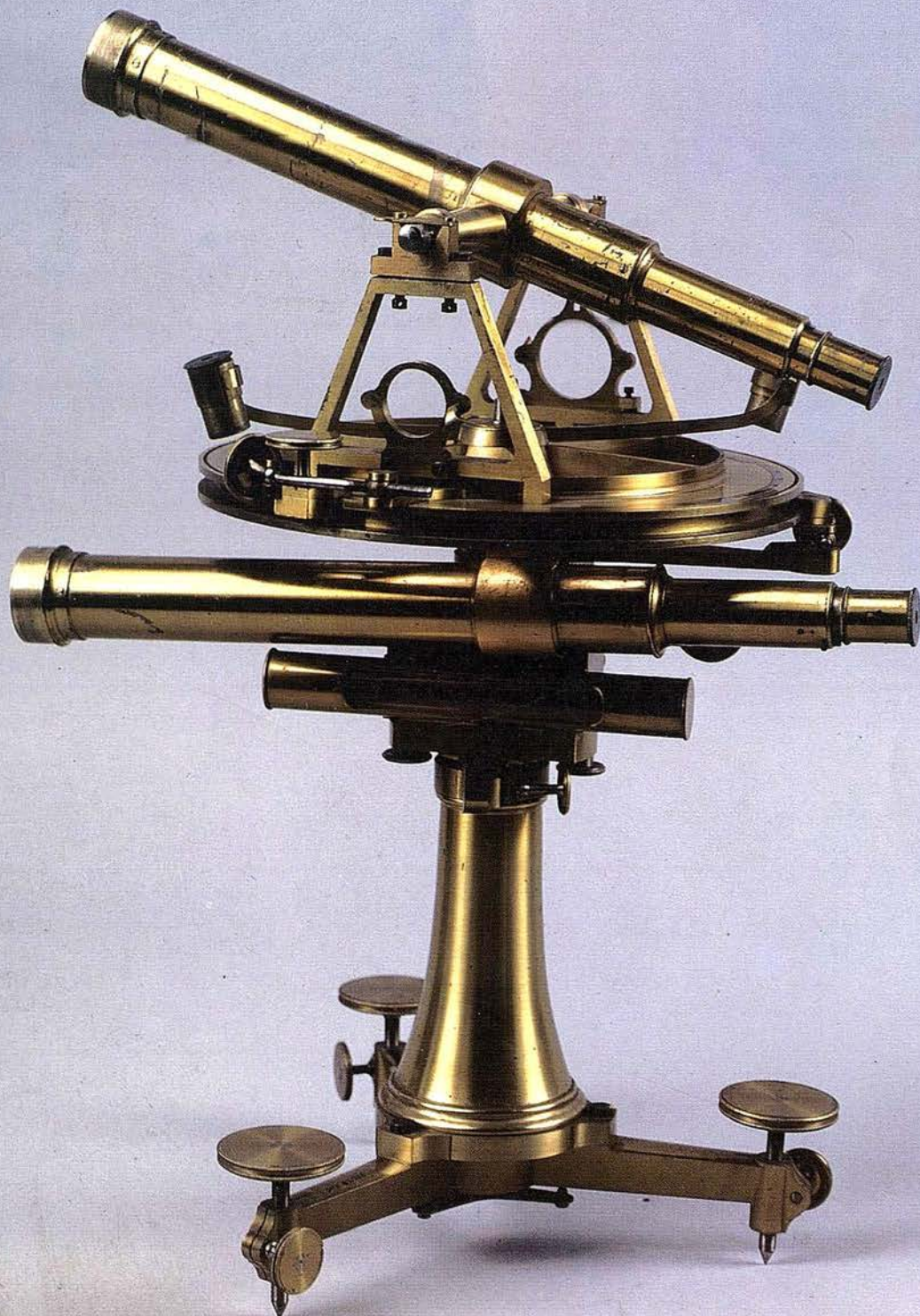


MAPPING

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



PRECIO 900 PTAS.

1998

MARZO

Nº 44

Solicite nuestro folleto gratuito "Nuevas herramientas de software para *Comunicarse Geográficamente*"

¿Un Sistema de Información Geográfica ABIERTO? GeoMedia



Consulta, integración y análisis de datos espaciales –en su PC

GeoMedia® rompe las barreras de los sistemas propietarios y le permite acceder e integrar **datos de múltiples fuentes**. Y dado que GeoMedia ha sido diseñado para Windows® 95 y Windows NT®, permite la **unión de los datos espaciales con las herramientas informáticas** de utilización generalizada. GeoMedia extiende el **análisis geográfico** a cada PC de la organización, poniendo la capacidad de **Comunicarse Geográficamente™** al alcance de todos.

¿Qué le ofrece la Próxima Generación de SIG de Intergraph?

- Acceso y gestión de datos de múltiples fuentes manteniendo los formatos nativos de almacenamiento de datos tales como MGE, FRAMME™ y ARC/INFO.
- Integración de datos geográficos, bases de datos distribuidas, multimedia y aplicaciones ofimáticas comunes.
- Acceso a entidades geográficas y sus atributos para consulta, análisis espacial, producción de mapas temáticos y manipulación de tablas. GeoMedia incluye soporte para las bases de datos relacionales más corrientes así como para la nueva SDO (Spatial Data Option™) de Oracle
- Personalización de aplicaciones por medio de lenguajes estándar compatibles OLE/COM, incluyendo Visual Basic® de Microsoft, PowerBuilder o Delphi.



¿Qué es "Comunicarse Geográficamente"?

Llámenos a INTERGRAPH ESPAÑA, (91) 3728017, o remítanos el cupón adjunto. Le enviaremos gratuitamente, sin compromiso, nuestra publicación "Nuevas herramientas de software para *Comunicarse Geográficamente*" describiendo lo que Vd. desea saber sobre Sistemas de Información Geográfica *Abiertos*.

www.intergraph.com/iss/geomedia

INTERGRAPH
SOFTWARE SOLUTIONS

Remitir a: INTERGRAPH ESPAÑA S.A. C/Gobelas 47-49 28023 MADRID Fax: (91) 3728021

Deseo recibir su publicación "Herramientas de Software para Comunicarse Geográficamente", sin compromiso alguno por mi parte.

Nombre: _____

Compañía: _____ Departamento: _____

Dirección: _____ Ciudad: _____

DP: _____ Teléfono: _____ Fax: _____ Ref. GIS3

Begin



65 años, Empezando el siglo 21

Fundada en 1932, Topcon Corporation ha sido líder en el desarrollo tecnológico de calidad en instrumentos topográficos para la construcción, la ingeniería y el acabado de interiores. El nombre de Topcon se ha convertido en sinónimo de tecnología punta y tiene el reconocimiento de clientes de todo el mundo gracias a los 65 años de historia de la compañía.

Durante este año que se celebra el 65 aniversario, Topcon ha iniciado varios programas bajo el slogan "Begin" que han producido indudable éxito y han permitido dar un paso firme hacia el siglo 21. Topcon pone esfuerzos para mejorar su tecnología y creatividad; desarrollar y fabricar "Obras de Arte" en instrumentos de precisión topográficos y accesorios; y ofrecer el más alto nivel de productos y soporte al cliente. Mirando hacia adelante al siglo 21, Topcon está dando grandes zancadas para asegurar un futuro prometedor.



Edita:
CARTOSIG EDITORIAL, S.L.

Editor - Director:
 D. José Ignacio Nadal

Redacción, Administración y Publicación:
 P^o Sta. M^a de la Cabeza, 42
 1^o - Oficina 3
 28045 MADRID
 Tel.: (91) 527 22 29
 Fax: (91) 528 64 31
<http://www.ctv.es/mapping>
 Email: mapping@ctv.es

Delegación en Andalucía:
 D. Miguel A. Jiménez
 Luz Arriero, 9
 41010 SEVILLA
 Tel.: (95) 434 25 11
 Fax: (95) 434 41 34

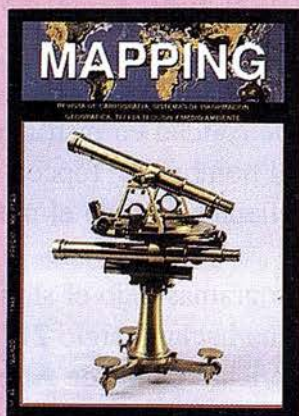
Fotomecánica:
 Hazlel, s. l. Sistemas de Reproducción

Impresión:
 COMGRAFIC, S.A.

ISSN: 1.131-9.100
 Dep. Legal: B-4.987-92

Mapa cabecera de MAPPING:
 Cedido por el I.G.N.

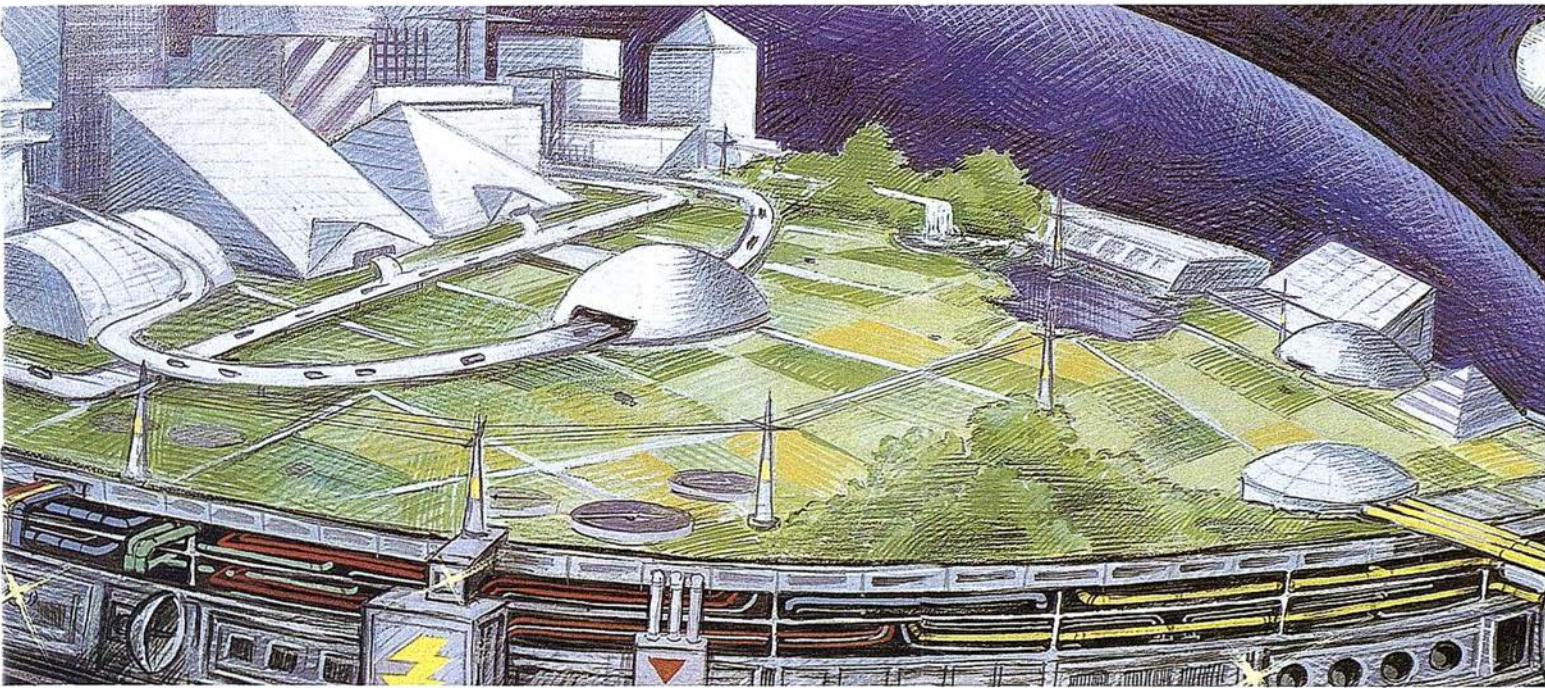
Portada:
 Teodolito Astronómico. Museo del Observatorio Astronómico de Madrid.
 Cedita por el I.G.N. Foto: Juan A. García.



Prohibida la reproducción total o parcial de los originales de esta revista sin autorización hecha por escrito.
 No nos hacemos responsables de las opiniones emitidas por nuestros colaboradores.

- 6** HACIA UN MODELO AMBIENTAL PROPIO
- 10** UN EXAMEN A LAS OBSERVABLES DEL SISTEMAS GPS
- 22** DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO DE MONTAJE, CONTROL Y LANZAMIENTO DEL PUENTE SOBRE EL BARRANCO DE BAYANA (ALMERÍA). SOFTWARE PARA EL CONTROL DINÁMICO DEL LANZAMIENTO
- 32** LIBRETAS ELECTRÓNICAS
- 37** EVALUACIÓN DE GRADOS DE AFECTACIÓN PRODUCIDOS POR UN INCENDIO. APLICACIÓN DE IMÁGENES LANDSAT-TM A SU CARACTERIZACIÓN Y SEGUIMIENTO
- 48** ESTUDIO DE LAS CONDICIONES Y POSIBILIDADES QUE PRESENTA EL DESARROLLO ECOTURÍSTICO EN EL VALLE DEL RÍO ARIGUENABO
- 52** NO TODO ES LO MISMO
- 56** APLICACIÓN DE LA TEORÍA DE LA VISIBILIDAD AL DISEÑO ÓPTIMO DE REDES GEODÉSICAS
- 61** METROLOGÍA Y CALIDAD
- 64** S.I.G. UN NUEVO PARADIGMA EN EL TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN
- 66** LA TELEDETECCIÓN COMO MÉTODO DE TRABAJO DE LA ESCALA REGIONAL A LA ESCALA GLOBAL
- 68** EMPLEO DEL GPS EN LA AGRICULTURA DE PRECISIÓN
- 76** PROCESAMIENTO DE IMÁGENES AVHRR CON FINES GEOLÓGICOS EN LA PENÍNSULA IBÉRICA
- 82** UTILIZACIÓN DEL INFRARROJO TÉRMICO DEL SATÉLITE METEOSAT PARA LA ESTIMACIÓN DE LLUVIA DE CARÁCTER CONVECTIVO
- 86** ESTIARA*SIG: UN SIG DE APOYO A LA TOMA DE DECISIONES EN PLANIFICACIÓN RURAL
- 94** LA FORMACIÓN EN S.I.G. UN PILAR BÁSICO PARA EL DESARROLLO DE LOS S.I.G.

Conozca el Planeta Smallworld



- | | |
|---------------------------|----------------------|
| cartografía | telecomunicaciones |
| análisis demográficos | hidrología |
| gestión infraestructuras | TV cable |
| agua y saneamiento | gestión municipal |
| carreteras y transportes | marketing geográfico |
| medioambiente | distribución |
| redes eléctricas y de gas | protección civil |
| urbanismo | gestión portuaria |
| planificación | seguimiento flotas |

SMALLWORLD GIS

"Líder Tecnológico en Sistemas de Información Geográfica"

SMALLWORLD SYSTEMS ESPAÑA S.A.

Pedro Teixeira, 8 • 9ª planta • 28020 Madrid

Tel. (91) 555 03 26 • Fax (91) 555 23 94

E-mail: smallworld.spain@ibm.net

HACIA UN MODELO AMBIENTAL PROPIO

María Fernández Miquel.

Medio Ambiente (La Habana, Cuba).

A partir de la última década las cuestiones relativas al medio ambiente, la biodiversidad y el desarrollo sostenible, han sido motivo de preocupación e interés de gran parte de la población mundial - en la cual se ha ido desarrollando un pensamiento ambientalista - y han constituido temas de debate en las más importantes reuniones de expertos y en las cumbres de Jefes de Estado.

Para la Ciudad de La Habana, cuestiones relacionadas con el abastecimiento de agua potable, el saneamiento y la protección del medio ambiente representan una importante y compleja problemática que requiere de la voluntad y el accionar de todos, pues se manifiestan aún actitudes que contraponen a la protección ambiental las demandas del desarrollo.

El Grupo reconoció desde su creación esta necesidad, y se propuso promover experiencias y soluciones que protegieran y utilizarán más racionalmente los limitados recursos naturales. Con este objetivo elaboró la propuesta de Programa para el uso racional del agua que sirvió de partida para el análisis de esta problemática en la Capital entre especialistas y funcionarios del Instituto de Recursos Hidráulicos y demás entidades involucradas.

Las limitaciones de recursos financieros impidieron ejecutar las principales acciones recomendadas, sin embargo éstas se han mantenido como prioridades del sector y fueron ratificadas en el "Llamado de Las Yagrumas", documento final del Taller Internacional de Agua y Saneamiento Ambiental de la Ciudad de La Habana que, promovido por el Grupo y el INRH, se celebró en 1994 con el auspicio del PNUD y UNICEF. El Taller contó con la participación de 12 expertos internacionales y más de 40 especialistas cubanos, y en él se abordaron temas tales como la gestión financiera e institucional del sector; el tratamiento de los desechos sólidos; la rehabilitación de los sistemas de acueductos, la introducción de muebles sanitarios y accesorios de bajo consumo para el ahorro de agua; medidas para la descontaminación fluvial y marítimo- costera, y la protección y explotación racional de los acuíferos que abastecen a la Ciudad. Este fructífero intercambio de opiniones y experiencias aportó un rico caudal de posibles soluciones en torno a los problemas del sector y sus recomendaciones constituyen pautas para la recuperación del medio ambiente.

La protección del Malecón y el litoral habaneros contra las penetraciones del mar es también una necesidad de la Ciudad y una de las primeras tareas que el Grupo coordinó

con el objetivo de aunar los esfuerzos que venían desarrollando diferentes instituciones. Por tal motivo convocó a un Taller de estudios en el cual se pudo constatar el nivel de información existente y los aspectos en que era necesario investigar más. A partir de los resultados de este Taller, se trabajó en definir acciones inmediatas que se acometerían con el objetivo de minimizar afectaciones y a la población y a la economía, mientras un grupo de expertos recomendaba las variantes que debían estudiarse para seleccionar las soluciones definitivas contra la penetración mar.

La descontaminación del río Almendares no podía ser un tema del cual el Grupo se mantuviera ajeno, ya que este río representa un símbolo muy añorado por los habaneros. Igualmente importante lo es el proyecto del Parque Metropolitano de La Habana, por su relación con el mejoramiento ambiental de la cuenca del río. Este proyecto que se está desarrollando con asesoría técnica y financiamiento canadiense, está concebido como un parque ecológico y sustentable donde convivan armoniosamente el medio natural y las actividades productivas, recreativas, deportivas, culturales y turísticas, que propicien la participación social como forma de esparcimiento y educación.

En todos estos importantes proyectos ambientales que se desarrollan en la Ciudad, el Grupo ha promovido la aplicación de soluciones y tecnologías apropiadas a nuestras condiciones económicas y naturales tales como la "acreción mineral marina" para producir barreras coralinas submarinas artificialmente que funcionen como elementos protectores contra las penetraciones del mar; la utilización de plantas acuáticas en la depuración de aguas residuales domésticas y como suplemento proteico para la alimentación animal o como biomasa para producir biogás; el rehuso del agua depurada en el riego agrícola y la acuicultura; el empleo de redes de alcantarillado de pequeño diámetro y poca profundidad que permite proyectos más viables y participativos, entre las más importantes.

Por su carácter educativo, a la vez que económico y ecológico, el reciclaje de la basura es un objetivo de trabajo del Grupo que se concreta en una experiencia llevada a cabo en el barrio de La Güinera con la participación del Taller de Transformación Integral y el Consejo Popular de dicho barrio, para la obtención de biogás a partir de la materia orgánica presente en la basura.

Durante los diez años de creado, ha sido una premisa del trabajo del Grupo el propiciar la racionalidad, integridad y unidad de acción para alcanzar el objetivo estratégico del sector: *lograr la máxima eficiencia económica, social y ambiental con un mejoramiento progresivo de los servicios y la protección del medio ambiente que potencie la economía de La Habana en el marco de su importancia histórica regional.*

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

La pieza clave para su empresa.

Cartografía Digital



PRODUCTOS:

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).



Ministerio de Fomento
Instituto Geográfico Nacional



Información y venta:

General Ibáñez de Ibero, 3 - 28003 MADRID.

Información: Tel.: (91) 536 06 36 Fax: (91) 553 29 13 - Venta: Tel.: (91) 553 41 86 Fax: (91) 535 25 91
Servicios Regionales y Centros Provinciales

10 AÑOS DE INFOCARTO



INFOCARTO S.A., empresa que centra sus actividades en técnicas de Teledetección, Cartografía, y Sistemas de Información Geográficos, ha cumplido 10 años de existencia. No podíamos dejar pasar esta fecha tan significativa para nosotros sin agradecer de algún modo a todos aquellos que confiaron en nuestro proyecto y que han hecho posible tal conmemoración. Estamos seguros que los próximos 10 años serán aún más beneficiosos para todos aquellos que confían en nuestra empresa.

INFOCARTO S.A. ha querido celebrar sus primeros 10 años **REGALANDO** un CD-ROM en el cual se incluye: principales actividades realizadas en INFOCARTO, presentaciones de nuestros productos, software GRATIS y datos GRATIS. Todos estos datos se encuentran igualmente disponibles en nuestro web: www.infocarto.es.

¿QUÉ PUEDE ENCONTRAR EN EL CD-ROM?

- **ERDAS IMAGINE 8.3.** Descripción detallada de las funcionalidades y novedades que ofrece el software líder de Teledetección (más de 300 licencias instaladas y mantenidas en España) con ofertas especiales para educación.

- **MAPSHEETS.** Nuevo producto orientado a presentaciones Geográficas y Cartográficas de fácil manejo para Windows 95 y Windows NT. Integrado totalmente con el Office de Microsoft, permitiendo: Creación de mapas con MapSheets, Información de atributos con Excel, Presentaciones con Power Point e Informes con Word.

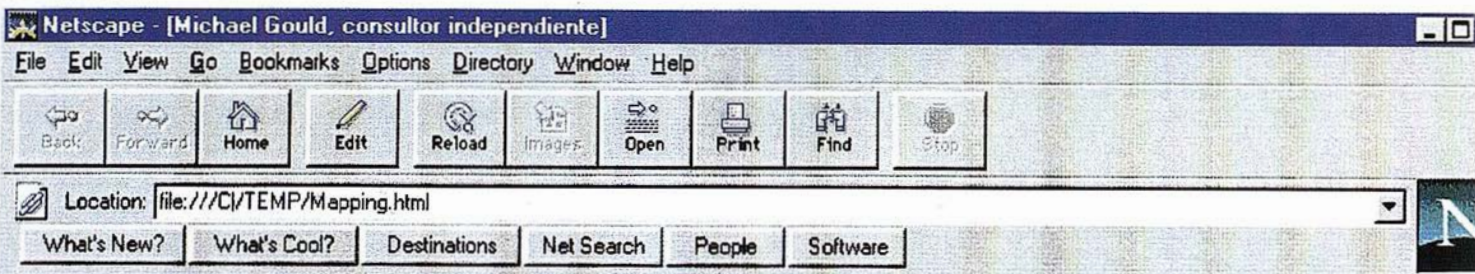
Para comprobar sus funcionalidades se incluye GRATIS en el CD ROM una DEMO completa del producto. Todas sus posibilidades están incluidas exceptuando la impresión y la posibilidad de salvar ficheros.

Para la evaluación correcta de MapSheets encontrará en el CD-ROM GRATIS datos correspondientes a la Península Ibérica: Una imagen de satélite en formato .img y una cobertura en formato shp correspondiente a los límites provinciales de España.

- **ESTACIONES DE RECEPCIÓN SMARTECH.** Presentación detallada de las características y especificaciones de las estaciones Smartech para la recepción de imágenes NOAA.

Se incluye además una selección de Quik Looks de NOAA desde Junio 1996 hasta Diciembre de 1997 y ejemplos de Índices de Vegetación NDVI desde Junio 1996 hasta Diciembre 1997.

Si aún no tiene su CD-ROM solicítelo a INFOCARTO S.A. a través de FAX: 91-372 81 45, Tfno: 91-372 85 54 o correo electrónico: comercial@infocarto.es



¿Dónde consigue Ud. asesoramiento *objetivo* para sus proyectos SIG?

- proyectos europeos / internacionales
- estudios de necesidad
- diseño de sistemas
- planes estratégicos
- traducción de documentos

<http://www.lander.es/~mgould/>
Telf. 909 85 84 38

LOS GRANDES ACONTECIMIENTOS HAN SIDO REPRESENTADOS POR UN SELLO



DE IGUAL MANERA
NUESTRO SELLO.....



ES EL SELLO
DE UNA EMPRESA
QUE TRABAJA
PARA USTED

ES
TECNOLOGÍA
TOTALMENTE
ESPAÑOLA

ES UN SELLO
DE CALIDAD

ESPECIALISTAS EN:

- Ingeniería GIS.
- Sistemas de explotación de datos geográficos y territoriales.
- Soluciones integradas.
- Estaciones fotogramétricas Digitales.
- Generación de MDT y Ortofotos (B/N y color).
- Software de Aerotriangulación.
- Sistemas de distribución y servidores de cartografía.



INVESTIGACIONES CIBERNÉTICAS, S.A.

TECNOLOGÍA ESPAÑOLA

Tel. (91) 890 20 61*
Fax. (91) 890 75 73
Email: ici@teleline.es

UN EXAMEN A LAS OBSERVABLES DEL SISTEMA GPS

Mari Paz Holanda Blas. Ing. Téc. en Topografía.

Juan Carlos Bermejo Ortega. Ing. Téc. en Topografía.

Dentro del mundo de la Geodesia y la Topografía, el Sistema de Posicionamiento Global (GPS) ha constituido una revolución en la planificación y metodología de trabajo para los profesionales del sector, fundamentalmente debido a su operatividad y versatilidad, que han permitido solucionar problemas que hasta entonces encarecían en demasía y dificultaban los trabajos de esta índole.

Como cualquier método innovador, el GPS está en continua evolución, y por este motivo los técnicos en la materia necesitan información que les permita alcanzar el máximo rendimiento de sus equipos de trabajo, así como conocer el tipo de metodología de observación e instrumentos a utilizar, en función de las necesidades y precisiones requeridas en cada trabajo.

Lo que se va a exponer a continuación son los resultados más relevantes de un amplio Estudio de la Precisión del Sistema GPS, es decir, un estudio de los errores y precisiones obtenidos con las distintas combinaciones de observables que proporciona el Sistema GPS en función de diversos condicionantes, como son el instrumental utilizado en la observación, la distancia de líneas base, el tiempo de observación y los efectos de la atmósfera. Con esto, podremos dar a conocer al usuario qué tipo de instrumento GPS deberá utilizar en función de la distancia y de la tolerancia del trabajo.

INTRODUCCIÓN

Las observables que proporciona el Sistema GPS son las siguientes:

- Observables de tiempo

- Código C/A (Clear/Access) modulado en la portadora L1.
- Código P (Precise code) modulado en la portadora L1.
- Código P (Precise code) modulado en la portadora L2.

- Observables de diferencia de fase de la portadora

- Diferencia de fase de la portadora L1, denominado $\Phi 1$.
- Diferencia de fase de la portadora L2, denominado $\Phi 2$.

Con estas observables se pueden confeccionar diferentes combinaciones, pero las que vamos a analizar en este artículo son:

- P1. Medidas de código P en L1 en modo diferencial.
- P1+ $\Phi 1$. Medidas conjuntas del código P y diferencia de fase en L1.
- (P1+P2)+($\Phi 5$). Uso de medidas de código P en ambas portadoras y diferencia fase por el método denominado "banda ancha", esto es, $\Phi 1 - \Phi 2$.
- P1+ $\Phi 3$. Uso de medidas de código P en L1 y diferencia de fase por el método denominado "combinación libre de efecto ionosférico".

HERRAMIENTAS Y CAMPAÑA DE CAMPO

Es evidente que el instrumental a utilizar tanto en la observación como en el cálculo posterior debe permitir el tratamiento de las combinaciones de observables citadas anteriormente.

• Instrumental de observación

Los instrumentos utilizados para la observación fueron 4 receptores GPS bifrecuencia de la casa Leica. Dos de ellos correspondían a la serie Sr399 (Figura 1), con 9 canales, y los otros dos a la serie SR9500 (Figura 2), con 12 canales; todos ellos con unidad de control CR344 y con una precisión a priori dada por el fabricante de $5 \text{ mm} \pm 1 \text{ ppm}$.

Estos receptores son capaces de recibir la fase portadora sobre L1 y L2, el código C/A sobre L1 y el código P sobre L1 y L2. La alta intensidad de señal con la que trabajan estos receptores garantiza una óptima observación de los satélites en elevaciones bajas y en condiciones desfavorables.



Figura 1. Sensor SR399 (interno), antena y Controlador CR344.



Figura 2. Sensor SR9500 (externo), antena y Controlador CR344.

• Instrumental de cálculo post-proceso

El software de cálculo de datos GPS utilizado fue **SKI Static Kinematic Software ver. 2.11 y ver. 2.2, copyright Leica AG, Heerbrugg 1997** (Figura 3).

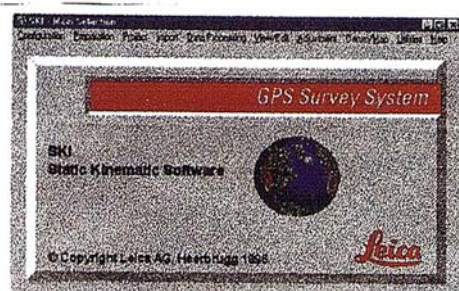


Figura 3. Software para el post-proceso.

• Diseño de las redes y campaña de campo

Para el desarrollo del estudio se confeccionaron **seis redes** de cuatro vértices cada una, todos ellos pertenecientes a la *Red Geodésica Nacional Española*. Estas redes estaban enlazadas entre sí por trisección, teniendo al menos un punto en común con la inmediatamente superior. Las redes están compuestas por líneas base de diferente longitud (Figura 4 y Figura 5):

RED-1: 400-600 km	RED-4: 50-100 km
RED-2: 200-400 km	RED-5: 10-50 km
RED-3: 100-200 km	RED-6: 5-10 km

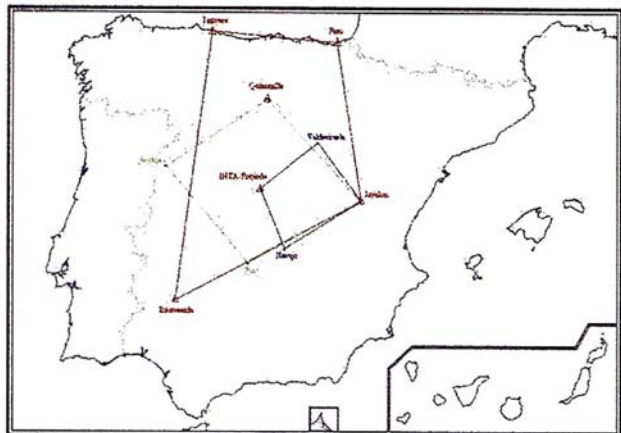


Figura 4. RED-1, RED-2, RED-3 y RED-4.

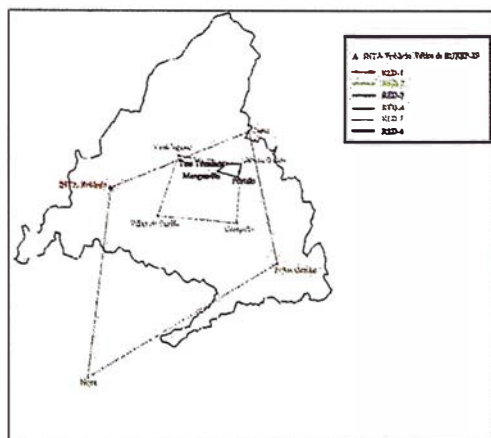


Figura 5. RED-4, RED-5 y RED-6.

Los **parámetros** fundamentales de observación fueron los siguientes:

- Observación por el método estático diferencial.
- Máscara de elevación de 10° .
- Constitución de las épocas de grabación cada 15 segundos en modo compacto.
- Observación diurna y observación nocturna de cada red con períodos de observación de 3 horas.
- Observación diurna de los enlaces entre las redes con períodos de observación de 3 horas.

CÁLCULO

La fase del cálculo comprende varios apartados. Primero se tienen que elegir los *parámetros* para el cálculo de las líneas base y es aquí donde se elige la combinación de observables a utilizar. Después se procede al *cálculo* de las líneas base y al *ajuste* de cada red. Y para finalizar se realiza un *estudio estadístico* y análisis de los datos obtenidos.

• Elección de los parámetros para el cálculo de las líneas base

Los *parámetros* principales de cálculo de las líneas base utilizados para cada combinación de observables fueron los siguientes:

- * **Cálculo con Código en L1 (P1).**
 - Ángulo de la máscara de elevación de 10° .
 - Modelo Hopfield de corrección troposférica.
 - Aplicación de modelo de corrección ionosférica estándar y omisión de corrección.
 - Datos a utilizar: Sólo código sobre la portadora L1.
- * **Cálculo con Código y Fase en L1 (P1+Φ1).**
 - Ángulo de la máscara de elevación de 10° .
 - Modelo Hopfield de corrección troposférica.
 - Modelo estándar de corrección ionosférica.
 - Datos a utilizar: Código y Fase sobre la portadora L1.
- * **Cálculo con Código y Fase utilizando la banda ancha ((P1+P2)+Φ5).**
 - Ángulo de la máscara de elevación de 10° .
 - Modelo Hopfield de corrección troposférica.
 - Aplicación de los modelos de corrección ionosférica estándar, modelos ionosférico calculado a partir de la recepción de las dos portadoras L1 y L2, y omisión de corrección.
 - Datos a utilizar: Código y Fase sobre las portadoras L1 y L2.
- * **Cálculo con Código y Fase utilizando la combinación libre de efecto ionosférico (P1+Φ3).**
 - Ángulo de elevación de 10° .
 - Modelo Hopfield de corrección troposférica.
 - Omisión de corrección ionosférica dado que esta combinación elimina dicho efecto.
 - Datos a utilizar: Código sobre la portadora L1 y Fase sobre L1 y L2.

La Troposfera y la Ionosfera son dos regiones de la Atmósfera que producen perturbaciones en las señales enviadas por los satélites y que afectan a nuestras observables GPS.

Debido a que la señal se propaga por un medio que no es el vacío, ésta sufre un retardo en su propagación (viaja con una velocidad menor a la velocidad de la luz), además de una refracción en su trayectoria a medida que avanza hacia el receptor situado en la superficie. Para eliminar o intentar modelar lo mejor posible estos errores se optó por aplicar una serie de modelos de corrección incluidos en el software.

Para eliminar el *efecto troposférico* se utilizó el *Modelo de Corrección Troposférico de Hopfield*, por ser el que mejor modela este error. Este modelo calcula un valor de corrección que aplica a cada distancia receptor-satélite, utilizando unas tablas empíricas de datos de presión, temperatura y humedad relativa en función de la altitud de cada punto.

Para eliminar el *efecto ionosférico* el software incluye varias posibilidades de modelo de corrección, a aplicar en función de los datos de que se dispongan para el cálculo. Existe siempre la posibilidad de aplicar un *Modelo de Corrección Ionosférico Estándar Global*, que es el que mandan los satélites en su mensaje de navegación. Si se disponen de datos en las dos frecuencias se puede calcular utilizando la *Combinación Libre de Efecto Ionosférico*, que no necesitará de la aplicación de ningún modelo, o bien, se puede aplicar un *Modelo de Corrección Ionosférico Calculando* para el punto de referencia en función de los datos de la observación. Este cálculo de modelo de corrección se realiza utilizando la *combinación libre de efecto ionosférico*, a través de la cual se obtienen los valores de los coeficientes de un polinomio de corrección que se aplicará cada distancia receptor-satélite. Por último, siempre tenemos la posibilidad de calcular las líneas base sin aplicar ningún modelo de corrección, y por lo tanto asumir el error.

• Cálculo de las líneas base

Inicialmente se efectuó un cálculo previo de todos los puntos singulares (*singles points*) en la totalidad de los vértices, con el fin de obtener una mejor solución aproximada de partida, para un cálculo posterior de líneas base más óptimo. Este cálculo de puntos singulares se realizó mediante un posicionamiento estático absoluto con mediciones de código.

A continuación se efectuaron los cálculos de todas las líneas base disponibles para cada combinación de observables, aplicando los parámetros citados anteriormente. Además, para el cálculo de alguna línea en particular, se modificaron algunos otros parámetros más específicos como el rms de las medidas de fase para la detección de pérdidas de ciclo, el establecimiento de ventanas en los satélites de la observación en función de la geometría de resolución y de la bondad de los datos, cambios en los satélites de referencia, evaluaciones a priori del espacio de búsqueda de ambigüedades, etc.

• Ajuste de las redes

Una vez calculadas todas las líneas base con cada combinación de observables y comprobado que todos los triángulos formados cerraban con un error dentro de la tolerancia según las líneas base medidas, se ajustó cada red de forma independiente, incluyendo el enlace con la inmediatamente inferior. Se estableció un punto fijo por red en sus tres coordenadas, es decir, en posición y en altura.

Los **parámetros** fundamentales para la realización de cada ajuste fueron las siguientes:

- Número de iteraciones: 5-7.
- Probabilidad de rechazar la hipótesis verdadera: $\alpha = 5\%$.
- Probabilidad de rechazar la hipótesis falsa (fuerza del test): $1-\beta = 90\%$.
- Nivel de confianza de los resultados: 95%.

• Estudio estadístico

Del ajuste obtenemos las coordenadas de los vértices con las que confeccionamos las distancias espaciales, y además las matrices de varianza-covarianza de las coordenadas, fruto de los ajustes de cada red. Con estas herramientas vamos a calcular el **error** correspondiente a cada distancia.

Para ello, vamos a aplicar la *Ley de Propagación de Varianzas-Covarianzas* para expresiones no lineales y correladas (nuestro caso), según la cual:

$$\Sigma_{dd} = \mathbf{J} \cdot \Sigma_{xyz} \cdot \mathbf{J}^T$$

Donde:

- Σ_{xyz} : Matriz varianza-covarianza de las coordenadas.
- Σ_{dd} : Matriz varianza-covarianza de las distancias.
- \mathbf{J} : Matriz jacobiana fruto de la linealización de la expresión de la distancia.
- \mathbf{J}^T : Matriz jacobiana traspuesta.

Los errores obtenidos en Σ_{dd} son *errores estándar*. Hablar de un error estándar de una variable que tiene tres grados de libertad (como es la distancia), es equivalente a decir que el error que estamos cometiendo está asociado a una probabilidad de un **19,87%**. Es decir, que el error estándar no solamente no es válido para evaluar el resultado de nuestras distancias, sino que además nos induce conclusiones en nuestras precisiones. Por todo esto, debemos asociar los errores de nuestras distancias a una probabilidad que nos de una idea fidedigna de nuestros resultados, como puede ser un **95%**. La forma de hacerlo es la siguiente:

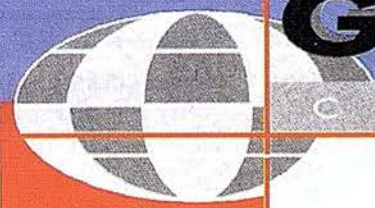
$$\sigma_{di(95\%)} = \sigma_{di} \cdot (\chi^2_{n=3, \alpha=0.05})^{1/2}$$

Una vez obtenidos los errores en las distancias asociados a una equivocada probabilidad del 95%, el siguiente paso es hallar la **precisión** en partes por millón (ppm) obtenida en cada distancia. Para ello hacemos lo siguiente:

$$\text{ppm} = \frac{\sigma_{di(95\%)} \text{ en mm}}{D_i \text{ en km}}$$

A continuación, tomamos todas las distancias con cada combinación de observables y las agrupamos en rangos, con el fin de efectuar un **filtrado** de aquellas que discrepen en los valores de precisión con sus compañeras de rango. Los rangos son 400-600, 300-400, 200-300, 100-200, 50-100, 10-50 y 5-10, expresadas las cantidades en km. El proceso de filtrado es el siguiente:

MAPPA TEMA CARTOGRAFIA



GEOMAP

CARTOGRAFIA

1. Hallamos la media aritmética de las precisiones de cada rango.
2. Calculamos las desviaciones (residuos) respecto a dicha media.
3. Calculamos el error medio cuadrático de la precisión media de cada rango.
4. Asociamos el valor del error medio cuadrático a una probabilidad del 90%, multiplicando por el valor de la distribución $N(0, 1)_{\alpha=0.1}$, estableciendo así una tolerancia.
5. Todo residuo mayor al valor de tolerancia se considerará que corresponde a un resultado incorrecto, desechando el mayor de ellos y repitiendo el proceso hasta que la totalidad de los residuos estén por debajo del valor de tolerancia en cada rango.

Tras este filtrado obtenemos una serie de tablas (una para cada combinación de observables), en las que aparecen las distancias medidas agrupadas en rangos, sus errores y sus precisiones. En la Figura 6 tenemos una muestra de estas tablas.

RANGOS DE DISTANCIAS CON CODIGO Y FASE EN L5 CON MODELO ESTANDAR OBSERVACIÓN DE 3 HORAS CON EPOCAS DE 15 SEG.

400 KM - 600 KM	E.M.C (m)	E.M.C (95%)(m)	P.P.M	DISTANCIAS (m)
FARO-PALO	0,082	0,231	0,45	507904,408
TAZONES-JAVALON	0,086	0,240	0,49	495084,803
JAVALON-BIENVENIDA	0,091	0,253	0,55	463292,336
BERZOSA-JAVALON	0,136	0,379	0,87	437351,039

300 KM - 400 KM	E.M.C (m)	E.M.C (95%)(m)	P.P.M	DISTANCIAS (m)
FARO-JAVALON	0,110	0,307	0,88	346901,374
PALO-QUINTANILLA	0,135	0,378	1,05	398732,399
BERZOSA-NAVAJO	0,103	0,288	0,91	316396,338
QUINTANILLA-JAVALON	0,119	0,334	1,10	302847,564
QUINTANILLA-NAVAJO	0,118	0,331	1,02	325746,807

Figura 6. Ejemplo de Tabla de errores y precisiones.

Pero para poder evaluar con mayor facilidad los resultados, es decir, el comportamiento en cuanto a la precisión de cada una de las combinaciones de observables analizadas, vamos a confeccionar unas **gráficas de precisión-distancia** para cada combinación de observable, que nos van a dar una idea visual de su precisión. Las gráficas son funciones polinómicas obtenidas del siguiente modo:

* El polinomio es del tipo:

$$y(x) = a_0 + a_1x + a_2x^2 + a_3x^3 + a_4x^4 + a_5x^5$$

cuyos coeficientes a_i se obtienen por MMCC, según el modelo matemático:

$$A \cdot x - y = v$$

Donde la matriz A contiene los valores de distancia de la combinación de observable expresados en km., el vector y contiene los valores de precisión en ppm y el vector x los parámetros a_i incógnita.

* Tras el ajuste, aplicamos el TAU-test (método de estimación robusta) para detectar aquellas relaciones precisión-distancia discrepantes que pueden dar una forma incorrecta a la función, debido a que atraen la solución hacia ellas

camuflando las posibles irregularidades. El test consta de los siguientes pasos:

1. Cálculo del valor de TAU. Este valor se calcula con la expresión:

$$\tau_{\gamma, \alpha} = \frac{\gamma^{1/2} \cdot t_{\gamma-1}}{(\gamma - 1 + (t_{\gamma-1})^2)^{1/2}}$$

siendo:

- γ : grados de libertad.
- t : valor t-Student para γ, α .
- α : 0,03 (nivel de significación elegido).

2. Cálculo de los residuos estandarizados.

$$Q_{vv} = (I - A(A^T A)^{-1} A^T)$$

$$\Sigma_{vv} = \hat{\sigma}_o^2 \cdot Q_{vv}$$

$$w_i = |v_i / \hat{\sigma}_{v_i}|$$

Donde:

- I : Matriz identidad.
- Q_{vv} : Matriz cofactor de los residuos.
- Σ_{vv} : Matriz varianza-covarianza de los residuos.
- $\hat{\sigma}_o^2$: Varianza a posteriori del ajuste.

3. Si $w_i < \tau$ se acepta la relación, pero si $w_i \geq \tau$ se rechaza. Puede ocurrir que existan varios residuos estandarizados mayores que el valor de TAU. Por ello, se procede a eliminar el mayor de ellos (ya que éste puede influenciar en otros haciéndoles parecer erróneos), y realizar de nuevo el ajuste, actuando así de forma reiterada hasta que la totalidad de los $w_i < TAU_{\gamma, \alpha=0,03}$.

Finalizados todos los ajustes para cada combinación de observables y hallados los parámetros a_i correspondientes, tendremos una expresión polinómica **precisión-distancia** para cada combinación de observables. Podemos, ahora efectuar su **representación gráfica**.

GRÁFICAS DE PRECISIÓN-DISTANCIA

Estas gráficas no pretenden ser exactas, sino solamente dar una idea de la precisión de cada combinación de observable en función de la distancia.

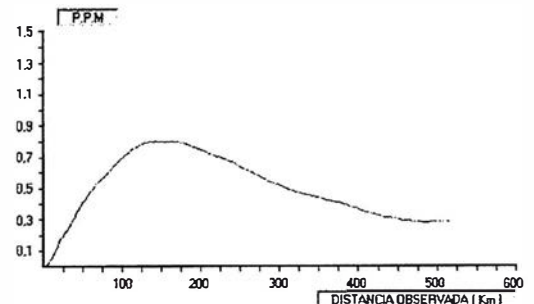


Figura 7. CÓDIGO EN L1 CON MODELO IONOSFÉRICO ESTÁNDAR. (15 min. con épocas de 15 s.)

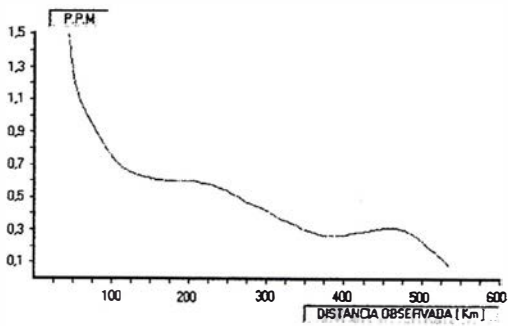


Figura 8. CÓDIGO EN L1 SIN MODELO IONOSFÉRICO (15 min. con épocas de 15 s.)

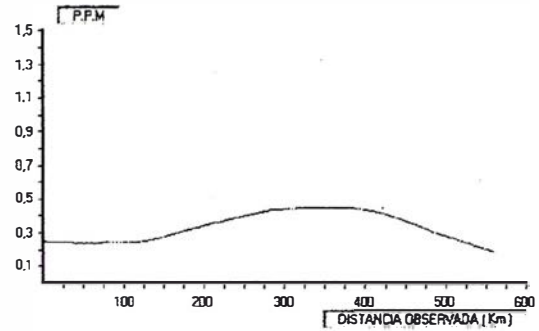


Figura 12. CÓDIGO Y FASE EN L5 (L1-L2) SIN MODELO IONOSFÉRICO (3 h. con épocas de 15 s.)

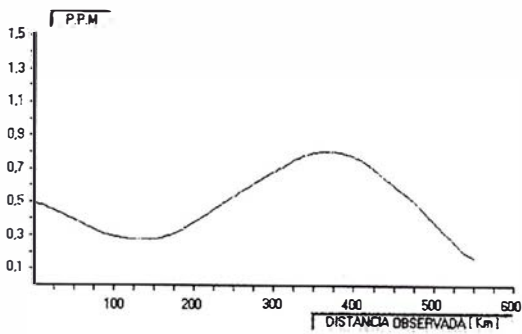


Figura 9. CÓDIGO Y FASE EN L1 CON MODELO IONOSFÉRICO ESTÁNDAR (3 h. con épocas de 15 s.)

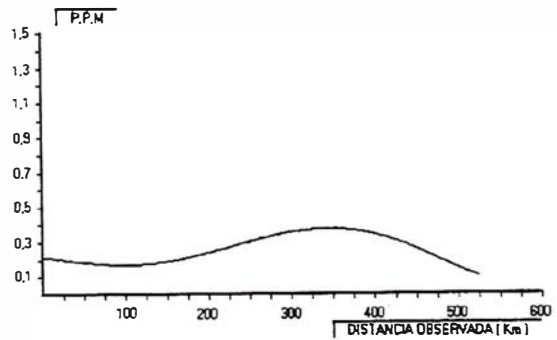


Figura 13. CÓDIGO Y FASE EN L5 (L1-L2) CON MODELO IONOSFÉRICO CALCULADO (2 h. con épocas de 15 s.)

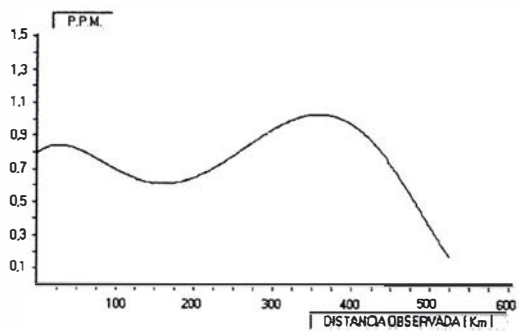


Figura 10. CÓDIGO Y FASE EN L5 (L1-L2) CON MODELO IONOSFÉRICO ESTÁNDAR (3 h. con épocas de 15 s.)

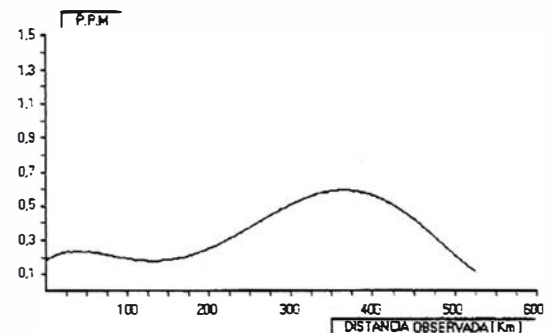


Figura 14. CÓDIGO Y FASE EN L5 (L1-L2) CON MODELO IONOSFÉRICO CALCULADO (1 h. con épocas de 15 s.)

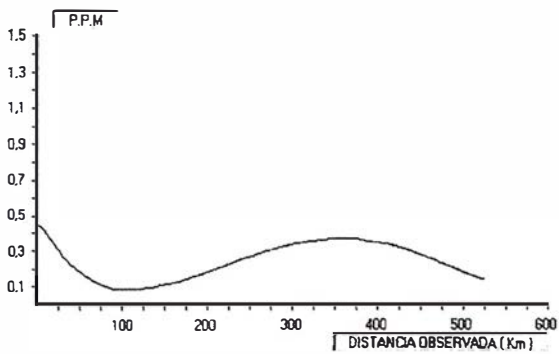


Figura 11. CÓDIGO Y FASE EN L5 (L1-L2) CON MODELO IONOSFÉRICO CALCULADO (3 h. con épocas de 15 s.)

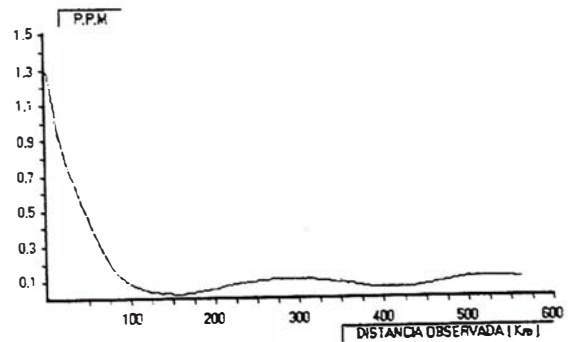


Figura 15. CÓDIGO Y FASE EN L3 LIBRE DE EFECTO IONOSFÉRICO (3 h. con épocas de 15 s.)

DETERMINACIÓN DE UN PATRÓN DE COMPARACIÓN

Analizando estas gráficas podemos darnos una idea de qué combinación de observables nos proporciona una mejor precisión para cada distancia, pero realmente ¿cuál es la que nos está dando las verdaderas distancias entre los vértices? Debemos determinar un mejor valor para cada una de las distancias medidas en función de su precisión obtenida, elaborando así un patrón con el que poder comparar todas las combinaciones de observables calculadas. Analizando las tablas de errores y precisiones de cada combinación (tablas como la de la Figura 6) y las gráficas, se puede llegar a la conclusión de que las combinaciones de observables que mejor van a determinar el patrón de comparación son la combinación de Código y Fase en L5 (banda ancha) con el Modelo Ionosférico Calculado para distancias hasta los 100 Km aproximadamente y la combinación de Código y Fase en L3 Libre de Efecto Ionosférico para distancias superiores a los 100 Km. Llegado a este punto, podemos recopilar los datos que van a determinar el patrón de comparación y realizar su representación gráfica precisión-distancia como en los casos anteriores.

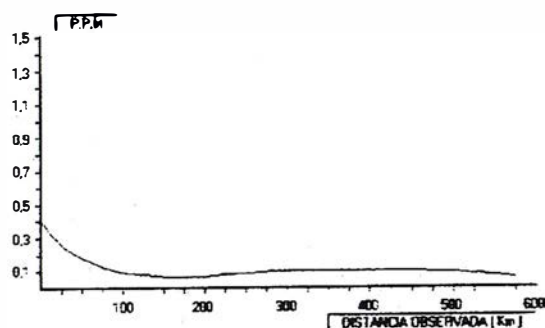


Figura 16. PATRÓN DE COMPARACIÓN

Por último, debemos comparar las distancias calculadas, con cada combinación de observables, con en patrón de comparación, para así poder establecer qué combinación elegir, según sean las precisiones exigidas.

	PATRON (m)	CAD L1 (m)	MSTD (m)	DIFERENCIA S (m)
FARO-BIENVENIDA	660546,033	660545,887		0,146
FARO-PALO	507904,438	507904,233		0,206
TAZONES-JAVALON	495084,742	495084,526		0,216
TAZONES-BIENVENIDA	588811,171	588810,875		0,296
TAZONES-PALO	519423,249	519423,059		0,190
JAVALON-BIENVENIDA	463291,994	463292,203		-0,209
BERZOSA-JAVALON	437351,174	437351,079		0,095
FARO-JAVALON	346901,404	346901,073		0,332
PALO-BERZOSA	300517,125	300517,037		0,088
PALO-QUINTANILLA	358730,847	358730,893		-0,047
QUINTANILLA-JAVALON	302846,635	302846,576		0,059
PALO-JAVALON	258893,833	258893,937		-0,104
JAVALON-PALO	258893,850	258893,894		-0,044
FARO-TAZONES	276119,767	276119,825		-0,058
BERZOSA-QUINTANILLA	266431,268	266431,239		0,030
JAVALON-ROBLEDO	241584,919	241584,430		0,489
JAVALON-NOEZ	243660,353	243659,857		0,497
VALDECIRUELA-NAVAJO	237629,247	237628,695		0,552
VALDECIRUELA-NOEZ	218432,231	218431,756		0,475

JAVALON-VALDECIRUELA	175585,313	175584,901	0,411
JAVALON-NAVAJO	198212,137	198212,033	0,103
JAVALON-NAVAJO	198212,181	198211,807	0,374
ROBLEDO-VALDECIRUELA	162734,945	162734,465	0,480
ROBLEDO-NAVAJO	143246,576	143246,378	0,198
NOEZ-CASAR	123613,304	123613,099	0,205
NOEZ-C. GORDA	110294,069	110293,888	0,182
NOEZ-P. GORDAS	91491,908	91491,776	0,133
ROBLEDO-P. GORDAS	85034,609	85034,627	-0,019
ROBLEDO-CASAR	74894,322	74894,200	0,122
C. GORDA-CAMPILLO	25396,778	25396,877	-0,099
C. GORDA-VIÑAS	40584,346	40584,392	-0,046
C. FORDA-VALDELEGANAR	25636,239	25636,331	-0,091
CAMPILLO-VIÑAS	32294,279	32294,174	0,105
CAMPILLO-VALDEGANAR	37262,718	37262,761	-0,042
VIÑAS-VALDELEGANAR	27133,326	27133,347	-0,021
C. GORDA-PORTELLO	5697,282	5697,277	0,005
C. GORDA-TRES TÉRMINOS	5827,895	5827,875	0,020
C. GORDA-MANGRANILLO	10064,280	10064,154	0,126
PORTELLO-TRES TÉRMINOS	7162,554	7162,705	-0,151
PORTELLO-MANGRANILLO	8592,125	8592,073	0,052
TRES TÉRMINOS-MANGRANILLO	4890,539	4890,541	-0,002

Tabla 1. COMPARACIÓN DEL PATRÓN CON CÓDIGO EN L1 CON EL MODELO IONOSFÉRICO ESTÁNDAR.

	PATRON (m)	COD L1 (m)	NMOD (m)	DIFERENCIAS (m)
FARO-PALO	507904,438	507904,821		-0,382
TAZONES-JAVALON	495084,742	495084,782		-0,039
TAZONES-PALO	519423,249	519423,363		-0,114
JAVALON-BIENVENIDA	463291,994	463292,294		-0,300
BERZOSA-JAVALON	437351,174	437351,295		-0,121
FARO-JAVALON	346901,404	346901,644		-0,240
PALO-BERZOSA	300517,125	300517,223		-0,097
PALO-QUINTANILLA	358730,847	358731,012		-0,165
BERZOSA-NAVAJO	316396,185	316396,138		0,047
QUINTANILLA-JAVALON	302846,635	302846,660		-0,025
QUINTANILLA-NAVAJO	325745,331	325745,077		0,254
PALO-JAVALON	258893,833	258894,044		-0,211
JAVALON-PALO	258893,850	258893,825		0,026
FARO-TAZONES	276119,767	276120,013		-0,246
BERZOSA-QUINTANILLA	266431,268	266431,338		-0,070
JAVALON-ROBLEDO	241584,919	241585,096		-0,177
JAVALON-NOEZ	243660,353	243660,503		-0,150
VALDECIRUELA-NAVAJO	237629,247	237629,259		-0,013
JAVALON-VALDECIRUELA	175585,313	175585,398		-0,085
JAVALON-NAVAJO	198212,137	198212,000		0,137
JAVALON-NAVAJO	198212,181	198212,374		-0,192
ROBLEDO-VALDECIRUELA	162734,945	162735,021		-0,076
ROBLEDO-NAVAJO	143246,576	143246,500		0,077
NOEZ-CASAR	123613,304	123613,234		0,071
NOEZ-C. GORDA	110294,069	110294,197		-0,128
ROBLEDO-NOEZ	75477,880	75477,993		-0,113
NOEZ-P. GORDAS	91491,908	91491,949		-0,040
ROBLEDO-P. GORDAS	85034,609	85034,732		-0,123
ROBLEDO-CASAR	74894,322	74894,259		0,063
ROBLEDO-C. GORDA	67517,177	67517,088		0,029
CASAR- P. GORDAS	57287,908	57287,896		0,012
P. GORDAS-C. GORDA	44816,006	44816,256		-0,250

Gran capacidad interna Gran capacidad en su entorno **PHODIS®** de Carl Zeiss

**Estereorrestituidor
digital**

**Aerotriangulación
digital**

**Trazado
monoplotting**

**Modelos
altimétricos
digitales**

**Memorización
de datos**

**Productos
ortofotográficos**



Carl Zeiss ofrece con el sistema fotogramétrico digital **PHODIS®** una solución completa para la fotogrametría digital.

Usted puede digitalizar los fotogramas con ayuda del scanner **SCAI** de precisión Zeiss, sin necesidad de cortar la película. **PHODIS® AT** sirve para la medición automática de la aerotriangulación. La evaluación tridimensional se efectúa mediante el estereorrestituidor digital **PHODIS® ST**. El software **TopoSURF** apoya la obtención de modelos altimétricos digitales. Mediante **PHODIS® OP**, usted puede confeccionar y producir ortofotos digitales con un Rasterplotter.

PHODIS® está integrado en la plataforma de los ordenadores Silicon Graphics, lo cual garantiza un flujo de datos óptimo, condiciones de trabajo uniformes y la cómoda llamada de todos los módulos de **PHODIS®**.

Con este sistema entregado por un solo proveedor, usted tendrá la garantía de un futuro seguro.

A nosotros nos gustaría mucho hablar con usted sobre **PHODIS®**. ¿Está usted interesado? En caso afirmativo, diríjase por favor a:



Carl Zeiss S.A.
Sociedad Unipersonal
Avda. de Burgos, 87
28050 Madrid
Teléfono 91/767 00 11
Telefax 91/767 04 12

Carl Zeiss – Cooperación a largo plazo

C. GORDA-CAMPILLO	25396,778	25396,830	-0,052
C. GORDA-VIÑAS	40584,346	40584,328	0,018
C. GORDA-VALDELEGANAR	25636,239	25636,325	-0,085
CAMPILLO-VIÑAS	32294,279	32294,234	0,045
CAMPILLO-VALDELEGANAR	37262,718	37262,856	-0,138
VIÑAS-VALDELEGANAR	27133,326	27133,383	-0,057
C.GORDA-PORTILLO	5697,282	5697,437	-0,155
C. GORDA-TRES TÉRMINOS	5827,895	5827,878	0,017
C. GORDA-MANGRANILLO	10064,280	10064,167	0,113
PORTILLO-TRES TÉRMINOS	7162,554	7162,725	-0,171
PORTILLO-MANGRANILLO	8592,125	8592,082	0,043

Tabla 2. COMPARACIÓN DEL PATRÓN CON CÓDIGO EN L1 SIN MODELO IONOSFÉRICO.

	PATRÓN (m)	C&F L1 MSTD (m)	DIFERENCIAS (m)
FARO-BIENVENIDA	660546,033	660546,681	-0,648
FARO-PALO	507904,438	507904,633	-0,194
TAZONES-JAVALON	495084,742	495085,083	-0,341
TAZONES-BIENVENIDA	588811,171	588811,376	-0,206
TAZONES-PALO	519423,249	519423,442	-0,193
BERZOSA-JAVALON	437351,174	437351,817	-0,643
BERZOSA-NAVAJO	316396,185	316396,532	-0,347
QUINTANILLA-JAVALON	302846,635	302847,012	-0,377
QUINTANILLA-NAVAJO	325745,331	325745,787	-0,456
PALO-JAVALON	258893,833	258894,098	-0,265
JAVALON-PALO	258893,850	258894,163	-0,312
FARO-TAZONES	276119,767	276120,119	-0,352
BERZOSA-QUINTANILLA	266431,268	266431,647	-0,378
JAVALON-ROBLEDO	241584,919	241585,322	-0,402
JAVALON-NOEZ	243660,353	243660,767	-0,414
VALDECIRUELA-NAVAJO	237629,247	237629,563	-0,316
VALDECIRUELA-NOEZ	218432,231	218432,571	-0,341
JAVALON-VALDECIRUELA	175585,313	175585,555	-0,242
JAVALON-NAVAJO	198212,137	198212,680	-0,544
ROBLEDO-VALDECIRUELA	162734,945	162735,238	-0,293
ROBLEDO-NAVAJO	143246,576	143246,565	0,012
NOEZ-CASAR	123613,304	123613,351	-0,047
NOEZ-C. GORDA	110294,069	110294,160	-0,091
ROBLEDO-NOEZ	75477,880	75477,955	-0,075
NOEZ-ROBLEDO	75477,879	75477,945	-0,066
NOEZ-P. GORDAS	91491,908	91491,934	-0,025
ROBLEDO-P. GORDAS	85034,609	85034,646	-0,037
ROBLEDO-CASAR	74894,322	74894,347	-0,025
ROBLEDO-C. GORDA	67517,117	67517,145	-0,028
CASAR-P. GORDAS	57287,908	57287,945	-0,037
C. GORDA-CAMPILLO	25396,778	25396,813	-0,035
C. GORDA-VIÑAS	40584,346	40584,402	-0,056
C. GORDA-VALDELEGANAR	25636,239	25636,276	-0,037
CAMPILLO-VIÑAS	32294,279	32294,324	-0,045
CAMPILLO-VALDELEGANAR	37262,718	37262,771	-0,052
VIÑAS-VALDELEGANAR	27133,326	27133,364	-0,038
C. GORDA-PORTILLO	5697,282	5697,290	-0,008
C. GORDA-TRES TÉRMINOS	5827,895	5827,900	-0,006
C. GORDA-MANGRANILLO	10064,280	10064,290	-0,010
PORTILLO-TRES TÉRMINOS	7162,554	7162,564	-0,010
PORTILLO-MANGRANILLO	8592,125	8592,137	-0,012
TRES TÉRMINOS-MANGRANILLO	4890,539	4890,544	-0,005

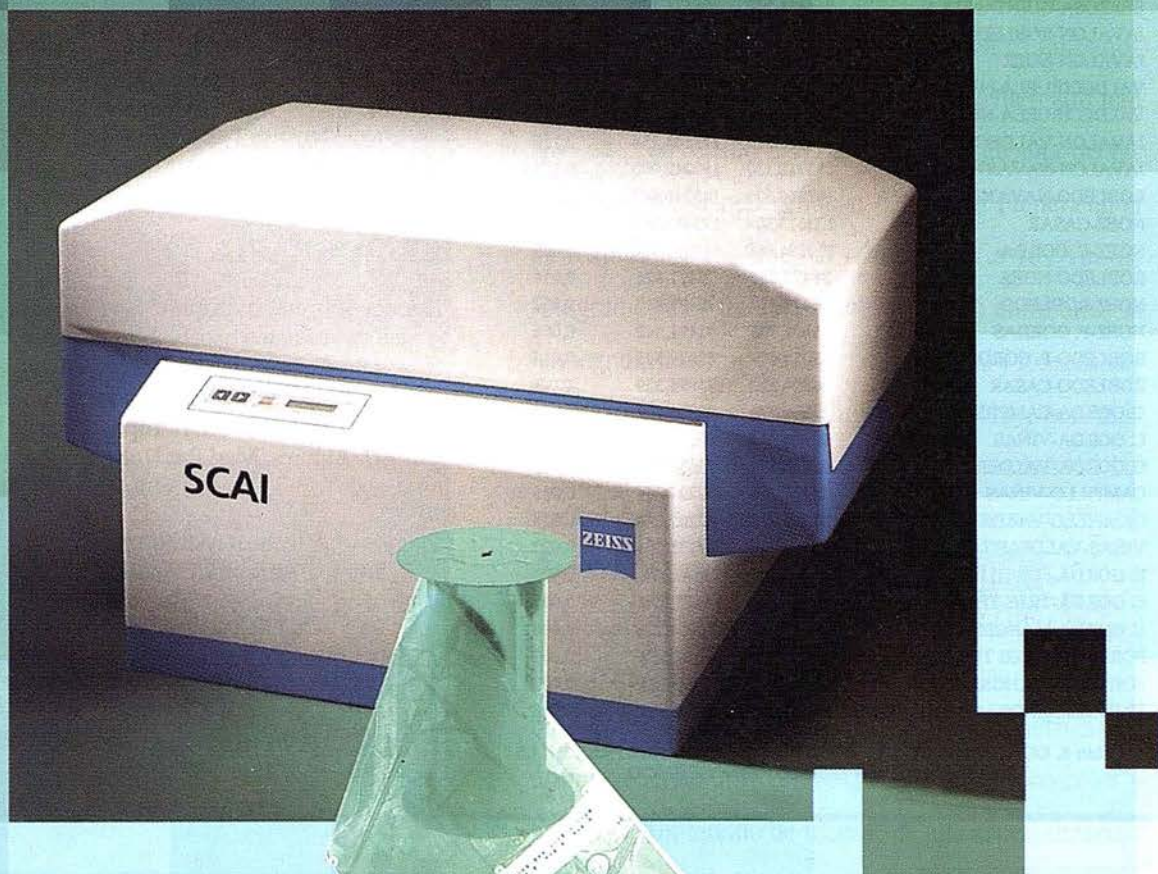
Tabla 3. COMPARACIÓN DEL PATRÓN CON CÓDIGO Y FASE EN L1 CON EL MODELO IONOSFÉRICO ESTÁNDAR.

	PATRÓN (m)	C&F L5 MSTD (m)	DIFERENCIAS (m)
FARO-BIENVENIDA	660546,0331	660545,970	0,063
FARO-PALO	507904,4384	507904,408	0,030
TAZONES-JAVALON	495084,7423	495084,803	-0,061
TAZONES-BIENVENIDA	588811,1707	588810,916	0,254
TAZONES-PALO	519423,2493	519423,253	-0,004
JAVALON-BIENVENIDA	463291,9936	463292,336	-0,343
BERZOSA-JAVALON	437351,1741	437351,039	0,135
FARO-JAVALON	346901,4044	346901,374	0,030
BERZOSA-NAVAJO	316396,1850	316396,338	-0,153
PALO-JAVALON	258893,8329	258893,937	-0,104
JAVALON-PALO	258893,8505	258893,945	-0,095
FARO-TAZONES	276119,7670	276119,772	-0,005
BERZOSA-QUINTANILLA	266431,2681	266431,579	-0,311
JAVALON-ROBLEDO	241584,9192	241585,142	-0,223
JAVALON-NOEZ	243660,3534	243660,606	-0,252
VALDECIRUELA-NAVAJO	237629,2469	237629,265	-0,018
VALDECIRUELA-NOEZ	218432,2306	218432,458	-0,227
JAVALON-VALDECIRUELA	175585,3126	175585,504	-0,191
JAVALON-NAVAJO	198212,1367	198212,258	-0,121
JAVALON-NAVAJO	198212,1815	198212,210	-0,028
ROBLEDO-VALDECIRUELA	162734,9451	162735,040	-0,095
ROBLEDO-NAVAJO	143246,5764	143246,612	-0,036
NOEZ-CASAR	123613,3041	123613,365	-0,061
NOEZ-C. GORDA	110294,0694	110294,202	-0,132
ROBLEDO-NOEZ	75477,8799	75478,027	-0,147
NOEZ-ROBLEDO	75477,8788	75477,995	-0,117
NOEZ-P. GORDAS	91491,9085	91491,955	-0,046
ROBLEDO-P. GORDAS	85034,6088	85034,685	-0,077
ROBLEDO-CASAR	74894,3216	74894,345	-0,023
ROBLEDO-C. GORDA	67517,1169	67517,196	-0,080
CASAR-P. GORDAS	57287,9080	57287,952	-0,044
C. GORDA-CAMPILLO	25396,7779	25396,823	-0,045
C. GORDA-VIÑAS	40584,3458	40584,424	-0,079
C. GORDA-VALDELEGANAR	25636,2395	25636,286	-0,046
CAMPILLO-VIÑAS	32294,2791	32294,332	-0,053
CAMPILLO-VALDELEGANAR	37262,7184	37262,778	-0,059
VIÑAS-VALDELEGANAR	27133,3262	27133,378	-0,052
C. GORDA-PORTILLO	5697,2819	5697,291	-0,010
C. GORDA-TRES TÉRMINOS	5827,8946	5827,898	-0,003
C. GORDA-MANGRANILLO	10064,2796	10064,290	-0,010
PORTILLO-TRES TÉRMINOS	7162,5538	7162,560	-0,006
PORTILLO-MANGRANILLO	8592,1251	8592,133	-0,008
TRES TÉRMINOS-MANGRANILLO	4890,5392	4890,545	-0,006

Tabla 4. COMPARACIÓN DEL PATRÓN CON CÓDIGO Y FASE EN L5 (banda ancha) CON EL MODELO IONOSFÉRICO ESTÁNDAR.

	PATRÓN (m)	C&F L5 NMOD (m)	DIFERENCIA S (m)
FARO-BIENVENIDA	660546,033	660546,029	0,004
FARO-PALO	507904,438	507904,361	0,077
TAZONES-JAVALON	495084,742	495084,570	0,172
TAZONES-BIENVENIDA	588811,171	588810,966	0,205
TAZONES-PALO	519423,249	519423,191	0,058
JAVALON-BIENVENIDA	463291,994	463292,216	-0,223
BERZOSA-JAVALON	437351,174	437350,910	0,264
FARO-JAVALON	346901,404	346901,294	0,110
QUINTANILLA-JAVALON	302846,635	302846,339	0,297

Sin recortar. Sin apilar. Digitalizar automáticamente 600 fotografías aéreas Con el SCAI de Carl Zeiss.



¿Cuál es su tiempo de trabajo para digitalizar y archivar centenares de fotogramas?
¿Quedaría cansado al realizar esta operación?.

Con el scanner de precisión Zeiss SCAI queda intacto el rollo de película. Los fotogramas no se cortan. Solo hay que colocar la película y digitalizarla automáticamente. En breve intervalo de tiempo dispondrá del «original digital» dentro de su ordenador Silicon Graphics. Al archivo se manda solamente el rollo de película.

SCAI tiene una alta productividad: Los tres canales cromáticos se registran con óptima calidad

durante una sola pasada.

Es posible ejecutar el trabajo automáticamente,

en forma de proceso por lotes, con selección de imágenes. Y todo esto se produce con alta velocidad de exploración.

Se sobreentiende que SCAI está integrado en el sistema fotogramétrico digital PHODIS®.

A nosotros nos gustaría mucho hablar con usted sobre SCAI y PHODIS®. ¿Está usted interesado? En caso afirmativo, dirijase por favor a:

Carl Zeiss



150
Años

de innovación en óptic

Carl Zeiss S.A.
Sociedad Unipersonal
Avda. de Burgos, 87
«Edificio Porsche»
28050 Madrid
Teléfono 91/767 00 11
Telefax 91/767 04 12

Carl Zeiss -
Cooperación
a largo plazo

QUINTANILLA-NAVAJO	325745,331	325745,132	0,199
PALO-JAVALON	258893,833	258893,696	0,137
JAVALON-PALO	258893,850	258893,746	0,105
FARO-TAZONES	276119,767	276119,702	0,065
BERZOSA-QUINTANILLA	266431,268	266431,199	0,069
JAVALON-ROBLEDO	241584,919	241584,672	0,247
JAVALON-NOEZ	243660,353	243660,107	0,246
VALDECIRUELA-NAVAJO	237629,247	237629,075	0,172
VALDECIRUELA-NOEZ	218432,231	218432,067	0,163
JAVALON-VALDECIRUELA	175585,313	175585,154	0,159
JAVALON-NAVAJO	198212,137	198212,003	0,134
ROBLEDO-NAVAJO	143246,576	143246,447	0,129
NOEZ-CASAR	123613,304	123613,253	0,051
NOEZ-C. GORDA	110294,069	110293,994	0,075
ROBLEDO-NOEZ	75477,880	75477,826	0,054
NOEZ-ROBLEDO	75477,879	75477,827	0,052
NOEZ-P. GORDAS	91491,908	91491,842	0,066
ROBLEDO-P. GORDAS	85034,609	85034,595	0,014
ROBLEDO-CASAR	74894,322	74894,329	-0,008
C. GORDA-CAMPILLO	25396,778	25396,762	0,016
C. GORDA-VIÑAS	40584,346	40584,325	0,021
C. GORDA-VALDELEGANAR	25636,239	25636,228	0,012
CAMPILLO-VIÑAS	32294,279	32294,264	0,015
CAMPILLO-VALDELEGANAR	37262,718	37262,694	0,024
VIÑAS-VALDELEGANAR	27133,326	27133,304	0,022
C. GORDA-PORTILLO	5697,282	5697,278	0,004
C. GORDA-TRES TÉRMINOS	5827,895	5827,890	0,005
C. GORDA-MANGRANILLO	10064,280	10064,274	0,006
PORTILLO-TRES TÉRMINOS	7162,554	7162,552	0,002
PORTILLO-MANGRANILLO	8592,125	8592,123	0,002
TRES TÉRMINOS-MANGRANILLO	4890,539	4890,539	0,000

Tabla 5. COMPARACIÓN DEL PATRÓN CON CÓDIGO Y FASE EN LS (banda ancha) SIN MODELO IONOSFÉRICO.

CONCLUSIONES

En cuanto a las diferencias en las distancias podemos concluir que debido a la influencia de la Ionosfera, las distancias que medimos son mayores si utilizamos las medidas de Código Diferencial y no aplicamos ningún modelo de corrección para todos los rangos de distancias; y son menores si utilizamos la combinación de Código y Fase Diferencial y no aplicamos modelo, siendo estas diferencias mayores cuanto mayor es la distancia. Todo esto es debido a la diferente influencia que tiene la Ionosfera sobre las medidas de Código y sobre las medidas de Código y Fase.

BIBLIOGRAFÍA

"Estudio de la precisión que el Sistema GPS proporciona en cada una de sus cinco observables y comportamiento de las mismas en función de diversos condicionantes para la medida de líneas base en un amplio rango de distancias". Proyecto Fin de Carrera, E.U.I.T. Topográfica de Madrid, Septiembre 1997. Autores: Mari Paz Holanda Blas, Juan Carlos Bernejo Ortega, Pablo Hernanz Villalba y Francisco Gómez Sánchez.

Chong, A., A Robust Method for Multiple Outliers Detection in Multi-Parametric Models, in Photogrammetric Engineering and Remote Sensing of June 1987.

Hofmann-Wenllenhof, B., 1994, GPS Theory and Practice, Springer-Verlag, New York.

Leica AG, 1996, SKI Documentation System 300, TQM, Switzerland.

¡ER Mapper gana una vez más en España!

Earth Resource Mapping expresa su satisfacción por haber añadido la Universidad de las Islas Baleares a la ya larga lista de universidades españolas que has seleccionado ER Mapper para enseñanza e investigación.

Antonio Rodríguez Perea, Jefe del Departamento de Ciencias de la Tierra, y Maurici Ruiz, Director del Laboratorio de Sistemas de Información Geográfica (LSIG) dijeron: "El proceso de selección del Software para Tratamiento Digital de imágenes no ha sido fácil ya que se han comparado los principales paquetes de software existentes en el mercado. Se buscaba, entre otras características, que el software elegido fuera aplicable tanto a tareas educativas (por tanto, que fuera un programa sencillo en su manejo), como a tareas de investigación (que incorporar, por otra parte, sofisticadas herramientas de análisis de imágenes). ER Mapper ha resultado ser el software que mejor ha cumplido con estos requerimientos. Una de las ventajas principales ha sido el novedoso concepto de Algoritmo como herramienta

fundamental en el proceso de Tratamiento Digital, ya que entre otras cosas, evita la necesidad de tener que almacenar en disco el resultado de las distintas operaciones que se van realizando y, de esta forma, se establece un ahorro de espacio de disco duro y un aumento de velocidad y capacidad de respuesta en tiempo real, muy importante en labores educativas.

Las 10 licencias adquiridas se utilizarán para la enseñanza de la asignatura "Fundamentos de Teledetección Espacial", obligatoria en el 4º curso de Geografía, así como para proyectos de investigación en el Laboratorio de Sistemas de Información Geográfica.

ER Mapper es líder mundial en el proceso de imágenes y composición cartográfica integrada y se comercializa a través de una red de 352 distribuidores en todo el mundo.



azimut,s.a.
FOTOGRAFIA AEREA



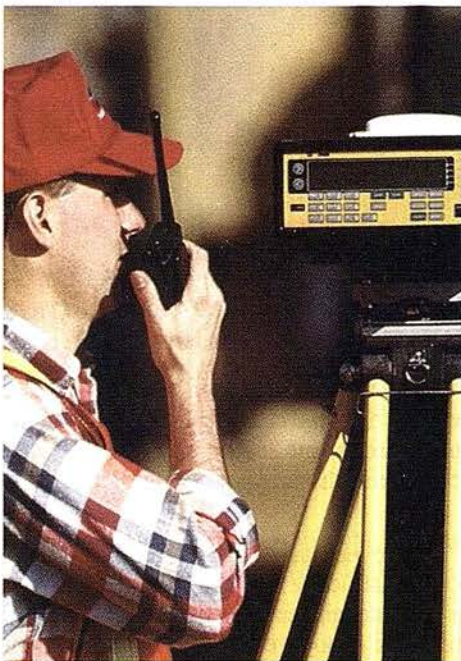
4 razones para trabajar con nosotros

EXPERIENCIA Casi treinta años de presencia permanente en el mercado han convertido a AZIMUT S.A. en una de las empresas más experimentadas del sector. Pionera en la aplicación de las nuevas tecnologías a los vuelos fotogramétricos tradicionales, incorporó entre otras la termografía infrarrojo, la fotografía espectral y los sensores aeromagnéticos y aeroradiométricos. Hoy, con más experiencia que nunca, une a su profesionalidad las posibilidades de vanguardia de los Sistemas GPS ■

TECNOLOGIA Aviones bimotores turboalimentados equipados con sistemas GPS de navegación (ASCOT y SOFTNAVA), estación base de referencias GPS, cámaras fotogramétricas de última generación (RC-30), laboratorio técnico color y b/n y todo un mundo de medios de alta especialización son la base de trabajo del equipo de profesionales de AZIMUT S.A. ■

CALIDAD Para AZIMUT S.A. el objetivo es satisfacer al máximo las necesidades de sus Clientes. Su compromiso es proporcionar a cada uno de ellos tecnología y vanguardia, pero también servicio y trato personal. El mejor Certificado de Garantía es siempre su fidelidad ■

ECONOMIA La creación de proyectos a medida permite optimizar tanto su ejecución como su coste. Son precisamente la experiencia, la tecnología y la calidad de AZIMUT S.A. lo que hace posible proporcionar a sus Clientes presupuestos basados en la economía.



azimut,s.a.

Marqués de Urquijo, 11. 28008 Madrid

Tel: (91) 541 05 00 - Fax: (91) 542 51 12

DESCRIPCION DEL METODO DE MONTAJE, CONTROL Y LANZAMIENTO DEL PUENTE SOBRE EL BARRANCO DE BAYANA (Almería). SOFTWARE PARA EL CONTROL DINÁMICO DEL LANZAMIENTO

Manuel López Romero.
Profesor del Departamento de Ingeniería Cartográfica,
Geodésica y Fotogrametría, de la Escuela Politécnica
Superior de la Universidad de Jaén.

Francisco Fernández Montaño.
Jefe de Topografía de la empresa Huarte.

En el caso de la estructura que nos ocupa, habría que añadir:

- Estudio, preparación y desarrollo del lanzamiento de la estructura, sobre las guías de empuje.
- Definición del control topométrico del proceso dinámico de lanzamiento.
- Creación de software específico para el control dinámico del lanzamiento.

La ya citada superestructura se construye con el objeto de salvar el llamado “Barranco de San Telmo”, situado en la provincia de Almería, en el término municipal de su Capital.

RESUMEN

El objetivo del presente artículo de ir describiendo el proceso de replanteo para la fabricación, montaje y puesta en obra (en su parte geométrica y cinemática) de la superestructura construida en la Autovía del Mediterráneo (N-340), así como la descripción de sus diferentes partes, desde que se realiza el proyecto hasta que tiene lugar la fase de montaje in situ, incluyendo las fases de fabricación en taller, transporte al sitio de ubicación, premontaje en bancada, lanzamiento y guiado, posicionamiento en estado final y terminación de tablero. Así como un software creado para el control topométrico dinámico del lanzamiento.

1. RESEÑA SOBRE EL PROYECTO DE LA ESTRUCTURA

1.1. INTRODUCCIÓN

Con ésta publicación planteamos una solución a los diferentes condicionantes que se nos pueden plantear al afrontar la construcción de una “superestructura”. Con todos los elementos constructivos, de control, etc. Que ello conlleva.

Algunas de las fases o procesos a constatar son entre otros:

- El momento de fabricación en taller, transporte al emplazamiento.
- Establecer el método de trabajo con el fin de poder replantear los diferentes elementos estructurales (zapatas, pilas, fustes, capiteles, muros, etc.).
- Llevar a cabo el premontaje en bancada.
- Realizar el control geométrico de puesta en obra de los elementos anteriores.
- Control del lanzamiento y guiado, posicionamiento en estado final y terminación de tablero.



Fotografía 1

Esta superestructura forma parte puntual de la obra “Variante de Almería”, que consiste en la construcción de una autovía de aproximadamente 25 Km. y cuyo objeto, es desviar el tráfico que actualmente discurre por el centro de la capital Almeriense.

El proyectista (APIA XXI) entre las posibles soluciones opta por una estructura formada por dos tableros mixtos de acero-hormigón independientes, uno por calzada, de planta circular de 800 metros de radio en el eje de la mediana y pendiente longitudinal del 5% con referencia a este mismo eje.

Salva una luz total de 287 metros mediante dos vanos laterales de 90 metros cada uno y un vano central de 107 metros.

- La estructura tiene dos elementos bien diferenciados:

- La viga de celosía: construida en acero estructural, tiene una dimensión entre ejes de 6 x 5.50 m. y esta formada por 4 cajones (600 mm x 600 mm) que se disponen en las aristas de un hecáedro en sentido longitudinal (ver plano) y unidos por traviesas metálicas así como una serie de riostras y cartelas que tienen como función principal el ir dando rigidez al conjunto metálico.
- El tablero de hormigón: Construido en hormigón armado, esta se fabricará in situ mediante unos carros de hormigonado que irán avanzando sobre las vigas maestras.

2. FABRICACION DE LA PARTE METALICA EN EL TALLER

A partir de los planos despiezados que el proyectista realiza, se construye en el Parque de Construcciones Metálicas de Huarte (Azuqueca de Henares) las partes del mecano que una vez ensambladas formaran el conjunto de la estructura metálica. En principio la primera operación es construir la viga celosía (Figura 1).

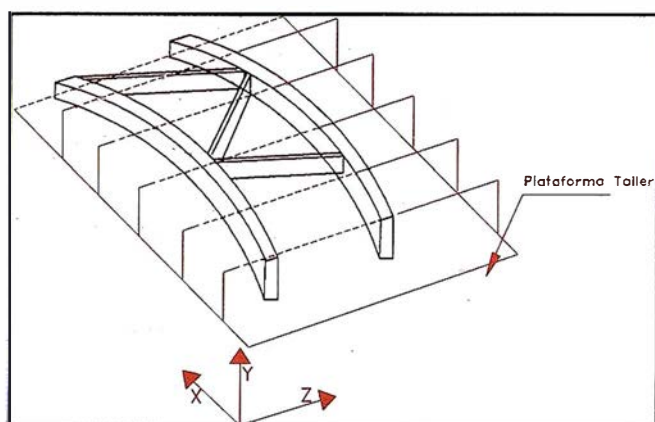


Figura nº 1

para ello la operación de replanteo ha realizar en taller es la siguiente:

- Al ser 2 vigas celosía de radios :

Radio A → 787.75
Radio B → 793.75

que se construye en dovelas de aproximadamente 15 m. (cada una tiene un dimensión definida en planos y en los listados del despiece), se calcula por el método de abscisas y ordenadas las dimensiones para la construcción de unas banquetas sobre las que se apoya la viga metálica.

A continuación vemos una fotografía del taller donde se construyen estas dovelas ya mencionadas

Se ha calculado un replanteo para dichas curvas, de manera que las banquetas tienen la forma de dicha curvas circular.

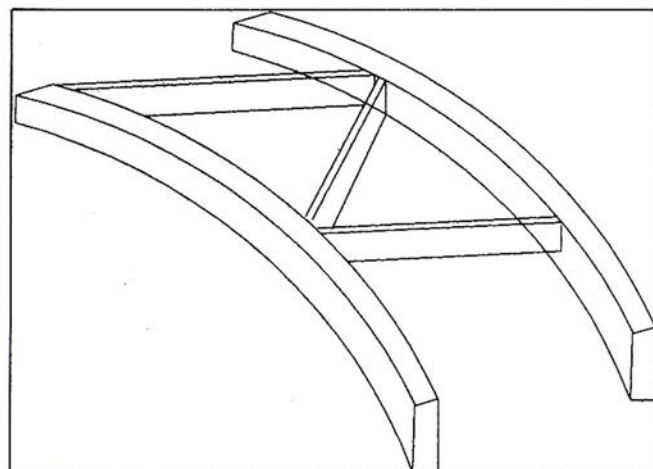


Figura nº 2

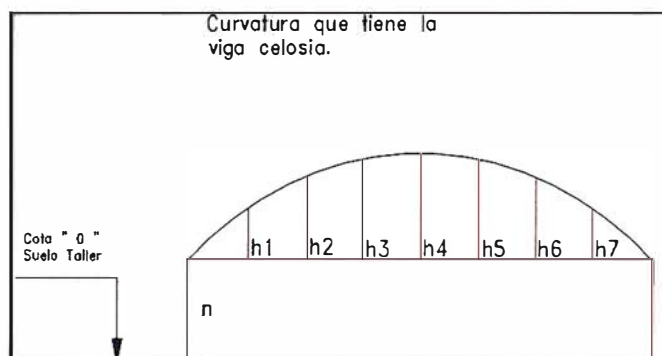


Figura nº 3

El replanteo se realiza en el taller con un teodolito Wild-T2 (Leica) cuyas características principales se acompañan en la tabla 1. El proceso ha consistido en trazar dos rectas paralelas separadas 7 metros entre sí y se han fraccionado dichas rectas (20 m) en divisiones de un metro, sobre esas particiones se han llevado en sentido vertical los valores de la "Y" de la circular, sobre unas banquetas formadas con IPN-140, y niveladas con un nivel NK-2.

• Coordenadas para el replanteo en taller de los puntos en planta:

P.K.	Coord. X	Coord. Y
0.000	0.000	-0.000
1.000	1.000	0.009
2.000	2.000	0.016
3.000	3.000	0.023
4.000	4.000	0.028
5.000	5.000	0.031
6.000	6.000	0.034
7.000	7.000	0.035

P.K.	Coord. X	Coord. Y
8.000	8.000	0.035
9.000	9.000	0.034
10.000	10.000	0.031
11.000	11.000	0.028
12.000	12.000	0.023
13.000	13.000	0.016
14.000	14.000	0.009
15.000	15.000	0.009

En la siguiente fotografía siguiente reflejamos lo anteriormente comentado y expuesto en la figura nº3.

Sobre las banquetas, que son las encargadas de reproducir las curvas se colocan las chapas cortadas (los cortes en esta chapa se dio mediante un robot de corte) y se procede a su ensamblaje.

En cuanto a las cotas, se ha de comentar que cada dovela se construye como si fuese horizontal, aunque después a la hora de montaje se tendrá en cuenta las cotas de posición definitiva.

En el siguiente gráfico se observa la construcción de las Dovelas, y su acoplamiento.

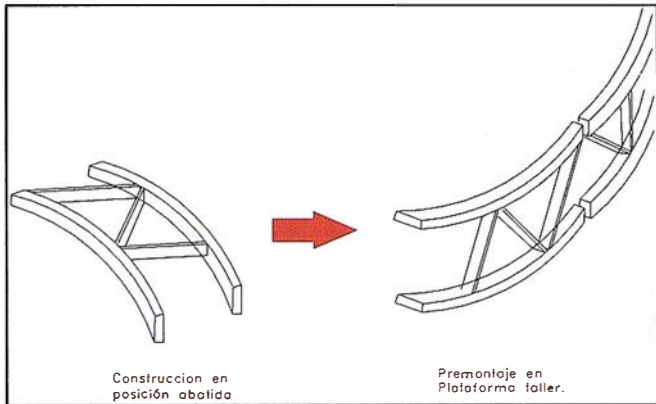


Figura nº 4

Una vez construida la dovela (la parte de cajones) se montan las IPN y UPN que formaran la celosía, el replanteo se hace con cinta metálica midiendo distancias horizontales desde el origen O (representado por los ejes trazados en el suelo del taller) y se pasa a granear el sitio donde se debe de hacer la soldadura de los diferentes elementos que componen la viga.

Una vez construida la viga, la siguiente operación será levantarla (desabatirla) y ponerla en posición vertical (posición real de construcción); en la plataforma del taller se realiza un premontaje junto a la viga homologa que formara la celosía.

Realizado el premontaje en la explanada del taller, como se observa en la siguiente fotografía, y habiendo "punteado" las dimensiones principales, se hará un control geométrico midiendo diagonales entre cajones y comprobando su correspondencia con las acotaciones del proyecto, con lo que nos aseguraremos de la bondad de la construcción.

Una cuestión que merece la pena reseñar es la siguiente:

- En la fase de fabricación la cota inferior de cada dovela es la misma a lo largo de todo el cajón inferior pero a la hora de montar en la obra, las cotas en cada extremo de la dovela va a ser diferente; ello nos repercute en que la unión entre dovela viene dado por un determinado ángulo, reflejado en la siguiente figura:

Éste ángulo citado anteriormente, es diferente para la unión de cada dovela, y se nos transforma en una cantidad "n" que se ejecutará a la hora de construir sobre las banquetas el cajón superior.

A continuación se desmonta la dovela una vez chequeada, se coloca en un transporte especial (cada viga pesará unas 15.000 Kg) y se traslada a la obra (Almería).

Como nota interesante, habrá que decir que cada dovela completa viene a pesar una media de 45.000 Kg.

3. RECEPCION Y MONTAJE EN OBRA

En obra la primera operación es la realización de los dados de apoyo, donde van a colocar las dovelas. El replanteo de estos dados de apoyo se realiza desde un hito de hormigón fijo

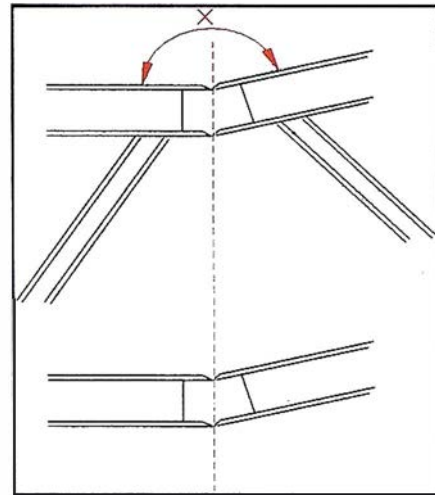


Figura nº 5

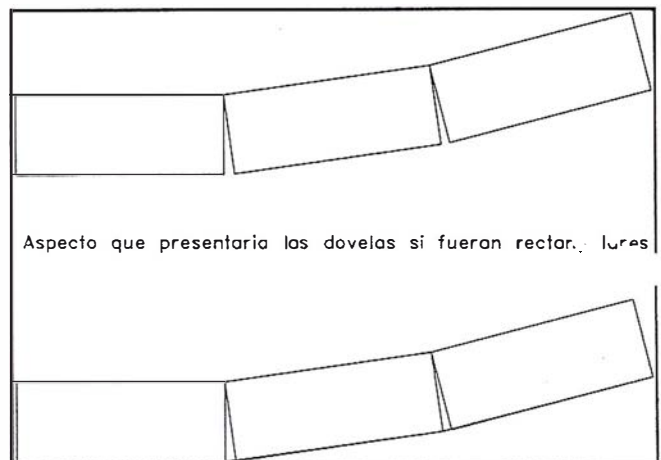


Figura nº 6

de coordenadas conocidas (X, Y, Z). Éste hito es componente de un cuadrilátero completo que se observó para el replanteo de toda la estructura y que se denominaron:

100-JZDA; 100-DCHA; 400-JZDA; 400-DCHA.



Fotografía 2

El aparato empleado para el replanteo es una estación total Wild TC-1600 (Leica) cuyas características se acompañan en el cuadro adjunto.

La operación básica es la de replantear por polares la cimentación de un dado de hormigón de 1.20x1.20x1.0 metros; sobre los que se apoya una borriqueta fabricada a base de LPN-120 de dimensiones 1x1x0.90 m.

La denominada "Borriqueta", es una figura metálica, apoyada en un dado de hormigón, como se aprecia en la siguiente fotografía.

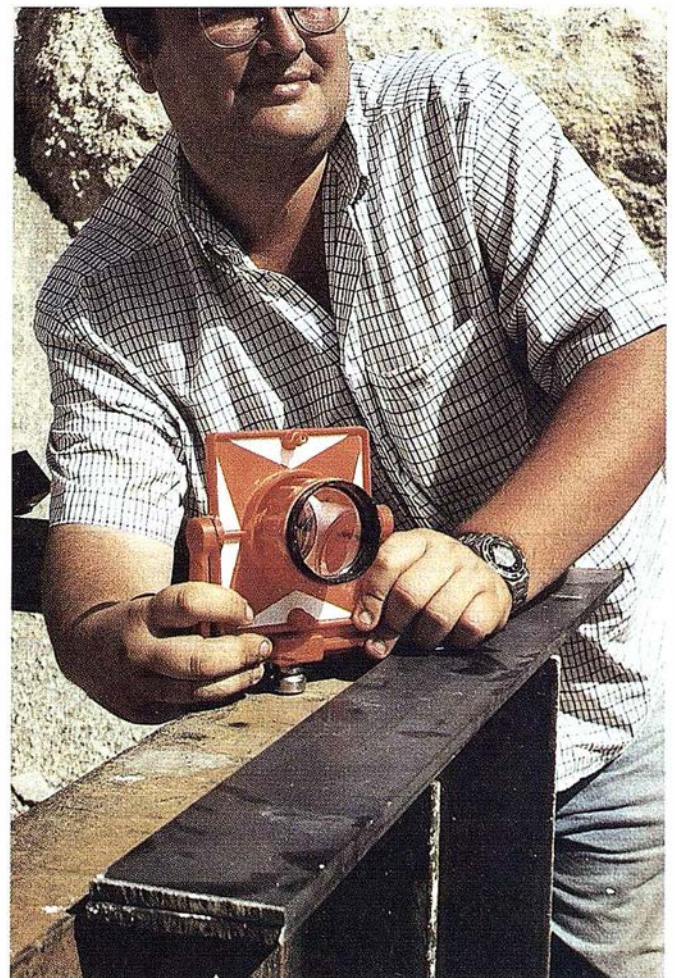


Fotografía 3

sobre las "borriquetas" se apoyaran las dovelas en la fase de montaje en obra.

El sistema de replanteo de la borriqueta ha sido mediante el método conocido de "replanteo por polares" desde el hito 100-Dcha. y marcando sobre el dado de hormigón las aristas de la borriqueta mediante un clavo de acero en cada una de sus esquinas, trazando posteriormente con un tiralíneas las aristas. La "Z" se da con un nivel automático a partir de la cota base que se estableció en el estribo 1, materializándose mediante un clavo de acero en dicho estribo.

EJE					
VERTICE					
PK	A	DIST			-12.25
		V1	V2	V3	V4
X		2371,250	2386,238	2401,226	2416,213
		46339,097	46349,522	46360,054	46370,691
Y		78236,092	78246,860	78257,524	78268,082
	AZIMU	48,650	49,286	49,922	50,558
T					
P.C	A	DIST			-12.25
		V1	V2	V3	V4
X		2371,250	2386,238	2401,226	2416,213
		46330,253	46340,763	46351,381	46362,105
Y		78244,568	78255,424	78266,175	78276,820
	AZIMU	48,650	49,286	49,922	50,558
T					
Izda.	A	DIST			-12.60
		V1	V2	V3	V4
X		2371,250	2386,238	2401,226	2416,213
		46330,001	46340,513	46351,134	46361,860
Y		78244,811	78255,669	78266,423	78277,069
	AZIMU	48,650	49,286	49,922	50,558
T					
Dcha.	A	DIST			-11.90
		V1	V2	V3	V4
X		2371,250	2386,238	2401,226	2416,213
		46330,506	46341,014	46351,629	46362,351
Y		78244,326	78255,180	78265,928	78276,570
	AZIMU	48,650	49,286	49,922	50,558
T					
PK-0.45	A	DIST			-12.25
		V1	V2	V3	V4
X		2370,800	2385,788	2400,776	2415,763
		46329,940	46340,446	46351,061	46361,782
Y		78244,241	78255,101	78265,855	78276,501
	AZIMU	48,650	49,286	49,922	50,558
T					
PK+0.45	A	DIST			-12.25
		V1	V2	V3	V4
X		2371,700	2386,688	2401,676	2416,663
		46330,567	46341,081	46351,702	46362,429
Y		78244,896	78255,749	78266,497	78277,137
	AZIMU	48,650	49,286	49,922	50,558
T					



Fotografía 4

La posición primera o de montaje nos la da el proyectista en función de un PK de referencia (referenciado sobre el R=800) y una (Z) para cada una de las "borriquetas" (Ejes A y B) donde apoya la dovela.

A continuación exponemos un extracto de los listados para el replanteo de las "borriquetas" proporcionados por el proyectista, en él aparecen entre otra información:

- PK de la situación de la "borriqueta".
- Distancia al eje de replanteo.
- Coordenadas (x, y, z) de los puntos a replantear.

El proceso de montaje se hace en las "borriquetas" que ya hemos señalado, éstas se sitúan en unas sobreexcavaciones que se han ejecutado en la zona contigua a los estribos, la operación de montaje es un mecano que se manipula con grúas de gran tonelaje y mediante la rigilización de las estructuras con jabalcones y cartelas.

En el proceso de replanteo se controla la posición final de las dovelas encima de las "borriquetas" dando coordenadas a sus ejes de la suela inferior del cajón inferior.

Hecho esto se comprobó en una gran numero de casos que la posición de las dovelas no correspondía con la posición del de replanteo, existiendo discrepancias de hasta 28 mm. ; la forma de corregir en parte estos errores (producidos en la mayoría

las veces por las tensiones a que se sometían las chapas a la hora de la soldadura) era mediante la utilización de traster para ir arrastrando las dovelas a una posición corregida, lo que significaría que se nos transmitiera un error a la punta de la estructura (Dovela V-10) cosa que no fue así pues se llegó a esta dovela en las coordenadas teóricas (lo que induce a pensar que los errores de fabricación-montaje-replanteo tendieron a compensarse).

Una vez que todas las dovelas estuvieron montados sobre sus "borriquetas", armadas completamente (terminada de riostras horizontales y verticales con todas sus cartelas) se pasó a tratar químicamente con productos anticorrosión y pintado definitivo de la estructura. En este momento la estructura metálica estaba preparada para la operación más delicada y complicada del proceso:

- Desplazar 450.000 Kg. a su posición definitiva, es decir moverla a 80 m. de altura una longitud de 141 m.

FASE DE LANZAMIENTO DE LA ESTRUCTURA METALICA

Recopilando lo analizado hasta el momento, en primer lugar hemos reseñado el momento de montaje de las dovelas en los talleres, con posterioridad, hemos descrito el transporte y fase de montaje de estas dovelas formando las vigas, ayudados de lo que hemos denominado "borriquetas", y por fin en este apartado vamos a proceder a la descripción del lanzamiento y puesta en obra de la estructura resultante.

En primer lugar describiremos los mecanismos utilizados en el proceso de lanzamiento de la viga ya montada en obra.

A la par que se fabricaron los dados de hormigón donde se apoyaban las borriqueta, se ejecutan unos sistemas de apoyos (en hormigón armado) donde descansarán las "tanquetas de lanzamiento", que son artilugios mecánicos (como se aprecia en las fotografías) formados en base a rodillos de acero especial de gran resistencia.

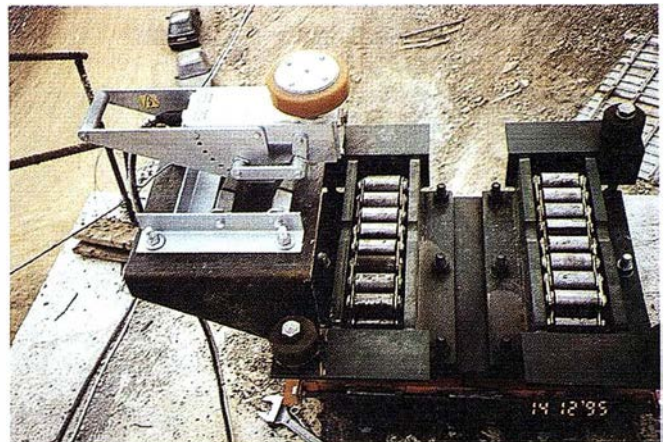
TANQUETAS DE LANZAMIENTO

(Vista frontal)



Fotografía 5

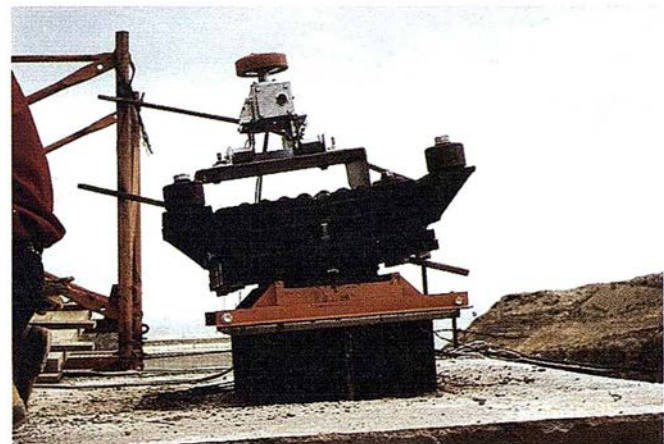
(Vista superior)



Fotografía 6

Además de estas piezas, se utilizan unos gatos hidráulicos, cuya misión es la de levantar y bajar la estructura, para posibilitar operaciones debajo de ella. Estos gatos que aparecen en la siguiente fotografía tiene una capacidad de 500 Kp.

(Vista lateral de los gatos)



Fotografía 7

A la par se posicionan en cada estribo dos mesas de lanzamiento, que básicamente consistían en una serie de gatos hidráulicos, que tienen recorridos horizontales y verticales, y cuya misión es la empujar / frenar el movimiento de la estructura metálica. Ver fotografías adjuntas

La descripción básica del proceso de lanzamiento, en su parte mecánica realizada de una manera esquemática se desglosa en los siguientes apartados:

- **1ª Operación** - Levantar la estructura con dos de los gatos hidráulicos (G-1 y G-3).
- **2ª Operación** - Retirada de las borriquetas que han servido para el montaje.
- **3ª Operación** - Se baja la estructura con los gatos hidráulicos anteriores (G-1 y G-3), y se deposita sobre las tanquetas (L-1 y L-3).
- **4ª Operación** - Se produce un empuje con las mesas lanzadoras (fotografías anteriores) de la estructura

(Vista frontal de los gatos hidráulicos)

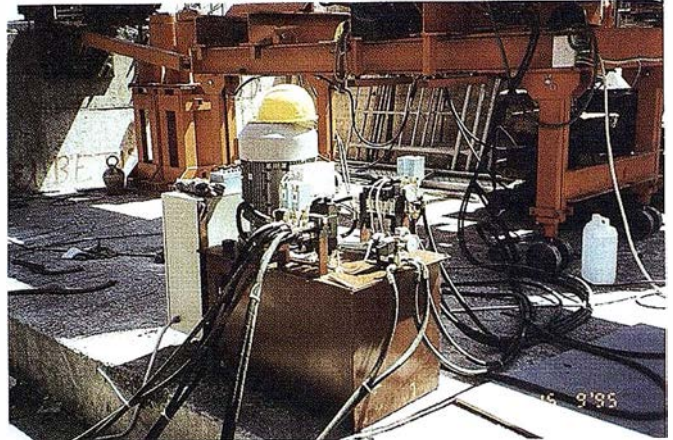


Fotografía 8



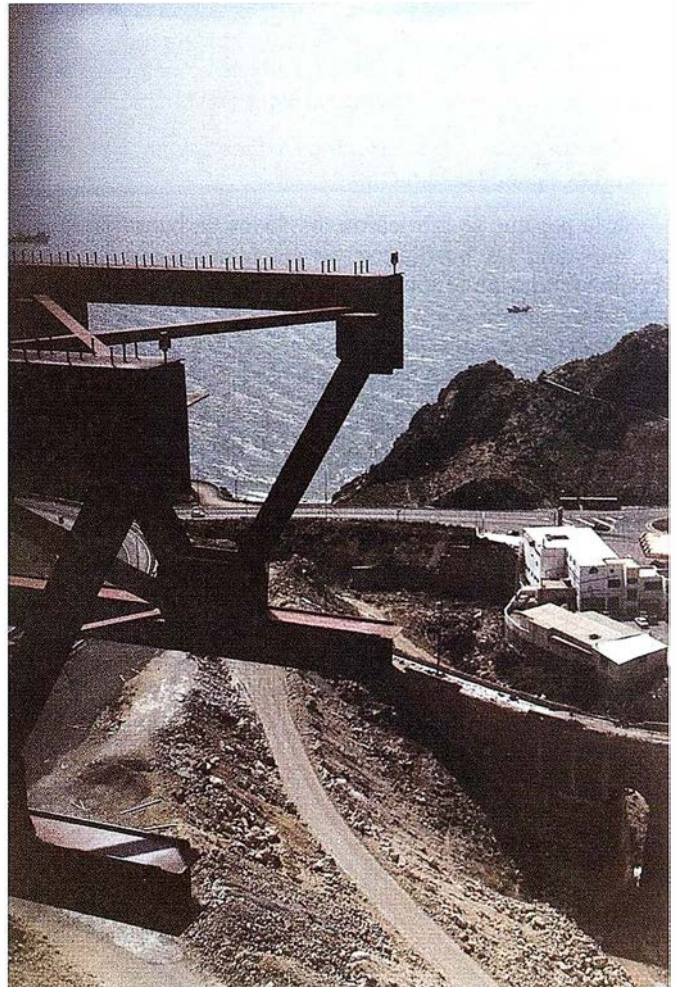
Fotografía 9

(estará rodando la citada estructura sobre rodillos engrasados siempre) mediante embolados de 35 cm.



Fotografía 10

Es en definitiva es una operación sistemática de recoger / amordazar / empujar / retroceder, todo ello de una forma automática, pues la mesa lanzadora estaba asistida por unos servomotores programados para realizar dicha operación.



Fotografía 11

Una vez descrito los condicionantes y maquinaria empleada para el lanzamiento de la estructura, nuestro siguiente paso fue determinar los métodos topográficos que deberíamos emplear para controlar la citada fase.

Toda esta fase del lanzamiento (fase dinámica) tiene una parte que podríamos denominar cinemática y en la que la cuestión más importante es conocer en todo momento donde está situada la estructura. Ésta es lanzada de una forma libre (no guiada por rieles u otros mecanismos), y debemos determinar en el espacio y tiempo la situación de los puntos más alejados de los estribos, es decir las puntas de las vigas (que denominaremos L-1 y L-3), con el condicionante de cumplir el pertenecer estos puntos a una circular de un determinado radio y describir ese tipo de curva durante su desplazamiento continuado. Además se deberá comprobar la variable "Z" (la cota) durante el movimiento, toda ésta operación debe ser conjunta, en definitiva resumimos en dos condicionantes este proceso:

- a) La trayectoria del punto final de la viga, debería ser tal que, librase las pilas de hormigón en su trayectoria, donde en su posición de trabajo deberían apoyar, y donde les espera una tanque, para que rueden sobre ella.
- b) Que las flechas de la estructura en cualquier punto durante su lanzamiento sea igual o menor que la flecha calculada, pues ello indicará un comportamiento mecánico dentro de los límites esperados.

En definitiva, nuestro problema, es determinar la posición (X,Y,Z) de los puntos (L-1 y L-3) de la estructura en el espacio. Para solucionar este problema recurrimos a crear un software para el colector de datos PSION-764, con el que el operador determina la posición relativa de la estructura dentro de la curva teórica.

El método operativo en campo es visar desde uno de los hitos, ya descritos, de estacionamiento a la punta de la estructura (L-1 y L-3), donde colocamos dos prismas reflectores, haciendo puntería a ellos, el programa nos determinará la curva real descrita por la posición en ese momento de la estructura

El programa creado para el colector ya mencionado realiza los siguientes cálculos:

- Al hacer el operador puntería sobre los prismas que se observan en la fotografía anterior, determina la (X,Y,Z) de los puntos, como sabemos las coordenadas del centro de la curva teórica, (Xc, Yc), calcula el radio real en ese momento y lo compara con el valor teórico determinando las diferencias.

Con estas diferencias de los valores obtenidos, el operador de la mesa de empuje accionará un mecanismo que, mediante unos husillos colocados en el estribo, conseguirá

que la estructura gire hacia un lado u otro en la magnitud proporcionada por el operador de topografía. Esta medición se realizasecuencialmente mientras dure el proceso de lanzamiento.

En cuanto a la coordenada Z (también proporcionada por el software) debemos compararla con una teórica dada por el proyectista, donde ya ha incluido en el cálculo la flecha que se producirá por el propio peso de la estructura y que deberá estar por encima de la rasante recta, para así salvar la altura de las pilas

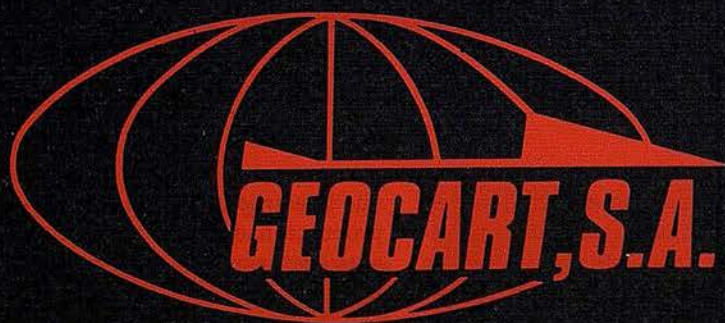
A modo de ejemplo hemos presentado una parte de estos listados (ver tabla)

HALVAR U.T.E
Autovia: ADRA-PUERTO LUMBRERAS
N-344 Y N-340 P.K. 0.00 AL 16.00 Y P.K. 440.40 AL
449.40
TRAMO: Variante de Almería

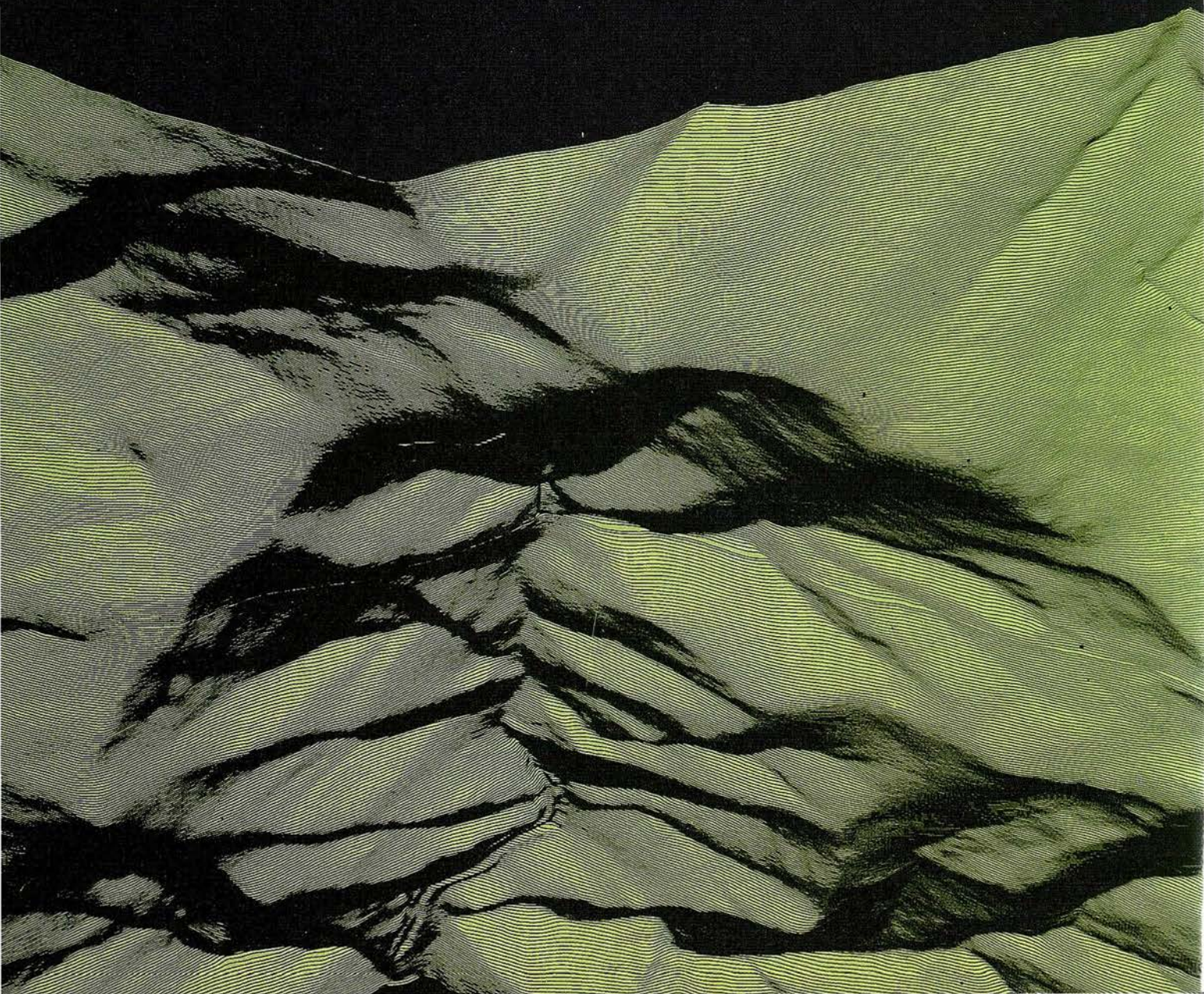
PK	Radio Real	Error Rt-Rr	Cota V-10
164,366	787,779	0,029	101,643
164,366	793,754	0,004	101,983
164,385	787,764	0,013	101,635
164,371	793,749	-0,002	101,974
164,928	787,760	0,009	101,666
167,071	787,767	0,016	101,717
167,058	793,744	-0,006	102,045
169,521	787,763	0,012	101,771
169,508	793,754	0,004	102,106
215,568	787,777	0,027	102,425
215,554	793,751	0,000	102,776
215,568	787,777	0,027	102,425
215,554	793,751	0,000	102,776
215,570	787,742	-0,008	102,449
215,557	793,728	-0,023	102,808
215,574	787,730	-0,020	102,476
215,563	793,712	-0,039	102,820
215,563	793,716	-0,035	102,820
215,564	793,716	-0,035	102,820
215,575	787,730	-0,020	102,465
215,563	793,720	-0,031	102,816
217,798	787,776	0,025	102,508
218,218	793,755	0,004	102,874
220,207	787,772	0,021	102,560
220,404	793,761	0,010	102,915

Tabla

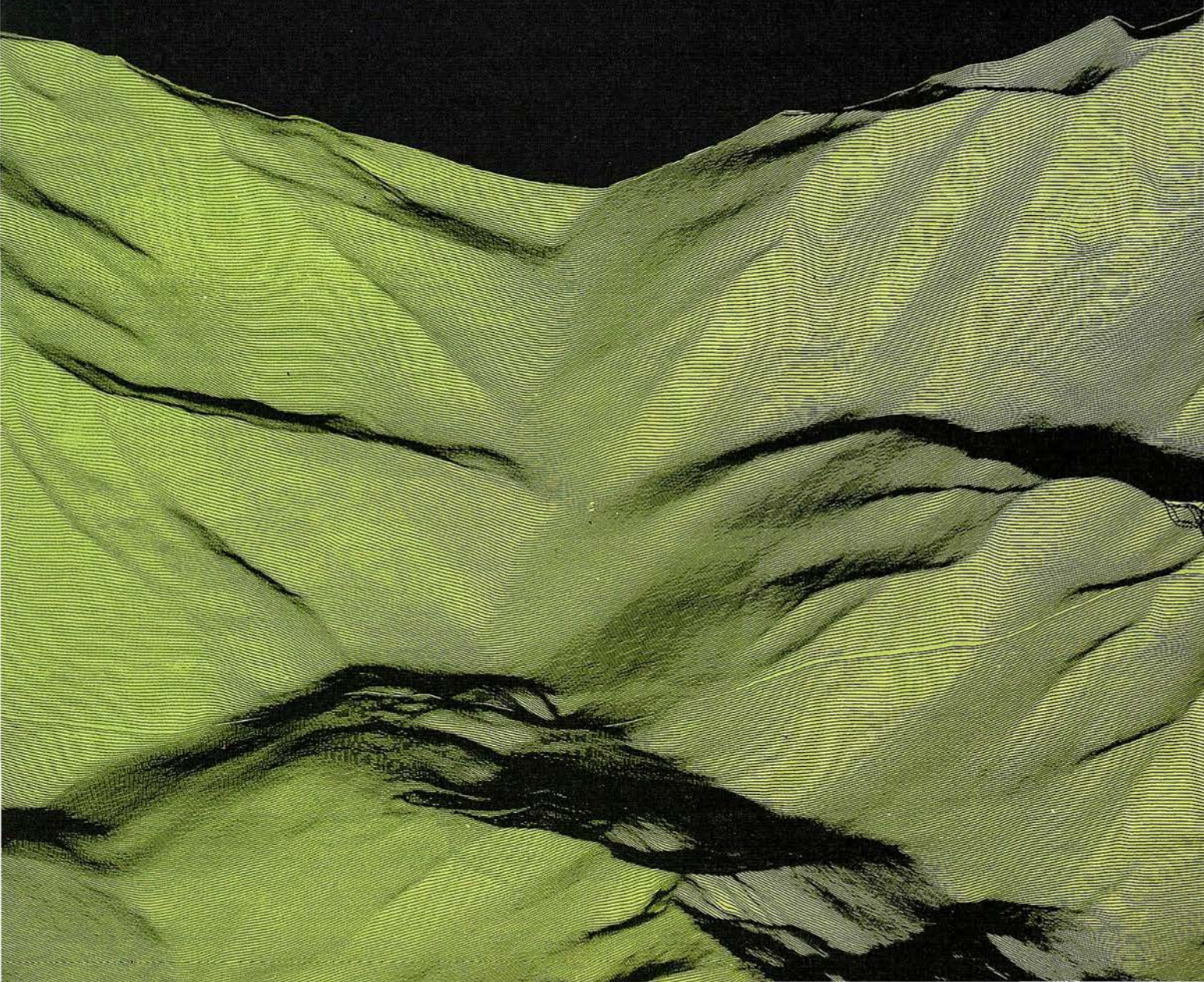
Todo el proceso descrito es automático, pues esta diseñado, como se ha comentado para realizar las operaciones con un colector de datos. La misión del operador de topografía consiste sencillamente en realizar la puntería al prisma, dar la orden de medición obteniendo los resultados en pantalla, a la vez que se registra en un fichero donde aparece también la hora de la medición. Mediante una emisora se transmitirán los datos al operador de la mesa de lanzamiento.



Avenida de América, 49 – 28002 MADRID
Tel. (91) 415 03 50



**Fotografía Aérea. Laboratorio Industrial.
Topografía. Cálculos. Restitución Analítica.
Ortofotografía. Cartografía.
Tratamientos Informáticos. Catastro.
Teledetección. Gis.**



LIBRETAS ELECTRÓNICAS

Jesús Latova Fernández-Luna.

Jefe del Departamento de I+D de S.T. La Técnica S.A.

Carmen Robles. Esther Yuste.

Ingenieros Técnicos Topógrafos. Departamento Comercial
S.T. La Técnica S.A.

Desde hace más de una década, se intenta facilitar y mejorar el trabajo de los profesionales de la Topografía en las labores de gabinete y campo. Para esta última se han desarrollado y se desarrollan continuamente, diversos sistemas de proceso de datos que constituyen un ahorro de tiempo y una mejora de calidad, no disponible anteriormente a través de los métodos manuales.

Hoy en día, los avances en este campo son continuos para adaptarse a los sucesivos cambios que la informática ha propiciado en los gabinetes de cálculo topográfico.

El problema que antes suponía el tratamiento de estos datos en el campo, se soluciona con un sistema comúnmente denominado *libreta electrónica*.

¿Qué es una libreta electrónica?

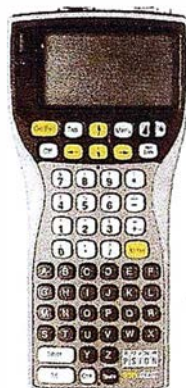
Este término, como todos sabemos, procede de las antiguas libretas o estadillos utilizados en campo, sobre los que se realizaban (y realizan) las suficientes anotaciones asociadas a una medición topográfica.

Un buen punto de partida, para estudiar este tema será decidir cuales son las necesidades a cubrir por estos ingenios. Podríamos pues simplificando, establecer dos pilares básicos desde un punto de vista funcional.

- **Registro de información** geométrica y/o documental del terreno existente (toma de datos).
- **Materialización en el campo** de los modelos digitales de diseño (replanteo).

Para la consecución de estos procesos, el sistema de libreta electrónica debe incorporar las siguientes herramientas:

- **Algoritmos de cálculo** necesarios para el cumplimiento de las dos funciones básicas mencionadas.
- Estructura de almacenamiento de datos capaz de gestionar proyectos y trabajos de forma independiente.
- **Complejo de comunicaciones**, que incluya los protocolos necesarios para permitir comunicar el sistema con los diferentes instrumentos de medición (teodolito, estación total, GPS, etc...).
- **Conjunto de programas de intercambio de información** con los paquetes de software más empleados en las oficinas técnicas. El tránsito de información debe ser bidireccional (modelo terreno/modelo



diseño) y capaz de manejar distintas entidades geométricas (punto, línea, sección, definición de eje en planta y alzado y otros) y documentales (datos administrativos, códigos, descripciones, atributos relacionados a objetos, etc...).

Registro interno versus Registro externo

Asumiendo la imprecisión de estos términos (son los utilizados normalmente) intentaremos atender las características que definen y clasifican estos dos tipos de "libretas electrónicas".

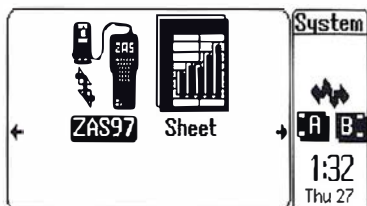
Entendemos como **registro interno** al conjunto de soluciones, normalmente ofrecidas por el fabricante e integradas en el instrumento de medida.

En cuanto al dispositivo físico de almacenamiento, existe la posibilidad de utilizar *memorias internas* ó *tarjeta de memoria intercambiables* (a través de un dispositivo de lectura/escritura incorporado al instrumento).

La memoria interna, requiere conexión directa del instrumento al ordenador mediante un cable, para realizar el intercambio de datos. Las tarjetas suelen permitir esta conexión directa, o bien necesitan de un dispositivo de lectura/escritura instalado en el ordenador de la oficina similar al del instrumento. Algunos de estos son componentes estándar del mercado (tarjeta y disquetera), otros son específicos del fabricante.

Incluidos en el término **registro externo**, consideramos todos aquellos sistemas autónomos no integrados en el instrumento de medida. Dentro de los mismos, establecemos una clasificación en función de las características del "hardware" (computadora) y "software" (programas) que los conforman.

- **Computadoras específicas diseñadas por los propios fabricantes de instrumental geodésico.** Son sistemas desarrollados para el uso exclusivo de los mismos con los productos de la marca. Tendencia clara a la extinción, al no tener la esperada respuesta comercial por ser equipos caros y de concepción rígida en comparación con aquellos que utilizan computadoras de consumo general, más asequibles y tecnológicamente más avanzadas.
- **Computadoras de uso general con aplicaciones profesionales "a medida".** Utilizan ordenadores genéricos (Psion, Husky, Hewlett Packard, etc.). Permiten la conexión a distintas marcas de instrumental Geodésico. El Software que integran esta mucho más cerca de las necesidades del cliente.
- **Computadoras de uso general con aplicaciones "TODO A 100".** Ante la demanda de aplicaciones sobre computadoras de uso general algunas de las firmas de instrumentos topográficos y de sistemas de cálculo para oficina técnica, "regalan" software de



baja calidad para no perder ventas de su producto principal. ¡Ojo al caballo regalado!

Análisis comparativo

Las comparaciones no son siempre odiosas y en determinados casos son además necesarias.

Las siguientes líneas se escriben desde el punto de vista (obviamente subjetivo) de los que desarrollamos software para libretas externas e independientes. Sin embargo es inherente a este análisis, el rigor que nos da la *experiencia* de muchos años en esta especialización y la *honestidad* de quien quiere informar de forma clara al *verdadero juez, que es el usuario final*, para que decida sobre sus preferencias en función de las necesidades de su trabajo.

Dicho esto, **comparemos ambos sistemas (registro interno y externo).**

- La primera ventaja a favor del registro interno es la *ausencia de cables* y de las averías que estos provocan (por cierto que, el origen de estas averías suele estar en el conector del cable al instrumento, siendo este conector el obligado por los mismos fabricantes). Así como ciertas ventajas en velocidad, ya que la comunicación se realiza dentro de la misma electrónica (no es un rango determinante).
- El registro interno requiere de una inversión económica arriesgada. Si el instrumento es dado de *baja parcial o definitiva* (reparación, calibración o cambio de instrumento), también lo será el propio sistema de registro. En contra de esto, un equipo externo, dotado con múltiples conexiones a los distintos instrumentos, permite compatibilizar y flexibilizar el proceso de cálculo e independizar al usuario del "agobio de la marca" (esto es, estar obligado a comprar aquello que no nos satisface plenamente).
- Cualquier sistema externo ofrece *herramientas tecnológicamente más poderosas y avanzadas*, ya que en general, utiliza equipos de más amplia difusión, mejor soporte técnico y mejor relación calidad/precio.
- En empresas en las que conviven instrumentos de distintas marcas, el registro externo permite *uniformar los procesos de cálculo*. Aún está muy lejos el que los fabricantes de instrumental topográfico acuerden crear verdaderos estándares de intercambio de información y compatibilidad de dispositivos.

Archivo Edita Campo Gabinete Mas

Pry: 00011	Ang: 400
Reg: LAICARMEN	Dst: mts
Ins: WILD	Ppm: 4
Off: -30	Exc: No

ZAS 97.00	Trz
nº 1004	Prf
distribuidor: ser. top. LA TECNICA S.A.	Rep
	Bás

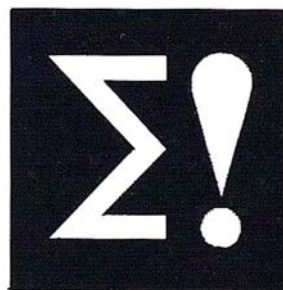
Obs	Pto/Lin	Ins	Ctes	Var
DET 387				PUNTERIA
Linde Norte				• ANG/DIS
2.25 (A)		↗ 5		Singular
BR 35				↑ Coord: SI
1.658				Fc.Esc: NO
<Enter>Mide <Esc>Salir <Menu>Opci.				

- A pesar de que últimamente se incorpore la posibilidad de *programar el registro* interno por parte del usuario, es de reseñar la complejidad inherente a realizar estos desarrollos para un usuario "normal", que bastantes problemas tendrá que resolver ya, directamente relacionados con el ejercicio de su profesión. Además volvemos a insistir; dicho desarrollo solo valdrá para el instrumento al que esté dirigido. Si hay cambio de instrumento, hoy por hoy, el trabajo realizado es baldío.
- Esta por hacer (en lo que nos consta), un estudio sobre el *efecto mecánico sobre el instrumento* de teclear (o aporrear cuando los dedos están congelados por el frío del entorno), la necesaria documentación y codificación que se realiza continuamente durante el transcurso de una medición, así como la repercusión de este castigo sobre las precisiones. Las libretas externas liberan esta situación (en el caso de que realmente exista).

Conclusiones

Como ya hemos dicho, está en manos del usuario la elección de un sistema de procesamiento para campo. Realmente, existen intereses comerciales desmesurados que repercuten, a la hora de publicitar los productos, en informaciones incompletas o falseadas sobre el registro externo.

Siempre bajo nuestro punto de vista, nos permitimos informar y recomendamos, en el momento de realizar adquisiciones de instrumental para campo, separar las funciones del instrumento (precisión, alcance EDM, consumo, fragilidad, servicio posventa, precio, etc...), de aquellas que garanticen el buen funcionamiento de los procesos de cálculo de nuestra oficina técnica, mediante sistemas homogéneos que se adapten a los nuevos requerimientos, sin traumas ni vacilaciones.



Servicios Topográficos La Técnica tiene desarrollado el software de libreta externa que cubre los vacíos existentes entre la oficina y el campo en geodesia y obra civil. Con este software, diseñado para la libreta electrónica WorkAbout y conectable a todas las marcas de aparatos topográficos, el topógrafo maneja diseños complejos simple y rápidamente, haciendo viables los procedimientos de cálculo en el campo. El software ZAS'97 está incluido en el proyecto de Investigación y Desarrollo EUREKA EU 1726, en colaboración con KORDAB, empresa sueca que ha desarrollado en estos últimos años el programa GEOSEMA de topografía e ingeniería civil.

Curso de Cartografía Digital y Sistemas de Información Geográfica

Centro Iberoamericano de Formación de la AECI
Santa Cruz de la Sierra, Bolivia
15 al 26 de junio de 1998

Organiza

Agencia Española de Cooperación Internacional AECI
Instituto Geográfico Nacional
Centro Nacional de Información Geográfica

Antecedentes

En la XIII reunión de DIGSA, España y Portugal, celebrada en Madrid del 22 al 26 de julio se acordó abrir una línea de colaboración para la formación de personal técnico perteneciente a los países miembros de DIGSA (Institutos Geográficos Sudamericanos) en materias de cartografía digital y Sistemas de Información Geográfica, y proponer su realización, a través del Centro Iberoamericano de Formación de la Agencia Española de Cooperación Internacional (AECI) en Santa Cruz de la Sierra (Bolivia).

En base a esta línea, el Instituto Geográfico Nacional y el Centro Nacional de Información Geográfica de España decidieron cooperar en la realización de un curso que cubriera las necesidades de formación en las materias anteriormente citadas.

Objetivos

El objetivo esencial del curso es la formación del personal responsable de la producción cartográfica y Sistemas de Información Geográfica en los Institutos Geográficos miembros de DIGSA.

Duración

Dos semanas con un total de 80 horas lectivas de las que 50 serán teóricas y 30 prácticas, del 15 al 26 de junio de 1998.

Alumnados

Técnicos integrados en el aparato de cartografía y datos geográficos de los Institutos Geográficos pertenecientes a DIGSA. Los aspirantes deberán poseer cono-

cimientos básicos y generales tanto de información como de cartografía teórica y aplicada.

Coordinador

Ricardo Parra Maldonado (Subdirector General de Geomática y Teledetección). Instituto Geográfico Nacional (España).

Profesorado

Cuatro profesores del Instituto Geográfico Nacional (España).

Contenidos

Todos los aspectos esenciales de las técnicas y metodologías en uso en Cartografía Asistida por Ordenador, Sistemas de Información Geográfica incluyendo tanto los fundamentos teóricos como su aplicación práctica.

Módulo I: Cartografía digital

- Cartografía teórica.
- Aspectos matemáticas de un mapa.
- Diseño cartográfico.
- Cartografía aplicada.
- Cartografía analógica y digital.
- Herramientas de edición digital.
- Captura, formación y edición digital.
- Trazado automático.
- Destino de la información.
- Técnicas de impresión.
- Mapas derivados. Generalización.
- Mapas temáticos.
- Adquisición de un sistema de producción de cartografía digital.
- Conclusiones.

Módulo II: Sistemas de Información Geográfica

- Definición, características y componentes de un SIG.
- Aplicaciones de los SIG.
- Diseño de un SIG.
- Captura.
- Tratamiento.
- Almacenamiento y gestión de la información.
- Análisis y explotación.

- SIG ráster.
- Modelos Digitales del Terreno.
- Calidad de los datos.
- Formato de intercambio.
- Problemas abiertos.
- Organización de un proyecto SIG.
- Conclusiones.

Solicitudes

La ficha de solicitud deberá acompañarse de un breve resumen de currículum vitae y remitirse a la Oficina Técnica de Cooperación del AECI (Embajada de España) en cada país, o al coordinador:

Ricardo Parra Maldonado
C/ General Ibáñez de Íbero, 3
Instituto Geográfico Nacional
28003 Madrid
Teléfono: (91) 597 96 48
Fax: (91) 597 97 64

El plazo límite de recepción de solicitudes en las distintas Oficinas Técnicas de Cooperación es el 15 de abril de 1998. El resultado de la selección será comunicado a través de las OTC antes del 15 de mayo de 1998.

Ayudas de Asistencia

La asistencia al curso está limitada a un máximo de 20 plazas disponibles, de las cuales la AECI ofrece becas parciales que cubren gastos de alojamiento, manutención y material de trabajo, y 5 becas completas que incluyen además pasaje aéreo. Aquellos que soliciten beca deben añadir una carta de explicación o justificación de tal solicitud. En ningún caso se cubrirán impuestos de aeropuerto, trámites de visado, seguro de viaje ni dinero de bolsillo.

Sede del Curso

Centro Iberoamericano de Formación CIF/AECI
C/ Arenales, 583. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia
Teléfono: (591-3) 35 1322
Fax: (591-3) 32 2217
E-mail: cifaeci @ mitai.nrs.bolnet.bo

4 en 1

**Ag GPS 132 con solo una antena
y un receptor obtendrá:**

**Receptor GPS 12 canales (< 1m)
Receptor DGPS Omnistar
Receptor DGPS RACAL Landstar
Receptor DGPS MSK Radiofaros**



**Información: TECNOLOGÍA GPS, S.A.
C / Ponzano, 39, 4º J
28003 Madrid
Tel.: 399 08 03
Tecnogps@mail.ran.es**



SICAD-TelCom, LA SOLUCIÓN IDEAL PARA LAS COMPAÑÍAS DE TELECOMUNICACIONES

TelCom es la solución SICAD diseñada por Siemens Nixdorf para las compañías de telecomunicaciones, que reúne todas las herramientas necesarias en la gestión de la red telco. Desde la creación de los planos digitales, pasando por la planificación, diseño e implementación hasta el control y operación de la red.

La gestión de redes de telecomunicaciones es sumamente compleja debido a su dispersión geográfica; la clave para su planificación, implementación, documentación y operación reside en su exacta georreferenciación y geocodificación. Los últimos desarrollos de la tecnología GIS (AM/FM), las recientes estaciones gráficas de altas prestaciones unidos al avance de las telecomunicaciones, han permitido en los últimos tres años diseñar una herramienta adecuada para el mundo de las telecomunicaciones.

Entre las principales funciones que realiza SICAD-TelCom están: Geocodificación de la Información de la red, Normalización y categorización de la información de acuerdo con la planificación propuesta, Diagnóstico y control de la red, Elementos y acotaciones propias de la red de telco para el diseño de la planta, Trazados topográficos de la red, Análisis y cálculos de red, Diseño y construcción del equipo electrónico de gestión, Asignación del estado en que se encuentra cada uno de los elementos de la red, y Creación de planos esquemáticos.

Además, SICAD-TelCom está integrado con el sistema de gestión SAP R/3 para las principales funciones administrativas de la red.

INTERGRAPH ACERCA LOS GRÁFICOS DE ALTA CALIDAD AL USUARIO DE MACINTOSH EN ENTORNO WINDOWS CON SUS NUEVAS ESTACIONES

Las estaciones de trabajo *ExtremeZ*, basadas en procesadores Intel Pentium II, se sitúan como las más competitivas del mercado en coste/prestaciones.

Las estaciones gráficas Intergraph *ExtremeZ* se dirigen a los usuarios de Macintosh en entorno Windows que exigen altas prestaciones gráficas, interconectividad y transferencia de ficheros.

Intergraph ha diseñado la placa base, drivers y procesadores gráficos de sus nuevas estaciones *ExtremeZ* que, además, incorporan las aplicaciones Adobe Systems y Quark.

Basta con que el administrador del sistema conecte la Intergraph *ExtremeZ* en la red Macintosh para que el usuario pueda trabajar de inmediato, compartiendo ficheros e impresoras PostScript.

Intergraph presta especial atención al calibrado del color, presentando en su estación gráfica *ExtremeZ* una gama de herramientas que permiten la total predicción del color a lo largo de los procesos de diseño e impresión.

Las estaciones gráficas Intergraph *ExtremeZ*, permiten la lectura a partir de cualquier soporte y la posterior grabación en el mismo formato o en formato Macintosh -incluyendo discos y disquetes Iomega Zip y Jaz-.

COMELTA FIRMA UN ACUERDO CON LA JAPONESA ALPS PARA DISTRIBUIR EN ESPAÑA SUS IMPRESORAS DE CALIDAD FOTOGRÁFICA Y TECLADOS ERGONÓMICOS

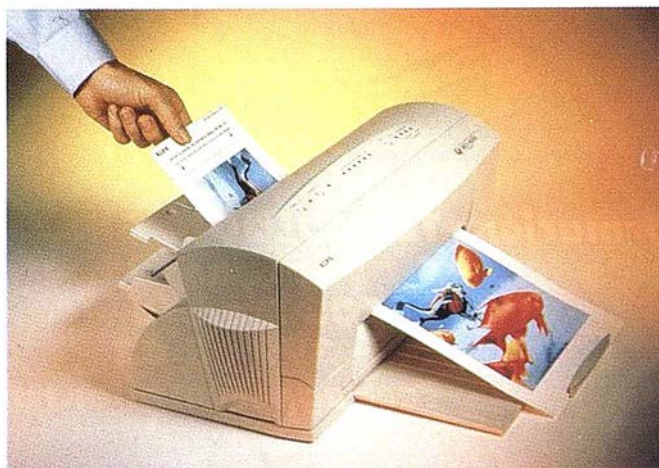
Las impresoras de APLS incorporan la tecnología de impresión Micro Dry, única en el mercado, que soporta tanto PCs como Macintosh, ofreciendo calidad de impresión en color con calidad fotográfica y un asombro acabado metalizado (oro, plata, etc.).

El nuevo teclado ALPS Humedia, que mezcla diseño con funcionalidad, está pensado para el mercado doméstico y la pequeña oficina. Su principal novedad es que permite el acceso rápido a Internet, tiene calculadora y otras aplicaciones a elegir.

La compañía española Comelta, especializada en la fabricación de equipos de microinformática y desarrollo de electrónica aplicada, ha firmado un acuerdo de distribución con la empresa japonesa ALPS para distribuir en España toda su gama de impresoras de calidad fotográfica y sus teclados ergonómicos.

El acuerdo, firmado a través de la subsidiaria ALPS Electric Irlanda, permitirá a Comelta, como distribuidor oficial exclusivo, introducir en nuestro país la tecnología de impresión Micro Dry, única en el mercado. Esta nueva tecnología, que soporta tanto PCs como Macintosh, ofrece calidad de impresión en color con calidad fotográfica y un asombroso acabado metalizado (oro, plata, etc.).

Estas impresoras de calidad fotográfica están pensadas para entornos de negocio y profesionales liberales como fotógrafos, publicistas, diseñadores y grafistas, etc. El resultado final no sólo parece sino que presenta un tacto de acabado fotográfico, perfecto para presentaciones, catálogos, ferias, etc. "Esta novedosa tecnología de ALPS, única en su género,



proporciona calidad de imagen impresa difícil de obtener en cualquier otra impresora del mercado", comenta Carles Bisbe, director comercial y marketing de Comelta.

Para alcanzar esta alta calidad de resolución, que no es ni de sublimación ni de inyección de tinta, estas impresoras disponen de un microprocesador que controla el tamaño de cada punto de impresión, asegurando la máxima calidad de resolución. Las impresoras de calidad fotográfica de ALPS pueden imprimir sobre diversos materiales: papel estándar, cartulinas para tarjetas de visita o felicitación, papel transparente, camisetas, pegatinas, etc. El acabado es 100% impermeable, resistente a la luz, etc.

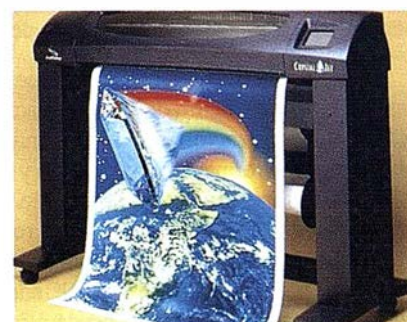
CALCOMP presenta al mercado español su nueva tecnología CRYSTALJET

Las nuevas impresoras color CRYSTALJET CALCOMP de gran formato revolucionan el coste, la fiabilidad, la calidad y las prestaciones de la impresión por inyección

El pasado mes de noviembre Calcomp presentó su nueva serie de impresoras color de gran formato que redefinen el coste, la fiabilidad, la calidad de salida y las prestaciones de la impresión por inyección. Los nuevos sistemas de impresión digital de 42 y 54 pulgadas (CrystalJet 42 y CrystalJet 54) son las primeras impre-

soras que utilizan la nueva y revolucionaria tecnología de impresión por inyección CrystalJet de la compañía, basada en la tecnología piezo, y que proporcionan velocidades de impresión mucho más rápidas y con menor coste de funcionamiento que los modelos de inyección tradicionales.

Las fiables y sólidas impresoras CrystalJet son ideales para utilizar en oficinas, tiendas de rotulación, imprentas rápidas, laboratorios de fotografía, reprografías y serigrafías en aplicaciones que requieren una gran cobertura de



tinta como pósters, material punto de venta, banderolas, packaging, diseños publicitarios, renderizaciones y mapas.

EVALUACIÓN DE GRADOS DE AFECTACIÓN PRODUCIDOS POR UN INCENDIO. APLICACIÓN DE IMÁGENES LANDSAT-TM A SU CARACTERIZACIÓN Y SEGUIMIENTO

NAVARRO CERRILLO, R.M.¹; NAVARRO MEZQUITA, C.²;
SALAS CABRERA, F.J.¹, GONZÁLEZ DUGO, M.P.³;
FERNÁNDEZ, P.¹; RODRÍGUEZ-SILVA, F.¹

¹ ETSI Agrónomos y de Montes. Departamento de Ingeniería Rural. Universidad de Córdoba.

² Servicio de Evaluación de Recursos Naturales. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía.

³ Servicio Centralizado de Información del Territorio. Universidad de Córdoba.

RESUMEN

La teledetección ha demostrado ser una técnica especialmente adecuada para suministrar información sobre cambios producidos en la situación de ecosistemas forestales. Esto hace de dicha tecnología una herramienta con gran capacidad para el estudio de los efectos de diferentes perturbaciones sobre la vegetación, en particular por su importancia y extensión en España, los daños causados por incendios forestales. En esta ponencia se analiza el grado de precisión que los índices más utilizados actualmente (NDVI, SAVI y ARVI) presentan en la estimación de los grados de afectación en áreas incendiadas. En base a un inventario de daños en el terreno e imágenes digitales captadas desde el espacio por el sensor TM se generaron para dos grandes incendios (Aznalcóllar y Sierra Bermeja) mapas de grados de afectación, lo que ha permitido determinar la fiabilidad total suministrada por cada uno de ellos, y sugerir criterios de clasificación de daños.

PC: Incendios forestales. Teledetección. Grados de afectación.

SUMMARY

This paper is focused on determining the degree to which differences in burn severity relate to vegetation indexes (NDVI, SAVI and ARVI). Different vegetation indices of Landsat-TM data from June 1995 and August 1995 were compared with field data using error matrixes, which revealed that the most accurate is NDVI, following by SAVI. Results from this research indicate that burn severity classification can be accomplished using Landsat-TM data within the context of general damage cartography.

KW: Forest fires. Remote sensing. Burn severity.

INTRODUCCIÓN

La teledetección ha demostrado ser una técnica especialmente adecuada para suministrar información sobre cambios

producidos en la situación de ecosistemas forestales. La teledetección supone un sistema de bajo costo, como fuente de información, que combinada con bases de datos ya creadas minimiza la cantidad de información de campo necesaria, sin que esto suponga una pérdida de calidad en la información. Además, los satélites permiten a los investigadores observar los recursos forestales *hacia el pasado*, y verlos en una perspectiva regional, analizándolos como un todo y no individualmente. Esto representa una de las grandes potencialidades para la utilización operativa de datos Landsat-TM, permitiendo evaluar cambios en los recursos forestales básicos.

De acuerdo a CHUMIECO & CONGALTON (1988) las principales aplicaciones de la teledetección en el área de incendios forestales son:

- 1) Estudio de la dinámica de la vegetación después de un incendio.
- 2) Asignación de los efectos del fuego en áreas forestales.
- 3) Desarrollo de métodos para una evaluación rápida de las superficies afectadas.
- 4) Evaluación de la vulnerabilidad y resistencia al fuego de diferentes masas forestales.

Transformar este potencial en soluciones operativas requiere de un gran esfuerzo de investigación y desarrollo, así como de capacidad por parte de los usuarios de adaptarse a estas nuevas tecnologías, lo que solo podrá conseguirse mediante una estrecha colaboración entre los usuarios de esa información, y las personas y organismos encargados de generarla.

Esta ponencia es un resumen de los resultados obtenidos en el proyecto *Evaluación de los grados de afectación producidos por un incendio y regeneración posterior de la vegetación. Aplicación de imágenes Landsat-TM a su caracterización y seguimiento*; suscrito entre el Servicio de Evaluación de Recursos Naturales (Consejería de Medio Ambiente-Junta de Andalucía) y el Departamento de Ingeniería Rural (ETSI Agrónomos y de Montes-Universidad de Córdoba) en Octubre de 1995.

MATERIAL Y METODOS

A. Descripción de la zona de trabajo

El monte *El Madroñalejo* se encuentra localizado en el T.M. de Aznalcóllar (Sevilla). La topografía general de la zona se caracteriza por ser bastante irregular a medida que se asciende en la diagonal que va desde el sudeste al noroeste. Casi todo el paisaje que se observa en esta dirección es el de sierra, con lomas

y cerros de pendiente variable (10-20%), a veces con fuertes pendientes. El relieve es abrupto y entrecortado con profundos y estrechos valles por donde discurren ríos y arroyos. La altitud se inicia con cotas del orden de 50 metros, alcanzándose rápidamente los 100 m para llegar a puntos de alturas de casi 500 m. Esta estructura fisiográfica esta surcada por una red hidrográfica formada por los ríos Guadiamar, Los Frailes y Crispinejo, y una compleja red de arroyos de menor importancia.

La representación geológica de la zona está compuesta en su límite norte por rocas ígneas, formado fundamentalmente por granitos, y pórfidos; aunque éstos tienen una escasa representación dentro del área afectada. La mayor parte del terreno son pertenecientes al Silúrico, con un estrato base formado por cuarcitas que por su dureza han sido poco erosionadas, encima de las cuales se han depositado pizarras, que por ser más erosionables forman un nivel inferior en el paisaje. Esta litología da lugar a suelos de color pardo, con mucha pedregosidad, que presentan texturas franco-arenosas, escaso o nulo contenido calizo, pH muy ácido y vocación típicamente forestal.

La vegetación esta dominada por la encina (*Quercus ilex subs. ballota*), el alcornoque (*Quercus suber*) y las masas artificiales de pino piñonero (*Pinus pinea*), puros o en mezclas. También aparecen diferentes manchas de acebuches (*Olea europaea subs. sylvestris*), matorrales de madroño (*Arbutus unedo*), y matorrales de diferente composición específica (*Cistus crispus*, *Cistus mompeliensis*, *Ulex boeticus*, *Erica arborea*, *Erica umbellata*, *Calluna vulgaris*, *Lavandula stoechas*, *Chamaerops humilis* y *Rosmarinus officinalis*), aunque dominados generalmente por la jara pringosa (*Cistus ladanifer*).

Las masas forestales más importantes están formadas por pino piñonero, pino negral y eucaliptos (*Eucalyptus globulus*; *Eucalyptus camandulensis*). Estas masas proceden en general de repoblaciones forestales efectuadas por el antiguo Patrimonio Forestal del Estado, tanto en fincas del Estado como en propiedad privada. En el caso concreto del Madroñalejo, esta fue efectuada por la Diputación de Sevilla. La edad de estas masas es muy variable, ya que están se han realizado de forma muy escalonada, siendo su estado el de monte bravo en unas, y el de fustal y latizal en otras.

La Sierra Bermeja esta situada en el extremo sudoccidental de la provincia de Málaga, y su eje corre de SO a NNO. Tiene alrededor de 23 Km de longitud y una anchura máxima de 12 km, separando los pisos calizos de la serranía de Ronda de la costa. Esta localizada entre 3 y 17 km. de la costa y presenta una topografía muy accidentada, con pendientes muy pronunciadas.

Tiene una serie de características que la diferenciación del resto de los montes limítrofes. En sentido amplio, es decir, incluyendo Sierra Palmitera y Sierra Real, Sierra Bermeja configura la unidad biogeográfica bermejana debido a su peculiar edafología, consecuencia de la degradación de las peridotitas que influyen en lo substancial en el ecosistema al determinan el suelo y el relieve. Su punto mas alto es el pico de los Reales (1452 m s.n.m.), a solo 8 km de la costa.

Si recorremos los distintos pisos botánicos desde los doscientos metros hasta las cumbres, el estrato inferior esta ocupado por el alcornoque (*Quercus suber*), asociado con otras especies como el quejigo (*Quercus faginea*) y el quejigo andaluz (*Quercus canariensis*), y con inclusión de matorral mediterráneo (*Arbutus unedo*, *Pistacia sp.*, *Daphne sp.*, etc.). Los rodales mejor conservados se encuentran en la vertiente norte de Sierra Bermeja, en el Monte del Duque y en el Genal. En la vertiente sur aparecen parcialmente aclarados en el Valerín, el Cantor y el Padrón. En este ultimo río, la asociación entre el alcornoque y el quejigo andaluz da paso al laurel y al quejigo en aquellos puntos donde se estrecha el cauce. El alcornoque también se encuentra a mas altura, sobre los enclaves gnesicos de Peñas Blancas y los Almargenes, acompañado de castaños, jaras y jaguarzos.

Los pisos termomediterráneo y mesomediterráneo, en la faja que va desde los 350 m a los 1.100 m de altitud, están dominados por el pino negral (*Pinus pinaster*). La especie ocupa alrededor de 3.600 Ha, situándose las mejores masas en la exposición N. En Los Reales, y en algunos valles como los del Almerchal, el Padrón, el Castro y el Verín, pueden contemplarse espléndidos bosques adultos. Por encima de los 1100 m, y extendiéndose hasta la cumbre de la Sierra, en Los Reales, se presentan tres pequeñas zonas cubiertas de *Abies pinsapo*: el pinsapar de Casares o de la Mujer, el de Genalguaquil o de los Reales Chicos, y el pinsapar de Los Reales, que es el más extenso.

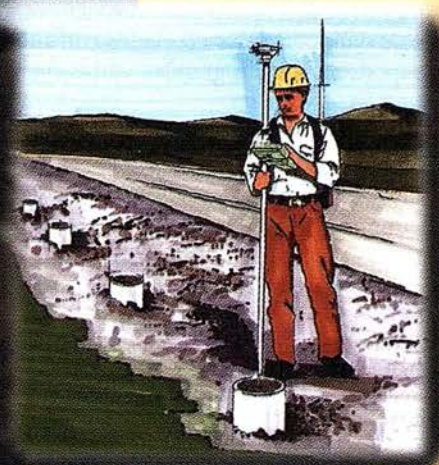
B. Diseño del muestreo de campo

La correlación entre los Índices de Afectación obtenidos a partir de la imagen Landsat-TM, y los grados de afectación reales producidos por el fuego sobre la vegetación se ha realizado mediante la recogida de datos en el terreno. Estos datos son utilizados en general para verificar y para mejorar las clasificaciones. Se han utilizado fuentes alternativas de información, como por ejemplo fotografías aéreas, para representar la realidad terreno, pero su validez ha sido cuestionada (BIGING & CONGALTON, 1991). Independientemente de la fuente utilizada esta información tienen que ser lo más correcta posible, para evitar que introduzca errores en la interpretación de la imagen. Para ello se optó por establecer una serie de puntos de control (PC) que se utilizan para la realización de una estratificación real de los daños, con el fin de supervisar la información y comprobar la precisión de la imagen.

Esta serie de puntos de control se distribuyeron sobre el terreno y en cada uno de los estratos definidos por los distintos niveles de afectación. Para cada punto de control se establece una parcela circular de 15 m de radio (707 m²) donde se realiza la evaluación de grados de afectación. La intensidad del muestreo se expresa por el numero de parcelas medida por unidad de superficie de monte. Generalmente en este tipo de muestreo es difícil irse a intensidades muy elevadas de muestreo, que en nuestro caso ha quedado establecido en un punto de control cada 25/40 Ha, en función de los niveles de daños y la heterogeneidad del lugar. En este caso se ha optado por un muestreo estratificado, donde las muestras se sitúan en unidades consideradas típicas o representativas. La zona previamente ha sido estratificada en base

Tratandose de Topografía – GPS de Leica

- Para ingeniería, levantamientos batimétricos, Replanteos, Controles, etc.
- Precisiones de 50cm, 30cm, 15cm, 1 cm: Dependiendo de su aplicación y requerimientos
- Receptores, software, módulos OEM, sistemas
- Distribución mundial y servicio



GEO69-96

BARCELONA
Nicaragua, 46 5º
Teléf. (93) 494 94 40
Fax (93) 494 94 42

MADRID
Basauri, 17 Edif. Valreaty
Teléf. (91) 372 88 75
Fax (91) 372 89 06

SEVILLA
Virgen de Montserrat, 12
bjs. dcha. C
Teléf. (95) 428 43 53
Fax (95) 428 01 06

BILBAO
Teléf./Fax (94) 427 65 85

Leica

a composición y estructura (mapa de vegetación), y mediante la evaluación aparente de daños (grado de afectación). La localización definitiva de los puntos en el terreno se ha hecho teniendo en cuenta los siguientes criterios:

1. Seleccionar al menos 20 puntos de control para cada una de los estratos con representación superficial suficiente.
2. Las categorías intermedias cuentan con un número superior de puntos de control, al ser las más problemáticas desde el punto de vista de su caracterización espectral.
3. Los puntos se han localizado en zonas homogéneas en cuanto a daños (rodales afectados con suficiente entidad superficial), y sin grandes variaciones en calidad de estación.
4. Distribución en toda la superficie del incendio.

En cada uno de estos puntos se procedió localizando las coordenadas del punto de control sobre un mapa 1:10.000, y se consideró que en una zona azotada por el fuego podemos encontrar cinco grados de afectación diferentes, cuyas características definitorias se recogen en la Tabla I.

GRADO DE AFECTACIÓN	CARACTERÍSTICAS DE LOS DAÑOS EN EL TERRENO
1. Sin afectar	No se aprecia ningún tipo de daños por incendio sobre la vegetación.
2. Escaso	Incendio de superficie, con el arbolado no afectado o sólo parcialmente, y el sotobosque ligeramente quemado.
3. Moderado	El sotobosque o el estrato arbóreo han sido afectados en una gran proporción pero sin llegar a destruir la totalidad de la vegetación. Fracciones de copas sin afectar (verdes).
4. Elevado	El fuego ha destruido el estrato arbóreo. Se conservan restos de follaje en la copa.
5. Extremo	La vegetación ha quedado totalmente carbonizada. Copas totalmente destruidas.

Tabla I. Clave de estimación de grados de afectación utilizada en el inventario de campo

C. Aplicación de diferentes índices de vegetación

Las imágenes de satélite han demostrado una gran capacidad para detectar daños sobre la vegetación. Para ello se han desarrollado una serie de *índices de vegetación*, que son combinaciones matemáticas entre bandas cuyo fin es mejorar la información espectral sobre el fenómeno en estudio, atenuando por tanto los efectos que la geometría de observación, el relieve o la atmósfera ejercen sobre la respuesta espectral de la cubierta. El índice de vegetación más utilizado en la evaluación de superficies afectadas por incendios forestales ha sido el índice de vegetación normalizado (NDVI).

Desde el año 1991 y hasta la fecha se han utilizado para el inventario de daños causados por los grandes incendios forestales en Andalucía (consejería de medio ambiente, 1995) el NDVI (bandas TM3 y TM4), y un índice de cambios, basado en la diferencia entre dos valores de NDVI: uno de un año de

referencia anterior, que describe las condiciones de la vegetación antes del incendio; y otro posterior al incendio.

Junto a estos índices se ha procedido a la aplicación de dos índices nuevos, diseñados a partir del NDVI, con el fin de atenuar la influencia atmosférica y del suelo respectivamente.

ARVI (*Atmospherically Resistant Vegetation Index*). Con el fin de reducir la dependencia del NDVI a las cambiantes condiciones atmosféricas, se ha propuesto un nuevo índice que ha demostrado estar menos afectado que el NDVI por tales efectos. Este índice se basa en el proceso de auto-corrección del efecto atmosférico sobre la banda roja (TM3) mediante la inclusión en la expresión matemática de la banda azul (TM1), que es la que más se ve afectada por la dispersión atmosférica. El nuevo índice de vegetación se define como (KAUFMAN & TANRÉ, 1992):

$$ARVI = (L_{NIR} - L_{RB}) / (L_{NIR} + L_{RB})$$

$$L_{RB} = L_R - \frac{1}{2}(L_B - L_R)$$

- SAVI (*Soil Adjusted Vegetation Index*).- Para reducir los efectos producidos por el suelo HUETE (1988, 1989), propuso utilizar un factor corrector L, para incluir las variaciones radiométricas que inducía la presencia de zonas con escasa cubierta vegetal. Aunque se encontró que el ajuste óptimo para el factor L varía con la densidad de la vegetación, se propuso para L un valor de 0.5, el cual reduce de forma importante las desviaciones introducidas por la radicación del suelo en un amplio rango de coberturas vegetales. (HUETE, A.R., 1988; HUETE, A.R. 1989):

$$SAVI = (L_{NIR} - L_{RED}) / (L_{NIR} - L_{RED} + k) * (1 + k)$$

D. Estimación de la precisión de la asignación de daños

La forma más generalizada de representar la precisión de las interpretaciones realizadas a partir de imágenes Landsat-TM es mediante una matriz de error o mediante tablas de contingencia (CONGALTON *et al.* 1983). Una matriz de confusión consiste en una serie de filas y columnas las cuales expresan el número de puntos test o puntos de control (puntos para los que poseemos tanto su cobertura real verificada en los muestreos de campo como la *deducida* por la clasificación) que han sido *correctamente asignados* a una determinada clase (por ejemplo, niveles de afectación por el fuego). En las filas se suelen representar las categorías de referencia o estimadas en campo (que serán asumidas como las correctas) mientras que las columnas indican las clases derivadas del análisis de la imagen (datos procedentes de Landsat-TM).

Estas matrices permiten examinar los errores en cada una de las clases propuestas, así como del conjunto de la asignación, lo cual incluye los errores de comisión (ocurren cuando un punto es identificado como perteneciente a la clase A y no lo es) y los errores de omisión (ocurren cuando un punto se asigna a otra

categoría perteneciendo a la clase A). En una situación ideal, todos los elementos fuera de la diagonal principal corresponden a cero, lo que indicaría que todos los píxeles han sido bien asignados dentro de las categorías previstas.

Una vez que la matriz de error ha sido generada, la determinación de la precisión es bastante sencilla, dado que los valores de la diagonal representan aquellos píxeles que han sido bien asignados. Este valor (suma de los píxeles de la diagonal) se divide por el número total de píxeles asignados, y el valor obtenido corresponde a la precisión obtenida en la interpretación. Aunque se han propuesto otros métodos: análisis de varianza y análisis de tablas de contingencia (análisis multivariable discreto), en nuestro caso se ha optado por el análisis de error convencional.

RESULTADOS Y DISCUSION

La cartografía de grados de afectación va a consistir en representaciones gráficas a escala de las diferentes condiciones en que se encuentra la vegetación después de un incendio, y su precisión varía dependiendo de los métodos utilizados para generarla y del cuidado con que estos son elaborados, el valor mínimo de las teselas a representar, la escala de la presentación o la experiencia del analista. De acuerdo a la metodología propuesta para la determinación de la precisión, se ha muestreado en un total de 158 puntos de control dentro del área correspondiente al incendio de Aznalcóllar (1 PC por cada 13 Ha), mientras que para el caso de S. Bermeja el número de puntos fue 70 (1 PC por cada 34 Ha). Con esta información se ha procedido a la elaboración de respectivas tablas *puntos de control-índices de vegetación*, en las que para cada punto de muestreo se recoge la siguiente información: coordenadas UTM, valor de número digital (ND)¹ para los diferentes índices de vegetación aplicados y el grado de afectación estimado en campo. Estas tablas van a ser de gran utilidad para el análisis estadístico de la información digital y para el estudio de la correlación entre información de campo e información de la imagen,

a partir de programas informáticos para el procesado de datos (*Excel y Statgraphics*).

El análisis de estas tablas de puntos de control comenzó tratando de determinar cuál de los diferentes índices de vegetación presenta mayor capacidad para discriminar entre los cinco diferentes grados de afectación considerados para las zonas quemadas estudiadas. Para ello bastó representar el *valor medio* y *desviación típica* calculado para el conjunto de ND derivado de cada índice de vegetación frente al *grado de afectación* que se estimó en campo, de manera que aquellos índices que presenten una mayor separación entre estos valores medios según el grado de afectación, ofrecerán un mayor potencial para distinguir entre dichas categorías.

A continuación se muestran dos representaciones gráficas derivadas de este análisis para los incendios de Aznalcóllar y Sierra Bermeja (Gráficos 1 y 2). El resultado del cálculo de las estadísticas media y desviación típica para el conjunto de ND asociados a los puntos de control que presentan un determinado grado de afectación en el terreno, y según los diferentes tratamientos para las bandas espectrales implicadas, los vamos a recoger también en forma de tabla, para ver el rango y valor que presentan (Tablas II y III):

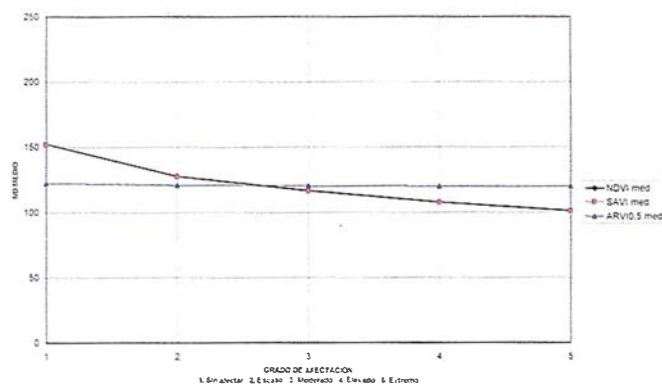


Gráfico 1. Valores medios de ND para diferentes índices según el grado de afectación (Aznalcóllar).

G. AFFECT.	Nº Puntos	NDVI med	NDVI st dev	SAVI med	SAVI st dev	ARVI0,5 med	ARVI0,5 st dev	ARVI1 med	ARVI1 st dev	ARVI2 med	ARVI2 st dev
Sin afectar	18	152,45	26,81	152,15	26,93	122,16	1,60	142,62	2,13	124,32	1,49
Escaso	32	127,85	9,05	127,34	9,05	120,89	0,57	141,19	0,90	123,63	0,96
Moderado	42	116,75	11,06	116,18	11,03	120,32	0,75	140,52	1,18	123,26	1,10
Elevado	48	107,79	13,61	107,20	13,68	119,90	0,80	140,10	1,20	123,15	1,16
Extremo	18	101,19	7,58	100,53	7,60	119,72	0,48	140,13	0,93	123,51	1,30

Tabla II. Medias y desviaciones típicas para el conjunto de valores medios de ND para cada Grado de Afectación y según índices de vegetación (Aznalcóllar).

1 El término *número digital* (ND) representa la codificación, en un número entero, de la radiancia detectada por el sensor para una determinada porción de la superficie terrestre.

G. AFECT.	Nº Puntos	NDVI med	NDVI st dev	SAVI med	SAVI st dev	ARVI0,5 med	ARVI0,5 st dev	ARVI1 med	ARVI1 st dev	ARVI2 med	ARVI2 st dev
Sin afectar	15	160,70	18,56	154,96	19,90	103,57	17,86	134,48	3,82	131,18	3,29
Escaso	10	131,51	6,03	123,78	6,38	78,31	4,50	129,94	1,46	129,95	3,20
Moderado	18	126,05	9,69	117,89	10,39	71,87	8,43	128,39	2,02	128,49	1,72
Elevado	17	118,12	16,17	109,68	16,91	69,26	10,26	127,94	4,43	129,69	3,82
Extremo	10	117,65	8,35	109,07	8,70	67,94	5,07	128,74	2,85	128,34	3,39

Tabla III. Medias y desviaciones típicas para el conjunto de valores medios de ND para cada Grado de Afectación y según índices de vegetación (S. Bermeja).

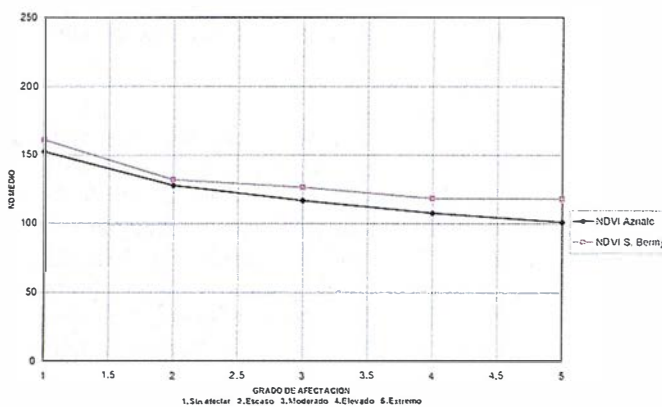


Gráfico 2. Valores medios de ND para el NDVI según el grado de afectación (Aznalcóllar y S. Bermeja).

De este primer análisis de los resultados obtenidos pueden hacerse las siguientes consideraciones:

1. Los índices utilizados para la evaluación de grados de afectación por el fuego pueden agruparse, según su grado de sensibilidad, en dos grupos: el primero formado por NDVI y SAVI; y el segundo por ARVI en sus tres modalidades ($f = 0,5-1-2$).
2. El primer grupo, formado por NDVI y SAVI, parece ser *más sensible* a la hora de discriminar entre diferentes grados de afectación de la cubierta vegetal, pues presentan un valor medio *más o menos diferente* para cada categoría de daño. Para estos índices, vemos que la diferencia respecto al valor medio de los valores de ND asociados a un determinado nivel de afectación varía según el nivel considerado, siendo generalmente mayor para la clase 1 (*Sin afectar*).
3. El ARVI parece mostrar escasa utilidad para la estimación de grados de afectación, dada la inapreciable variación que presentan sus valores medios de ND correspondientes a las diferentes categorías definidas. Esta homogeneidad entre los valores encontrados para las diferentes categorías (y dentro de una misma categoría) se aprecia para los tres valores propuestos del parámetro que pondera la influencia de la atmósfera: $f = 0,5-1-2$.
4. Se observa también la tendencia a estrecharse el intervalo de diferencia entre medias a medida que va-

mos de la categoría 1 (*Sin Afectar*) hasta la categoría 5 (*Extremo*), por lo que estas últimas van a presentar mayor confusión (puede apreciarse para el caso de S. Bermeja que la diferencia de las medias que presenta el SAVI para las categorías *Elevado* y *Extremo* es muy escasa).

En términos generales parece correcto afirmar que pueden utilizarse indistintamente ambos índices, NDVI y SAVI, aunque por su facilidad y generalización en diferentes aplicaciones puede ser más aconsejable el NDVI.

Tras el primer análisis de las tablas *puntos de control - índice de vegetación*, que dio como resultado el que nos decantemos únicamente por las bandas correspondientes a los índices NDVI y SAVI, el siguiente paso estará dirigido hacia el estudio, en estas dos bandas, de los valores de ND que presentan individualmente los PC asociados a cada grado de afectación.

El objetivo final de este estudio consiste en intentar acotar los intervalos de ND que corresponderán a cada uno de los cinco niveles de afectación considerados. Estos intervalos permitirán, en un paso posterior, la estratificación de la banda índice de vegetación, para obtener una nueva banda que llamaremos *índice de afectación*.

A primera vista se aprecia que estos rangos pueden variar para cada caso particular, es decir, no van a aplicarse de forma generalizada sobre cualquier banda NDVI o SAVI obtenida a partir de imágenes Landsat-TM que correspondan a una zona afectada por un incendio forestal. Por tanto, podemos decir que los resultados no será extrapolables a otros ámbitos o periodos. Es por ello que el procedimiento ideal para caracterizar la zona afectada por el fuego según su grado de afectación va a necesitar siempre un contraste de la banda NDVI o SAVI obtenida a partir de la escena del incendio, con la información recogida sobre el terreno en una serie de puntos de control (pensamos que con un número aproximado en torno a 10 PC por cada nivel de afectación considerado puede ser suficiente para realizar esta caracterización).

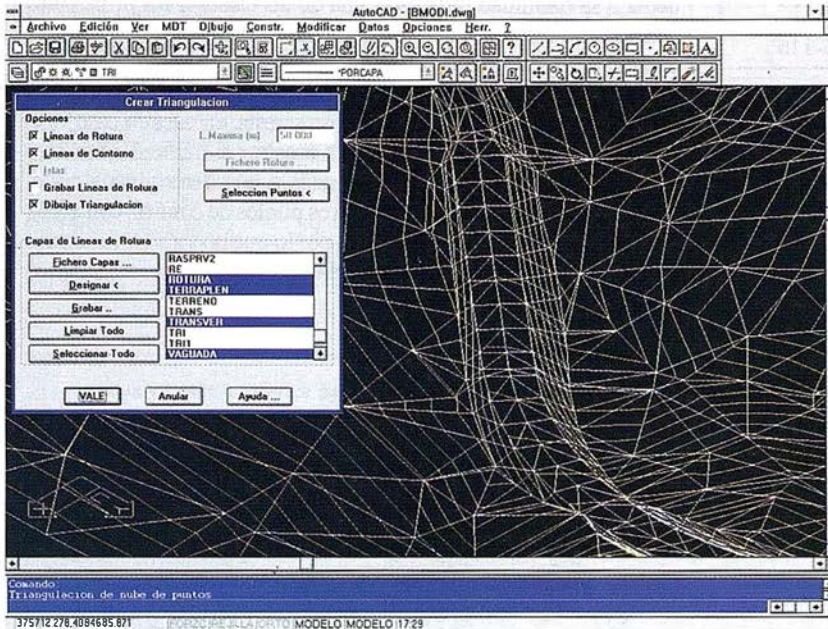
El análisis de los ND que presentan cada conjunto de puntos de control relativo a cada grado de afectación sirvió para determinar los intervalos que podían ser representativos de dichas categorías. Así, los intervalos fijados para la segmentación de las bandas NDVI y SAVI deducidas de la imagen de Aznalcóllar fueron:

TCP – Modelo Digital del Terreno

Soluciones para Topografía, Ingeniería Civil y Construcción en AutoCAD

El programa ideal para profesionales de la Topografía, empresas constructoras, estudios de ingeniería, canteras, minas, etc.

Excelente servicio post-venta, con asistencia técnica por teléfono, fax o correo electrónico. Adaptaciones y conversiones a medida.



- Aplicaciones para libretas electrónicas PSION y NEWTON, implementadas para las principales marcas de aparatos topográficos del mercado.

- Cálculo de puntos procedentes de recolectoras de datos o ficheros ASCII. Compensación de poligonales, intersecciones inversas, etc.

- Dibujo automático de planimetría a partir de BD de códigos.

- Triangulación automática o considerando líneas de rotura. Edición interactiva. Contornos e islas.

- Generación de curvas de nivel. Suavizado automático. Rotulación de cotas. Utilidades de elevación de curvas.

- Definición de ejes a partir de polilíneas y alineaciones (rectas y curvas con o sin clotoide) por diferentes métodos.

- Obtención de perfiles a partir de modelo o cartografía digitalizada.

- Diseño de rasantes de forma gráfica y/o numérica. Acuerdos verticales.

- Definición librerías de plataformas, cunetas, taludes, firmes y peraltes.

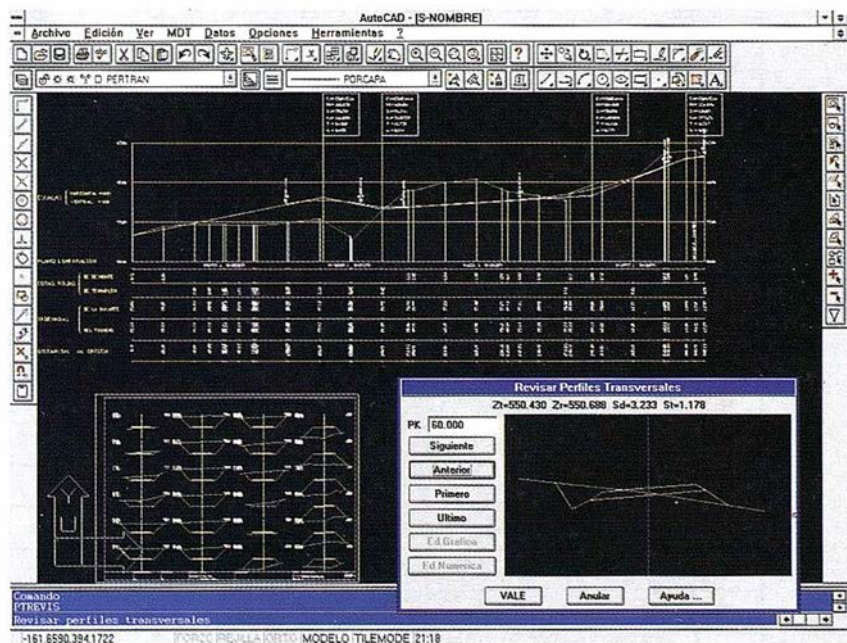
- Dibujo de perfiles configurable con bloques con atributos. Distribución automática en hojas.

- Cálculo y replanteo de puntos en planta. Control de obras.

- Cálculo de volúmenes por mallas, modelos o perfiles transversales.

- Creación de vistas 3-D. Conexión con programas de fotorrealismo.

- Opciones especiales para canteras, balsas, líneas eléctricas, etc.



TCP Informática y Topografía
C/ Sumatra, 11 E-29190 MÁLAGA
Tlf: (95) 2439771 Fax: (95) 2431371
Internet: tcp_it@agp.servicom.es
CompuServe: 100517, 3213

Autodesk.
RAD-Desarrollador Registrado

P.V.P.
135.000
a 250.000 ptas.

Grado de Afectación	NDVI	SAVI
1. Sin afectar:	143-255	134-255
2. Escaso:	125-143	116-134
3. Moderado:	108-125	105-116
4. Elevado	99-108	99-105
5. Extremo:	1-99	1-99

Tabla IV. Intervalos de ND establecidos para cada grado de afectación (Aznaicóllar).

Para el caso de Sierra Bermeja se estratificará únicamente la banda NDVI, estableciendo los intervalos siguientes:

Grado de Afectación	NDVI
1. Sin afectar:	140-255
2. Escaso:	130-140
3. Moderado:	125-130
4. Elevado:	115-125
5. Extremo:	1-115

Tabla V. Intervalos de ND establecidos para cada grado de afectación (S. Bermeja).

El resultado de estas estratificaciones, a la que superpondremos la cobertura de puntos de control, se recoge en las ilustraciones 1 y 2. La leyenda de los colores que emplearemos para representar a los diferentes grados de afectación aparece en la tabla VI:

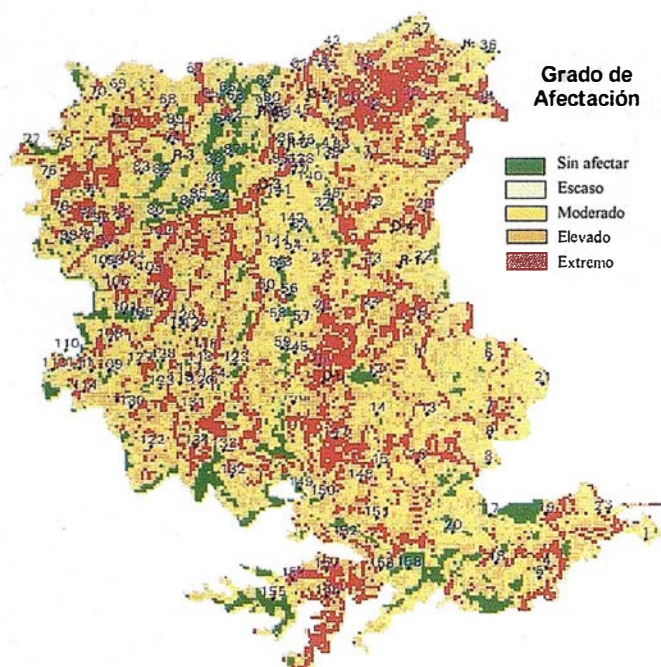


Ilustración 1. Estratificación de la banda NDVI propuesta para el caso de Aznaicóllar.

La forma de evaluar la precisión de estas estratificaciones propuestas fue a través de matrices de error, que como se indicó, permiten tanto el análisis de categorías individuales como del conjunto de la clasificación, de manera que de ellas se puede deducir la fiabilidad para cada una de las clases y las principales confusiones entre las mismas. Estas matrices de error exigen, para un determinado número de puntos, el conocimiento de la cobertura *real* verificada en los muestreos de campo y la cobertura *deducida* por la clasificación (estratificación propuesta, en nuestro caso). De esta manera, la matriz de error va a mostrar el número de puntos que han sido correctamente asignados a una determinada clase. Con el muestreo realizado en nuestros puntos de control, contamos ya con un contraste con la realidad, por lo que no va a ser necesario diseñar un nuevo muestreo del área de estudio para verificar los resultados de la estratificación.

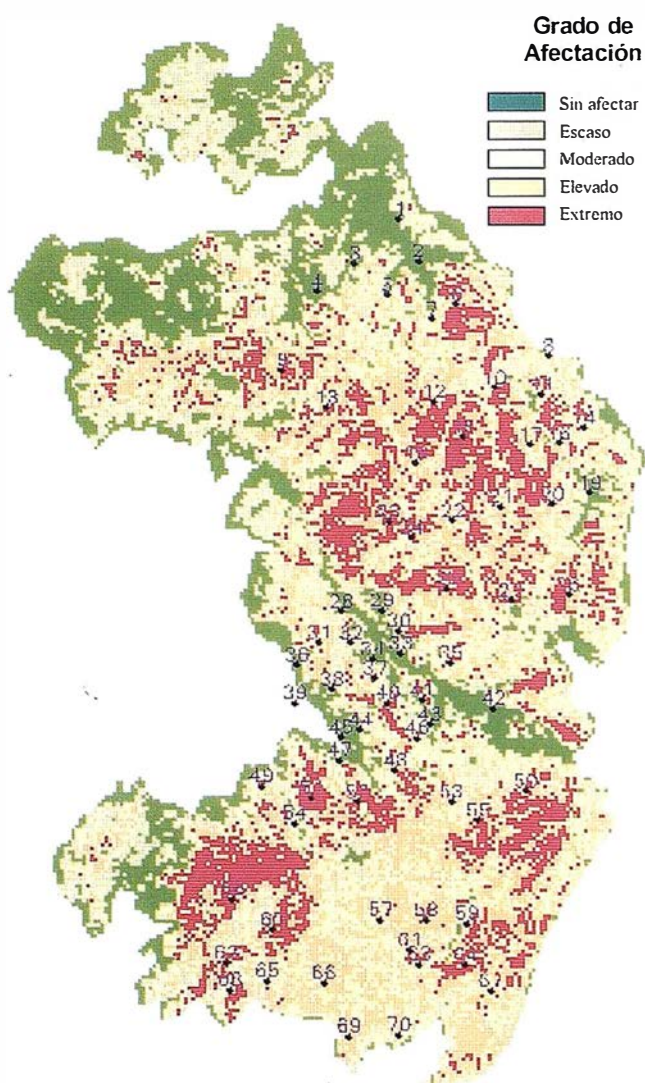


Ilustración 2. Estratificación de la banda NDVI propuesta para el caso de Sierra Bermeja.

NDVI AZNALCOLLAR	Sin afect. > 143	Escaso 125-143	Moderado 108-125	Elevado 99-108	Extremo > 99	Total	Exact. Product %	Er. Omisión %
Sin afectar	10	5	3	0	0	18	56	44
Escaso	3	16	13	0	0	32	50	50
Moderado	1	6	26	9	0	42	62	38
Elevado	3	0	11	28	6	48	58	42
Extremo	0	0	3	5	10	18	56	44
Total	17	27	56	42	16	158		
Exact. Usuario	59	59	46	67	63			
Error comisión	41	41	54	33	38			
Fiabilidad Global	57%							

Tabla VII. Matriz de error para la estimación de la precisión del NDVI en la asignación de grados de afectación (Incendio de Aznalcóllar).

SAVI AZNALCOLLAR	Sin afect. > 134	Escaso 116-134	Moderado 105-116	Elevado 99-105	Extremo < 99	Total	Exact. Product %	Er. Omisión %
Sin afectar	14	4	0	0	0	18	78	22
Escaso	8	22	2	0	0	32	69	31
Moderado	5	13	19	5	0	42	45	55
Elevado	3	3	13	22	7	48	46	54
Extremo	0	1	3	3	11	18	61	39
Total	30	43	37	30	18	158		
Exact. Usuario	47	51	51	73	61			
Error comisión	53	49	49	27	39			
Fiabilidad Global	56%							

Tabla VIII. Matriz de error para la estimación de la precisión del NDVI en la asignación de grados de afectación (Incendio de Aznalcóllar).

NDVI S. BERMEJA	Sin afect. > 140	Escaso 130-140	Moderado 125-130	Elevado 105-125	Extremo < 115	Total	Exact. Product %	Er. Omisión %
Sin afectar	15	0	0	0	0	15	100	0
Escaso	0	6	3	1	0	10	60	40
Moderado	1	2	5	10	0	18	28	72
Elevado	1	1	0	10	5	17	59	41
Extremo	0	0	2	3	5	10	50	50
Total	17	9	10	24	10	70		
Exact. Usuario	88	67	50	42	50			
Error comisión	12	33	50	58	50			
Fiabilidad Global	59%							

Tabla IX. Matriz de error para la estimación de la precisión del NDVI en la asignación de grados de afectación (Incendio de S. Bermeja).

Con la información de campo y de las bandas estratificadas se construyeron las siguientes matrices de confusión, que se observan en la Tabla VII.

En las filas se han representado las categorías de referencia o estimadas en campo (que serán asumidas como las correctas) mientras que las columnas indican las clases derivadas del

análisis de la imagen (datos procedentes de Landsat-TM). Así por ejemplo, para el caso recogido en la Tabla VII, se observa que de los 18 puntos de control que presentaron en el campo un grado de afectación *Sin afectar*, 10 fueron correctamente clasificados, 5 fueron incluidos en la clase *Escaso*, 3 en la clase *Moderado* y ninguno fueron clasificados como *Elevado* y *Extremo*.

Los valores de precisión obtenidos son bastante similares para NDVI (Fiabilidad global 57%) y SAVI (Fiabilidad global 56%) en el caso de Aznalcóllar. Esto apunta a que no existe una mejora de la capacidad de análisis de daños por parte del SAVI. Estos cambios en exactitud de la segmentación no pueden atribuirse únicamente al tratamiento de la imagen, es decir, al índice de vegetación aplicado, sino que va a depender en gran medida del acierto a la hora de definir los intervalos correspondientes a cada categoría. De acuerdo a esto, podemos también afirmar que los rangos relativos a las categorías *Sin afectar* y *Escaso*, estuvieron definidos con mayor precisión para el caso del SAVI que para el NDVI.

Para el caso de Sierra Bermeja, se consigue una fiabilidad global algo superior (59 %) y se observa que la mayor confusión deriva de las categorías intermedias, sobre todo de la clase *Moderado*, para la que sería conveniente redefinir el intervalo de ND, ya que la mayor parte del conjunto de puntos muestreados que presentaron este grado de afectación han sido incluidos dentro de la clase *Elevado*. Por lo tanto, estas matrices de error serán de gran ayuda tanto para evaluar los resultados obtenidos como para identificar la manera de mejorarlos, mediante la búsqueda de valores adecuados y en equilibrio de exactitud del productor y del usuario, labor que repercutirá en la fiabilidad global de la clasificación.

Los valores de fiabilidad global obtenidos para las tres estratificaciones realizadas, aunque puedan parecer relativamente bajos, deben considerarse teniendo en cuenta dos puntualizaciones:

1. La posible precisión obtenida por otras fuentes alternativas de información, como son los inventarios de campo o la fotointerpretación, que es difícil que superen en casi ningún caso el 70 % de fiabilidad (JAKUBAUSKAS *et al.* 1990).
2. También debe tenerse en cuenta la precisión obtenida en otro tipo de clasificaciones que se consiguen mediante técnicas de teledetección, como puede ser el caso de las clasificaciones de vegetación, con valores de fiabilidad global para estos casos rondando entre 50 - 60 % (SAN MIGUEL & BIGING. 1996).

De todas maneras, van a existir una serie de causas susceptibles de ser las responsables de los posibles errores cometidos en el proceso de generación de estas bandas *Índice de Afectación*, como por ejemplo, la subjetividad de la interpretación de los grados de afectación sobre el terreno (a pesar de haber sido realizado en todos los casos por las mismas personas), así como la adecuada localización de los puntos de muestreo. El primer problema se resuelve a medida que el equipo de campo se familiariza con los diferentes tipos de grados de afectación considerados. En cuanto al segundo, su solución es bastante más compleja. En todos los casos se ha intentado reducir al mínimo el error aportado tanto por la

georeferenciación (se admitió un error medio cuadrático inferior a 1 pixel), como en la localización del punto. Para reducir el error relativo a los posibles desplazamientos geográficos de los puntos de muestreo, se eligieron lugares uniformes en cuanto a daños y de superficie suficiente. Tratamos así de evitar *pixels mixtos*, relativos a dos o más cubiertas fronterizas y que por tanto vendrán definidos por una señal intermedia a las distintas cubiertas que lo componen. En consecuencia, puede que estos *pixels mixtos* no se asemejen a ninguna de las cubiertas implicadas, haciendo que se dificulte notablemente su correcta identificación.

Por otro lado, el efecto topográfico se verá eliminado al trabajar con cocientes entre bandas, por lo que no lo vamos a considerar como posible fuente de error. Si puede ser responsable de introducir errores en la clasificación el hecho de que exista diferencia entre la fecha en la que el satélite adquirió la imagen y la fecha en la que se supervisó la zona afectada. Esta diferencia supone un curso de tiempo, durante el cual es posible que se den cambios notables sobre la cubierta vegetal (por ejemplo, zonas que en el muestreo de campo fueron consideradas con grado de afectación *Extremo* o *Elevado*, puede que en un momento anterior, cuando fueron captadas por el sensor, presentaran mayor vigor vegetal; también es posible que ocurra el caso inverso: zonas que en el momento del muestreo presenten un mayor o menor grado de recuperación, puede que tras el incendio aparecieran bastante dañadas por el fuego).

Aparte de estas posibles fuentes de error, la principal responsable de los valores de fiabilidad obtenidos va a ser la elección de nuestra leyenda, que entre los dos niveles extremos (*Sin afectar* y *Extremo*) contempla tres categorías intermedias. En toda clasificación, el nivel de detalle que ofrece la leyenda va a estar estrechamente relacionado con el riesgo de error, ya que es altamente probable que cualquier subdivisión implique separar categorías muy similares espectralmente. Una leyenda más generalista contribuirá por tanto a reducir considerablemente el riesgo de error. Esas categorías intermedias a veces corresponden a zonas de transición entre categorías extremas, siendo así más difíciles de determinar en el terreno al presentar una distribución muy irregular, dado el comportamiento errático del fuego sobre la vegetación.

De forma común para ambos casos estudiados, se recomienda el tratamiento posterior de las bandas índice de afectación con el fin de suavizar los resultados obtenidos, ya que se observa como adolecen de una excesiva fragmentación. Trataremos pues de conseguir teselas más o menos homogéneas, relativas a una determinada categoría. En las anteriores ilustraciones que mostraban los primeros resultados obtenidos, se observan manchas de color más o menos extensas salpicadas por *pixels* o pequeños grupos de *pixels* asignados a otras categorías, de manera que se pierde la unidad geográfica y se dificulta la interpretación de los resultados. Este hecho se denomina coloquialmente como '*efecto sal y pimienta*'.

Para solventar este problema en el caso de las segmentaciones de bandas, se puede recurrir a la aplicación de *filtros de paso bajo*, que tratan de asemejar el ND de cada *pixel* al de los *pixels* vecinos, reduciendo de esta manera la variabili-

dad espacial de la escena. En nuestro caso se ensayó con dos matrices de filtraje;

1,00	1,00	1,00
1,00	1,00	1,00
1,00	1,00	1,00

La primera, que aparece representada sobre estas líneas, es una matriz que va a asignar al píxel central el valor promedio de los 9 píxeles que componen dicha ventana de filtraje. La segunda matriz es igual a la anterior pero de rango 5 x 5 (promedia los 25 píxeles).

La primera opción mermó en gran medida este ruido al eliminar asignaciones poco significativas en la estratificación original, por lo que no se deben encontrar cambios importantes en la precisión. Esta hipótesis queda corroborada con los resultados de las nuevas matrices de error construidas después de aplicar los filtros (valores de fiabilidad global de 54 y 53% respectivamente).

CONCLUSIONES

La metodología seguida, que se basa principalmente en la combinación de la información derivada de trabajos de campo e imágenes captadas por el satélite Landsat-TM, supone una primera aproximación a la caracterización de áreas incendiadas según el grado de afectación de la vegetación por el fuego desde una perspectiva instrumental que facilita su interpretación, seguimiento y toma de decisiones para el caso de grandes superficies afectadas. De los resultados obtenidos a lo largo de su aplicación se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- El índice de vegetación normalizado (NDVI) parece ser el más sensible, y por tanto, el más adecuado, para discriminar entre diferentes regiones de una zona incendiada según la intensidad de los daños producidos por el fuego.
- Segmentaciones de la banda índice de vegetación normalizado de acuerdo a unos intervalos determinados mediante análisis de la correlación existente entre la información recogida en campo y la proporcionada por la imagen de satélite, ofrecen resultados adecuados de acuerdo a los valores de fiabilidad global deducidos (en torno a 55 %). Debe tenerse en cuenta que la precisión obtenida en otro tipo de clasificaciones que se consiguen mediante técnicas de teledetección, como por ejemplo, clasificaciones de vegetación, ofrecen valores de fiabilidad global rondando entre 50 - 60 % (SAN MIGUEL & BIGING, 1996).
- La subjetividad y esfuerzo asociados a las tareas de fotointerpretación, así como los resultados obtenidos a partir de la estratificación de la banda índice de vegetación deducida de la imagen Landsat, hacen que no se justifique la fotografía aérea como fuente alternativa de información para evaluar extensas áreas incendiadas.
- Un contraste con la realidad del terreno va a ser, aparte de necesario para realizar el análisis de la fiabilidad obtenida, recomendable para conocer el estado y características del área a estudiar.
- La capacidad de superposición de diferentes tipos de información que nos ofrecen los sistemas de información geográfica, van a facilitar las labores de interpretación, tales como

predecir la respuesta esperada de la vegetación ante la perturbación que supone el fuego, estimar el riesgo de erosión, programar actuaciones encaminadas tanto a favorecer la restauración de la vegetación como a reducir los procesos erosivos, regular y programar la intensidad de uso, etc.

- Los SIG además van a permitir que el fenómeno de estudio se pueda representar cartográficamente de forma más o menos rápida, así como suministrar datos cuantificables (principalmente superficie ocupada por cada categoría) sobre el mismo.

Por todo esto, se puede concluir que la limitada capacidad del satélite para discernir entre diferentes grados de afectación y estados de regeneración con el mismo detalle que otras fuentes de información (inventarios de campo y fotografía aérea a gran escala), va a estar suplementada por su facultad para conseguir, con poco esfuerzo y reducido plazo de tiempo, información relativa a grandes superficies afectadas por incendios forestales. En este sentido, parece evidente la imposibilidad de realizar, en incendios de importante extensión, una evaluación de daños mediante trabajos de campo.

BIBLIOGRAFÍA

- BIGING, G. S. & CONGALTON, R. G. 1991. *A comparison of photointerpretation and ground measurements of forest structure*. ACSM 51st Annual Convention.
- CONGALTON, R.G., ODERWALD, R.G. & MEAD, R.A. 1983. *Assessing LANDSAT classification accuracy using discrete multivariate analysis statistical techniques*. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*. N°49(12):(1671-1678).
- CONSEJERIA DE MEDIO AMBIENTE, 1995. *Evaluación de superficies y niveles de afectación ocasionados por los incendios forestales más importantes acaecidos en Andalucía en 1995*. Junta de Andalucía, Sevilla.
- CHUVIECO, E. & CONGALTON, R.G. 1988. *Mapping and inventory of forest fires from digital processing of TM data*. *Geocarto International* (4): 41-53.
- HUETE, A.R. 1988. *A soil-adjusted vegetation index (SAVI)*. *Remote Sens. Environ.* 17:(37-53).
- HUETE, A.R. 1989. *Soil influences in remotely sensed vegetation-canopy spectra*. En: ASRAR, G. (De.) *Theory and applications of optical remote sensing*. PP 107-141.
- JAKUBAUSKAS, M.E.; LULLA, K.P. & MAUSEL, P.W. 1990. *Assessment of vegetation change in a fire-altered forest landscape*. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*. Vol. 56 N° 3:(371-377).
- KAUFMAN, J. & TANRE, D. 1992. *Atmospherically Resistant Vegetation Index (ARVI) for EOS-MODIS*. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, Vol. 30, N° 2: 261-270
- SAN MIGUEL, J. & BIGING, G.S. 1996. *An iterative classification approach for mapping natural resources from satellite imagery*. *Int. J. Remote Sensing*. Vol. 17, N° 5 : (957-981).

Estudio de las condiciones y posibilidades que presenta el desarrollo Ecoturístico en el Valle del Río Ariguenabo

José Ignacio Nadal.
Director de MAPPING.

Introducción

El desarrollo del turismo internacional, nos hace pensar en la posibilidad real que posee el complejo turístico "Hotel Las Yagrumas" de la Cooperación Cubanacam S.A., el cual permite desarrollar una modalidad nueva el **Ecoturismo agrario**, es decir por su situación geográfica, se puede realizar fácilmente excursiones de carácter científico a los principales centros de investigación agrícolas y las cooperativas de producción agropecuarias más productivas del país, así como un recorrido por la Empresa Tabacalera Lázaro Peña, donde se lleva a cabo importantes cambios tecnológicos desde el punto de vista agrícola y del secado de la hoja de tabaco, además hay que añadir la posibilidad de poder organizar cursos, seminarios, talleres, conferencias, coloquios, etc... como parte de enriquecer y desarrollar el turismo científico en la localidad de San Antonio de los Baños.

Hipótesis

La cuenca del río Ariguanabo contiene elementos de carácter físico - geográfico, medioambientales - ecológicos y socioeconómicos que pueden ser explotados a través del turismo científico sobre la base de una infraestructura existente en el territorio.

Objetivo principal

Desarrollar el estudio integral de la cuenca del río Ariguanabo y sus territorios adyacentes con vistas a determinar puntos y áreas que puedan ser sometidas a la explotación turística, fundamentalmente desde el punto de vista científico, ecológico, económico y social.

Desarrollo

Relación de centros que pueden ser visitados, así como una breve sinopsis de sus elementos más fundamentales.

Cooperativa de Producción Agrícola "Antero Regalado"

Presenta una estructura agrícola muy interesante en la cual se pueden observar en un recorrido por sus áreas de producción los adelantos de la agricultura tropical cubana,



desde el punto de vista en el manejo y uso de la tierra, maquinaria agrícola, sistemas de riego, características fitotécnicas del cultivo, así como de la sanidad vegetal. También se podrán ver las casas de cultivo (invernaderos) dedicados al tomate y pepino.

Empresa Tabacalera Lázaro Peña

Su producción está dedicada fundamentalmente a obtener la capa para la envoltura del tabaco (puros), esta se realiza en grandes vegas de forma tapada es decir como un efecto de invernadero para lograr una hoja o capa con una mejor textura. Su tecnología es muy compleja y seguida de un conocimiento muy riguroso en cuanto a las características del cultivo porque de esto depende la calidad en la obtención del tabaco para la exportación, además del cultivo incluye la posibilidad de ver la fábrica de tabacos, es decir su elaboración.

Planta de tratamiento, selección y mejoramiento de semillas "El Tomeguin"

En este centro de referencia nacional, se puede obtener una amplia información científica en cuanto a todo lo referente a la obtención de semillas propiamente cubanas, es decir aquí se ha logrado producir distintos tipos de semillas las cuales se importaban fundamentalmente porque las condiciones climáticas no lo permiten y sin embargo por los estudios realizados por el grupo de ingenieros agrónomos que labran en este centro de investigación se han obtenido semillas de alta calidad genética y un alto

poderdegerminación lo cual ha permitido grandes ahorros de divisas al país por este concepto.

Centro de Investigación Hortícola Libiana Dimitror

Es otro centro de referencia nacional, con altos logros científicos referente a la nueva concepción que se tiene de como producir más con menos costos partiendo de una verdadera agricultura orgánica en suelos ferralitos rojos. Aquí en este centro científico se lleva a cabo investigaciones a casi todos los cultivos que se pueden obtener en la zona tropical, tanto en viandas, granos y hortalizas fundamentalmente, pudiéndose observar desde el punto de vista científico estos resultados.

Instituto Politécnico de Agronomía Fructo Rodríguez

Es un centro educacional de referencia nacional, en el se forman los futuros técnicos agrónomos que darán respuesta a las necesidades laborales de nuestra agricultura en todo el país, fundamentalmente en la Provincia de La Habana, una de las mayores productoras de viandas, granos y hortalizas de Cuba.

Centro de Plantas Medicinales "Juan Tomás Roig"

Aquí se encuentran todas las variedades de plantas tropicales con fines medicinales. Es un centro de igual forma de referencia nacional por los altos logros científicos obtenidos en la esfera de la medicinal verde, en el se pueden observar desde el cultivo de estas plantas características fitotecnia, sanidad vegetal, así como la elaboración de jarabes, droga seca, pomadas, etc.

Instituto Superior de Ciencias Agropecuaria de La Habana

Este centro es la Universidad de la región, aquí se desarrollan cursos en todas las especialidades agrícolas y de medicina veterinarias, es una casa de altos estudios científicos la cual cada año gradúa en sus aulas ingenieros agrónomos, mecanizadores y veterinarios dispuestos a cumplir su labor con amor, además desarrollar cursos de postgrados, maestrías y doctorados en Ciencias Agropecuarias, incluso de carácter internacional.

Por último, solo resta decir que la realización de la visita a estos centro permitirá a San Antonio de los Baños poder combinar cada vez más sus elementos positivos de la vida en el campo con la ciudad, en la fusión de su contexto natural, científico y cultural, es por eso que le decimos ¡VISITENOS HOY MISMO! y quedará plenamente enamorado de la belleza del lugar, ÚNICA DE SU TIPO, en La Habana.

" 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 APRÓV.
 - 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"

SIEMENS NIXDORF

1



¡Preparados !

El Ayuntamiento necesita con urgencia un Geosistema de Información Municipal para la gestión integral de su territorio. Urbanismo debe incorporar el planeamiento urbano y el área de Seguridad necesita implantar un Sistema de Intervención para Bomberos y Policía integrado con el callejero.

La Compañía de Servicios y Abastecimiento de Aguas no puede esperar un segundo más para disponer de un sistema de Gestión de Clientes integrado con el Sistema Técnico de Red, que permita responder rápidamente a las demandas de los ciudadanos y del servicio, creando nuevos productos y facturándolos conforme a las reglas del mercado.

2



¡Listos !

¿Un sistema de gestión municipal que se integren en un modelo relacional la información del catastro, del medio ambiente, de las compañías de agua, gas, electricidad y telefonía?

¿Un nuevo sistema competitivo de gestión de clientes integrado con el sistema de facturación?

¿Capaz de afrontar el reto de adaptarse a la continua evolución de la desregulación?

Siemens Nixdorf: Soluciones



3

	A	B	C	D
1	Parcela-ID	Propietario	Nº Alturas	Nº de Habitantes
2	OB11001232	J. Gómez	8	53
3	OB11002131	Fco. Burgos	8	64
4	OB12004321	A. Galindo	3	23
5	OB11001032	F. Rodríguez	4	30

¡Ya !

al integrado?
elo de datos
adano y del
ualmente la
eamiento, del medio
servicios y suministro
omunicaciones?...

ferenciador de
e red?

URO y
e los procesos de

¡Siemens Nixdorf sí puede! Colaborar en la gestión del territorio de una manera eficaz y próxima al ciudadano, contribuir a la generación de valor en su negocio, aportar soluciones tecnológicas y sin fronteras para las organizaciones de un nuevo siglo. SICAD es el geosistema de información **abierto** que le permite integrar sus geodatos en un entorno estándar y bajo Microsoft Office, aportando las nuevas tecnologías de la información al servicio del **Usuario**. SIGRED es el sistema integrado para la gestión de redes de distribución (agua, gas y electricidad) que permite la integración de los sistemas técnicos, comercial y de operación. (p.e. SICAD, SAP R/3, SCADA, Oracle, Internet, etc.).

Siemens Nixdorf Sistemas de Información S.A.
Ronda de Europa, 5. 28760 Tres Cantos, Madrid.
Teléfono: 91-806 91 00 - Fax: 91-806 93 50

es Centradas en el Usuario

NO TODO ES LO MISMO

Álvaro Sánchez.
Director Técnico de ISIDORO SÁNCHEZ S.A.

No todos ofrecen lo mismo. Todos los que no lo ofrecen dicen que es así. Si usted como usuario, profesional o empresario quiere creerlo está en su derecho. Pero, no todos ofrecen lo mismo. ISIDORO SÁNCHEZ S.A. es la primera y hasta el momento única empresa del sector que ha obtenido la Acreditación de ENAC para sus Laboratorios. Esto significa que si se pueden diferenciar términos y trabajos que hasta ahora parecían iguales. Cuando lleve su aparato a reparar sepa lo que le van a hacer: ¿una comprobación, un ajuste, una corrección, una revisión, una calibración...? Si, como dueño del aparato y cliente que es, quiere elegir, no deje que le digan que todo es lo mismo.

"Ser la primera y única empresa del sector en alcanzar el reconocimiento por parte de otra entidad representante de la Calidad en nuestro país, ENAC, es un paso muy importante -dice Álvaro Sánchez, Director Técnico de la compañía-. Llevamos muchos años trabajando de acuerdo con las normas de calidad establecidas por AENOR. 1994 fue para nosotros un momento importante en esta trayectoria, ya que obtuvimos el ISO 9002 por esta entidad. Todos los que han logrado esta certificación o están trabajando para ello saben muy bien el esfuerzo que representa y el empuje que supone para las personas de la compañía".

"Para nosotros -añade Ana Sánchez, Consejera Delegada- la Calidad Certificada es una apuesta que fundamenta la diferencia de nuestros servicios respecto a cualquier otro existente en el mercado. La obtención de esta acreditación va más allá de una mención o un premio, es la prueba de un compromiso con el sector y, específicamente, con las necesidades de los profesionales y empresas que atiende el Servicio Técnico de ISSA".

Certificarse o acreditarse significa que la empresa en cuestión se someta a que terceros por una parte conozcan, normalicen y evalúen sus servicios, productos y sistemas (certificación) y, por otra, demuestren que existe una relación correcta entre la organización de la empresa y la tecnología que aplican para dar servicio en su sector. Es lógico pensar que cuando una empresa voluntariamente apuesta por la calidad el mercado, es decir, clientes, distribuidores, proveedores, Administración y resto de agentes, reconocen este esfuerzo y apuestan también por él.

La realidad es que las empresas que dan los primeros pasos en su sector hacia una dirección, en este caso la Calidad controlada, son al mismo tiempo las que se ocupan de la difusión de las ventajas y las diferencias que han logrado, provocando incluso un tirón en el mercado hacia la generalización de la calidad así concebida. En lo que se refiere a ISIDORO SÁNCHEZ S.A. se produce exactamente eso. Su primera actuación después de la obtención de la Acreditación de ENAC, ha sido tomar la iniciativa en la formación de 21 auditores internos de AENOR, que el pasado día 16 de enero participaron en una Jornada


Entidad Nacional de Acreditación
Otorga el presente
CERTIFICADO DE ACREDITACION
a la entidad técnica

ISIDORO SANCHEZ, S.A.
Laboratorio de Calibración

Según criterios recogidos en la norma EN 45001 y en la Guía ISO 25,
para la realización de CALIBRACIONES en el área:

Dimensional

Definidos en el Anexo Técnico adjunto.

Acreditación n.º: 66/LC117
Fecha de entrada en vigor: 19/09/97

La acreditación mantiene su vigencia hasta notificación en contra.

En Madrid, a 19 de septiembre de 1997

El Presidente




D. Ana Sánchez Muñoz

El presente certificado no tiene validez sin el anexo técnico correspondiente, cuyo número coincide con el de la acreditación. Dicho Anexo Técnico puede ser revisado por ENAC en caso necesario.

Certificado n.º: C1.C1490

especialmente preparada para ellos con el fin de que conocieran, tanto las líneas generales como los conceptos referentes a la Acreditación de un Laboratorio de Topografía.

Su labor de difusión entre constructoras, profesionales, Organismos Oficiales, etc. no acabará aquí, ya que en los próximos meses ISSA ha previsto la celebración de distintas actividades informativas y de discusión sobre el tema de la Calidad Certificada. Entre ellas los *Desayunos Club* de febrero y marzo o el patrocinio de la *Jornada de Puertas Abiertas al Centro Español de Metrología*, donde los participantes podrán asistir a conferencias y coloquios sobre el tema e, incluso visitar las instalaciones del Centro. (Información: 900-21 01 83)

RESUMEN DE TÉRMINOS UTILIZADOS EN TOPOGRAFÍA Y CALIDAD

VERIFICACIÓN, COMPROBACIÓN

"Es el examen a realizar sobre un instrumento, de acuerdo con sus normas específicas, al objeto de comprobar que dicho instrumento se atiene a las características nominales del mismo."

Esto es, comprobar el funcionamiento de un instrumento.

AJUSTE

"Es la operación destinada a llevar a una determinada pieza a un estado de funcionamiento conveniente para su utilización."

Es decir, hacer las operaciones necesarias para que cierta pieza funcione correctamente.

AJUSTE GENERAL

"Es la operación destinada a llevar a un instrumento a un estado de funcionamiento conveniente para su utilización."

Esto es, hacer las operaciones necesarias para que todas las piezas funcionen correctamente.

REPARACIÓN

"Es el arreglo concreto de una o varias piezas o mecanismos que están estropeados o en malas condiciones."

Por ejemplo, reparar el tornillo nivelante, es arreglar éste ya que puede estar torcido, pasado de rosca, etc.

CORRECCIONES

"Son los ajustes necesarios que hay que realizar en un instrumento en cuanto a ángulos verticales, ángulos horizontales, plomada óptica y niveles circulares y tubulares."

REVISIÓN GENERAL

Es la reparación más completa. En ésta, se desmonta el instrumento, se limpia, se petrolea, se engrasan todas las partes mecánicas, se monta todo de nuevo y luego se hace el ajuste de todo el instrumento, de sus partes mecánicas, electrónicas, etc. Se limpia y se ajusta la óptica. Por último se hacen las correcciones generales y verificación del instrumento.

PRECISIÓN

"Es el grado de concordancia entre los resultados de medidas independientes, realizadas bajo condiciones determinadas."

La precisión comprende la repetibilidad y la reproducibilidad. Este término es el que normalmente emplean los fabricantes como ACCURACY, para especificar las características angulares del instrumento. La precisión se obtiene mediante un proceso de mediciones repetidas, conforme a la norma DIN 18723 ó ISO 8322.

RESOLUCIÓN

"Es la menor diferencia de indicación de un instrumento que puede percibirse de forma significativa."

Es otras palabras, es la menor unidad del dígito de la derecha del display. Así, por ejemplo, si en un instrumento los dígitos de la derecha varían de 2 en 2 segundos, la resolución es 2 segundos; si varían de 10 en 10 segundos, la resolución es de 10 segundos, etc.

CALIBRACIÓN

"Es el conjunto de operaciones que establecen, en condiciones especificadas, la relación entre los valores de una magnitud indicados por un instrumento de medida y los

valores correspondientes de esa magnitud determinada por un instrumento patrón."

Es hacer un conjunto de operaciones: Procedimientos de calibración, para comprobar las medidas de un instrumento, comparándolas con un instrumento patrón.

En el proceso de calibración, han de calcularse las incertidumbres del instrumento.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

"Es un documento en el cual se expresa el resultado de la calibración realizada."

Éste ha de reflejar el instrumento calibrado, el procedimiento empleado, los resultados obtenidos en la calibración, las incertidumbres calculadas u obtenidas y las condiciones ambientales durante la calibración.

INCERTIDUMBRE

"Es un parámetro asociado al resultado de una medición, que caracteriza la dispersión de los valores que podrían razonablemente ser atribuidos al instrumento o mensurando."

Es un campo de valores, entre + y -, en el cual se encuentra el verdadero valor, por lo que también se define como:

"una medida del posible error en el valor estimado del instrumento o mensurando proporcionado por el resultado de las mediciones o proceso de mediciones."

Por ejemplo, la incertidumbre calculada de este Teodolito es de +/- 2,54 mgon.

No hay que confundir la incertidumbre de calibración de un instrumento con la incertidumbre asociada a las mediciones que se hagan habitualmente con ese instrumento.

La incertidumbre de una medición, generalmente está compuesta por varias componentes agrupadas en dos categorías:

- Incertidumbres tipo A: evaluada por métodos estadísticos.
- Incertidumbres tipo B: evaluada por otros métodos.

La suma cuadrática de las contribuciones de tipo A y de tipo B, se denomina Incertidumbre combinada u_c .

La incertidumbre expandida, U, es el producto de la incertidumbre combinada por un factor de cobertura k: $U = k \cdot u_c$

TRAZABILIDAD

"Es la propiedad del resultado de una medición o de un patrón, tal que pueda relacionarse con referencias determinadas, generalmente a patrones nacionales o internacionales, por medio de un cadena ininterrumpida de comparaciones teniendo todas las incertidumbres determinadas."

Por ejemplo, decir cuál es la trazabilidad de un teodolito es decir que este teodolito se ha calibrado en un laboratorio acreditado, como ISIDORO SÁNCHEZ S.A., el cual tiene los patrones necesarios para esta calibración, y éstos a su vez han sido calibrados en el C.E.M., el cual es el depositario y encargado de la difusión de los patrones nacionales de medida.

HEWLETT-PACKARD ESPAÑOLA REAFIRMA SU LIDERAZGO EN EL MERCADO ESPAÑOL CON UN CRECIMIENTO DEL 10% EN SUS VENTAS LOCALES

Hewlett-Packard Española facturó 173.431 millones de pesetas en su ejercicio fiscal de 1997, que prácticamente iguala la cifra de 175.000 millones de pesetas alcanzada el pasado año.

Hewlett-Packard Española incrementó en un 10% sus ventas en el mercado español, alcanzando una cifra de 77.250 millones de pesetas. Esta cifra no incluye los consumibles facturados desde fuera de España, pero igualmente vendidos al mercado local, por valor de más de 13.500 millones de pesetas. Incluyendo esta cifra el volumen de las ventas de Hewlett-Packard al mercado español habría alcanzado un total de 91.000 millones de pesetas, con un crecimiento del 15%.

La cifra total de exportaciones de la División de Barcelona en Sant Cugat del Vallés, alcanzó los 96.182 millones de pesetas, un 8% inferior a 1996. Esta reducción es, en gran parte, consecuencia de la transferencia de producción de impresoras de gran formato a una nueva planta en Singapur, desde donde se empieza a abordar en condiciones más competitivas el suministro a los mercados asiáticos, de gran potencial a corto plazo. Al *multicontinentalizar* su manufactura, la División de Barcelona da un paso decisivo en la globalización de su cadena de valor. Al mismo tiempo, la División de Barcelona ha sido elegida Centro Europeo de Fabricación de Impresoras de Inyección de Tinta de Hewlett-Packard.



Hewlett-Packard Española es la primera empresa del ranking en ventas de Sistemas Empresariales Unix; de impresoras láser, LaserJet y de impresoras de inyección de tinta, DeskJet. La compañía ocupa, además, la primera posición en ventas de Servidores NT, NetServer, así como en Estaciones de Trabajo Windows/Intel y la segunda posición en ventas de Ordenadores Personales.



Durante el ejercicio de 1997 la División de Barcelona consolidó su destacado liderazgo en el mercado mundial de impresoras de chorro de tinta de gran formato a través del continuo lanzamiento de nuevos productos. Destaca, por su importancia estratégica, la introducción de las impresoras de gran formato HP DesignJet 2500CP y 2000CP, primeras en incorporar el sistema de impresión HP Large-Capacity Ink, que combina el suministro automático de tinta, propio de los sistemas de gran capacidad, con la fiabilidad del cartucho de inyección de tinta. Entre sus innovaciones destacan la calibración automática, la detección de errores y la facilidad del proceso de impresión. Con esta tecnología, HP Barcelona Division pone al alcance de los entornos empresariales, profesionales de diseño y artes gráficas la impresión de alta calidad y bajo coste en gran formato.

Impresión con calidad fotográfica

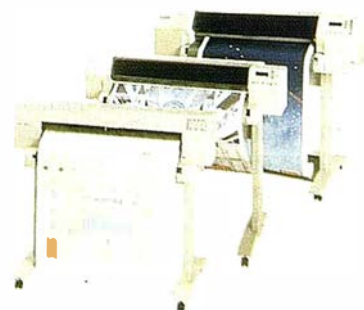
A lo largo de 1997, Hewlett-Packard ha reforzado su compromiso con el consumidor español, ofreciendo soluciones cada vez más asequibles y atractivas para cubrir sus necesidades de impresión de calidad. Destacan las impresoras que permiten al usuario la impresión en color con verdadera calidad fotográfica, como son las impresoras DeskJet 690C+ y más recientemente la DeskJet 890C (tecnología PhotoRet II). También se ha lanzado la impresora de color de doble cartucho y máxima calidad de color más económica de la gama: la DeskJet 670C.

A estos avances en el ámbito de las impresoras de inyección de tinta hay que unir los realizados en el campo de los consumibles, que han dado como resultado la introducción de nuevos cartuchos y soportes que hacen posible al usuario múltiples aplicaciones de la impresión en su vida diaria (impresión de pósters,

fotografías, tarjetas de felicitación, calendarios, impresión de camisetas, etc.).

Dentro del ámbito de la calidad fotográfica, Hewlett-Packard ha lanzado un nuevo y revolucionario concepto al mercado de consumo español: el llamado *Home Imaging*. El principal exponente de esta estrategia es el desarrollo de una nueva categoría de productos, PhotoSmart, que ha hecho posible a los usuarios captar fotografías en cualquier formato, visualizarlas, tratarlas (modificarlas o mejorarlas) y finalmente imprimirlas en casa, sin tener que recurrir a un laboratorio fotográfico. Se trata de una solución que incluye impresoras especializadas en la reproducción de fotografías reales sobre papel fotográfico, cámaras digitales y escáneres dedicados a digitalizar cualquier material fotográfico (carretes, diapositivas, fotografías, etc.).

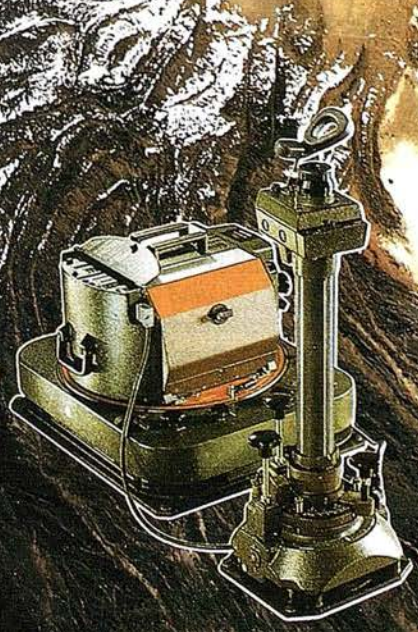
Asimismo, HP ha impulsado el segmento de impresión láser dentro del campo doméstico y de profesionales que trabajan en el hogar con la presentación de nuevas impresoras personales, entre las que cabe citar la impresora LaserJet 6L. Además, la compañía ha ampliado la categoría de productos y la disponibilidad de capacidades multifuncionales en el campo de la impresión láser personal, con el lanzamiento del nuevo dispositivo LaserJet Companion, que proporciona al usuario la posibilidad de usar su impresora como una fotocopiadora o un escáner monocromo.



En el campo de la digitalización de imagen, Hewlett-Packard ha iniciado la comercialización de dos escáneres, dirigidos a pequeños entornos de trabajo y profesionales que trabajan en el hogar. Se trata del escáner de sobremesa HP ScanJet 5p, líder absoluto entre todos los de su clase, y el HP ScanJet 5s, el primer escáner personal de tracción en color de Hewlett-Packard, con alimentador automático de documentos, que suponen un paso más en la aplicación de la imagen en el campo de la informática de consumo y profesional.



**AHORA TAMBIÉN CON COORDENADAS DE LOS C.D.P.
LA ESTABILIDAD DE LA IMAGEN SE TRADUCE EN PRECISIÓN
PARA SUS LEVANTAMIENTOS FOTOGRAMÉTRICOS**



Avda. de América, 47 - 28002 MADRID
Tel. (91) 413 57 41 - Fax (91) 519 25 40

APLICACIÓN DE LA TEORÍA DE LA VISIBILIDAD AL DISEÑO OPTIMO DE REDES GEODÉSICAS

M^a Dolores López González.
Doctora en C.C. Matemáticas.

Departamento de Matemática e Informática aplicadas a la Ingeniería Civil. E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Universidad Politécnica de Madrid.

RESUMEN

La Geometría Computacional consiste en el tratamiento y construcción de algoritmos para la resolución de problemas geométricos. Es una disciplina a caballo entre la Geometría y la Computación a la que interesa la solución constructiva de problemas geométricos. Por todo ello y por el hecho de que la informática a experimentado un auge importante, se pueden plantear un gran número de aplicaciones de esta ciencia a diversos campos, como pueden ser: el tratamiento automático de gráficos, la cartografía automática y en general, a un sin fin de campos técnicos y científicos en los que se presentan problemas geométricos, caso éste de la Geodesia y la Topografía. En este artículo se aplicará la teoría de la visibilidad, estudiada por la Geometría Computacional, al diseño y proyecto de una red geodésica, concretamente a la elección de los vértices y observaciones a realizar en la misma.

ABSTRACT

Computational Geometry studies the construction and analysis of algorithms, in order to solve geometrical problems. This discipline lies between Geometry and Computers and deals with the constructive solution to geometrical problems. Due to the fact that the computer science is experimenting an enormous growth period, we can think of quite a large number of applications this science can offer to other fields. Some of these areas are, Automatic Graphic Processing, Automatic Cartography and in general a wide range of technical and scientific areas that pose geometric problems, I.E. Geodesy and Topography. In this article we shall apply the theory of visibility, studied by Computational Geometry, to the creation and design of a Geodesic Network, more specifically to the election of vertex and observations in it.

1. INTRODUCCIÓN

La Geometría Computacional sugiere la idea de una geometría ligada a problemas geométricos reales donde es preciso dar una resolución constructiva, es decir; establecer un algoritmo que permita encontrar soluciones precisas y donde, normalmente, se debe manejar un gran volumen de

información con lo que el uso de computadores es imprescindible. Además, en ellos es necesario no sólo encontrar un método de resolución, sino encontrar un método eficiente.

La descripción de estos problemas a tratar coincide con la mayoría de los problemas que se plantean ciencias como la Geodesia clásica, la Ingeniería Cartografía o la Topografía.

Se enunciarán algunos problemas típicos que aborda la Geometría Computacional y que tiene resueltos de manera adecuada, los cuales pueden orientarse hacia la resolución de problemas y aplicaciones de tipo geodésico, concretamente al proyecto y diseño de redes geodésicas.

- Cálculo del Cierre Convexo de una nube de puntos:

Un primer problema puede ser el determinar el menor conjunto convexo que contiene a un conjunto de puntos del plano (por ejemplo al conjunto de vértices de una red de una determinada zona). Este resultado cuenta con algoritmos óptimos de resolución.

- Problemas de proximidad:

La Geometría Computacional se ha ocupado especialmente de problemas de proximidad entre puntos. Concretamente, dado un conjunto de puntos encontrar las regiones más próximas a uno de ellos con respecto a los demás: Diagrama de Voronoi.

Este puede ser un caso a plantearse en el tratamiento de vértices geodésicos establecida en un área determinada o al enganche de puntos a una red ya establecida.

- El estudio de los Diagramas de Voronoi está íntimamente ligado con la Triangulación de Delaunay. Dicha triangulación une puntos de regiones de Voronoi contiguas y contiene por ello información relevante sobre la proximidad de los vértices del conjunto. Cuenta, entonces con características óptimas para el establecimiento de la triangulación de una red geodésica.

Definición: Dados $P = \{p_1, \dots, p_n\}$ conjunto de puntos del plano se llama región de Voronoi de p_i al conjunto de puntos (lugar geométrico) más cercanos a él que a cualquier otro punto de P . El conjunto de estas regiones constituye el Diagrama de Voronoi.

Para dar algún ejemplo de aplicaciones de estos conceptos, supondremos que se debe encontrar cuál sería la ubicación óptima de un vértice de una red que desea colgarse de una red ya establecida de mayor precisión. Puede ser interesante entonces colocar éste en el lugar más cercano a vértices de la red para que las observaciones desde él sean mejores. De esta forma, la idea es elegir el punto de enganche en el límite de regiones de Voronoi para el mayor número de vértices de la red conocida para que se garanticen buenas observaciones y en gran número.

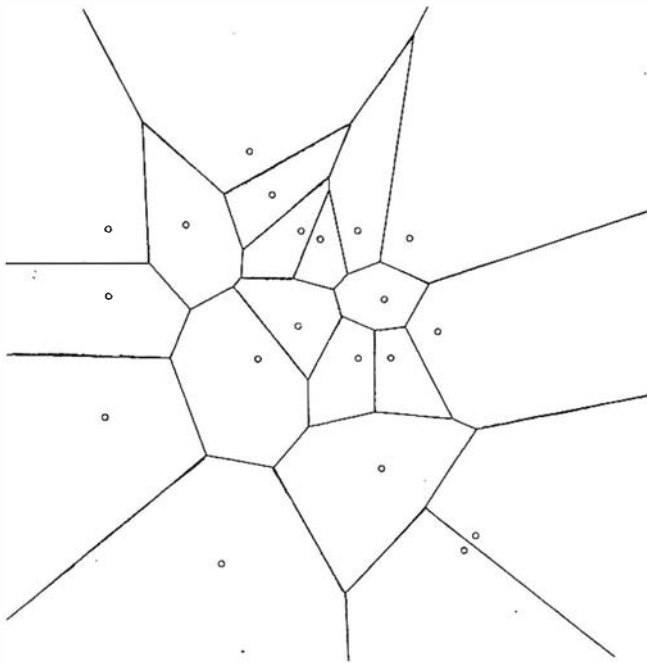


Figura 1: Ejemplo de Diagrama de Voronoi de un conjunto de puntos

• Problemas de visibilidad:

Otro problema tratado por esta ciencia es el estudio de la visibilidad. En este artículo se tratará este punto y sus posibles aplicaciones a la Geodesia y la Ingeniería Civil.

2. MEDIDAS DE PRECISIÓN EN UNA RED GEODÉSICA

Antes de plantear las posibilidades que ofrece el estudio de la visibilidad al establecimiento de redes geodésicas, recordaremos ciertos puntos importantes a tener en cuenta al diseñar una red y que serán mejorados con el nuevo enfoque que se va a plantear.

Una red geodésica está constituida por una nube de puntos convenientemente elegidos, sobre los cuales se procede a una triangulación y a la realización de observaciones de tipo geodésico. Con esto, el diseño de la red consiste en la situación de los vértices que van a constituir la sobre la zona de estudio, sus uniones y la elección de la instrumentación a utilizar para su observación.

Con las dos primeras consideraciones se establece la matriz de diseño A del modelo. Con la tercera, unida al método de observación que se utilice, se determina la precisión y con ello la matriz de pesos P ó matriz de covarianzas a priori $\sigma_0^2 Q$

Linealizando la relación observables-parámetros, se trabaja con un sistema $Ax=B$ donde:

- A , matriz de diseño.
- x , vector de las incógnitas o parámetros a determinar.
- B , vector de los observables.

Es algo conocido que la matriz de diseño A se conoce si sabemos las coordenadas aproximadas de los vértices elegidos y de sus uniones. Por otro lado, al fijar la instrumentación y método de observación conoceremos P . De esta manera,

aplicando una compensación mínimos cuadrados, podemos obtener la precisión del trabajo sin haberlo realizado ya que la matriz normal $N=A^t PA$ será conocida y con ello:

$$C_{x^*x^*} = \sigma_0^2 (A^t PA)^{-1}$$

Según consideremos la matriz $C_{x^*x^*}$ fija o no, tendremos los diferentes problemas de diseño. Estos dependerán de que parámetros son fijos o libres. De esta forma:

- 1- Hablaremos de diseño de orden cero al que fija A y P tomando un sistema de referencia y dejando libres x y $C_{x^*x^*}$ que dependerán de dicho sistema.
- 2- Hablaremos de diseño de primer orden o problema de configuración, al que fija la matriz de pesos y la de covarianzas $C_{x^*x^*}$ dejando libre la de configuración A . Es decir, deja libre y desea determinar la situación de los vértices para garantizar una precisión como la de $C_{x^*x^*}$
- 3- Se llamará diseño de segundo orden al que fija las matrices A y $C_{x^*x^*}$ y deja libre la de pesos P . Así, trata de establecer los métodos de observación necesarios y la instrumentación adecuada para obtener una precisión determinada.
- 4- Se hablará de diseño de tercer orden al que fija $C_{x^*x^*}$ y deja parcialmente libres A y P . Pretende mejorar la información de que se dispone a partir de otros datos como pueden ser un mayor número de observaciones, etc.

Estas posibilidades de diseño son importantes debido a que permiten un estudio previo de las redes sin necesidad de ir al campo a establecerlas. Son *métodos* llamados *de simulación*. Su esquema puede resumirse en:

- 1- Elección de los vértices de la red.
- 2- Estudio de las observaciones que pueden realizarse. Puntos ambos donde el estudio de la elección de los vértices, visibilidad entre ellos y posibles triangulaciones serán conceptos de vital importancia. Debe destacarse también los pesos dados a cada punto, normalmente asignados por el geodesta y que pueden otorgarse basándose por ejemplo en la situación del punto, condiciones para observarlo, etc.
- 3- Estudio de los instrumentos disponibles y métodos de observación para poder fijar una estimación a priori de la precisión.
- 4- Compensación y estudio de los resultados. En este cuarto punto es necesaria la implantación de algoritmos y métodos de cálculo adecuados, siempre bajo el entorno de los ordenadores.
- 5- Cálculo de las influencias de las observaciones realizadas
- 6- Búsqueda de la solución óptima en los sentidos necesarios; bien coste, precisión, fiabilidad, etc. Lo cual puede realizarse por medio de:
 - Elección de otro instrumental.
 - Elección de otros métodos de observación.
 - Eliminación o anexo de observaciones.

2.1. Medidas de precisión de una red: redundancia y bondad

Trabajando en gran número de casos el factor más importante a tener en cuenta a la hora de establecer una determinada red es el de la precisión. Este puede ser el caso del tratamiento de problemas como: redes de control para proyectos de ingeniería de gran precisión (replanteo de túneles, puentes, construcción de aceleradores de partículas), redes de alta precisión para control de deformaciones de la corteza terrestre, de grandes obras de ingeniería o de edificios.

Nos ocuparemos de la bondad de las redes geodésicas haciendo la distinción entre los tres tipos de redes: triangulación, trilateración y poligonal. Para ello se hará uso de un concepto importante que es la redundancia (R).

Definición: Se define la redundancia como las observaciones sobrantes, es decir; los grados de libertad de cada incógnita de la red R_i . [HENN-85]

Tomemos una red compuesta por 9 vértices. Según las observaciones contaremos con:

- a) Una triangulación donde es conocida una base, se dispone de 21 medidas angulares y donde hay que determinar 7 puntos, es decir; 14 incógnitas (coordenadas (x,y) de cada punto).

La figura es:

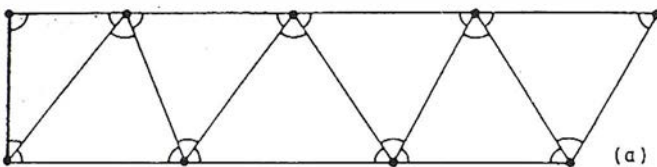


Figura 2

- b) Una trilateración donde se dispone de 14 medidas de distancias para determinar las mismas incógnitas:

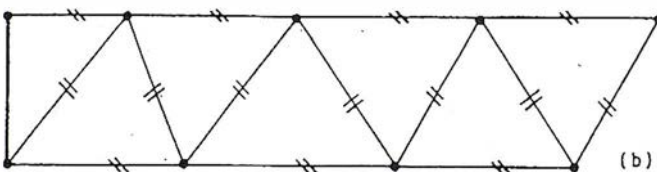


Figura 3

- c) Una poligonal con 9 medidas angulares y 8 distancias.

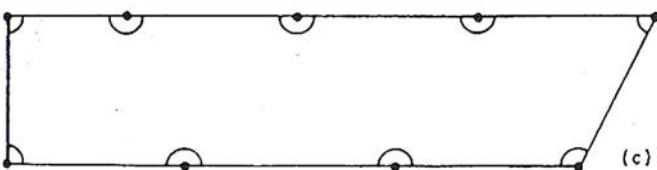


Figura 4

En cada caso tendremos:

- En la triangulación, para determinar 14 incógnitas (7 puntos en el plano) se dispone de 21 observaciones. De esta manera la redundancia de la red será:

$$R = 21 - 14 = 7$$

Con lo que la redundancia en cada incógnita ser:

$$R_i = 7 / 14 = 0.5$$

- En la trilateración, con 14 incógnitas se dispone de 14 medidas. Así la redundancia de la red:

$$R = 14 - 14 = 0 \text{ y } R_i = 0 \text{ No hay redundancia.}$$

- En la poligonal:

$$R = 17 - 14 = 3, R_i = 3 / 14 = 0.2.$$

Con este primer resultado se obtiene que es la triangulación la que proporciona una mayor precisión.

Para aumentar la redundancia pueden tomarse medidas adicionales. En el caso de la triangulación, basta medir los 9 ángulos externos. De esta forma, tomando todas las observaciones posibles en la red se aumenta considerablemente su bondad.

En el ejemplo expuesto, midiendo los ángulos exteriores se tiene:

$$R = 30 - 14 = 16$$

$$R_i = 16 / 14 = 1.1$$

Como se puede observar, la medida de los ángulos externos aumenta significativamente su bondad. Lo mismo ocurre si añadimos medidas de distancias. En este ejemplo vuelve a ponerse de manifiesto la importancia de contar con la información de las observaciones posibles a realizar entre los puntos. Con ello, conocer las posibilidades de visibilidad entre los vértices será una información de gran aplicabilidad.

3. VISIBILIDAD

La idea puesta de manifiesto en el punto dos establece que contar con un gran número de observaciones y saber cuales pueden ser añadidas es de vital importancia a la hora de establecer, observar y compensar una red geodésica. Por ello, al realizar el proyecto de las mismas, saber que vértices son visibles desde otros será un factor a tener en cuenta ante la elección de los vértices y de la triangulación del polígono que determinan.

Definiciones:

1. Diremos que un vértice puede ver a otro en sentido geodésico si se puede realizar entre ellos alguna observación de tipo geodésico.

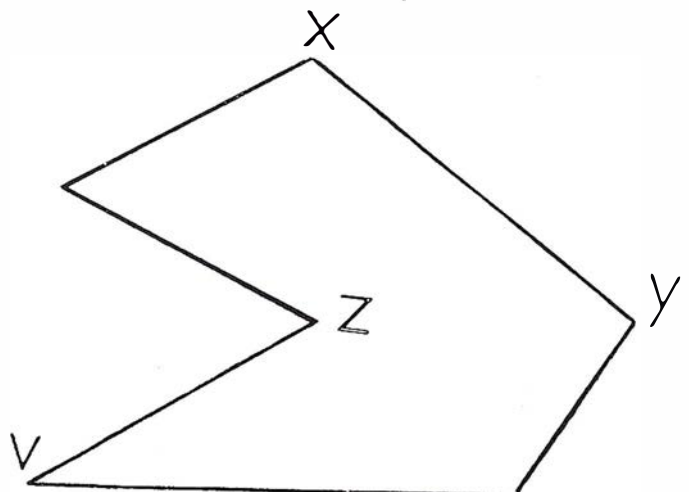


Figura 5

Diremos por ejemplo que x ve a y ó z , y que v no ve a x .

2.- Se define guardia como un vértice. Se dice que un conjunto de guardias cubre o vigila el polígono si todo punto de él es visible desde alguno de los guardias.

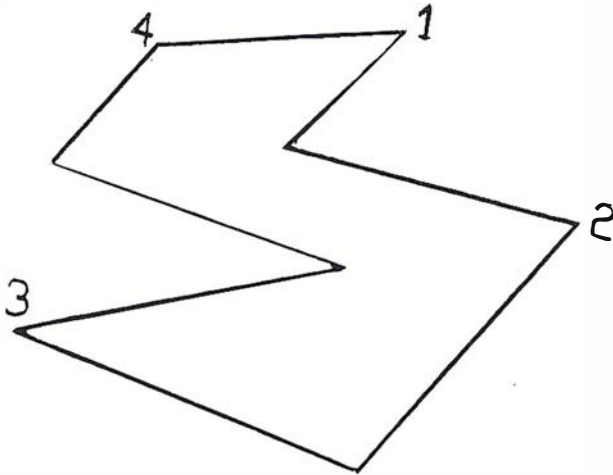


Figura 6

Los cuatro guardias señalados cubren el polígono de la figura y a todos sus vértices.

Existen dos problemas importantes desarrollados por la Geometría Computacional que pueden aplicarse de forma casi inmediata al problema de diseño de redes. Estos son:

- A: Establecer el polígono de visibilidad de cada vértice.
- B: Conocer el menor número de guardias necesarios para cubrir un determinado polígono o su triangulación.

Nos centraremos el segundo problema planteado. Este fue probado por Chvátal (1975) que estableció mediante la técnica de inducción, que $\lceil n/3 \rceil$ guardias son siempre suficientes y a veces necesarios para vigilar un polígono de n vértices.

La demostración de este resultado es importante desde el punto de vista geodésico ya que se basa en la triangulación del polígono, algo que se establece en la mayoría de los casos en toda red geodésica.

Prueba:

La prueba de suficiencia de los $\lceil n/3 \rceil$ guardias para todo polígono de n vértices puede hacerse a través de la triangulación del mismo. En cada triángulo de ella se asocia a cada vértice un color de forma que dos vértices adyacentes no tengan el mismo color. Es fácil comprobar que partiendo de un polígono, esta triangulación queda tri-coloreada.

Cada uno de los colores está siempre en cada triángulo. Así, al menos uno de los colores estará contenido en no más de $\lceil n/3 \rceil$ de los vértices. Poniendo guardias en ellos se garantiza que todos los vértices del polígono, de la triangulación, están vigilados, es decir, pueden observarse.

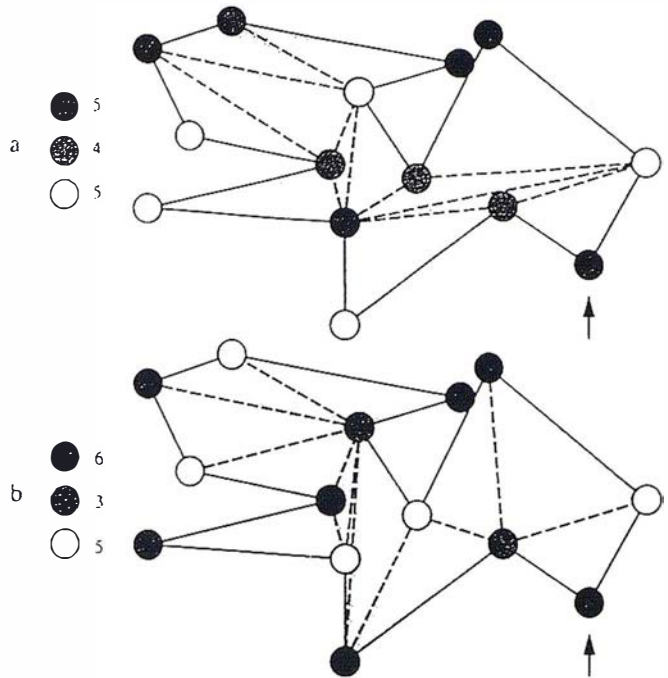


Figura 7: Coloración de la triangulación plana de un polígono.

4. APLICACIONES DE LA VISIBILIDAD AL DISEÑO DE REDES GEODÉSICAS

En el caso real, lo normal es encontrar ciertos problemas que impiden la visibilidad entre los vértices de una misma red o entre vértices de distintas redes (cambios de nivel en el terreno, obstáculos, etc.). De esta forma, debe incluirse en el estudio previo al establecimiento de la red los problemas de visibilidad.

Definición: Llamaremos obstáculo a cualquier objeto (polígono) que se encuentre dentro del cierre convexo de los puntos de la red y que impida la visibilidad entre los vértices.

Para el tratamiento de este problema y poder establecer la mejor manera de realizar las observaciones para poder cubrir todos los puntos, se hará uso de algunos resultados [O'Rourke 1982]:

Lema: "Un polígono de n vértices con h obstáculos puede ser triangulado con una triangulación de $n+2h-2$ triángulos. (En los n vértices se cuentan los de los obstáculos)"

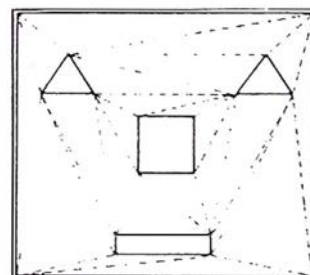


Figura 8. Ejemplo de la triangulación de un polígono con obstáculos.

La idea de este lema es bastante intuitiva y, realizando esta triangulación puede enunciarse el siguiente teorema que tratará el problema de ¿cuántas observaciones serán precisas para poder cubrir todos los vértices del polígono. Se vuelve así a la idea de vigilancia.

Teorema: Dado un polígono de n vértices con h obstáculos, $[(n+2h)/3]$ guardias situados en los vértices son suficientes para cubrir cualquier triangulación de él.

Con este resultado sabremos que dada cualquier red geodésica de n vértices en la que existen un cierto número h de obstáculos que impiden la visibilidad entre algunos vértices, sería suficiente con estacionar en $[(n+2h)/3]$ de ellos para haber observado toda la triangulación. Además, aunque no se tratará en este artículo existen algoritmos que los sitúan de forma adecuada.

Prueba de los enunciados anteriores:

A: Prueba del lema:

Llamaremos P al polígono del que se parte. Supongamos que cada obstáculo tiene n_i bordes, llamando n_0 al número de bordes exteriores de P se tiene que:

$$n = n_1 + \dots + n_h + n_0$$

La suma de los ángulos interiores del borde exterior de P es $(n_0-2)180^\circ$, y el de los ángulos exteriores de cada obstáculo será $(n_i+2)180^\circ$. Con ello:

$$[(n_0-2)+(n_1+2)+(n_2+2)+\dots+(n_h+2)]180^\circ = 180[n+2h-2]$$

B: Prueba del teorema:

Supongamos P con h obstáculos triangulado en $[n+2h-2]$ triángulos. A dicha triangulación le denotaremos por T . La idea se basa en cortar el polígono a lo largo de diagonales de T para eliminar cada obstáculo conectándolo con el exterior de P . De esta manera se van reduciendo los obstáculos. [O'Rourke 1993]

Tomaremos el nuevo polígono P' resultado de cortar los obstáculos en P . P' tiene $n+2h$ vértices ya que se introducen dos vértices por corte, sin embargo no se introducen nuevos triángulos. Con ello, por el resultado de Chvátal enunciado en el punto 3 se tiene que con un tercio del número de vértices puede vigilarse la triangulación, es decir; con $[(n+2h)/3]$ guardias se cubre la triangulación con los obstáculos.



Figura 9. Algunos ejemplos sencillos de vigilancia de polígonos con obstáculos.

5. CONCLUSIONES FINALES

La idea de este artículo ha sido adaptar, aplicar y poner en práctica algunos resultados estudiados por la Geometría Computacional a un problema tan importante, para gran número de trabajos de Ingeniería Civil, como es el proyecto y diseño óptimos de una red geodésica.

- 1.- La importancia de conocer a priori que observaciones pueden realizarse,
- 2.- Conocer un número de estacionamientos y en que lugar deben hacerse para garantizar la observación de todos los vértices de la red,

son puntos clave para este diseño óptimo de cualquier triangulación y son problemas que han quedado resueltos con un primer estudio de la situación a tratar.

REFERENCIAS

- Cross, P.A. ; "Computer aided design of geodetic networks", "Numerical methods in geodetic networks". North East London Polytechnic.
- Grafarend, E. ; "Optimisation of geodetic networks". Bollettino geodesia e scienze. 1974.
- Hennberg, H. ; "Redes de alta precisión". III curso de Geodesia superior. Instituto de Astronomía y Geodesia. Madrid. 1985.
- Núñez-García, A. , Valbuena, J.L. ; "La Nueva Era de la Topografía". Ediciones de las Ciencias Sociales, S.A. Madrid. 1992.
- O'Rourke, J. ; " Art Gallery Theorems and Algorithms". Oxford University Press. 1987.
- O'Rourke, J. ; "Computational Geometry". Cambridge University Press. 1993.
- Schaffrin, B. ; "On design problems in geodesy using models with prior information". Statistics and decisions supplement (443/453). R. Oldenbourg Verlas. München. 1985.
- Schmit, G. ; "Numerical problems concerning the second order design of geodetic networks". Second international symposium on problems related to the redefinition of North American geodetic networks. U.S.A. 1978
- Schmit, G. ; "Optimization of Geodetic networks". Geodetic Institute Universiti of Karlsruhe. Federal Republic of Germany. 1982.
- Sevilla, M. ; "Formulación de modelos matemáticos para la compensación de redes geodésicas". Instituto de Astronomía y Geodesia. Madrid. 1985.

METROLOGÍA Y CALIDAD

Carmen Sevilla Antón.
Jefe Laboratorio Metrológico.
Ingeniero Técnico Obras Públicas.

La Metrología, la gran desconocida en el campo de las Obras Públicas, despierta interés gracias al nuevo enfoque que las Directivas Comunitarias han conducido hacia la necesidad de implantar un sistema de gestión de la calidad en la empresa, implicando el aseguramiento de la normalización, así como de la acreditación de acuerdo con los criterios de la Comisión Europea según el documento *Principios de la acreditación en Europa*, donde refleja que la acreditación es fundamental para el correcto funcionamiento de un mercado transparente y orientado hacia la calidad en Europa.

¿Qué es pues la Metrología?. Es la ciencia de la medida, comprende todos los aspectos, tanto teóricos como prácticos, relacionados con las mediciones, cualesquiera que sean sus incertidumbres, y en cualesquiera de los campos de la ciencia y de la tecnología en que tengan lugar.

Para la unificación de la actividad metrológica en nuestro país, la aplicación del Sistema Legal de Unidades de Medida y la implantación del control metrológico del Estado fue necesario la aprobación de la Ley 3/1985, de 18 de marzo, de Metrología, según el artículo duodécimo dice textualmente: "las competencias que, de acuerdo con la presente ley, corresponden a la Administración del Estado serán ejercidas por el Ministerio de la Presidencia o a propuesta del mismo", y en virtud de lo establecido en la disposición transitoria segunda de la citada ley, la administración procedió a una reestructuración de sus órganos, creándose el Centro Español de Metrología, que por Real Decreto Legislativo (en adelante R.D.L.) 415/1985 de 27 de marzo, pasó a depender del Ministerio de Obras Públicas Urbanismo dentro de la Dirección General del Instituto Geográfico Nacional.

La entrada de España en la Comunidad Económica Europea hizo necesario adaptar la citada ley a la normativa comunitaria, promulgándose el Real Decreto Legislativo 1296/1986, de 28 de junio, donde establece el control metrológico CEE y adapta la Ley 3/1985 a las directivas 80/181/CEE (unidades de medida) y 71/316/CEE (instrumentos de medida y métodos de control metrológico), vigentes en la Comunidad Europea.

Con la aprobación de la Ley 31/1990, de 27 de diciembre, de Presupuestos Generales del Estado, se crea el CEM (Centro Español de Metrología) como Organismo Autónomo de carácter comercial e industrial, siendo el laboratorio nacional al que se le atribuye, entre otras, las siguientes funciones:

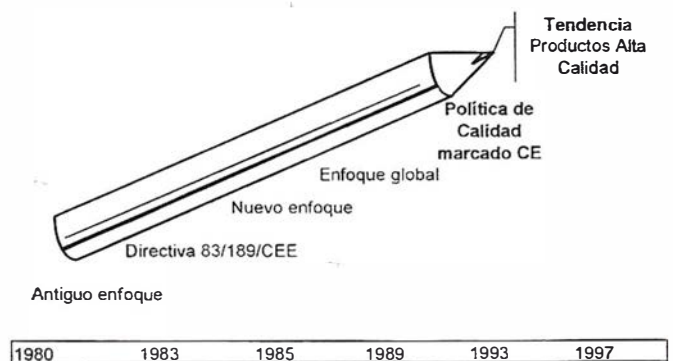
- Custodia y conservación de los patrones nacionales de medida y desarrollo de la diseminación de las unidades del Sistema Internacional, incluyendo sus múltiplos y submúltiplos y en base a ello de la realización de mediciones exactas y asequibles para todos los usuarios.

- Establecimiento y desarrollo de las cadenas oficiales de calibración.
- Ejecución de proyectos de investigación y desarrollo en materia metrológica.
- Formación de especialistas en Metrología.

Posteriormente parte de las competencias sobre actuación en Metrología Legal han sido transferidas a las CCAA para dar cumplimiento a lo establecido en Ley Orgánica 9/1992 de 23 de diciembre.

Los avances tecnológicos para este desarrollo metrológico llevan consigo la necesidad de la calidad, pues sin calidad no hay metrología, y como país perteneciente a la CEE se ha introducido en la política europea para la promoción de la calidad.

PROMOCIÓN DE LA CALIDAD



La política europea de la calidad en el mercado interior se caracteriza por la existencia de las cuatro libertades fundamentales: libre circulación de personas, libre circulación de servicios, libre circulación de bienes y productos, y libre circulación de capitales. Las medidas a tomar para conseguir su plena implantación son la eliminación de barreras físicas, fiscales y técnicas. Las disposiciones que se adoptan para la eliminación de las barreras técnicas son:

- Directiva 83/189/CEE, de 28 de marzo, de **información de normas técnicas**, modificada posteriormente por la Directiva 88/182/CEE de 22 de marzo tras puesta a nuestro ordenamiento jurídico mediante el R.D.L. 1168/1995 de 7 de julio.
- Resolución del Consejo de 7 de marzo de 1985, sobre el **nuevo enfoque**, siendo una política encauzada a la normalización y armonización de legislaciones.
- Resolución de 21 de diciembre de 1989, sobre el **enfoque global**, que entra en el campo de la política de certificación y ensayos.
- Decisión 93/465/CEE de 22 de julio sobre módulos y el **mercado CEE**.

Toda la rama de las directivas sobre normalización europeas y documentos de armonización está organizado por CEN/CE-NELEC (Centro Europeo de Normalización), y los reconocimientos de ensayos y certificaciones por EAL (Acreditación

Europea de Laboratorios), Todo ello está enfocado hacia la consecución de la dirigido a conseguir objetividad, transparencia y competencia, siendo el resultado la obtención de un alto nivel de calidad y seguridad de los productos en el mercado interior, como política de calidad industrial.

El marco legislativo del campo de la calidad en nuestro país se encontraba con una ordenación inadecuada, era necesario una coordinación y una infraestructura, a tal fin se promulgó la Ley 21/1992, de Industria, de 16 de julio y los reglamentos que posteriormente la desarrollan, como es el reglamento de la infraestructura para la calidad y la seguridad industrial, aprobado por R.D.L. 2200/1995 de 28 de diciembre. Esta infraestructura garantiza la libre circulación de mercancías españolas en los mercados internacionales, reordenando y acercando al empresario un instrumento abierto, fiable y transparente para demostrar a nivel internacional, que su producto o servicio es seguro y de calidad contrastada, transmitiendo una confianza al consumidor y al usuario europeo sobre la calidad, seguridad y respeto al medioambiente de los productos españoles.

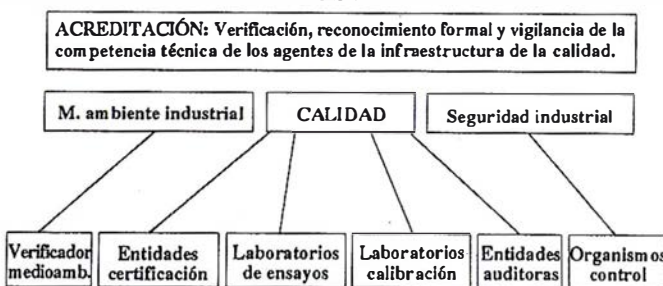
LEY DE INDUSTRIA



La infraestructura institucional nacional de la calidad en nuestro país, al igual que en el resto de los miembros comunitarios, está basada en tres pilares: *la metrología institucionalizada* a través de los institutos nacionales de metrología, CEM (Centro Español de Metrología); *la normalización*, cuyo organismo ejecutivo es AENOR (Asociación Española para la Normalización); y *la acreditación*, representada en ENAC (Empresa Nacional de Acreditación).

Unavez visto el marco legal y la tendencia que tiene la política de calidad hacia conseguir la consecución de productos de alta calidad, se analiza vamos a analizar una la aplicación dentro de los tres grandes campos que abarca la metrología: el científico, el aplicado y el legal. En primer lugar, la metrología científica tiene como objetivos la obtención, desarrollo, conservación y diseminación de los patrones nacionales; en segundo lugar, la metrología aplicada, que se dedica a la calibración según norma desarrollada (EN 45001), a través de la acreditación de los laboratorios en el campo de lo voluntario. Por último, la metrología legal, la cual desarrolla el control metrológico del estado y de la CEE en materia de legislación comunitaria y nacional.

ENAC



Con objeto de promover la confianza entre los laboratorios de ensayos y calibración, se preparó, por un grupo de trabajo del CEN/CENELEC, la Norma EN 45001, bajo la dirección de la Comisión de la Comunidad Europea y la Asociación Europea de Libre Comercio, aprobándose el día 23 de junio de 1989 con la denominación de norma europea EN 45001 "Criterios Generales para el Funcionamiento de los Laboratorios de Ensayos", significando ser Disponemos por tanto de una guía de actuación de carácter general que, debidamente aplicada y ampliada a los diferentes campos específicos de ensayos y calibración, nos crea el marco de actuación para la armonización de la evaluación de competencias y funcionamiento de los laboratorios de ensayo y calibración, así como de los organismos de acreditación, siendo aplicable a todos los tipos de laboratorios de ensayo y calibración. La citada norma se ha traducido y adoptado como norma UNE, bajo la denominación UNE 66-501-91.

Para el conocimiento, aplicación y desarrollo de la normativa, acreditación y actividades afines vinculadas a la calidad en la metrología, considero necesario divulgar algunas definiciones y términos básicos incluidos en este artículo basados en la normativa vigente, como pueden ser entre otros:

Política de calidad es el conjunto de directrices y objetivos generales de una empresa, relativos a la calidad, expresados formalmente por la Dirección, con la implantación de un **sistema de calidad** que consiste en establecer una estructura de organización, de responsabilidades, de procedimientos, de procesos y de recursos documentado en un **manual de calidad**, para que se pueda llevar a cabo la gestión de la misma, bajo el esquema de un **plan de calidad** que proporcione una confianza adecuada de que un producto o servicio satisfaga, obteniendo con ello un **aseguramiento de la calidad**.

El **ensayo** u operación técnica consiste en la determinación de una o varias características de un producto, proceso o servicio dado de acuerdo con un procedimiento especificado y ejecutado en un **laboratorio de ensayos** específico para el mismo determinado para este fin.

Existen también un **laboratorios de calibración** donde se realizan las **calibraciones**, consistentes en un conjunto de operaciones mediante las que se puede establecer, en condiciones específicas, la relación entre los valores indicados por un instrumento o sistema de medida, o los valores representados por una medida materializada y los correspondientes valores conocidos desde un mensurado; para ello se emite un **informe o certificado de calibración**.

Pueden darse casos de **calibraciones in situ** específicas, realizadas por personal del laboratorio permanente, pero fuera del local o terreno en que éste se encuentre emplazado, ejecutadas en laboratorio móvil o provisional por personal enviado por dichos laboratorios, o realizadas por individuos u organizaciones que poseen un laboratorio de ensayos permanente.

Cuando un laboratorio de ensayo o de calibración se denomina **laboratorio acreditado** significa que está verificado y reconocido formalmente por una entidad u organismo que dirige y administra un sistema de acreditación (ejm.: ENAC), y que además tiene vigilancia de su competencia

técnica en relación con los agentes de la infraestructura de la calidad, debiendo así mismo cumplir dicho laboratorio los requisitos establecidos por el organismo de acreditación, y cuyas obligaciones se pueden resumir en los puntos siguientes:

- Cumplir las prescripciones de la norma y otros criterios prescritos por el organismo de acreditación.
- Declarar que está acreditado sólo para la realización de los ensayos para los que se ha concedido la acreditación.
- No utilizar la acreditación de manera que pueda perjudicar la reputación del organismo de acreditación.
- Procurar que ningún certificado de calibración o una parte sea utilizado por el cliente con fines promocionales.
- Informar al organismo de acreditación sobre cualquier modificación relativa al cumplimiento de la norma.
- Avisar con un mes de anticipación al organismo de acreditación para poder rescindir la acreditación.
- Al hacer referencia en medios de comunicación a su calidad de laboratorio de calibración acreditado, éste deberá utilizar un texto específico y exigirá a sus clientes, cuando hagan alusión a un laboratorio acreditado, que utilicen una frase específica.

Con este texto simplemente se pretende informar y divulgar la tendencia de la política de calidad en la metrología; la concienciación de los empresarios y de los profesionales del sector. Con ello nos estaríamos aproximando al espíritu del concepto, muy de moda actualmente, de "calidad de vida", pues con calidad en nuestro trabajo obtendríamos resultados de alta calidad, y la satisfacción del usuario y de todos nosotros sería superior.

Referencias:

- Directiva Comunitaria 71/316/CEE.
- Directiva Comunitaria 80/181/CEE.
- Directiva Comunitaria 83/189/CEE.
- R.D.L. 415/1985, de 27 de marzo.
- Ley 3/1985, de 18 de marzo, de Metrología.
- Directiva Comunitaria 88/182/CEE.
- R.D.L. 1296/1986 de 28 de julio.
- La norma EN 45001, de 23 de junio 1989.
- Ley 31/1990, de 27 de julio, de Presupuestos Generales del Estado.
- La norma UNE 66-501-91.
- Guía ISO/CEI 2⁴.
- Guía ISO 25.
- La norma UNE 66-001³.
- Ley 21/ 1992, de 16 de julio, de Industria.
- Decisión 93/465/CEE de 22 de julio.
- R.D.L. 1168/1995 de 7 de julio.
- R.D.L. 2200/1995, de 28 de diciembre.
- CGA-ENAC-LC, Rev. 2 enero 1996.
- Curso de Calidad en la Administración Pública, Ministerio de Fomento, junio de 1997.
- Curso Metrología Científica Superior (CEM), Ministerio de Fomento, octubre de 1997.

**Te ofrecemos
la oportunidad de
alcanzar el éxito
profesional con
nosotros.**



COMPUTER 2000 es líder europeo en el sector de distribución mayorista de productos y soluciones informáticas, con sede central en Munich (Alemania). Somos una de las tres mayores firmas de distribución de la industria del PC a nivel mundial. Superamos los 3300 empleados en 40 subsidiarias en Europa, U.S.A., Latinoamérica y países del Este, alcanzando unas ventas por encima de los 8,2 billones de Marcos Alemanes.

Comercializamos productos de hardware, software y comunicaciones de fabricantes líderes a nivel internacional y nos consideran como el partner del empresario minorista.

En COMPUTER 2000 España y con nuestro equipo de 250 personas tenemos la satisfacción de haber alcanzado el pasado año 1997 unas ventas superiores a los 48.000 millones de ptas. Continuando con nuestros planes de expansión, para la sede central en Barcelona, precisamos cubrir:

TÉCNICO-COMERCIAL PREVENTA PRODUCTOS GIS (Ref.: 80305)

PUESTO: Dependiendo del Jefe de la división de DATECH (CAD), se responsabilizará de la atención y asesoramiento técnico a las consultas de empresas clientes (distribuidores) de productos de GIS; además se encargará de la promoción y potenciación en el mercado de los citados productos.

PERSONA: Buscamos candidaturas con formación técnica media/superior y específica de los productos de GIS, deseable experiencia técnico-comercial en puestos de similares características conocimientos de inglés, vehículo propio y disponibilidad total para viajar. Completa el perfil buenas aptitudes comerciales y trabajo en equipo.

COMPUTER 2000: Ofrece posibilidades reales de desarrollo profesional en entorno multinacional en constante cambio y evolución. Alta en Seguridad Social Régimen General, remuneración acorde al puesto y valía de los candidatos y buenas condiciones de trabajo.

Enviar C. V. con fotografía, teléfono de contacto y remuneración deseada a la atención de Valentín Fernández, indicando en sobre y carta la referencia indicada a:

COMPUTER 2000 ESPAÑA, S.A.U. - Departamento de Recursos Humanos. C/Acero, 30-32 (Zona Franca)
08038 BARCELONA

O bien a: E-mail de Internet vfernandez@computer2000.es

**COMPUTER
2000**

Sistemas de Información Geográfica. Un nuevo paradigma en el tratamiento de la información

Sr. Jordi Losantos.
Licenciado en Informática. Preventa GIS de DATECH
(División CAD de Computer 2000)

La aparición en los últimos años de aplicaciones para el tratamiento geográfico de la información, ha abierto innumerables posibilidades de utilización y análisis hasta hace poco insospechadas. Estas aplicaciones responden a un nuevo paradigma, los Sistemas de Información Geográfica (SIG). Autodesk afronta este nuevo reto con un grupo de tres aplicaciones; AutoCAD Map, Autodesk World y Autodesk MapGuide, diseñadas para cubrir todas las necesidades en esta tecnología emergente.

Son muchas las expectativas creadas sobre los Sistemas de Información Geográfica (SIG), de la misma manera que su capacidad potencial, siendo ya muy elevada, no parece que vaya a frenar su espectacular evolución. Una evolución que provoca desconcierto en la mayoría de usuarios, y que puede llegar a producir una sensación de caos en los neófitos. El panorama de los SIG, más que aclararse, parece aumentar en complejidad y confusión, sin embargo este es un hecho que no debe asustarnos, ya que debemos considerarlo una crisis de crecimiento, como la adolescencia. Una etapa en la que los cambios son rápidos, complejos, y a menudo contradictorios, al menos en apariencia.

Son también muchos los factores que contribuyen a esta situación, aunque dos de ellos sobresalen por su gran peso específico. Por un lado, a la imparable evolución del hardware, se ha sumado la reciente revolución que ha supuesto la aparición de nuevos sistemas operativos basados en los PCs, sencillos, flexibles y, sobre todo, de gran aceptación por parte de los usuarios, y que se están convirtiendo, si no lo son ya, en estándares de facto en el ámbito de las pequeñas y medianas empresas (PYMES), como Windows 95 y Windows NT. Por otro lado, la aparición de SIGs más manejables y sencillos, y de aplicaciones clasificadas como Desktop Mapping, ha creado en poco tiempo un amplio abanico de posibilidades en un sector que hasta hace poco tiempo se restringía a grandes corporaciones.

La compleja situación actual ha generado innumerables intentos de clasificar los distintos sistemas existentes. Estas clasificaciones se basan en criterios distintos, y su utilidad o interés reside precisamente en los criterios utilizados. Así encontramos clasificaciones según la tecnología utilizada para representar la cartografía (vectorial/raster), el sistema sobre el que se basa la aplicación (Sobremesa, Cliente/servidor, Unix y recientemente Internet), u otras clasificaciones misceláneas (Orientado a objetos), sin olvidar la clasificación basada en criterios tecnológicos del sistema (Desktop Mapping, SIG). Probablemente esta última es la que más se aproxima a criterios basados en la utilización efectiva que se va a dar al sistema.

La mayoría de clasificaciones, sin embargo, omiten en sus criterios al actor más importante en un SIG, y en general en

cualquier sistema de información; el usuario. Este es sin duda alguna el personaje principal a tener en cuenta. El usuario y sus necesidades son a menudo obviados, centrandolo el análisis de los distintos sistemas en base a criterios tecnológicos, olvidando a veces que la tecnología debe estar al servicio de las personas y no al revés. Es por este motivo que los SIG, como cualquier otro tipo de aplicación informática, deben ser catalogados y evaluados dependiendo de las necesidades e inquietudes de cada usuario, puesto que estas son las que determinarán finalmente la mayor o menor utilidad de cada sistema en los distintos casos. Resulta evidente que las necesidades de un técnico de medio ambiente tienen muy poco en común con las que experimenta un director de logística, aunque ambas requieren de análisis geográficos. Del mismo modo, debe tenerse en cuenta que una determinada organización no tiene porque abordar todas las fases de un proyecto, pudiendo limitarse a una o varias según sus propios intereses. Es por lo tanto de suma importancia crear previamente una clasificación de los distintos tipos de usuarios que manejan SIGs, para poder evaluar el grado de adaptación de los diferentes sistemas a las necesidades de cada uno de ellos.

Para poder realizar esta tarea, empezaremos por definir las fases habituales de un proyecto SIG, las tareas que abordan dichas fases, y los usuarios que las suelen llevar a cabo. Como es habitual en cualquier clasificación genérica, encontraremos excepciones en muchos proyectos y organizaciones, sin embargo estas no quitarán validez a la estructura propuesta, sino que serán un reflejo de la complejidad que acompaña a los proyectos de este tipo.

ESTRUCTURA DE UN PROYECTO

Cualquier proyecto GIS se estructura en áreas bien definidas, que a su vez pueden complicarse hasta el punto de poder considerar a cada una de ellas como un proyecto completo, que se dividirá a su vez en fases. En una primera aproximación, podríamos distinguir entre tres grandes áreas.

- Obtención de datos cartográficos y alfanuméricos.
- Integración de los datos con la cartografía, y estructuración del proyecto.
- Explotación del proyecto, y publicación de resultados.

Cada una de estas áreas se corresponde a un perfil de usuario diferenciado. Mientras que para la primera las necesidades giran en torno a la disciplina del CAD, en la segunda área primarán las funciones de análisis espacial, más propias de las funcionalidades específicas de un SIG. Para la tercera área, lo deseable sería que el usuario no tuviera la necesidad de tener conocimientos previos, sino que se limitara a manejar una aplicación especializada para responder a sus necesidades. Sin embargo esto plantea serios problemas, puesto que no es sencillo compatibilizar las tres áreas del proyecto mediante una única herramienta, debido a la dificultad de conjuntar la complejidad de la edición cartográfica con la sencillez de manejo que sería recomendable para la explotación.

Hasta el momento actual, en la mayoría de sistemas instalados no se produce una división clara entre estas tres áreas, exigiendo un amplio conocimiento del sistema a todos los usuarios. Aunque parezca paradójico, esto limita enormemente el rendimiento que se obtiene de los sistemas, puesto que al elevado coste de aprendizaje, se añade la falta de especialización, que implica que varios usuarios deban realizar un esfuerzo notable en aprender las mismas cosas, cuando una correcta planificación, unida a una especialización adecuada revertirían en un mayor aprovechamiento de los recursos, tanto los del propio SIG como los humanos.

Para este incremento en el rendimiento, deberemos abordar el diseño de un SIG con el mismo planteamiento que seguiríamos para diseñar una aplicación informática cualquiera. Es decir, deberemos especificar los requerimientos en base a los cuales se efectuará un análisis conceptual. Fruto de este trabajo, y con la ayuda de los usuarios afectados en las tres fases, deberemos establecer un análisis funcional a partir del cual podremos determinar las necesidades de información, tanto cartográfica como alfanumérica (1ª área), la estructuración del proyecto, incluyendo las necesidades de personalización (2ª área), y la interficie de usuario para los distintos grupos de usuarios implicados en la explotación y publicación de resultados (3ª área).

La estructura de un proyecto SIG completo y los perfiles de usuario implicados en el queda esquematizada en la siguiente tabla:

Area	Descripción	Perfil de usuario
1.- Obtención de datos	Recopilación o producción de datos cartográficos y alfanuméricos.	Especialistas en CAD. Analista funcional.
2.- Integración y diseño	Integración de cartografía y datos. Análisis funcional de requerimientos y procesos. Definición de las interficies de usuario.	Analista funcional especialista en análisis de datos espaciales. Programadores.
3.- Explotación	Utilización del sistema para la obtención de resultados. Servicio al cliente.	Usuario final. Sin formación específica en CAD o SIG.

La heterogeneidad de los actores implicados en cada área, así como de sus necesidades aconseja la utilización de varias aplicaciones para abordar un proyecto SIG en toda su envergadura. Cabe destacar además la posibilidad de subcontratar el trabajo de las áreas de obtención de datos e Integración. Efectivamente, en algunos casos, una organización utilizará para sus proyectos cartografía esencialmente estática, como podría ser en proyectos de GeoMarketing, mientras que para la gestión de un municipio la cartografía evolucionará con el tiempo, debiendo reflejar las constantes modificaciones de forma inmediata.

ESTRATEGIA DE AUTODESK

Para hacer frente a esta realidad, Autodesk plantea una estrategia basada en dos productos distintos, el primero de ellos es AutoCAD Map 2.0, totalmente integrado en AutoCAD r14 y fuertemente orientado a la creación y depuración de datos carto-

gráficos, sin olvidar las necesidades de integración y explotación, soportadas mediante la funcionalidad de ADE, y la adición de utilidades para la creación de relaciones espaciales (topologías), y su explotación mediante diferentes opciones de análisis espacial. El segundo es Autodesk World, un producto totalmente nuevo e independiente de AutoCAD, especialmente creado para resolver las áreas de integración y explotación, y que permite trabajar con cartografía procedente de los sistemas comerciales más extendidos en formato nativo, proporcionando una gran comodidad de integración que, sumada a su potencia de análisis, lo convierten en un producto extraordinariamente competitivo y muy adecuado para todo tipo de organizaciones. Autodesk World se complementará además en un futuro próximo con un visualizador de bajo coste, y una serie de módulos especializados en distintas áreas orientados a facilitar la explotación del sistema. Incorpora también la posibilidad de desarrollar personalizaciones con Visual Basic for Applications (VBA), en un entorno totalmente integrado en Office '97.

A esta gama de productos, debe añadirse una herramienta para la publicación y explotación de cartografía y SIG en Internet llamado Autodesk MapGuide, que posibilita la compartición de los datos de un proyecto a través de la red de redes mediante una arquitectura compuesta por una aplicación para servir cartografía - Autodesk MapGuide Server-, otra para la integración y configuración del proyecto - Autodesk MapGuide Author-, y un PlugIn gratuito para Microsoft Internet Explorer o Netscape Navigator.

CONCLUSIONES

Un proyecto SIG implica en si mismo una gran complejidad y diversidad de procesos, tanto en su definición y desarrollo, como en el perfil de los usuarios que abordarán cada uno de ellos. A esta característica, hay que sumar la gran cantidad de disciplinas para las que un SIG puede ser de gran utilidad -de hecho, casi cualquier sistema de información incluye datos geográficos, aunque obtenga poco rendimiento de ellos-. Estos factores crean confusión en los posibles usuarios de estos sistemas, que a menudo se encuentran desbordados y desorientados ante el alúd de especificaciones técnicas al que deben someterse. Una correcta estructuración del proyecto se reflejará en una clasificación de los distintos actores que en el intervienen, permitiendo identificar sus necesidades y, por lo tanto, la herramienta que más les conviene utilizar. Estos actores responderán a tres perfiles básicos, identificables según su procedencia. En un primer grupo tendremos a los integrantes de la oficina técnica, provenientes del mundo CAD, y que crearán y depurarán la cartografía a utilizar en el proyecto. En un segundo grupo encontraremos a los especialistas en análisis espacial, que en este caso provienen del mundo de los analistas funcionales. Y para finalizar, en un tercer grupo encontraremos al usuario final, que debe ser capaz de obtener resultados de una forma mecánica, sin un elevado entrenamiento previo. Para ello utilizará una personalización sobre el SIG, pero no el sistema completo. Autodesk proporciona las herramientas adecuadas para la correcta estructuración de un proyecto SIG, asegurando así el éxito del mismo al responder a las necesidades específicas de cada uno de los actores aquí descritos.

LA TELEDETECCIÓN COMO MÉTODO DE TRABAJO DE LA ESCALA REGIONAL A LA ESCALA GLOBAL

M^a José Prados Velasco.
Universidad de Sevilla

y análisis de procesos relativos a la planificación regional y ambiental.

PROGRAMAS DE OBSERVACIÓN ESPACIAL. PRINCIPALES LOGROS Y METAS

INTRODUCCION

Cuando hablamos de manera coloquial acerca de la utilidad de una herramienta como la teledetección con vistas a la aplicación en planificación regional o evaluación de impactos medioambientales, con frecuencia olvidamos la dimensión temporal y espacial implícita a ambos tipos de procesos, y cómo la teledetección puede hacerles frente. Por mencionar ejemplos concretos en cuanto a la escala temporal, la teledetección es capaz de detectar información sobre fenómenos y procesos ocurridos en periodos muy amplios, como por ejemplo sería la información relativa a la formación y erosión de suelos, pero también de sucesos como incendios o la explosión de un reactor nuclear, que en cuestión de segundos pueden tener consecuencias tan o más catastróficas para el medio ambiente. Y todos estos procesos pueden ser registrados y por tanto analizados desde la escala local (decenas de kms²), la escala regional (por encima de los 25.000-30.000 km²), a la escala global o planetaria.

Hoy en día la teledetección se ha consolidado como una fuente de información geográfica de gran interés, a la que se le reconoce su extraordinario potencial científico y de aplicación. Las características de esta información en relación tanto al poder de resolución de los sensores como a su formato digital, seguido de los avances en el campo de la microinformática y el diseño de programas de computación específicos, han permitido además, generar una metodología consolidada para el tratamiento de la información espacial y avanzar en métodos de procesamiento específicos. En otras palabras, la teledetección ha dejado de ser una herramienta susceptible de ser empleada a escala local en unión o como complemento a otras fuentes de información geográfica, a constituirse en la única capaz de suministrar una información vital para el entendimiento

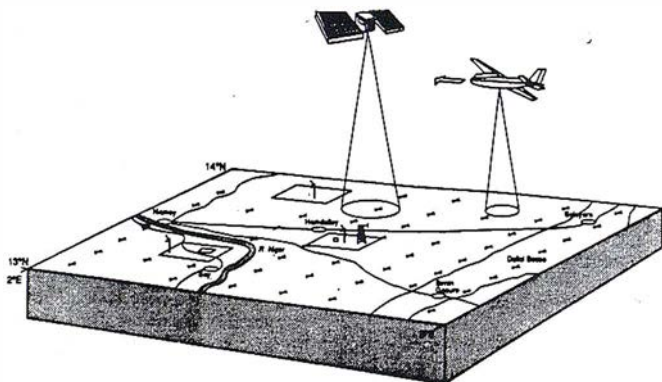
Ello no hubiese sido posible sin los avances experimentados tanto en el campo de la navegación espacial y el diseño de sensores con mayor poder de resolución, como en el desarrollo de equipos informáticos y programas de tratamiento específicos.

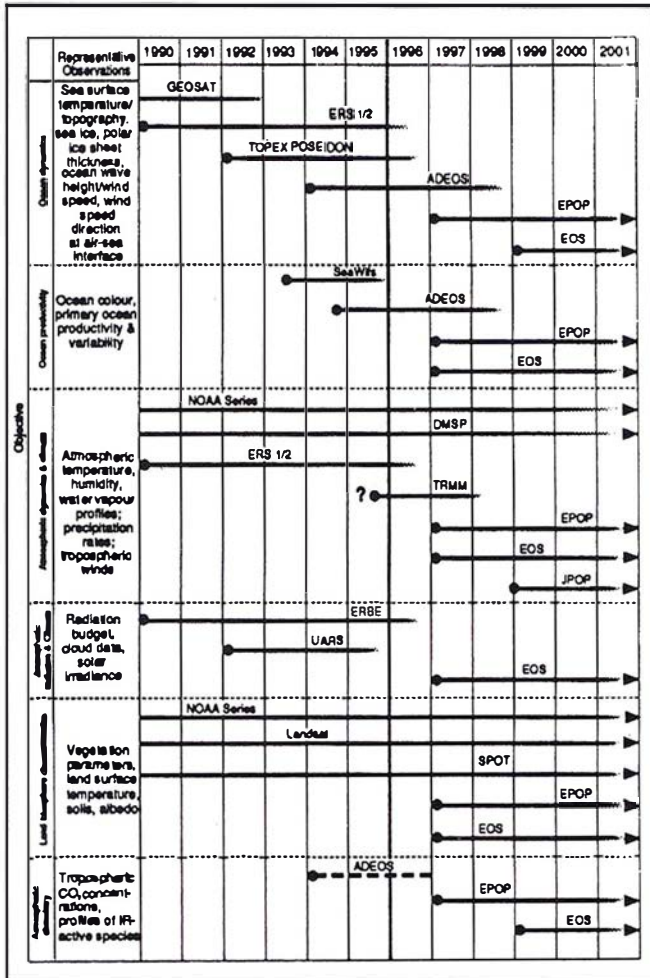
La teledetección viene suministrando datos de la superficie terrestre y los océanos con una distribución comercial y susceptibles de ser tratados mediante programas informáticos específicos desde hace casi tres décadas, y van a seguir haciéndolo a tenor de los Programas de Observación previstos.

Los sistemas más conocidos y empleados sin duda han sido los Multispectral Scanner pertenecientes al programa Landsat, puesto que no en vano permanecen operativos desde su lanzamiento en junio de 1972, fecha desde la que vienen captando información con una periodicidad quincenal y 80 metros de resolución espacial. Un década después, la instalación del sensor Thematic Mapper en el cuarto programa Landsat supuso una ampliación a 30 metros en el nivel máximo de detalle de captación de información, además de incluir bandas que captaban información en las bandas infrarrojas, de gran utilidad para el análisis de las condiciones de la vegetación y los niveles de humedad y temperatura. El último de los sistemas comerciales con más tradición es el francés SPOT, cuya principal ventaja sobre los anteriores es que la resolución espacial aumenta hasta los 20 metros en prácticamente las mismas longitudes de onda que el Landsat-TM, e incluye además una banda pancromática con una resolución espectral muy pobre pero como contrapartida la resolución espacial es de 10 metros, lo que en determinados campos la convierte en una competidora de la fotografía aérea.

Tras esta primera etapa de Programas de Observación Espacial pioneros y más comerciales, las posibilidades demostradas por la teledetección en campos de aplicación muy diversos va a dar lugar a una amplia respuesta en la creación de nuevos programas en lo que podríamos considerar una segunda generación de satélites de observación terrestre. Esta etapa se caracteriza no sólo por un mayor número de satélites comerciales sino también porque éstos van a ser desarrollados con criterios de mayor especialización, plantean una gran diversidad en características resolutorias, y porque en ella se incorporan nuevos organismos pertenecientes a otros países que van a entrar en juego en la carrera comercial de la teledetección.

A esta etapa pertenecen Programas de Observación como el MOS, un satélite japonés de observación marítima; el NOAA con





- 1.- El seguimiento de las condiciones medioambientales en la superficie terrestre, desde la escala global a la escala regional.
- 2.- La gestión y el seguimiento de los recursos terrestres, tanto renovables como no renovables.
- 3.- Y por último, profundizar en el conocimiento de las condiciones meteorológicas y su modelización.

La trascendencia de muchos de estos avances no implica el que se hayan cubierto todas las expectativas despertadas en sus inicios, o que haya desarrollado su amplio potencial. En realidad, algunos de los Programas de Observación mencionados arriba son meros proyectos todavía sobre el papel, y los que llevan en órbita varios años siguen posibilitando la realización de ensayos y propiciando el planteamiento de métodos de trabajo a medida que surgen nuevas demandas de información y aplicación.

LA TELEDETECCIÓN Y SU APLICACIÓN A DIVERSAS ESCALAS ESPACIALES

Puesto que la teledetección es una herramienta geográfica de primer orden, es evidente que la escala espacial y temporal constituye una variable trascendental en los campos de aplicación comúnmente desarrollados. Muchos de los Programas de Observación vienen predeterminados para ámbitos de estudio concretos, en función no ya de su diseño inicial en cuanto a características espectrales, sino en cuanto al máximo nivel de detalle espacial y a la periodicidad en el registro de la información.

La motivación que subyace a esta expansión de los Programas de Observación Espacial y sobre todo al desarrollo de su potencial con vista a materializar aplicaciones específicas parte de la necesidad de considerar el funcionamiento de la superficie terrestre como un todo, y de la necesidad también de imbricar los hechos físicos con la actividad humana si se pretende hacer predicciones y diseñar modelos de funcionamiento del sistema terrestre. Lo que en definitiva lleva a defender la teledetección como un instrumento geográfico de primer orden, por su capacidad de aplicación a diferentes escalas.

La dificultad de combinar unas propiedades resolutivas óptimas en un mismo sensor se traduce en que con frecuencia, una mayor ventaja comparativa en la escala espacial no suele verse acompañada de mayor resolución espectral. El sensor SPOT HRV-P ofrece una resolución espacial máxima de 10 metros, muy adecuada para estudios a escala local, pero que sin embargo se acompaña de una resolución espectral pobre. Por contra, la periodicidad del sensor AVHRR de NOAA y sus características espectrales le hacen muy adecuado para aplicaciones medioambientales aunque la escala de aplicación sea siempre superior al ámbito regional.

La capacidad para ofrecer una visión sinóptica de amplias franjas del territorio, la cobertura temporal y la posibilidad de desarrollar modelos espaciales a partir de los datos detectados por el sensor, hacen de la teledetección una herramienta muy versátil e imprescindible en determinados campos de aplicación. La optimización de estas capacidades precisa del desarrollo de redes eficientes de datos y de modelos para su análisis e integración con fuentes de información complementarias, así como de la consolidación de campos de aplicación apropiados.

el sensor AVHRR desarrollado por la Agencia Federal de los Estados Unidos encargada de temas oceánicos y atmosféricos; o Meteosat, al que tan familiarizados estamos al verlo cada día en las pantallas de televisión, y que permite conocer en tiempo casi real las condiciones meteorológicas a partir de las que hacer pronósticos. También a esta etapa pertenecen el primer satélite europeo, ERS-1 puesto en órbita en 1991 por la Agencia Espacial Europea, y el japonés Fuyo-1 que lleva a bordo un sensor radar SAR.

La tercera y última etapa es una etapa de continuidad y de consolidación en los Programas de Observación, pero también lo es de avance en el diseño de sensores cada vez más específicos, que vienen a cubrir demandas concretas de aplicación en campos en los que la teledetección es un instrumento imprescindible. Por mencionar algunos ejemplos, la Agencia Espacial Europea ha diseñado el satélite Envisat para el lanzamiento del primer sistema de observación terrestre de órbita polar EPOP-1. Este llevará a bordo dos sensores: la serie M, orientada a la captación de datos meteorológicos, oceanográficos y climáticos, y la serie N para la observación terrestre y atmosférica. La NASA ha previsto también un sistema paralelo al EPOP; se trata del EOS-Sistema de Observación Terrestre, y que pretende desarrollar aplicaciones similares a las del sensor europeo.

En síntesis, los aspectos en los que los nuevos sistemas de observación van a suponer un avance pueden sintetizarse en tres grandes apartados:

EMPLEO DEL GPS EN LA AGRICULTURA DE PRECISIÓN

Fernando Martínez de Azagra Paredes.
Ingeniero Agrónomo

1. Introducción

Actualmente la técnica que vienen utilizando las distintas profesiones es sobre todo el resultado de la aplicación con fines prácticos de los fundamentos de la ciencia. Así la formación del agricultor moderno se aleja cada vez más de los conocimientos puramente empíricos transmitidos de generación en generación y avalados por la experiencia, para adentrarse en el manejo de métodos cada vez más racionales. No queremos con esto quitarle peso a la experiencia, pero si hay que reconocer que sus aportaciones tienen que ser complementadas con unos conocimientos mucho más profundos, de manera que el agricultor del futuro, aparte de ser vocacional y con práctica en su ramo, amante del propio entorno en el que desarrolla su actividad y por lo tanto ecologista en el sentido más ecuaníme de la palabra, tiene que ser además un hombre que conviva con la ciencia y con la técnica y sepa servirse adecuadamente de sus virtudes.

Esto significa que el agricultor que pueda entrar en el duro mercado de la competencia (Ronda de Uruguay de 1994 sobre la liberalización de los mercados) tendrá que ser un empresario con un alto nivel tecnológico. Requiere de una importante capitalización y de una buena formación técnica. Frente a él estará el llamado "agricultor jardinero", cuya subsistencia fuertemente ligada a los propios subsidios agrarios, permite la conservación del entorno rural y el mantenimiento de los pueblos. Pero esta agricultura de subsistencia, cuyo soporte económico para el pago de las primas se asienta en último extremo en los impuestos, no puede ser un símbolo de prosperidad y tendrá que complementarse con otras actividades ligadas al ocio, al turismo o al embellecimiento del paisaje mediante la reforestación y la conservación del medio ambiente.

Probablemente en nuestro país el agricultor del futuro sea una figura mixta entre ambas tendencias, pero con una clara inclinación a favor del agricultor - empresario. De hecho son muy pocas las explotaciones que serían capaces de competir en el mercado libre, pero también son relativamente pocos los agricultores que planifican los cultivos exclusivamente en función del cobro del subsidio. Esta situación permite afrontar con un cierto optimismo el porvenir del campo, máxime si tenemos en cuenta que el nivel medio del agricultor y de las organizaciones agrarias que le asesoran sube a un ritmo extraordinario.

En otro orden de cosas, tanto la actividad agraria en sí misma, como la tecnología en que se sustenta, son extraordinariamente amplias y complicadas. Participan en ellas la Biología, la Química, las Ciencias del Suelo y del Clima, la

propia Topografía, las técnicas de Mecanización etc. Además de esto la agricultura moderna requiere de un planteamiento empresarial muy importante encaminado a la búsqueda del beneficio y para afrontar la competitividad. Todo este cúmulo de conocimientos, cuyo manejo en detalle corresponde a los propios especialistas en cada rama, queda como es lógico fuera del alcance del agricultor más cualificado. Las técnicas en sí mismas son muy complejas, pero su manejo a nivel de usuario puede resultar bastante sencillo, siempre que se establezcan unas normas globales que simplifiquen el proceso.

Sin embargo cuando esta simplificación es demasiado generalista y particularmente cuando se manejan elementos peligrosos (insecticidas, herbicidas de alto poder contaminante o productos muy caros), pueden aparecer efectos indeseables sobre el medio ambiente, aparte de un sobrecoste perfectamente evitable.

Por ejemplo una simplificación excesiva del tema del abonado conduce a aportar dosis uniformes de abono según el cultivo (300 Kg/Ha del 8 - 24 - 8 en el trigo) para aplicar un supuesto abonado de restitución con el que se pretende aportar al suelo los nutrientes que consume una cosecha media. Como cada zona concreta tiene su propia producción unitaria que no solo depende del estado del suelo en nutrientes, sino también de su profundidad, disponibilidad de agua, etc. quiere decirse que en unas zonas habrá un exceso de abonado que se pierde por percolación pasando a contaminar el agua y en otras nos quedaremos cortos. Sucede lo mismo - y el tema es más grave - a la hora de aplicar un producto fitosanitario con efectos residuales sobre el cultivo siguiente, donde debe tenerse muy en cuenta la diferencia entre terrenos arenosos y arcillosos ya que normalmente la persistencia es más alta en estos últimos.

Para poder aplicar una agricultura individualizada a cada zona compatible con el manejo de una cierta extensión de terreno, se hace necesario en primer lugar localizar y definir perfectamente cada área en un mapa, establecer luego unos modelos de cultivo y finalmente servimos de equipos automáticos para dosificar localmente la cantidad de siembra, la cuantía y proporción de los distintos componentes del abono, fitosanitarios, etc.

Hasta hace muy pocos años, como no se disponía de un sistema de posicionamiento instantáneo preciso y asequible, la aplicación de una agricultura localizada solo era compatible con el minifundio; esto es, con la subdivisión física de las fincas de la explotación en una serie de subparcelas homogéneas. De hecho la agricultura de antaño, aquella del hombre de a pie perfectamente conocedor de su tierra que se hacía y se gastaba en el propio campo, era una labor artesanal y perfectamente zonificada. Pero ahora, salvo en terrenos muy uniformes, estas subparcelas resultan excesivamente pequeñas e incompatibles con la mecanización.

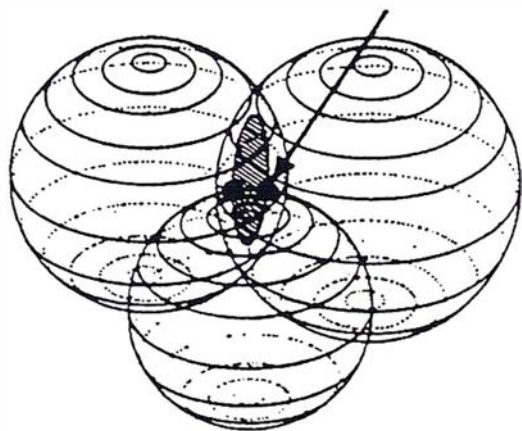
Las nuevas tecnologías basadas en el Sistema de Posicionamiento Global por Satélites (GPS), en los Sistemas de Informa-

ción Geográficos (GIS) y en las Aplicaciones de la Informática a la Automatización, han revolucionado las técnicas de cultivo, según la llamada "Agricultura de Precisión". Pasamos a hablar algo de este tema.

2. GPS submétrico en tiempo real. Correcciones diferenciales

Los fundamentos del GPS son de sobra conocidos por el lector y me limito casi a modo del relleno a incorporar el clásico esquema de la intersección de 3 esferas en cuyo centro se encuentra cada satélite. Conocida la posición de 3 satélites y la distancia (*pseudodistancia*) a la que nos encontramos de ellos, la intersección de tres esferas define dos puntos posibles, de los que uno se elimina automáticamente al ser una solución absurda. Resulta imprescindible como sabemos, una cuarta medición para ajustar el estado de los relojes y a partir de ahí, si se pueden observar más de 4 satélites podemos elegir los que estén mejor situados o si el receptor es de 6 o más canales, hacer todas las mediciones posibles y establecer una media ponderada de los resultados.

POSICION VALIDA



Esquema del posicionamiento por GPS.

Las distancias al satélite se obtienen con un cierto grado de imprecisión, debido a causas naturales (retardo ionosférico, errores en las efemérides, ruido del receptor, efecto multisenda, etc.) y a un error deliberado, la disponibilidad selectiva (SA), que resulta de que el Departamento de Defensa de los Estados Unidos introduce en el mensaje de los satélites una información algo sesgada en las efemérides y en el estado del reloj. De esta manera lo que medimos en una distancia aproximada o *pseudodistancia*, que a efectos del posicionamiento autónomo da unos errores en coordenadas del orden de los 100 metros. Esta precisión puede ser suficiente para navegar en el océano o para posicionarse en el desierto, pero no sería aceptable para replantar un drenaje o para localizar las distancias zonas de una finca.

Para corregir estos errores y aumentar por lo tanto la precisión, se utiliza el *proceso diferencial* que consiste en

situarse una estación receptora *Base* en un punto de coordenadas conocidas (normalmente un vértice geodésico), calcular las correcciones instantáneas de las pseudodistancias a cada satélite para aplicar después estas mismas correcciones a las pseudodistancias calculadas por el receptor móvil o *Rover*.

El cálculo y aplicación de las correcciones puede hacerse por 3 métodos diferentes:

- En *postproceso*
- Con enlaces terrestres a distancia (teléfono celular, radioenlace, etc.)
- Mediante satélites de comunicaciones

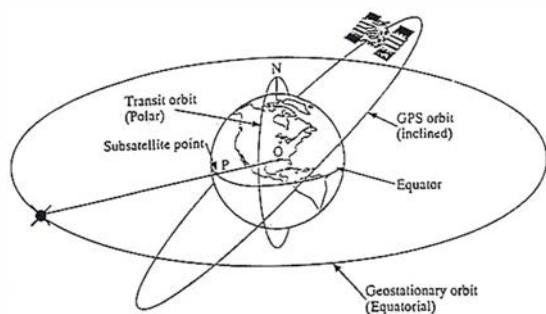
Cuando se trabaja en *postproceso* se vuelca la información de los receptores base y móvil en un PC provisto del software correspondiente que se encarga de calcular automáticamente las coordenadas. El método es aplicable para hacer cualquier levantamiento y se puede utilizar para segregar distintas áreas homogéneas dentro de una parcela. Pero en cambio no permite trabajar "in situ" con coordenadas precisas y no sirve para localizar físicamente sobre el terreno cada una de estas zonas según necesita la Agricultura de Precisión.

El segundo método requiere del empleo de dos receptores GPS interconectados permanentemente a través de un enlace instantáneo a distancia. Habitualmente se han venido utilizando conexiones de radio operando en la banda UHF, que es mucho más limpia, aunque de menor alcance que la VHF. La potencia del emisor tiene que ser relativamente alta, puesto que los datos en bruto captados del satélite y las respectivas correcciones diferenciales contienen mucha información.

Pues bien, dejando a un lado a los receptores cinemáticos de fase en tiempo real (RTK), cuyo coste los excluye para los fines que nos proponemos, se tiene que empleando buenos equipos de código es posible disponer de coordenadas con precisiones submétricas prácticamente instantáneas. Los retardos en el proceso de cálculo son de milisegundos y la velocidad de transmisión y recepción de las señales es también muy rápida. En el lado negativo, las limitaciones vienen impuestas por las siguientes causas:

- Requiere situar al receptor base en un punto en el que se conozcan con precisión suficiente sus coordenadas.
- El enlace de radio a nivel particular plantea muchas limitaciones (de alcance, para emitir con una potencia suficiente con antenas direccionales, disponer de una frecuencia de uso exclusivo sin interferencias, etc.).
- El manejo de estos equipos suele ser bastante complicado y para bien requiere de unos ciertos conocimientos de Geodesia, ajenos como es lógico a los propios de un agricultor.

Para hacer frente a estas limitaciones se han establecido en algunos países redes terrestres públicas o privadas que previo pago de la cuota de decodificación correspondiente ponen a disposición del usuario las correcciones diferenciales vía radio. Con ello se elimina el receptor base y se simplifica mucho el manejo al trabajar ya con un solo equipo. Redes de

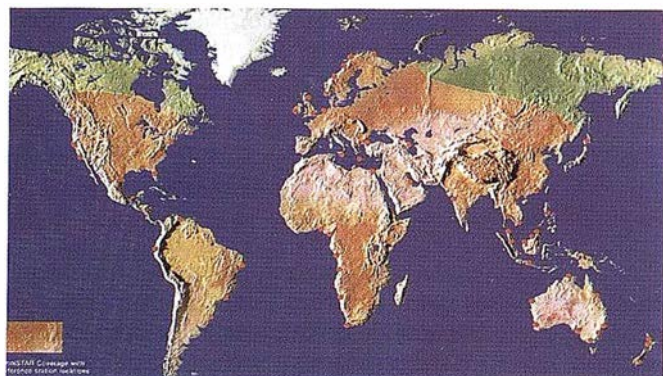


Distintos tipos de satélites (Geoestacionario, Polar y GPS)

este tipo existen en los Estados Unidos, en Inglaterra o en Alemania, pero en nuestro país solo se han desarrollado a nivel local y cubren algunas zonas concretas próximas a las costas aunque está en proyecto que los radiofaros emitan a los buques dichas correcciones en un formato normalizado RTCM SC-104, de uso universal. También el I.G.N. intenta poner a punto un sistema continental de correcciones diferenciales moduladas sobre la FM, cuya cobertura quedará limitada al propio alcance de la frecuencia modulada.

Recientemente se ha puesto en marcha un sistema de correcciones diferenciales mucho más ambicioso, basado en un amplio entramado formado por una Red de Estaciones de Referencia Paneuropea que se interconectan a través de un satélite geostacionario, encargado de transmitir las correcciones diferenciales a cada usuario aplicando según su posición una media ponderada de las correcciones diferenciales que corresponden a las estaciones de referencia más cercanas. Naturalmente esta información viene codificada, ya que en definitiva se trata de un sistema privado que ha de financiarse con recursos propios generados a través de los muchos usuarios del mismo.

Como se sabe los satélites geostacionarios son tales que giran en órbitas ecuatoriales exactamente a la misma velocidad angular de nuestro planeta, de manera que permanecen fijos en relación a cualquier sistema de referencia terrestre. Sus órbitas, elípticas en virtud de la 1ª ley de Kepler se corrigen mediante cohetes hasta hacerlas prácticamente circulares y su radio, que se obtiene igualando la fuerza centrípeta a la atracción gravitatoria de Newton es del orden de 42.000 Km. Si se aplican las mismas leyes físicas a los satélites GPS con períodos orbitales



Estaciones de seguimiento y cobertura del sistema "Omnistar" (Mapa cedido por GRAFINTA, S.A.)

de 12 horas sidéreas obtenemos radios de unos 26.560 Km, equivalentes al descontar el radio de la Tierra a una altura en el cenit de 20.200 Km aproximadamente. Quiere decirse que como los satélites geostacionarios orbitan mucho más altos que los GPS, su área de cobertura es también mucho mayor.

Los satélites geostacionarios tienen diversas aplicaciones en el campo de la meteorología para observar continuamente una misma zona (satélite "Meteosat" por ejemplo), pero encuentran su mayor desarrollo en el mundo de las comunicaciones terrestres actuando de intermediarios entre el emisor y los receptores.

Realmente, el uso de los satélites de comunicaciones para la transmisión de las correcciones diferenciales RTCM no es tan reciente y de hecho viene empleándose desde hace bastantes años en proyectos de alto valor añadido que podían soportar los altos costes del empleo de un satélite de comunicaciones destinado a un reducido número de usuarios. Lo que sucede ahora es que el creciente campo de utilidades del GPS y el gran número de usuarios del sistema junto con el desarrollo de nuevas aplicaciones, entre las que se encuentra la Agricultura de Precisión, hacen rentable ofertar este sistema a unos costes muy asequibles.

Además, el satélite geostacionario ofrece una cobertura prácticamente total de las transmisiones RTCM y elimina la servidumbre de los sistemas DGPS precedentes, lo que lleva asociadas muchas ventajas entre las que destacamos las siguientes:

- *Cobertura completa* casi a nivel mundial. (No está limitado al alcance del radioenlace).
- *Sistema de Referencia Global y único.* (Posibilidad de encajar trabajos de zonas diferentes sin necesidad de hacer transformaciones, giros o cambios de escala, transformación de Helmert etc.).
- *Precisión submétrica homogénea* en cualquier lugar (La precisión del DGPS tradicional vía radio se reduce conforme aumenta la separación a la base).

Los procesadores del sistema "Omnistar" establecen la mejor corrección diferencial que corresponde a la localización en la que se trabaja, de manera que la posición de partida de nuestro receptor móvil queda definida con un alto nivel de precisión, como si fuera una estación de referencia (*Estación de Referencia Virtual*). Es decir, nuestro receptor móvil al iniciar el trabajo se comporta como si también fuese un receptor base situado en una estación de la que se conociesen sus coordenadas con precisión submétrica.

Podría pensarse en el lado negativo, que la transmisión de información vía satélite incorpora además de los propios retardos en la elaboración de los cálculos, los que corresponden al recorrido de las ondas de radio desde La Tierra hasta el satélite para enviarle la información procedente de las estaciones de seguimiento y el recorrido en sentido inverso desde el satélite a los receptores de los usuarios finales. La verdad es que como las ondas de radio se propagan a la velocidad de la luz (casi 300.000 Km/s), este intervalo se reduce a una fracción de tiempo muy pequeña. En efecto, refiriendo el cálculo al centro de La Tierra, el retardo en el proceso de recepción - emisión de las correcciones diferenciales debido a su recorrido por el espacio es del orden de:

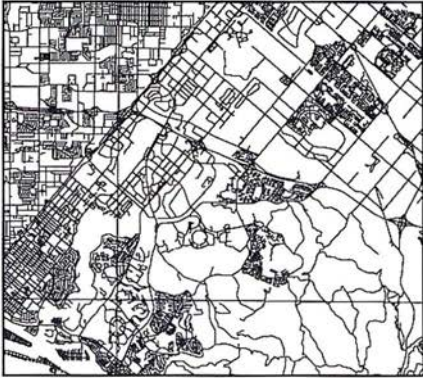
Mosaicos de foto aérea

... de forma fácil

¡Por fin! Una potente herramienta cartográfica para usuarios GIS y CAD

"ER Mapper tiene herramientas interactivas para la creación y edición de cartografía increíblemente potentes."

-- Daniel L. Civco, ER Mapper Software Review, PE&RS March 1996



Datos vectoriales...



Mosaico de fotos originales...



... procesadas con ER Mapper 5.5

Actualice sus datos y produzca cartografía con ER Mapper 5.5

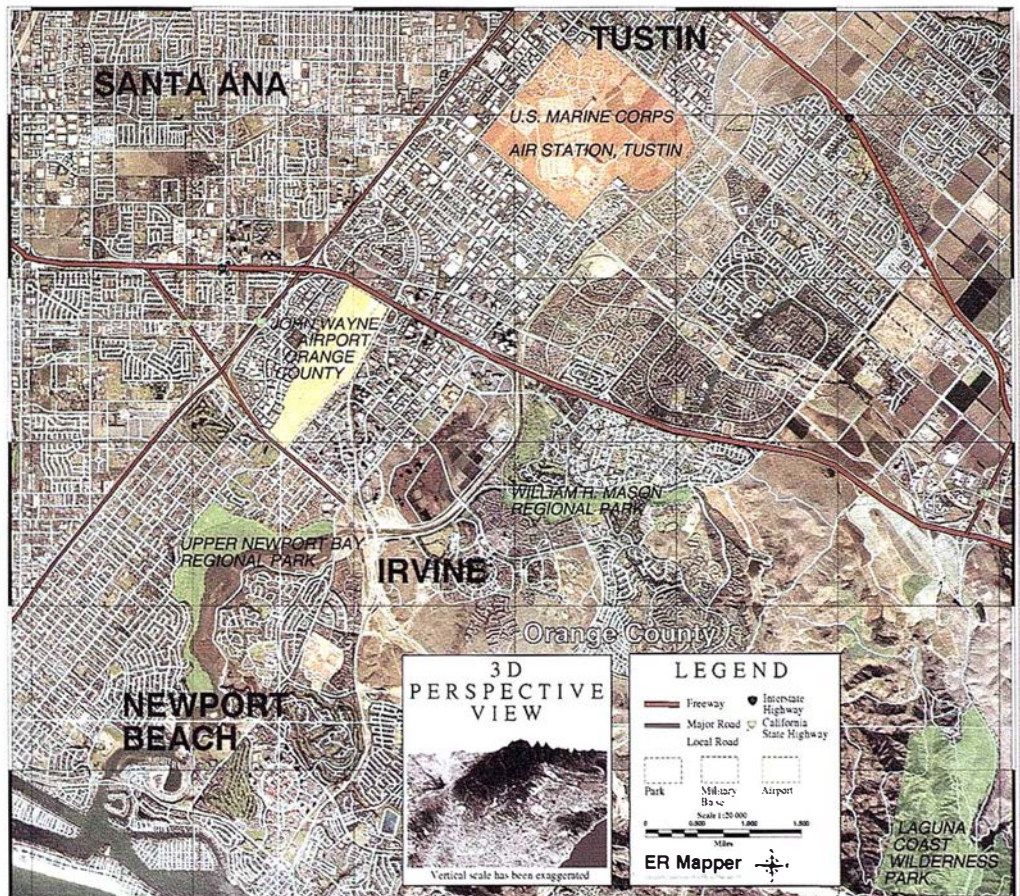
Calificado **#1** en la comparativa realizada por GIS WORLD

"... ER Mapper es el sistema de proceso de imágenes con mejor rendimiento y mejor acabado que hemos probado, una auténtica ganga."

-- GIS WORLD, Septiembre 1996

ER Mapper ahorra tiempo y dinero:

- ✓ Cree mosaicos continuos
 - Reduzca costos de campo
 - Actualice datos vectoriales
 - Verifique precisiones de datos
- ✓ Haga mapas del mundo real
 - Resultados profesionales
 - Presentación clara
 - Ideal para uso en campo
- ✓ Comparta datos fácilmente
 - Edite coberturas ARC/INFO
 - Comparta datos con MapInfo
 - Comparta datos con AutoCAD
- ✓ Un único producto
 - Windows 95/NT y Unix



Mapa creado e impreso con las herramientas de ER Mapper 5.5

Para recibir un **CD-ROM gratis**, y para más detalles sobre nuestra red de distribución, visite www.ctv.es/ermapper

Todas las marcas, nombres de compañías y productos son marcas registradas de sus respectivos propietarios.

ER Mapper 5.5

Helping people manage the earth

www.ctv.es/ermapper

Red de Distribución del Mediterráneo

Earth Resource Mapping Spain S.L

Bailen, 1- 28280 El Escorial, España

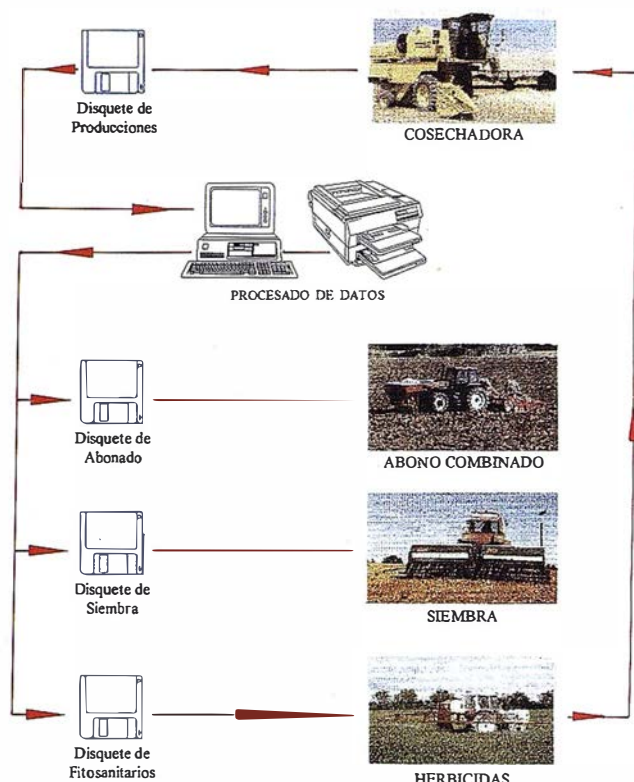
Teléfono/Fax: +34 1 896 0379

Email: ermSpain@ctv.es

$$\frac{2 \times 42500 \text{ Km}}{300000 \text{ Km/s}} = 0,28 \text{ segundos}$$

Que apenas tiene incidencia, ya que el período de validez de las correcciones diferenciales para conseguir precisiones submétricas soporta perfectamente antigüedades de más de 10 segundos. Nosotros hemos podido comprobar en pruebas estáticas que efectivamente el sistema "Omnistar" se mueve dentro de precisiones submétricas en tiempo real, aplicando nuevas correcciones diferenciales a intervalos de 10 segundos, con lo que su rango de exactitud es muy similar al de los mejores equipos terrestres DGPS.

3. La Agricultura de Precisión



Etapas de la Agricultura de Precisión.

La idea de la Agricultura de Precisión nace prácticamente en esta década. Surge como una adaptación de los Sistemas de Información Geográfica (GIS) a las tareas del campo y como se encuentra con unas bases técnicas ya perfectamente asentadas, experimenta un avance rapidísimo. Tanto es así que en la actualidad son varios los fabricantes de maquinaria agrícola (Masey Ferguson, John Deere y otros), que implementan a sus aparatos de última generación con dispositivos de este tipo. En realidad se trata de un proceso cíclico, que se aplica año tras año y cuyas cuatro fases esenciales, muy simples en su planteamiento teórico y no tanto en la práctica, son pues las siguientes:

– Recolección y recogida de datos

Datos automáticos (producción, cálculo de superficies y perímetros, pendiente de la parcela, etc.)
Datos manuales (Plagas, malas hierbas, etc.)

– Procesado de los datos

Elaboración de planos temáticos y zonificación
Planteamiento de las técnicas de cultivo por zonas

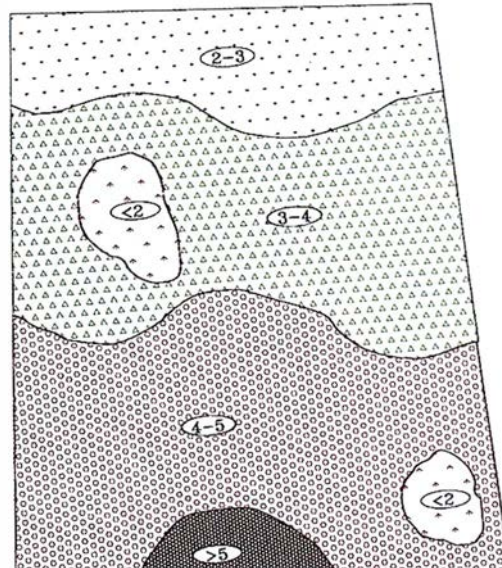
– Aplicación práctica de las técnicas propuestas

Laboreo, abonado, siembra, etc.
Manejo de dosificadores automáticos y semiautomáticos

– Exploración y comprobación de resultados

La cosechadora lleva un detector automático de producción (que consiste en un medidor del volumen de mies que entra en la máquina, cuyo resultado se divide por la velocidad de la misma, corregida de la anchura efectiva del corte) y de un ordenador sobre el que la maquinista puede introducir manualmente otros datos adicionales (presencia de una plaga, síntomas de hidromorfismo, abundancia de malas hierbas, tipos de suelo, etc.) Esta fase, que consiste en definitiva en una toma de datos georreferenciada, es particularmente importante, ya que constituye la principal fuente de información para las etapas siguientes. La obtención automática de datos no plantea en principio mayores problemas que los derivados de una cierta imprecisión en los detectores.

Sin embargo la introducción manual de los eventos es muy delicada ya que es especialmente difícil que un operador se encargue de controlar simultáneamente el manejo del corte, trilla y limpia de la cosechadora mientras detecta desde la cabina la presencia de una plaga, cuya exacta clasificación pueda ser incluso complicada para un biólogo. Por lo tanto, para comprobar la exactitud de los eventos se hace necesario una exploración posterior a cargo de especialistas.



Plano de producciones.

El procesado de los datos y la planificación de los cultivos es simplemente un problema técnico. Su resultado dependerá de la fiabilidad de los apuntes procedentes de la etapa anterior, de la eficiencia agronómica del proyectista y de una serie de imponderables (régimen de lluvias, temperaturas, ciclos de los insectos, etc.) que vayan a presentarse en la campaña siguiente. Por esto, antes de modificar drásticamente el manejo de los cultivos hay que disponer de series de datos de varios años y de mucha información bien elaborada a nivel temático:

- *Plano de producciones para diversos cultivos* (medias de 5 o más años).
- *Plano de suelos* (Textura, estructura, porosidad, profundidad, drenaje, etc.).
- *Plano de fertilidad* (Riquezas en Nitrógeno Fósforo y Potasio asimilables).
- *Planos complementarios* (Malas hierbas, insectos, etc.).

La tercera etapa consiste en la aplicación por zonas de dosis diferentes de fertilizantes semillas o herbicidas y requiere implementar al tractor con dos tipos de elementos:

- Un *equipo informático*, alimentado por un DGPS preciso en tiempo real y que contiene los planos temáticos perfectamente georreferenciados. Está programado de tal manera que cuando el tractor llega a cada zona aparezcan en la pantalla del ordenador las regulaciones que han de hacerse sobre el apero.
- Unas *máquinas o aperos* cuyos dosificadores se ajusten de forma rápida y precisa desde la cabina del conductor e incluso en los sistemas más evolucionados que esta regulación se haga automáticamente mediante servomecanismos controlados por el propio equipo informático.

Finalmente han de evaluarse los resultados, extraer consecuencias y plantear modificaciones, en general no demasiado profundas, para planificar la campaña siguiente, donde además de factores estrictamente ligados a la producción, habrán de tenerse en cuenta otros muchos, como son la situación de los mercados, las posibilidades de almacenamiento, coste de oportunidad de las inversiones y un largo etcétera.

4. Resultados, presente y futuro de la Agricultura de Precisión

En los Estados Unidos existen explotaciones que llevan ya bastantes años aplicando estas técnicas y también son muchas las experiencias que se están llevando a cabo a nivel europeo. Sus resultados no son plenamente extrapolables a nuestro país, pero confirman la potencialidad del sistema y permiten pensar que en un plazo más o menos largo serán muchas las explotaciones que manejen estas tecnologías.

Pero de momento, pensando en el agricultor de nuestras tierras, tenemos que hacer algunas puntualizaciones, que por otra parte son también aplicables frente a cualquier cambio:

- El agricultor profesional cultiva en general bastante bien, aunque naturalmente no lo hace de la mejor forma posible.

- Tampoco el técnico agrario es óptimo en sus conclusiones y para hacer un buen trabajo necesita disponer de mucha información bien elaborada (mapas temáticos, datos de la maquinaria, etc.).
- Como en la agricultura intervienen muchos factores que distorsionan los resultados, es necesario manejar la información procedente de varios años y con cultivos diferentes.
- Las máquinas de la Agricultura de Precisión con dosificadores automáticos y controles electrónicos son caras y no siempre están disponibles.
- Los aperos antiguos que siguen funcionando bien, cumplen perfectamente su labor y tienen que amortizarse.
- La Agricultura de Precisión requiere de una importante estructura multidisciplinar a nivel técnico (químicos, agrónomos, especialistas en GPS, informática, GIS, etc.) a las que muy pocas explotaciones tiene acceso. No obstante de cara al futuro es perfectamente posible que las asociaciones, cooperativas y organizaciones agrarias desarrollen este tipo de estructuras o bien que empresas privadas ofrezcan servicios de esta naturaleza.
- Actualmente ya se dispone en nuestro país de los medios necesarios para poder aplicar la Agricultura de Precisión. En efecto, tenemos correcciones diferenciales vía satélite ("OMNISTAR"), que simplifican mucho el manejo del DGPS y existen en el mercado equipos combinados GPS - GIS respaldados por marcas comerciales, que garantizan su puesta a punto y su mantenimiento.

Por lo tanto estas nuevas tecnologías no pueden implantarse de forma masiva en un plazo corto. Pero lo que sí parece probable es que dada su extraordinaria potencialidad vayan entrando de una forma gradual en el campo. Además como el número de agricultores se va reduciendo de forma muy rápida con el consiguiente incremento de la superficie media por explotación y las condiciones de nuestra agricultura varían mucho dentro de un mismo entorno, quiere decirse que para conocer bien las características de la tierra, hay que recurrir a un soporte informático que recoja los distintos eventos. Y como se trata de hacer esto durante varios años, tal vez sea ahora el momento ideal para empezar a elaborar el primer mapa de cosechas. Hacer esto es relativamente fácil y si de aquí a unos años disponemos de una buena serie histórica de datos, cuando se implante plenamente la Agricultura de Precisión llevaremos mucho terreno ganado.

Obviamente no vamos a cambiar de cosechadora ni a colocar en la máquina antigua de la explotación unos medidores de mies conectados a un complicado y costoso equipo informático. Pero sí que es posible incorporar en dicha máquina un equipo GPS de código en postproceso, de fácil manejo y coste muy asequible. De esta manera, además de poder medir con exactitud la superficie de cada parcela al dar la primera vuelta, si se programa el entorno de características del programa del GPS de modo que durante la marcha el maquinista pueda introducir algunos eventos (producción aproximada, malas hierbas, etc.), estamos empezando a elaborar un GIS, cuya información va a ser muy útil en el futuro.



Cosechadora antigua equipada con un GPS de código "March II" y un scanner.

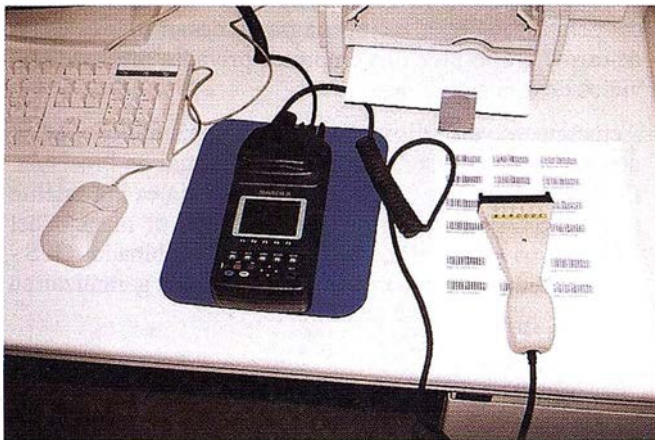


Imagen del Sistema GPS March II distribuido por GRAFINTA, S.A. realizando la importación de atributos identificados mediante códigos de barras.

La introducción de datos puede hacerse directamente desde el teclado, pero su manipulación sobre una máquina en movimiento y con vibraciones plantea bastantes problemas, aparte de que la atención del maquinista no puede distraerse durante demasiado tiempo en la escritura de una palabra. Desde luego, como el número de situaciones a considerar es reducido, cabe la posibilidad de establecer una equivalencia entre una sola letra y cada evento concreto, aunque en este caso hay un gran riesgo a equivocarse.

El método que mejor funciona consiste en rotular previamente con la impresora unos códigos de barras con las características que luego van a manejarse en el campo. Ya en la cosechadora, pasando un sencillo scanner de mano sobre el código correspondiente a cada dato, se produce un registro automático del mismo, sin que apenas tenga que distraerse en ello la atención del conductor.

5. Otras aplicaciones del DGPS en la agricultura

Puesto que la actividad agraria se desarrolla sobre grandes extensiones de terreno, resulta lógico que una técnica de posicio-

namiento en tiempo real, lo suficientemente precisa, económica y de fácil manejo, como es el DGPS, tiene que encontrar una gran cantidad de aplicaciones. Citamos algunas de ellas:

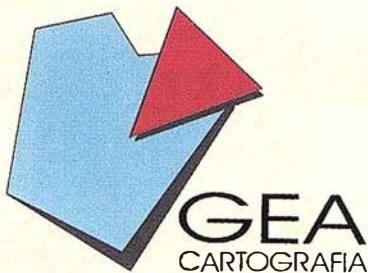
- Apertura de zanjas y localización posterior de tuberías enterradas, drenajes, etc.
- Ayudas para colocar con precisión las tuberías de riego en un sistema de cobertura total y para su exacta localización al retirarlas.
- Colocación de señales en el terreno para facilitar la aplicación de tratamientos aéreos o terrestres.
- Empleo de sistemas informatizados de navegación en los que se introducen los datos de la parcela y del apero (por ejemplo un pulverizador de gran anchura de trabajo), y donde una vez preñada la trayectoria que ha de seguir el tractor, un panel en la cabina del operario alimentada por un DGPS informa acerca de la posición actual y de la desviación con respecto a la trayectoria idónea. Sus aplicaciones están más enfocadas dentro de los tratamientos aéreos, pero puede ser muy útil en los terrestres cuando la anchura de trabajo del apero y el estado del cultivo son tales que no se ve la rodada que deja la pasada anterior.
- Pilotos automáticos para guiar un artefacto por el campo sin la presencia del conductor ni de ningún tipo de guía.

De momento se han aplicado estos sistemas ya a nivel comercial en los pivots longitudinales. Los primeros modelos funcionaban siguiendo una guía a modo de rafi, luego se sustituyó dicha guía por un cable enterrado y un detector electromagnético de su posición y ahora se puede eliminar todo tipo de referencia en el suelo y sustituirla por un GPS. Como la velocidad de un pivot es muy pequeña (normalmente entre 1 y 15 metros a la hora) y la trayectoria es recta, se dispone de muchos puntos de referencia y el GPS controla muy bien la trayectoria.

Más complicado es el control automático de un tractor sin la presencia del conductor. Aquí la velocidad es mucho mayor (entre 4 y 10 Km por hora), influye la forma de la parcela, la manera de hacer el laboreo y el propio apero. Nosotros estamos trabajando en esta línea de investigación y dejamos ya para un próximo artículo un informe sobre este tema.

6. Bibliografía

- CANON, M.E. and LACHAPPELLE, G. "Development and results o a precision farming system using GPS and GIS technologies". Revista Geomática. Vol. 51, No. 1, 1997.
- PENNEY, D.C. and GODDARD "Precision Farming: Yield terrain and fertility mapping with Global Positioning. University of Saskatchewan, 1995.
- SANEI, A. and YULE, J.I. "Accuracy of yield mapping systems: The effects of combine harvester performance". International Conference on Agricultural Engineering. Madrid, septiembre, 1996.
- STAFFORD, J.V. and BOLAM, H.C. "Improving the reality o position resolution using GPS for precision agriculture" International Conference on Agricultural Engineering. Madrid, septiembre, 1996.



GEA S.A., es una empresa que centra su desarrollo profesional en el ámbito de la Topografía y la Cartografía.

Sus objetivos dentro de estos campos son los de cumplimentar un servicio técnico cualificado y extenso en labores tanto fotogramétricas, cartográficas, de topografía clásica convencional o de precisión.

GEA S.A., es una empresa creada con carácter independiente, con intenciones de colaboración con los sectores públicos y privados.

ACTIVIDADES

La experiencia y capacidad actual de GEA abarcan los siguientes campos de actividad:

FOTOGRAMETRÍA.

CARTOGRAFÍA.

TOPOGRAFÍA CLÁSICA.

TOPOGRAFÍA DE PRECISIÓN.

LEVANTAMIENTOS ESPECIALES.

Dentro de cada una de esta áreas, las actuaciones habituales de GEA cubren todas las etapas de colaboración que se precisan.

GEA CARTOGRAFÍA C/. Real, 27
41920 San Juan Aznalfarache-SEVILLA

Tel. (95) 476 28 70

Fax. (95) 476 28 33

RUGOMA S.A.

- Cartografía en formato digital
- Tratamiento de archivos CAD (dxf, dgn...) y PostScript, generando separaciones de color en fotolitos para su posterior publicación
- Mapas digitales interactivos
- Edición de atlas, guías, callejeros
- Cartografía temática, mapas mundi, planos turísticos
- Mapas en relieve
- Laboratorio Técnico Fotográfico

Conde de la Cigera, 4 local 6

Tel.: 553 60 27 - 553 60 33

Fax: 534 47 08

28040 MADRID

RDSI: 456 11 00

E-Mail: rugoma@rugoma.com

Internet: <http://www.rugoma.com>

PROCESAMIENTO DE IMÁGENES AVHRR CON FINES GEOLÓGICOS EN LA PENÍNSULA IBÉRICA

D. Gustavo Hernández Domínguez.
Ingeniero Técnico en Topografía.

Colaboradores:

D. Santiago Orneño Villajos.

D. Miguel Angel Manso Callejo.

E.U.I.T. Topográfica. UPM (Madrid).

1. INTRODUCCIÓN

El estudio que a continuación se describe forma parte de un proyecto realizado con la finalidad de analizar la potencialidad de las imágenes del sensor AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer), para el estudio del fenómeno de la Inercia Térmica sobre la Península Ibérica y sus propiedades respecto a la diferenciación litológica.

El proceso general de este estudio consistió, primeramente, en la elaboración de un programa informático (Fig. 1) en lenguaje C que fuera capaz de extraer las diferentes bandas del fichero solicitado a la organización NOAA a través de Internet, y transformarlas a formato RAW así como de extraer otros registros que en dicho fichero se encuentran, también, almacenados. Tras solicitar las dos imágenes empleadas (del 22/10/96) y obtener las bandas necesarias para el cálculo de la Inercia Térmica, se procedió a comparar dicha imagen con otros documentos cartográficos que hacen referencia a la litología peninsular, para obtener las conclusiones acerca de dicho fenómeno.

2. NOAA Y EL SENSOR AVHRR

El sensor AVHRR se encuentra actualmente a bordo de los satélites de órbita polar NOAA-12 y NOAA-14 gestionados por la organización NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) con sede en Estados Unidos. Debido al tipo de órbita que mantienen ambos satélites simultáneamente, ofrecen una cobertura total del planeta y dos imágenes al día (una nocturna y otra diurna) por cada uno de los satélites, realizando los pasos por los diferentes lugares a las mismas horas todos los días: 08:00 y 20:00 GTM el NOAA-12 y 02:15 y 14:15 GMT el NOAA-14 aproximadamente sobre la Península.

Se trata de un sensor transversal con cinco bandas espectrales:

BANDA	INTERVALO (μm)	REGIÓN ESPECTRAL
B1	0.58-0.68	VISIBLE
B2	0.72-1.10	IR PRÓXIMO
B3	3.55-3.93	IR MEDIO
B4	10.30-11.30	IR TÉRMICO
B5	11.50-12.50	IR TÉRMICO

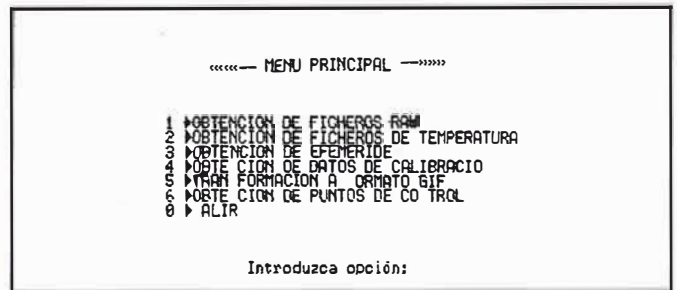


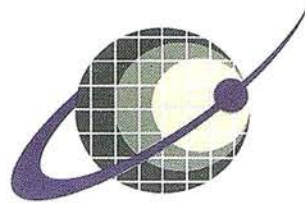
Fig. 1. Programa realizado en el proyecto

La resolución que el sensor ofrece es de 1.1 Km fundamentalmente, aunque también ofrece imágenes con una resolución de 4.4 Km derivadas de un remuestreo de las anteriores. El modo de transmisión de estas imágenes es en tiempo real para resoluciones de 1.1 Km (imágenes HRPT), aunque también se graban a bordo y son transmitidas más tarde (imágenes LAC), mientras que las de resolución de 4.4 Km (imágenes GAC) (empleadas en este proyecto) también se graban y se transmiten con posterioridad.

Un aspecto importante de estas imágenes es la posibilidad de adquirirlas de forma gratuita mediante la instalación de una antena receptora de la señal VHF en la que se emite esta información, o bien realizar un pedido vía Internet a la propia organización NOAA. Asimismo la resolución radiométrica de este sensor es de 1024 niveles de información (10 bits), frente a los 256 (8 bits) que habitualmente ofrecen sensores como TM, Spot, etc. Esto supone una mayor diferenciación de los diferentes valores radiométricos que llegan al sensor con las ventajas que ello supone.

3. GEORREFERENCIACIÓN

Una de las novedades en el empleo de estas imágenes es que el propio sensor calcula coordenadas geográficas para muchos de los pixels de la imagen, las cuales son almacenadas en el fichero pedido a NOAA. Como orientación, en una imagen GAC de la Península Ibérica se pueden obtener del orden de unos 1000 puntos de control, pudiendo cuadruplicarse este número para el caso de las imágenes LAC. El programa informático realizado en el proyecto extrae la relación de puntos de control con sus coordenadas imagen (fila y columna) y coordenadas terreno (las geográficas transformadas a Lambert) en forma de fichero texto compatible con el programa IDRISI. El proceso de georreferenciación dura unos 5-10 minutos en el caso de las imágenes LAC, siendo algo menor en el caso de las GAC. Se realizó un ajuste polinómico de tercer grado debido a las enormes deformaciones de las imágenes, a causa sobre todo de la esfericidad terrestre y a la perspectiva oblicua de la toma. Los resultados obtenidos (Fig. 2) fueron excelentes ya que el 99% de los residuos del



IBERSAT S.A.
PIONEROS EN ESPAÑA
EN TELEDETECCION

NUESTROS
SERVICIOS Y PRODUCTOS

- AGRICULTURA
 - MEDIO AMBIENTE
 - ORDENACION DEL TERRITORIO.

- SOFTWARE DE ULTIMA GENERACION PARA EL PROCESADO DIGITAL DE IMAGENES. Vrs. UNIX y PC.

- GEOLOGIA
 - PROCESOS EROSIVOS
 - EXPLORACION MINERA.

- SISTEMA DE TRATAMIENTO DE IMAGENES Y CREACION DE MAPAS.

- MODELOS DIGITALES DEL TERRENO.

- IMAGENES DE SATELITE: LANDSAT, TIROS/NOAA, ERS, JERS, MOS, etc.

- CALIDAD DE AGUAS LITORALES.

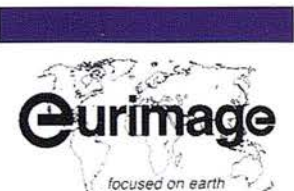
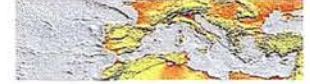
- IMAGENES RUSAS DE LAS LANZADERAS REOURS F. (hasta 2 metros de resolución).

- CARTOGRAFIA TEMATICA.
 - INTEGRACION GIS - DBMS.

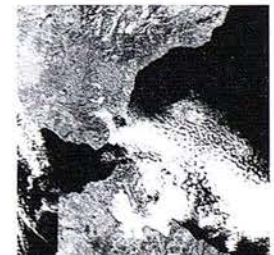
- QUICK LOOKS ON LINE VIA INTERNET.

ER Mapper

Helping people manage the earth



Resours - F



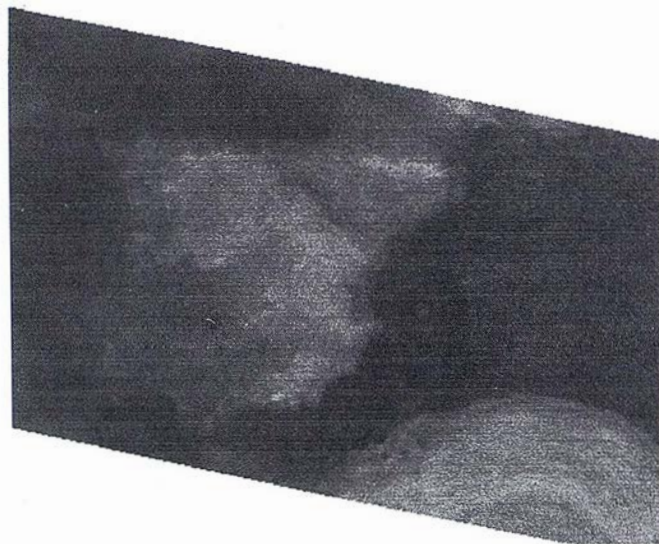


Fig. 2. Banda 5 georeferenciada de la Imagen nocturna.

ajuste no sobrepasaron el valor de 1 pixel, y el error medio cuadrático fue de 0.25 y 0.40 pixels para las dos imágenes empleadas en el proyecto.

4. CÁLCULO DE LA INERCIA TÉRMICA

La inercia térmica se define como la capacidad de un elemento de cambiar su temperatura interior ante los cambios térmicos producidos en el exterior. Su expresión es $P = \sqrt{\rho K C}$ donde ρ es la densidad, K la conductividad y C la capacidad térmica del objeto. Como se puede ver, las diferentes magnitudes que facilitan el valor de la inercia térmica, solo se pueden obtener mediante métodos de estudio directos con el material, y por tanto, incompatibles con la Teledetección. Pero existe otra magnitud que expresa este mismo fenómeno y que puede ser calculado por métodos de Teledetección, es la denominada Inercia térmica Aparente, mediante la cual se hace una estimación del valor de la Inercia térmica Aparente, mediante la cual se hace una estimación del valor de la Inercia

térmica. Su expresión es $ITA = \frac{1 - a}{\Delta T}$, donde $(1 - a)$ representa

la cantidad de energía absorbida por el material, siendo 'a' el albedo (energía reflejada), y ΔT representa la energía perdida en forma de incremento de temperatura experimentado por el material, del día a la noche. Esta es la razón de que se hiciera necesario el empleo de dos imágenes con un intervalo de 12 horas, y al mismo tiempo que se obtuvieran en las horas centrales del día y de la noche, lo cual satisface completamente el satélite NOAA-14 para la zona de la Península. Analizando pues, por un lado la cantidad de energía absorbida durante el día por la acción de la radiación solar, y por otro la cantidad perdida de esa energía (que el material *emite* en la región del térmico) por la noche, en forma de incremento de temperatura, obtenemos los diferentes valores de inercia térmica aparente de los distintos materiales. La principal característica de esta magnitud es su estrecha relación con el valor de la densidad del material a estudiar. A mayor valor de la densidad, mayor valor de inercia térmica, y viceversa. La inercia térmica ha de interpretarse como el nivel de difi-

cultad con el que un material puede cambiar su temperatura ante los cambios externos a él; es decir, un material relativamente denso como un granito (alta inercia térmica) es más difícil hacerle cambiar su temperatura que a otro material menos denso como una arcilla (baja inercia térmica), precisamente por su bajo grado de cohesión interno. El primero absorberá cierta cantidad de energía durante el día que la guardará en forma de calor, y la perderá en cierta proporción durante la noche (pequeño ΔT), haciendo la relación de valores energéticos alta, mientras que en el segundo caso, el material absorberá mayor cantidad de energía (debido a su baja cohesión) durante el día, que perderá casi en su totalidad por la noche (gran ΔT), resultando un valor de inercia térmica bajo. En definitiva, lo que esta propiedad permite es diferenciar materiales de diferentes densidades (Fig. 3).

A la vista de la imagen de inercia térmica obtenida se pueden apreciar aquellas zonas con valores más altos (zonas claras) correspondientes a zonas con litologías más densas (aquellas donde existan afloramientos rocosos compactos).

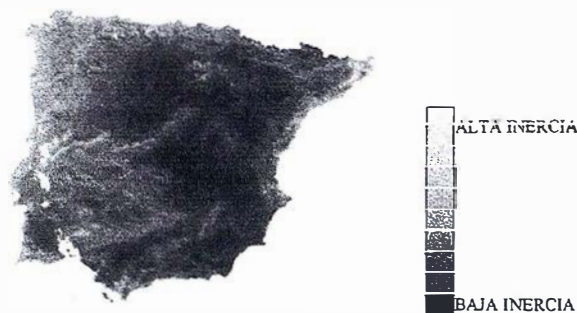


Fig. 3. Imagen de Inercia térmica de la Península Ibérica.

Un aspecto a tener muy en cuenta es la influencia de la vegetación y la humedad en el valor de la inercia térmica. Como se puede ver en la figura 4, el valor de la temperatura que se manifiesta durante el día es la de los suelos, que es la que registra el sensor, pero durante la noche, son la vegetación y las zonas húmedas las que suelen tener un valor más alto de la temperatura. Si nos encontramos ante una zona de vegetación importante, la temperatura nocturna registrada por el sensor será la de esa vegetación, más alta que la del suelo, resultando finalmente un incremento de temperatura menor que el real y un valor más alto de inercia térmica, dando a entender que la zona presenta suelos con alta densidad. Por esta razón el estudio de la inercia térmica ha de aplicarse a aquellos afloramientos rocosos escasos de vegetación para evitar este problema.

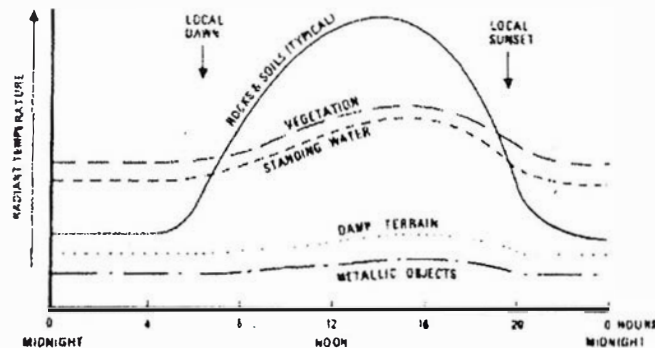


Fig. 4. Influencia de la vegetación y la humedad.

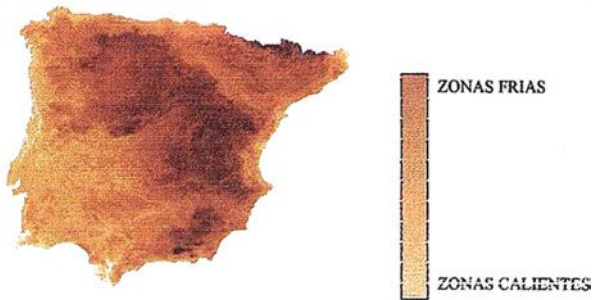


Fig. 5. Imagen térmica nocturna de la Península Ibérica.

5. OBTENCIÓN DE TEMPERATURAS

Como se ha visto anteriormente, para el cálculo de la inercia térmica se hace imprescindible el cálculo del valor de la temperatura para cada uno de los pixels de la imagen (Fig. 5). Para ello se recurre a la conocida Ley de Planck, que ordenada debidamente, nos facilita el valor de la temperatura de un elemento conocida la longitud de onda (λ) en la que emite su radiación, y el valor de la

radianza (M) para ese mismo objeto,

$$T = \frac{C_2 \lambda}{\ln \left(1 + \frac{C_1 \lambda^3}{M} \right)}$$

con C_1 y C_2 constantes.

De este proceso se encarga igualmente el programa informático realizado, extrayendo los datos de calibración necesarios, que también se encuentran en el fichero solicitado, y calculando el valor final de la temperatura para cada uno de los pixels de la imagen a transformar (banda 5 de las dos imágenes). Para el valor final de la temperatura y hechas las

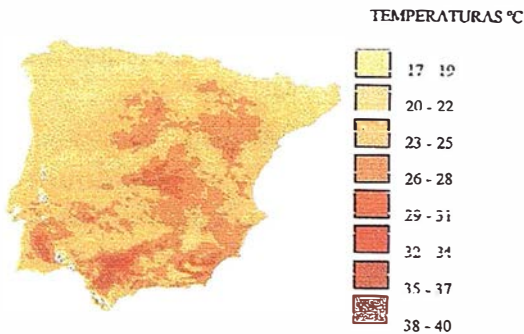


Fig. 6. Valores térmicos diurnos a las 14:13 GMT.

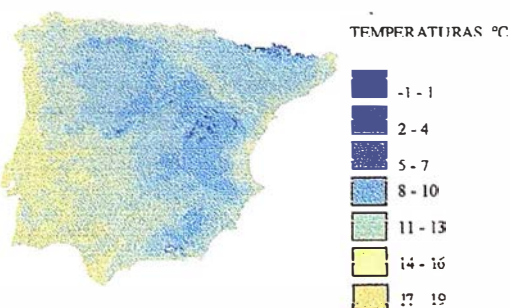


Fig. 7. Valores térmicos nocturnos a las 02:47 GMT.

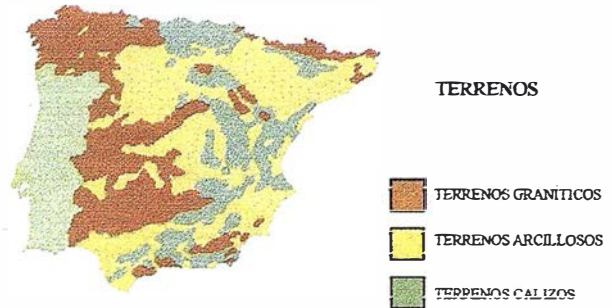


Fig. 8. Documento compilado.

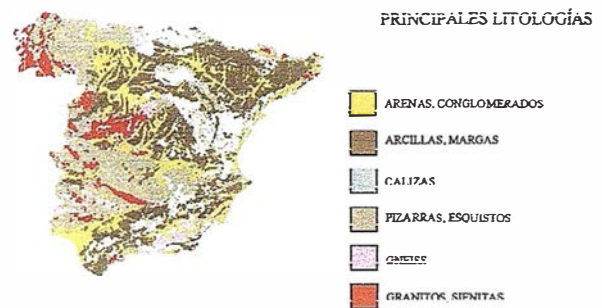


Fig. 9. Documento reclasificado.

correspondientes correcciones, el sensor AVHRR ofrece una precisión de 0.12°K en su valor definitivo.

La otra componente que falta ahora para el cálculo de la inercia térmica es la imagen de albedo, que se halla mediante la banda 1 de la imagen diurna, empleando los datos de calibración extraídos para esta banda del fichero original. Como herramienta adicional al programa se añadió una opción con la que la imagen de temperaturas se transforma al formato gráfico GIF, para analizar la distribución espacial de los diferentes valores térmicos dentro de la península, haciendo corresponder una paleta adecuada en cada caso (Fig. 6-7).

6. COMPILACIÓN CARTOGRÁFICA

A continuación se procedió a compilar documentos cartográficos que hicieran referencia a la litología del conjunto peninsular, con los que contrastar la información del documento de inercia térmica obtenido anteriormente. Para ello se escanearon, georreferenciaron y trataron digitalmente dos documentos. El primero de ellos (Fig. 8) hace referencia al tipo de suelos en la Península: suelos arcillosos, graníticos y calizos.

El segundo es un mapa geológico de la Península Ibérica que después se reclasificó con la ayuda de otro documento litológico a escala 1:500.000 (4 hojas), para obtener finalmente un documento litológico de la Península (Fig. 9), considerando la relación que existe entre geocronología y litología.

Por otra parte, como se ha visto la relación tan directa que existe entre la densidad y la inercia térmica se volvió a



Fig. 10. Documento reclasificado.

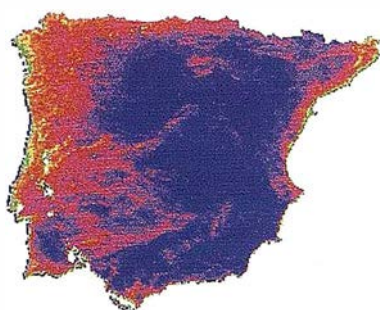


Fig. 11. Imagen de Inercia térmica reclasificada.

reclasificar el documento anterior para obtener uno nuevo en el que aparecen varios grupos de litologías (Fig. 10) con densidades muy similares.

Finalmente se procedió a realizar un análisis interrelacionado de la información con los documentos: tipos de suelos (escaneado), litológico (reclasificado) y de densidades (reclasificado), junto con la imagen de inercia térmica.

El análisis interrelacionado de la información consistió en hacer una comparación de la distribución espacial de la información de los diferentes documentos compilados con los de inercia térmica. Teniendo en cuenta el número de pixels de las clases de cada documento y analizando dentro de qué intervalos de los documentos de inercia térmica aparecen se obtuvieron las correspondientes conclusiones.

Debido al carácter continuo de los valores de inercia térmica, se reclasificó dicho documento, con el fin de tener un número limitado de valores, con los que realizar el análisis de una forma más cómoda. Se emplearon dos criterios para la asignación de los intervalos en la reclasificación (transformación del histograma); por un lado, se hizo a intervalos iguales del histograma (Fig. 11) de 0.1 %/C° mientras que otro criterio aplicado fue por mínimos relativos del histograma, por si ello pudiera significar la diferenciación de determinadas clases.

7. CONCLUSIONES

Si consideramos que el gráfico relativo al documento litológico escaneado, procede de un documento cartográfico a muy

pequeña escala y muy generalizado, tal vez las conclusiones a partir del mismo sean poco rigurosas. En este sentido preferimos considerar los gráficos obtenidos de los documentos litológico reclasificado y el de densidades, los cuales son aceptablemente coincidentes entre sí. En ambos casos se comprueba la posibilidad de discriminar litologías en dos grandes clases, una de ellas arenas más arcillas y la otra, agrupando a granitos, pizarras, calizas y gneis. Dentro de cada uno de los grupos prácticamente es imposible discriminar. La probabilidad de error al discriminar entre los dos grupos es relativamente alta.

Finalmente, se puede decir que podemos discriminar entre materiales consolidados y materiales sedimentarios, siempre teniendo en cuenta la resolución con la que se ha trabajado. Con las imágenes LAC de 1.1 Km de resolución y otras de resolución aún mucho mayor (Thematic Mapper) se podría llegar sin ninguna duda a discriminaciones mucho mayores con la metodología propuesta en este estudio. El cálculo de la inercia térmica resulta de gran ayuda en aquellos trabajos en los que realice un estudio de los valores de reflectancia de diferentes afloramientos, diferenciando aquellas litologías que presenten reflectancias similares y que no se discriminan adecuadamente con la metodología habitual.

Respecto al sensor AVHRR hay que decir que junto a su información espectral de las principales regiones del espectro, y a la enorme disponibilidad de las escenas, hacen de estas imágenes una herramienta muy interesante para la realización de multitud de estudios a nivel regional así como en la tarea de actualización de datos y análisis continuos de la información. También, la posibilidad de georreferenciar las imágenes con los puntos de control calculados por el satélite ha supuesto un ahorro de tiempo del 95% respecto a la metodología estándar, así como una mejora considerable en los errores finales de dicho ajuste.

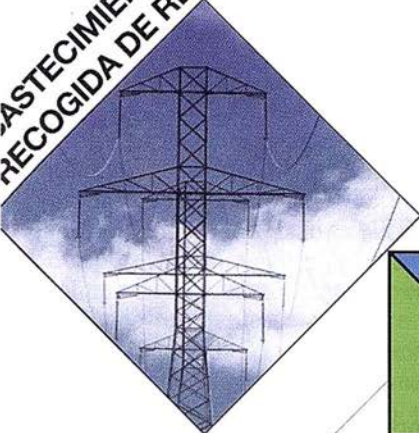
8. BIBLIOGRAFÍA

* LIBROS:

- Drury, S.A. "Image Interpretation in Geology".
- Elachi, Ch. "Introduction to the Physics and Techniques of Remote Sensing" (1987).
- Ormeño, Santiago "Teledetección fundamental" (1993). EUIT Topográfica. Madrid.
- Robinson, I.S. "Satellite Oceanography: an introduction for oceanographers and remote sensing scientists" (1994).
- Sabins, F.F. "Remote Sensing. Principles and Interpretation" (1987).
- Scanvic, J.Y. "Teledetección Aplicada" (1989).
- Teledetección en la E.U.I.T. Topográfica:
<http://nivel.euitto.upm.es>
e-mail:santi@nivel.euitto.upm.es

Creamos Contactos!

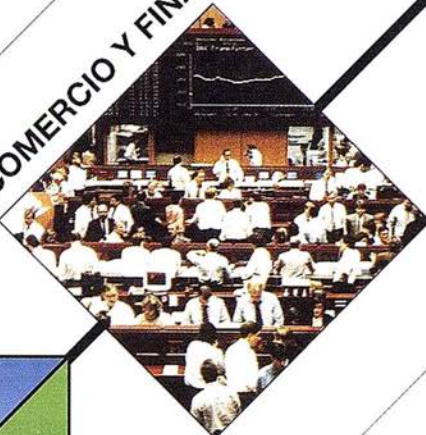
ABASTECIMIENTOS Y
RECOGIDA DE RESIDUOS



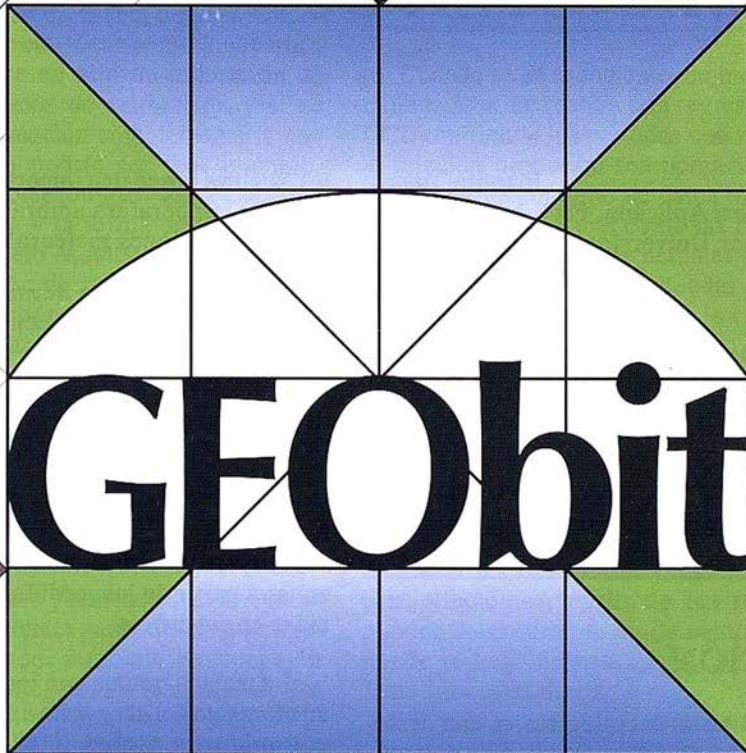
TURISMO



COMERCIO Y FINANZAS



TRANSPORTE
LOGÍSTICA



TELECOMUNICACIÓN

Salón Internacional de las Tecnologías de
la Información Espacial y la Geomática

La Geomática es una tecnología clave de alcance mundial y de vital importancia para la economía, la ciencia y la administración. Ya en el día de hoy la Geomática ofrece interesantes respuestas a los más complejos problemas de casi todas las áreas de la vida pública y de la economía. **GEObit** es una consecuencia precisamente de su creciente importancia y, a la

vez, la más completa manifestación ferial de todos los aspectos que abarca el sector. En GEObit Vd. encontrará no sólo a todos los líderes del sector, sino que también podrá sacar ventaja de un atractivo programa marco de actos informativos, conferencias y workshops. GEObit es partner de OGC (Open GIS Consortium).

Rellenar y enviar
a la siguiente dirección

Leipzig, 6 a 9 de Mayo de 1998

Me intereso por GEObit como:

- Expositor
 Visitante

Empresa _____

Nombre _____

Dirección _____

Ciudad/C.P. _____

Tel. / Fax _____

Feria de Leipzig
Representación en España
C/Ferraz, 38 -
28008 MADRID

Tel.: 5424460
Fax.: 5593079
E-mail: 101647,2611
@compuserve.com



LEIPZIGER MESSE

UTILIZACIÓN DEL INFRARROJO TÉRMICO DEL SATÉLITE METEOSAT PARA LA ESTIMACIÓN DE LLUVIA DE CARÁCTER CONVECTIVO

Joaquín Tovar.

Departamento de Física Aplicada. Escuela Politécnica
Superior Universidad de Jaén. España.
email: jtovar@ujaen.es

Javier Batlles.

Departamento de Física Aplicada. Escuela Politécnica
Superior Universidad de Almería. España.
email: jbatlles@filabres.ualm.es

Rogero Bonifacio.

Departamento de Meteorología. Universidad de Reading.
Inglaterra. email: tamsat@reading.ac.uk

los satélites posee una importancia secundaria. Sin embargo la mejor temperatura umbral puede cambiar dependiendo de las condiciones meteorológicas.

Estos hallazgos han llevado a desarrollar una técnica que utiliza la persistencia o frecuencia de nubes con determinadas características sobre una región como un indicador de la precipitación. El esfuerzo en la Universidad de Reading se ha centrado en determinar los contornos de zonas con propiedades homogéneas de precipitación, investigación del tiempo de permanencia de nubes con una temperatura crítica y la estimación posterior de precipitación a partir de los datos obtenidos por las imágenes METEOSAT. Esto supone, entre otros trabajos, la calibración de distintas zonas a partir de las medidas reales de precipitación obtenidas en superficie.

1. INTRODUCCIÓN

La utilización de satélites meteorológicos es una herramienta de primera magnitud para la estimación de parámetros que afectan directamente al clima. La posibilidad de utilización de imágenes de satélites, con una gran densidad de información espacial y con una adecuada frecuencia temporal posibilita el seguimiento en tiempo cuasi-real de determinadas variables y pueden servir de base para la obtención de parámetros que sirvan para una adecuada estimación de lluvias o para la previsión de cosechas. Además, cada vez es más manifiesta su relevancia para aplicaciones orientadas a la conservación del medio ambiente. El grupo TAMSAT de la Universidad de Reading (Inglaterra) trabaja desde hace años en la estimación de precipitaciones en lugares de África que se caracterizan por estar situadas en zonas convectivas. A tal fin han desarrollado un método sencillo de fácil aplicación basado en la medición de la temperatura en la parte superior de las nubes en series evolutivas temporales de diez días. La estimación se realiza a partir de datos METEOSAT mediante la utilización del canal infrarrojo térmico (TIR, Thermal infrared).

La investigación ha mostrado que el parámetro más importante en la determinación de las lluvias a partir del canal infrarrojo térmico es la adecuada selección de una temperatura umbral en la parte superior de las nubes para discriminar aquellas que pueden originar lluvia de las que no. Si esta temperatura umbral está bien escogida, otros parámetros obtenidos a partir de la información proporcionada por

la técnica trabaja con los promedios de tormentas para un momento del año y para un lugar, y por tanto no es factible utilizarla para escalas inferiores de tiempo y espacio del número de datos que se están promediando. La relación entre la resolución espacial y la temporal es inversa de modo que, si se integran los datos en periodos de varios días se puede trabajar con resoluciones espaciales de hasta 100 km² mientras que si se desea trabajar con valores diarios las escalas espaciales deben ser del orden de 10000 km².

Una gran ventaja de esta técnica es la facilidad de implementación. Desde 1988 está siendo utilizada por la United Nations Food and Agricultural Organisation. Recientemente se ha desarrollado un sistema de adquisición de datos y procesamiento automático de imágenes, bajo el impulso de la United Kingdom Overseas Development Administration que opera en países en vías de desarrollo con el fin de realizar estimaciones rápidas de lluvia que puedan utilizarse para previsión de cosechas, análisis de sistemas hidrológicos y operaciones de control de plagas.

Desde que comenzó a utilizarse esta técnica el área cubierta para la estimación de lluvias se ha ido incrementando. En la actualidad el calibrado se ha realizado para toda la zona del Sahel por encima del Ecuador y para una gran cantidad de territorio africano por debajo del mismo. En general los resultados son mejores sobre áreas que están no influenciadas localmente por los océanos y en las estaciones donde la lluvia es más intermitente.

2. METODOLOGIA

La estimación de lluvias a partir de la estadística de nubes frías utiliza un procedimiento estadístico sencillo. A partir de una serie regular de imágenes TIR de una determinada zona se selecciona el área de estudio, y los pixels que poseen una temperatura aparente menor que una temperatura umbral predeterminada se clasifican como "nube fría". El mapa resultante se convierte en otro de estimación de lluvias, mediante unos algoritmos de calibración y si se desea, algún otro tipo de información complementaria que ayude a la estimación, como podría ser, por ejemplo, información de otro satélite meteorológico sobre esa área. Los procedimientos adoptados y la forma de los algoritmos son tratados bajo un modelo estadístico, que es calibrado mediante la comparación de las características de nubes frías y un conjunto de datos experimentales de precipitación obtenidos en superficie.

El primer paso es la adecuada calibración de las imágenes de satélite, el oportuno tratamiento para la asignación espacial de cada pixel a su área correspondiente, y las correcciones de los posibles efectos de solapamiento en los pixel como consecuencia del ángulo de visión del sensor remoto.

Para la estimación de lluvia a partir de estas imágenes deben tenerse en cuenta los siguientes parámetros, que entrañan decisiones para el procesado: intervalo de recepción entre imágenes, periodo de integración temporal de las imágenes, escala de promedio espacial, obtención de la temperatura umbral. El tratamiento final de los datos puede incorporar información adicional como puede ser la utilización del canal de vapor de agua, del canal visible o medidas actuales de precipitación. Además se hace necesaria una calibración que varía con la localización geográfica, tiempo del año, carácter de la estación, topografía y climatología local.

3. PROCESADO DE LAS IMAGENES: CALIBRACIÓN Y VALIDACIÓN

a) Determinación de una temperatura umbral (T_t)

A partir de un número suficiente de datos de duración de nubes frías (CCD, could cloud duration) y de los valores reales de precipitación obtenidos para ese mismo periodo de tiempo se construyen unas tablas de contingencia de CCD que permiten determinar el mejor valor de la temperatura umbral para que discrimine la cantidad de lluvia que se obtiene con valores de precipitación significativa. La tabla 1 muestra un ejemplo utilizado para escoger un valor de T_t para discriminar entre lluvia/no lluvia sobre un periodo de diez días para una temperatura umbral de -40° . El criterio para determinar la mejor temperatura umbral es que sea máximo el valor correspondiente a Nubes-Lluvia (con $T_t=40^\circ$) y que los errores en la tabla de contingencia (Nu-

bes-No lluvia y Lluvia-No nubes) estén lo mejor compensados posibles

	No nubes	Nubes
No lluvia	4	18
Lluvia	13	295

Cuando se ha escogido el umbral óptimo para una determinada área, se realiza una regresión sobre 10 días de los CCD omitiendo los periodos con valor 0 de CCD. Para que la relación propuesta sea operacional es esencial que se teste con un conjunto de datos independientes utilizando tablas de contingencia como las anteriores, o haciendo la regresión con los valores actuales de lluvia. La estabilidad de las regresiones son testeadas utilizando los datos de lluvia del año siguiente al de la calibración propuesta.

El procedimiento de calibración y validación tiene en cuenta el número de estaciones meteorológicas que proporciona. Si la densidad de estos es mayor puede reducirse más el área para cada calibración; se sigue el criterio de que para obtener una regresión se han de utilizar al menos 100 puntos. El mismo tipo de comparación entre lluvia estimada y valores reales permite obtener las sub-áreas en las cuales se subestima o se sobrestima los valores de precipitación. A partir de los resultados obtenidos se pueden determinar áreas de comportamiento homogéneo donde se haga necesaria una calibración distinta. La Fig. 1 muestra estas áreas.

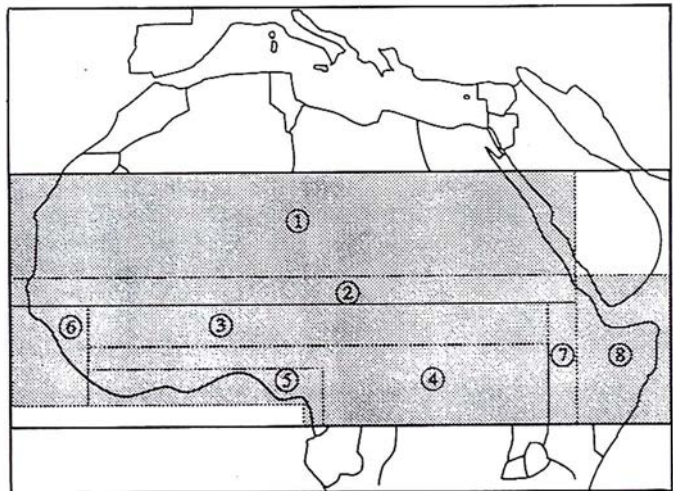


Fig. 1 Zonas de calibración homogéneas para la estimación de precipitaciones obtenidas según la metodología TAMSAT. (Adaptada de Milford and Dugdale, 1992)

b) Resolución espacio-temporal

Los satélites polares NOAA pueden ser utilizados para obtener 4 imágenes por día con una resolución espacial mejor que las que proporciona el satélite METEOSAT. Sin embargo, una gran cantidad de sucesos tormentosos donde están involucradas nubes frías tienen

una duración inferior a tres horas (Rowell, 1988), por lo que se requiere una mayor frecuencia temporal. Este es el motivo de la utilización del satélite METEOSAT. La pérdida de información debida a una menor frecuencia temporal en la recepción de imágenes es relativamente pequeña en si el incremento temporal es inferior a dos horas pero esta pérdida se incrementa significativamente al aumentar este tiempo (Milford et al., 1992).

Como para la calibración se depende de los datos de precipitación que suelen leerse diariamente, la máxima resolución temporal posible para la estimación de lluvias es la diaria. La dispersión de los valores obtenidos para predicciones diarias es en cualquier caso elevada debido fundamentalmente a la naturaleza de la lluvia y también porque la caída de lluvia puede suceder sobre un pixel adyacente al que se estimó mediante el CCD. Promediando sobre un tiempo grande o sobre un área grande se mejora substancialmente el ajuste de las estimaciones al suavizarse la variabilidad en pequeña escala, pero el límite que es aceptable en el incremento de estos parámetros depende también de las aplicaciones. Para aplicaciones de climatología agrícola se aceptan habitualmente datos promediados sobre diez días.

4. UTILIDAD DE LAS ESTIMACIONES Y OTRAS APLICACIONES

Una importante aplicación de las estimaciones de lluvias es la posibilidad de alerta ante la posibilidad de épocas de hambruna como consecuencia de sequías prolongada (Food Early Warning Systems) si aparecen, por ejemplo, dos o más décadas de sequías posteriores a la época de plantaciones. En estos casos convendría identificar precipitaciones superiores a 15 mm sobre las zonas en observación. Para algún tipo de agricultura el conocimiento de lluvia durante la época de crecimiento puede ser determinante de las disponibilidades alimenticias. Dos o tres décadas sin precipitaciones pueden alertar a las autoridades ante una potencial mala cosecha.

Otra aplicación interesante del algoritmo CCD está orientado a la hidrología. Las estimaciones de lluvia diarias pueden servir de entrada para modelos hidrológicos donde se tenga en cuenta la topografía del terreno. En la actualidad se está trabajando en un modelo que proporciona estimaciones ajustadas. Para ello se están utilizando imágenes de NOAA de las que se extrae información adicional que es procesada junto con las estimaciones hechas a partir de la metodología CCD (Grimes, 1992).

Los modelos de biomasa extensiva necesitan información de los valores de precipitación. La determinación de lluvias en la escala que propone esta metodología es apropiada para utilizar predictores de NDVI (Normalized Difference Vegetation Index)

La combinación de los datos de METEOSAT con los datos obtenidos por el satélite NOAA y datos de microondas obtenidos a partir del SSM/I se están utilizando para estudios de vegetación y humedad del suelo. Estos estudios tienen en cuenta las estimaciones de precipitaciones realizadas a partir del sistema TAMSAT (Bonifacio et al., 1992).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bonifacio, R., Dugdale, G., and Milford, J.R. (1993) Sahelian rangeland production in relation to rainfall estimates from METEOSAT. *Int. J. Remote Sensing*, 14, 2695-2711
- Bonifacio, R., Dugdale, G., and Milford, J.R. (1992). Combination of Meteosat data with NOAA AVHRR VIS and NIR data and with SSM/I microwave data for studies of vegetation and soil moisture over Sahelian West Africa. 9th Meteosat Scientific User's Meeting at Locarno. Switzerland. 14-18 September 1992
- Dugdale, G., Hardy S. and Milford, J.R. (1991). Daily catchment rainfall estimated from METEOSAT. *Hydrological Processes*, 5, 261-270.
- Flitcroft, I.D., Milford, J.R. and Dugdale, G. (1988) Relating point to area average rainfall in semiarid west Africa and the implications for rainfall estimates derived from satellite data. *Journal of Applied Meteorology*, 28, 252-266.
- Grimes, D. (1992) Application of satellite based rainfall estimates to hydrology. Proc. OSS Workshop. Niamey Apl. 1992.
- Milford, J. R. and Dugdale, G. (1992) The operational TAMSAT rainfall estimation system. Proc. OSS Workshop. Niamey Apl. 1992.
- Milford, J.R., McDougall, V.D. and Dugdale, G. (1994) Rainfall estimation from cloud duration: Experience of the TAMSAT group in west Africa. Acts of the Niamey Workshop, 1-3 December 1994.
- Prince, S.D., Justice, C.O., Los, S.O. (1990) Remote Sensing of the Sahelian Environment. Commission of the European Communities.
- Snijders, F.L. (1991) Rainfall monitoring based on Meteosat data. *Int. J. Remote Sensing*, 6, 1331-1349

YSM Y TIN/CIP

Ortofoto e Interpolación
de curvas

DiAP

Restituidor Digital

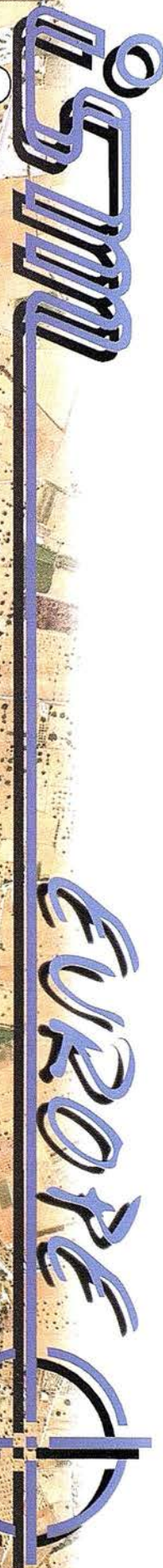
Más de 40
Restituidores Digitales
instalados en España

ATM

Modulo de
Aerotriangulación

XL VISION

Escáner Fotogrametrico



IsmEurope S.A
Passeig Fabra i Puig, 46
08030 Barcelona
www.ismeurope.com

Tel : 34 3 274 27 31
Fax: 34 3 274 07 05
Email: sales@ismeurope.com

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

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

1. INTRODUCCIÓN

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

2. ESTRUCTURA GENERAL DE LA INFORMACIÓN DE ENTRADA

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

2.1. Información alfanumérica

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

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

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

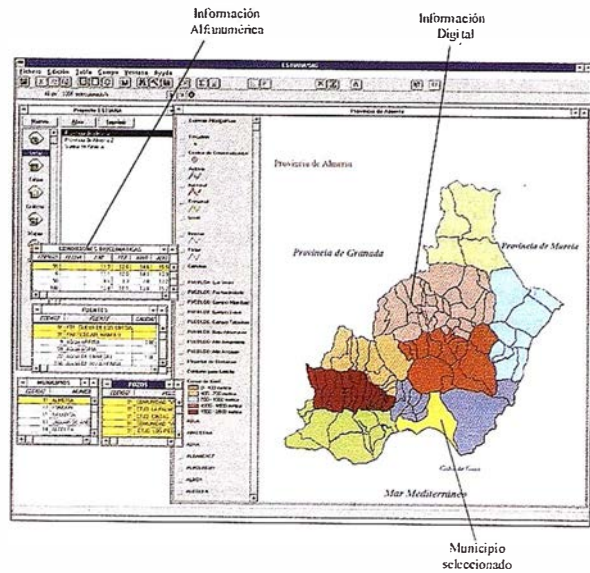


Figura 1.- Ejemplo de representación de Información alfanumérica

2.2. Cartografía Digital

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

La información digitalizada aparece desglosada en los siguientes grupos:

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

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

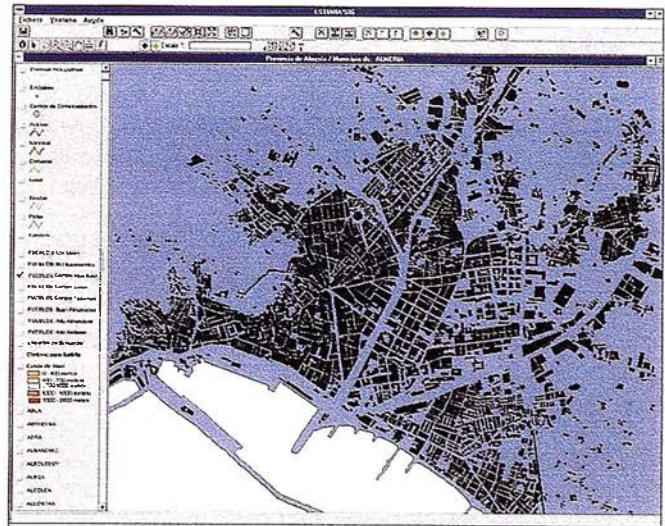


Figura 2.- Núcleo urbano de Almería

2.3. Imágenes de satélite

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

Los detectores almacenan la radiación electromagnética en siete bandas:

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

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

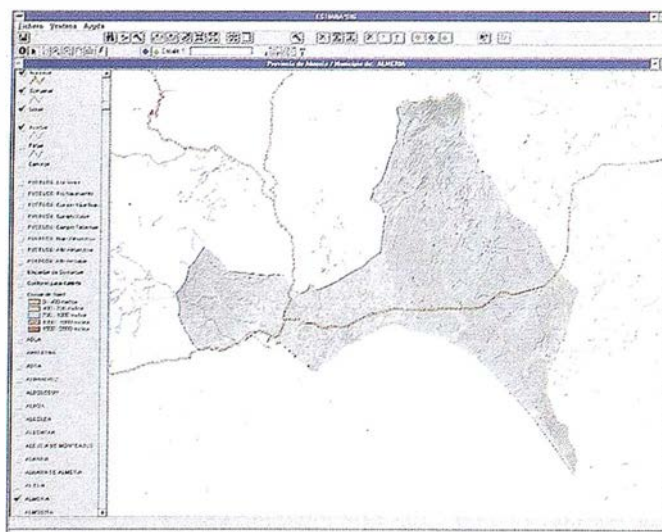


Figura 3.- Ejemplo de representación de imagen de satélite del término municipal de Almería

2.4. Información fotográfica

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

Algunos ejemplos del uso de las imágenes fotográficas pueden ser:

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

3. ESQUEMA GENERAL DEL TRABAJO DESARROLLADO

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

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

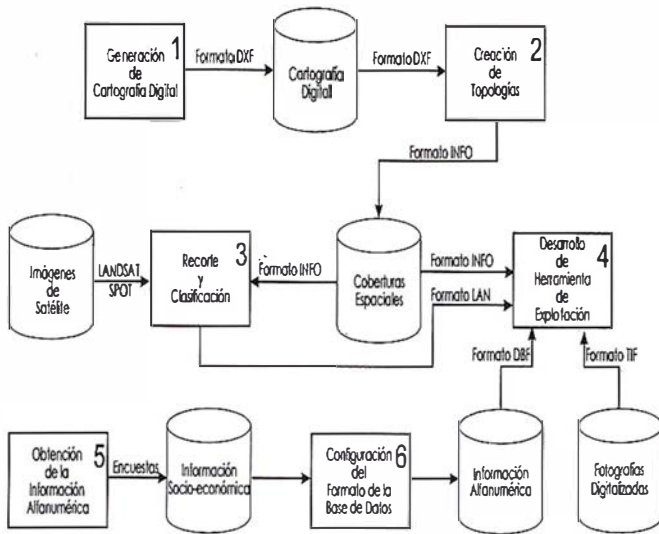


Figura 4.- Esquema de trabajo relacionado con el desarrollo de ESTIARA*SIG

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

4. CARACTERÍSTICAS DE ESTIARA*SIG

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

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

Las características más relevantes de ESTIARA*SIG son:

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

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

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

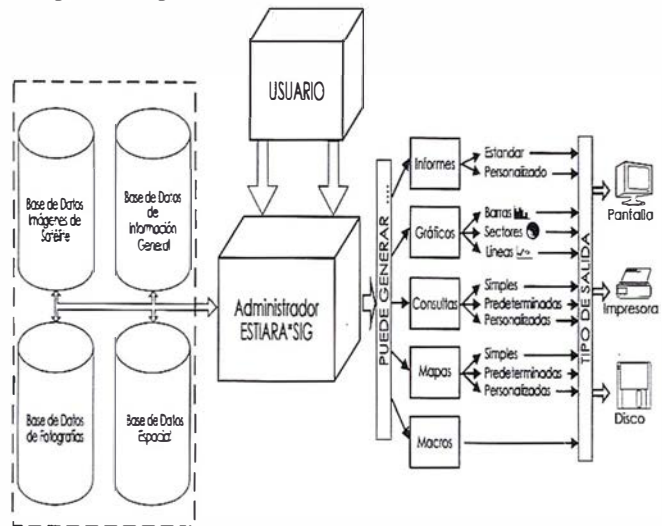


Figura 5.- Arquitectura de ESTIARA*SIG

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

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

5. ESTRUCTURA GENERAL DE LA INFORMACIÓN DE SALIDA

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

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

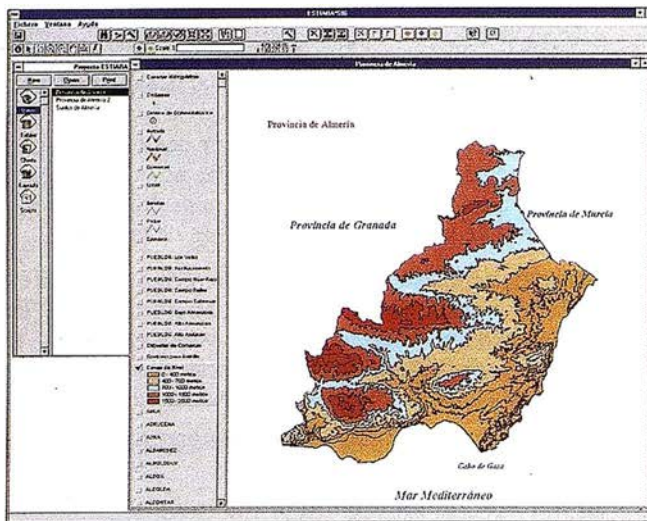


Figura 6.- Ejemplo de vista en ESTIARA*SIG. Curvas de nivel

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

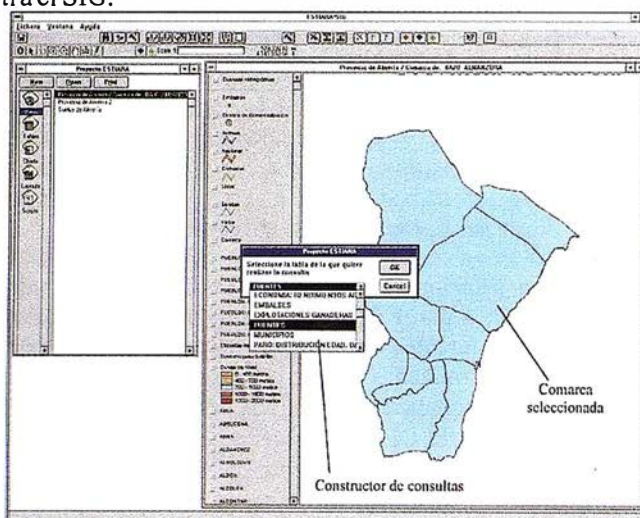


Figura 7.- Ejemplo del constructor de consultas en ESTIARA*SIG. Selección con el constructor de la información socio-económica deseada de la comarca BAJO ALMANZORA. Recorte previo de la comarca.

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

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

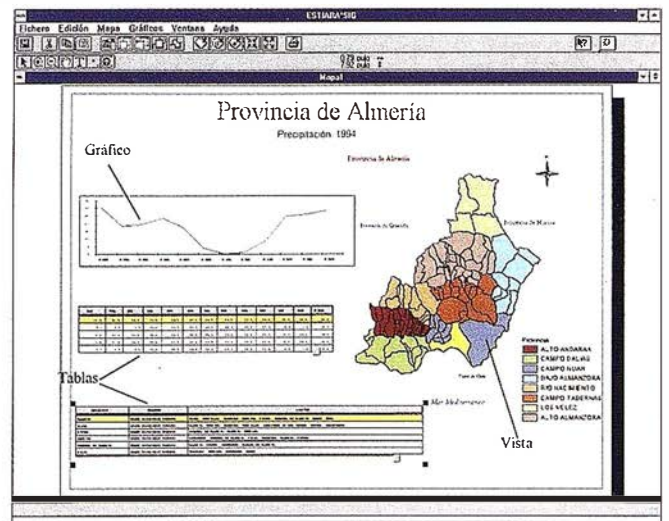


Figura 8.- Ejemplo de mapa en ESTIARA*SIG. Selección del término municipal de Almería junto con la información en forma de tabla de las condiciones bioclimáticas y límites del municipio, además de la representación de dichas condiciones en forma de gráfico.

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

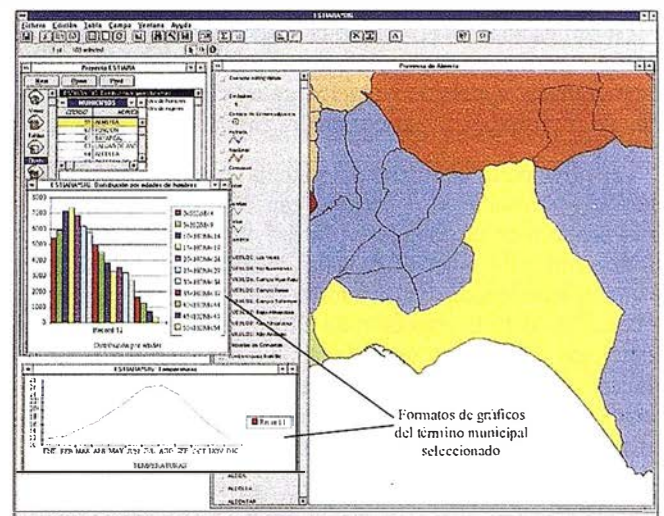


Figura 9.- Ejemplo de gráficos para el término municipal de Almería. Representación de la distribución por edades de hombres y del gráfico de temperaturas por meses para dicho municipio.

6. CONCLUSIONES

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

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

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

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

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Engel T., Jones J., Hoogenboom. *Spatial analysis and visualization of DSSAT crop simulation results using ArcGIS/WIN*. ICCTA'96 /VIAS/NNAA congress on ICT applications in Agriculture, pag. 397-402, Wageningen, June 16-19, 1996.
- Díaz J.R., Ayala R.M., Bienvenido J.F., Becerra A., Iribarne L.F., Bosch A. *Study of the Basic Components of Rural Space within the Framework of the Agricultural Districts of Almería*. Risk Management Strategies in Agriculture. EUNITA-Seminar. Enero 7-10, 1996. Wageningen, Holanda.
- Iribarne L.F., Ayala R.M., Becerra A., Bienvenido J.F., Bosch A., Díaz J.R. *Metodología para el manejo y gestión del SIG ESTIARA: Una aplicación para la toma de decisiones en desarrollo rural*. Consejería de Agricultura y Pesca, Junta de Andalucía. 1995.
- Lorentzos N., Sideridis A., Yialouris C., Kollias V. *An integrated spatiotemporal system*. ICCTA'96 /VIAS/NNAA congress on ICT applications in Agriculture, pág. 462-467, Wageningen, June 16-19, 1996.
- Magnusson B. and Söderström M. *Combining crop growth models and geographical information systems for agricultural management*. Acta Agric. Scand. Sect. B. Soil and Plant Sci. 44, 65-74, 1994.
- Marceau D.J., Marois C., Guindon L. *Integrating multi-source spatial data in a GIS to study the land-use change in a rural-urban fringe*. GIS World, 2 Vol. 1995.
- Nielen M., Jalvingh A., Dijkhuizen and Lattuada R. *A geographical information system application for animal health management*. ICCTA'96 /VIAS/NNAA congress on ICT applications in Agriculture, pág. 393-395, Wageningen, June 16-19, 1996.
- Worral L. *Spatial analysis policy using Geographic Information Systems*. Londres, Belhaven Press. 1991.

Autodesk integra sus productos GIS con la tecnología SDC (Spatial Data Cartridge) de Oracle

Para mejorar la gestión, seguridad y escalabilidad de las transacciones GIS

Autodesk está colaborando estrechamente con Oracle Corp. con el objetivo de integrar su familia de productos de cartografía y Sistemas de Información Geográfica (GIS) con la tecnología Spatial Cartridge de Oracle, combinando los atributos y la información espacial en una única base de datos. Esta integración proporcionará a los usuarios de productos GIS de Autodesk mejoras en el funcionamiento, la seguridad y la gestión de transacciones GIS corporativas y departamentales.

Autodesk ha anunciado para el próximo verano la integración de Autodesk World, AutoCAD Map y Autodesk MapGuide con Oracle 8.33. El desarrollo del interfaz con Spatial Data Cartridge permitirá a los usuarios de software GIS de Autodesk operar con las principales Data Warehouses de la industria del GIS. Según estudios internos de Autodesk, la escalabilidad y seguridad de la tecnología de Oracle resultarán fundamentales para la planificación a largo plazo de las tecnologías de la información en las

industrias relacionadas con los sistemas de información geográfica.

GIS en Autodesk

Autodesk tiene una línea de productos para cartografía y GIS sobre PCs con más de 200.000 usuarios en el mundo, que responde a todas las necesidades de flujos de trabajo GIS dentro de las organizaciones, desde la creación de la información, la integración y el análisis, hasta la comunicación dentro y fuera de los límites de la empresa.

UDALPLAN

Sistema de Información Geográfica aplicado al Urbanismo y la Ordenación del Territorio de la Comunidad Autónoma del País Vasco



El Departamento de Ordenación del Territorio, Vivienda y Medio Ambiente del Gobierno Vasco ha elaborado recientemente un S.I.G aplicado al Urbanismo y la Ordenación del Territorio de la Comunidad Autónoma del País Vasco (UDALPLAN).

El Trabajo, pionero en España, consta de 2 CD-Rom con más de 1.000 Mgs de información repartidos en unos 65.000 ficheros. En ellos se incluye gran parte del contenido de los Planes Generales de Ordenación Urbana y de las Normas Subsidiarias de Planeamiento Municipal de todos los municipios de la Comunidad Autónoma.

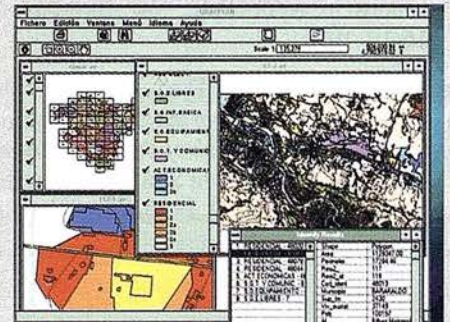
Sobre la Base Cartográfica 1:10.000 que posee el Servicio de Información Territorial del Gobierno Vasco se han incluido los distintos ámbitos de planeamiento urbanístico con una extensa base de datos asociada a cada uno de ellos.

Debido a la gran información que contiene se ha necesitado mucho tiempo para su elaboración pero el principal obstáculo ha sido no disponer de trabajos similares que pudieran servir de consulta. A pesar de todo, se ha conseguido una gran facilidad de manejo para ser útil a cualquier tipo de usuarios

Esta aplicación se ha desarrollado «a medida» sobre la base del Arc-View Data Publisher, y han colaborado para su elaboración las Empresas Idom y Estudio Atlas.

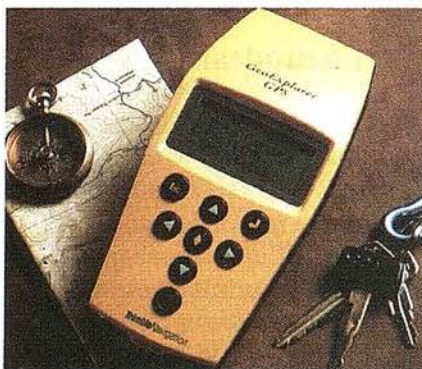
En la actualidad se está trabajando para una obtener una mejor difusión vía internet.

UDALPLAN ha tenido una gran acogida como demuestra el gran número de peticiones que se han solicitado. El precio de venta al público es de 10.000 ptas. y para su adquisición hay que dirigirse al Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco, C/ Duque de Wellington, 2 - Vitoria-Gasteiz.



OFERTA GPS PARA ENSEÑANZA

GEOEXPLORER de Trimble



SERVICIOS TÉCNICOS GORBEA, empresa distribuidora de GPS Trimble en el Norte de España, pretende acercarse al mundo de la enseñanza, y para ello presenta la oferta del receptor de señales GPS: GEOEXPLORER de Trimble especial para formación.

Con la presente oferta cualquier centro de enseñanza podrá obtener:

- El equipo habitual del receptor que consiste en un receptor de señales GPS, fácil de usar, pequeño y cómodo, junto al software para: la corrección diferencial, la planificación cartográfica, edición de mapas e informes, introducción de lista de atributos y transferencia de los datos a bases de datos GIS.

- EL EQUIPO ADICIONAL ESPECIAL PARA ENSEÑANZA donde encontrará: 25 libros «GPS: La próxima utilidad» (explicación del Sistema de Posicionamiento Global, e introducción a las formas de trabajo: absoluta y diferencial del Sistema GPS), 25 libros «Explicación sobre GPS diferencial» (explicación sobre la forma diferencial de trabajo con el Sistema de Geoposicionamiento Global) y un seminario de presentación GPS que contiene: diapositivas y apuntes.

Destacar que todo este material está pensado para lograr un perfecto conocimiento del Sistema de Geoposicionamiento Global, sin necesidad de tener conocimientos previos del Sistema y es de óptima utilización en enseñanza.

Usted, podrá ver la completa funcionalidad del producto, gracias al cd-rom interactivo que podrá conseguir al ponerse en contacto con SERVICIOS TÉCNICOS GORBEA, en el teléfono: 945-298085 ó E-mail: estuds01@saret.es.

En SERVICIOS TÉCNICOS GORBEA podrá ser informado de cualquier duda que posea respecto al Sistema GPS y de cursos de formación que la empresa realiza, dando comienzo proximamente una nueva edición de su curso: «GPS Topográfico Avanzado».

OFERTAS PARA UNIVERSIDADES

LENGUAJE DE DATOS INTERACTIVO IDL 5.0 Y ENTORNO PARA LA VISUALIZACIÓN DE IMÁGENES ENVI 3.0

Con más de trescientas licencias vendidas en España en menos de dos años en el mundo profesional y de investigación, el lenguaje de datos interactivo IDL y el entorno para la visualización de imágenes ENVI, pretende ahora introducirse en el área de la enseñanza.

Por dicho motivo, la empresa ESTUDIO ATLAS distribuidor de IDL y ENVI en España y Portugal, lanza al mercado la oferta: «Licencias de Laboratorio».

Con dicha oferta se proporciona a los centros de enseñanza de una licencia de IDL 5.0 ó ENVI 3.0, con la cuál podrán funcionar todos los equipos de informática que posea el centro en un aula o laboratorio determinado, y todo ello por un precio sumamente asequible.

Todos los centros de enseñanza se podrán beneficiar de esta oferta, acercando de esta manera su enseñanza a la realidad empresarial, y por lo tanto proporcionando a sus alumnos una de las más eficaces, actuales y útiles herramientas de trabajo.

Siguiendo en esta línea, ESTUDIO ATLAS, ha lanzado al mercado recientemente, la VERSIÓN de IDL PARA ESTUDIANTES, que brinda a los estudiantes la oportunidad de conocer y trabajar con IDL por sólo 15.000 pts.

La última acción que la empresa realiza para este importante colectivo es el regalo, previa solicitud, de un CD-ROM con el visulizador de imágenes FREELOK e imágenes comentadas de diferentes satélites de teledetección.

Para más información sobre estas ofertas, el lenguaje de programación IDL o el entorno ENVI, contacte con ESTUDIO ATLAS (Tfno: 945-298080- E-mail: estuds01@sarenet.es).

PRECISIÓN EN MEDICIONES INDUSTRIALES

ESTACIÓN NET 2 DE SOKKIA

La estación NET 2 de la marca Sokkia está pensada para trabajos donde se necesita obtener una precisión en la toma de medidas milimétrica, dando un error de mediada $\pm (0.8 \text{ mm} + 1 \text{ ppm} \cdot D)$ mm en una distancia de hasta 100 metros.

Como ejemplos de utilización que hablan por sí solos de la calidad de sus medidas podemos citar: la empresa Astilleros Españoles de Bizkaia en la construcción de barcos, la empresa Talgo en la fabricación de vagones de trenes, el museo Guehheim en la construcción de su impresionante fachada, la construcción de aviones...

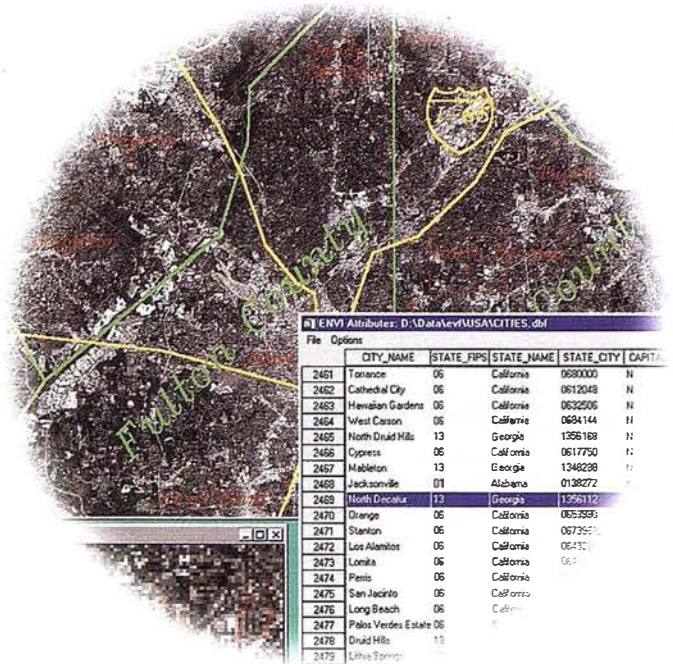
Uno de los grandes proyectos en el cual se estudia la posibilidad de utilizar esta herramienta es la obra del metro de Bilbao. Por dicho motivo, la empresa SERVICIOS TÉCNICOS GORBEA distribuidor de instrumentos topográficos Sokkia en el Norte de España e Isidoro Sánchez, realizaron el pasado día 12 de Febrero una demostración técnica en la propia obra.

Con dicha demostración los técnicos asistentes en representación de las diversas empresas que trabajan en la realización de este proyecto, quedaron convencidos de la conveniencia de este útil aparato para su trabajo y de las mejoras que su utilización podía aportar en la construcción del metro.

Para más información sobre este o cualquier aparato de la gama Sokkia, contactar con la empresa SERVICIOS TÉCNICOS GORBEA en el Norte de España (945-298085) ó con Isidoro Sánchez.

Imagine procesar sus datos multiespectrales, hiperespectrales y rádar, e integrarlos luego con datos GIS.

Todo en un único paquete.



ENVI, el software de teledetección más avanzado del mundo, ahora incluye capacidad GIS y de ortorectificación.

www.sarenet.es/atlas
Novedades y Cursos

Distribuidor para España y Portugal:

IDL

ESTUDIO
ATLAS
INGENIERÍA CARTOGRÁFICA

ENVI

Estudio ATLAS: Parque Tecnológico de Alvaro
01510 Miñano Mayor (Alava)
Tel.: (945) 29 80 80 • Fax: (945) 29 80 84
Email: estuds01@sarenet.es

LA FORMACIÓN EN S.I.G. UN PILAR BÁSICO PARA EL DESARROLLO DE LOS S.I.G.

Ignacio Munitiz San Martín.

**Responsable Formación SIG.
Área de SIG e Imagen de Cibernos
Consulting, S.A.**

INTRODUCCIÓN

Cibernos Consulting, S.A. es una empresa consultora de primera línea en el mundo de la informática de alto nivel. Sus áreas de actuación abarcan la práctica totalidad de sistemas y entornos empleados en la actualidad y su vocación vanguardista la convierte en una empresa de servicios puntera en tecnología y líder en su sector, siendo una de sus puntas de lanza el Área de Sistemas de Información Geográfica e Imagen.

El continuo avance e inclusión de la informática en el mundo laboral, la cada vez mayor presencia de Sistemas de Información de alta tecnología (entre ellos los Sistemas de Información Geográfica) en la empresa privada como en las Administraciones Públicas, el desarrollo sostenido y creciente de los SIG desde que surgieron en Canadá, EEUU e Inglaterra hace ya más de 30 años, la progresiva evolución de la informática a todos los niveles, la cada vez mayor dependencia de la alta tecnología en la toma de decisiones, etc., hacen que el mundo laboral a todos sus niveles requiera nuevos profesionales con un perfil determinado y específico.

Al tratarse de herramientas de alto nivel y aplicaciones novedosas que requieren una preparación adecuada, se generan una serie de vacíos profesiona-

les que son requeridos por las empresas (expertos en SIG). Inmersos como estamos en una sociedad donde la juventud sale de las carreras y se encuentra sin un puesto de trabajo, sin poder cursar estudios que les permitan trabajar en algo que les guste o encontrar cursos de postgrado que despejen de manera efectiva un oscuro futuro laboral, surge una nueva profesión, una nueva vía en el mundo del trabajo que se encuentra en plena expansión y que requiere unos nuevos profesionales que impulsen esta novedosa forma de trabajo.

La dificultad de encontrar verdaderos expertos en Sistemas de Información Geográfica y la necesidad de ellos llevó a Cibernos Consulting, S.A. a plantearse cubrir este hueco profesional. El reto de preparar un Máster surge en el año 1996 y se lleva a cabo por primera vez en España desde la empresa privada en el invierno 1996/97.

¿CUAL ES LA SITUACIÓN ACTUAL EN LA FORMACIÓN S.I.G.?

Cuando una empresa o una Institución instala uno de los muchos Sistemas de Información Geográfica que existen en el mercado, llámese MGE, GEOMEDIA... (de INTERGRAPH), GENAMAP (de GENASYS), SMALLWORLD GIS (de SMALLWORLD SYSTEMS), ARC/INFO (de ESRI), AU OCAD MAP (de AU ODESK) y un largo etc., tiene una formación que facilitará el entendimiento de la herramienta; pero, cuando es un estudiante de 4º o 5º de alguna de

las carreras donde ya existen asignaturas SIG como por ejemplo GEOGRAFÍA o TOPOGRAFÍA, o que dentro de alguna asignatura de sus carreras (Montes, Geología, Agrícolas, Agrónomos, ...) tienen conocimiento de los Sistemas de Información Geográfica nos encontramos con un problema: ¿Dónde pueden ampliar sus conocimientos? ¿Dónde pueden hacer un Máster de SIG? aprender lo suficiente para poder trabajar en esta nueva profesión.

Existen cursos de formación en la Universidad. Caben destacar los que se imparten en la Facultad de Geografía de la U.C.M. dirigidos por D. Javier Gutiérrez Puebla. Son muchos los estudiantes y aún pocos los Cursos, Máster o Seminarios formativos en herramientas SIG. Los que existen, se centran exclusivamente en unos SIG determinados, dejando un poco coja la formación en otros Sistemas que también requieren profesionales. Este año, Cibernos Consulting firma Convenios de Formación con la Universidad Complutense de Madrid y con la Fundación Premio Arce. De dichos convenios saldrán una serie de cursos y una línea de trabajo para los próximos años que permitirá que todo aquel estudiante que quiera dedicarse a los Sistemas de Información Geográfica tenga una base en la cual apoyarse y confiar su formación.

La colaboración entre la Universidad y la Empresa Privada será la clave del éxito de esta nueva línea de trabajo en la formación S.I.G. y nuestros alumnos futuros profesionales en los Sistemas de Información Geográfica.



CURSOS	HORAS	PRECIOS
MGE + Oracle + CAD	100	150.000
MGE	40	100.000
GENAMAP	40	100.000
SMALLWORLD GIS (Entorno + CASE)	50	125.000
SMALLWORLD GIS (Entorno + CASE + MAGIK)	100	225.000
AUTOCAD MAP	40	100.000
CAD	40	80.000

Fechas: Marzo, Abril y Julio.

Plazas limitadas.

En coordinación con la Universidad Complutense de Madrid (Facultad de Geológicas) y la Universidad Politécnica (Escuela técnica Superior de Ingenieros Agrónomos).

Sistema de Becas de hasta un 50%.



C/ Vizconde de Matamala, 7 28028 - Madrid TLF.: 3557603 FAX.: 3563910 Preguntar por D. Ignacio Munitiz

Si lo que buscas no es aprender una herramienta, sino una profesión realiza nuestro MASTER SIG III 98/99.

- **Con más de 600 horas.**
- **Plazas limitadas.**
- **Sistema de becas.**
- **De Octubre 98 a Julio 99.**



PARCELCAD (Edición y mantenimiento de cartografía catastral)

PARCELCAD es una aplicación destinada a la carga, edición y mantenimiento de la cartografía catastral urbana, desarrollada sobre MicroStation y AutoCAD, los dos programas de CAD más extendidos del mercado.

La aplicación aprovecha el entorno y las potentes herramientas de dibujo de los mismos, incorporando distintos asistentes que agilizan al máximo las tareas de digitalización, edición y mantenimiento de la cartografía catastral. Con PARCELCAD, el usuario no tiene que preocuparse de las características gráficas (tipo de línea, grueso, color, tamaño, etc.) de las entidades que va a introducir, ni de las diferentes capas en las que se introducen, ya que la aplicación las asigna de forma automática, según los parámetros fijados.

Así mismo, la aplicación se apoya sobre las herramientas SIG - MicroStation Geographics y AutoCAD Map - para efectuar los procesos de estructuración y corrección topológica de posibles errores que puedan producirse durante el proceso

de digitalización (polígonos con más de un código o referencia catastral, polígonos mal cerrados, etc.). Sus funciones principales son:

- Asistentes a la digitalización y codificación.
- Asistentes para la digitalización ordenada y codificación automática de distintas entidades pertenecientes a la cartografía catastral urbana: entre ellas el parcelario, las curvas de nivel y los ejes de calle.
- Corrección Topológica: Asistentes que se benefician de las herramientas SIG, para la detección y corrección de posibles errores topológicos introducidos durante el proceso de digitalización (tanto lineales como poligonales).
- Asociación de códigos a los elementos gráficos. Permite al usuario asignar o modificar las centroides que contienen la referencia catastral y códigos de los distintos polígonos de manzana, parcela y edificación.

- Actualización de datos. Funciones para editar (agregar, modificar o borrar) los elementos gráficos y la codificación asociada al dibujo.
- Exportación otros formatos: Incorpora un Export al formato de intercambio MapInfo MID/MIF, destinado a que la cartografía sea utilizada por otras aplicaciones de explotación.

Requerimientos informáticos:

- Equipos:
 - Ordenador personal tipo Pentium sobre Windows 95 o Windows NT.
 - Mínimo 16 Mb de memoria RAM, recomendados 32.
 - Disco Duro: 500 MB.
 - Monitor digital de 17" o superior.
 - Impresora a color DIN A2 o Plotter
- Programas:
 - MicroStation 95 y MicroStation Geographics o AutoCAD 14 + AutoCAD Map.
- Otros:
 - Cartografía catastral urbana.

ABSIS.CAD es una aplicación desarrollada sobre MicroStation

ABSIS CAD es una aplicación desarrollada sobre MicroStation y MicroStation Geographics, orientada a la configuración y puesta en marcha de un proyecto de digitalización y mantenimiento de cartografías. Mediante ABSIS CAD, se pueden preconfigurar de una forma sencilla las características gráficas (color, tipo de línea, peso, etc.) de cada una de las distintas entidades geográficas a digitalizar, organizar los ficheros y asignar el tipo de cartografía que contendrá cada uno de ellos, y definir y mantener la codificación para una de las entidades. La aplicación incorpora utilidades como la carga y codificación masiva de cartografías en otros formatos (DWG, DXF, etc.), un asistente para la digitalización codificada de las distintas entidades cartográficas que se deseen mantener, así como un gestor de ficheros y capas.

ABSIS CAD, incorpora una utilidad de control de usuarios de manera que permite el trabajo simultáneo, actuando sobre distintos ficheros de contenido cartográfico previamente definidos durante el proceso de configuración del proyecto. ficheros y entidades.

ABSIS CAD, es base indispensable sobre la cuál se apoyan otras aplicaciones más específicas para el tratamiento de cartografías como son Parcel CAD, destinada al mantenimiento de la Cartografía Catastral Urbana y Urban CAD,

orientada a la introducción, mantenimiento de la Cartografía del Planeamiento Urbanístico Relación de funciones de la aplicación

Configuración del sistema: alta y mantenimiento de entidades y categorías.

Gestión de ficheros gráficos

- Dibujos-Gestión de entidades
- Capas
- Digitalización general

Consulta y modificación alfanumérica: se entregan las tablas creadas del catastro y planeamiento.

Requerimientos Informáticos

- Equipos:
 - Tipos de PC's: compatibles con Intel, sobre Windows 95 o Windows NT.
- Procesadores: Pentium
- RAM: 16MB mínimo, (Windows 95/NT), 32 recomendados.
- Disco Duro: 500 MB.
- Monitor: VGA de 17" o superior
- Programas: MicroStation 95 y MicroStation Geographics.

EXPOGEOGRAFICA 98

PARA SACIARSE DE CONOCIMIENTOS TECNOLOGICOS

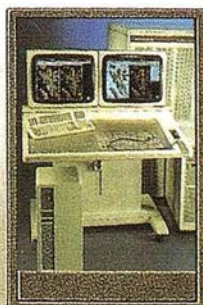
TOPOGRAFÍA



CARTOGRAFÍA



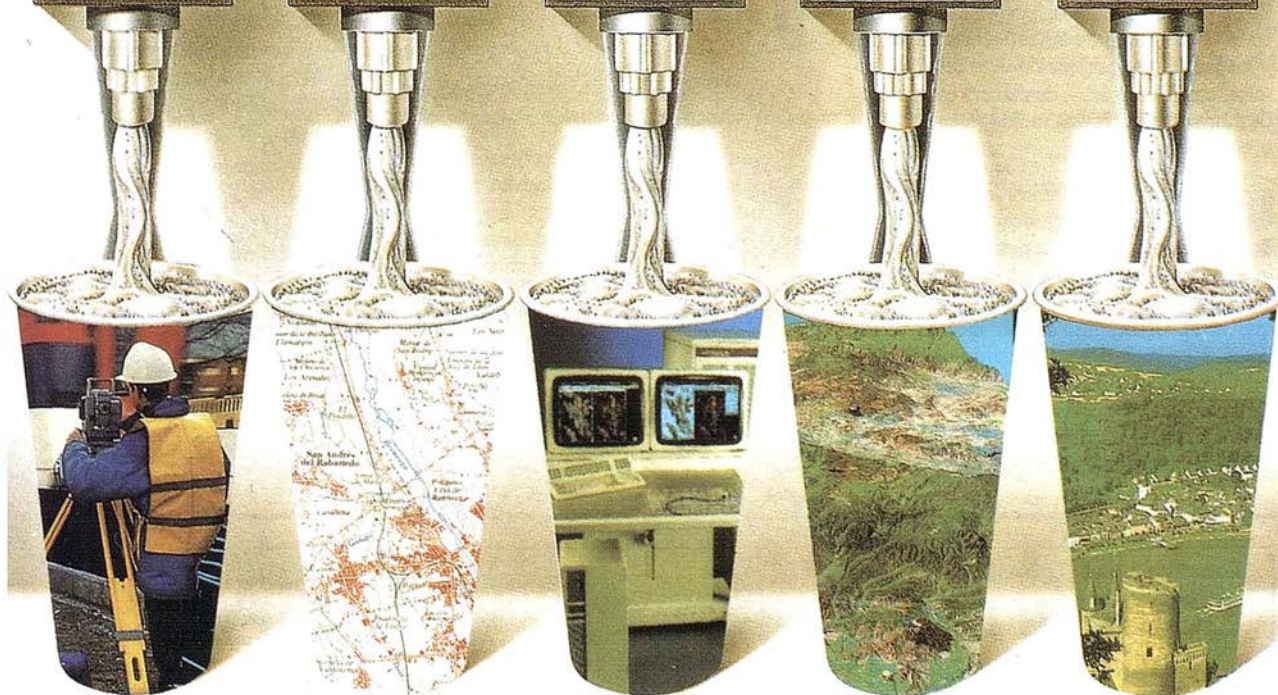
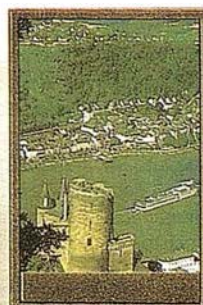
SIG



TELEDETECCIÓN



MEDIO AMBIENTE



Preparate porque esta primavera te esperamos en:
IVª EDICIÓN DE EXPOGEOGRÁFICA (Iª FERIA NACIONAL DE TOPOGRAFÍA, CARTOGRAFÍA, SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA, TELEDETECCIÓN, MEDIO AMBIENTE Y SERVICIOS).

Madrid, del 19 al 21 de mayo de 1998. Hotel Meliá Castilla.

Para más información contacta con **CARTOSIG EDITORIAL, S.L.**
teléfono: (91) 527 22 29 fax: (91) 528 64 31

URBANCAD (Edición y mantenimiento de cartografía referida al planeamiento Vigente)

URBANCAD es una aplicación destinada a la carga, edición y mantenimiento de la cartografía digital referida al Planeamiento, desarrollada sobre los dos programas de CAD más extendidos del mercado como son MicroStation 95 y AutoCAD 14.

La aplicación aprovecha de estas su entorno de trabajo y sus potentes herramientas de dibujo, incorporando sencillos asistentes que facilitan y agilizan al máximo las tareas de digitalización y mantenimiento de la cartografía del Planeamiento Urbanístico, y que esta se realice de una manera sistemática y ordenada. Los asistentes aportan agilidad sin que el usuario deba abandonar cualquiera de las herramientas habituales de dibujo a las que está acostumbrado, ya que los asistentes están más encaminados a establecer rutinas de trabajo eliminando al máximo pasos repetitivos que se dan en todo proceso habitual de digitalización.

La aplicación es fácilmente personalizable, y tiene en cuenta las posibles variaciones en la codificación de las diferentes entidades -polígonos de clasificación del suelo, de sectores, cualificación, ...-, de manera que se pueden introducir de forma rápida y sencilla.

Con URBANCAD, el usuario no se tiene que preocupar de las características gráficas (tipos de línea, grueso, color, tamaño, ...), de las diferentes entidades gráficas que se introducen, ni de las diferentes capas y dibujos donde se destina esta información ya que la aplicación las asigna de una forma automática, según unos parámetros fácilmente personalizables. A la vez, la aplicación permite exportar las diferentes capas de información estructurada hacia otras plataformas y productos donde se realizarán los procesos de explotación de información, como son ABS Urban aplicación destinada a la carga y consulta integral de la cartografía y de la normativa del planeamiento urbanístico y ABS CAU destinada a generar la cédula de aprovechamiento urbanístico para cada una de las parcelas del municipio.

Finalmente, la aplicación está dotada de un módulo de cálculo de componentes, mediante el cuál se realiza de una forma automática la intersección de las seis capas de información gráfica con las que se divide el planeamiento urbanístico con el parcelario del municipio, de manera que se obtiene aquella para cada parcela las distintas áreas con características urbanísticas comunes.

Sus funciones principales son:

- Asistentes para la entrada de datos de Planeamiento vía digitalización ordenada según unos criterios preestablecidos: Clasificación del suelo, Sectores, Calificación, Condiciones de Edificación, Protección de sistema y Elementos Catalogados.
- Asistentes para la corrección topológica y detección de errores.
- Cálculo de los componentes de parcela, consistente en la intersección de todos los polígonos urbanísticos contra las parcelas, por la obtención de las partes de cada parcela con condiciones urbanísticas idénticas.
- Exportación de datos. Conversión a otros formatos: MID/MIF de MapInfo.
- Actualización de datos. Funciones para editar (agregar, modificar o borrar) los elementos gráficos y la codificación asociada al dibujo. Configuración de la aplicación:

Sus funciones principales son:

Asistentes para la entrada de datos de Planeamiento vía digitalización ordenada según unos criterios preestablecidos: Clasificación del suelo, Sectores, Calificación, Condiciones de Edificación, Protección de sistema y Elementos Catalogados.

Asistentes para la corrección topológica y detección de errores.

Cálculo de los componentes de parcela, consistente en la intersección de todos los polígonos urbanísticos contra las parcelas, por la obtención de las partes de cada parcela con condiciones urbanísticas idénticas.

Exportación de datos. Conversión a otros formatos: MID/MIF de MapInfo.

Actualización de datos. Funciones para editar (agregar, modificar o borrar) los elementos gráficos y la codificación asociada al dibujo. Configuración de la aplicación:

Requerimientos informáticos:
Versión URBANCAD para MicroStation + MGE-PC:

- Tipos de PC's: PC's compatibles con Intel, sobre Windows 3.1x, Windows 95 o Windows NT. PC's compatibles con Intel, sobre IBM OS/2 Warp.
- Procesadores: Pentium 120 o superior.
- RAM: 16 MB mínimo, 32 MB recomendables.
- Disco Duro:
 - Aplicación: 2 MB.
 - MicroStation 95: 60 MB.
 - MGE-PC: 13 MB.
- Software: MicroStation 95 y MGE-PC. Versión PARCELCAD para AutoCAD + AutoCAD Map.
- Tipos de PC's: PC's compatibles con Intel, sobre Windows 3.1x, Windows 95 o Windows NT. PC's compatibles con Intel, sobre IBM OS/2 Warp.
- Procesadores: Pentium 120 o superior.
- RAM: 32 MB mínimo.
- Disco Duro:
 - Aplicación: 2 MB.
 - AutoCAD 14: 40 MB.
 - AutoCAD MAP: 15 MB.
- Software: AutoCAD 14 + AutoCAD Map.

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

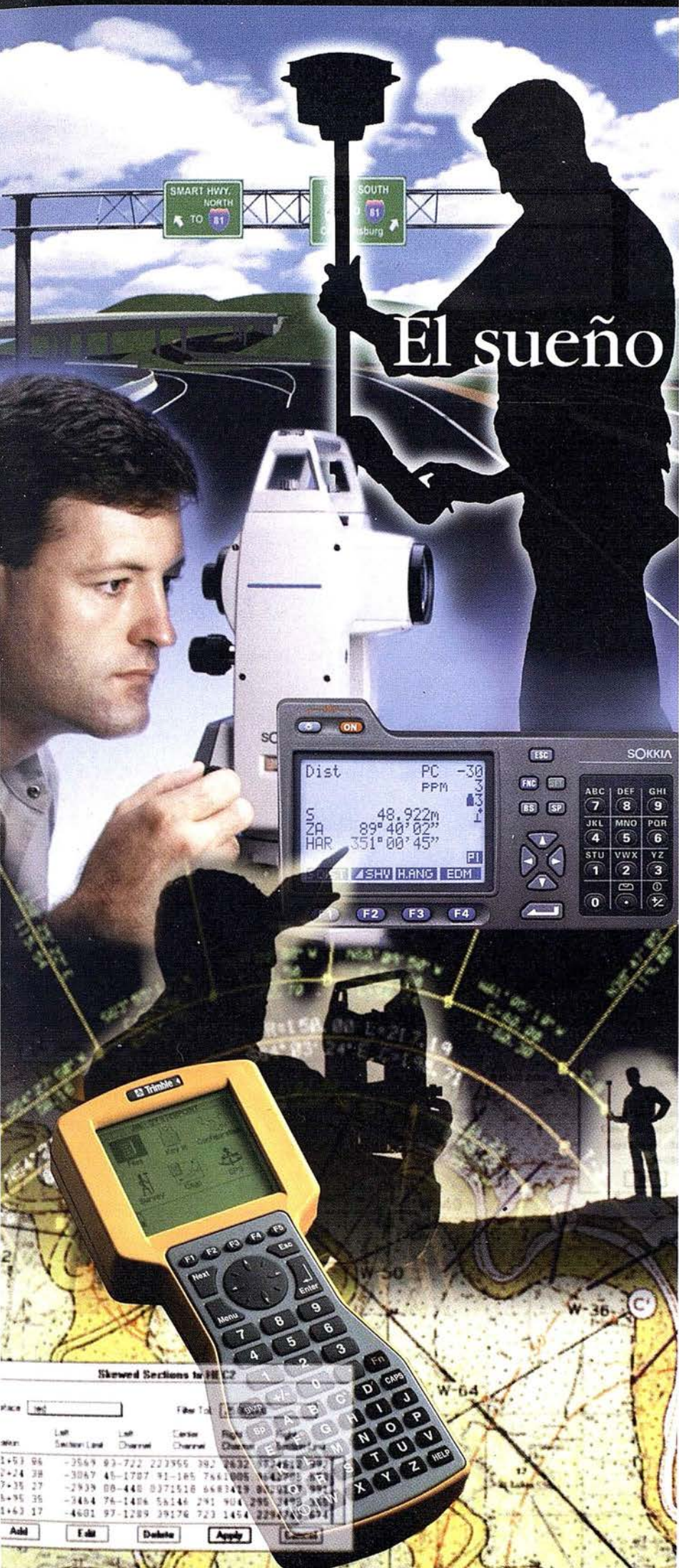
Enviar a: CARTOSIG EDITORIAL, S.L. - Pº Sta. Mª de la Cabeza, 42 - Of. 3 - 28045 MADRID.

NombreNIF 6 CIF.....

Empresa.....Cargo.....

Dirección Teléfono

Ciudad C.P.Provincia



El sueño de un topógrafo.



Isidoro Sánchez S. A.
TOPOGRAFIA

ISIDORO SÁNCHEZ pone a su alcance los últimos avances en aparatos topográficos, tecnología GPS y transmisión de datos, una verdadera revolución en la práctica diaria de la Topografía.

Sabemos que en su caso no espera solamente buenos productos, sino un servicio excelente. Somos conscientes además de sus limitaciones de tiempo y de las duras exigencias del día a día.

En ISSA hemos creado un nuevo estilo de servicio, centrado en poner en las manos del Cliente soluciones exclusivas para sus problemas particulares. Le ofrecemos la gama más completa de productos y servicios, aseguramos la máxima calidad y eficacia en la gestión y nos comprometemos a dar la atención personalizada que necesitan Clientes como usted.

Distribuimos las marcas líderes en Topografía, Sistemas GPS y Software para ingeniería civil. En ISIDORO SÁNCHEZ podrá encontrar solución a todas sus necesidades y conseguirá incrementos de productividad jamás soñados.

DISTRIBUIDOR DE:

SOKKIA

Trimble

INTERGRAPH

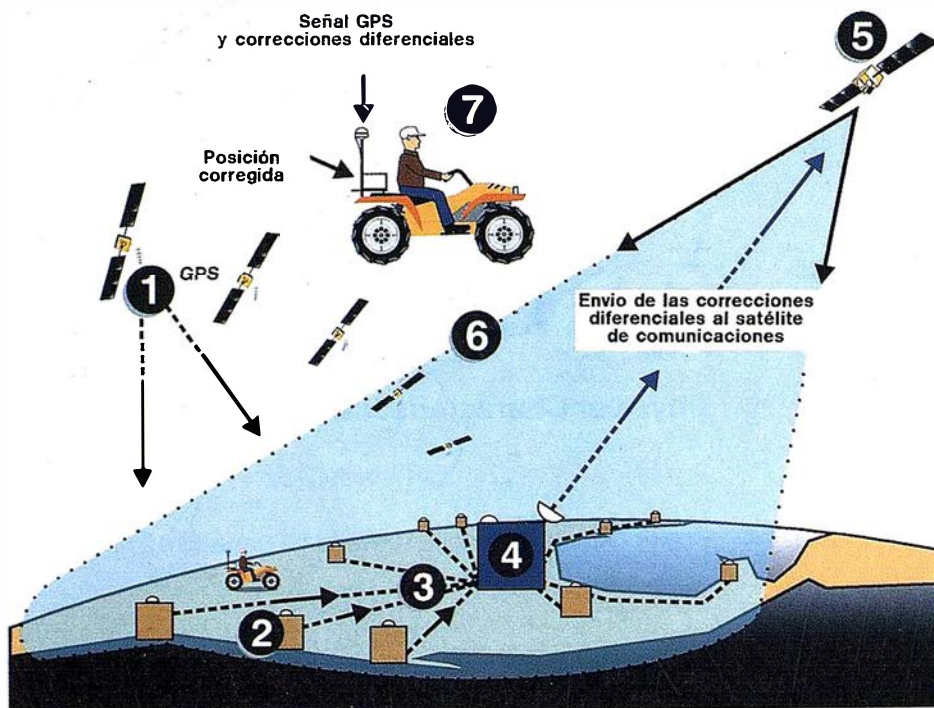
ISIDORO SÁNCHEZ S.A.

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



Place	Lat	File	Lat	Channel	Center	File	Channel
1+03 06	-3569 03-722	223955	392	2832	374611	399	
2+24 38	-3067 45-1707	91-185	7661005	643755	451		
7+35 27	-2939 08-440	0371518	6683419	803210	999		
6+95 35	-3484 76-1406	56146	291	904	289	300	
1+63 17	-4601 97-1289	39176	723	1454	228	300	694

OMNISTAR DGPS. FUNCIONAMIENTO



La tecnología Omnistar aplicada en la estación de referencia virtual produce correcciones diferenciales optimizadas para la localización de cada usuario. Los receptores Omnistar pueden producir correcciones diferenciales GPS de alta calidad en formato RTCM-SC-104, versión 2 ó también datos de posición ya corregidos diferencialmente, en latitud y longitud, en formato NMEA 183.

Funcionamiento:

- 1.- Satélites GPS de la constelación Navstar.
- 2.- Red múltiple Omnistar de monitorización.
- 3.- Envío de las correcciones diferenciales al
- 4.- Centro General de Control en Aberdeen, Escocia, donde se comprueban las correcciones y, después de comprimidas, se reenvían al
- 5.- Satélite geoestacionario Italsat, EMS, en la banda "L".
- 6.- Cono de emisión de las correcciones diferenciales procedentes del satélite Italsat, EMS.
- 7.- El usuario recibe las correcciones diferenciales y las aplica en tiempo real.

El sistema Omnistar es un servicio de correcciones diferenciales GPS, aplicable en tiempo real, en amplias áreas (wide área), que proporciona posicionamiento de alta precisión en cualquier punto de España, ya sea peninsular e insular. El servicio está disponible en todo el mundo. Las correcciones diferenciales transmitidas por el satélite geoestacionario Italsat, EMS, resuelve las limitaciones de cobertura presentes cuando se utilizan estaciones de referencia terrenas.

Los productos Omnistar responden a la política general de GRAFINTA S.A. de ofrecer a sus clientes los equipos más modernos y de más avanzada tecnología en cada aplicación. Como consecuencia de los contratos en vigor, GRAFINTA S.A. es el distribuidor exclusivo de Omnistar para España y Portugal.

Si desea información adicional, le rogamos nos lo indique. Srta. Charo, GRAFINTA S.A.; Avda. Filipinas, 46; 28003 Madrid; Telf.: 553 72 07; Fax: 533 62 82; Internet: grafinta@bitmailer.net