mayor que la de otros trabajos más convencionales. Cuando se nos exige una precisión que no es acorde con los errores que cabe esperar de los instrumentos o la metodología, que nos obliga a efectuar repeticiones o reiteraciones, con la consiguiente pérdida de tiempo, tanto en cálculo como en trabajo de campo.
- Optimización de los trabajos. Lo que se traduce en una necesidad de más rapidez en los mismos métodos para obtener la misma precisión o mayor, siempre que se pueda.

Para solucionar este problema se opta actualmente por una serie de soluciones, que plantearemos por orden de antigüedad:

- Observación de una red de precisión por *triangulación clásica*. La princi-

pal ventaja de este sistema es la escasa necesidad de distanciometría, lo que facilitaba el trabajo por entonces, ya que, excepto para la medida de la base, no se volvía a necesitar del uso de distancias, y el resto del trabajo se realizaba con teodolitos. También cabe señalar que el cálculo no es muy complicado, ni necesita de mucho tiempo, si bien es tedioso por resultar repetitivo.

- Observación de una red de precisión por *triangulación clásica con comprobación lineal*. El método anterior fue el más apropiado durante años, hasta que la disposición de la distanciometría fue mayor, lo que provocó que se comenzara a emplear más y que se efectuaran un mayor número de medidas. Este método es similar al anterior, pero con la principal modificación, a tener en cuenta, de que se controla la posición de las dos últimas bases de replanteo mediante medición lineal. La principal ventaja de este sistema sobre el anterior es el mayor control de los errores cometidos, principalmente para paliar el arrastre de errores angulares.
- Observación de una red de precisión con ángulos y distancias (Red Triangulativa-Trilaterativa). Esta última alternativa es la más apropiada, puesto que en la actualidad, la disposición de la distanciometría es muy usual en la obra civil y el método operativo entre esta práctica y la anterior es similar. Este método se basa en la recogida de datos



MÉTODOS	VENTAJAS	INCONVENIENTES	USOS
Triangulación Clásica	<ul style="list-style-type: none"> <li>No necesita distanciometría</li> <li>Compensación en bloque</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Errores de encadenamiento</li> <li>Lentitud de cálculo y desarrollo</li> <li>Tratamiento diferencial</li> <li>Uso de ángulos exclusivamente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ocasionalmente, a falta de disposición de distanciometría</li> <li>Para trabajos de índole geodésica</li> </ul>
Triangulación con comprobación	<ul style="list-style-type: none"> <li>Poca necesidad de distanciometría</li> <li>Mayor precisión y control que anterior</li> <li>Compensación en bloque</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Errores de encadenamiento</li> <li>Lentitud de cálculo y desarrollo</li> <li>Tratamiento diferencial</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ocasionalmente, a falta de disposición de distanciometría</li> </ul>
Triangulación-Trilateración	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mayor precisión que en métodos exclusivamente angulares</li> <li>Más comprobaciones</li> <li>Control de errores de encadenamiento</li> <li>Variedad metódica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lentitud de desarrollo</li> <li>Compensación parcial de los datos (bien en ángulos o en distancias)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>General, siempre que haya buena disposición de distanciometría</li> </ul>

para una triangulación simple con ángulos y distancias, de manera que con uno de los datos se calcula la triangulación y con los otros se controla el resultado. A diferencia de los métodos planteados anteriormente, en los que sólo se podía variar la forma de repartir los errores, aquí se pueden hacer múltiples variaciones en función del tamaño del polígono a considerar. Si bien los principales grados de libertad que tenemos se pueden considerar en base a cuál va a ser la variable de cálculo y cuál la de control. Estos métodos tienen un menor trabajo de cálculo, ya que no tienen que llevar a cabo las difíciles compensaciones de los métodos angulares, además permiten un más fácil autocontrol conforme se avanza en el proceso. Pero es ahí donde radica su mayor problema, en la no existencia de un método de compensación adecuado y en la no compensación conjunta de ángulos y distancias, lo que hace que se llegue a la disyuntiva de sí se debe atender a unos o a otros.

Como síntesis de toda esta metodología, actualmente, para apoyo de un trabajo o para la consecución de grandes precisiones, se necesitan de unas metodologías especiales que, o bien están desfasados en sus premisas (métodos angulares), o bien no tienen un desarrollo matemático compacto, lo que implica una difícil conclusión. Los mayores problemas de estas metodologías son, por una parte, la necesidad de mucho tiempo para llevar a cabo sus cálculos, así como la falta de conclusión (no se establecen errores, y en su caso, son comparaciones o controles, pero no una correcta estimación).

### Desarrollo

Nuestra solución es novedosa en cuanto al proceso de cálculo, no tanto al trabajo en campo, que sigue siendo el mismo; se observarían todos los ángulos y distancias posibles (metodología Triangulativa-Trilaterativa), intentando subsanar los inconvenientes reseñados en el cuadro anterior. En cuanto al cálculo, no se basa en una solución por triangulación, sino que lo hace en torno a una figura más compleja: el cuadrilátero. Las ventajas que tiene esto respecto a la triangulación son claras en cuanto a que, por contraste de mediciones lineales y angulares, podemos desechar algunos datos o saber que no son demasiado fiables, mientras que si en un triángulo, uno de los datos tomados es erróneo, se puede saber que lo es, pero no en qué medida, o si es él o su recíproco. Este tipo de duda, muy usual en las triangulaciones, se soluciona con este método, ya que hay caminos indirectos por los que se puede determinar el error (subdivisión en triángulos, cierres angulares, cierres en distancias), y se elimina parte de la problemática de la determinación de la fiabilidad de los datos. En cuanto al trabajo de cálculo, se minimiza utilizando la aplicación informática que hemos generado para tal fin. Básicamente, la forma de cálculo se basa en la aplicación de la Teoría de Mínimos Cuadrados a la geometría se un cuadrilátero, de manera que se compensa y calcula de forma global, o sea, se deja que intervengan todos los datos, sin desear ninguno, y ellos mismos serán los que se controlen. De esta manera se elimina el problema de la compensación parcial que se daba en el

método triangulación-trilateración. La metodología empleada es lo que hace a este sistema especial respecto a las soluciones actualmente empleadas. Su innovación radica en el planteamiento riguroso del problema que nos ocupa.

Para poder trabajar en una zona con una precisión más alta de lo habitual, no sólo se tendrán que vigilar las observaciones realizadas, sino que se tendrá que efectuar un cálculo coherente con esas mediciones. La base de nuestro sistema es la toma de datos para un polígono cuadrilátero, en el que se han determinado todas las magnitudes geométricas factibles de medir; en total 8 ángulos y 12 distancias.

No se incluyen los ángulos completos en los vértices, porque no añaden nueva información a la resolución de la figura y además complicarían en exceso un tratamiento matemático que ya de por sí es bastante complejo.

Para desarrollar la parte matemática referente al método anterior, se ha diseñado un programa informático (CCMC) que resuelve el problema por mínimos cuadrados, como ya se ha comentado, donde a partir de los datos de observación de la red y de la matriz de pesos de las observaciones de dicha red (ángulos y distancias) se plantean las diferentes ecuaciones de observación.

Puesto que el objetivo es que la compensación se realice en bloque, teniendo en cuenta todos los datos recabados (ángulos y distancias), es fundamental que en el sistema de ecuaciones se refleje la incidencia



que tiene cada una de las observaciones en el resultado del sistema. Esto se consigue a través de la matriz de pesos P. Ésta es una matriz diagonal donde se expresa la precisión de cada una de las observaciones realizadas (en función del instrumento y metodología utilizados). De esta manera, cada uno de los elementos de la diagonal vendrá determinado por la expresión:

donde es la desviación de cada una de las observaciones.

Una vez resuelto el sistema de ecuaciones, la solución obtenida por mínimos cuadrados será la mejor de todas las posibles.

### **Aplicaciones**

Las posibles aplicaciones de este tipo de compensaciones son múltiples. La primera aplicación directa es en la compensación de redes de apoyo simples para el replanteo y control de grandes estructuras donde las tolerancias establecidas son muy estrictas.

Como ejemplo para estudiar los pasos a seguir en la ejecución del programa y comprobación de datos reales hemos escogido la red que se compensó para el replanteo del viaducto del barranco de San Telmo, en la variante de Almería. Se trata de un viaducto de unos 400 metros de longitud y con altura de pilas superiores a los 70m. Además, su estructura metálica debía ser montada en los estribos para, desde allí se lanzada en busca de la primera pila, con ayuda de unos enormes gatos hidráulicos. Estas magnitudes y el innovador sistema de ejecución precisaban de grandes precisiones en el establecimiento de la red de apoyo.

Con toda la información recabada, ya podemos usar el programa de Compensación de Cuadriláteros por Mínimos Cuadrados (CCMC). La primera pantalla que aparece es el menú principal. Debemos de comenzar por identificar nuestro trabajo.

Los datos de la observación de la red son:

Estación	Lect. BR 100-I	Lect. BR 500-I	Lect. BR 500-D	Lect. BR 100-D
BR 100-I		265.2470g	310.2360g	394.5190g
BR 500-I	65.2470g		378.0800g	57.1480g
BR 500-D	110.2430g	178.0800g		101.6050g
BR 100-D	194.5150g	257.1510g	301.6010g	

Estación	Lect. BR 100-I	Lect. BR 500-I	Lect. BR 500-D	Lect. BR 100-D
BR 100-I		321.533m	359.965m	48.980m
BR 500-I	321.541m		238.607m	346.070m
BR 500-D	359.965m	238.596m		351.215m
BR 100-D	48.992m	346.069m	351.222m	

A continuación, debemos de introducir todas las observaciones efectuadas. Para no alargar en demasía esta comunicación, vamos a obviar el paso de introducción de los pesos de las observaciones, considerando que todas son homogéneas, y por tanto, la matriz de pesos es la matriz identidad I.

El programa pide los nombres de los vértices que conforman el cuadrilátero y a continuación los valores observados de las seis distancias (12 en realidad, 6 directas y 6 recíprocas), y los ocho ángulos. Como entre las estrategias existentes para conseguir mayores precisiones se encuentra la de repetición de medidas, el programa permite la introducción de hasta 100 medidas reiterativas, cogiendo para el cálculo el valor medio de todas ellas.

Una vez que están introducidos todos los datos pasamos al apartado número 3, *Compensación rigurosa*. La primera operación que realiza el programa es una poligonal que le asigna coordenadas aproximadas a todos los vértices del cuadrilátero. Este paso es necesario porque las incógnitas de nuestro sistema serán los diferenciales en coordenadas (x,y) de los puntos de la figura.

Resuelto el sistema, el resultado serán las coordenadas compensadas de los mencionados puntos, pero referidas a un sistema de referencia arbitrario (coordenadas 1000,1000 para la esquina inferior izquierda de la figura y acimut 100g para la alineación 1-2).

Y también podemos observar los valores compensados de las medidas que habíamos tomado en campo.

Siguiendo la secuencia de operaciones del programa, el próximo paso es la referenciación de estas coordenadas al sistema que nosotros elijamos. Para ello es necesario introducir los valores de las coordenadas reales del punto 1 y su acimut hacia el punto 2. Se trata de aplicar una simple traslación y giro en dos dimensiones.

Los resultados se almacenan en un fichero con formato ASCII y que contiene la siguiente información: \*\*\* DATOS FINALES \*\*\*

Coord. de BR 100-D:  
X=45060.7200000000000000  
Y=76480.2190000000000000

Coord. de BR 500-D:  
X=45411.821409990307200  
Y=76471.387794487642700

Coord. de BR 500-I:  
X=45331.283639911495500  
Y=76695.985869180026200

Coord. de BR 100-I:  
X=45056.475976774035800  
Y=76529.052479522801600

### **Otras aplicaciones**

También se puede aplicar este programa a problemas más complejos como una cadena de polígonos. Aquí es donde verdaderamente se aprecia la conveniencia de compensar cada cuadrilátero de la forma más exacta posible, para intentar minimizar el efecto de encadenamientos de errores.

El ejemplo que hemos recogido fue facilitado por el profesor de la E.P.S. de Jaén, D. Jesús García Morant. Estos datos provienen de las prácticas realizadas por una de las promociones del tercer curso de I.T. Topográfica de la E.P. de Mérida. La



A modo de comparación, señalamos las coordenadas obtenidas por los topógrafos de aquella obra:

Punto	X Obra	X CCMC	Y Obra	Y CCMC
BR 100-D	45060.720	45060.720	76480.219	76480.219
Variación		0mm.		0mm.
BR 500-D	45411.853	45411.821	76471.387	76471.388
Variación		-32mm.		1mm.
BR 500-I	45331.306	45331.284	76695.998	76695.986
Variación		-22mm.		-12mm.
BR 100-I	45056.501	45056.476	76529.060	76529.052
Variación		-25mm.		-8mm.

red desarrollada se utilizó de apoyo para el levantamiento taquimétrico de una canalización romana de trasvase de aguas desde el embalse de Proserpina a la antigua ciudad romana de Emérita Augusta. También sirvió de apoyo al descubrimiento de un túnel de canalización excavado en granito en la época romana.

Se destaca de esta comprobación los valores semejantes entre ambos trabajos, aunque los cierres de los polígonos con el programa CCMC son más precisos, y por consiguiente, los errores encadenados son menores.

También se ha comprobado la viabilidad de utilización en la comprobación de los frentes de excavación de túneles.

### Conclusión

Como conclusión podremos destacar que este sencillo método logra compensar en bloque diferentes tipos de observaciones, atendiendo a su precisión, para ajustar pequeñas redes inmersas en otras de orden superior que por su concreción en la ubicación necesitan tratamiento diferente tanto por el entorno en el que se de-

sarrollan, como en sus precisiones finales a obtener, como en la metodología y en la necesidad de controles posteriores.

Hemos comprobado el buen comportamiento del programa para compensaciones, no sólo de un cuadrilátero, sino también de una cadena de polígonos.

Es de justicia apuntar que un inconveniente podría ser la abundancia de datos que es necesario tomar para procesarlos con CCMC. Al respecto tenemos que decir que se han hecho pruebas con cuadriláteros incompletos y hemos comprobado que el programa funciona correctamente, aunque el nivel de exactitud no es el óptimo. Por otro lado, con la instrumentación que se maneja hoy día en obra civil, la obtención de todos los datos de la figura no supone un gran esfuerzo adicional al que habría que realizar para el cálculo por otros métodos.

# Líderes en cartografía desde hace 35 años.

La calidad y profesionalidad de nuestro trabajo nos ha otorgado la confianza de múltiples organismos oficiales y prestigiosas empresas privadas.

## RUGOMA, S.A.



- Cartografía digital.
- Tratamiento de archivos CAD (dxf, dgn, dwg...) y PostScript, generando separaciones de color en fotolitos para su posterior publicación.
- Sombreados orográficos.
- Mapas en relieve.
- Edición de atlas, guías, agendas, callejeros.

- Cartografía temática, mapas mundi, planos turísticos.
- Mapas digitales interactivos multiplataforma.
- Maquetaciones y composiciones digitales a base de imágenes, gráficos y texto en entorno PostScript.
- Laboratorio técnico fotográfico.



Conde de la Címera, 4 - local 6 - 28040 MADRID  
 Tels.: 91 553 60 27 / 91 553 60 33  
 FAX: 91 534 47 08 • RDSI: 91 456 11 00  
 E-Mail: rugoma@rugoma.com • Web: www.rugoma.com





# SOBRESALIENTE GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO



La gestión del conocimiento, a pesar de ser una "ciencia" tan antigua como la propia humanidad, es ahora, en los umbrales del siglo XXI, cuando la sociedad le comienza a otorgar la importancia que en realidad siempre ha tenido.

Belt Ibérica, sociedad cuya dedicación se centra en el análisis de la prevención y protección, en colaboración con el IADE, ha sido una de las empresas pioneras en impartir un método sobre cómo gestionar con acierto el "conocimiento".

En el primer curso superior de Gestión del Conocimiento, organizado por Belt Ibérica, ha destacado de manera sobresaliente Ana Sánchez, consejera - delegada de Isidoro Sánchez, S.A., empresa líder en España del sector Topográfico.

Ana Sánchez, joven mujer emprendedora y amiga de analizar todos y cada uno de los nuevos caminos empresariales que sirvan para enriquecer la actividad de su empresa,

ha sido una de las participantes de esta primera promoción con otros compañeros de SIEMENS, REPSOL, CEPESA, BCH, etc...



## Para amantes de la Topografía



En ISIDORO SANCHEZ S. A. hemos reunido una amplia selección de instrumentos topográficos fuera de uso. Más de 100 aparatos de diversas marcas que suponen un recorrido por la tecnología de pasadas décadas. Por su gran valor histórico y sentimental, estamos seguros del interés que despertarán en cualquier amante de la Topografía.

Venga a verlos  
y llévase el suyo

entre 10.000 y 25.000 pts.



**Isidoro Sánchez S. A.**  
T O P O G R A F I A

Ronda de Atocha, 16. 28012 MADRID  
Tel: 91 467 53 63. Fax: 91 539 22 16

[www.isidoro-sanchez.com](http://www.isidoro-sanchez.com)





TELEDETECCIÓN

SISTEMAS DE

MEDIO AMBIENTE

CARTOGRAFÍA

I  
N  
F  
O  
R  
M  
A  
C  
I  
O  
N  
  
G  
E  
O  
G  
R  
Á  
F  
I  
C  
A



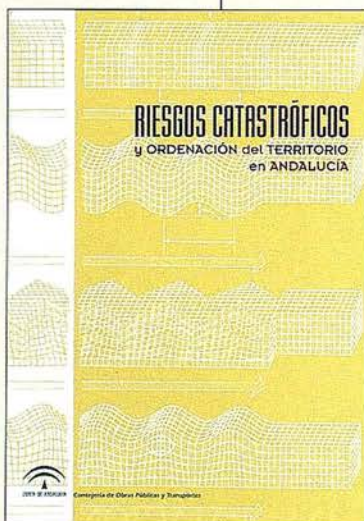
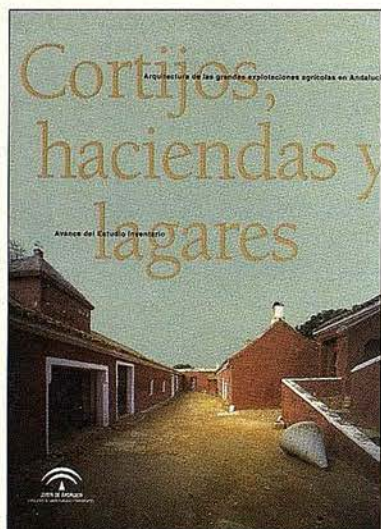
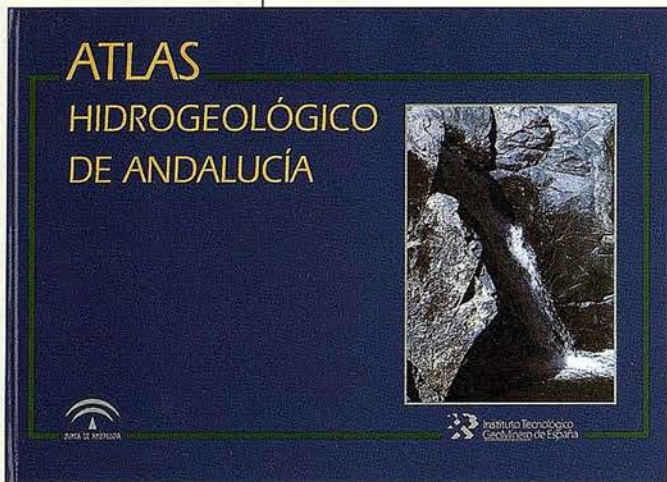
LA  
INFORMACIÓN  
GEOGRÁFICA  
EN ANDALUCÍA

Nº 59 ENERO 2000 PRECIO 900 PTAS



# Últimas publicaciones

Consejería de Obras Públicas y Transportes



- Atlas de Andalucía Volumen 1
- Atlas de Hidrogeológico de Andalucía
- Fotografía Aérea de Sevilla 2ª edición
- Fotografía Aérea de Málaga
- Fotografía Aérea de Córdoba
- Guía de Arquitectura de Granada
- Hacer Vivienda Acerca de la casa 2
- Cortijos, haciendas y lagares Avance del estudio inventario
- Área Metropolitana de Sevilla Análisis del medio físico
- El Jardín Musulmán de la antigua Casa de Contratación de Sevilla 2ª edición
- Sevilla almohade
- Información y diagnóstico territorial y urbanístico de La Alpujarra (Granada)
- Información y diagnóstico territorial y urbano de la Sierra de Segura
- Curso sobre dirección de obras de carreteras
- Callejeros de ciudades medias
- Inventario cartográfico de Andalucía
- Plan General Municipal de Ordenación Urbana Jerez y Cádiz
- Parque dunar Doñana, Almonte, Huelva
- Mapa oficial de carreteras de Andalucía Almería, Córdoba y Jaén
- Legislación de Urbanismo
- Base de datos paramétrica para la confección de unidades de obra de carreteras
- Curso sobre dirección de obras de carretera
- Catálogo de cartografía histórica Almería y Granada
- Buenos Aires Guía de Arquitectura
- Guía arquitectónica y urbanística de Montevideo
- Guía de arquitectura de Córdoba (Argentina)
- Guía de arquitectura de México
- Momo Andalucía Catálogo de la exposición
- La Habana Guía de arquitectura
- Los puertos andaluces en la historia Nº 1 Barbate
- Riesgos catastróficos y Ordenación del territorio en Andalucía

#### Información

Consejería de Obras Públicas y Transportes. Departamento de Publicaciones.  
Plaza de la Contratación, 3. 41001 Sevilla. Telfs. 954 50 75 80/954 50 75 00

#### Distribuidor

Centro Andaluz del Libro. Polígono La Chaparrilla. Nave 34-35. 41016 Sevilla  
Telfs. 954 40 66 14/954 40 63 66. Fax 954 40 25 80







# LA CARTOGRAFÍA Y LA ESTADÍSTICA HACIA EL REENCUENTRO

Gonzalo Acosta Bono.

Dirección General de Ordenación del Territorio y Urbanismo.

Descripción (geográfica) y representación (cartográfica) de la realidad de un territorio es la doble cara de una misma moneda que, con el desarrollo del conocimiento y las exigencias de la especialización científica, conducen en el siglo XIX a la configuración e institucionalización de ciencias y disciplinas específicas. El mismo vocablo "geografía" (*geo*=tierra, *grafein*=dibujo) hace alusión al carácter originalmente indisoluble de la Geografía y la Cartografía. La exploración de nuevos territorios - casi siempre a impulsos de los intereses expansionistas de tipo económico, comercial y político- estaba asistida por geógrafos cuya misión, la descripción de las características físicas y culturales del territorio, se apoyaba en mapas donde se representaba la información más significativa. Como los libros recogen ideas y acontecimientos que rebasan la capacidad de una memoria individual o colectiva, los mapas son también contenedores de informaciones y representaciones referidas a la historia de un tiempo y un territorio concretos.

La Cartografía, como forma de expresión, ha desarrollado un lenguaje propio para resolver las limitaciones impuestas por la escala y por la conversión de la visión humana, panorámica y volumétrica, a un plano de dos dimensiones, mediante el uso adecuado de signos, símbolos y grafismos. Ello la sitúa en la confluencia de las ciencias exactas y las artes plásticas, entre el rigor y la fantasía. Se explica así que durante mucho tiempo el gremio de San Lucas acogiera a pintores y cartógrafos. Jan Vermeer (1632-1675), artista de escasa pero intensa producción, fue por dos veces presidente de dicho Gremio y es uno de los artistas que ha concedido a la cartografía un papel destacado en su obra; en ella hay algo más que una simple utilización de mapas como fondo de los interiores por él di-

bujado. La impresión en buril o xilografía de mapas debió influir en la pintura holandesa del XVII, tanto como la pintura en la producción del lenguaje de los mapas y su composición.

La cartografía, históricamente, es mucho más que la mera representación plana de un territorio a partir de dos elementos de la realidad; por una parte la posición y localización en el espacio, y, por otra, algunas cualidades o atributos asociados. Si la primera cuestión es un problema geométrico al que se han dedicado preferentemente cartógrafos y geodestas, la selección de atributos refleja una determinada percepción de la realidad. Es decir, ante todo es una descripción de la imagen que sugiere un territorio, y como tal, una imagen abstracta por cuanto supone de simplificación y valoración cualitativa de la realidad. Simplificación en la medida que tiene que despreocuparse aquellos aspectos que no interesan o no se pueden representar (y no sólo por razones de escala); valoración porque toda representación cartográfica refleja la imagen social e histórica de un territorio, es decir, está cargada de valores y llena de intenciones. Es oportuno recordar aquí las meditaciones de fray Mauro, cartógrafo de la corte de Venecia que en su aislamiento monacal emprendió la tarea de elaborar un *Orbis Terrae Compendiosa Descriptio* a partir de los relatos de viajeros, navegantes, comerciantes y peregrinos que le visitaban atraídos por su fama: "Creí que los pensamientos y las impresiones de todos mis visitantes procedían de una cierta realidad siempre palpable, cuando en realidad sus comentarios habían pasado muy claramente por el filtro de su propia sensibilidad. Lo que significa en realidad esa creencia es que mi mapa es una distorsión... Ahora comprendo que el mundo no es real más que en el modo en que tiene cada uno de nosotros en grabar sobre él su propia sensibilidad".

La necesidad de complejas técnicas para la elaboración de mapas cada vez más rigurosos favoreció el desarrollo de los conocimientos matemáticos y astronómicos y el perfeccionamiento de los instrumentos de cálculo para determinar la posición exacta de cada punto en el territorio. A partir del siglo XVIII la adopción de un sistema de referencia general -coordenadas-, susceptible de división y representación a otras escalas, posibilitará la formación sistemática, desde el siglo pasado, de los mapas topográficos nacionales. La generalización de la curva de nivel resolverá de forma práctica la representación de la tercera dimensión.

Desde la sustitución del ojo del cartógrafo por la visión fotográfica aérea vertical y, más recientemente, con la incorporación de técnicas para la detección de elementos y factores no perceptibles a simple vista (falso color, imagen desde satélites, etc.), hay una rica trayectoria que viene a ampliar las posibilidades de conocimiento del territorio y de elaboración de cartografías temáticas específicas (medioambientales, de vegetación, geomorfológicas, etc.). Pero la más reciente innovación en este campo que ha supuesto la incorporación de la electrónica y la informática va mucho más allá, interesando a todas las fases de la producción cartográfica. En un principio afectaron de forma superficial aunque contribuyeron decisivamente a la mejora de algunos aspectos (automatización del dibujo, por ejemplo), pero más recientemente asistimos a una verdadera renovación de conceptos tradicionales; hasta el punto de que el mapa clásico sobre soporte papel para ser observado (imagen analógica), ya no será el fin último del proceso cartográfico.

Desde el punto de vista de los conceptos, en este momento se impone una



revisión que afecta a aspectos tales como la bidimensionalidad de la cartografía, la escala, o la imagen necesariamente abstracta de un determinado espacio; pero también al propio concepto de la información que soporta cada entidad territorial de referencia. Todo ello, en la perspectiva de la tecnología digital, nos conduce al entendimiento integrado de la cartografía (representación) y de los atributos temáticos que cualifican un determinado elemento del espacio: la producción y gestión de la información geográfica.

De estos conceptos, el que más llama la atención es la *escala* como recurso cartográfico para simplificar la realidad representada. Al contrario que en otras acepciones de esta palabra, en la cartografía tradicional venía entendiéndose con el significado de medida que condiciona la precisión y el número de detalles planimétricos que se representan. Por extensión es frecuente aludir a la escala como una frontera que condicionan las distintas perspectivas y grado de detalle con que se observa una realidad, hasta el punto de convertirla en niveles estancos. Pero la escala no es únicamente un problema de medición matemática. Común a los diversos significados de escala es una cierta idea de relación, o mejor de interrelación: es la sucesión diatónica o cromática de las notas musicales, la secuencia ordenada en el espectro de la luz y también participa de esta idea el puerto o aeropuerto en los que recalcan barcos o aviones durante el viaje. En los actuales sistemas de información geográfica fijar el encuadre de representación, pasando de una escala a otra, es un ejercicio que sugiere múltiples posibilidades y enriquece el análisis de una realidad que no se resiste a las limitaciones y restricciones de la representación cartográfica tradicional.

La posibilidad de obtener imágenes en *tres dimensiones* nos devuelve a una visión más real (humana) del espacio, hasta ahora falseada por la insólita experiencia de la perspectiva cenital y la reducción a dos dimensiones que impone el formato papel y consecuentemente la forma abstracta de representación de la altitud (las curvas de nivel). Las aplicaciones de modelos digitales del terreno, y todas sus infinitas posibilidades de ángulos de visión, enrique-

cen las funciones de análisis y representación. Es probable que todavía tengamos que mantener en los documentos de planificación una representación final plana, pero este producto puede ser resultado de un proceso de análisis y representación tridimensional que, entre otras cosas, deben favorecer y facilitar la comunicación con la sociedad para su mejor comprensión. La simulación de los resultados de aplicar ciertas normas, la inserción de determinados proyectos en la trama urbana preexistente, o la dimensión paisajística de actuaciones con capacidad para conformar nuevas escenas, son recursos que permitirán mejorar los procesos de planificación y gestión.

El desconcierto que provoca en la mayoría de la gente la imagen abstracta de mapas y planos, puede ser en gran parte superado con el recurso a *ortoimágenes*. Los avances introducidos en los procedimientos fotogramétricos proporcionan una imagen que puede sustituir al dibujo una vez que las posibilidades de corrección geométrica le otorgan la necesaria precisión planimétrica. La selección de objetos representados vendrá dada, de esta forma, por la capacidad de resolución de estas imágenes, que puede ser un fondo sobre el cual superponer otras informaciones o representaciones.

En el campo de los *atributos temáticos* referidos a una entidad geográfica no existe más limitación que el volumen de información que precisemos manejar. Y en este sentido, las ciencias estadísticas pueden profundizar en uno de los aspectos en los que han tenido una mayor limitación: la referencia espacial de datos estadísticos. Se impone una estrecha cooperación entre organismos cartográficos y estadísticos en orden a dotar de la necesaria dimensión espacial a las fuentes estadísticas. Un ejemplo primario de ello es la insatisfacción que genera el hecho de que la base espacial de referencia estadística predominante sea el municipio y la provincia. En ambos casos se produce una evidente insuficiencia que es preciso superar, y prueba de ello son las estadísticas para la gestión de servicios públicos esenciales como la sanidad o la educación, que requieren una desagregación, al menos, de distritos censales. Otro ejemplo es el que se

deriva de la distribución de la población por el territorio, básicamente agrupadas en núcleos urbanos pero que no coinciden en su totalidad con la entidad administrativa municipal. Los procesos de urbanización recientes han multiplicado la aparición de núcleos de distinta entidad y función (agrícolas, turísticos, etc) para los que no es posible tener información adecuada. Ambos casos nos remite a una estrategia de obtención de información y de gestión (censo, padrón, registros administrativos, etc.) que pasa por la georreferenciación sistemática de los datos estadísticos.

A partir de ella también es posible presentar determinados resultados en agregaciones supramunicipales más significativas que la provincial (las áreas metropolitanas sería el ejemplo más claro de ello, pero no el único). Por extensión, la mayoría de las informaciones de tipo socioeconómico están referidas de igual forma al municipio, y en este aspecto las distorsiones son también igualmente evidentes. Renta, consumo, actividades productivas, etc. carecen de una adecuada desagregación y agregación de datos. Es decir, cada vez más debemos tener presente el horizonte de la interrelación de bases de datos.

Es éste, en definitiva, el motivo que justifica el título de este artículo, una hipótesis que en la práctica viene dándose con evidentes resultados positivos. Los proyectos más innovadores van en esta dirección, aunque aún no se den todavía las circunstancias necesarias para pensar en clave de una posible convergencia institucional. No es el lugar ni el momento para reflexionar sobre ello, aunque puede ser ilustrativo recordar que en otras épocas el actual Instituto Geográfico Nacional reunía las competencias sobre cartografía y estadísticas o catastro e incluso durante un tiempo llegó a denominarse Instituto Geográfico y Estadístico. El conocimiento de esta trayectoria no puede considerarse sólo una anécdota, también comporta un entendimiento de la gestión de la información que, en la actualidad gracias a los poderosos medios tecnológicos, nos devuelve con renovada vigencia. Entre tanto, se hace necesario reforzar la coordinación y cooperación entre ambas instancias de las que sólo cabe esperar un mutuo enriquecimiento.



# EL CONOCIMIENTO DEL TERRITORIO ANDALUZ

José Ojeda Zújar.  
Universidad de Sevilla.

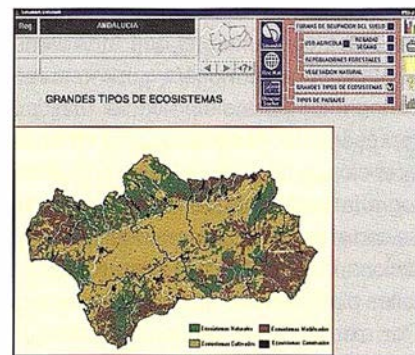
Una de las principales limitaciones para la plena difusión de la cartografía asistida por ordenador, con carácter general, ha sido la escasa disponibilidad de datos en soporte digital, así como la falta de estandarización en los formatos de los mismos. Esta situación ha significado para la mayor parte de usuarios de estas tecnologías que una parte significativa de la inversión en cualquier proyecto cartográfico estuviera centrada en la producción de sus propias bases de datos, bien digitalizándolos de la cartografía convencional disponible, bien obteniéndolos directamente de las fuentes de información primaria que pueden ofrecerlos ya en formato digital (GPS, fotogrametría digital o teledetección espacial). Esta problemática fue abordada con prontitud en los países anglosajones con mayor tradición en cartografía asistida por ordenador (Estados Unidos, Reino Unido, Canadá...). Sus organismos oficiales de producción cartográfica (United States Geological Survey, Ordnance Survey, etc.) o de datos geográficos en general (el caso del United States Census Bureau) comercializan en la actualidad un significativo volumen de datos geográficos en soporte digital, que pueden ser integrados directamente en cualquier sistema de información geográfica.

A nivel nacional, la disponibilidad de bases de datos geográficos sobre el territorio andaluz y su distribución comercial ha sido más tardía y está ligada, como en el caso de la cartografía general y básica, a los organismos con competencias en esta materia, es decir, al Instituto Geográfico Nacional y al Servicio Geográfico del Ejército. El primero de ellos comercializa la Base Cartográfica Numérica BCN-200, el Modelo Digital

de Terreno MDT-200 y el Mapa Topográfico a escala 1:25.000. De forma similar el Servicio Geográfico del Ejército hace uso de estas nuevas tecnologías, si bien no se comercializan más que productos específicos como la Carta Digital de España que contiene, para todo el territorio nacional, planimetría a escala 1:250.000 y un Modelo Digital del Terreno con malla de 100 metros. Otro organismo a nivel estatal que distribuye datos geográficos en soporte digital es el Centro de Gestión Catastral y Cooperación Tributaria que utiliza las escalas 1:10.000 para el Catastro de Rústica y 1:500 y 1:1.000 para el urbano.

A nivel regional y de forma paralela a los proyectos de cartografía tradicional, diferentes entidades y organismos públicos, autonómicos y locales, han ido incorporando progresivamente las nuevas tecnologías de la información territorial en el desarrollo de sus funciones. En este sentido, gran parte de la cartografía básica y general de carácter regional ha sido elaborada haciendo uso de res-tituidores analíticos. Muchos otros organismos públicos, instituciones científicas y empresas privadas han incorporado estas tecnologías en la producción de cartografía temática desde hace años. Por ello, la situación actual parte de la existencia de un significativo número de bases de datos en soporte digital, si bien de carácter disperso, sin formatos ni códigos comunes, con diverso grado de cobertura a nivel regional y, en su mayoría, al no estar claramente regulado el proceso de comercialización, de accesibilidad bastante limitada. Las experiencias que se citarán a continuación recogen aquellas bases de datos geográficos que, sin ánimo de ser exhaustivos, por ser de carácter público y presentar un elevado nivel de re-

cubrimiento regional, representan ya un importante punto de partida para muchas aplicaciones dependientes de información territorial.



Pantalla de la edición pública del SinambA.

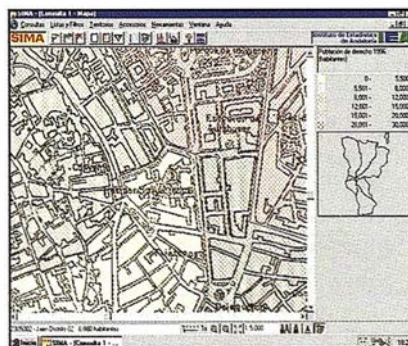
Entre los organismos que de forma pionera incorporaron estas nuevas tecnologías se encuentra la Agencia de Medio Ambiente, hoy Consejería de Medio Ambiente. Desde sus inicios, este organismo se planteó el desarrollo de un Sistema de Información Geográfica que sirviera de ayuda a la toma de decisiones sobre el medio ambiente de Andalucía. De esta forma surge el Sistema de Información Ambiental de Andalucía (SinambA) que, por el carácter integral del medio ambiente, incorpora información sobre un enorme número de variables, tanto físico-naturales como socioeconómicas y territoriales, constituyendo, sin duda, la mayor base de datos geográficos en soporte digital de la región. La información está estructurada en tres niveles: un nivel de reconocimiento que recoge información a nivel regional y utiliza como referencia las escalas 1:400.000 y 1:100.000; un nivel de semidetalle, diseñado para ámbitos subregionales, pero que abarca todo el territorio regional, tomando como base cartográfica de referencia el Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000 y, por último, un nivel de detalle centrado en los Espacios Naturales Protegidos



que utiliza como base de referencia el Mapa Topográfico de Andalucía a escala 1:10.000. Sobre estas bases cartográficas de referencia, el SinambA incorpora un elevado volumen de datos relacionados con diversos aspectos del medio (suelos, clima, vegetación, fauna, contaminación...) procedentes tanto de la recopilación y síntesis de la cartografía existente como de los propios programas de levantamiento expreso de información para el sistema. En este sentido, como fuente de datos primaria en formato digital, este organismo ha sido igualmente pionero en el uso y tratamiento digital de imágenes procedentes de satélites de recursos naturales, constituyendo en la actualidad la fuente de información más dinámica del sistema y disponiendo de una biblioteca de más de 300 imágenes de alta resolución (satélites Spot y Landsat fundamentalmente). Algunos de los productos procedentes del tratamiento digital de estas imágenes espaciales se han editado en formato analógico en forma de ortoimágenes (series Provinciales, Espacios Naturales Protegidos y Aglomeraciones Urbanas). Este organismo ha participado igualmente en la elaboración del Mapa de Ocupación del Suelo a escala 1:100.000 que distribuye el Centro Nacional de Información Geográfica a nivel nacional. Esta base de datos digital sobre usos del suelo, extraídos de la interpretación de imágenes Landsat-TM, está integrada en el proyecto Land-Cover dentro del Programa europeo CORINE. Por último, junto a la labor de inventario, recopilación y síntesis de la cartografía existente, y aprovechando las capacidades analíticas del sistema, se han desarrollado modelos de evaluación que generan nueva información geográfica (riesgos de erosión de suelos, capacidad productiva de suelos, etc..) y retroalimentan de forma continuada al sistema.

El proceso de institucionalización de la cartografía regional, con la creación de Instituto de Cartografía de Andalucía, supone un nuevo y crucial impulso en la estandarización y comercialización de estos productos digitales a nivel autonómico. En este

sentido, ya se ha procedido a la digitalización del Mapa Topográfico de Andalucía a escala 1:400.000 y a la generación de un nuevo Mapa de Andalucía a escala 1:100.000, tomando ambos como base de referencia una selección de los elementos del Mapa Topográfico de Andalucía a escala 1:10.000. A su vez, esta serie básica del territorio regional ha sido pasada a formato digital para construir el Mosaico Raster del Mapa Topográfico de Andalucía a escala 1:10.000 que, al estar corregido geoméricamente respecto al sistema de referencia regional, recoge de forma continua la totalidad del territorio andaluz a la escala antes referida. Si bien el modelo de datos raster utilizado imposibilita el tratamiento digital individualizado de la información contenida en el mosaico, representa una excelente fuente de información para muchos usuarios y tendrá un efecto normalizador en los procesos de digitalización que lo utilicen como base geométrica de referencia. A partir de este raster se está procediendo además a producir un mapa vectorial, del cual se cuenta ya con las áreas metropolitanas de las capitales provinciales y con los parques naturales.



Pantalla del Sistema de Información Multiterritorial de Andalucía.

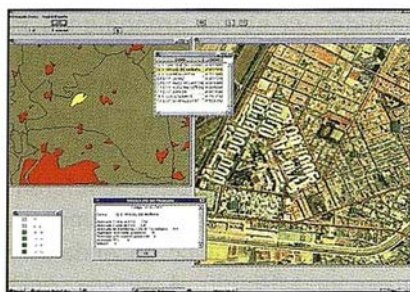
Además de esta cartografía topográfica, el Instituto de Cartografía de Andalucía dispone de otros productos que igualmente suponen una importante contribución al conocimiento del territorio andaluz. Entre estos se pueden citar los vuelos a escalas entre 1:60.000 y 1:3.000, la cartografía urbana a escala 1:1.000 o los inventarios de cartografía actual e histórica. Pero, por su utilización directa en los sistemas de información geográfica, cabe destacar dos pro-

ductos de especial valor. Por un lado el Modelo Digital de Elevaciones 100m, obtenido a partir de la altimetría del mapa 1:100.000, que permite la realización de análisis tridimensionales. Por otro lado, la Base de Datos de Topónimos que se convierte en un localizador automático de lugares muy útil.

A nivel regional, y desarrollados por organismos públicos de carácter autonómico, es necesario citar la puesta en marcha de tres sistemas de información geográfica que, de forma progresiva, van completando la disponibilidad de datos temáticos en formato digital para el territorio andaluz. Uno de ellos es el Sistema de Información Territorial (SIT), previsto en la Ley de Ordenación del Territorio de Andalucía, que está siendo desarrollado por la Dirección General de Ordenación del Territorio y Urbanismo como instrumento de apoyo a las labores de planificación y gestión territorial que tiene encomendadas, así como a la toma de decisiones con incidencia territorial. Junto a la digitalización de la información cartográfica de referencia para varias escalas (1:400.000, 1:100.000, etc), el Sistema de Información Territorial ha ido incorporando de forma continuada todo un conjunto de elementos y variables territoriales de evidente interés desde la perspectiva de la Ordenación del Territorio y el Urbanismo (nuevos desarrollos urbanos, infraestructuras viarias, embalses, unidades territoriales, espacios protegidos...) y, en el futuro, alimentado por la cartografía generada por la planificación física y territorial, deberá recoger las afecciones territoriales y determinaciones que se deriven de la aprobación de las diferentes figuras de planeamiento territorial y urbanístico. Por otra parte, la Consejería de Trabajo, a través de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, se encuentra involucrada en el desarrollo del Sistema de Información Geológico y Minero de Andalucía (SIGMA), habiéndose concluido, hasta el momento, la digitalización del Mapa Geológico y Minero de Andalucía a escala 1:400.000 y la serie Magna a escala 1:50.000. Igualmente se ha

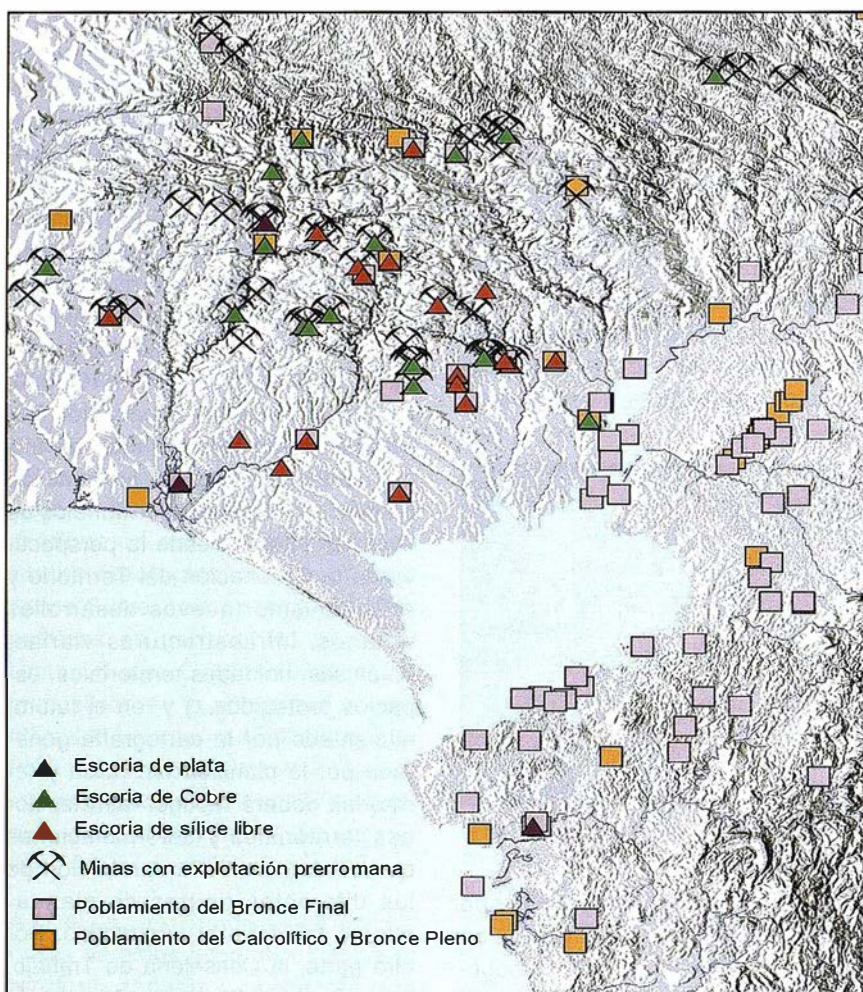


realizado el Mapa de Infraestructuras Industriales de Andalucía, tomando como base cartográfica el Mapa Topográfico a escala 1:300.000. Por último, el Instituto de Estadística de Andalucía ha estructurado un conjunto de bases de datos demográficos y socioeconómicos de origen municipal para desarrollar el Sistema de Información Multiterritorial de Andalucía (SIMA), que contiene aplicaciones informáticas para el tratamiento estadístico y su representación cartográfica, así como a nivel de sección censal dispone de todo el seccionado de Andalucía que se utiliza tantomen las tareas de recogida como en los análisis demográficos de escala interurbana.



Explotación del Registro de Centros Escolares.

programa de vigilancia epidemiológica. Igualmente la Dirección General de Arquitectura y Vivienda cuenta con cartografía del parque de viviendas de titularidad pública como inventario patrimonial. También la Consejería de Educación dispone de un registro de centros escolares georeferenciado con 4.000 instalacio-



Explotación del Sistema de Información del Patrimonio Histórico.

Otros departamentos de la Junta de Andalucía están implantando también sistemas de información geográfica para sus tareas de inventario de recursos o análisis de afecciones administrativas. En esta situación se encuentra por ejemplo la Consejería de Salud que georeferencia las declaraciones de enfermedades contagiosas dentro de su

nes. En esta misma línea, el Instituto Andaluz de Patrimonio Histórico dispone de la localización de los Conjuntos Históricos, los inmuebles declarados Bien de Interés Cultural y unos 12.000 yacimientos arqueológicos. De igual modo, el Centro de Coordinación de Emergencias de Protección Civil utiliza sistemas de información para localizar

los sucesos y para buscar los dispositivos de atención más cercanos.

Junto a la información y las bases de datos georeferenciadas generadas por los organismos autonómicos antes citados, un conjunto cada día mayor de entidades públicas (municipios, diputaciones, confederaciones, etc.) y privadas (consultoras, ingenierías, empresas de servicios, etc), han ido incorporando estas nuevas tecnologías para el tratamiento de la información territorial en el desempeño de sus funciones, a las que habría que unir la también generada en formato digital por las numerosas entidades de investigación presentes en nuestra región (Universidades, Institutos y centros del CSIC). Todo ello conduce a una situación en la que la utilización de estas tecnologías para el tratamiento de la información geográfica se incorpora de forma progresiva en la labor de un número creciente de usuarios que, sin embargo, generan, de forma individualizada, una parte importante de los datos en formato digital.

La integración de esas variadas fuentes de documentación cartográfica antes enumeradas ha obligado a un proceso previo de normalización de la información. A este respecto, la Comisión de Cartografía de Andalucía, mediante una Ponencia Técnica sobre SIG, ha ido definiendo los estándares que permiten un trasvase ágil de esta información. Entre tales normas se pueden citar un modelo de datos uniforme y basado en Migra para las escalas entre 1:1.000 y 1:100.000, la adopción del huso 30 de la proyección UTM para toda la región, el mosaico raster 1:10.000 como referencia geométrica o unos formatos de intercambio como el DXF para Cad y el Export para SIG. Gracias a estos protocolos comunes de producción y difusión se asegura la compatibilidad entre todas las capas que descentralizadamente se vienen produciendo.

Esta ingente actividad cartográfica y la aplicación y desarrollo de los conceptos actuales que permiten integrar cartografía y bases de datos de muy diversa índole, sirve para tomar plena conciencia de las nuevas perspectivas en la gestión de la información geográfica, un proceso que en cierto modo viene a restituir la original unidad de las disciplinas (cartografía, estadísticas...) que han venido ocupándose del conocimiento del territorio.



# L.T.C.



Laboratorio Técnico de Cartografía S.L.

## Distribución y venta en exclusiva de la cartografía de la Junta de Andalucía

(M.T.A. - E: 1/20.000 - 1/10.000 - 1/5.000 - 1/2.000 - 1/1.000 - 1/500 - C.O.P.T.)

### LABORATORIO FOTOGRAMÉTRICO B/N Y COLOR

Ampliaciones fotográficas / Fotomosaicos  
Reducciones y montajes a escala

### REPROGRAFÍA INDUSTRIAL

Ampliaciones / Reducciones / Escaneos / Ploteos de planos

### CENTRO DE PLASTIFICADOS Y FOTOACABADO

Laminación, encapsulado y montaje de planos y mapas  
Máximo 1,50 m. de ancho

### LIBRERÍA TEMÁTICA DE CARTOGRAFÍA Y MAPAS

Mapas guías de parques naturales y carreteras / Mapas en relieve  
Cartografía histórica / Mapas mundi / Atlas  
Callejeros y guías turísticas / Material de senderismo / G.P.S.

### DISEÑO Y PRODUCCIÓN DE EXPOSICIONES

Departamento de diseño y tratamiento digital de imágenes  
Impresión digital en gran formato 1,50 m.  
Corte en vinilo



Avda. Menéndez Pelayo, 42-44 - Sevilla 41003

Telf. 954 425 964 - Fax. 954 423 451 - RSDI. 954 987 206 - [ltc-mapas@sp-editores.es](mailto:ltc-mapas@sp-editores.es)



# LA CARTOGRAFÍA HISTÓRICA: CONSERVACIÓN Y DIFUSIÓN

Joaquín Cortés José.  
Instituto de Cartografía de Andalucía.

El documento cartográfico antiguo, como testimonio de funciones y actividades sociales del hombre, tiene unos valores históricos y continúa manteniendo una cierta vigencia en cuanto que representa elementos territoriales que cambian en largos periodos de tiempo. Dichos elementos permiten utilizarlos como referencias en los estudios evolutivos urbanos y territoriales. No es necesario abundar en el reconocimiento de la cartografía como fuente documental pero sí distinguir la triple dimensión informativa que tiene todo documento cartográfico: la documental, la científico-técnica y la artística.

La dimensión documental viene dada porque la información geográfica que recoge el mapa nos habla de la evolución del territorio en general y de cada uno de los elementos que lo conforman en particular. La amplitud de temas que contienen los mapas reflejan la diversidad de actividades humanas que inciden sobre el territorio y el paisaje.

La dimensión científico-técnica del mapa nos habla de la evolución de las técnicas de producción y reproducción cartográfica. En la cartografía antigua está registrado el proceso evolutivo del conjunto de las ciencias que intervienen en la elaboración del Mapa. Recoge las distintas soluciones que se han ido dando a los problemas de medir la superficie terrestre –para conocer su forma y sus dimensiones- a los de representar una superficie curva de tres dimensiones en una superficie plana de dos y a los de medir y representar la superficie rugosa de los continentes y fondos marinos, el relieve.

Las técnicas de reproducción evolucionaron en distintos aspectos pero siempre con un doble objetivo: mejorar la capacidad de expresión de los elementos representados y poder realizar amplias tiradas. La difusión del conocimiento de la Tierra está íntimamente relacionado con el de-



Mapa de Andalucía hacia 1714.

sarrollo y conocimiento de la cartografía y ésta a su vez con las de reproducción.

Los valores estético-artísticos de la cartografía son los más fáciles de entender y lo primero que se percibe del mapa, independientemente de cuál sea la formación del observador. La expresión artística de la obra se suele recoger en las cartelas, las ilustraciones o las figuras de sus márgenes, pero además hay que buscarla en las técnicas pictóricas y de grabación utilizadas en la representación del relieve, de la vegetación, de la superficie de agua o de los núcleos urbanos.

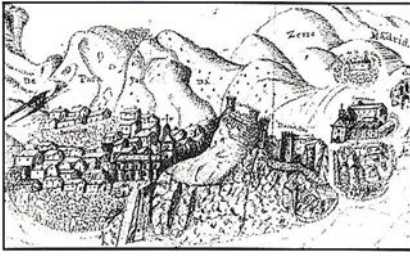
El mapa es un documento que por sus características físicas: dimensiones, soporte, técnicas de dibujo o de reproducción, se deteriora con facilidad. Su tamaño es uno de los principales inconvenientes, no se pueden archivar en instalaciones convencionales y no siempre se cuenta con las adecuadas, por lo que se suelen dejar arrinconados, enrollados, en el suelo o en contacto con superficies húmedas, expuestos a la luz o cubiertos de polvo. El cartón, el papel o los soportes textiles hacen que proliferen en su superficie una diversidad de flora y fauna que degrada el soporte y sus tintas.

El proyecto de la Recopilación de la Cartografía Histórica de Andalucía ha contribuido a la conservación de este tipo de documentación de tres maneras:

- Localizando y divulgando los fondos cartográficos de los archivos andaluces tanto públicos como privados, que es el mejor sistema para evitar que se pierda lo encontrado.
- Reproduciéndola y dejando una copia micrográfica como testimonio de su existencia en el archivo donde está depositada.
- En casos muy concretos, incentivando y sufragando la restauración de los mapas.

La recopilación de la cartografía histórica de Andalucía surge inicialmente como una colección de mapas, planos y vistas de Andalucía reproducidas en microfilm de 35 m/m y descrita con arreglo a las normas internacionales ISBD y MARC para materiales cartográficos. La selección de la cartografía se ha hecho en función de que su escala sea inferior a 1:500, para no incluir los planos y dibujos exclusivamente de arquitectura y, cronológicamente, que no sean más modernos de la década de los cincuenta del siglo actual. No obstante se





Vista de Illora (Granada) en 1780.

ha mantenido una cierta flexibilidad de criterio tanto en las escalas superiores, cuando el documento represente una mínima expresión territorial, como con los mapas más modernos, cuando su información complementaba la de otros documentos descritos de fechas anteriores.

La recopilación de la documentación se ha realizado siempre en tres fases: inventario, catalogación y microfilmación. Los primeros trabajos se iniciaron en los grandes archivos y bibliotecas nacionales. En líneas generales se estableció la estrategia de ir primero a los depósitos donde se conserva la cartografía más antigua o a los organismos productores de cartografía básica y después a los archivos con fondos más modernos y a los organismos que han generado cartografía temática o derivada de su gestión.

La cartografía histórica de Andalucía localizada hasta la fecha se aproxima a los ciento cuarenta mil mapas, reproducidos en unos ciento sesenta y cinco mil microfilmes que se encuentran depositado en el Instituto de Cartografía de Andalucía. Las descripciones catalográficas se encuentran dentro de un sistema de gestión documental que permite acceder y recuperar la información de un modo flexible y ágil. Las reproducciones en microfilm de 35 mm se están digitalizando mediante escáner y almacenando en soporte óptico, de las que se disponen de unas sesenta y cinco mil imágenes.

Junto a las imágenes, los datos se recogen en la catalogación del mapa. Después de un detenido reconocimiento se le asignan uno o varios descriptores que indican el contenido informativo del mismo. Para aplicar correctamente esta terminología se emplea un lenguaje controlado que hace más homogéneas las descripciones y, posteriormente, más eficaz la recuperación de la información. Con los descriptores de materia se está confeccionando un tesoro donde cada

término se relaciona con otros de un modo jerárquico. El tesoro contiene cerca de novecientos descriptores distintos, que se han recogido hasta el momento en la cartografía catalogada, y que están organizados en una base de datos auxiliar para asistir en la recuperación de la información de la principal.

La difusión de los fondos cartográficos del territorio de la Comunidad Autónoma se realiza:



Mapa de Andalucía oriental hacia 1743.

- Facilitando el acceso y la consulta directa de la documentación descrita y reproducida, disponiendo una serie de herramientas para hacerla lo más asequible posible, ya sea en el mismo Instituto o por correspondencia.
- Publicando catálogos generales de cada provincia andaluza.
- Editando catálogos temáticos.
- Organizando exposiciones que en algunos casos se han hecho en colaboración con el IGN, Diputaciones Provinciales y Ayuntamientos.
- Colaborando en publicaciones de la administración local.

Se ha desarrollado un prototipo de catálogo multimedia que se espera poder editar próximamente y poner la base de datos y las imágenes en Internet para

que se pueda acceder directamente a esta información desde cualquier lugar.

La historia nos ayuda a no cometer los mismos errores que se cometieron en el pasado, por lo que se deben poner los medios necesarios para conservar lo mejor posible la cartografía antigua produciendo hoy. La cartografía moderna que actualmente queda desfasada pierde interés y no se suele guardar. El ries-

go de desaparición de la cartografía digital se debe más a la facilidad de actualizarla que al posible deterioro del soporte. Las nuevas tecnologías permiten disponer de una cartografía permanentemente vigente pero no se debe olvidar que los mapas son un registro gráfico del territorio del que se deben conservar copias: impresas o digitales, debidamente depositadas en archivos y bibliotecas y sin menospreciar cualquier cartografía. La dinámica tan acelerada a la que están sometidos ciertos territorios, ciudades y paisajes no sólo debe exigir una actualización permanente de la cartografía sino además un archivo y conservación permanente de la misma para no correr el riesgo de perder la memoria histórica del territorio.



# EL SISTEMA DE INFORMACIÓN TERRITORIAL DE LA CONSEJERÍA DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES (SIT-COPT)



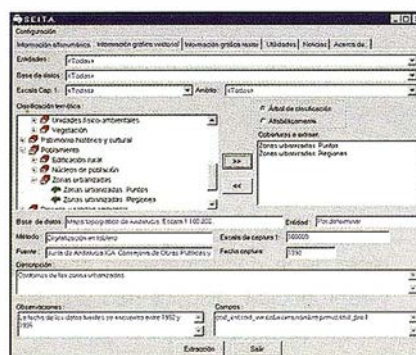
Alfredo Martín Sánchez.  
Agustín Villar Iglesias.  
Consejería de Obras Públicas y Transportes.

La gestión administrativa en sus diversas vertientes está íntimamente ligada al territorio sobre el que se desarrolla, ya que este es el elemento común de referencia para la totalidad de las actividades humanas. De ello deriva para las diferentes administraciones una necesidad de su conocimiento exhaustivo y actualizado. De esta forma, es lógico que el uso de la tecnología de los Sistemas de Información Geográfica, como herramienta de creación y gestión de información cartográfica, haya tenido sus orígenes en diversas Administraciones Públicas y que siga siendo éste el sector en el que mayor expansión, junto con las empresas consultoras que gestionan recursos territoriales, siguen teniendo estas tecnologías.

La creación del Sistema de Información Territorial (SIT) comienza su andadura con la aprobación de la Ley 1/94 de Ordenación del Territorio de Andalucía, que lo define como instrumento de apoyo en la toma de decisiones y coordinación, que integrará cuantos datos e informaciones se estimen necesarios para el desarrollo y aplicación de la política en esa materia. Entre sus objetivos está también la elaboración de un inventario de Ordenación del Territorio, en el que figuren los planes y actuaciones previstos en dicha Ley y el Planeamiento Urbanístico general.

Este sistema se basa en un proceso de integración de los recursos de información iniciado en 1992 en la Dirección General de Ordenación del Territorio y Urbanismo tendente a la constitución de un sistema de información territorial centralizado, habiéndose comenzado en 1995 su im-

plantación. Un aspecto característico del SIT es que, desde su germen, el sistema se ha planteado con el objetivo de diseñar un sistema de información geográfico único para el conjunto de la Consejería de Obras Públicas y Transportes, integrando las diferentes necesidades existentes. El Sistema de Información Territorial (SIT), constituye un proyecto de integración de información en el que bajo la coordinación de la Secretaría General de Planificación, la Dirección General de Ordenación del Territorio y Urbanismo, el Instituto de Cartografía de Andalucía y la Secretaría General Técnica, intervienen todos los centros directivos de la Consejería.



Pantalla del Sistema de Extracción de Información Territorial.

Los objetivos básicos del SIT-COPT son:

- Construir una base de datos gráfica y alfanumérica con la información necesaria para apoyar los procesos de planificación territorial y sectorial de la Consejería.
- Establecer un conjunto de estructuras de datos gráficos, procedimientos de captura y explotación para la cartografía de proyectos de obras.
- Desarrollar y explotar un conjunto de aplicaciones de gestión de las

actuaciones de la Consejería con una referencia espacial.

La naturaleza corporativa del SIT-COPT, hace que su desarrollo se articule sobre el principio de responsabilidad compartida, considerándose a cada centro directivo responsable de la parte de la base de datos que afecte a sus intereses, y de la explotación de la información más conveniente a sus objetivos. No obstante existen una serie de elementos comunes esenciales para proporcionar coherencia a todo el sistema:

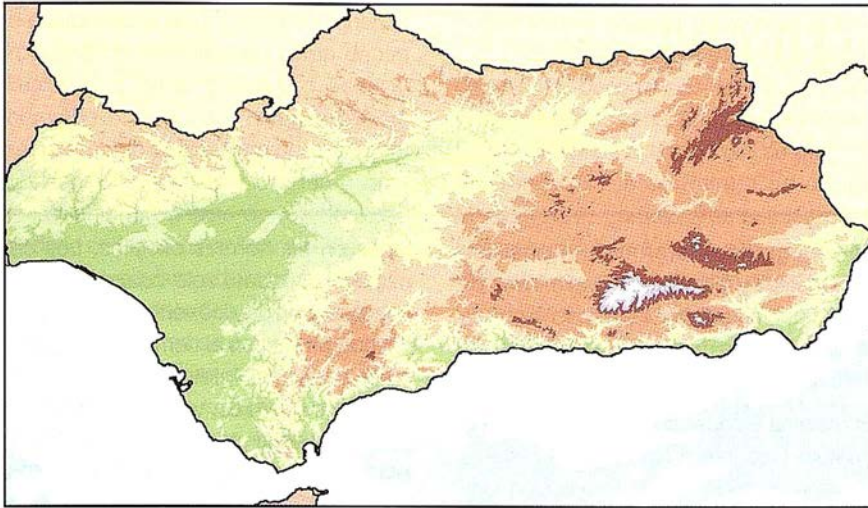
Las bases de datos alfanuméricas se estructuran de acuerdo a un esquema de organización de la información que descompone el conocimiento de la realidad compleja del territorio en diferentes 'sistemas territoriales'. Estos se subdividen sucesivamente en subconjuntos de información de relación jerárquica entre sí hasta llegar a identificar todas las variables de la base de datos.

La base de datos gráfica hasta el nivel de semidetalle es común a todo el Sistema y está discretizada en diferentes escalas según al objetivo al que sirven:

**Escala Regional:** Sirve a los procesos de planificación regional y para la representación de información de manera sintética. Está constituida por las coberturas que componen el Mapa Topográfico de Andalucía. a escala 1:400.000, a la que se han sumado coberturas temáticas de ese orden de escala.

**Escala Intermedia:** Sirven a procesos de planificación subregionales y es el soporte informativo de las actuaciones infraestructurales. En for-





Mapa físico derivado del MDA400.

mato vectorial, está formado por las coberturas M.D.A. a escala 1:100.000, disponible para todo el territorio andaluz. De esta base se han derivado productos como el Atlas de Andalucía o los mapas provinciales de carreteras. En formato Raster se han incorporado los mosaicos de las imágenes LANDSAT y SPOT, así como el vuelo a color a Escala 1:60.000.

**Escala Comarcal:** Constituida por el M.T.A. a escala 1:10.000 disponible para el conjunto del territorio Andaluz en formato raster y en formato vectorial para los ámbitos de las aglomeraciones urbanas de Andalucía. Con vocación de uso a esta escala y superiores, la Consejería de medio ambiente.

**Escala Local:** Constituida por la cartografía urbana y la cartografía de proyectos, de Escala 1:1000 y mayores. Sirve a la definición del planeamiento urbanístico y para los proyectos de obras de infraestructura y urbanización.

A partir de esa información cargada en el sistema, se ha procedido al desarrollo de aplicaciones de usuario final con el objeto de permitir a los usuarios una consulta más directa. Vinculadas al uso y explotación de la información disponible, estas aplicaciones constituyen, en la actualidad, el principal foco de atención de la actividad del SIT-COPT. La orientación en el desarrollo de aplicaciones ha consistido en concebir herramientas cerradas y sencillas para conseguir un acceso exento de difi-

cultades a una gran mayoría de usuarios potenciales, desde los dedicados a la planificación física, hasta aquellos dedicados a una gestión técnica, sin olvidar a los que con una alta cualificación, necesitan acceder a los datos de forma directa para realizar análisis complejos y simulaciones, o aquellos que necesitan manejar estadísticas.

A estos criterios generales han respondido el desarrollo de las siguientes aplicaciones que pretenden dar cobertura a los objetivos básicos del SIT-COPT:

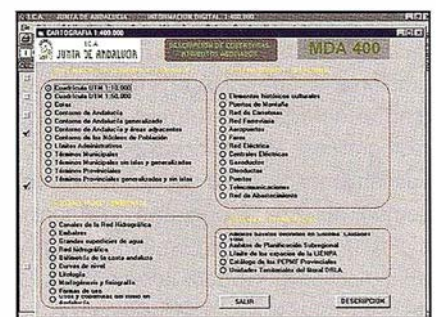
**pa Topográfico de Andalucía 1:400.000:** Concebido como un producto para el uso y explotación de la cartografía a esta escala, que permita realizar mapas temáticos e informes de forma fácil, por usuarios no expertos en el manejo de bases de datos geográficas. Al conjunto de coberturas en el que organizan las coberturas, se accede desde Arc/View Datapublisher, que se distribuye gratuitamente con los datos; dos interfaces proporcionan de forma interactiva los metadatos de la información disponible, una describe las coberturas (Fuentes de los datos, año y procedimiento de captura...) y la otra los atributos alfanuméricos asociados a la base de datos gráfica.

El **Sistema de Extracción de Información Territorial de Andalucía (SEITA)**: La idea es similar a la anterior aplicación, pero de objetivos mucho más ambiciosos. Se pretende que los usuarios accedan de forma fácil a

cualquier información gráfica o alfanumérica disponible, sea de escala, procedencia o formato distintos y de utilidad en trabajos de planificación, estadísticas, etc. Consiste en una Interfase que se ejecuta desde Arcview (donde aparece como una extensión) o de manera independiente. Con la apariencia de una ventana con distintas solapas (de información gráfica, de información alfanumérica, de utilidades) permiten seleccionar la información gráfica o alfanumérica necesaria, a través de un árbol de clasificación temática, permitiendo la aplicación de filtros de selección según ámbitos territoriales, temporales o de naturaleza temática.

El **Inventario Mantenido de Suelo Clasificado**: Pretende proporcionar información gráfica y alfanumérica de las determinaciones del planeamiento urbanístico de todos los municipios andaluces, con el objetivo de conocer tanto aspectos de tramitación, como las principales magnitudes urbanísticas.

El **Sistema de Evaluación y Seguimiento del Plan de Infraestructuras de Andalucía**: Pretende aportar un conocimiento continuado de la evolución de las actuaciones contempladas en el Plan, que sirvan para evaluar el grado de ejecución del conjunto de obras así como su eficacia y eficiencia mediante la medición de un conjunto de indicadores físicos, de realización y de resultados.



Pantalla de metadatos del MDA400.

Este conjunto de bases de datos gráficas y alfanuméricas, junto con las aplicaciones de consulta y la coordinación del sistema hacen que la información geográfica sea cada vez más utilizada en un entorno administrativo donde la gestión del territorio es la competencia central.



# EL MAPA TOPOGRÁFICO DE ANDALUCÍA 1:10.000

Victor Corral Pinel.

Antonio García Hernando.

Instituto de Cartografía de Andalucía.

Hasta 1987, la única referencia cartográfica existente de todo el territorio andaluz a escala media era el M.T.N. 1:50.000. A partir de esta fecha se dispone de una nueva referencia: el Mapa Topográfico de Andalucía a escala 1:10.000. La Junta de Andalucía aporta una nueva cobertura cartográfica regional que sobrepasa la generalidad de la anterior al ampliar cinco veces la escala, reduce el tiempo de ejecución al mínimo para garantizar la actualidad de su contenido y le da un tratamiento homogéneo, mediante una normalización estricta.

Por sus características técnicas de escala, vuelo, uso de una geodesia actualizada, representación a escala, no convencional, de gran parte de sus elementos, así como por su contenido planimétrico urbano (representación de todo el callejero), rústico (representación del parcelario y usos del suelo) y altimétrico que aporta una gran definición del relieve, el Mapa Topográfico de Andalucía 1:10.000 es un instrumento de gran fiabilidad y utilidad diversa. Como cartografía básica es utilizado en la realización de cartografía temática (mapas de carreteras, de parques naturales,...) y derivada (1:20.000), y por su contenido (viario, urbano, hidrográfico, hipsométrico...) en gran medida exhaustivo, es especialmente útil en la planificación territorial y urbana, la evaluación de recursos naturales y protección del medio ambiente, en el análisis de infraestructuras (red eléctrica, carreteras, cuencas hidrográficas...), reconocimiento de aprovechamiento de suelo rústico, etc. En resumen, el Mapa Topográfico de Andalucía 1:10.000 es fuente de información y referencia obligada para la gran mayoría de estudios, análisis, investigaciones o actuaciones de plasmación territorial que puedan desarrollarse en Andalucía, por parte de organismos públicos, entidades privadas o particulares, que exijan no sólo un reconocimiento detallado sino fiel a la realidad actual de nuestra Comunidad.

El Mapa Topográfico de Andalucía 1:10.000 se realiza por fotogrametría aérea, a cuyo efecto se han ido ejecutando vuelos fotogramétricos a escala 1:25.000 y 1:20.000 para su actualización. El apo-

yo topográfico determina la posición planimétrica y altimétrica de un mínimo de cuatro puntos por par estereoscópico y la restitución de la minuta se realiza a escala 1:10.000.

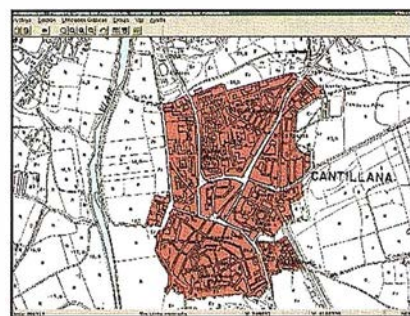
El Sistema Geodésico es el definido por el Instituto Geográfico Nacional. El Sistema de representación es la Proyección Universal Transversa de Mercator (U.T.M.), resultando el territorio de Andalucía incluido entre los husos 29 y 30.

La información restituída refleja los detalles en los fotogramas, corregida y completada con la revisión de campo, representándose en su posición exacta y formato real, con dimensión mínima a escala de 1 milímetro. El relieve se representa con curvas de nivel con equidistancia de 10 metros, curvas maestras cada 50 y puntos acotados de los detalles planimétricos más significativos (vértices geodésicos, señales de nivelación, vértices topográficos, puntos de apoyo, cumbres, collados, cruces de vías, estaciones de ferrocarril, puentes, cambios de pendiente...).

El Mapa Topográfico de Andalucía 1:10.000 contiene una información planimétrica y altimétrica detallada de todas las vías de comunicación y elementos relacionados (autopistas, carreteras, caminos, sendas, ferrocarriles, líneas eléctricas de alta tensión, torres de tendido eléctrico,...), hipsografía (sierras, cumbres, collados, barrancos,...), de todos los vértices geodésicos y topográficos, hidrografía (ríos, afluentes, arroyos, canales, acequias,...), planimetría urbana (manzanas, calles, edificios aislados, parcelario urbano, espacios libres, identificación de edificios públicos,...), y rústica (definición de parcelas, límites de cultivos, usos del suelo rústicos,...) y límites administrativos (nacional, provincial y municipal), recogiendo las últimas modificaciones debidas a segregaciones o anexiones de términos municipales.

En el aspecto toponímico se rotulan los accidentes principales del relieve, la hidrografía, todos los niveles de población, edificios habitados, construcciones aisladas de importancia, así como todos los edificios destinados a usos públicos, seña-

lados en las normas oficiales. Los caminos y cañadas, sólo cuando poseen nombres propios y los vértices geodésicos y topográficos con el nombre que figuran en el Archivo del Instituto Geográfico Nacional, los priemros, y con el nombre del paraje, los segundos. Para la recogida de estos topónimos se utiliza el Catastro Topográfico Parcelario y fuentes orales, hasta proporcionar la densidad correspondiente a este tipo de escala.



Explotación del Mosaico Raster del MTA10

A partir de los originales en poliéster del MTA10 se inició la formación del "Mosaico Raster del Mapa Topográfico de Andalucía 1:10.000" mediante se escaneo con resolución de 300 puntos por pulgada y profundidad de color de un bite; es decir, blanco y negro. Los ficheros de imagen resultantes se guardaron en formato TIF con compresión Fax CITT grupo 4, obteniéndose unos tamaños medios de medio megabyte.

Esta información ya digital se sometió a un proceso de georeferenciación para obtener los correspondientes ficheros de coordenadas de cada hoja, con la finalidad de que mediante un programa de visualización que interprete las imágenes y las coordenadas puedan unirse las distintas hojas en un mosaico continuo susceptible de verse en pantalla o imprimirse, obviando el corte en hojas. Conseguir ese mapa continuo implica recortar cada una de las hojas, eliminando de ellas la identificación, leyendas, carátulas y todos aquellos elementos externos a la información propiamente cartográfica. De este modo la imagen a utilizar ha de contener tan sólo la ventana del mapa. Para que cada una de estas imágenes pueda unirse con las adyacentes no basta con el anterior recorte, sino que precisa de unos ficheros



de coordenadas adjuntos que indiquen al programa de visualización cómo deben situarse para formar el mosaico. Estos ficheros de coordenadas recogen básicamente el punto de inserción de la imagen, su extensión en latitud y longitud y, ocasionalmente, su ángulo de rotación, salvándose en formato Ascii con la extensión TFW. Otro requisito adicional de estos ficheros de coordenadas es que estén referidos a un sistema de proyección común para todo el territorio regional a fin de componer el mosaico sin ruptura alguna, lo que en nuestro caso se hace mediante la proyección UTM pero convirtiendo la zona del huso 29 al 30.

Dado que la orientación última de este trabajo era obtener un producto destinado a la difusión pública, se contempló también la ordenación de todo el material resultante de modo que se facilite su distribución. A estos efectos se organizó la entrega final sobre un soporte de CD-ROM, ordenando los mapas por conjuntos provinciales. A su vez, dentro de cada una de las provincias se ordenan por hojas del MTN50 y dentro de cada una de ellas por hojas del MTA10, conservándose en los nombres de directorios y ficheros la numeración original. Dentro de cada volumen provincial se añade un fichero de base de datos en el que figura la relación de hojas incluidas junto a los metadatos de cada una de ellas como fecha de vuelo, fecha de restitución y precisión en metros.

Este último valor de precisión procede de un exhaustivo control de calidad del proceso de georeferenciación de coordenadas. Tal proceso se inicia en el mismo momento del registro de las imágenes, para el cual se adoptó un error medio cuadrático máximo de 3 metros para los cuatro puntos de referencia. Sobre los ficheros ya registrados se establecieron otros cuatro puntos de control donde se midió la desviación de las coordenadas resultantes con las procedentes de crucetas y puntos de apoyo. En el caso de que este error fuese superior a 10 metros se repite el proceso de registro, pero ahora con ocho puntos de referencia y rectificación del original si fuese necesario. Al final de este procedimiento se ha conseguido una precisión en la que la desviación entre las coordenadas del mapa y las obtenidas en el terreno no han de superar nunca los 10 metros y se sitúan en torno a una moda de 3 metros.

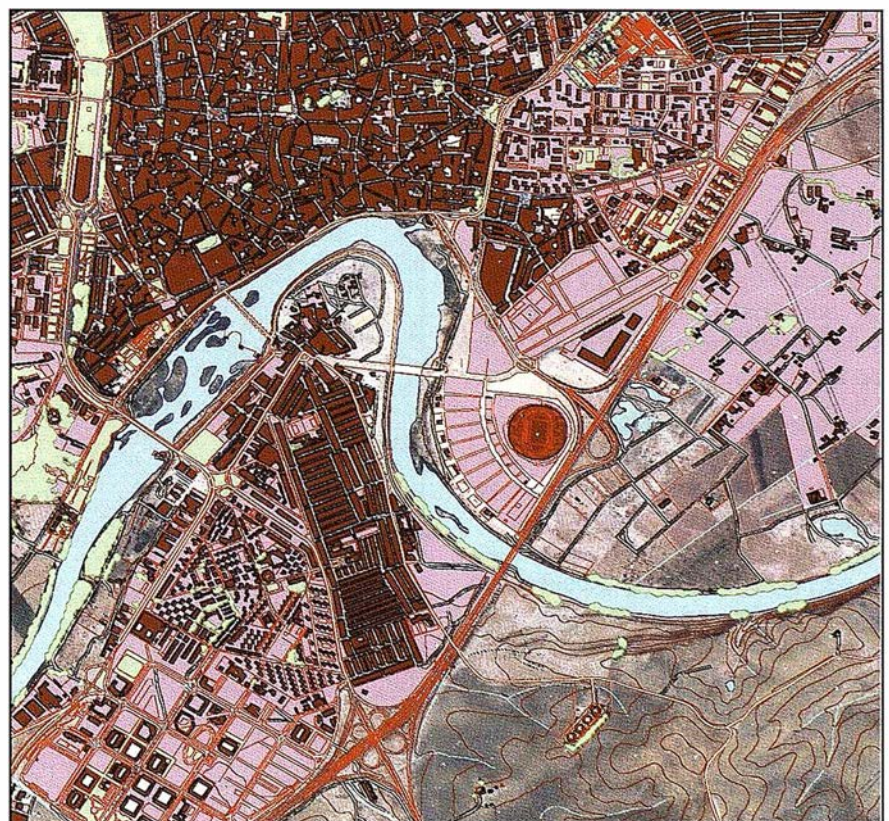
En la edición comercial de este producto se ha incluido un programa informático -

desarrollado en Visual Basic para el entorno Windows y con bajísimos requisitos de sistema- denominado "Mulhacén", con la idea de proporcionar un visualizador gratuito a quienes no dispongan de programas comerciales de Paint, Cad o Sig. Mediante este programa se pueden gestionar tanto ficheros de formato TIF como DXF binario, sobre los que el usuario puede dibujar su propia información temática, guardar el mapa resultante o imprimirlo a distintas escalas. Tal vez sea por esta facilidad de consulta por lo que el Mosaico Raster del MTA10 ha tenido una gran aceptación comercial, a lo que también ha contribuido su precio unas 10 veces inferior a la copia en papel.

El siguiente paso en la explotación del Mapa Topográfico de Andalucía 1:10.000 ha sido su vectorización. Para ello hubo de adoptarse un modelo de datos con altos requisitos topológicos, dada su orientación hacia el uso mediante sistemas de información geográfica. Al tiempo se definió un sistema de codificación basado en Migra para la denominación de capas en DXF y otro relacional y no jerárquico para el formato Export. En el primero, el tipo de entidad se denomina por una cadena numérica en la que las dos primeras posiciones designan el tema -relieve, hidrografía, edificación, infraestructuras...-, la tercera su geometría -punto, línea, polígono,

no, texto-, la cuarta y quinta el tipo de entidad y las posiciones sexta y séptima otros atributos. En la codificación para sig cada tema se convierte en una cobertura, en la que cada elemento tiene asignado un identificador unitario, un código de entidad y otros atributos temáticos como nombre, tipo de línea, cota, estado, etc. Mediante bases de datos relacionales esta codificación interna se asocia a tablas de descriptores y de librerías de símbolos.

Las capacidades de análisis en Sig que se le demandan a este MTA10 vectorial obliga a procurar una peculiar captura de la información, más allá del dibujo original. Con ese conjunto de requisitos geométricos, informáticos y geográficos, la información contenida en el mapa 1:10.000 alcanza unas capacidades de diseño y análisis que permiten tanto su integración sobre un fando raster-ortofoto con resolución de 1 metro, imágenes de satélite IRS o Spot, sombreados orográficos...- como su derivación en mapas temáticos, modelos de elevaciones o bases de datos de topónimos. Estos últimos productos suponen un complemento a la documentación propiamente gráfica del mapa y vienen a enriquecer la ya de por sí detallada información geográfica que aporta desde hace más de una década el Mapa Topográfico de Andalucía 1:10.000.



Explotación del MTA10 vectorial.

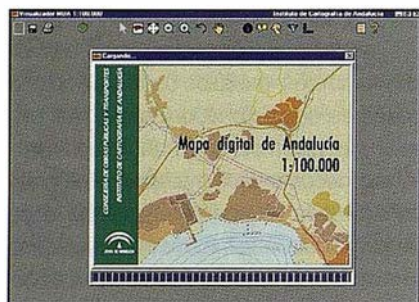


# EL MAPA DIGITAL DE ANDALUCÍA 1:100.000

Rafael de Navascués Fernández-Victorio.



El Mapa Digital de Andalucía a escala 1:100.000 (MDA100) ha sido elaborado con la intención de que constituya una base cartográfica de escala intermedia que sirva de referencia planimétrica general para los sistemas de información geográfica de Andalucía. Desde estos requisitos se ha producido un mapa continuo de la región -dividido por temas y no por hojas-, con una alta precisión geométrica -la del MTA 1:10.000- y con una rigurosa estructuración topológica.



Portada del visualizador del MDA100.

El MDA100 se produjo en principio dentro del proyecto general del Atlas de Andalucía, si bien su utilidad desborda a la del propio Atlas. Así, viene utilizándose para la producción de otras ediciones, como los mapas provinciales de carreteras, para la elaboración de proyectos de obras, como los estudios informativos de grandes infraestructuras, y en general como base cartográfica para los sistemas de información de la Junta de Andalucía.

Existe además una edición comercial que pone esta información a disposición de todos cuantos quieran generar sus propios mapas del territorio andaluz. La venta de este producto se ha hecho con una política de precios bajos, en comparación con otros organismos dedicados a la difusión de cartografía, con una clara intención de difusión al gran público.

Con el fin de llegar a un mayor espectro de usuarios, el Mapa Digital de Andalucía a escala 1:100.000 se

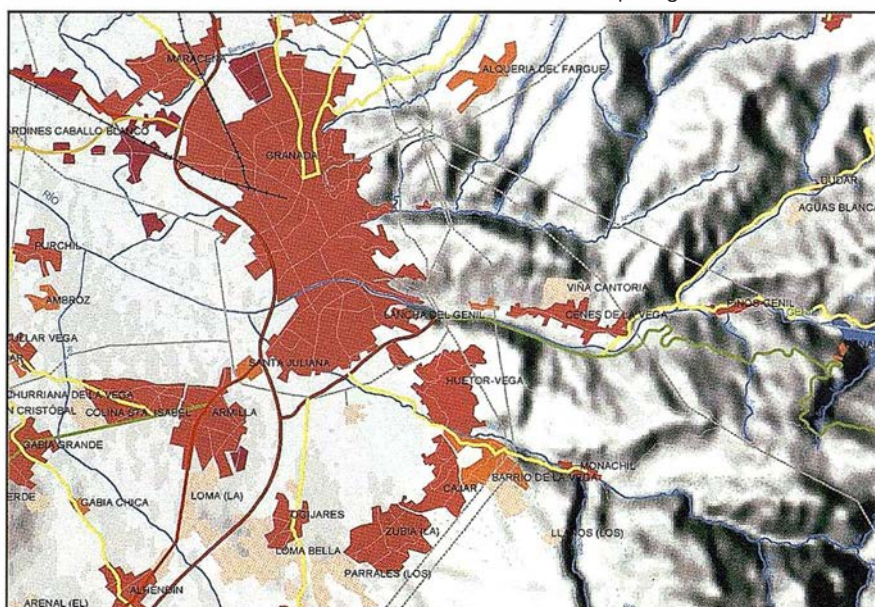
presenta en dos discos, conteniendo cada uno la información completa de la planimetría, altimetría, toponimia y otros elementos territoriales de la región en dos formatos diferentes.

En un primer disco se facilita toda la información en un formato adecuado para poder ser usada en sistemas de información geográfica. Con este fin, toda la información se ha estructurado en coberturas ArcInfo, cada una con sus respectivas relaciones topológicas y tablas de datos alfanuméricos asociadas. Para facilitar su manejo se han incluido dos proyectos para su visualización en las versiones dos y tres de ArcView y el modelo de datos empleado en formato de ayuda de Windows. Asimismo se ha incluido una aplicación de consulta para aquellos usuarios que, no disponiendo de ningún paquete SIG, quieran hacer consultas básicas de las que son capaces de ejecutar estos sistemas. Aquellos usuarios de otros paquetes de SIG disponen de ficheros de intercambio e00 para la importación de los datos en sus aplicaciones.

En un segundo disco se ha incluido la información en el formato de inter-

cambio DXF, de forma que puedan ser importados en las aplicaciones de diseño gráfico de uso más frecuente. Lógicamente, la información en este formato pierde mucho del valor añadido que posee la información en formato SIG, ante lo cual y para minimizar este efecto se ha hecho una organización en ficheros y capas lo más desagregada posible para compensar la pérdida de la información alfanumérica asociada. Dicha organización viene documentada en el correspondiente modelo de datos en formato de ayuda de Windows.

La información incluida en el MDA100 no es solamente una colección de coberturas o temas para describir la planimetría general a esa escala, sino que recopila una valiosa colección de información relativa a grandes infraestructuras, patrimonio (natural e histórico) y servicios. Por ello las fuentes del mapa son muchas y variadas, lo que ha obligado a uniformar una gran cantidad de información heterogénea en su contenido y presentación para su utilización como un mapa integrado con relaciones topológicas entre sus ele-



Explotación del MDA100.



mentos y usable tanto para la edición como para la gestión.

La captura de esa dispar información se ha realizado a partir de tres grupos de fuentes: la cartografía básica autonómica, otra cartografía temática y bases de datos georreferenciadas.

Los elementos planimétricos y toponímicos generales relativos al relieve, hidrografía, viario, poblamiento o límites administrativos han sido obtenidos del Mapa Topográfico de Andalucía a 1:10.000 mediante un proceso de selección de elementos para reducción de escala y posterior digitalización, conservando la precisión geométrica de la escala de origen. Si bien el M.T.A. ha sido restituído a partir de vuelos realizados entre 1991 y 1997, para esta serie se han actualizado los trazados de infraestructuras desde un vuelo en color de 1996.

Los elementos relativos a infraestructuras, usos y oceanografía se han obtenido a partir de cartografía temática, con diversas escalas y proyecciones, suministrada por organismos, empresas y centros de investigación como la Consejería de Medio Ambiente, el Instituto Hidrográfico de la Marina, el Instituto Español de Oceanografía, Retevisión, Enagás, Compañía Sevillana de Electricidad o la Empresa Pública de Puertos de Andalucía.

Los elementos relativos a monumentos, servicios y geodesia se han añadido a partir de bases de datos con referencia geográfica, ya sea coordenadas o municipios, facilitados por la Consejería de Salud, el Sistema de Información de Patrimonio Histórico de Andalucía, Turismo Andaluz y el Instituto Geográfico Nacional.

La integración de esta información tan diversa ha obligado en primer lugar a su conversión a un mismo formato de trabajo, el del sistema de información geográfica, a partir de sus soportes originales en papel, base de datos o CAD. Mediante procedimientos de digitalización en tablero, vectorización en pantalla, transformación desde otros formatos digitales o generación de mallas a

partir de coordenadas y posterior inclusión de relaciones topológicas se han homogeneizado todas las capas.

Esta integración ha implicado también el alcanzar una correcta precisión en la localización de los elementos geográficos, a la escala de referencia, mediante el oportuno ajuste entre las capas; dado que estas proceden de mapas con escalas de 1:10.000, 1:50.000, 1:100.000 y 1:300.000 y con coordenadas geográficas, Mercator y U.T.M. A estos efectos se han utilizado las capas digitalizadas del M.T.A. 1:10.000 como referencia planimétrica de mayor precisión, para lo que la restante información se ha georreferenciado igualmente según la proyección Universal Transversal de Mercator en su huso 30, Datum Europeo, Elipsoide Hayford y redes geodésicas y de nivelación del Instituto Geográfico Nacional.



Pantalla de selección del MDA100.

Toda ello, ya convertido en capas-coherentes geoméricamente entre sí, ha sido ordenada bajo el modelo de datos diseñado para el MDA 1:100.000, resultante de la adaptación y ampliación del ya existente para el M.T.A 1:10.000. El modelo determina la organización de toda la información en capas y cada una de ellas con sus respectivas topologías y atributos alfanuméricos asociados.

La codificación alfanumérica hace una descripción simple del elemento, su denominación, otros atributos que sean de interés e incluye, siempre que ha sido posible, algún código que enlaza con otras bases de datos relacionadas con la capa en cuestión para explotaciones estadísticas más avanzadas.

No se han olvidado los usos analíticos que este mapa puede ofrecer,

para lo que el diseño de las topologías de cada una de las capas se hace de forma que modelice lo mejor posible la realidad incluyéndose topologías de regiones y rutas cuando ha sido necesario, cuidando el sentido de la digitalización en la red hidrográfica, adoptando criterios de jerarquía adecuados para ésta, asegurando la continuidad de todas las redes, etc.

Como se comentó anteriormente, la edición comercial del MDA100 incluye una aplicación de consulta, desarrollada sobre Visual Basic y con apoyo en las librerías de Map Objects LT, para aquellos que no disponiendo de ningún paquete SIG quieran consultar el mapa aprovechando las ventajas que aportan estos sistemas. No obstante, no pretende tener un finalidad técnica, pues cualquier oficina técnica que trabaje con el territorio suele disponer ya de herramientas más adecuadas, sino que su objetivo es básicamente de difusión al público en general.

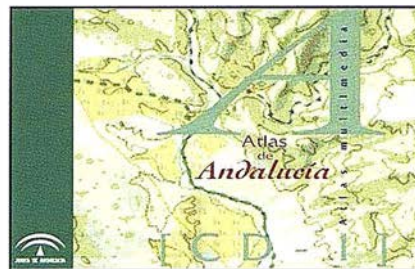
Para ello se ha desarrollado un entorno de trabajo muy sencillo dispuesto en tres áreas correspondientes a los botones-herramientas, un área de visualización gráfica y un área de información complementaria. Operando adecuadamente el usuario podrá editar la leyenda de cada una de las capas de información, hacer distintos tipos de acercamientos y alejamientos, pedir la información de un elemento concreto, buscar un elemento con criterios alfanuméricos, seleccionar información con criterios alfanuméricos o gráficos, etiquetar, medir, escalar, imprimir, etc.

En definitiva, del mismo producto se han obtenido una amplia serie de funcionalidades que abarcan desde operaciones tan simples y prácticas como buscar un camping y situarlo en su entorno, consultar un espacio natural protegido, localizar un pueblo y diseñar un mapa para la excursión del fin de semana hasta la de servir de soporte cartográfico base a esta escala para todos los sistemas de información de la Junta de Andalucía.



# EL ATLAS DE ANDALUCÍA EN SOPORTE DIGITAL

Francisco Sánchez Díaz.  
Instituto de Cartografía de Andalucía.



El Atlas de Andalucía es un proyecto institucional de la Junta de Andalucía que pretende realizar una síntesis de nuestro conocimiento sobre el territorio regional y poner esta información a disposición de todos los ciudadanos. Desde esta perspectiva, ha sido diseñado como un proyecto interdepartamental -liderado por el Instituto de Cartografía de Andalucía pero con intensa participación de las Consejerías de Obras Públicas y Transportes y de Medio Ambiente- gracias al cual se va a recopilar y difundir una gran cantidad de documentación temática hasta ahora dispersa.

El Atlas de Andalucía es un proyecto concebido como obra de divulgación científica que pretende representar un hito en diferentes aspectos. En primer lugar, quiere suponer un hito político porque está vinculado a la historia institucional de un espacio recientemente constituido como Comunidad Autónoma y al reconocimiento social de su identidad territorial. En segundo lugar, es también un hito científico al ofrecer una visión integrada de sus aspectos físicos, sociales, económicos o ambientales mediante su representación cartográfica. Por último, dados los procedimientos de elaboración elegidos, ha de representar un hito tecnológico al aplicar herramientas informáticas avanzadas tanto en la gestión de la información como en su producción editorial.

El Plan de la Obra se materializa en cuatro volúmenes y dos discos, organizados en colecciones cartográficas según criterios de homogeneidad temática y escala. Así, el volumen 1 incluye cartografía general a escala 1:100.000 en tres series de ortoimágenes espaciales, mapas topográficos y mapas de usos del suelo. El volumen 2 se dedica a la

cartografía ecológica sobre recursos naturales a través de 18 mapas a escala 1:400.000. El volumen 3 recoge otras cartografías temáticas a 1:1.000.000 con apoyo de numerosos esquemas e imágenes integrados en un diseño de enciclopedia visual. Y por último, el volumen 4 recopila cartografía a 1:10.000 de núcleos urbanos representativos de la riqueza y diversidad urbana de Andalucía.

La versión electrónica del Atlas tiene una doble orientación. Por un lado, el disco 1 está concebido con un carácter divulgativo, a modo de enciclopedia multimedia, sobre la base de los mapas de los volúmenes 1 y 4. En cambio el segundo disco, más especializado, incorpora la cartografía temática de los volúmenes 2 y 3 junto con unas herramientas de explotación informática que permiten obtener mapas derivados por el propio usuario.

A pesar de estas correspondencias de escalas y temáticas entre volúmenes y discos, la edición digital del Atlas de Andalucía no se concibe como

una trasposición del papel al CD, sino como un producto específico que añade a los mapas impresos otras posibilidades de consulta y posibilita el incluirles información adicional difícilmente recogible en un libro. El Atlas digital parte de los contenidos elaborados para la obra impresa, pero pretende sacar todo el partido posible al soporte informático al entender éste como un medio y no como un fin en sí mismo. Por tanto, no se trata sólo de un cambio de soporte, sino de un producto con sus propias especificidades.

El disco 1 ha sido titulado Atlas Multimedia de Andalucía, por contener una enciclopedia sobre el territorio andaluz en una gran cantidad de formatos. Este conjunto de documentación textual, numérica, gráfica, sonora, etc. se apoya sobre la cartografía topográfica a escala 1:100.000 que centra el volumen primero y en los ámbitos urbanos recoge los planos del volumen 4. Pero la cartografía es ante todo el medio de búsqueda de la restante información, a la que se accede por su loca-



Consulta del Atlas Multimedia de Andalucía.



lización geográfica. Tenemos así una tercera dimensión que se superpone a la superficie del mapa, haciendo que éste sea menos plano.

La consulta de una cartografía de este tipo, en la que mapas y datos se integran como en un sistema de información geográfica, requiere unos útiles también diferentes a los del volumen impreso. Estas herramientas deben asegurar que el usuario pueda localizar un lugar, encuadrar y escalar el mapa, decidir que capas de información le interesan, acceder a planos de detalle o vistas aéreas, obtener descripciones de los sitios, encontrar un número de teléfono, consultar datos estadísticos, etc. Y todo esto dirigido a un público amplio que no necesita tener conocimientos técnicos ni de geografía ni de informática. Sobre estas premisas se ha elaborado un producto editorial sobre soporte óptico de CD que recoge en un solo disco una completa enciclopedia de Andalucía.

En gran medida la capacidad del disco se dedica a recoger el Mapa Digital de Andalucía en formato Shapefile y desglosado por capas, lo que permite al usuario escoger los niveles de la leyenda que quiere ver. Para esto se incorpora un control por defecto -aconsejado pero modificable por el usuario- de las escalas de activación de cada capa para asegurar mapas coherentes a los distintos niveles de zoom. Por razones de velocidad se ha determinado además que las escalas menores se resuelven mejor con formatos raster, mientras que los mapas de detalle aunán un fondo raster con planimetría vectorial.

Sobre este mapa se pueden realizar funciones de medición de superficies y distancias y activación de una escala gráfica, pero ante todo el mapa es un potente localizador de recursos geográficos. Así, se puede encuadrar la pantalla principal bien a partir de otro mapa general de referencia, bien por una coordenada UTM o bien por un nombre de entre una base de datos de 20.000 topónimos. Junto a estos localizadores, se dispone de otras funcio-

nes de capas, escalado y desplazamiento que permiten diseñar un mapa con el tamaño y encuadre deseados. Este mapa puede conservarse mediante su salvaguarda en un fichero con extensión propia, imprimiéndolo o copiándolo al portapapeles.

El principal valor añadido que la edición digital introduce respecto a la impresa es la posibilidad de complementar el mapa con otro tipo de información documental, no cartográfica, tal y como se solía hacer en los mapas históricos cuando se incluían en los márgenes tablas estadísticas o vistas en perspectiva. Así, la bidimensionalidad se supera cuando al pulsar sobre un elemento planimétrico aparece esta otra información textual o gráfica. En concreto, los formatos de fichero utilizados para recopilar tan variada documentación han sido de procesadores de texto, de bases de datos, de imágenes, de video, de modelos tridimensionales y de sonido.

Estos datos se integran con cada una de las capas del mapa con especificidades propias. Por ejemplo, los núcleos de población llevan asociados un texto descriptivo de su urbanismo y economía, un plano histórico de entre los siglos XVI al XIX, un plano raster a escala 1:10.000 de 1992, una base de datos socioeconómicos con 250 variables y en los de mayor tamaño una fotografía aérea oblicua de 1997. Las áreas metropolitanas aparecen mediante imágenes de satélite. Las infraestructuras se asocian a una base de datos con denominación y características de explotación, a la que se añade en los puertos y aeropuertos un plano. Los servicios y equipamientos cuentan con datos de denominación, descripción, dirección, teléfono y servicios. Los bienes de interés cultural llevan una descripción de sus valores patrimoniales. Los usos del suelo se ilustran mediante un texto sobre su significación ambiental y económica y un mapa de distribución. El mar se acompaña de un texto sobre la tipología de fondos y un video con la evolución de las temperaturas obtenido a partir de

imágenes de satélite. Por último, para una serie de paisajes significativos se incorporan unas vistas tridimensionales. Y aún resta un cierto espacio en disco para una sorpresa en forma de poemas.

El acceso a toda la información geográfica, tanto cartográfica como documental, se realiza mediatizada por una interfase de usuario que permite una utilización intuitiva y no necesariamente técnica al tratarse de un producto de divulgación. Esto se ha realizado primando los elementos gráficos sobre los textuales, haciendo que con iconos y ventanas se puedan usar todas las funciones del programa. De hecho el diseño imita la distribución de los instrumentos en un simulador de vuelo, reforzando la presentación del mapa como una vista aérea.



Pantalla de selección del Atlas Interactivo de Andalucía.

El disco 2, titulado Atlas Interactivo de Andalucía, no tiene en cambio estos condicionantes de interfase intuitiva puesto que se dirige a un público con una cierta formación técnica. Su finalidad no es tanto la simple consulta de información territorial como la producción de cartografía temática derivada. Para ello se le aportan al usuario las capas de información básicas de los volúmenes 2 y 3; es decir, mapas temáticos de pequeña escala en torno a 1:400.000, junto a unas aplicaciones informáticas que le permiten representar mapas según distintas variables, relacionar unas capas con otras mediante análisis de superposición, cercanía o accesibilidad e incluso digitalizar nuevas capas temáticas. Es en esta capacidad de interrelación a modo de sistema de información geográfica donde reside su aportación enriquecedora del conjunto de la obra.

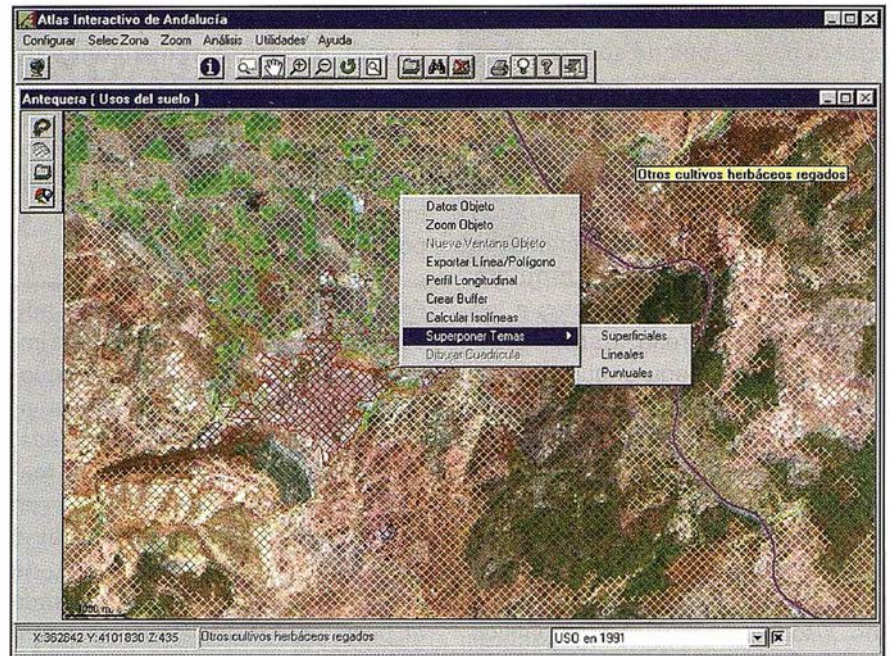


En un entorno estandarizado del sistema operativo Windows se dispone de las habituales funciones de acercamiento y alejamiento, zoom de ventana, desplazamiento y refresco de pantalla. Además se puede hacer un encuadre automático del mapa a la extensión de toda Andalucía, de una provincia, de un municipio o de una zona predefinida. Un mapa general de referencia sirve como localizador del encuadre así definido.

El contenido del mapa -o de los mapas pues pueden abrirse varias ventanas al mismo tiempo- puede diseñarse mediante varias herramientas. El fondo del mapa puede ser un color liso a elegir o una imagen de satélite, acerca de la cual puede escogerse la resolución. Sobre este fondo se superpone la información vectorial del Mapa Digital de Andalucía 1:100.000 con un desglose por capas que permite su activación desglosada. A su vez sobre esta base topográfica se añaden las capas temáticas, a las cuales pueden definirse también los intervalos y colores; si bien la aplicación ofrece una simbología por defecto acorde con la edición impresa.

Estas capas temáticas se encuentran agrupadas en cuatro subconjuntos. El denominado "Tierra y agua" incluye los mapas litológicos, de pendientes, de fondos marinos, de vegetación climática, de usos forestales, de usos agrarios, de usos urbanos, de láminas de agua y de estaciones meteorológicas. El apartado de "Capital y trabajo" vuelca en una capa de términos municipales variables sobre población, mercado de trabajo, sectores productivos, renta y servicios. El grupo denominado "Redes" engloba las infraestructuras viarias, hidráulicas, energéticas, portuarias, aeroportuarias y de telecomunicaciones. Por último, un tipo de capas de usuario abre la posibilidad de crear líneas, polígonos o isolíneas por interpolación.

En el extremo inferior de la pantalla se aportan datos de situación en coordenadas UTM y en altitud y datos descriptivos del elemento sobre el



Explotación del Atlas Interactivo de Andalucía.

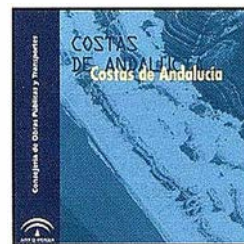
que se sitúa el cursor. Esta identificación se puede realizar también sobre el propio mapa de modo dinámico o solicitando los datos de un elemento concreto. Con un procedimiento similar se puede abrir la base de datos completa de todos los elementos incluidos dentro del mapa actual. A otro nivel se accede a la identificación de todos los elementos de una serie de capas distintas, pero situados en la misma posición geográfica.

Sin duda son las capacidades de análisis y derivación las que confieren su singularidad a este disco dentro del conjunto de la obra del Atlas de Andalucía. Con estas funciones el usuario puede crear sus propios mapas, más allá de los que ofrece el propio Atlas. Actuando sobre una capa aislada cabe escoger las variables a representar, los intervalos de agregación y los colores de cada intervalo. Relacionando varias capas se puede hacer una superposición raster -con un ancho de malla variable- en la que además el resultado sea la función de una ponderación compleja de distintas variables. Sobre un elemento concreto -un polígono de uso, un tramo de infraestructura, una instalación puntual, etc- es posible crear un polígono de influencia con un radio definible, realizar un perfil longitudinal, copiar ese elemen-

to a una capa de usuario o superponerlo a otra capa temática. Por último, y solo para el tema de red viaria se ha implementado un análisis de redes con búsqueda del camino más corto o más rápido entre dos puntos definibles gráficamente o desde un listado con todos los núcleos de población e intersecciones de la red de carreteras.

En síntesis, el Atlas Interactivo de Andalucía, al igual que el Atlas Multimedia, recoge una gran cantidad de cartografía temática elaborada por diversos centros de la Junta de Andalucía y hasta ahora dispersa para ponerla a disposición del conjunto de los ciudadanos. Pero esta puesta a disposición va más allá de ser una mera copia de tal documentación cartográfica, en la que el destinatario ha de adoptar un papel pasivo ante los técnicos que le ofrecen una interpretación cerrada. Por el contrario, esta cartografía -y no simplemente mapas sino información geográfica en su sentido más genérico- se facilita para que el usuario la interprete y reelabore, adquiriendo una libertad y una creatividad no posibles hasta la introducción de las tecnologías informáticas.





# COSTAS DE ANDALUCÍA

Margarita Martínez Acevedo.  
Instituto de Cartografía de Andalucía.

La edición de Costas de Andalucía es un nuevo producto del Instituto de Cartografía de Andalucía que recoge en soporte digital los fotogramas del vuelo a color 1:60.000 efectuado en el año 96 correspondientes a la banda costera andaluza. Para una gestión más eficaz se incluye un localizador a partir de la planimetría y la toponimia del Mapa Digital de Andalucía 1:100.000 y un visualizador de los ficheros raster con posibilidades de desplazamiento, escalado e impresión.

A su aplicación en trabajos cartográficos concretos se une su utilidad general como documentación fotográfica de cobertura regional o de ámbitos específicos, válida para uso multidisciplinar (ordenación territorial, planificación y estudios medioambientales, agrarios, viarios, fotointerpretación, etc.); sin olvidar sus posibilidades de difusión en el conocimiento de la identidad física de la Comunidad Autónoma, potenciada por la línea de actuación abierta de digitalizar los fotogramas obtenidos, en especial los

La versatilidad de este tipo de productos posibilita tomar como base de representación espacios amplios como la costa de Andalucía entendiéndolo como entidad territorial de carácter unitario, sin la fragmentación que las divisiones administrativas municipal y provincial suponen a menudo en las cartografías convencionales.

El litoral constituye una de los espacios geográficos más singulares en la estructura y organización del territorio andaluz. Su configuración actual es relativamente reciente, y aún hoy el dinamismo y la capacidad de transformación física y económica que en él se constata, permite afirmar que se está en pleno proceso de redefinición de su base territorial. Dicho proceso no está exento de múltiples tensiones y conflictos, principalmente en cuanto a la ocupación del suelo.

Sobre una estrecha franja del territorio se genera una competencia entre nuevas formas de agricultura, la expansión urbano-turística y otros aprovechamientos de recursos como es la explotación acuícola; competencia que se establece no sólo entre distintos usos, sino también en relación con los recursos naturales puestos en juego (agua, suelo agrícola, espacios de productividad marina...). A ello se une la presencia de potentes infraestructuras de comunicaciones y la existencia de espacios naturales protegidos por su alto valor ecológico y paisajístico.

Por otra parte, sobre el litoral incide una trama compleja de competencias y administraciones, cuya existencia justifica por sí misma un esfuerzo mayor aún para establecer una comunidad de objetivos y criterios en relación con la problemática litoral y su gestión. A nadie se le escapa la trascendencia de los recursos litorales para el desarrollo regional, ni que estas actividades se realizan sobre un territorio con unas características muy particulares en relación con la dinámica y fragilidad del medio físico. Todas estas circunstancias, unidas a la alta calidad del vuelo a color



Pantalla de selección de Costas de Andalucía

El Instituto de Cartografía de Andalucía ha desarrollado varios Vuelos sobre la totalidad del territorio de la Comunidad Autónoma de Andalucía a diferentes escalas, que se han utilizado para la elaboración del Fotomosaico de Andalucía 1:25.000 (Vuelo Fotogramétrico 1:40.000), la realización y actualización del Mapa Topográfico de Andalucía (M.T.A.) 1:10.000 (V.F. 1:25.000, 1:20.000 y 1:30.000) y en la elaboración de ortofotomapas (V.F.1:60.000).

Además cuenta con otros vuelos más específicos, como el Vuelo 1:10.000 efectuado sobre el litoral y los Vuelos 18.000 y 1:15.000 que se realizan del litoral y de las aglomeraciones urbanas, utilizándose estos últimos junto con el 1:20.000 en la elaboración y actualización de la cartografía a escala 1:5.000 del mismo nombre.

integrantes de los recientes vuelos a color a escala 1:60.000 del año 96, que está disponible en soporte CD-Rom, y el efectuado en el año 98, que actualmente se encuentra en fase de escaneo.

En este sentido el Instituto de Cartografía de Andalucía cuenta con una serie de ediciones en soporte digital que aportan una nueva forma de distribución de la información geográfica sobre el territorio andaluz en la que se abarata el coste, se reduce el volumen y se mejora la calidad de la reproducción frente a los soportes tradicionales de papel. Con estas ediciones digitales el ICA pretende incrementar y diversificar el número de usuarios de sus mapas y planos, ofreciendo producciones que atiendan a las nuevas necesidades y formas de utilizar la cartografía.



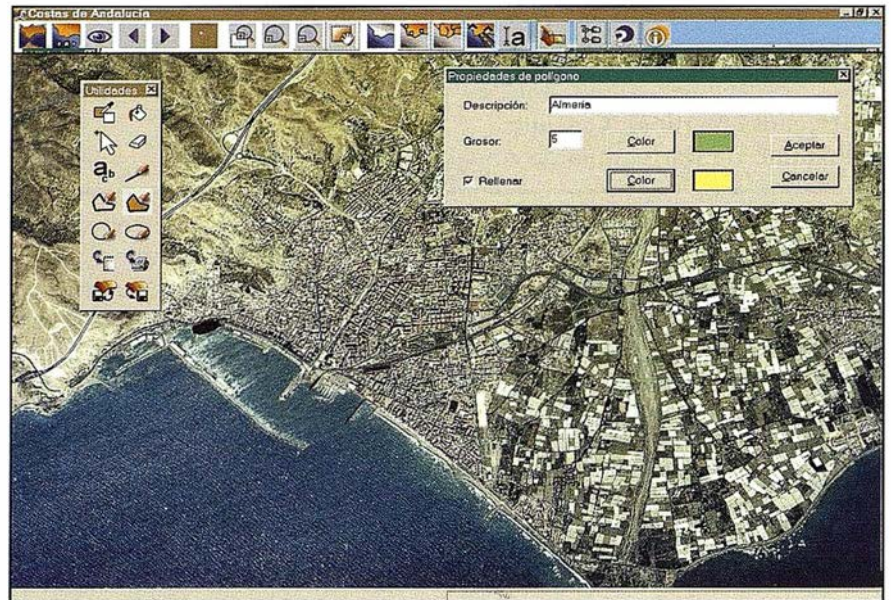
1:60.000 efectuado en el año 96 y la creciente demanda de imágenes actuales del territorio de la Comunidad Autónoma de Andalucía impulsaron la idea de ponerlas a disposición del público mediante la difusión de una obra que recogiera las fotografías pertenecientes a este espacio.

Este disco se presenta como una herramienta de trabajo de gran utilidad para el estudio y la fotointerpretación de este ámbito, sin olvidar, como hemos comentado anteriormente, que el objetivo principal de este tipo de ediciones digitales es aportar un documento básico y de carácter divulgativo para poder entender la realidad territorial de Andalucía.

Para conseguir esta finalidad, se ha puesto especial interés tanto en la selección y tratamiento de las fotografías como en el diseño y estructura de las funciones, así como de dotarlo de un editor gráfico que facilitara la localización y consulta de las mismas. El resultado es un programa de fácil ejecución y manejo, con un entorno visualmente atractivo y que posibilita el acceso a las imágenes de manera inmediata.

Como se ha hecho alusión anteriormente, la base documental de esta producción digital la constituye el Vuelo Fotogramétrico de Andalucía en color de 1996. Dicho vuelo fue realizado para el Instituto de Cartografía de Andalucía mediante la división del territorio regional en 4.500 fotogramas con una escala en el negativo de 1:60.000. La cámara con la que se tomaron los fotogramas corresponde al modelo de Leica RC 30, con una lente de tipo 15/UAG-s y película Kodak Panatomic X 2412. Posteriormente a su revelado y positivado se realizó un escaneo a resolución de 1.200 píxeles por pulgada de la tercera parte de los fotogramas, consiguiéndose un recubrimiento de la región completo a una resolución sobre el terreno de 1 metro por píxel. Este producto constituye un repertorio documental que se encuentra en formato JPEG y sobre soporte de CD-Rom.

La parte correspondiente a la banda litoral andaluza de esa versión raster del vuelo 1:60.000 ha sido recogida para esta edición de "Costas de Andalucía", en total 150 fotografías aéreas que ofrecen una visión completa y detallada del territorio comprendido en una franja con una anchura aproximada hacia el interior de 30 Km de extensión desde la línea de costa. En un primer momento el método de trabajo



Explotación de Costas de Andalucía.

consistió en la selección de estas imágenes, ya que debido al solape de los fotogramas en el vuelo inicial, debían descartarse aquéllos en las que aparecía duplicado de manera excesiva parte del territorio fotografiado. Posteriormente, debido a razones de espacio en el soporte y al gran tamaño que las fotografías inicialmente escaneadas presentaban, las imágenes han sido remuestreadas hasta una resolución de 2 metros y comprimidas al 60 %. Esta reducción de tamaño supone que se aumente la eficacia y rapidez en su visualización, además de la inclusión de la totalidad de contenidos en un solo CD. Un segundo proceso ha incluido otro remuestreo de todas las fotografías a 20 metros para servir de visualización rápida.

Por causas debidas al revelado, los fotogramas no presentaban análogas condiciones de tono, contraste, brillo y saturación, por lo que se han sometido a una equalización del color. Asimismo un pequeño porcentaje de ellos han debido de ser tratados individualmente para ofrecer una mayor homogeneidad en estos parámetros con el conjunto de los mismos.

Otra aportación de interés de esta obra consiste en que las fotografías no se presentan en ficheros aislados a los que el usuario debe remitirse de manera individual, sino que está dotado de un sistema que permite el acceso directo de las mismas mediante su enlace con una base cartográfica. La idea es similar a la de otro producto del Instituto de Cartografía de Andalucía, el programa "Mulhacén" incorporado a la edición digital de Mapa

Topográfico de Andalucía 1.10.000 en formato raster, que permite la consulta de esta cartografía como un mosaico continuo. La diferencia en este caso consiste en que las imágenes no poseen un sistema de georeferenciación propiamente dicho, sino que como alternativa para integrar los ficheros sobre esta base cartográfica y aunque no se trata de ortofotos, se ha generado un gráfico de distribución usando los centros de fotos tomados mediante GPS en el propio avión. Tras convertir los puntos centrales en polígonos de recubrimiento, se ha superpuesto esta malla sobre el Mapa Digital de Andalucía 1:100.000 a efectos de situación y toponimia.

En cuanto al contenido del CD-Rom, presenta la siguiente estructura de directorios:

- COSTAS: incluye las 150 fotografías del litoral andaluz con resolución sobre el terreno de 2 metros por píxel, en otros tantos ficheros de formato JPG comprimidos al 60%.
- TIFFS: incluye las mismas fotografías con una resolución de 20 metros en ficheros de formato TIF con compresión PackBits.
- DXFS: incluye la toponimia extraída del Mapa Digital de Andalucía 1:100.000 a efectos de su superposición sobre los fotogramas, organizada en cuatro ficheros relativos a la costa, la hidrografía, el poblamiento y los servicios, en formato DXF binario.
- SHAPES: incluye la planimetría del Mapa Digital de Andalucía 1:100.000 para su uso como mapa de situación,





Explotación de Costas de Andalucía.

en formato Shapefile.

- **PROGRAMA:** incluye los ficheros de instalación del programa de visualización de los mapas y fotografías.

En la pantalla inicial se encuentra como plano de situación general la imagen de satélite Landsat TM de Andalucía con la franja litoral resaltada a color, sobre la que el usuario puede desplazarse de manera intuitiva de un extremo a otro por la totalidad de la costa con continuidad. Si se efectúa un primer zoom de encuadre sobre la zona que interese visualizar se enlaza con el Mapa Digital de Andalucía 1:100.000, lo que permite ajustar con mayor precisión la localización de núcleos urbanos y vías de comunicación.

Al activar el icono de vista rápida aparece superpuesta a la pantalla inicial una ventana auxiliar en la que al situarse con el puntero del ratón sobre la franja costera se van mostrando en formato reducido las fotografías correspondientes a ese ámbito, de manera que una vez que se escoge la que mejor encuadre el área que interese se puede cargar la imagen haciendo doble click sobre la misma. Igualmente existe la posibilidad de acceder a la fotografía inmediatamente anterior y posterior a la seleccionada mediante los iconos de

flechas correspondientes. La alta resolución sobre el terreno de estas imágenes ofrece al usuario mediante las herramientas de ampliación, reducción y desplazamiento la posibilidad de escoger el nivel de detalle que más se adapte a sus necesidades, desde la escala intermedia del 1:60.000 del vuelo inicial hasta los 2 metros por píxel que soporta como ampliación final. Asimismo, el solape entre fotografías correlativas posibilita captar con mayor nitidez las zonas próximas a los límites del fotograma, minimizando las deformaciones del borde.

Para una más correcta interpretación del territorio, se incluye la toponimia organizada en cuatro ficheros relativos a la costa, el poblamiento, la hidrografía y los servicios, que pueden activarse por separado, así como modificar la fuente, color y tamaño de estos textos. Además de las funciones de visualizador y localizador, el programa cuenta con herramientas de diseño y edición que permiten la creación de vistas personalizadas. Tomando como soporte la imagen seleccionada en la pantalla, se pueden delimitar áreas, trazar líneas y añadir polígonos, escogiendo el color de borde y relleno de estos elementos, así como superponer rotulaciones de textos

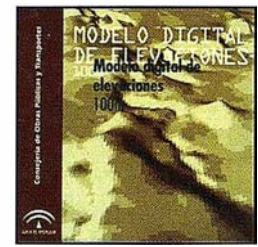
de diferentes fuentes y tamaños. Esto posibilita resaltar o diferenciar zonas concretas ya existentes o bien comprobar de manera inmediata y bastante aproximada a la realidad el efecto visual y la integración de futuras actuaciones (nuevas urbanizaciones, infraestructuras, cambios de usos, etc.) sobre el territorio en el que se proyectan.

Finalmente, las vistas diseñadas pueden ser capturadas para su exportación a otros formatos o almacenadas en el formato específico \*cta para poder cargarlas nuevamente a través del propio programa. También existe la posibilidad de impresión de las mismas, activando el icono del mismo nombre, que envía la imagen raster contenida en la ventana principal al periférico de impresión del sistema.

En síntesis, esta edición está dirigida a unos usuarios no técnicos que deseen encontrar con rapidez una determinada zona costera, encuadrar una foto de detalle de la misma, anotar sobre ella sus propios datos de localización e imprimir este fotomapa para llevarlo en el coche. Una herramienta simple pero efectiva para poder viajar a aquellos lugares que no vienen en los mapas de carreteras.



# MODELO DIGITAL DE ELEVACIONES DE ANDALUCÍA DE 100m.



Cristina Torrecillas Lozano.  
Ing. en Cartografía y Geodesia.

La edición del Modelo Digital de Elevaciones 100 m. pretende completar las restantes series topográficas del Instituto de Cartografía de Andalucía (I.C.A.) con una descripción numérica del relieve andaluz, necesaria para análisis en tres dimensiones. Los datos de altitud han sido obtenidos del Mapa Topográfico de Andalucía 1:10.000 y se ofrecen con un paso de malla de 100 metros en formato ráster (GRID y TIFF), binario (BIN), ASCII (TXT) y de superficie 3D (DTE); todos en coordenadas UTM y con la posibilidad adicional de coordenadas geográficas para los formatos GRID y ASCII. Incluye además tres programas «freeware» como herramientas de explotación y exportación a otros formatos, como el vectorial DXF o el VRML.

La inexistencia de un formato estándar mundial de exportación de datos de Modelos Digitales de Elevaciones, ha obligado a la inclusión de la mayoría de formatos posibles, al tiempo que se facilitan programas

de exportación a otros para ayudar al usuario.

Los datos que se han empleado en el modelo proceden de dos fuentes:

- Por un lado, se han empleado los vértices de la Red Geodésica Nacional perteneciente al Instituto Geográfico Nacional (I.G.N.).
- Por otra parte el Mapa Digital de Andalucía 1:100.000, producido por el Instituto de Cartografía de Andalucía (I.C.A.) a partir de la cartografía 1:10.000 propia. Las coberturas o capas de esté con las que se ha contado han sido:
  - Las curvas de nivel con equidistancia de 100 metros.
  - Hidrografía, compuesta por ríos, arroyos, lagos y embalses. Los últimos con cota.
  - El límite provincial de Andalucía.

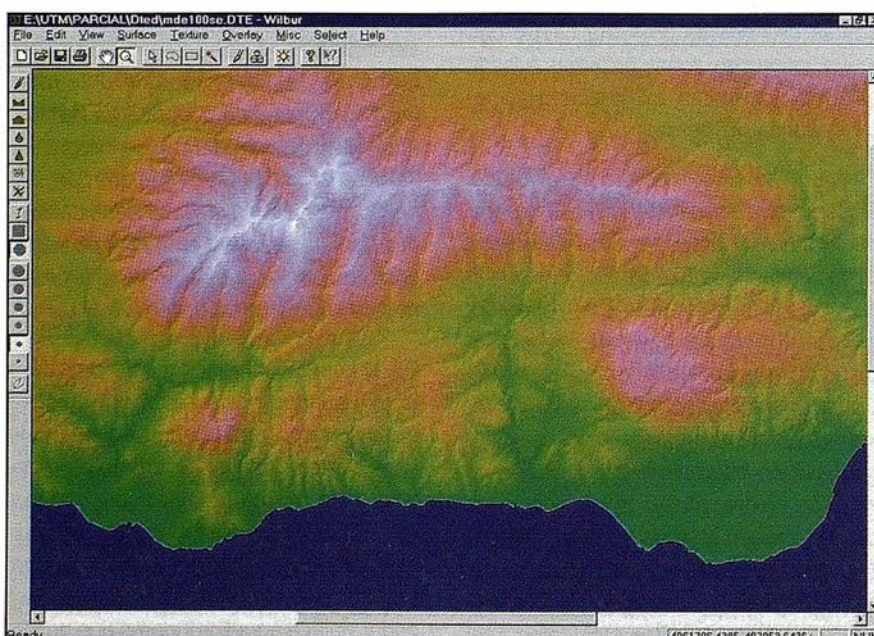
Todas éstas coberturas fueron tratadas informáticamente dentro de un entorno SIG para corregir posibles errores topológicos. En este caso el software empleado fue ARC/INFO y ARC/VIEW de la casa ESRI. Con

ARC/INFO se han corregido todas las coberturas de errores de nodo (nodo que no llega o nodo que se pasa) y etiquetas. En la cobertura de curvas de nivel además han sido eliminadas todas las posibles intersecciones entre curvas y las capas de hidrografía han tenido un tratamiento especial:

- Los ríos y, en general todas las corrientes de agua, han tenido que ser direccionadas, es decir, se ha tenido que dar una dirección única a los arcos que integraban cada río o afluente generando rutas de orientación de agua. La dirección elegida ha sido la de sus aguas, es decir, la de la desembocadura. Esta es una de las condiciones que impone la técnica que se aplicó para generar el modelo.
- Las superficies de agua que incluían polígonos islas (existía un polígono dentro de otro polígono) han tenido que ser abiertos para que no fueran excluidos los datos interiores.
- Los embalses con cota no se incluyeron inicialmente en la generación del modelo dado que la técnica empleada no mantiene la cota media dada en el embalse sino que tiende a dar la cota de salida, así en el caso de existencia de presas es infravalorada, quedando por debajo de su nivel real. En un tratamiento posterior, éstos fueron incluidos.

También ha sido necesario insertar otros datos altimétricos en las zonas próximas a la costa y en las marismas del bajo Guadalquivir, en forma de puntos acotados obtenidos a partir de la cartografía 1:10.000 ya citada, para mejorar la estabilidad del modelo en las zonas llanas.

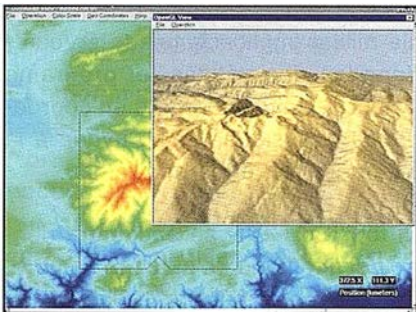
Uno de los motivos de gran peso que influyó en la elección de una deter-



Consulta del Modelo Digital de Elevaciones 100 metros.



minada metodología es que el tipo de datos de entrada puede obligar a desechar algunos métodos y favorecer a otros. Este es el caso de los datos hidrográficos, elementos deterministas en la generación de un relieve y que no deberían de ser obviados en la construcción de ningún modelo, sin embargo la mayoría de los procedimientos no están diseñados para admitir este tipo de datos. Además las curvas de nivel son históricamente el método de medida y representación de la información de elevación; desafortunadamente es la propiedad más difícil de emplear en un proceso de interpolación general. Su desventaja parte de la falta de información entre curvas, sobre todo en zonas de relieve suave. Estas dos necesidades obliga a rechazar la mayoría de métodos de elaboración de mallas, Grid, lattices ó procedimientos ráster de obtención de una superficie en función de una disposición de celdas generalmente rectangulares, en favor de los que denominaremos vectoriales y cuyo modelo de salida suele ser una red de triangulación irregular (TIN).



Consulta del Modelo Digital de Elevaciones 100 metros.

Si se tiene en cuenta la orografía de Andalucía, desde las elevaciones de Sierra Nevada a las llanas marismas del Bajo Guadalquivir, el terreno es tan variado que debe ser tenido en cuenta en la elección de una metodología. El método debe funcionar perfectamente tanto en zonas llanas (una de las zonas más problemáticas para los métodos de generación de terrenos a partir de curvas de nivel) como en zonas de vasta pendiente.

Inicialmente se estuvo abierto a cualquier metodología, diversos artículos se decantaban por el empleo de la triangulación frente a la generación

de mallas o métodos GRID, por lo que esta tendencia marcó el estudio inicial. Lo estaba decidido desde el primer momento era que el resultado final sería un formato GRID, al poseer éste mayor versatilidad de formatos.

Otro tema que había que resolver era la luz de la celda del modelo final. La información hallada hablaba de tomar la distancia mínima entre dos curvas, de tomar la equidistancia o de realizar pruebas, estudiar el error y a partir de él seleccionar el tamaño de la celda. Ante estas discrepancias, se dejó la elección de la celda al volumen físico del modelo en disco. De hecho, se pensó inicialmente en celdas de 50 metros, pero teniendo en cuenta el tamaño de Andalucía de 523x307 kilómetros aproximadamente, el resultado sería de 10460x6140 celdas, lo que supone 64.224.400 celdas que pueden llegar a ocupar 1014.7 Mb de datos no comprimidos, un tamaño muy excesivo. En función de este dato, el ancho de la celda se limitó a 100 metros.

Tomadas estas consideraciones, se continuó con la realización de pruebas. Éstas se realizaron sobre una parte de terreno, puesto que realizarlas con toda Andalucía hubiera supuesto una gran pérdida de tiempo. Las características de la zona elegida debían de representar a la del total incluyendo sus zonas conflictivas. La elección final fue un trozo del oeste de la provincia de Almería, que incluye la *Sierra de los Filabres* donde las altitudes varían unos 2500 metros y dispone de una amplia vaguada.

*Sobre esta superficie se realizaron pruebas de triangulaciones, interpolaciones de métodos splines, Kriging, método TOPOGRID, ponderación inversa a la distancia, superficies de tendencia y paso a malla desde la triangulación. Finalmente el algoritmo empleado para generar el modelo fue el TOPOGRID. Es un método de interpolación diseñado específicamente para la creación de modelos digitales del terreno hidrológicamente correctos desde coberturas con pocos pero muy seleccionados datos de elevación y direcciones.*

*Está basado en el inicial ANUDEM de Michael Hutchinson.*

El procedimiento de interpolación ha sido diseñado para tomar las ventajas computacionales de una interpolación local como la interpolación en función de la inversa de la distancia, sin perder la continuidad de una superficie obtenida por interpolación global, como en el caso de los splines o el kriging. Éste método da la posibilidad de incluir los datos procedentes de la traza de los ríos para obtener modelos de mayor precisión, además de ser hidrológicamente correctos. Es esencialmente una delgada placa de splines discretizada, donde la falta de rugosidad ha sido modificada para permitir encajar el MDE a los abruptos cambios del terreno, como puede ser un río o un barranco. También permite controlar la suavidad de la superficie mediante una serie de tolerancias que hacen referencia al error altimétrico y planimétrico de los datos de entrada. El proceso, además es iterativo, estando la media de iteraciones en una 40 para corregir posible errores de generación de sumideros falsos.

El programa actúa conservando aquellas depresiones que contradecían a los datos de entrada, éstos suelen aparecer en un fichero de diagnóstico. Esta información debe emplearse para corregir errores, especialmente cuando se procesa gran volumen de datos.

El algoritmo de *forzar el drenaje*, limpia las depresiones inesperadas modificando el MDE al incluir una salida de drenaje al punto más bajo del área de drenaje. Por supuesto, las depresiones incluidas y reconocidas no se alteran. Esta limpieza de las depresiones se realiza dentro de una tolerancia de altitudes, ésta depende de la tolerancia general que es introducida en el cálculo, así por encima de esa tolerancia las depresiones no se modifican. Este procedimiento de forzar el drenaje puede ser sustituido por la incorporación de líneas de corriente. Esto es muy útil cuando se requiere mayor precisión en el emplazamiento de las direcciones de flujos.



Al comienzo del proceso de interpolación de TOPOGRID se usa información inherente a la curva de nivel para generar un modelo generalizado de drenaje. Identificando áreas de locales máximos de curvatura en cada contorno, las áreas de pendiente más escarpada son localizadas y se crea una red de corrientes y ríos. Esta red es usada para asegurar propiedades hidrogeomorfológicas en el GRID de salida y además puede ser usada para verificar la precisión de del MDE de salida.

Cuando las curvas de nivel son usadas como información, todas las curvas son leídas y generalizadas. Entonces un máximo de 50 puntos es empleado para determinar la cota de cada celda. Para la resolución final, solo un punto crítico es empleado para cada celda, por esta razón disponer de una densidad de curva que atraviesa varias veces una celda es redundante. TOPOGRID emplea además un método de interpolación de multiresolución, comienza con un Grid de baja resolución y continua hasta la resolución predefinida por el usuario. Para cada resolución las condiciones de drenaje se imponen, se realiza la interpolación.

El error ha sido calculado a partir de puntos acotados correspondientes a las hojas que engloban a los municipios de Algeciras, Cádiz, Córdoba, Huelva y Jaén. Estos puntos no se han empleado en el modelo al no estar disponibles cuando se realizó el MEDEA100. Su origen parte de la vectorización 1:10.000 que se está llevando a cabo en la actualidad en el Instituto de Cartografía de Andalucía.

Sobre estos puntos se realizó una primera comprobación de errores, fase en la que todos aquellos valores que daban un error superior a 100 metros fueron revisados y todos ellos se debían a errores de digitalización o a errores de cotas de la propia hoja. Estos puntos fueron eliminados.

El valor medio final es la media de los obtenidos, llegando al valor de 23.21 metros. Cabe destacar que los mayores errores se sitúan en las zo-

nas más montañosas como cabría destacar, y los menores valores en las zonas más llanas (Véase el valor de 12.89 metros para Huelva).

Dado que los vértices geodésicos no se sitúan obligatoriamente en picos de montañas, esto implica que en muchos casos no representan el vértice más alto de una cumbre y otras, como en el caso de iglesias, se encuentra por encima de la cota del terreno. Estos problemas estarían incluidos dentro del error de los modelos cifrado en unos 23 metros.

El modelo digital de elevaciones de Andalucía se presenta como modelo global y parcial por razones de eficiencia. Las cotas han sido redondeadas a la cifra entera por este mismo motivo.

La nomenclatura del modelo correspondiente a la totalidad de la superficie de la provincia de Andalucía se ha denominado MEDEA100, y a división en cuatro cuadrantes tiene por nomenclatura la orientación geográfica de sus cuadrantes; así el cuadrante situado al nordeste se denomina MDE100ne, el del noroeste, MDE100no, el del sudeste, MDE100se y el del sudoeste, MDE100so.

Los modelos se corresponden con las siguientes características cartográficas:

- En coordenadas U.T.M.: huso 30, coordenadas de sus esquinas en metros, celda de 100 metros, cotas en valores enteros:
- En coordenadas geográficas (Longitud, Latitud): celda de 3.6" (segundos), unidades de sus coordenadas máximas y mínimas en grados y décimas de grado, longitud Oeste en valores negativos y cotas en valores enteros.

Los formatos facilitados son ASCII, binario, Dted, GRID de Arc/info y TIFF. Se agrupan en una serie de subdirectorios según en nombre de su formato:

Los archivos incluidos dentro del directorio ASCII son archivos de texto \*.txt, que contienen una malla o matriz de cotas z. Le acompaña un archivo ASCII de extensión \*.prj, que hace referencia a la proyección del

modelo. Estos tipos de ficheros son los más utilizados para exportación de datos y generalmente deben llevar una cabecera específica en el fichero. Pueden utilizarse con cualquier programa de Teledetección y en la mayoría de programas de tratamiento de MDE. Los de este CD-ROM están preparados especialmente para que sirvan como archivos de entrada en el programa 3DEM (incluido en el CD-ROM).

En BIN se ubica el formato binario, que es un archivo análogo al anterior pero en formato binario. Va acompañado de dos archivos ASCII, un archivo de cabecera de extensión \*.hdr y del mencionado archivo \*.prj. Este tipo de archivos es también bastante estándar y pueden servir como entrada al programa Wilbur (incluido en el CD-ROM) si se desea realizar el recorte de una zona.

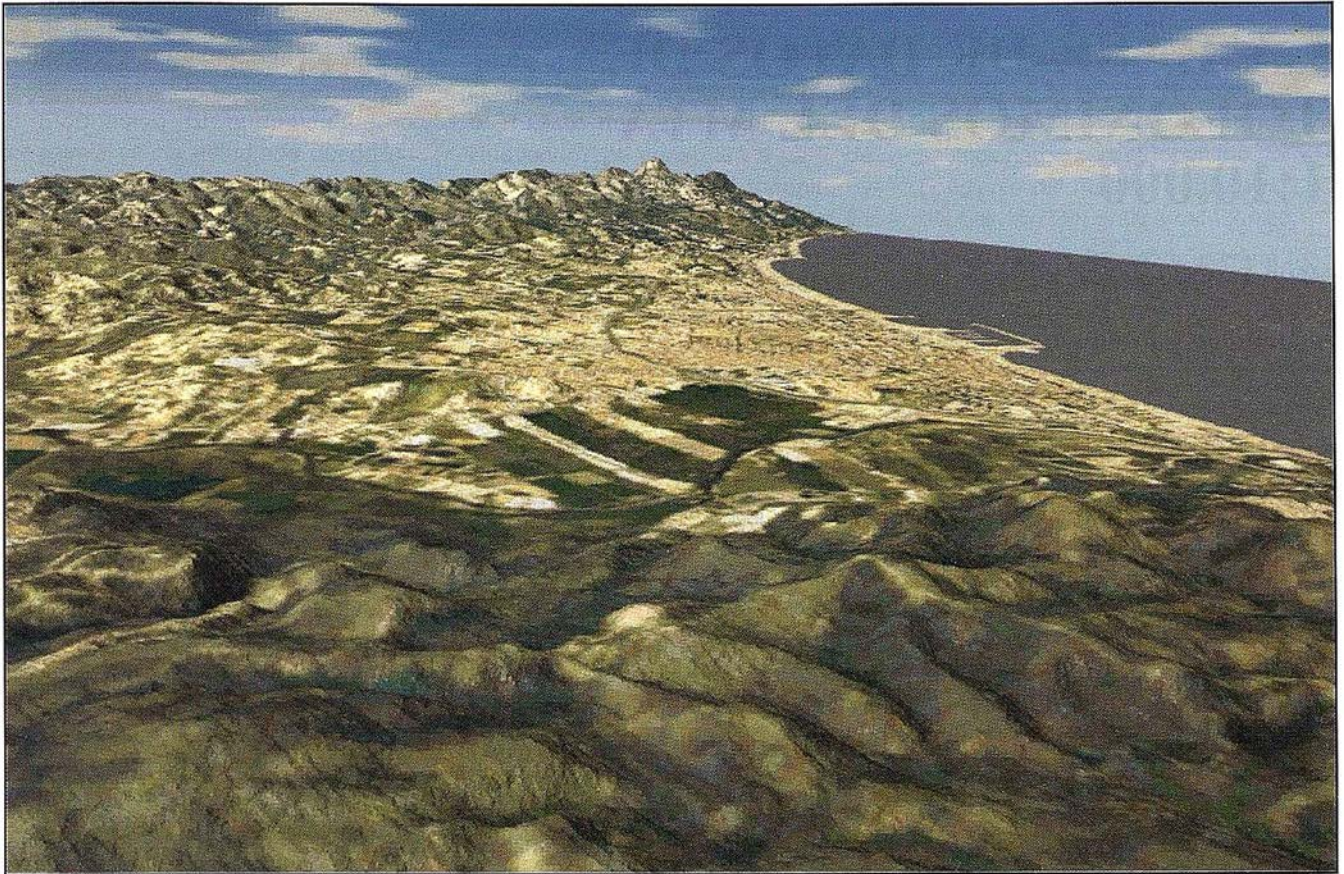
El subdirectorio DTED contiene un formato denominado Muse DTED Surface (\*.dte), que se ha incluido para que sirva como fichero de entrada principal del programa Wilbur. Este formato no se incluye para el modelo total y aunque su procedencia militar implicaría usarlo en coordenadas geográficas, el programa Wilbur permite importarlo en coordenadas cartesianas como ayuda a la exportación a otros programas.

El formato GRID se encuentra dentro del directorio de análogo nombre. Es propio de Esri, por lo que puede visualizarse en Arcview o Arc/Info si se disponen de los módulos adecuados.

El subdirectorio TIFF hace referencia a una imagen ráster salvada en 256 tonos de grises sin comprimir y puede usarse en cualquier programa de tratamiento de imágenes ráster. Se trata de ficheros denominados Geotiff pues se asocian con archivos ASCII de extensión \*.tiff que ubican la imagen en su lugar correspondiente.

Para disponer de otros formatos se han incluido una serie de programas de libre distribución y que el Instituto de Cartografía de Andalucía reproduce con permiso de sus autores y





Vista de Fuengirola según el MDE 100.

sin responsabilidad alguna sobre su funcionamiento. Estos Programas son: Wilbur, 3DEM y GLVIEW.

El programa WILBUR ofrece exportaciones a formatos como \*.dxf, \*.br3, \*.raw, \*.bmp, \*.jpeg, etc. La entrada se recomienda que se haga por los archivos \*.DTE, menos en el caso en que se desee realizar un recorte de la zona, para lo que se debe utilizar el formato Binario (\*.bin). 3DEM importa el fichero ASCII y a partir de él es posible convertir a archivos VRML(\*.Wrl), \*.bmp, \*.jpeg y simulaciones de vuelos de la zona seleccionada. El programa GLVIEW se incorpora como visualizador de ficheros VRML y \*.dxf, aunque también permite la exportación a \*.3dv, \*.raw, etc.

Exportando la imagen ráster TIFF a otros formatos como el formato \*.bmp, \*.pcx, etc. es posible su lectura en programas tales como Vistapro, Bryce o el propio Wilbur. Solamente se ha de tener en cuenta la equivalencia en altura de cada tono de gris para poder visualizar a la escala adecuada.

A la hora de realizar un Modelo digital de elevaciones se han de tener en cuenta diversos factores, pero sobre todo el fin del producto y su escala de uso. No es lo mismo realizar un modelo para el trazado de una carretera local que realizar un modelo en el ámbito provincial para estudiar la insolación total de la región.

En el primer caso lo que prima es la precisión del modelo y en el segundo la de tener una idea global de la zona. El primer caso seguramente será tratado con la generación de una triangulación a partir de puntos GPS tomados en el terreno siguiendo el supuesto trazado de la carretera. El segundo, sin embargo, partirá de la digitalización de mapas a escala 1:50.000 o 1:100.000 (según la equidistancia del organismo al que pertenezca dicho producto), y se generará el MDE a partir de algún método GRID o de una triangulación que posteriormente pasará a GRID, dado que con este formato es posible realizar análisis espaciales, con variables diversas y multitemporales. El objetivo de este modelo se

englobaría dentro de este segundo ejemplo.

Por otra parte, dentro de los formatos GRID se tiene que tener en cuenta los datos con los que se parte para escoger el método de interpolación. Este estudio se decanta ampliamente por la técnica TOPOGRID de entre las técnicas disponibles, dada su gran diversidad de datos de entrada y la construcción de un modelo hidrológicamente correcto.

Se espera que el Instituto de Cartografía de Andalucía continúe con la generación de MDE a su escala más representativa: el 1:10.000. Este cambio de escala tan brusco (se pasa de curvas con equidistancia de 100 metros a curvas cada 10 metros) obligará a realizar otro estudio sobre los métodos de interpolación más adecuados para esta cartografía, aunque se espera que los resultados sean muy buenos debido a la gran riqueza de información altimétrica (existencia de una gran variedad de puntos acotados) disponible en esta serie.



# LA BASE DE DATOS DE TOPÓNIMOS DEL MTA 1:10.000

María Teresa Garrido Borrego.  
Begoña Risquete Murcia.  
Instituto de Cartografía de Andalucía.

---

Hoy día, la sociedad demanda una rápida disponibilidad en la recuperación y acceso a los datos e información. Esta demanda no es ajena en el ámbito cartográfico y de ahí que los Sistemas de Información Geográfica hayan experimentado en los últimos años un auge considerable tanto en el sector público como en el privado, pues es una nueva tecnología que permite gestionar y analizar la información espacial mediante la unión de un mapa digital con bases de datos georreferenciadas asociadas.

Paralelamente, la importancia de la toponimia en la cartografía y en los SIG también ha aumentado debido a su valor como fuente de información y, sobre todo, por su carácter identificativo y ubicacional. Al ser los nombres de lugar fiel reflejo de la implantación humana en el territorio, de la comunicación del hombre con el paisaje y, por su permanencia temporal, grandes evocadores de hechos acaecidos en el pasado, proporcionan una información válida multidisciplinariamente. Así, los tradicionales estudios toponímicos han estado unidos a la lingüística, arqueología, antropología, etc. utilizando en la mayor parte de las ocasiones listados, índices y repertorios escasamente georreferenciados, todo lo más referidos al término municipal.

La relación de la toponimia con la cartografía ha de amoldarse a la necesidad de establecer nuevos procedimientos para tratar el topónimo como elemento que informa la cartografía, que describe un concepto y tiene una localización en el plano. Tiene que ofrecer diferentes presentaciones y productos que ayuden a gestionar con facilidad los datos cartográficos, mejorando y agilizando los sistemas de búsqueda y las consultas.

Desde el Instituto de Cartografía de Andalucía se están elaborando productos que respondan a las nuevas demandas de los usuarios y que estén más cerca de las nuevas técnicas de la información y la documentación. Se trabaja sobre la toponimia entendida desde este nuevo punto de vista, como información del documento cartográfico.

La Consejería de Obras Públicas y Transportes abordó la inventariación de la toponimia de la Comunidad Autónoma como apoyo a la elaboración cartográfica y en la línea de la recuperación del patrimonio cultural. El objetivo de conocer el territorio en sus más variados aspectos, a través de la constitución de diferentes bases informativas, así como la función de producir la cartografía autonómica hizo posible el desarrollo y divulgación de dicho trabajo.

En 1989 se publica el *Inventario Toponímico del Mapa de Andalucía 1:300.000* y en 1990 se edita el *Inventario de Toponimia*. Este último trabajo se realiza en dos fases: la primera consistente en la recopilación, contraste e informatización de la toponimia referenciada en la Cartografía Militar, Serie L, los Catastros de Fincas Rústicas y, como fuente complementaria, los Proyectos de Clasificación de las Vías Pecuarias del ICONA; mientras que la segunda tuvo como objeto el análisis, depuración y formalización del *Inventario*, así como una comprobación de la validez de las fuentes utilizadas mediante la realización de encuestas orales y una cuantificación del conjunto de datos.

Los trabajos desarrollados con posterioridad han seguido manteniendo su vinculación con la cartografía y por ende con el Instituto de Cartografía de Andalucía, aunque con un cambio sus-

tancial procedente de la disponibilidad del Mapa Topográfico de Andalucía (MTA) 1:10.000. A partir de esta nueva fuente se aborda en 1995 el estudio y revisión de la toponimia de la provincia de Córdoba, mediante contraste con las cartografías oficiales a 1:50.000 del Instituto Geográfico Nacional (IGN) y del Servicio Geográfico del Ejército (SGE) y encuestas orales de una selección de hojas. En 1998 se continúa el estudio con la provincia de Cádiz, generándose una base de datos fruto del contraste de la toponimia del MTA 1:10.000 de esa provincia con las mencionadas fuentes documentales a escalas 1:50.000 y 1:25.000, así como encuestas orales en todos los municipios de la provincia.

La necesidad de sistematizar los datos obtenidos de los estudios anteriores, junto con la exigencia de crear una base de datos toponímica georreferenciada a partir del MTA 1:10.000, referencia cartográfica homogénea de la Comunidad Autónoma Andaluza, promueve el inicio en 1999 de los trabajos de diseño y estructura de la Base de Datos de Topónimos del MTA 1:10.000. Esta nueva base de datos georreferenciada, con coordenadas X e Y precisas y que sustituirá a la actualmente disponible, parte de la captura de la toponimia del MTA 1:10.000, su selección, la ampliación de nuevos atributos, su normalización en orden a unos criterios preestablecidos y, finalmente, la organización de la información.

La realización de esta base de datos se ha llevado a cabo en un entorno SIG, pues a partir de la información contenida en la versión vectorial de dicho mapa se produce la captura de la información toponímica y será en dicho entorno también en el que se obtengan los productos derivados. En un sistema de información el dato "topónimo" es uno de



los atributos de la Base de Datos que acompaña a la información espacial, y el objeto a través del que se recuperará la información. Si, normalmente, la toponimia se ha estudiado desde un punto de vista lingüístico, histórico, etnológico etc., en un SIG se tiene en cuenta, en primer lugar, su situación (pregunta "donde": localización) y su clasificación como elemento geográfico (pregunta "qué" para agilizar las búsquedas).

La captura de la toponimia se ha realizado a partir del Modelo de Datos del MTA 1:10.000, generado para la digitalización vectorial de dicha cartografía. De entre los temas y capas que lo integran se han seleccionado los que contienen como atributo en la base de datos la descripción del nombre del elemento y siempre que se trate de topónimos y no meramente apelativos. Según el modelo las entidades o elementos anteriores se representan como puntos, excepto la capa de hidrología que siendo lineal se ha convertido en un tema de puntos, con objeto de simplificarla. También se ha desestimado la toponimia incluida en el interior de los núcleos urbanos, por considerar que la captura de estos topónimos debe ser realizada a partir de una escala mayor y no la que nos ocupa, la 1:10.000, que es de índole más territorial.

Por tanto, decidida la información que se quiere tratar mediante la elección de los temas y capas que interesan describir e interpretar, el objetivo siguiente ha consistido en añadir nuevos atributos al Modelo de Datos del MTA 1:10.000, generando un nuevo fichero para indizar, codificar geográficamente y contrastar la toponimia. Es decir, a las tablas anteriores se han añadido nuevos campos. Los campos referidos a la localización geográfica de cada topónimo, es decir, sus coordenadas UTM, término municipal, hoja del MTA, etc. se obtienen de forma automática.

El campo "Nuevonom" se ha añadido para introducir la variante del topónimo cuando no coincide con la recogida del mapa. En aquellos casos en los que el topónimo está compuesto de más de una palabra, existiendo en el Modelo de Datos varios registros para ese mismo topónimo, se selecciona el registro correspondiente a la primera palabra del topónimo, sea genérico o

nombre propio. El identificador espacial es el de dicho registro, se completa el nombre y se elimina del fichero el resto de registros. El campo "Nuevonom" se construirá a partir de los nombres propios del topónimo y no indizarán genéricos ni artículos. Es decir, cuando el topónimo está formado por genérico o artículo más nombre propio se posponen el genérico o el artículo, respectivamente, separados por comas.

En segundo lugar, se procede a la formación de una codificación geográfica jerarquizada añadiendo un campo denominado "Cod\_Geo" basado en el utilizado por el Institut Cartogràfic de Catalunya. Se ha concebido la codificación como una clasificación sistemática que presenta una sucesión de conceptos ordenados en tres categorías, estableciéndose relaciones jerárquicas o de subordinación de mayor a menor.

La primera categoría consta de ocho grandes grupos a los que corresponde el primer dígito del código geográfico (División político administrativa, Asentamientos urbanos y rurales, Actividades industriales y extractivas, Infraestructuras, Servicios y equipamiento, Patrimonio, Orografía e Hidrografía). Estos grupos se dividen en subgrupos, añadiendo dos dígitos a la derecha del primero, que particulariza la generalidad de la primera categoría (201: Núcleos de población). En la tercera categoría, cada uno de estos subgrupos se subdividen en otros, identificados por dos nuevos dígitos (20101: Cabecera municipal). El resultado final de esta codificación es un número entero de cinco dígitos para cada topónimo, el cual identifica con rapidez el tipo de elemento que describe, da homogeneidad al conjunto de los topónimos y permite la particularización o indización atendiendo a otros criterios y no sólo al alfabético que proporciona el atributo nombre. Así mismo dicha codificación permite ser ampliada o modificada, según las necesidades, sin alterar su estructura.

En tercer lugar, se realiza un cotejo con la Serie L del Servicio Geográfico del Ejército. Una de las operaciones habituales para revisar y actualizar la toponimia de los documentos cartográficos consiste en contrastarla con otras

cartografías. El procedimiento ha consistido en comparar cada topónimo registrado en el campo "Nuevonom", donde se encuentra el índice de la toponimia seleccionada, con el topónimo correspondiente del mapa a escala 1:50.000 del Servicio Geográfico del Ejército.

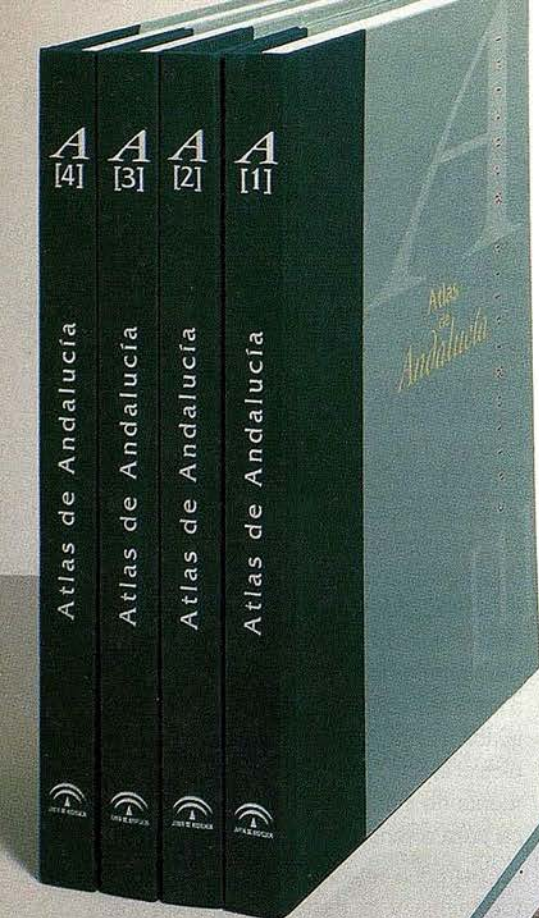
Hasta aquí ha llegado la primera fase para la constitución de la Base de Datos de Toponimia (BDT) del MTA 1:10.000. En las próximas se irá perfilando la ampliación de los atributos de los topónimos inventariados con objeto de ampliar su utilidad, sirviendo además de localizador-identificador en las labores de edición cartográfica con el establecimiento de una jerarquía adecuada a distintas escalas, como fuente de validación al incluir los resultados de estudios al efecto, y en última instancia como fuente de información cultural y científica para distintas disciplinas.

La estrecha relación existente entre la toponimia y la cartografía, entre los topónimos y los elementos geográficos que designan, permite obtener la información derivada necesaria en cada caso, relacionándola con su situación en el espacio y agilizando los sistemas de recuperación de la información. Ello supone mayor rapidez en los sistemas de búsquedas, mayor rigor en la elección de los contenidos toponímicos del documento cartográfico y mayor agilidad para actualizar y revisar esta.

Un fichero de toponimia es una fuente de localización y consulta de gran utilidad en la gestión y planificación territorial, como lo prueba la aplicación de bases de datos de topónimos a proyectos SIG de protección civil, de educación, de sanidad, etc. Esto confiere a la información toponímica una importancia básica e imprescindible en el desenvolvimiento de Sistemas, Redes y Centros de información y documentación.

La nueva Base de Datos de Topónimos del MTA 1:10.000 puede ser, por tanto, un producto de gran utilidad para el tratamiento de la información territorial ya que las nuevas tecnologías de la información facilitan su utilización e interesan cada vez más a todo tipo de usuarios (administración, empresas privadas y particulares) y en muy diferentes sectores de la actividad social, económica y cultural.





# Para conocer Andalucía palmo a palmo



## Atlas de *Andalucía*

Ya a la venta el Volumen [1]

**P.V.P. 6.750 ptas.**

Obra completa en 18 meses

**De venta en librerías**

Una cuidada edición en cuatro volúmenes y dos CD Rom.

Una obra imprescindible para conocer y comprender Andalucía.

El rigor científico y la precisión técnica al servicio de una obra de divulgación.

Con todas las posibilidades que ofrecen los nuevos soportes multimedia.

Una obra asequible para que todo hogar tenga la oportunidad de disfrutarla.

### DISTRIBUIDOR EXCLUSIVO

Centro Andaluz del Libro

Polígono La Chaparrilla, nave 34-36. 41016 Sevilla

Teléfonos: 954 40 66 14 / 954 40 63 66.

Fax: 954 40 25 80

Una producción de



JUNTA DE ANDALUCÍA

Consejería de Obras Públicas y Transportes

### INFORMACIÓN

Consejería de Obras Públicas y Transportes

Departamento de Publicaciones

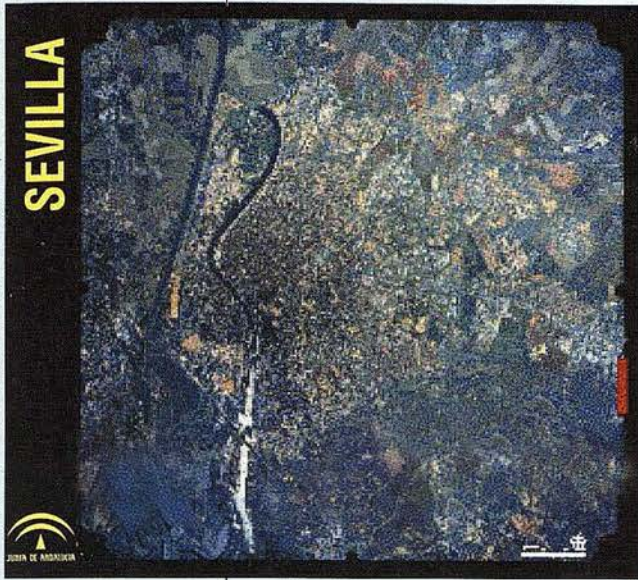
Plaza de la Contratación, 3 - 41001 Sevilla

Teléfonos: 954 50 75 00 / 954 50 75 80



# Últimas publicaciones

Instituto de Cartografía de Andalucía



## ■ Atlas de Andalucía Volumen 1

- Mapa Digital de Andalucía 1:100.000 CD ROM
- Mapa Digital de Andalucía 1:400.000 CD ROM
- Mapa Topográfico de Andalucía 1:10.000 Mosaico raster
- Límites municipales de Andalucía CD ROM
- Modelo digital de elevaciones 100 m CD ROM
- Costas de Andalucía CD ROM

## Fotografías aéreas de ciudades

- Sevilla
- Córdoba
- Málaga

## Mapas guías de Parques y Parajes Naturales en colaboración con el IGN y la Consejería de Medio Ambiente

- Doñana 1:75.000
- Los Alcornocales 1:75.000

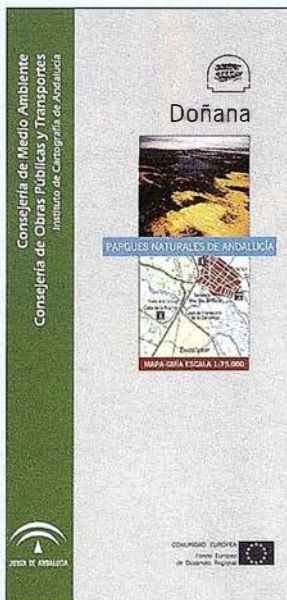
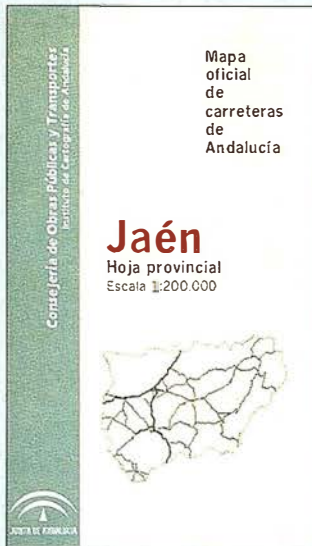
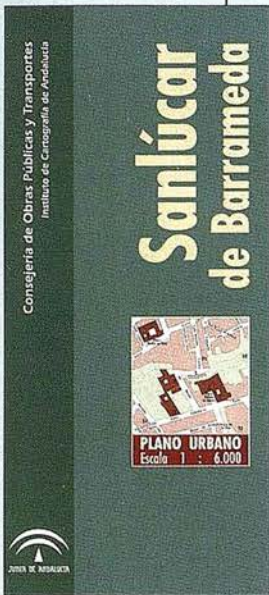
## Callejeros de Ciudades Medias

- Ronda (Málaga) 1:5.000
- Montoro (Córdoba) 1:4.000
- Valverde del Camino (Huelva) 1:5.000

## Mapas Provinciales de Carreteras 1:200.000 de

- Almería
- Jaén
- Cádiz
- Córdoba

## ■ Inventario Cartográfico de Andalucía 1999



### Información

Instituto de Cartografía de Andalucía. Patio de Banderas, 14. 41004 Sevilla  
Telf. 954 21 81 80. Fax 954 21 90 24. [Http://www.cica.es/aliens/icacopt/](http://www.cica.es/aliens/icacopt/)  
E-mail: [icacopt@cica.es](mailto:icacopt@cica.es)

### Distribuidores

Laboratorio Técnico y Distribuciones Cartográficas (L.T.C.)  
Avenida Menéndez y Pelayo nº 42-44. 41003 Sevilla. Telfs. 954 42 59 64/954 42 58 02  
Fax 954 42 34 51  
Centro Andaluz del Libro. Polígono La Chaparrilla. Nave 34-36. 41016 Sevilla  
Telfs. 954 40 66 14/954 40 63 66. Fax 954 40 25 80  
Carrión-Los Negros, 19. 29013 Málaga. Telf. y Fax 952 25 10 04  
E-mail: [calmal@zoom.es](mailto:calmal@zoom.es)



0

Feliz  
Feliz  
oim milenio  
ovo un nuevo

0

2

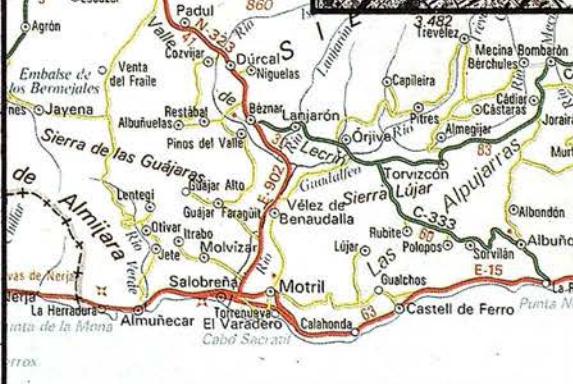
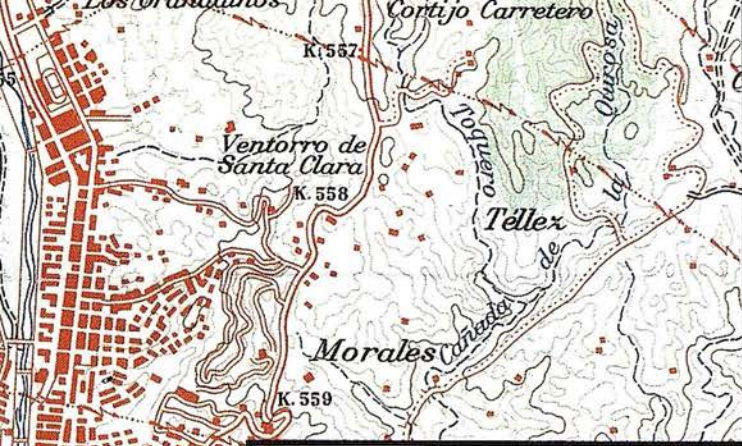


# RESTISUR, S.L.



C/ San Vicente, 17 - Bajo  
Tfno.: 95-490 21 81 - 490 32 06  
Fax: 95-490 46 15  
41002 SEVILLA

- FOTOGRAMETRÍA
- DIGITALIZACIÓN
- CARTOGRAFÍA
- PROCESO DE DATOS
- TOPOGRAFÍA
- ORTOFOTOGRAFÍA
- LABORATORIO TÉCNICO Y DIBUJO





# XVII Semana Cartográfica de América Central



## Guatemala, Guatemala. Septiembre de 1998

### I. PRESENTACION

El Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER) fue creado por DECRETO EJECUTIVO el día 5 de octubre de 1981, adscrito al Ministerio de Construcción y Transporte (MCT) desde el 4 de abril de 1991 hasta el 2 de septiembre de 1998.

Es el organismo responsable del estudio, clasificación e inventario de los recursos físicos del territorio nacional, el desarrollo de la planificación física y el adecuado ordenamiento territorial del país.

El INETER está organizado en cinco direcciones técnico-científicas; Dirección de Dirección de Geodesia y Cartografía, Dirección de Meteorología, Dirección de Recursos Hídricos, Dirección de Geofísica y Dirección de Ordenamiento Territorial; además cuenta con el apoyo de la División

de Planificación y Proyectos y la División Administrativa Financiera.

La Dirección de Geodesia y Cartografía es la entidad rectora a nivel nacional de las actividades de Geodesia, Fotogrametría, Cartografía, Catastro y mantiene estrecha relación con Hidrografía. Esta dirección forma parte de INETER desde 1981, siendo antes conocida como Instituto Geográfico Nacional (IGN).

Actualmente su organización funcional es la siguiente:

- Departamento de Geodesia y Fotogrametría.
- Departamento de Cartografía.
- Departamento de Catastro.

Las funciones principales son:

- Mantener la Red Geodésica Nacional en sus diferentes órdenes (Altimétrica y Planimétrica) para garantizar la precisión del Sistema Nacional de Coordenadas.

- Toma y procesamiento de fotografías aéreas para la elaboración de mapas a diferentes escalas.
- Elaborar y actualizar la Cartografía Básica y Temática en el ámbito nacional.
- Mantener y actualizar la información catastral, urbana y rural para garantizar la delimitación física en la tenencia de la tierra y de la propiedad del inmueble.

### II. INTRODUCCIÓN

Presentamos a la XVII Semana Cartográfica de América Central los resultados obtenidos en el período Agosto-96/Agosto-98; adquiere especial importancia la participación de la Dirección de Geodesia y Cartografía en la solución al problema de la propiedad, proyecto que sigue impulsando el Gobierno de la República de Nicaragua en coordinación con el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID).

Esta participación ha sido efectiva con la colaboración de Mapas Catastrales de diferentes barrios o urbanizaciones progresivas de Managua y de algunos departamentos del país, que permita la emisión de documentos catastrales para legalizar el dominio de las propiedades, a través del **Proyecto de Titulación Urbana**.

Reviste singular importancia en el período, la participación del NIMA en la elaboración de las Cartas Aeronáuticas (Estelí-Siuna-Bonanza) a escala 1:250,000; la adquisición de nuevos equipos computarizados especializados en fotogrametría y cartografía, así como la instalación física de dos oficinas de Catastro dotadas de edificio y equipo computarizado ubicadas en los departamentos de Masaya y Granada obtenidas a través del Sub-Componente Catastro.





## ESTRUCTURA DE CARGOS

DIRECCIÓN DE GEODESIA Y CARTOGRAFÍA  
SEPTIEMBRE DE 1998

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	%
<i>Cargos de Dirección</i>	5	6.8
<i>Cargos profesionales</i>	9	12.3
<i>Cargos Técnicos Superiores</i>	18	24.7
<i>Cargos Técnicos Medios</i>	25	34.2
<i>Cargos Administrativos</i>	8	11.0
<i>Cargos de Apoyo y Servicio</i>	8	11.0
<b>TOTAL</b>	<b>73</b>	<b>100</b>

Nota: Esta Estructura incluye siete oficinas de Catastro ubicadas en el interior del país.

En el transcurso del año 1998 se ha logrado establecer una coordinación más efectiva con el Ministerio de Relaciones Exteriores para brindar apoyo en la delimitación y señalización de las fronteras con los países vecinos; instalación de una Boya Maestra N°1 para su posterior densificación en el límite con la República de Honduras (Golfo de Fonseca).

Así mismo desde el mes del presente año se ha continuado con la densificación de mojones en la Frontera con la República de Costa Rica, ejecutando un proyecto de colocar 16 nuevos mojones primarios ubicados en los **tramos** comprendidos entre los **Hitos XVI al XIX**.

El Departamento de Geodesia y Fotogrametría en el período comprendido Agosto-96/Agosto-98 ha tenido como tarea principal lo siguiente:

- Densificación de la Red Planimétrica y Altimétrica de Managua, con la monumentación de puntos que sirven de apoyo para el levantamiento de las urbanizaciones progresivas.
- Efectuar trabajos de control y supervisión a levantamientos topográficos efectuados por empresas privadas.
- Trabajo conjunto INETER (Nicaragua) e IGN (Costa Rica) para localizar y amojonar puntos fronterizos de ambos países apoyados con G.P.S.

d. Apoyar con trabajo de campo para establecer coordenadas con precisión para colocar la Boya N°1 en el Golfo de Fonseca.

En el Marco del Proyecto de Titulación Urbana se realizó control geodésico a 160 puntos distribuidos en 41 barrios de Managua, apoyándose en la Nueva Red Geodésica y efectuando medición de perímetros urbanos en 49 barrios para agilizar el proceso de saneamiento de cuentas registrales a nombre del Estado, tareas efectuadas al concluir el año 1997 y el primer semestre de 1998.

Como consecuencia de los deslizamientos de tierra producidos a inicios del año 1997 y su continuación en 1998, se logró medir 11 puntos con G.P.S. y se ha elaborado un mapa topográfico a escala 1:5,000 del área más afectada lo que permitirá realizar estudios y análisis del fenómeno de la zona de Muy-Muy en el Departamento de Matagalpa.

La Sección de Geodesia ha efectuado la medición de 38 puntos geodésicos en la ciudad de Managua en apoyo a la Unidad de Desastres Naturales, utilizando el sistema (G.P.S.) con el objetivo de Georeferenciar las fallas sísmicas de la ciudad.

En apoyo al Proyecto de Tecnología Agropecuaria y Ordenamiento de la Propiedad Agraria, se revisó la Georeferenciación de puntos de 85 fincas ubicadas en la zona de río San Juan y la Región del Atlántico Sur (RAAS).

Durante el I Semestre de 1998 efectuó la medición de 104 puntos con G.P.S. en apoyo al Proyecto MICA-DO; proyecto que consiste en la toma de Imágenes Satélites para la elaboración de espacio-mapas a cargo de la Empresa Francesa SPOT-IMAGE.

A inicios del mes de Mayo de 1998 se efectuó la coordinación con el Ministerio de Relaciones Exteriores para definir el punto exacto de la primera Boya Maestra en el límite fronterizo del Golfo de Fonseca con la República de Honduras para su posterior instalación realizada en el mes de junio del presente año.

En el mes de Agosto de 1998 se inició la primera etapa de un proyecto de amojonamiento en la frontera de la República de Costa Rica; el cual consiste en la densificación con mojones entre los Hitos XVI al XIX estableciendo la ubicación de 16 mojones primarios, etapa que se estima concluir en el mes de Septiembre '98.

La Sección de Fotogrametría en el período Agosto-96/Agosto-98, logró concluir la mapificación de las ciudades de Masaya y Granada a escala 1:5,000 y ha iniciado la elaboración de un mapa que consiste en la actualización de la ciudad de Managua a escala 1:15,000.

El principal logro, ha sido la instalación de equipos fotogramétricos digitales para modernizar el sistema de trabajo y sustituir los equipos existentes analíticos y semi-analíticos, no obstante se requiere de la capacitación del personal para el uso y manejo del equipo especializado.

La función principal del Departamento de Cartografía consiste en la ejecución de obras cartográficas, topográficas y temáticas para proporcionar mapas a diferentes escalas, y así satisfacer la demanda de diversos usuarios especialmente del sector escolar.

Desde el año 96, el Departamento de Cartografía ha recibido la colaboración de NIMA logrando firmar dos



convenios para elaborar Cartas Aeronáuticas a escala 1:250,000; el primer convenio contemplaba las hojas (Estelí, Siuna y Bonanza), el segundo contempla las hojas (Prinzapolka, Matagalpa y Granada). Producto de estas Cartas Aeronáuticas se va a proceder a la actualización de las hojas topográficas a escala 1:250,000 de todo el país.

A continuación detallamos los principales proyectos efectuados por el Departamento de Cartografía en el período Agosto-96/98.

- a. Mapa de Amenaza Volcánica de Nicaragua a escala 1:400,000.
- b. Mapa de Temperatura Media Anual de Nicaragua a escala 1:750,000 efectuado en coordinación la Dirección de Meteorología.
- c. Edición y Publicación del Mapa Oficial de Nicaragua de la División Política Administrativa a escala 1:100,000 en tamaño de 64cms. x 51cms. a colores; preparando a su vez los originales de edición para publicar este mapa a escala 1:750,000.
- d. Publicación de un Mapa de la División Política Administrativa a escala 1:2,000,000 con formato de 33cms. x 25cms.
- e. Mapa Aprendamos a Dibujar Nicaragua a escala 1:2,300,000 con formato de 27cms. x 18cms. dirigido especialmente al sector escolar para la enseñanza de la Geografía y el conocimiento de los límites departamentales y municipales.
- f. Conclusión de las Cartas Aeronáuticas de las hojas (Siuna, Estelí y Bonanza) a escala 1:250,000 con la colaboración del National Imagery and Mapping Agency (NIMA) de los Estados Unidos de Norte América; estos mapas contienen información principalmente para apoyar la Navegación Aérea de acuerdo a las características geográficas del país.

Con instrucciones de la Dirección General de INETER para atender la problemática nacional en relación al fenómeno meteorológico "EL NIÑO", la Dirección de Geodesia y Cartografía priorizó la elaboración de los siguientes mapas:

- a. Mapa de precipitación de Nicaragua, escala 1:750,000.

- b. Mapa de Nicaragua de Clasificación del Déficit de Precipitación, escala 1:750,000.
- c. Mapa de Nicaragua de Totales Anuales de Precipitación más Frecuentes, escala 1:750,000.

A la fecha estos mapas se encuentran listos para su impresión.

En coordinación con el Departamento de Geografía de la Dirección de Ordenamiento Territorial, se ha logrado concluir los mapas departamentales de León, Chinandega, Estelí, Boaco, Jinotega y Matagalpa y se continúa con la captura de información para la elaboración de los mapas de la Región del Atlántico Norte (RAAN) y del Atlántico Sur (RAAS). Al mismo tiempo se elabora la Base Cartográfica Digital (RASTER) con la preparación de 32 hojas topográficas a escala 1:50,000. El Departamento de Cartografía ha elaborado la propuesta cartográfica de la mapificación distrital de Managua, en apoyo a la Planificación del Ordenamiento del Territorio en la que se estudia la posibilidad de que el Departamento de Managua también sea objeto de una nueva delimitación distrital.

#### *Proyectos en ejecución:*

Al finalizar el mes de Agosto de 1998 los proyectos en ejecución son los siguientes:

- a. Mapa de Cuencas Hidrográficas de Nicaragua a escala 1:750,000 con un avance físico del 85%.
- b. Mapa General Geográfico de Nicaragua a escala 1:750,000 con avance del 50%.
- c. Mapa General Geográfico de Nicaragua a escala 1:1,000,000 con avance del 50%.
- d. Elaboración de Cartas Aeronáuticas de Nicaragua a escala 1:250,000, hojas Prinzapolka, Matagalpa y Granada.

Se estima iniciar en el IV Trimestre de 1998 la ejecución de los proyectos de mapas:

- 1 Mapa de Fallas Sísmicas de Managua.
- 2 Mapa de Lineamientos Estratégicos para el Ordenamiento Territorial de Nicaragua.

## **CATASTRO**

Las actividades de Catastro son de carácter permanente y dependen de

la demanda del público que requiere este tipo de servicios; esta actividad se efectúa en ocho oficinas departamentales llamadas "DELEGATARIAS DE CATASTRO" que cubren los Departamentos de Rivas, Granada, Masaya, Carazo, León, Chinandega, Estelí y Managua.

Al finalizar el mes de Agosto de 1998 la Base de Datos Alfa-Numérica logró acumular un total de 264,525 registros, que contienen información relacionada a las características legales y físicas de las propiedades urbanas y rurales.

La información referida a este Departamento se divide en dos partes:

- 1 Mantenimiento y Actualización del Catastro.
- 2 Desarrollo de la Base de Datos Digital del Catastro Nacional.

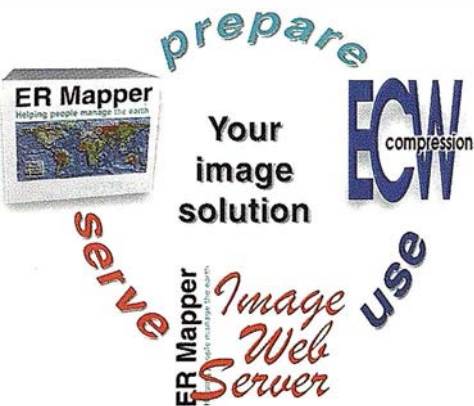
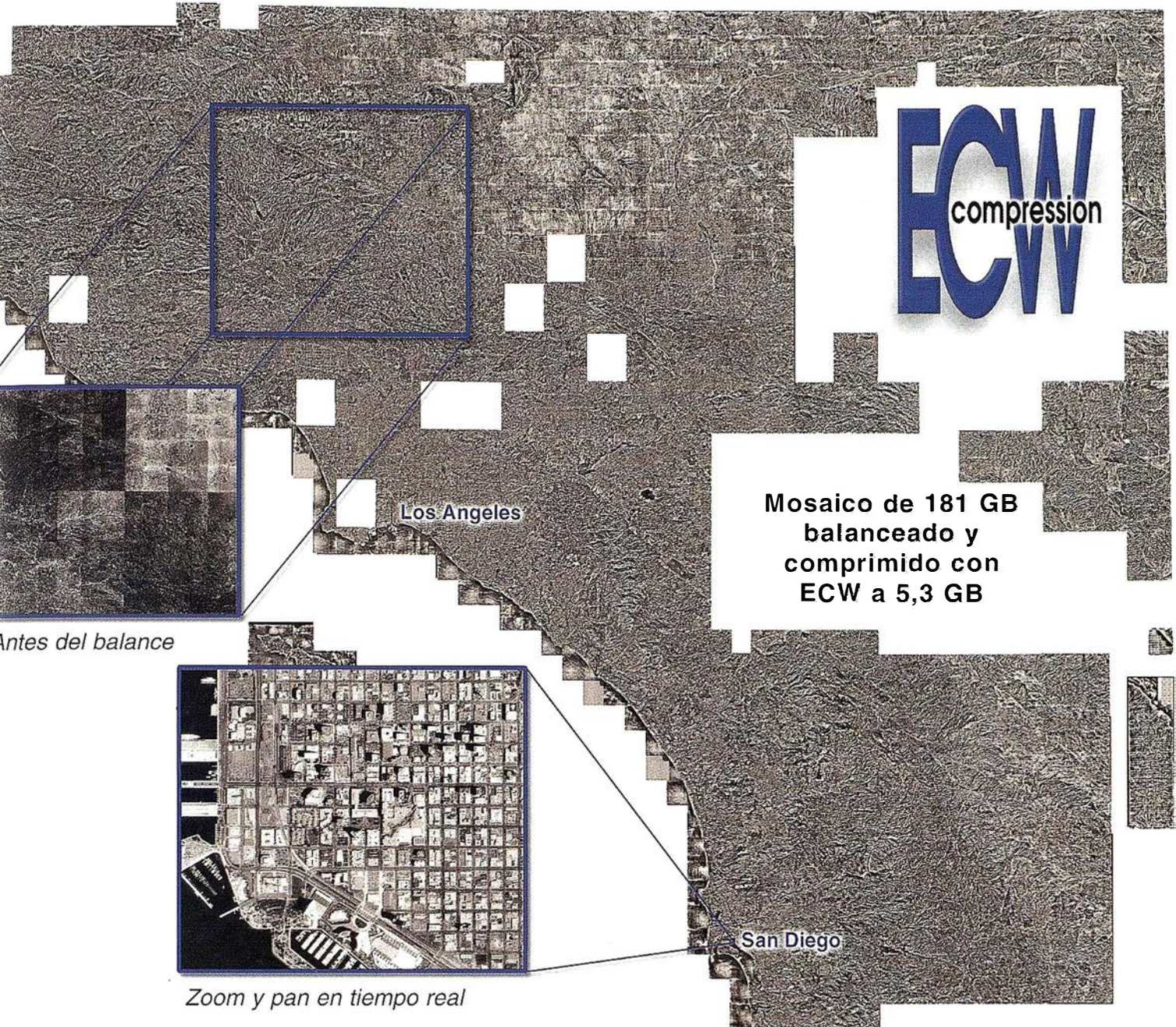
El Catastro Nacional se estableció en el país a partir de la aprobación de la Ley de Catastro e Inventario de Recursos Naturales del 31 de Diciembre de 1996 según acuerdo No. 1384, más tarde el Catastro se fortaleció con la aprobación de la Ley de Actualización del mantenimiento del Catastro Nacional publicada el 17 de Enero de 1971.

En el período Agosto 96/Agosto 98, el Catastro se ha renovado con la colaboración de ortofotomapas a escala 1:10000 y la toma de Imágenes Satelitales a cargo de Spot-Image de Francia para la elaboración de Espaciomapas a escala 1:25000. Durante el año 1997 se logró diseñar y preparar un manual de Procedimiento de Catastro con el objeto de servir de instrumento técnico para el control y orientación de las actividades de Levantamientos Topográficos a los técnicos y profesionales en la materia para el mejor uso de Especificaciones, Precisión, Presentación y Elaboración de Planos Topográficos. El manual contiene tablas, gráficos, formato, diseños y procedimientos técnicos que de acuerdo a la Ley se deben de cumplir.

Para contribuir al ordenamiento de la propiedad agraria, se preparó un manual denominado "ESTÁNDARES, ESPECIFICACIONES Y PROCEDIMIENTOS PARA EL USO DE LAS



# Use imágenes comprimidas en cualquier aplicación



Mosaico de 2.980 ortofotografías USGS DOQQ de 1 metro comprimido de 181 GB a solamente 5,3 GB usando los "wizards" de alto rendimiento de Balance y Compresión ECW. Use imágenes ECW en sus aplicaciones de Office, GIS, CAD y Web.

¡Descargue el Compresor ECW, los plugins y SDKs gratuitos hoy mismo!

[www.ermapper.com](http://www.ermapper.com)

Todas las marcas, nombres de compañías y productos son marcas registradas de sus respectivos propietarios. Las especificaciones del producto están sujetas a cambios sin previo aviso.

# ER Mapper

Helping people manage the earth

[www.ermapper-spain.com](http://www.ermapper-spain.com)

Oficina para el Mediterráneo  
Earth Resource Mapping Spain S.L.  
Bailen, 1  
28280 El Escorial, España  
Tel: +34 91 896 0379  
Fax: +34 91 896 1243  
Email: [info@ermapper-spain.com](mailto:info@ermapper-spain.com)



TÉCNICAS DE LEVANTAMIENTO DE FINCAS RURALES”.

**VI. RESUMEN DE LOGROS agosto 96-agosto 98**

- 1 Densificación planimétrica y control geodésico a más de 260 puntos distribuidos en diferentes barrios de Managua.
- 2 Mapa Topográfico a escala 1:5000 de la zona de deslizamiento de tierra en el Municipio de Muy Muy, Departamento de Matagalpa.
- 3 Medición y cálculo de 40 puntos geodésicos en la ciudad de Managua utilizando el Sistema de Posicionamiento Global GPS georeferenciado a las fallas sísmicas de la ciudad en apoyo a la Unidad de Desastres Naturales.
- 4 Medición y cálculo de más de 104 puntos con GPS para el control en la elaboración de Espaciomapas a cargo de la Empresa Francesa SPOT IMAGE.
- 5 Conclusión de la mapificación de las ciudades de Masaya y Granada a escala 1:5000.
- 6 Modernización de equipos analíticos y semianalíticos en los Departamentos de Cartografía y Fotogrametría con la adquisición de Estaciones Fotogramétricas computarizadas digitales para la elaboración de mapas a diferentes escalas.
- 7 Conclusión de tres Cartas Aeronáuticas de Nicaragua a escala 1:250,000 con apoyo de NIMA (Hojas Estelí, Siuna y Bonanza).
- 8 Elaboración de un Mapa de Amenaza Volcánica de Nicaragua a escala 1:400,000.
- 9 Conclusión de un Mapa de Temperatura Media Anual de Nicaragua a escala 1:750,000.
- 10 Elaboración de tres Mapas de Nicaragua a escala 1:750,000 en relación al fenómeno “EL NIÑO” para contribuir al estudio y manejo del fenómeno.
- 11 Elaboración de un Mapa de Nicaragua a escala 1:1000000 de la División Política Administrativa.
- 12 Edición y publicación de un Mapa de la División Política Administrativa a escala 1:2,000,000 dirigido al sector escolar.
- 13 Elaboración del Mapa “Aprendamos a Dibujar Nicaragua a escala 1:2,300,000” para el conocimiento de la geografía y límites municipales y departamentales.
- 14 Elaboración de seis Mapas Departamentales apoyados en la Cartografía Digital, cubriendo los Departamentos de León, Chinandega, Matagalpa, Jinotega, Boaco y Estelí.
- 15 Ingreso a la Base de Datos Alfa-Numérica de Catastro de 153,227 registros.
- 16 Montaje de 100 nuevos mapas catastrales en apoyo al Proyecto de Titulación Urbana.
- 17 Construcción de dos Oficinas de Catastro en los Departamentos de Masaya y Granada dotadas de equipos nuevos, mobiliarios, etc.
- 18 Coordinación con el Ministerio de Relaciones Exteriores para efectuar los trabajos de precisión con GPS para colocar la Boya No. 1 en el Golfo de Fonseca y así delimitar la zona fronteriza con la República de Honduras.
- 19 Coordinación con IGN de Costa Rica para efectuar amojonamiento en la Frontera Sur, colocando 16 mojones primarios entre los Hitos XVI, XVII, XVII Y XIX.
- 20 Instalación de una Imprenta nueva “HEIDELBERG” para el tiraje de mapas, afiches, y papelería de uso en diferente direcciones de INETER; carpetas de vuelo, datos estadísticos de uso meteorológico, etc.

I-MANTENIMIENTO CATASTRAL / RESUMEN A JULIO 1998						
Nº	ACTIVIDAD	U/M	1996	1997	JULIO/98	TOTAL
1.1	Actualización del Mantenimiento Catastral.	Parcela	1,018	1,582	1,039	3,639
1.2	Verificación y Actualización de Información Literal.	Parcela	4,118	4,737	5,860	14,715
1.3	Emisión de Documentos Catastrales.	Documento	38,218	38,603	25,012	101,833
1.4	Transcripción Literal de Asiento de Propiedad.	Asiento	2,284	3,706	8,724	14,714
1.5	Revisión de Planos Topográficos.	Plano	8,979	8,670	4,820	22,469
2.DESARROLLO BASE DE DATOS DIGITAL DE CATASTRO NACIONAL						
Nº	ACTIVIDAD	U/M	1996	1997	JULIO/98	TOTAL
2.1	Actualización Gráfica del Mantenimiento Catastral.	Mapa	1,218	1,068	1,040	3,326
2.2	Actualización y Montaje de Repartos.	Mapa	4	50	50	104
2.3	Actualización y Montaje de Parcelas (Ley 86).	Parcela	-0-	19,853	8,595	28,448
2.4	Montaje de Pistas y Avenidas.	MT/L	5,000	-0-	2,400	7,400
2.5	Digitalización Mapas Catastrales.	Mapa	146	87	102	335
2.6	Grabación de Datos Alfa-Numéricos.	Ficha	44.028	68.500	40.699	153.227

**INETER**

El Departamento de Hidrografía de la Dirección de Recursos Hídricos del Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER), es la entidad nacional responsable de la planificación, ejecución y publicación, de las investigaciones hidrográficas multidisciplinarias para la confección de cartas náuticas, también colabora con otras instituciones en el desarrollo del sistema de señalización marítima de nuestras aguas, en interés de proteger nuestro derecho marítimo y aportar conocimientos de mucho interés para el desarrollo de nuestra economía.

La estructura funcional del Departamento, comprende dos secciones:

- a. Sección de Hidrografía
- b. Sección de Oceanografía



**SECCIÓN DE HIDROGRAFÍA:** La Sección de Hidrografía es la responsable de efectuar los levantamientos batimétricos en mares, lagos, ríos y lagunas, para obtener la información básica, para la elaboración de cartas de navegación, construcción de puertos, muelles, diques, rompeolas, canales y proyectos de interés turístico; todas estas actividades se complementan con la elaboración de planos hidrográficos, oceanográficos y topográficos, para los proyectos en ejecución.

**SECCIÓN DE OCEANOGRAFÍA:** Es la encargada de observar y procesar propiedades físicas del mar, tales como: mareas, olas, corrientes, temperatura, conductividad, etc. Esta sección cuenta con una red mareográfica análoga, la cual está en proceso de densificación y modernización.

Como una actividad complementaria, esta sección también cuenta con una red limnimétrica en los lagos y lagunas del sector pacífico nicaragüense, con un total de ocho (8) estaciones para monitorear el ascenso y descenso del nivel del agua, en estos cuerpos, y están ubicadas en:

Lago de Nicaragua, Lago de Managua, Laguna de Xiloá, Laguna de Nejapa, Laguna de Tiscapa, Laguna de Asososca, Laguna de Acahualinca, Laguna de Masaya, Laguna de Apoyo

Toda la información obtenida en estas estaciones es procesada y publicada a través de boletines trimestrales, lo que ha sido de gran interés para las diferentes universidades instituciones privadas y estatales.

Otra actividad de mucha relevancia de esta sección, es el Pronóstico de las Mareas para seis (6) sitios del Océano Atlántico y tres (3) del Océano Pacífico.

El Departamento de Hidrografía, como unidad rectora de los estudios hidrográficos, constantemente recibe solicitudes para la ejecución de levantamientos en este campo. Es así que en los dos últimos años se han ejecutado los siguientes levantamientos:

### **ESTERO EL TAMARINDO:**

Este levantamiento se realizó a través de una solicitud de la empresa TROPIGAS, con el propósito de poder definir calados de embarcaciones que puedan navegar en este estero, para el abastecimiento de este producto al país.

El levantamiento comprendió las siguientes etapas:

- a. Instalación de una estación mareográfica.
- b. Sondeo hidrográfico de 50Kms., en líneas principales y 15Kms. en líneas de comprobación.
- c. Trabajo de gabinete, mediante el cual se procesó toda la información mareográfica e hidrográfica, hasta la elaboración de tres (3) hojas hidrográficas a escala 1:50,000.

### **GOLFO DE FONSECA:**

El Departamento de Hidrografía desde hace dos años, ha venido colaborando con el Ministerio de Relaciones Exteriores en el proceso de señalización de nuestros límites internacionales en el Golfo de Fonseca con la hermana República de Honduras, este proceso nos ha llevado a desarrollar una serie de actividades que se señalan a continuación:

- a. Rescate de mojones fronterizos.
- b. Rescate de Estaciones Geodésicas.
- c. Levantamiento hidrográfico en un total de 130Kms. en líneas principales y 20Kms. en líneas de comprobación.
- d. Estudios oceanográficos, para la definición del rango de marea o amplitud de marea, nivel medio del mar, nivel de mareas altas más altas y nivel de mareas bajas más bajas, etc.
- e. Trabajos de gabinete para la elaboración de informes técnicos y planos hidrográficos.
- f. Ubicación de boya principal o boya inicial por método de intersección directa, con teodolito WILDT2 y comprobación con GPS.

### **LAGO DE NICARAGUA:**

A solicitud de la Empresa Nicaragüense de Electricidad (ENEL), el Departamento de Hidrografía, prepa-

ró la oferta técnica-económica, para la ejecución de un estudio en el Lago de Nicaragua; en el sector de Puerto San Jorge, Rivas y Esquipulas en la Isla de Ometepe, para el tendido de un cable sub-acuático, para la electrificación de la Isla Ometepe. Una vez aceptada la oferta técnica-económica por ENEL, el Departamento de Hidrografía, procedió a la ejecución del estudio, desarrollando las siguientes actividades:

- a. Localización de dos sitios para la construcción de mojones y definir el eje de la ruta por donde pasará el cable subacuático. Un sitio en Río Brujo, San Jorge y otro en Esquipulas, Isla de Ometepe.
- b. Instalación de una estación limnimétrica en el Puerto de San Jorge, para definir el nivel actual del Lago de Nicaragua, referido al Nivel Medio del Mar.
- c. Sondeo hidrográfico de la ruta definida, a través de perfiles batimétricos, para un volumen de 40Kms. en líneas principales de sondeo y 24Kms. en líneas de comprobación.
- d. Extracción de once (11) muestras del lecho superficial, para la caracterización del fondo del lago en el sector de la ruta definida.
- e. Ubicación de once (11) estaciones para la toma de temperatura del agua a diferentes horizontes, al igual se hicieron observaciones para definir la conductividad y la tensidez del agua en la ruta.
- f. Tomas de temperatura de la tierra, en los extremos de la ruta. El estudio fue presentado en dos hojas planta perfil a escalas: Horizontal 1:10000 y Vertical 1:200, y complementado con su informe técnico.

### **PUBLICACIONES:**

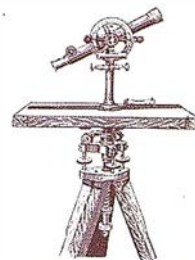
Se publican datos de pronóstico de mareas, para tres sitios del Océano Pacífico y seis sitios del Océano Atlántico en diarios del país, además que se elaboran boletines trimestrales para diferentes instituciones.

Publicación del orto y ocaso del sol para Managua, Puerto Cabezas y Bluefields en el Océano Atlántico y fases de la luna, en diarios del país.



# Proyecto de Tecnología Agropecuaria

## Ordenamiento de la Propiedad Agraria



### Componente de Ordenamiento de la Propiedad Agraria SUB-COMPONENTE CATASTRO

#### Actividades Programadas

A partir de Enero de 1994, se dio inicio formalmente a la ejecución del Proyecto de Tecnología Agropecuaria y Ordenamiento de la Propiedad Agraria PTA-OPA, cuyo objetivo principal es lograr el Ordenamiento de la Propiedad Agraria y la Transferencia de Tecnología Agropecuaria. En este contexto, el Subcomponente Catastro, para cumplir con su objetivo principal de sentar las bases para el establecimiento del nuevo Catastro Multifinanciado, que proporcionaría las bases para la estabilización y seguridad en la Tenencia de la Tierra de todas las propiedades del sector rural, programó las siguientes actividades:

#### 1. Desarrollo de la Red Geodésica Nacional:

Representada por el establecimiento de 200 puntos geodésicos, haciendo uso de la tecnología de Posicionamiento Global (G.P.S.).

#### 2. Fotografías aéreas:

Referida en la toma de fotografías aéreas de todo el territorio nacional; la zona del Pacífico y Central a escala 1:40,000 y la zona del Atlántico, a escala 1:75,000.

#### 3. Elaboración del Ortofotomapas:

Referida en la elaboración del Control Suplementario Terrestre, triangulación aérea y trabajos fotogramétricos de las áreas fotografiadas para la producción de ortofotomapas a escala 1:10,000 de la zona del Pacífico y Central, y a escala 1:25,000 de la zona del Atlántico.

#### 4. Construcción y Rehabilitación de Oficinas de Catastro:

Se planificó la remodelación de las oficinas centrales y la construcción

de 16 oficinas delegatarias de Catastro, representando un total de 4,200m. de obras.

#### 5. Adquisición de Vehículos:

Se programó la adquisición de 17 unidades vehiculares de doble tracción (4x4), para la supervisión técnica.

#### 6. Adquisición de equipos:

Se programó la adquisición de equipos geodésicos, fotogramétricos, de impresión, de computación, mobiliario de oficina, etc., para fortalecer el área de Geodesia, Cartografía, Fotogrametría y Catastro.

#### 7. Red de Comunicación:

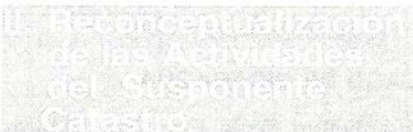
Se programó el establecimiento de una red de telecomunicación a nivel nacional del INETER, para la transmisión de voz y datos.

#### 8. Asistencia Técnica:

Para garantizar la adecuada implementación del Catastro se programó la asistencia técnica de Consultores internacionales y locales, en las diferentes disciplinas técnicas y especializadas relacionadas con las actividades del Proyecto.

#### 9. Supervisión del Levantamiento Topográfico:

Se programó la supervisión, por parte del Subcomponente Catastro/INETER, de los trabajos de levantamientos topográficos realizados por las empresas contratadas por el Subcomponente de Titulación/INRA para tal efecto.



No obstante, durante el primer año de ejecución, el nivel de avance del Subcomponente para la consecución

de sus metas sustantivas no fue el esperado, motivado a que dicho período se caracterizó por ser una etapa durante la cual se empezaron a sentar las bases técnicas, operacionales y administrativas-financieras del desarrollo del Subcomponente, sin embargo, durante el período, quedó al descubierto la necesidad de la reconceptualización y afinamiento programático de las actividades del Subcomponente, ya que se adolecía de una conceptualización adecuada para su desarrollo.

En consecuencia, siguiéndose las recomendaciones de las misiones de evaluación, realizadas por los asesores del Banco Mundial, se realizó la reconceptualización del Subcomponente en base al conocimiento de la aplicación de nuevas tecnologías que permitirían facilitar la consecución de los objetivos del programa con una incidencia muy significativa en la reducción de tiempos de ejecución y de recursos financieros. Con la reconceptualización se programaron algunas actividades y se incluyeron nuevas, quedando finalmente el siguiente programa de actividades:

#### 1. Establecimiento de una nueva Red Geodésica Nacional de Control Primario:

Esta actividad fue reprogramada como resultado de las negociaciones directas hechas con el Defense Mapping Agency (D.M.A.); elaborándose al efecto el nuevo esquema de la Red Geodésica que consistió en el establecimiento de una red de 50 estaciones geodésicas distribuidas en todo el territorio nacional, basada en el uso de la tecnología de Posicionamiento Global (GPS) y que daría como resultado la obtención del nuevo Sistema Geodésico de referencia del país, ligado al Sistema Geodésico Mundial WGS-84.



## **2. Establecimiento de una Nueva Red Altimétrica Nacional:**

Esta actividad, producto de la reconceptualización del Subcomponente, consiste en el establecimiento de una red de nivelación de primer orden de 475Kms. lineales de extensión, en las regiones del Pacífico y el Atlántico Norte del país y el establecimiento de 343 estaciones de nivelación distribuidas en todo el territorio determinadas con tecnología GPS y mediciones gravimétricas.

## **3. Toma de Fotografías Aéreas:**

Producto de la reconceptualización, esta actividad fue modificada, quedando definida por la toma de fotografías aéreas de un área de 50,455Kms., correspondientes a las regiones Macrocentral y Pacífico del país, a escala 1:40,000. El resto del país será cubierto con tomas de imágenes satelitales.

## **4. Producción de Ortofotomapas:**

Esta actividad al igual que la toma de fotografías aéreas, sufrió cambios sustanciales en cuanto a su cobertura; limitándose a la producción de ortofotomapas a escala 1:10,000, del área de 50,455Kms. de las regiones Macrocentral y Pacífico, que serían cubiertos por fotografías aéreas.

## **5. Toma de Imágenes Satelitales y Elaboración de Espaciomapas:**

Producto de la reconceptualización, se incluyó la toma de imágenes satelitales de todo el país, que permitirá obtener información geográfica de la región del Atlántico, la cual es difícil de obtener por medio de fotografías aéreas debido a las condiciones meteorológicas adversas imperantes en esta zona del país. La toma de imágenes satelitales permitirá la elaboración de espaciomapas, a escala 1:25,000, de toda la región del Atlántico.

## **6. Delineación Catastral:**

Con esta actividad, resultante de la reconceptualización, se pretende determinar información catastral relativa a propietarios o poseedores, vértices y linderos de parcelas, cultivos, tipo y uso del suelo, uso potencial, infraestructura, datos de pobla-

ción, etc.; la cual será desarrollada sobre la base de los ortofotomapas a escala 1:10,000 y espaciomapas a escala 1:25,000, originados de la toma de fotografías aéreas y de la toma de imágenes satelitales, respectivamente.

## **7. Automatización de la Base de Datos Catastral:**

Derivado de la reconceptualización, se pretende implementar un sistema catastral computarizado, adecuado y organizado de acuerdo a las necesidades que en el futuro se esperan para el nuevo Catastro Nacional Multifinalitario, capaz de manipular y almacenar información gráfica y alfanumérica del total de parcelas que se encuentran distribuidas en los 130,000Kms. del territorio nacional.

## **8. Mantenimiento y Actualización de la Información Catastral:**

Producto de la reconceptualización, se consideró incluir la actividad relacionada con el mantenimiento y actualización de la información catastral existente en los archivos del Departamento de Catastro, de la zona ya catastrada, y así proceder a incorporarla en la base de datos automatizada, para luego incorporar en ella, la información que se recabe de las nuevas zonas catastradas del país.

## **9. Fortalecimiento Institucional:**

Como consecuencia de la reconceptualización, se determinó identificar con el nombre de Fortalecimiento Institucional a todas aquellas actividades relacionadas directamente con aportes o mejoras, en apoyo del Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER), con la finalidad de preparar a la institución para la implementación del nuevo Catastro Multifinalitario. Estas actividades fueron las siguientes:

### **9.1. Remodelación y/o Construcción de las Oficinas Catastrales:**

Se contempló la remodelación de las Oficinas Centrales del Departamento de Catastro y la construcción de las 16 oficinas departamentales del Catastro, para proveer espacios adecuados que permitan desarrollar

eficientemente la labor catastral. La variante del programa es que se ha conceptualizado desarrollarlo como Complejos de Oficinas donde se instalarán el Catastro, Titulación y Registro, tomando en cuenta su interrelación y para dar facilidad a los usuarios.

### **9.2. Capacitación y entrenamiento técnico:**

Se contempló la capacitación y entrenamiento técnico del personal del INETER, en áreas específicas de Geodesia, Cartografía, Catastro y Fotogrametría, por la importancia que tiene para el desarrollo exitoso del programa catastral.

### **9.3. Red de Telecomunicaciones:**

Instalación de una red de telecomunicaciones, que enlazará a todas las 16 oficinas delegatarias del Catastro y en conjunción con la red computarizada será la principal herramienta de trabajo que el nuevo Catastro Multifinalitario utilizará para dar garantías de la propiedad inmueble a sus propietarios.

### **9.4. Adquisición de equipos:**

Se contempló la adquisición de equipos y software de aplicación, destinados a la actualización y reforzamiento del inventario actual de la Dirección de Geodesia y Cartografía, de manera de dotar a la institución con el equipamiento necesario para llevar a cabo las tareas que surgieron con el establecimiento de las bases del nuevo Catastro Multifinalitario del país.

### **9.5. Asistencia Técnica:**

Continuar con esta actividad, considerada dentro de las actividades prioritarias del Subcomponente ya que permitirá elevar la capacidad profesional del personal involucrado en el proyecto, así como la transferencia de tecnología, producto de la contratación de consultores internacionales y nacionales.

### **10. Supervisión de Levantamientos Catastrales:**

Producto de la reconceptualización se acordó asistir al Instituto Nicaragüense de reforma Agraria (INRA) en el



proceso de titulación, en lo referente a la supervisión de la medición y deslinde de propiedades, en todo el territorio.



Luego de cumplidos cinco años de ejecución del Proyecto, el Subcomponente Catastro durante este período (1994-1998) ha obtenido los siguientes logros y avances en el desarrollo de sus actividades.

### **1. Establecimiento de la Red Geodésica Nacional de Control Primario:**

Esta actividad fue concluida un 100% en el primer trimestre de 1996, siendo ejecutada con la participación de la empresa local TEC & Compañía en las etapas de reconocimiento y monumentación de las 50 estaciones geodésicas y por el Defense Mapping Agency (D.M.A.) en las etapas de Mediciones Satelitales y Procesamiento de Datos. La Nueva Red Geodésica está referida al Sistema de referencia WGS-84 y tuvo un costo total de U.S.\$ 357,052.50.

### **2. Red Altimétrica Nacional:**

Se previó la ejecución de la Red de Control Altimétrico para 1997, estimándose el inicio de los trabajos para el segundo semestre, una vez cumplida la Consultoría para la elaboración de los Términos de Referencia y Especificaciones Técnicas de dicha red y realizado el proceso de licitación correspondiente. Sin embargo, las dificultades encontradas para la contratación del Consultor Internacional, especialista en Geodesia, impidieron cumplir con lo programado en el POA 97. En el mes de Julio / 97, se firmó el contrato para la realización de la consultoría antes mencionada, y, en consecuencia, se elaboró el documento de licitación respectivo, de cual se obtuvo la no objeción del Banco Mundial, para dar inicio al proceso de licitación. No obstante, por la complejidad y envergadura del proyecto se solicitó al Banco Mundial que él mismo fuera ejecutado por el National Imagery and Mapping Agency (NIMA), obteniéndose la no objeción. Los trabajos de reconoci-

miento y monumentación de 380 estaciones de control concluyeron en el mes de Diciembre del 98, con la participación de empresas locales. Los trabajos de medición y depuración de datos que estarán a cargo del NIMA, darán inicio el 15 de Enero de 1999. Los trabajos para el establecimiento de la Nueva Red Altimétrica Nacional, tienen un costo estimado de Un Millón Quinientos Mil Dólares (US\$ 1,500,000.00).

### **3. Tomada Fotografías Aéreas:**

En Diciembre de 1995, se firmó contrato con la empresa Geographic Air Survey (GAS) para que efectuara la toma de Fotografías Aéreas, a escala 1:40,000, en 50,455Kms. En las zonas del Pacífico y Macro-Central del país, cubriendo un área de 33,601Kms., significando el 66.6% del área contratada. A inicio de 1997 la empresa tomó solamente 4,899Kms. faltando, aproximadamente 11,955Kms. por cubrir; la falta de recubrimiento no fue posible debido a las condiciones meteorológicas adversas imperantes en dicha zona. El costo total del contrato asciende a US\$ 449,660.00. El área faltante fue cubierta con imágenes satelitales, habiéndose finiquitado el contrato con la empresa G.A.S.

### **4. Producción de Ortofotomapas:**

Motivado a las dificultades presentadas por la empresa G.A.S., para la obtención de fotografías aéreas en la totalidad de los 50,455Kms. de la zona del Pacífico y Macrocentral, se acordó elaborar ortofotomapas en los 22,300Kms. de la zona catastrada de la región del Pacífico que había sido posible fotografiar en su totalidad. A tal efecto, durante el segundo trimestre de 1997, se firmó contrato con el Consorcio de empresas españolas "Trabajos Catastrales, S.A.- Azimut, S.A." para que elaborara 573 Ortofotomapas, a escala 1:10,000, en dicha zona, por un costo de US\$ 634,225.00. Siguiendo las recomendaciones técnicas de los especialistas de la Dirección de Geodesia y Cartografía de cambiar el formato 12 hojas derivadas de la hoja topográfica 1:50,000 a 16 hojas, se decidió la elaboración de 252 ortofotomapas adicionales a los previstos inicialmente.

Los trabajos concluyeron en Abril de 1998.

### **5. Toma de Imágenes Satelitales y Producción de Espaciomapas:**

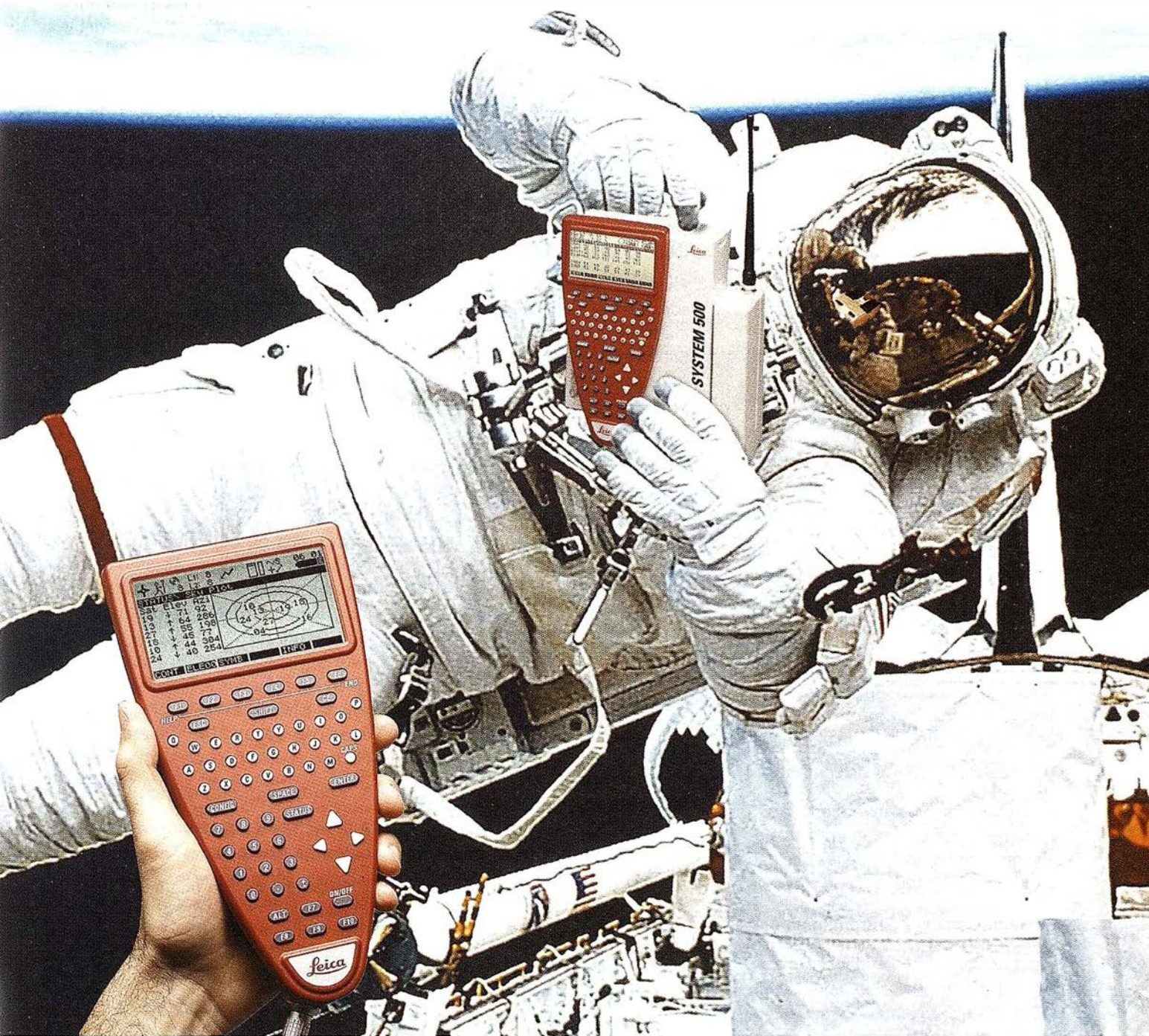
En Enero de 1997 se contrató a la empresa francesa SPOT IMAGE para cubrir el país con 74 imágenes satelitales pancromáticas y elaborar espaciomapas a escala 1:25,000 en 40,000Kms. de la zona Atlántica y parte de la zona central y sur del país, las cuales se emplearán para apoyar los levantamientos catastrales en dichas zonas. El contrato con SPOT incluye la ejecución de cinco proyectos piloto, dos en la zona del Pacífico y 3 en el Atlántico, totalizando un área de 7,000Kms., con el objeto de recolectar datos del Catastro para su inclusión y transformación a un Sistema de Información Territorial. Con la ejecución de este contrato se sentarán las bases para el cumplimiento de los objetivos plantados en las actividades 6, 7 y 8 programadas en la reconceptualización, ya que al finalizar quedará implementado un Sistema de Información Territorial, logrando de esta forma la automatización de la Base de Datos Catastrales y con la ejecución de los proyectos pilotos se obtendrán los indicadores técnicos y económicos necesarios para realizar la Delineación Catastral en el resto del territorio nacional.

#### **Hasta la fecha se han obtenido los siguientes logros:**

- » Toma de 50 imágenes satelitales correctas de las zonas del Pacífico y Central Norte del país de un total de 74 que cubren el país.
- » Recolección de antecedentes y evaluación de todos los gráficos e información alfanumérica existentes disponibles, de los distintos entes que poseen información territorial necesaria para el desarrollo del proyecto.
- » Capacitación de los técnicos de INETER en los temas de Remote Sensing and GIS, y en todas las demás actividades que se desarrollaron en la ejecución de los proyectos pilotos (fotoidentificación, digitalización, actualización y man-



# System 500... el amanecer de una nueva era



GPS 01-99s

«Un Pequeño Paso para el Hombre, Un Salto de Gigante para...» Nuevo System 500 de Leica, el Nuevo Estándar Mundial en Topografía GPS. Con él, su trabajo se hará más fácil. El System 500 ha sido concebido para el más alto rendimiento, desde su reducido tamaño y bajo peso hasta su diseño modular, y a un precio que usted puede afrontar. Es la mejor solución GPS para cualquier aplicación, disponiendo

en un mismo equipo de dos configuraciones, todo en bastón o en mochila, ya sea en coche, barco o cualquier medio de transporte. No más barreras gracias a sus baterías fácilmente insertables y tarjetas PCMCIA de gran capacidad. Es un pequeño paso para el hombre, pero un salto de gigante para la topografía. Contacte con nosotros a través del +41 71 727 31 61 (Europa) o través de su representante local.

**Leica**

MADE TO MEASURE



tenimiento del catastro, etc.). Además los anuales con las especificaciones para el desarrollo de cada una de las actividades desarrolladas.

- » Elaboración de las Especificaciones Técnicas sobre el diseño del Centro de producción y del Sistema de Información Territorial.
- » Conclusión de los proyectos pilotos de Masaya y Chinandega.
- » Elaboración de espaciomapas a escala 1:25,000 de las zonas pilotos y en 33,000kms. de las regiones Central y Atlántica, además la elaboración de espaciomapas a escala 1:100,000 de toda la zona del Pacífico de Nicaragua. El monto de este contrato asciende a la cantidad de US\$ 4,277,855.00. El contrato se ejecutará en un lapso de 24 meses, contados a partir del 1ero. de Julio/97.

#### **6. Remodelación y/o Construcción de Oficinas Catastrales:**

Se cumplió con el programa de construcción de los edificios para las oficinas de las Delegatarias de Catastro, con la remodelación de las oficinas centrales del Departamento de Catastro, ubicadas en la ciudad de Managua por un monto de C\$ 349,500 y se construyeron nuevas en las siguientes ciudades: Masaya, Granada, Estelí, Rivas, Jinotega y Jinotepe; con una inversión de C\$ 5,151,480.60 y se encuentran en ejecución la construcción de las oficinas de León y Chinandega.

#### **7. Capacitación y Entrenamiento Técnico:**

Se elaboró un Plan de Capacitación y Entrenamiento para el personal técnico y profesional vinculados con el Catastro en áreas específicas tales como: Sistemas de Posicionamiento Global (G.P.S.), automatización y aplicaciones informáticas, Sistema de Información Geográfica (S.I.G.), Teledetención, Delineación y Levantamientos Catastrales, Cartografía Básica, Cartografía Asistida por Computadora y Fotogrametría Digital, entre otras, con un costo estimado de US\$ 550,000.00. Hasta la

fecha se han desarrollado los siguientes:

- » Curso de Computación para 12 personas, 70 horas académicas, dictado por el Instituto Nicaragüense de Computación (ITN), (Noviembre/95-Febrero/96).
- » Curso de Aplicación del Sistema de Posicionamiento Global, (GPS), en la creación de redes geodésicas nacionales, densificación y control suplementario, con asistencia de 5 personas del INETER en México, (No viembre/95).
- » Asistencia y Participación de 5 personas, en el Seminario sobre Sistema de Información Geográfica Agro 500, organizado por el Ministerio de Agricultura y Ganadería (Marzo/97).
- » Curso Intensivo de Inglés, durante 10 meses, para 16 personas, dictado por la Universidad Americana (Agosto/96-Mayo/97).
- » Curso de Cartografía Digital durante 07 semanas, con asistencia de 3 técnicos de INETER, en el Instituto Geográfico Agustín Codazzi, en Colombia.
- » Asistencia a la XVI Semana Cartográfica y de Catastro en centroamérica, en El Salvador, con participación de 6 personas.
- » Curso de Cartografía, con participación de 12 técnicos del INETER, dictado por el Defense Mapping Agency (D.M.A.), entre el 12 de Junio y el 02 de Julio/97 en las instalaciones de la Dirección de Geodesia y Cartografía, en Managua.
- » Curso de Supervisión de Producción Cartográfica, con asistencia de 20 personas de la Dirección de Geodesia y Cartografía, dictado por el Defense Mapping Agency (D.M.A.) entre el 08 y el 17 de Enero de 1997, en las instalaciones INETER.
- » Curso "Principios sobre Manejo de Programas Cartográficos", con asistencia de 15 personas de la Dirección de Geodesia y Cartografía, dictado por el Defense Mapping Agency, entre el 04 y el 15 de Agosto de 1997, en las instalaciones INETER.

- » Curso de Postproceso G.P.S., con asistencia de 10 personas de la Dirección de Geodesia y Cartografía, dictado por la empresa TRIMBLE, entre el 28 de Julio y el 01 de Agosto de 1997, en las instalaciones INETER.
- » Curso de Micro Station 95, con asistencia de 11 personas de la Dirección de Geodesia y Cartografía, dictado por la empresa Continex, S.A., entre el 17 y el 26 de Septiembre/97, en las instalaciones INETER.
- » Curso de GIS + Remote Sensing, con asistencia de cinco personas de la Dirección de Geodesia y Cartografía, dictado por la empresa francesa SPOT IMAGE entre el 06 de Octubre y el 07 de Noviembre/97, en Toulouse, Francia.
- » Curso en el Instituto Agustín Codazzi en Colombia.
- » Curso en el NIMA COLLEGE en Virginia, USA.

Los cursos de capacitación que se recibieron son en las áreas de Cartografía, Fotogrametría, Catastro Rural y Urbano, Sistemas de Información Geográfico, Manejo de Imágenes Satelitales, etc. El costo de la inversión asciende a Trescientos Cincuenta y Nueve Mil Ochocientos Cuarenta y Dos con 13/100 Dólares Americanos (US\$ 359,842.13).

#### **8. Adquisición de Equipos:**

##### **A la fecha se han adquirido los siguientes equipos:**

- » 29 Vehículos con una inversión total de: US\$ 412,967.43
- » 16 Camionetas Doble Cabina, Toyota Hi-Lux.: US\$ 241,296.00
- » 12 Camionetas Doble Cabina Isuzu: US\$ 153,671.43
- » 1 Jeep Mitsubishi Montero: US\$ 18,000.00
- » Mobiliario y equipo de Oficina: US\$ 3,595.29
- » Equipo de Computación: US\$ 17,061.40, por ejecutar: US\$ 27,800.00
- » Nueve Plantas Telefónicas y sus accesorios: US\$ 22,441.00



- » Equipo Menor de Ingeniería:  
US\$ 7,579.08
- » Equipo de Impresión, conformado por fotocopiadora Xerox y Fotocopiadora Heliográfica de planos y sus Accesorios:  
US\$ 13,807.00
- » Seis Unidades G.P.S., Dos de 02 Frecuencias y Cuatro de 01 Frecuencia:  
US\$ 199,979.00
- » Sistema Editorial Cartográfico:  
US\$ 225,416.00
- » Estación Fotogramétrica Digital:  
US\$ 786,002.00
- » Diecisiete Plantas Eléctricas: 01 de 86.4KW; 09 de 7.0KW y 07 de 17.2KW por un monto de:  
US\$ 85,048.00
- » 1 Planta de 86.4KW:  
US\$ 11,370.00
- » 9 Plantas de 7.0KW:  
US\$ 37,719.00
- » 7 Plantas de 17.2KW:  
US\$ 35,959.00
- » Material Fotográfico Diverso:  
US\$ 8,040.91
- » Estación Total y sus Accesorios:  
US\$ 23,608.49

Para último año de ejecución del Subcomponente Catastro se logró concluir con las adquisiciones programadas como parte del Fortalecimiento Institucional de INETER. En tal sentido, se adquirieron los equipos de computación; hardware y software, necesarios para la automatización del sistema catastral a nivel nacional, de conformidad con los requerimientos presentados por el Consultor Internacional, Especialista en Catastro. El costo de dichos equipos es de Doscientos Setenta y Ocho Mil Dólares Americanos (US\$ 278,000.00). Así mismo, de conformidad con lo programado y como parte del Fortalecimiento Institucional, antes señalado, se adquirieron los equipos y mobiliario de oficina necesarios para la habilitación de los nuevos edificios de las delegatarias departamentales de Catastro y la adquisición de equipo menor de ingeniería. La inversión en este rubro es del orden de SESENTA Y CUATRO MIL QUINIENTOS DÓLA-

RES AMERICANOS (US\$ 64,500.00). Del mismo modo como consecuencia de la adquisición de las plantas eléctricas durante el segundo semestre del 97 se contempló para el primer semestre del 98 la instalación de dicho equipo con un costo global de CUARENTA MIL DÓLARES AMERICANOS (US\$ 40,000.00).

#### **9. Red de Telecomunicaciones a Nivel Nacional:**

Se programó para 1997, la licitación e inicio de los trabajos para la instalación de la red de telecomunicaciones de INETER; sin embargo, no pudo cumplirse con lo programado motivado a las dificultades encontradas para obtener la terna de candidatos para la ejecución de la Consultoría relativa a la elaboración del Proyecto Técnico Ejecutivo de dicha red. En el mes de Junio se contrató al Consultor. El Proyecto Técnico Ejecutivo se remitió a TELCOR para su estudio y asignación de la frecuencia de operación correspondiente, recibiendo respuesta hasta en el mes de Octubre; recomendando utilizar la frecuencia de 5 GHZ. El Consultor contratado para la elaboración del Proyecto considera, que utilizar esta nueva frecuencia no es conveniente para la Institución, debido a que habría que elaborar un nuevo proyecto y el costo de dicha red sería muy superior al monto estimado. Se hicieron las gestiones pertinentes ante las autoridades de TELCOR, las cuales asignaron la frecuencia solicitada. En el primer trimestre del año 98 con el objeto de elaborar los documentos para la licitación de la Red se hicieron varias consultas con la Empresa Nicaragüense de Telecomunicaciones la cual brindó su asesoría técnica recomendando que el proyecto inicial era costoso y no factible para INATER el mantenimiento de la misma y que sería mejor utilizar las instalaciones existentes en el país, lo cual reduciría los costos considerablemente. La red del Catastro se llevó a cabo en el segundo semestre de 1998, con un costo de Seiscientos Mil Dólares Americanos (US\$ 600,000.00) y un tiempo de ejecución de seis meses.

#### **10. Asistencia Técnica:**

Desde el inicio de ejecución del proyecto hasta finales del mismo se

cumplió con el programa de contratación de consultores locales y de consultores internacionales, especialistas en áreas sustantivas tales como: Geodesia, Fotogrametría, Catastro, Telecomunicaciones, Topografía, Informática, etc., con una inversión en el orden de US\$ 703,735.00. Durante el primer semestre de 1998, se materializó la contratación y ejecución de las Consultorías internacionales del Especialista en Catastro y Especialista en Informática, quienes implementaron el programa de automatización del Sistema Catastral que servirá para fijar las bases del nuevo Catastro Multifinanciado.

#### **11. Supervisión de Levantamientos Catastrales:**

La supervisión de levantamientos topográficos, desde el momento de reconceptualización hasta Septiembre de 1997 se ha limitado estrictamente a la revisión de campo y gabinete de los planos presentados por las empresas contratadas por el INRA en el marco del PNCTR, correspondientes a la zona catastrada del país. El monto total de planos revisados es durante el período de la referencia es de 2,290, cubriendo un área aproximada a 57,000 manzanas. Los gastos operativos relativos al desarrollo de esta actividad han sido cubiertos con fondos de contrapartida nacional. No obstante, con la intención de darle un mayor impulso a esta actividad y lograr cubrir la meta propuesta por el Subcomponente Titulación, el INRA licitó y firmó, en Octubre de 1997 el Contrato No. PNCTR-062-097 "MEDICIÓN Y DEMARCACIÓN DE 514,765 MANZANAS", con la empresa LOUIS BERGER INTERNATIONAL INC. En base al convenio de cooperación interinstitucional suscrito entre los representantes legales del INRA e INETER, la supervisión técnica de dicho contrato es responsabilidad de esta última institución.

El contrato de la referencia finaliza en el mes de Noviembre de 1998, de acuerdo a lo previsto, para la ejecución de la supervisión los gastos operativos y de contratación de personal, fueron asumidos por INRA, y ascendió a la suma de US\$ 250,000.00 (DOSCIENTOS CINCUENTA MIL DÓLARES NETOS).



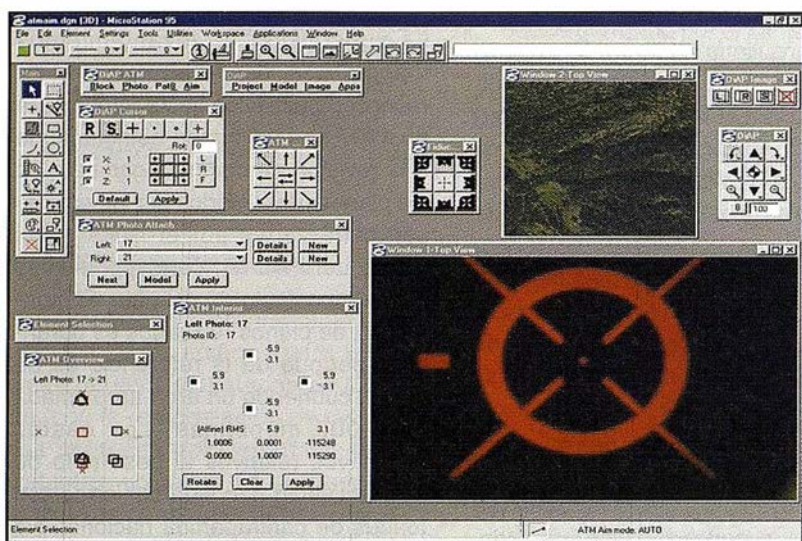
**DiAP AIM** es un sub-sistema de nuestro restituidor digital DiAP, que automatiza completamente todas las mediciones necesarias durante el proceso de aerotriangulación, por correlación de imágenes. Unido a DiAP ATM, AIM proporciona una poderosa herramienta para triangular grandes bloques a una media aproximada de una foto por minuto.

# DiAP AIM

*A u t o m a t i c I m a g e M e n s u r a t i o n*

DiAP AIM se integra completamente con DiAP ATM, y permite al usuario seleccionar entre diversos modos de medición: Manual, automático con validación, y totalmente automático. El operador puede en cualquier momento cambiar de un modo a otro en cualquier momento del proceso de aerotriangulación.

DiAP AIM realiza la orientación interna de todas las fotos automáticamente, presentando los resultados al operador para su validación. No importa ni el tipo de marca fiducial ni su situación, el sistema las localizará con una precisión sub-píxel.



Trabajando con DiAP AIM, el usuario solo tiene que observar una vez los puntos de control, puesto que el sistema los medirá por correlación en todas las demás fotos en que aparezcan. Para esta medición inicial, el operador dispone de toda la potencia del sistema de visión estéreo de DiAP, haciendo la tarea más fácil y precisa.

El operador tiene control total de todas las observaciones; puede controlar la precisión de la correlación automática en todo momento, a lo largo de la medición del bloque. La necesidad de remedir puntos después de una primera medición general del bloque es mínima.

El operador puede realizar automáticamente una medición múltiple de todos los puntos comunes entre una foto y las 8 que la rodean con solo clicar en un icono.

**Con ISM sólo se Mide Una Vez.  
Avance con  
Rapidez y  
Firmeza**



Contacte con nosotros para recibir una copia de nuestro conocido libro,

*The Fundamentals of Digital Photogrammetry.*



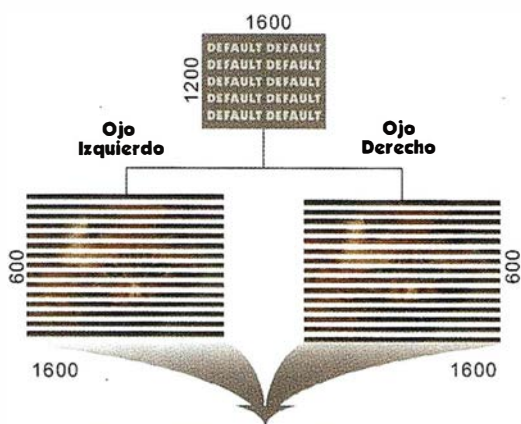
# La Tecnología de Visión Estereoscópica de ISM Proporciona la Más Alta Resolución de Pantalla

## Entrelazado

### Resolución Estéreo, La otra vía

Lo habitual... aceptado y fácil de hacer. El método distribuye líneas alternas de señal de video a cada ojo.

Salida de video habitual:



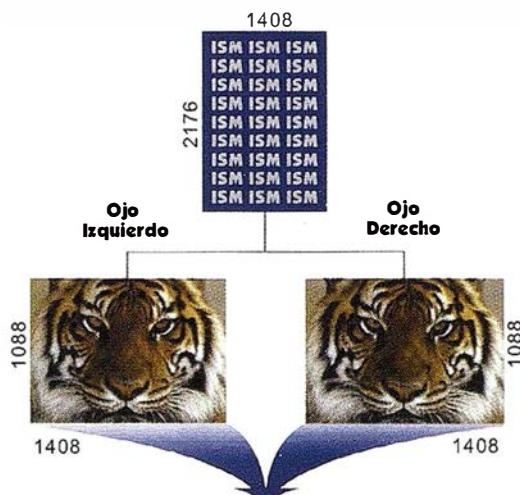
**Resolución Estéreo**  
**1600 x 600 = 960,000 Píxels**

## campos Alternos

### La Resolución estéreo de ISM

Nuestra elección... difícil, pero mejor y más correcta. La técnica proporciona alternativamente, a cada ojo por separado, la totalidad del campo de visión.

Salida de video de ISM:



**Resolución Estéreo**  
**1408 x 1088 = 1,531,904 Píxels**



**ISM**

Europe

*Stereo Imaging Through Innovation*

**ISM Europe S.A.**

Avda J. V. Foix 72, Local 5B

08034 Barcelona

Tel. 93 280 10 50

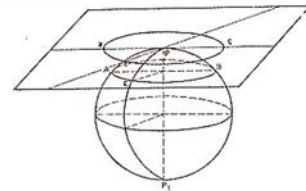
Fax. 93 280 19 50

**www.ismeurope.com**

info@ismeurope.com



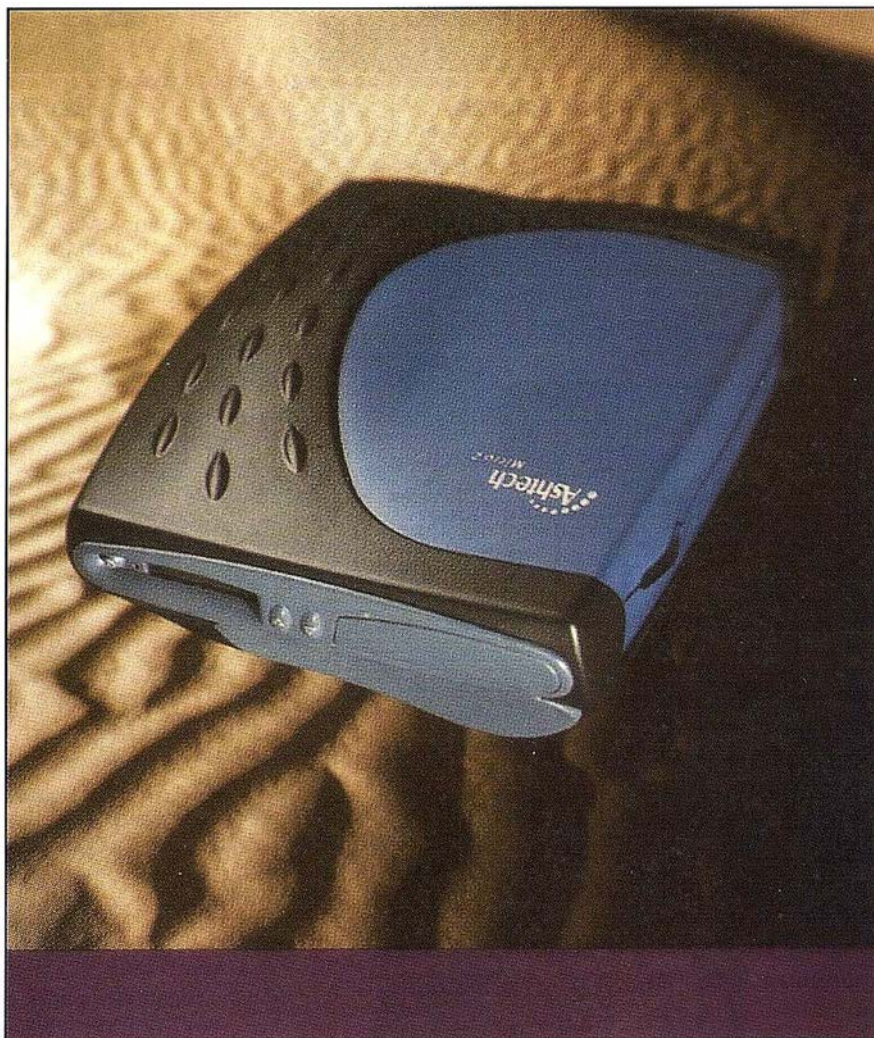
# Noticias Ashtech [Hitos históricos]



## Y EL PREMIO OEMMIE SE OTORGA AL... GG24 Y AL AG NAVIGATOR

El Z-Surveyor es el digno recipiente del premio "Mejor de su clase" para 1997, en la categoría de equipos, otorgado por la revista I.D. (International Design). Este premio está reconocido mundialmente como uno de los más prestigiosos otorgados a equipos industriales. Diseñado por FrogDesign Inc. en colaboración con Ashtech, el liviano Z-Surveyor fue elegido por su delicado diseño y ergonómica escultura. Los jueces del concurso, que cribaron los 2.500 equipos aspirantes, coincidieron en la facilidad de transporte y de manejo de la unidad, su terso y sin embargo táctil envoltorio, y su compacta elegancia para conceder al Z-Surveyor este máspreciado galardón.

Cada año, la revista Off-Highway y sus publicaciones hermanas recompensan con los premios OEMMie a las mejores innovaciones de los productos en la rama de la ingeniería. Este año, Ashtech ha sido el orgulloso recipiente de no uno, sino dos, premios OEMMie. El GG24 fue declarado ganador, y el Ag Navigator ganó el preciado OEMMie de la revista Farm Equipment (publicación hermana de la revista Off-Highway). Jurados independientes evaluaron casi 1.000 aspirantes sobre la base de (1) su impacto en el mercado de equipos relacionados con la carretera haciendo avanzar el estado de la técnica, (2) sus soluciones singulares para las OEMs y la mejora en el comportamiento de los equipos, y (3) la demostración de su innovación funcional.



## ORO EN BOLIVIA

En un esfuerzo para ayudar a las autoridades de Bolivia a crear un mapa de campo de Cerro San Simón, una remota zona minera en la jungla boliviana, el Ashtech Reliance se ha adentrado en el corazón de la selva boliviana para unirse a la búsqueda de oro o, por lo menos, ayudar a los propietarios de las minas a localizar con precisión los lugares de sus denuncias.

En el pasado, los planos de los límites de las denuncias se realizaban

mediante triangulación de elementos topográficos prominentes como, por ejemplo, picos montañosos u otras marcas del terreno. Sin embargo, en la jungla plana, donde la visibilidad es pobre, la mala definición de las lindes de las minas era cosa común, y los mapas resultantes eran imprecisos. Para ayudar a resolver las discrepancias que surgían entre las posiciones reales de las denuncias (muchas de las cuales tenían una antigüedad de siglos) y las posiciones legales indicadas en los mapas oficiales, la legislación boliviana ha decretado la confección de un mapa de





lindes de las denuncias mediante el GPS de alta precisión. Con la ayuda de los sistemas Ashtech Reliance se ha confeccionado un mapa que indica con precisión las localizaciones de todas las minas de oro de la zona y que cumple las normas oficiales relativas al posicionamiento de las marcas de localización de las demandas de minas.

## SCIGN SELECCIONA A ASHTECH

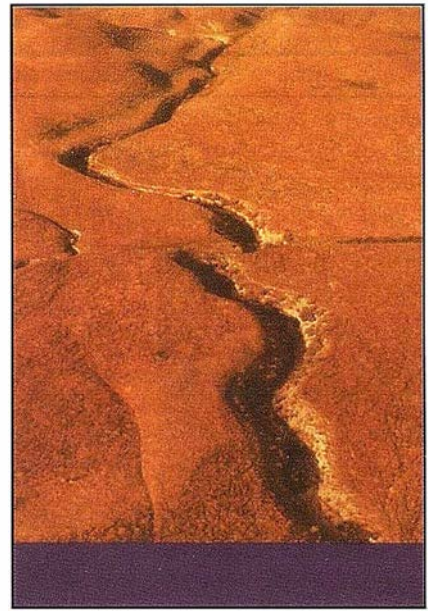
Ashtech ha sido seleccionado para suministrar su Estación de Referencia Geodésica Continua (CGRS) a la Universidad del sur de California, para el programa de densificación y ampliación de más de 200 estaciones permanentes de supervisión del Sistema de Posicionamiento Global (GPS) de la Red GPS Integrada del Sur de California (SCIGN) de dicha Universidad. SCIGN es un conjunto de estaciones GPS distribuidas por todo el área de la gran California del Sur enfocada en la región metropolitana de Los Angeles. El objetivo del proyecto es el de complementar las investigaciones que se llevan a cabo sobre el peligro de terremotos en una zona metropolitana de alto riesgo mediante la medición con alta precisión de las deformaciones en estaciones densamente espaciadas. SCIGN forma parte del Centro para Terremotos de California del Sur (Southern California Earthquake Center: SCEC) y es operado y mantenido por el Laboratorio de Propulsión a Chorro (Jet Propulsion Laba:

JPL) de la NASA, ubicado en Caltech, por el servicio de Topografía Geológica de los EE.UU. (U.S. Geological Survey: USGS), y por el Centro Scripps de Orbita y Conjunto Permanente (Scripps Orbit and Permanent Array Center: SOPAC) en la Universidad de California, San Diego.

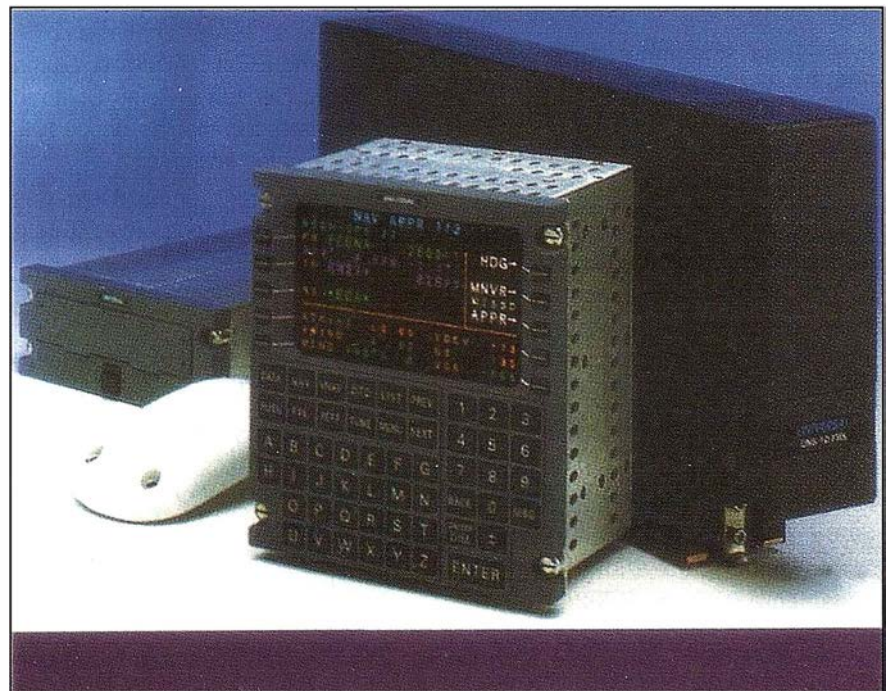
## GPS+GLONASS GUIA LOS VUELOS TRANSATLANTICOS

### UNIVERSAL® AVIONICS SYSTEMS CORPORATION

Universal Avionics Systems Corporation, socio de Ashtech en la industria aeronáutica, completó con éxito el primer vuelo transatlántico efectuado con el uso combinado de la tecnología GPS+GLONASS en un avión a reacción de la corporación. Con el equipo receptor de GPS+GLONASS GG24 de Ashtech empaquetado en un Sensor 1MCU que alimentaba al Sistema de Gestión de Vuelo UNS-1D de Universal Avionics, la tripulación de vuelo que pilotó el avión Challenger de Universal, partió de Irlanda con destino a Teterboro, Nueva Jersey. El vuelo, de una duración de 7 horas y



10 minutos, se realizó a una altitud de 41.000 pies. Durante el vuelo, el GG24 de 24 canales calculó las posiciones utilizando 17 satélites (8 satélites GLONASS más 9 satélites GPS). El GG24 proporcionó las posiciones horizontales con una precisión de 16 metros el 95% del tiempo, y lo que esto implica para una mejora notable de la precisión de la navegación aérea es significativo.





# EN CAMPO: «UN GIS PARA TODOS Y TODOS CON UN GIS»



**FN32: SOFTWARE PARA RECOGIDA DE DATOS EN CAMPO UTILIZABLE EN LA GESTIÓN, INVENTARIADO Y EVALUACIÓN DE TODO TIPO DE ORGANISMOS Y EMPRESAS PÚBLICAS Y PRIVADAS, POR: RECURSOS TÉCNICOS MADRID, S.L.**

En el transcurso del desarrollo e implantación de un GIS, a menudo se obvia la toma de datos en campo. Es decir, no se tiene en cuenta que si se implanta un GIS es necesario disponer de datos que procesar.

No se trata solamente de disponer de los datos, además es necesario mantenerlos y actualizarlos, en campo. (Al final como en las guerras siempre tiene que ir la infantería..)

La solución pasa necesariamente por FN32 de Recursos Técnicos Madrid, S.L. Es una de las escasas aplicaciones de campo capaces de mover cartografía y mapas de gran número de megas asociando bases de datos a objetos diseñados y fotografías aéreas y terrestres.

A menudo se confunde los colectores de datos con GPS con el inventariado global para el que está expresamente indicado FN32 .

Cuando se piensa en los cometidos, y sus problemas no se puede evitar considerar quienes podrían verse favorecidos con las soluciones. Todo tipo de

organismos empresas públicas y privadas necesitan la captura de datos en campo para mantener la información a punto y disminuir sus costes. La cultura de este tipo de tecnologías está todavía en pañales en España y existen muchas confusiones por la gran oferta que presenta el mercado, cuando la única verdad es que la solución para todos ellos es un software modular y configurable por el usuario compuesto de un sig móvil y un módulo gps, este opcional, pues hay casos, como en interiores, en los que el gps no es necesario.

Países como EEUU, Australia, Alemania, Japón, Canadá y Reino Unido incorporan estas tecnologías desde 1992 en los siguientes sectores:

- Servicios: Emergencia, Atestados, Inspecciones, Electricidad, Teléfono, Alcantarillado;
- Catastro: Rústico, Urbano, Minería.
- Medio Ambiente: Recursos Naturales, Medio Marino, Gestión Costera y Fluvial, Forestales, Agricultura, Contaminación, Gestión de Parques, Jardines y Zonas Verdes, Limpieza Pública y Viaria;
- Energía: Gas natural, petróleo y gasolina; Transporte por tubería;
- Obras Públicas: Carreteras, Ferrocarriles, señalización;
- Bellas Artes, Patrimonio Histórico, Arquitectura y Urbanismo;
- Industria y locales cerrados: Ges

tión de plantas industriales, hotelera, de hospitales;

Y un largo etcétera.

**Cómo se puede ayudar a los operadores e inventariadores de campo con un SIG móvil**

Eliminando planos y notas de datos en papel y aportando potentes funciones de visualización y gestión de planos vectoriales y raster como zoom, coordenadas, autopan (auto-desplazamiento), leyendas dinámicas, etc., sobre los pen computers (ordenadores de lápiz), principalmente.

Aportando una plataforma abierta y flexible utilísima para diseñar y construir un sistema propio y rentable de recogida de datos que se integra en los sistemas de oficina sin complejas macros ni difíciles guiones.

## **FieldForms 32 (FF32)**

Módulo para formularios útil en la recogida de datos en campo sin cartografía.

Existen casos en los que se requiere una solución a los datos de sistemas no basados en cartografía, pero suponiendo que posteriormente sí se necesitan planos y/o mapas los datos tomados en FF32 migran fácilmente a FN32.

Para soluciones que no requieren mapas ni croquis, FF32 ofrece la misma potencia y flexibilidad que FN32, sin las herramientas que muestran y gestionan mapas. Pero la empresa u organismo generalmente quiere "su" aplicación, y para ello FF32, aplicación de 32 bits configurable por el usuario, ofrece la operatividad y flexibilidad que se necesita para elaborar soluciones móviles de campo no basadas en cartografía: mediante plantillas personalizadas de simple configuración para la recogida de datos de inventario, inspecciones, órdenes de trabajo y un largo etcétera, añadiendo en ellas herramientas de ver, edi-



tar y gestionar información de bases de datos.

Cuando surja la necesidad de gestionar mapas, no hay más que importar las plantillas en FN32 y añadir los controles de los mapas.

### **Recogida de datos en campo fiable y con una gran capacidad de ampliación de datos gráficos y de atributos para satisfacer futuros proyectos y ejecuciones**

Casi todo el mundo está buscando una solución móvil de campo propia y fiable, pero no se quieren complicaciones de complejos guiones ni macro lenguajes, FN32 es la respuesta. Con este sistema todos los datos son completamente salvados y conservados actualizados en tiempo real.

No hay lugar para la duda de "qué pasará al llegar a la oficina con los datos" cuando se hacen inventarios en movimiento de servicios, planos, diseños, y actividades de diseño, como fugas, roturas, etc en instalaciones y elementos lineales; se trata de una herramienta muy potente y que cumple todos los requisitos, incluido el de poderse integrar con los sistemas de oficina, tanto de SIG como de CAD.

### **Entorno Configurable por el Usuario**

Esta solución de 32 bits configurable por el usuario, es la forma más rápida y sencilla de elaborar aplicaciones de campo personalizadas. Diseña plantillas múltiples que definen como se desea visualizar, editar y gestionar los mapas, datos, e imágenes.

Selecciona una gran variedad de herramientas configurables como planos, tablas, etc. y construye vistas de formularios, barras con iconos, grupos de menús y mucho más con el fin de elaborar la interfase que la aplicación requiere.

Siempre puede controlarse con exactitud la funcionalidad que se desea tener disponible, lo cual significa que se puede mejorar la curva de aprendizaje de los técnicos y otros operarios de campo.

Los técnicos y operarios de campo no tienen por que ser programadores.

El modo 'Design Time' da un acceso a todas las opciones para rápidamente

realizar una aplicación de campo personalizada sin ningún tipo de programación. El movimiento de soltar y arrastrar del lápiz del pen-computer, en su caso aporta un total y fácil control. Cuando se ha terminado con el trabajo, el modo 'Run Time' bloquea la interfase del usuario de las características y capacidades que se han definido y asegura que los Técnicos de Campo no se despisten con las características de Design Time ni se alteren los datos, tanto del diseño como de las bases de datos.

FN para elaboración de mapas en movimiento, elimina sobrecargas en los cuadernos de mapas no actualizados, permitiendo que los trabajadores en el campo se lleven al mismo sistemas de mapas informáticos basados en tecnologías de pen computers (ordenadores de lápiz) o portátiles. FN para realizar planos en movimiento es completo, con potentes y sencillas funciones de mapa como ver, desplazar, aumentar (zoom), leyendas combinadas, módulos añadidos, etc.

FN para elaboración de Planos en Movimiento aporta datos precisos al día en tiempo real.

Una queja generalizada del técnico de campo es que sus datos no están actualizados. Los planos de los distintos elementos pueden ser actualizados simplemente cargando y salvando los últimos cambios realizados en sus mapas en un fichero creado a este fin.

El técnico de campo encuentra fácilmente la zona donde se necesita trabajar en el mapa general del área de servicio total, haciendo después una ampliación del punto concreto donde necesita estar. Se mueve desde un mapa de un nivel superior de la zona completa del servicio hasta mapas más pequeños detallados de los elementos o instalaciones simplemente seleccionando el área que se quiere ampliar o disminuir en el mapa de la vista general.

Los mapas en resistentes al agua : un deseo que se cumple.

¡Cuántas veces en el campo se echa en falta el papel sumergible y el lápiz indeleble! La lluvia y el viento pueden acabar con los planos en papel. FN para planos con soporte electrónico permite

al personal de campo hacer sus trabajos sin tener que luchar con los elementos.

FN para Planos con soporte electrónico es personalizable de acuerdo con las necesidades de cada entidad.

Ya que no hay dos clientes con la misma necesidad exactamente, las interfaces de usuarios tales como pantallas de capas, escalas de mapas y otras funciones de FN para planos con soporte de hardware, pueden ser fácilmente personalizables para cumplir los requisitos propios del organismo o compañía. Se pueden visualizar los detalles en cada nivel de zoom y las características disponibles de cada capa se gestionan y controlan fácilmente por el encargado de la entidad.

FN para planos en movimiento cumple todas las necesidades de posibles cambios.

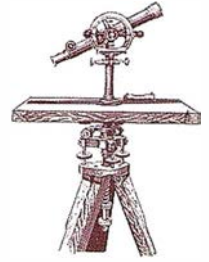
FN está preparado para satisfacer los requisitos según van cambiando las necesidades de visualización al incluir las distintas recogidas de datos. El **Módulo Gráfico de Anotación** permite que los usuarios alteren, añadan, modifiquen y borren datos textuales al igual que capturen fotos digitales.

### **El módulo GPS**

Hay desinformación con respecto a la función de los receptores gps integrados en este tipo de aplicaciones. En primer lugar, no todos los software disponen de un módulo gps, con un menú opcional para todo tipo de marcas. En general se sabe que permite que el usuario capture y obtenga coordenadas e información de localización. Pero hay algo muy importante y que se le escapa casi todo el mundo: al mismo tiempo realiza una gestión total de los mapas situando el plano en curso y al usuario en la pantalla por medio de un símbolo escogido *ad hoc* en el lugar donde físicamente se ha colocado cuando se incorpora un receptor de GPS al pen computer sobre el que se ha instalado FN32 GPS a este fin. Es decir: en cada momento el operador se ve a sí mismo en el ordenador de campo y no necesita buscar informáticamente el plano donde está situado, ya que el módulo GPS (llevando un receptor, se entiende) se encarga de traerlo. Es la función de autopan o autodesplazamiento.



# SISMOS DE NICARAGUA (1998)



Boletín Sismológico. Octubre, 1998.

Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER).  
Dirección de Geofísica.

La Red Sísmica de Nicaragua registró en Octubre, 1998, **248 eventos sísmicos**. La cantidad se concentró en la zona de subducción del Océano Pacífico y en la Falla de Ticuantepe al Sureste de la ciudad capital Managua.

**El día 09 de Octubre a las 05:54 AM, hora local, ocurrió** un sismo frente a las costas de el Astillero. Este evento de magnitud 5.9 fue sentido por algunas personas de la zona del Pacífico. La mayor intensidad fue de IV en la ciudad de Carazo, Jinotepe.

**El 18 de Octubre 07:31 AM, hora local, ocurrió** un sismo en la falla Ticuantepe que fue sentido por toda la población de esta zona, y por algunas personas en Managua y Masaya. Después **ocurrió otro sismo con mayor magnitud a las 08:20 AM, hora local**, con epicentro en la misma zona. Este fue sentido con mayor intensidad por toda la población de Ticuantepe, (intensidad VII) por la mayoría de las personas en Managua y por pocas personas en Masaya. Seguido de éste se produjo un **enjambre sísmico que duró 18 días**. La mayoría de los sismos ocurridos el día Domingo 18 fueron sentidos por todos los pobladores de Ticuantepe. Un sismo con epicentro en el mismo sector de la falla de Ticuantepe ocurrió **el día 25 de Octubre a las 07:24 PM hora local**, y fue sentido por todos los pobladores de esa ciudad.

Después de varios días de intensas lluvias provocadas por el huracán Mitch ocurrió el día 30 de Octubre una **avalancha de lodo en el volcán Casita** sepultando varios pueblos al Norte de Posoltega. **Murieron o desaparecieron aproximadamente 2.000 personas**.

A partir del 23 de Octubre el volcán Masaya volvió a tener explosiones



30 de Octubre de 1998. Flujo de lodo en el volcán Casita. Causó muerte a más de 2.000 personas.

con salida de cenizas y bloques de lava hacia el noreste del cráter Santiago, cayendo en el cráter Nindirí.

A finales de Octubre varias personas que viven en la comunidad de Malpisillo observaron salida de **humo y "lodo" del volcán Cerro Negro**.

Eventos sísmicos ocurrieron en los volcanes de: San Cristóbal, Telica, Cerro Negro, Momotombo y Masaya. La actividad sísmica del volcán San Cristóbal fue relativamente baja en todo el mes de Octubre.

La alta nubosidad y las lluvias provocadas por el huracán Mitch causaron interrupciones en la transmisión de estaciones sísmicas: CRIN, TELN Y CNGN a Managua, debido a que los paneles solares no cargaron suficientemente las baterías de las estaciones de radio – repetidoras. Por tal razón no fue posible el monitoreo sísmico de los volcanes San Cristóbal, Telica y Cerro Negro, a partir del día 25 de Octubre.

En este mes de Octubre se instalaron **cuatro nuevas estaciones sísmicas telemétrica** cerca de los volcanes San Cristóbal, Casitas y Telica como resultado del proyecto con el Servicio Geológico de los Estados Unidos.

La Red sísmica de Nicaragua cuenta actualmente con **25 estaciones sísmicas telemétricas**. De los cuales, **14 están localizadas en los comple-**

**jos volcánicos**. Los datos son recolectados digitalmente y procesado en la central sísmica de INETER en Managua. Algunos eventos detectados por los sistemas de adquisición de los datos de rutina, son procesados regularmente en un período corto de tiempo por el sismólogo de turno. **En caso de sismos fuertes y sentidos por la población, los parámetros de localización de los mismos son enviados minutos después** a las entidades del Gobierno, Defensa Civil y Medios de Comunicación. Algunos fenómenos observados en los volcanes tales como: aumento de sismicidad, erupción, etc., también son reportados. El Boletín Mensual es procesado en los primeros días del mes subsiguiente, después que se revisan los datos preliminares que se registran diariamente. El Boletín es distribuido al Gobierno, medios de comunicación e instituciones sismológicas en: América Central, Colombia, Noruega, Suiza y Estados Unidos. Las lecturas y formas de ondas pueden ser obtenidos escribiendo a la dirección descrita en la portada.

## Aspectos Generales de la Sismicidad de Octubre, 1998

La Red Sísmica Nacional de Nicaragua registró en este período **248 sismos**; de éstos 224 fueron locales, 12 regionales, una distante y 11 sin localización. (Figuras 1 y 2).

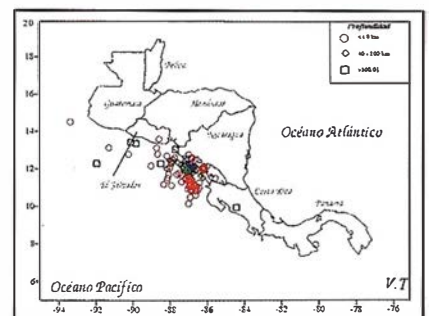


Figura 2. Sismicidad registrada en Centro América, por la Red Sísmica de Nicaragua, (Octubre/1998).



La actividad sísmica se concentró en la zona de subducción frente a la costa del Océano Pacífico principalmente, frente a Corinto – Poneloya, Masachapa – La Boquita, San Juan del Sur y en la falla de Ticuantepe al Sureste de la ciudad capital Managua.

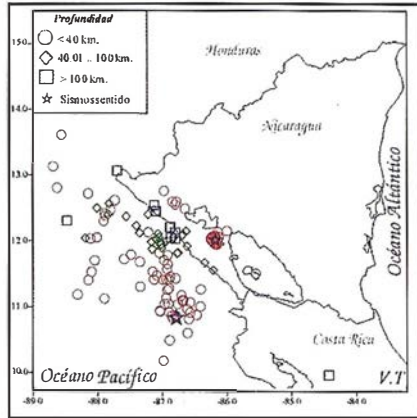


Figura 1. Mapa de sismicidad de Nicaragua.

Varios sismos fueron sentidos por la población del Pacífico. Uno ocurrió el día 09 del mes, frente a El Astillero, sentido por la mayoría de los pobladores de la zona del Pacífico. Un gran número de sismos se sintieron localmente durante el enjambre sísmico cerca de la ciudad de Ticuantepe, ocurrido del 18 al 25 de Octubre.

La Figura 4, representa un corte perpendicular a la zona de subducción de la sismicidad del mes de Octubre. Se observa claramente la inclinación de la placa de Cocos y se aprecia la sismicidad de la Cadena Volcánica Cuaternaria de Nicaragua.

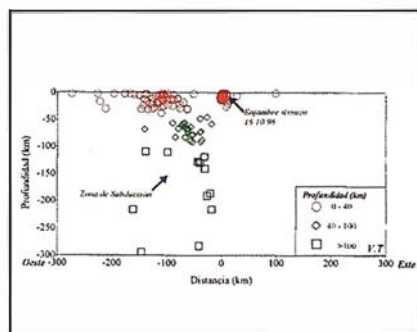


Figura 4. Corte transversal a la zona de subducción en la sección de Nicaragua. Octubre, 1998.

En la Cadena Volcánica Cuaternaria se registraron sismos en los volcanes: San Cristóbal, Telica, Cerro Negro, Momotombo y Masaya.

## Sismos sentidos en Octubre, 1998

### Sismo del día 09 de Octubre

El día Viernes 09 de Octubre a las 05:45 AM, hora local, la Red Sísmica de INETER registró un sismo de magnitud 5.9 en escala de Richter, con epicentro en el Océano Pacífico, frente a El Astillero, Rivas a 148 kilómetros al Suroeste de la ciudad capital Managua. (N° 36 en lista de eventos). La mayor intensidad estuvo en el departamento de Carazo con IV. La figura 5, representa el mapa de la intensidad simulada en base a los datos de coordenadas, profundidad y magnitud, los resultados de éste nos da una idea de como pudo haber sido la intensidad cerca al epicentro. También nos sirve de guía para comparar los resultados de la encuesta macrosísmica.

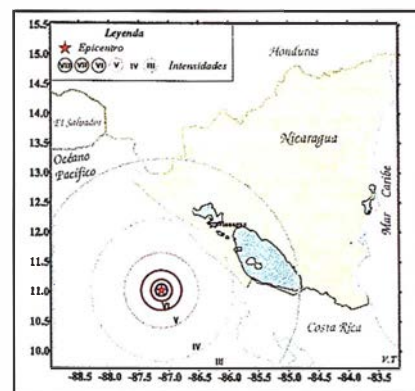


Figura 5. Intensidad simulada del sismo del día 09/10/98, a las 05:54 AM, hora local. Frente a El Astillero.

### Encuesta macrosísmica vía teléfono Morales, A.

El mismo día del sismo sentido se realizó la encuesta macrosísmica vía teléfono obteniéndose los resultados siguientes: (Las intensidades están dadas en escala de Mercalli Modificada).

#### Departamento de Carazo

Jinotepe, Diriamba, Masatepe y San Marcos: sentido fuerte por la mayoría de las personas, algunos pobladores sintieron como una oscilación. La mayoría de las personas que a esa hora dormían se despertaron abandonando sus viviendas, las casas crujieron, objetos livianos se balancearon y algunos cayeron, objetos colgados oscilaron levemente, se derramó agua de varios recipientes

que la contenían, animales domésticos se inquietaron. En la localidad de Diriamba, una pared en construcción se vino al suelo. En Masatepe al momento de la sacudida se interrumpió la energía eléctrica. En el mismo sector en el barrio Julio Centeno algunas casas sufrieron agrietamiento: Hubo alarma en la población. **Intensidad V.**

#### Departamento de Masaya

Masaya, Masatepe, Nandasmo, Niquinohomo, San Juan de Oriente, La Concepción, Catarina: sentido fuerte por la mayoría de la población, algunos pobladores lo sintieron como una oscilación. La mayoría de las personas que a esa hora dormían se despertaron saliendo a las calles y patios. Las casas crujieron, objetos livianos colgados oscilaron levemente, los árboles fueron fuertemente sacudidos y algunos de ellos desprendieron frutos verdes. Animales domésticos como aves (gallinas) que se encontraban en los árboles, volaron en diferentes direcciones. En la localidad de Nandasmo una pila grande de cemento se volcó derramando el agua que la contenía. En Niquinohomo algunos árboles sufrieron quebraduras en sus ramas, cayeron espejos colgados. Hubo alarma en la población. **Intensidad V.**

#### Departamento de Rivas

Rivas, San Juan del Sur, Belén, San Jorge, Ostional y Buenos Aires: sentido por pocas personas, algunos objetos livianos se movieron levemente. En Buenos Aires fue sentido un poco fuerte, algunos objetos livianos se cayeron. En San Juan del Sur y Ostional fue sentido por la mayoría abandonando sus viviendas. En algunas casas de San Jorge, las persianas de vidrio vibraron. **Intensidad IV.**

#### Departamento de Granada

Granada: sentido un poco fuerte. Oscilaron levemente lámparas de alumbrado eléctrico. No se observó movimiento en otros objetos. **Intensidad III.**

#### Departamento de Managua

Managua: sentido por la mayoría de las personas. En varios sectores de



la ciudad las casas crujieron. Muchas personas despertaron al momento del sismo. Se movieron adornos pesados de sala. Se observó marcado movimiento oscilatorio en objetos colgados de regular tamaño. En el barrio Altagracia se derramó agua de recipientes que la contenían. Se produjeron visibles agrietamientos en el Supermercado La Colonia ( en el sector de la Primero de Mayo). En el kilómetro 7 de la carretera Sur se movieron espejos y otros objetos apoyados en las paredes. Fue sentido bastante fuerte en los Altos de Santo Domingo. **Intensidad IV.**

### Sismos sentidos con epicentro en la falla de Ticuantepe

#### Sismo del día 18 de Octubre y enjambre sísmico

##### Resumen

Hernández, Z.

El día Domingo 18 de Octubre, a las 07:31 AM hora local, se registró un sismo (magnitud 3.4) fuertemente sentido por toda la comunidad de Ticuantepe, la mayor parte de Managua y poblados vecinos; éste representó el inicio de un enjambre sísmico que duró 18 días, que incluye los primeros cuatro días de Noviembre. A las 08:20 am, se registró un segundo sismo cuya magnitud fue mayor al primero (4.0 Richter) y produjo alarma entre la población.

La actividad continuó con gran cantidad de microsismos para luego decaer rápidamente. Los epicentros se concentraron próximos al poblado de Ticuantepe a 14Kms. al Suroeste de Managua y borde occidental de la caldera de Masaya (Figura 7).

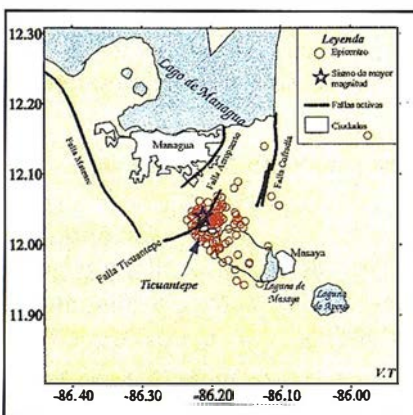


Figura 7. Mapa epicentral del enjambre sísmico en el sector de la falla Ticuantepe.

Se contabilizaron un total de 390 microsismos durante el período del 17 al 31 de Octubre, de los cuales fue posible localizar 118 con magnitud mayor que 1.9.

Las primeras 36 horas de este enjambre fueron las más críticas, representando el 90% del total de eventos localizados y despertando alarma entre la población cercana al área epicentral.

Los sismos de este enjambre se caracterizaron por ser de baja magnitud, menor a los 4.0 grados en la escala Richter y profundidades menores a 15Kms., aunque se aprecia que más del 65% de los eventos localizados fueron menores a 8Kms. de profundidad. Esta actividad estuvo relacionada a movimientos en la falla Ticuantepe.

En el año 1984 un enjambre sísmico similar se presentó entre los meses de Agosto y Septiembre, aunque en esa ocasión el evento de mayor magnitud resultó ser mayor (4.7). Al igual que ahora, en ese año se produjeron rupturas superficiales del suelo con rumbo NE observables por varios kilómetros, fotografías tomadas horas después del sismo de mayor magnitud muestra la dirección de rupturas del suelo, así como daños a la infraestructura e incluso colapso de paredes, cabe señalar que el tipo de construcción en esta zona es de baja calidad estructural.

### Instalación de Acelerógrafos en Ticuantepe

Talavera, E.

Para obtener mejor información sobre el enjambre sísmico de la falla de Ticuantepe, se instalaron cinco acelerógrafos en la ciudad que lleva el mismo nombre. Ese día que inició el enjambre, de forma casi inmediata se procedió a la instalación de los acelerógrafos para obtener más información y poder hacer una mejor localización de los sismos registrados por la red sísmica nacional.

Los lugares y coordenadas donde se instalaron los acelerógrafos son las siguientes:

- Comunidad El Carmen:  
**12.01339N – 86.19481W**

- Comunidad Benjamín Zeledón:  
**12.01073N – 86.20525W**
- Comunidad Juan Ramón Padilla:  
**12.02285N – 86.21060W**
- Comunidad Buenos Aires:  
**12.03659N – 86.21361W**
- Comunidad Las Enramadas:  
**12.02475N – 86.28975W**

El primer evento registrado por los acelerógrafos fue a las 04:42PM hora local y se han registrado un total de 86 eventos hasta el día 29 del mes en curso, de los cuales 37 fueron registrados por la Red Sísmica Nacional.

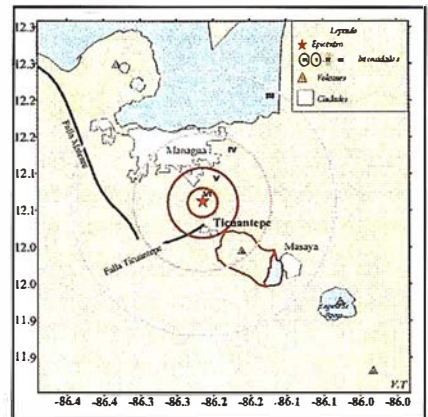


Figura 11. Intensidad simulada del sismo del día 24/10/98, a las 07:24 AM hora local. En la falla Ticuantepe.

### Encuesta Macrosísmica del sismo del día 18 de Octubre, 1998, a las 08:20AM

(Morales, A., Tenorio, V.)

Aunque la mayoría de los sismos del enjambre fueron sentidos por los pobladores de Ticuantepe, se evaluó el sismo de las 08:20 am, que fue el más fuerte de todos los sentidos.

La Mayor intensidad fue de VII y VI en la ciudad de Ticuantepe. Cabe señalar que en Managua en varios sectores de la capital la intensidad no fue igual. Al Sur de Managua fue de V y IV en el centro de la misma, esto se debe a la distancia del epicentro.

Los resultados de la encuesta macrosísmica del sismo ocurrido a las 08:20AM hora local, fueron los siguientes: (Las intensidades están dadas en escala de Mercalli Modificada).

### Departamento de Managua

Ticuantepe: el sismo fue sentido por toda la población. Hubo alarma y

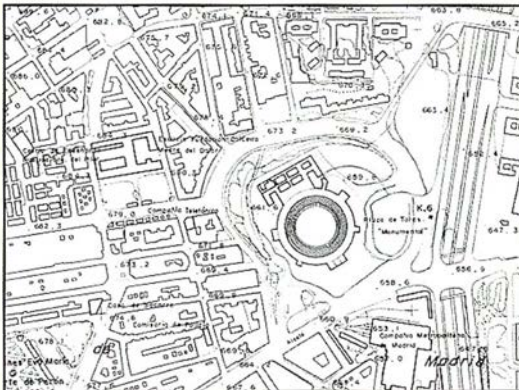




ESTO LO CREO SOLA LA NATURALEZA



AQUI EL HOMBRE YA COLABORO CON LA  
TOPOGRAFIA CLASICA



HOY, SE APOYA Y ACTUALIZA CON GPS

**ESPECIALISTAS EN EQUIPOS DE TOPOGRAFIA, GPS Y  
LASER**

**ASISTENCIA Y MINERIA S.L.**  
**Quintana,23**  
**28008 Madrid**  
**Tel: 91-5428063**  
**Fax: 91-5595674**





pánico. La mayoría de las personas aseguraron haber escuchado ruido subterráneo segundos antes del sismo.

Se observó fino agrietamiento en el terreno de la vivienda de una familia ubicada en la comarca Eduardo Contreras. Prácticamente todas las casas, principalmente las más antiguas y las de pobre construcción resultaron agrietadas y muchas se desplomaron. Algunas personas resultaron con golpes y heridas. La mayoría de la población abandonó su vivienda durmiendo posteriormente fuera de ellas por varios días. Los árboles fueron sacudidos con violencia, adornos de sala se cayeron, objetos colgados se vinieron al suelo, relojes de pared fueron movidos. Las aves domésticas que se encontraban en los árboles volaron en direcciones diferentes, los animales domésticos como los perros y gatos se mantuvieron inquietos todo el día.

El barrio Juan Ramón Padilla, con una población de 5500 habitantes fue el más afectado en cuanto a daños materiales se refiere, debido a que la mayoría de las viviendas no son bien construidas. En este mismo sector una persona resultó con herida en un brazo al caerle la pared de la cocina.

En la comarca Denis Larios, camino de acceso a esa localidad se observó colapso de tierra en una longitud de 200 metros de largo con separación de un metro por colapso. Todas las casas de concreto resultaron de finos agrietamientos en las paredes, algunas de madera se cayeron, también resultaron árboles caídos. La mayoría de las personas con edades avanzadas resultaron con problemas nerviosos, los niños de mostraban inquietos y nerviosos.

En La Borgoña, jurisdicción de Ticuantepe, muchas casas resultaron agrietadas.

Se estima una **Intensidad VII y VI** en todo Ticuantepe.

Managua: según encuesta macrosísmica, vía telefónica y recorrido por ciertos sectores de la ciudad capital se pudo constatar que el sismo fue sentido por la mayoría de la

población, abandonando sus viviendas dirigiéndose a los patios y calles. En muchas casas se balancearon objetos de mesa y algunos cayeron.

Los mercados, supermercados, pulperías y otros centros comerciales cerraron sus puertas paralizando la actividad comercial, reabriendo sus puertas algunas horas después del sismo. La mayoría de estos centros comerciales resultaron con fisuras en las paredes. Las botellas se pegaban entre si, se cayeron objetos de los estantes. Se reportaron daños leves en algunos edificios públicos y casas particulares. En algunos barrios orientales falló la energía eléctrica y se rompieron tubos de agua potable. En los hospitales y centros penitenciarios hubo pánico. **Intensidad IV – III.**

Veracruz: (fte. Entrada a Ticuantepe). El sismo fue sentido por toda la población que apresuradamente abandonó sus viviendas. El tendido eléctrico se movió con fuerza. Adornos de mesa se cayeron, objetos colgados oscilaron. **Intensidad IV.**

#### **Departamento de Masaya**

Masaya: sentido por la mayoría de la población como una fuerte oscilación. No hubo daños en viviendas. **Intensidad III.**

#### **Departamento de Carazo**

Fue sentido por la mayoría de la población. No se reportó ningún daño. **Intensidad III.**

#### **Sismo del día 24 de Octubre.**

Morales, A.

El día sábado 24 de octubre de 1998 a las 07:24 de la noche ocurrió otro evento sísmico con epicentro en Ticuantepe. La magnitud fue de 3.2 grados en la escala Richter (Nº 221 de lista de eventos).

El sismo fue sentido fuerte por todos los habitantes de Ticuantepe y algunos en Managua. Se hizo un mapa de intensidades en base a los datos de coordenadas, profundidad y magnitud (Figura 11).

Se realizó encuesta macrosísmica vía telefónica obteniéndose los resultados siguientes:

Ticuantepe: sentido por toda la población. Al momento del sismo falló la energía eléctrica. Algunas casas crujieron, se movieron adornos de sala, objetos colgados oscilaron y hubo inquietud entre la población debido a temblores fuertes sentidos en días pasados. **Intensidad IV.**

Managua: sentido por pocas personas. Objetos inestables se movieron, adornos colgados en las paredes oscilaron levemente. **Intensidad III.**

Masaya: no fue sentido.

El Crucero: no fue sentido.

Carazo: no fue sentido.

#### **Resumen de actividad sísmica histórica que ha afectado la ciudad de Ticuantepe**

Morales, A.

#### **Periódico La Noticia. Enero 20-22 de 1918.**

En **Enero de 1918**, se sintieron muchos sismos en el lugar conocido con el nombre de Las Pajas, en el valle de Ticuantepe. Al parecer estos movimientos sísmicos rompieron cañerías de agua potable en este sector. Para esa fecha el cráter Santiago presentaba actividad.

#### **Periódico El Comercio. Junio 27 de 1922.**

En **Junio de 1922**, una serie de sismos de baja magnitud se sintieron en Ticuantepe.

#### **Periódico La Prensa. Abril 13-14 de 1926.**

El **lunes 12 de Abril de 1926**, a las 8 y 25 minutos de la mañana, un fuerte movimiento sísmico se sintió en Managua obligando a la ciudadanía capitalina abandonar sus viviendas. Cinco minutos después, otra sacudida sísmica, más fuerte que la anterior provocaba deslizamiento de las tejas de los techos de las casas produciendo ruido que se escuchó por toda la ciudad. Este violento temblor fue sentido en Ticuantepe donde provocó el derrumbe de la casa nacional de esa localidad.

#### **Periódico La Prensa. Noviembre 24 de 1926.**

El gran sismo del **5 de Noviembre de 1926**, que provocó enormes daños materiales en las principales ciudades del pacífico de Nicaragua, oca-



# DIRECCIONES DE INTERÉS



**SUMMA**  
SERVICIO DE INGENIERIA  
Y CONSULTORES, S.A

Passeig Pere III, nº 19 Ent. 1a  
08240 MANRESA (Barcelona)  
Telf. 93-8724200 / Fax. 93-8727735  
E-mail: fgis@summa-eng.com



*Cartografía y Topografía  
Mapas Temáticos  
Aplicaciones SIG-GIS  
Inventarios y Catastro*

Avda. de los Chopos nº 33 - 48990 Getxo (Bizkaia)  
Tel.: 94 431 90 15 • Fax: 94 430 00 91  
E-mail: its@ic.coinpasa.com - <http://www.itsistemas.com>



La AET publica la Revista de Teledetección, promueve reuniones especializadas y cursos, ofrece asesoramiento y organiza el Congreso Nacional de Teledetección.

Apartado de Correos 36.104 - 28080 Madrid  
e-mail: aet@latuv.uva.es



Parque Pisa, C/ Juventud, 24 - Ed. Juventud 1ª Planta  
41927 Mairena del Aljarafe - SEVILLA • Tel.: 95 418 55 50  
Fax: 95 418 55 52 • E-mail: gst123@teleline.es

**Geo  
center**

MADRID	913801823
ANDALUCIA	958446342
LEVANTE	963775116
CATALUÑA	932650843
PAIS VASCO	945298085

<http://personal5.iddeo.es/geocenter>

DISTRIBUIDOR OFICIAL  
VENTA Y ALQUILER



- Centro de Sistemas y Desarrollador Registrado de Autodesk.
- Dirección de Proyectos GIS.
- Programación a medida.
- Soporte técnico y Consultoría.
- Formación especializada.

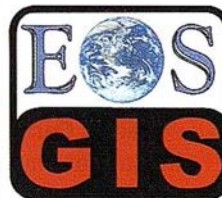
Valencia. Av. Cid, 105 - 5º Tel. 96.383.72.65 gis@aplicad.com  
Castellón. C/ Mayor, 100 - 3º Tel. 964.48.70 aplicad@aplicad.com  
[www.aplicad.com](http://www.aplicad.com)



**DISTRIBUIDOR  
AUTORIZADO**



Doctor Esquerdo, 105 - 28007 MADRID - España - <http://www.geograf.pt>  
Tel: (34) 91 400 96 38 / 52 - Fax: (34) 91 409 64 52



- Digitalización de Cartografía: Curvas de nivel, planimetría, Coberturas.
- Cálculo de Modelos Digitales de Terreno.
- Creación de Imágenes y Animaciones fotorealistas 3D con integración SIG.
- Cartografía temática.
- Escaneado y Georreferenciación de cartografía.
- Programación de aplicaciones.

C/ Ponzano, 39-41 - 5ºF - Madrid 28003 - España - Tel. 91 451 45 90  
[Http://ourworld.compuserve.com/homepages/mgis](http://ourworld.compuserve.com/homepages/mgis)  
[Http://www.EOSGIS.com](http://www.EOSGIS.com) - E-mail: mgis@compuserve.com



C/ Prieto de Castro, 1 - 1º • Apartado de Correos, 81  
Tels.: 987 - 60 21 55 - 60 22 65 • Fax: 987 - 60 23 22  
24700 ASTORGA



Pº Arco de Ladrillo, 64 portal 3 - 1º Oficina 4- Tel.: 983 239 440  
983 239 171 - Fax: 983 239 047 • fom\_ges@mx3.redestb.es  
47008 VALLADOLID



sionó derrumbes que dejaron bajo tierra la presa de agua de Ticuantepe, de la cual se abastecía la ciudad de Masaya.

#### **Periódico La Noticia. Agosto 10 de 1947.**

El ocho de Agosto de 1947, dos temblores de baja magnitud provocaron temor entre los habitantes de Ticuantepe. El volcán Santiago estuvo arrojando humo y grandes llamas se observaron en su cráter.

#### **Informe interno Octubre, 1984. (Fabio Segura).**

El 4 de Agosto de 1984 eventos sísmicos con epicentro en la falla de Ticuantepe fueron sentidos en la población y en Managua se produjeron fisuras en los patios de las casas en el lugar conocido como Los Madrigales.

#### **ESCALA DE INTENSIDADES DE MERCALLI MODIFICADA**

- I. No es sentido. Sólo lo registran los sismógrafos.
- II. Sentidos por personas en posición de descanso, en pisos altos o situación favorable.
- III. Sentido en el interior. Objetos suspendidos oscilan. Vibraciones como si pasara un camino ligero. Duración apreciable. Puede no ser reconocido como un terremoto.
- IV. Objetos suspendidos oscilan. Vibraciones como al paso de un camión pesado o sensación de sacudida como de un balón pesado golpeando las paredes. Automóviles parados se balancean. Ventanas, platos, puertas vibran. Los cristales tintinean.
- V. Sentido al aire libre; se aprecia la dirección. Los que están durmiendo se despiertan. Los líquidos se agitan, algunos se derraman. Objetos pequeños inestables desplazados o volcados. Las puertas se balancean, se cierran, se abren. Contraventanas y cuadros se mueven. Los péndulos de los relojes se paran, comienzan a andar, cambian de período.
- VI. Sentido por todos. Muchos se asustan y salen al exterior. La gente anda inestablemente. Ventanas, platos y objetos de vidrio se rompen. Adornos, libros, etc. se caen de las estanterías. Los cuadros se caen. Los

muebles se mueven o vuelcan. Las campanas pequeñas suenan (iglesias, colegios). Árboles, arbustos sacudidos visiblemente.

VII. Difícil mantenerse en pie. Sentido por conductores. Objetos suspendidos tiemblan. Muebles rotos. Las chimeneas débiles se rompen a ras del tejado. Caída del cielo rasos, ladrillos sueltos, piedras. Pequeños corrimientos en arena. Campanas grandes suenan. Canales de cemento para regadío dañados.

VIII. Daños ligeros en estructuras diseñadas especialmente; daños considerables en edificaciones ordinariamente resistentes, con colapso parcial; grandes daños en estructuras construidas pobremente. Los paneles de pares se caen de los pórticos de la estructura. Caída de chimeneas, torres de fábricas, columnas, monumentos, paredes. Muebles pesados se vuelcan. Se expulsa arena y lodo en pequeñas cantidades. Cambios en el agua de pozos. Se perturban las personas conduciendo vehículos.

IX. Pánico general en los cimientos. Daños serios en embalses. Tuberías subterráneas rotas. Amplias grietas en el suelo. En área aluvial eyección de arena y barro, aparecen fuentes y cráteres de arena.

X. La mayoría de las construcciones y estructuras de armazón destruidas con sus cimientos. Algunos edificios bien construidos en madera y puentes, destruidos. Daños serios en presas, diques y terraplenes. Grandes corrimientos de tierras. El agua rebasa las orillas de canales, ríos, lagos, etc. Arena y barro desplazados horizontalmente en playas y tierra llanas. Carriles torcidos.

XI. Carriles muy retorcidos. Tuberías subterráneas completamente fuera de servicio.

XII. Daño prácticamente total. Grandes masas de rocas desplazadas. Visuales y líneas de nivel deformadas. Objetos proyectados al aire.

#### **Descripción de la actividad sísmica de los volcanes de Nicaragua. Octubre, 1998**

##### **Volcán San Cristóbal**

La actividad sísmica del volcán San Cristóbal en el mes de Octubre fue

relativamente baja, se registraron 81 microsismos. La frecuencia predominante de los eventos fue de 3 a 4Hz. La amplitud sísmica del tremor (RSAM) se mantuvo en un nivel bajo de menos 20 unidades RSAM.

##### **Volcán Telica**

La amplitud sísmica (RSAM) se mantuvo a nivel bajo. El número de microsismos que se logró registrar fue de 27. La frecuencia predominante de los eventos fue de 1 a 4Hz.

##### **Volcán Cerro Negro**

El volcán Cerro Negro manifestó un tremor sísmico bajo hasta el día 25 de Octubre, luego la señal sísmica de la estación CNGN ubicada en las faldas del volcán quedó fuera de operación. Dicha estación no funcionó debido al mal tiempo climatológico. La cantidad de microsismos registrados hasta el día 25 de Octubre fue de 11.

##### **Volcán Momotombo**

El volcán Momotombo mantiene su tremor sísmico bajo. Se contabilizó un total de 27 eventos sísmicos registrados.

##### **Caldera de Masaya (Cráter Santiago)**

El tremor sísmico del Santiago se mantiene alto en comparación con el resto de los volcanes activos. La frecuencia predominante estuvo entre 2 y 7Hz.

El día 11 de Octubre ocurrió un enjambre sísmico con más de 15 microsismos; no se localizó ninguno, ya que, solamente la estación ubicada en el volcán registró los microsismos, se estima que estos eventos fueron de magnitud menor a los 2 grados (Richter).

Entre los días 22 y 27 de Octubre se registraron varias explosiones con salida de gases, cenizas y bombas de lava. Estas señales fueron comprobadas con las horas proporcionadas por los guardas parque del **Parque volcán Masaya**.

##### **Volcán Concepción**

No funcionó la estación sísmica.



## Efectos del huracán Mitch y el desastroso flujo de lodo en el volcán Casita

En lo siguiente se presenta la traducción al Español del informe que se envió por correo electrónico al **VOLCANO NETWORK**.

Reporte para el Volcano Network, Managua, Domingo, 01 de Noviembre, 1998 por Wilfried Strauch, INETER, Managua, Depto. de Geofísica.

Nicaragua sufre el peor desastre natural después del terremoto de Managua en 1972. Fuertes lluvias, inundaciones y avalanchas de lodo causan destrucciones en muchas partes. El Viernes 30 de Octubre de 1998 una avalancha de lodo en el volcán Casita mató más de 1000 personas.

Fuertes lluvias relacionadas al huracán Mitch que duraron más de una semana causaron inundaciones de grandes áreas en la parte Central y en el Noroeste de Nicaragua. Los ríos destruyeron la mayoría de los puentes importantes, la Carretera Panamericana entre Honduras, El Salvador y Nicaragua está interrumpida, en muchos lugares.

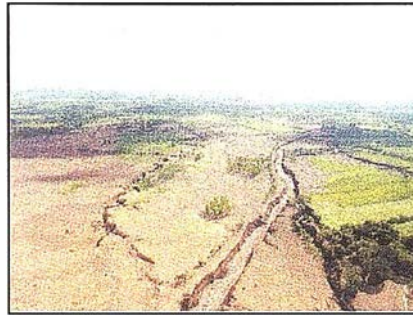
Se dieron dramáticas operaciones de rescate, como por ejemplo en Malacatoya donde un grupo de personas se salvó con un barco que vino de la ciudad de Granada. Las aguas del río Malacatoya habían subido, inesperadamente, más de 15 metros, las carreteras se inundaron y se destruyeron.

En varios lugares se cambió totalmente el paisaje – ríos ampliaron su cauce o se unieron con otros ríos como pasó en Sébaco. Se formaron nuevos lagos y montañas colapsaron y desaparecieron por las enormes corrientes.

Operaciones de rescate con helicópteros del ejército de Nicaragua se hicieron posible desde el 31 de Octubre, cuando las condiciones meteorológicas mejoraron.

Hasta el 31 de Octubre se supo de la dimensión de una avalancha de lodo que ocurrió el Viernes en la tarde, en el volcán Casita. El lodo cubrió un área de 20Kms. de longitud y

2-3Kms. de ancho al Suroeste del volcán. Muchos pueblos, caseríos y casas ubicados entre el volcán Casita y la ciudad de Posoltega se destruyeron. Informaciones exactas sobre la densidad de la población en esta zona no existen, pero se asume que más de 1000, tal vez 2000 personas podrían haber muerto. Hoy, el Ejército de Nicaragua y la Cruz Roja informaron que se habían encontrado 400 muertos. El rescate es muy difícil, por el lodo; y las lluvias continúan.



Lugar donde quedó sepultada unas de las comunidades que habitaban en las faldas del volcán Casitas.

El gobierno de Nicaragua declaró el estado de Desastre Natural para las zonas más afectadas del país. Las tareas más importantes para los próximos días son: el rescate de las personas que todavía están bajo peligro, transporte por helicóptero de víveres a los lugares aislados y la reparación preliminar de las líneas de comunicación.

Por este desastre extremo la economía sufrió un sensible golpe. La reparación de las carreteras es de importancia extraordinaria porque la cosecha de café debe comenzar en algunos días.

### Sobre la Red Sísmica y el Turno Sismológico

#### Descripción general de la red sísmica

El Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER) opera una red sísmica de 25 estaciones telemétricas de período corto. Además la Central Sísmica en Managua cuenta con sismómetros de período corto, de banda ancha y con un acelerómetro, todos de tres componentes, para registrar el movimiento del suelo en las direcciones (componentes) Vertical, Este-Oeste y Norte-Sur.

### Sistemas de detección y procesamiento

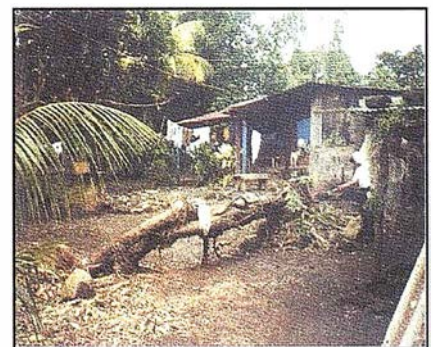
En la Central Sísmica se utilizan los sistemas **SEISLOG** (Utheim, 1997) y **WILLY LEE** (Lee, 1992). Estos son programas de cómputo especiales instalados en microcomputadoras. Los sistemas sirven para detectar automáticamente los eventos sísmicos en las señales que se reciben continuamente de las estaciones telemétricas. La información de los sismos se graba en el disco duro de la microcomputadora.

Además, se cuenta con computadora que determina constantemente la amplitud de la señal sísmica en las estaciones ubicadas en los volcanes activos. Esta información (**RSAM**) permite tener un seguimiento continuo de la actividad en los volcanes. El sistema **WILLY LEE** determina de manera continua los **espectros de las señales sísmicas** en los volcanes (**SSAM**).

Dos estaciones de trabajo (SUN) en red con varias microcomputadoras (PC IBM compatibles), sirven para el procesamiento de datos con el sistema de programas de cómputo SEISAN (Havskov, 1997).

### Turno sismológico

El turno sismológico, al cual se integra el personal del Departamento de Sismología y del grupo de Electrónica de la Dirección de Geofísica del INETER, funciona las 24 horas del día, constituyendo esta labor un Sistema de Alerta ante fenómenos geológicos. El sismólogo de turno procesa los sismos detectados poco tiempo después de haber ocurrido.



Árbol caído por efecto del sismo más fuerte de Ticuantepe (Octubre de 1998).



En caso de sismos fuertes, la computadora principal del sistema, emite una alarma acústica para un inmediato procesamiento de éste. El Sismólogo de Turno reporta vía Fax los parámetros de los sismos fuertes o sentidos por la población, después de ocurrido el evento a instituciones del Gobierno, a Defensa Civil y a medios de comunicación. También se informa cuando se detecta un comportamiento sísmico inusual en los volcanes.

#### Procesamiento final

Para elaborar el boletín sísmológico mensual, se relocalizan todos los eventos sísmicos mejorando los resultados preliminares. Además, se incluye información adicional relacionada con la sismicidad de Nicaragua, o sobre resultados de la investigación sísmológica en este país. Los datos de los sismos con magnitudes mayores a 3.8 se envían de manera inmediata a la ocurrencia del sismo, al Centro Sísmológico de América Central (CASC) con sede en Costa Rica, Universidad de Costa Rica, (UCR) al igual que aquellos datos que sean solicitados. En este centro se integran los datos de todos los observatorios sísmicos de la región y se relocalizan los sismos para luego emitir un Boletín Regional. En Octubre de 1998 Nicaragua aportó a este centro formas de ondas de 26 sismos con sus lecturas o resultados de las localizaciones de los cuales 14 se ubican en Nicaragua (13 en la zona de subducción y una en la falla Ticuantepe), el resto en El Salvador, Guatemala, Costa Rica, Panamá y México.

#### Nuevas estaciones sísmicas instaladas en los volcanes del Occidente de Nicaragua

Dentro del proyecto "Vigilancia Sismo - volcánica en Nicaragua" que se ejecuta junto con el programa VDAP (Volcano Disaster Assistance Program) del Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS), se mejoró el nivel de la vigilancia sísmica de los volcanes San Cristóbal, Casita y Telica.

Técnicos de Geofísica de INETER junto con tres especialistas del USGS instalaron cuatro estaciones sísmicas en los sectores siguientes:

1.- **Estación CHIN:** se instaló el día 20 de Octubre, 1998, cerca de Chinandega, al Suroeste del volcán San Cristóbal en el sector del Valle los Monos. La señal es transmitida a la repetidora de El Crucero, para ser retransmitida a la Central Sísmica en Managua.

**Coordenadas:** no han sido determinadas.

**Tipo de Sensor:** L-4C.

**Ganancia:** se transmiten dos canales con ganancias de 40 y 60db, respectivamente.

2.- **Estación MOCN:** fue instalada el día 22 de Octubre, 1998, al Norte del volcán San Cristóbal, en el pueblo de Mocerón. La señal se transmite a la repetidora ubicada en el cerro El Quiabú, cerca de Estelí, para ser retransmitida directamente a la Central Sísmica en Managua.

**Coordenadas:** no han sido determinadas.

**Tipo de Sensor:** L-4C.

**Ganancia:** 60db.

3.- **Estación ACAN:** fue instalada al Este del volcán Telica, en el lugar conocido como Finca Trinidad, en el sector de Aguas Calientes. La señal sísmica es transmitida al Quiabú, igualmente como la de MOCN.

**Coordenadas:** 12.6832N 86.8382°.

**Tipo de Sensor:** L-4C.

**Ganancia:** 60db.

4.- **Estación SCR N:** se instaló el día 27 de Octubre, 1998, al Este del volcán San Cristóbal, el sector conocido como Santa Cruz. La señal es transmitida al Quiabú, igualmente que las estaciones sísmicas MOCN Y ACAN.

**Coordenadas:** 12.7317N 86.9524°.

**Tipo de Sensor:** L-4C.

**Ganancia:** 60db.

En las estaciones de radiotransmisión El Crucero y el Quiabú se instalaron también un nuevo equipo para mejorar las condiciones técnicas de transmisión de datos.

Las nuevas estaciones sísmicas entraron en una fase de prueba para verificar la calidad de la señal sísmica. Por eso la posición de las estaciones es todavía preliminar.

#### Referencias

Espinoza, A., et al. Catálogo Sísmico del Perú. 1985.  
Haskov J., 1997. The SEISAN earthquake analysis

software for the IBM and SUN. Version 6.0. April, 1997.  
Lee, W.H.K. and Lahrr. J.C., 1975 HYPO71 (Revised): a computer program for determining hypocenter, magnitude, and first motion pattern of local earthquakes. U.S.Geol.Surv.. Open-File Rep.. 75.311. 113 pp.

Los volcanes de Nicaragua, Boletín Vulcanológico, 1998. INETER, Managua, Nicaragua.

Endo. E.T., and Murray, T., 1991, Real-time seismic amplitude measurement (RSAM): a volcano monitoring, Bull. Volcanol. 53:5,333-545.

Periódico El Comercio. Junio 27 de 1992.

Periódico La Noticia, Enero 20-22 de 1918. Agosto 10 de 1947.

Periódico La Prensa. Abril 13-14 de 1926. Noviembre 24 de 1926.

Segura, F. Implicaciones tectónicas de actividad de Ticuantepe. Octubre, 1984. (Informe Interno).

Utheim T. And J. Havskov. 1997. The SEISLOG Data Acquisition System. PC version. October, 1997.

#### Lista de parámetros que caracterizan la localización de los sismos

**Fecha:** detalla año, mes, día de ocurrencia del sismo;

**Hora:** hora, minuto, segundo; esta es la hora de ocurrencia del sismo en tiempo universal (UT). Nicaragua tiene 6 horas de diferencia con el tiempo universal;

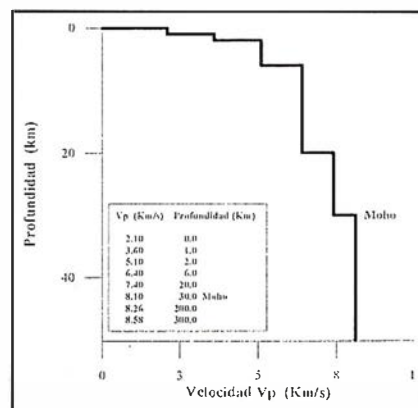
**Coordenadas:** latitud y longitud en grados y minutos del epicentro;

**Prof:** profundidad en Km. del foco del sismo;

**Mag:** magnitud (coda); magnitud en función de la duración del sismo;

**E:** error estándar en Km. del Hipocentro, en el plano horizontal;

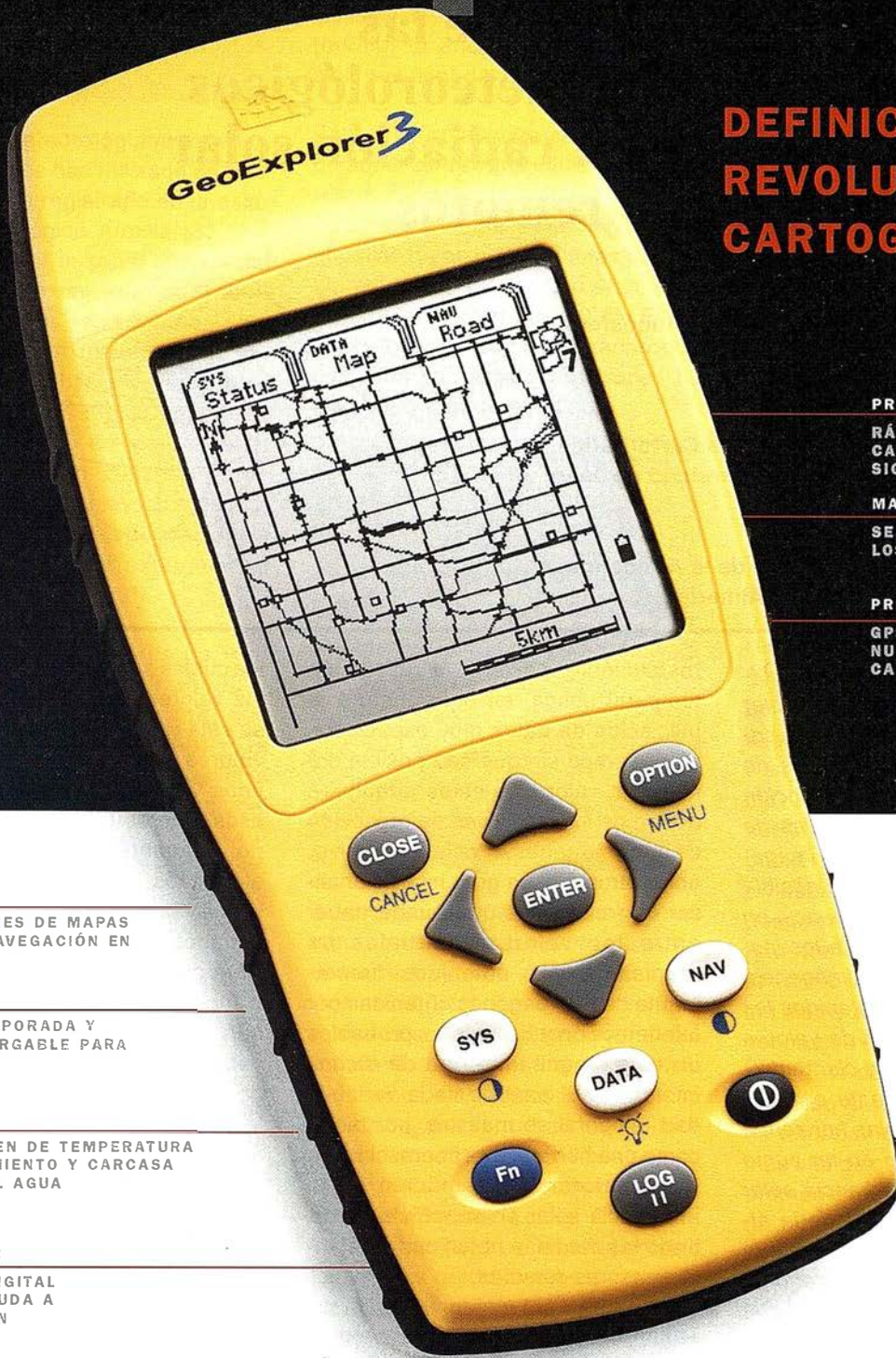
**Región:** nombre de la región donde se ubica el sismo. Para sismos regionales y distantes se da la región en mayúscula y en inglés según sistema de Flinn-Engdahl.



Modelo de capas utilizado en la localización.



# GeoExplorer 3



## DEFINICION DE LA REVOLUCION EN CARTOGRAFIA GPS

### PRODUCTIVIDAD

RÁPIDA Y FÁCIL CAPTACIÓN DE DATOS SIG

### MANTENIMIENTO DE LOS DATOS

SE ACTUALIZAN FÁCILMENTE LOS DATOS SIG EXISTENTES

### PRECISION EN TIEMPO REAL

GPS DIFERENCIAL UTILIZANDO NUESTRO RECEPTOR BoB® SIN CABLE

### GRAFICO

PRESENTACIONES DE MAPAS Y DATOS DE NAVEGACIÓN EN TIEMPO REAL

### PORTATIL

ANTENA INCORPORADA Y BATERÍA RECARGABLE PARA TODO EL DÍA

### ROBUSTO

AMPLIO MARGEN DE TEMPERATURA DE FUNCIONAMIENTO Y CARCASA RESISTENTE AL AGUA

### FACIL DE USAR

SU BRÚJULA DIGITAL INTEGRADA AYUDA A LA NAVEGACIÓN

A veces, los grandes avances se presentan en paquetes pequeños. Le presentamos el GeoExplorer 3, el sistema GPS portátil más versátil para la captación y mantenimiento de datos SIG que jamás se haya desarrollado. Con él podrá trazar mapas de puntos, líneas, áreas, y sus atributos con tanta rapidez como pueda. • Combínelo con nuestro nuevo receptor de corrección diferencial, el Beacon-on-a-Belt (BoB®) ("Radiofaro en el cinturón") y obtendrá un sistema diferencial GPS capaz de relocalizar, verificar y actualizar sus datos SIG. • Así pues, tanto si usted está confeccionando un mapa de recursos naturales o manteniendo una base de datos de bienes urbanos, el GeoExplorer 3 revolucionará la forma en que realiza su trabajo.



Trimble Navigation Iberica S.L.  
Via de las Dos Castillas No 33  
ATICA Edificio de Alarcon  
Madrid, Spain  
Tel:+34 91 351 01 00  
Fax:+34 91 351 34 43  
[www.trimble.com/sales/spain.htm](http://www.trimble.com/sales/spain.htm)



Santiago & Cintra Ibérica, S.A.  
C/ José Echegaray,4  
P.A.E Casablana B5  
28100 Alcobendas (Madrid)  
Telf:+ 34 902 12 08 70  
Fax: +34 902 12 08 71

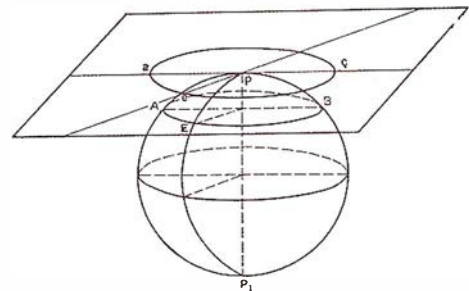


# La frecuencia temporal de las imágenes de satélites meteorológicos en la estimación de la radiación solar a partir de sensores remotos

Tovar Pescador, J.  
Grupo de Investigación de Física de la Atmósfera.  
Dpto. de Física. Universidad de Jaén.

Ariza, F.J. y Pinilla, C.  
Grupo de Investigación en Ingeniería Cartográfica.  
Escuela Politécnica Superior. Universidad de Jaén.

Batlles, F.J.  
Grupo de Investigación de Física de la Atmósfera.  
Dpto. de Física. Universidad de Almería.



*Se analiza la influencia de la variabilidad temporal de la radiación solar en la estimación de la irradiación solar cuando se utilizan imágenes de satélites. Para obtener la irradiación se utilizan los valores puntuales de irradiancia obtenidos de las imágenes de satélites, sin que sea posible conocer los valores de irradiancia en los momentos intermedios a los instantes de recepción de las imágenes. Para el estudio se han obtenidos las funciones de distribución de valores de 1 minuto del índice de claridad  $k_p$ , que representa el cociente entre el valor de irradiancia solar horizontal que se está recibiendo en un punto de la Tierra y la de irradiancia solar horizontal disponible fuera de la atmósfera terrestre. Se aprecia que cuando el valor promedio horario es mayor disminuye drásticamente la variabilidad y por tanto aumenta la probabilidad estadística de que un valor cualquiera de  $k_p$  medido dentro de la hora esté mas cercano al valor promedio horario.*

## 1. INTRODUCCIÓN

Las imágenes de satélites meteorológicos son en la actualidad una fuente fundamental para obtener datos de radiación solar debido fundamentalmente a la amplia cobertura espacial. La relación inversa que hay entre la

resolución espacial y la resolución temporal obliga, en ocasiones, a la utilización de datos muy espaciados en el tiempo sin que sea posible conocer el valor que estos adquieren dentro de los intervalos de recepción de las imágenes. Por este motivo, entre otros, posee gran interés analizar las relaciones que pueda haber entre los valores puntuales de irradiancia solar obtenidos directamente de las imágenes obtenidas por teledetección y los valores probables de esta magnitud dentro de dichos intervalos. El análisis de la variabilidad temporal se muestra, por tanto, como una herramienta imprescindible para mejorar la estimación de la irradiancia solar en superficie a partir de las medidas obtenidas mediante sensores remotos.

Tanto para la estimación los valores diarios y mensuales de irradiación (Möser and Raschke, 1984; Cano et al., 1986; Stuhlmann et al., 1990; Delorme et al., 1992; Laszlo and Pinker, 1993; Beyer et al., 1995; Beyer et al., 1996) como para la simulación del comportamiento de sistemas de conversión de energía solar (Perez et al., 1994) se han desarrollado diversas varias rutinas que utilizan los valores de irradiancia obtenidos mediante imágenes de satélites. En todos los casos se utilizan un número de imágenes de satélites a partir de

los cuales se hace una estimación de los valores de irradiancia solar que se está recibiendo en superficie. Los valores estimados corresponden a unos valores puntuales. A partir de esos valores puntuales es necesario, mediante los correspondientes algoritmos, obtener una estimación de los valores de irradiación horarios o diarios. La Fig. 1 visualiza un posible caso de la marcha de la irradiancia solar en un día. En ella se han indicado los valores instantáneos en que se recibe una imagen de satélite que sirve como base para la posterior estimación de los valores de radiación recibida en intervalos mas amplios de tiempo. Parece lógico plantearse hasta que punto esta información es suficiente para una adecuada estimación, por ejemplo, de la radiación solar recibida en un día. También tiene interés saber si, aun pudiendo disponer de mas imágenes, es suficiente con un número determinado de ellas para una correcta estimación de los valores de radiación solar. Actualmente, por ejemplo, se puede disponer de imágenes METEOSAT cada 30 minutos, mientras que en la nueva generación del sistema METEOSAT (MSG) el intervalo entre imágenes será de 15 minutos. Con estos límites máximos se trataría de seleccionar en cada situación el número mínimo de imágenes adecuado.





Los datos meteorológicos y radiométricos que se han utilizado en este trabajo se han registrado en la estación meteorológica Armilla (37.13 ° N, 3.63 W, 687 m sobre el nivel del mar), en las proximidades de Granada, España. Los registros han sido obtenidos cada 1 minuto desde Diciembre de 1993 hasta Noviembre de 1996. Para evitar el problema de la respuesta coseno de los sensores solamente se han utilizado datos donde el ángulo de elevación es mayor de 5°. Las medidas de irradiancia global tiene un error experimental estimado en torno al 3%.

El análisis de los valores de irradiancia global se ha realizado utilizando el índice de claridad ( $k_t$ ) que representa la relación entre la irradiancia global horizontal recibida en superficie y la irradiancia global horizontal disponible en el límite superior de la atmósfera en ese mismo instante de tiempo. Se ha analizado la secuencia temporal de los datos obtenidos y las distribuciones estadísticas de los valores de 1 minuto de  $k_t$  que aparecen para cada valor determinado de  $(\text{valor promedio horario de irradiancia})$ . Para el análisis de las distribuciones se ha dividido el posible rango del índice de claridad (0-1) en 50 intervalos de anchura 0.02 que se ha denotado por

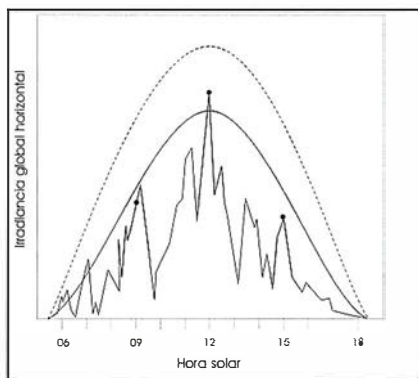


Fig. 1: Ejemplo de donde se muestra la marcha diaria de la irradiancia solar y los momentos en que un satélite proporciona una imagen a partir de la cual debe estimarse los valores de irradiancia diarios o de intervalos más amplios. La línea de puntos corresponde al valor de la irradiancia extraterrestre, mientras la línea continua podría ser la marcha estimada de los valores recibidos en superficie. Los puntos señalan el momento en que el satélite recoge las señales (como por ejemplo las 9.00, 12.00 y 15.00 horas).

(0|0.02|1). Los valores en el paréntesis indican el comienzo del primer intervalo, la anchura de cada partición y el final del intervalo.

Para nuestro estudio se han utilizado aquellas distribuciones para valores de igual a 0.3, 0.4, 0.5, 0.6 y 0.7. Para ellos se han seleccionado aquellas horas cuyos valores promedio del índice de claridad eran iguales a estas cantidades  $\pm 0.05$ . El número total de datos utilizados que cumplieran con estas condiciones ha sido del orden de 100.000.

Al estudiar las distribuciones de los valores de  $k_t$  de 1 minuto para los diferentes valores promedios horarios (0.3|0.1|0.7) se observa que mientras que las funciones de distribución de los valores de irradiancia de 1 minuto condicionadas a la masa óptica  $m_a$  presentaban una bimodalidad característica (Tovar et al, 1998), este tipo de distribuciones es de tipo unimodal. La fig. 2 muestra las distribuciones correspondientes a los valores promedios horarios de  $k_t$  correspondientes a los valores 0.4 y 0.7 ( $= 0.4$  y  $= 0.7$ ). El valor de  $k_t = 0.4$  puede hacerse corresponder con un estado de cielo nuboso, con situaciones de gran turbiedad atmosférica, con posiciones del Sol de baja elevación solar donde la masa óptica es muy elevada, o con combinaciones de este tipo de situaciones, que como resultado solo permiten pasar el 40% de la irradiancia que en ese punto se esta recibiendo en la parte más alta de la atmósfera, antes de penetrar en las capas atmosféricas que envuelven la corteza terrestre. El valor de  $k_t = 0.7$  corres-

ponde a situaciones de una gran claridad atmosférica, donde practica la única atenuación que se produce es consecuencia de los procesos de absorción y "scattering" que corresponden a una atmósfera Rayleigh.

El análisis de las distintas distribuciones muestra que, en la mayor parte de las distribuciones, hay marcada simetría de las curvas en torno a un máximo centrado que se corresponde con el valor de de esa distribución. Este aspecto es especialmente marcado para valores de en torno a valores medios (entre 0.45 y 0.65) mientras que las particiones más extremas muestran ya una cierta asimetría, con distinto signo según nos movamos hacia mayores o menores valores de  $k_t$ .

Un aspecto a reseñar en las distribuciones es que aquellas que corresponden a más bajos presentan valores en todo el rango de la distribución siendo, por tanto, de una anchura mayor. La dispersión de los datos es por tanto mas grande que las distribuciones que corresponden a altos. En estas últimas los valores de sólo pueden ser el resultado de valores de  $k_t$  muy altos. Esto queda reflejado en el carácter más lep-tocúrtico de estas distribuciones, con una gran concentración de valores de  $k_t$  próximos a  $k_t$ . Esto supone que un valor de  $k_t$  obtenido aleatoriamente de una serie temporal tiene una probabilidad mas alta de que esté próximo al valor promedio temporal en el caso de las distribuciones correspondientes a elevados.

En nuestro estudio se ha buscado ajustar matemáticamente las distribuciones mediante un tipo de función utilizada anteriormente para modelizar distribuciones de valores de 1 minuto condicionadas a la masa óptica (Tovar et al., 1998). Este tipo de función proporciona buenos ajustes. Cada uno de los parámetros que intervienen en esta función está relacionada con la forma de la distribución y, en definitiva, con el comportamiento de la radiación solar. Los parámetros que intervienen en este tipo de función pueden relacionarse con el valor promedio ho-



rario correspondiente a cada distribución. Como ejemplo del comportamiento de este tipo de funciones en la figura 2 se muestra también el ajuste de la función) que se obtuvo (línea continua) aplicada a las distribuciones anteriormente señaladas ( $k_1 = 0.40$  y  $k_1 = 0.70$ ).

El modo de agrupamiento de las distribuciones proporciona un buen índice de cómo oscilan los valores en torno al valor que condiciona la distribución. Se puede obtener a través de este tipo de ecuaciones criterios de variabilidad que nos ayuden a estimar el número de imágenes necesarios para cada una de las aplicaciones, dependiendo de los requerimientos que se necesiten. Los parámetros de que dependen las ecuaciones de ajuste encierran este tipo de información.

## RESULTADOS

La variabilidad intrahoraria de los valores de  $k_1$  de 1 minuto disminuye sustancialmente al aumentar los valores de . Las funciones utilizadas para modelizar el comportamiento estadístico de la radiación proporcionan buenos ajustes para este tipo de distribuciones. Estas funciones pueden utilizarse para obtener criterios que ayuden a determinar el número

de imágenes que convendría utilizar para una aplicación de terminada. Este comportamiento se ha analizado mediante la obtención las distribuciones y su modelización.

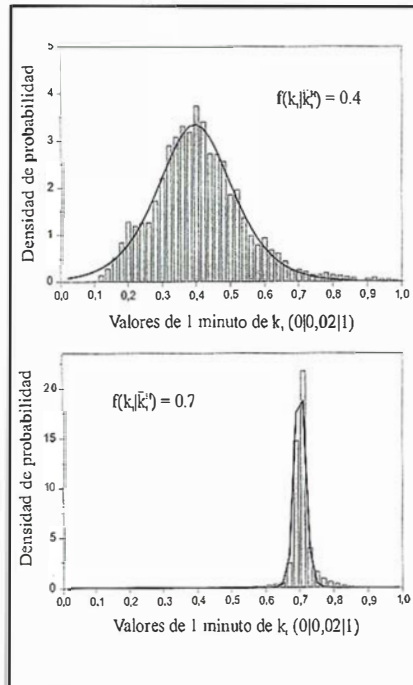


Fig. 2: Densidad de distribución de los valores de 1 minuto de  $K_t$  correspondiente a los valores promedios horarios 0.4 y 0.7. El posible rango de variación de  $K_t$  (0,1) se ha dividido en 50 particiones de anchura (0.02). La línea continua corresponde a la función de ajuste obtenida para modelizar las distribuciones.

Beyer, H.G., Constanzo C. and D. Heinemann (1996). Modifications of the Heliosat procedure for irradiance estimates from satellite images. *Solar Energy* 56, 207-213.

Beyer, H.G., Constanzo C. and Reise Ch. (1995). Multiresolution analysis of satellite-derived irradiance maps: an evaluation of a new tool for the spatial characterization of hourly irradiance fields. *Solar Energy* 55, 9-20.

Cano, D., Monglet, J.M., Albuissou, M., Guillard, H. (1986). A method for determination of the global solar radiation from meteorological satellite data. *Solar Energy*, 37, 31-39.

Dedieu, G., Deschamps, P.Y. and Kerr, Y.H. (1987) Satellite estimation of solar irradiance at the surface of the earth and of surface albedo using a physical model applied to METEOSAT data. *J. Climate Appl. Meteor.* 26, 79-87.

Delorme, C., Gallo, A., Olivieri, J. (1992) Quick use of wefax images from Meteosat to determine daily solar radiation in France. *Solar Energy*, 49, 191-197.

Laszlo I. and Pinker R.T. (1993). Global distribution of surface solar irradiance as observed from satellites. *Proc. ISES Solar World Cong., Budapest 2*, 179-184.

Möser, W. and Raschke, E. (1984). Incident solar radiation over Europe estimated from METEOSAT data. *Journal of Climate and Applied Meteorology*, 23, 166-170.

Perez, R., Seals R., Stewart R., Zelenka A. and Estrada-Cagigal V. (1994) Using satellite derived insolation data for the site/time specific simulation of solar energy systems. *Solar Energy* 53, 491-495.

Stuhlmann, R., Rieland, M., and Raschke, E. (1990) An improvement of the IGMK model to derive total and diffuse solar radiation at the surface from satellite data. *Journal of Applied Meteorology*, 29, 586-603.

Tovar, J., Olmo, F.J., Alados-Arboledas, L. (1998) One-minute global irradiance probability density distributions conditioned to the optical air mass. *Solar Energy*, 62,387-393.

## BOLETIN DE SUSCRIPCIÓN

## MAPPING

**Deseo suscribirme a la revista MAPPING por 12 números, al precio de 11 números.**

**Precio para España: 9.900 pas. Precio para Europa y América: US\$ 120.**

**Forma de pago: Talón nominativo o transferencia a nombre de CARTOSIG EDITORIAL, S.L.**

**CAJA MADRID: Av. Ciudad de Barcelona, 136 - Ag. 1813 - c.c. 3000-686050**

**Enviar a: CARTOSIG EDITORIAL, S.L. - P<sup>2</sup> Sta. M<sup>a</sup> de la Cabeza, 42 - Of. 3 - 28045 MADRID.**

Nombre .....NIF ó CIF.....

Empresa.....Cargo.....

Dirección ..... Teléfono .....

Ciudad ..... C.P. ....Provincia .....



# Sokkia presenta

## las nuevas series de estaciones totales

ESTACION TOTAL  
**novedad**  
SIN PRISMA



**Isidoro Sánchez S. A.**  
T O P O G R A F I A

[www.isidoro-sanchez.com](http://www.isidoro-sanchez.com)

DISTRIBUIDOR EXCLUSIVO DE:

**SOKKIA**



## Sistemas de posicionamiento en tiempo real



### Una solución para los ingenieros del siglo XXI

Cuando la corrección diferencial por satélite, demostró, ser la tecnología más avanzada y fiable para la adquisición de datos de campo en tiempo real, los ingenieros de Terrasystem se reunieron para diseñar la mejor "herramienta" disponible.

El objetivo era claro: ofrecer al mercado de la topografía expedita una herramienta con la que poder definir en tiempo real puntos, líneas, áreas y perímetros, con capacidad para realizar cálculos directamente en campo.

Una herramienta que aprovechándose de su propia condición de ofrecer coordenadas de precisión en tiempo real, estuviera preparada para la realización de inventarios de campo, con incorporación de todos los métodos paralelos auxiliares disponibles (captura de fotografías georreferenciadas, captura de puntos inaccesibles, actualización de bases de datos...)

A este proyecto se le añadió la capacidad para importar y exportar datos de la manera bidireccional, desde y a cualquier SIG. La respuesta no se hizo esperar. El receptor GPS Mapper representa la solución más fiable, económica e inteligente para la actualización de datos de campo con las siguientes ventajas:

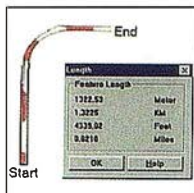
- ✓ Versatilidad
- ✓ Facilidad para el manejo en mediciones, actualizaciones y navegación de precisión.
- ✓ Visualización del dato en tiempo real.
- ✓ Importación / exportación de ficheros cartográficos y SIG, para verificación.
- ✓ Costo razonable

**Si desea más información sobre la mejor herramienta del siglo XXI, llámenos le ofreceremos una demostración sin compromiso. Grafinta S.A Avda. Filipinas, 46 Madrid 28003 Tel. 91 5537207 Fax 915336282 web site <http://www.grafinta.com> E-mail [grafinta@grafinta.com](mailto:grafinta@grafinta.com)**



### Inventarios

Captura de imágenes georreferenciadas, incorporación de atributos, volcado a cartografía.



### Líneas

Generación automática de líneas con posibilidad de medición "in situ". Especialmente adecuado para caminos, sendas, deslindes.



### Áreas

Generación de áreas, superficies y perímetros con posibilidad de medición "in situ. Cálculo, división... etc



### Puntos Excéntricos

Para aquellos puntos inaccesibles, contamos con la generación automática de distancias a partir de otros sensores.



### Actualización de bases de datos

Gracias a su capacidad de importar/exportar ficheros de distintos formatos, el sistema permite actualizar en campo, y de manera gráfica bases de datos georreferenciados.



### Navegación precisión

Gracias a la obtención de posiciones submétricas en tiempo real, el usuario puede navegar a un punto desconocido.