

FORMACION DE UNA BASE DE DATOS GEOGRAFICA DE USOS DEL SUELO EN EL LITORAL DE MARRUECOS. PROYECTO MEDGEOBASE.

I. Del Bosque González, A. Arozarena Villar, G. Villa Alcázar
*Instituto Geográfico Nacional (IGN). Area de Teledetección. C/ General Ibañez de Ibero
3. 28003 MADRID. Tfno. 91-5979530. Fax 91-5532896.*

RESUMEN.- El conocimiento de la realidad física por métodos de tecnología espacial y la generación de Bases de Datos Geográficas sobre ocupación del suelo permite efectuar un mejor estudio del territorio para la planificación del mismo y para la gestión del medio ambiente.

En este trabajo se describe el desarrollo del proyecto MEDGEOBASE en Marruecos elaborado por el Grupo de interés económico EUROMED en colaboración con el ONEM de Rabat y dirigido por el IGN de España, en el marco de la UE y la cooperación y asistencia técnica internacional entre los países ribereños del Mediterráneo.

ABSTRACT.-The knowledge of physical reality by means of space technology methods and Land Cover Data Bases generation, enables us to make better territorial studies for planning and environmental management.

In this paper we describe the process of MEDGEOBASE / Marocco project, carried out by EUROMED.GEIE in collaboration with ONEM-Rabat, and directed by IGN Spain, promoted by EU to increase the international cooperation and technical assistance between Mediterranean countries.

1.- INTRODUCCION

La cuenca del Mediterráneo considerada como unidad macroecológica general con más de 5.000 años de presencia humana, ha visto alterado su ecosistema, especialmente en los últimos años, al recibir un fuerte impacto en todos sus medios naturales (aire, agua y suelo). El conocimiento "periódico" de este amplio territorio, que se encuentra afectado por una incidencia importante y permanente a lo largo y ancho de su extensión, sólo es posible en gran medida gracias al desarrollo y aplicación de las técnicas de Teledetección espacial, tanto por su resolución espacial (10 m.), espectral (visible - microondas) y temporal (teóricamente 14 días), como por su contenido "homogéneo" y "objetivo" de la información. La accesibilidad por parte de toda la comunidad a dicha información, incrementan el valor estratégico para todos los países que componen dicha cuenca.

Hay que resaltar, la importancia que ha tenido en el desarrollo y aplicación de las técnicas espaciales el "Tratamiento digital de imágenes" en la última década, que han propiciado una respuesta adecuada a los problemas en tiempos realmente cortos, siendo susceptibles de ser analizada y comparada con otra información cartográfica existente mediante los "Sistemas de Información Geográfica"(SIG).

El Instituto Geográfico Nacional (IGN) ha participado como Organismo "Jefe de Proyecto" en la formación de una Base de Datos Geográfica sobre ocupación del suelo en el litoral marroquí, dentro del Grupo Europeo de trabajo EUROMED.GEIE, formado actualmente por los siguientes miembros:

- * IGN France International. Francia
- * Telespazio. Italia
- * Centro Nacional de Informação Geográfica. Portugal
- * Instituto Geográfico Nacional (IGN) / Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG). España

y en colaboración, con el Observatorio Nacional del Medio Ambiente de Marruecos (ONEM).

El estudio que se está realizando actualmente forma parte de un proyecto más amplio denominado MEDGEOBASE englobado dentro de los programas MEDSPA II (Mediterranean Special Programme of Action) de la DG. XI de la Unión Europea y METAP (Mediterranean Environmental Technical assistant Programme) de Naciones Unidas.

Estos dos programas internacionales han servido para la financiación del Medgeobase de Marruecos cuyo presupuesto total es de 600.000 ECU repartidos de la forma siguiente:

*	METAP (ONU)	37%
*	MEDSPA II (UE)	30%
*	ONEM (Marruecos)	16,5%
*	IGN/CNIG (España)	16,5%

2.- OBJETIVOS Y AREA DEL PROYECTO

El proyecto MEDGEOBASE / MARRUECOS tiene como objetivo fundamental la formación de un inventario de usos y ocupación del suelo a escala 1:100.000 y su integración en un Sistema de Información Geográfica, para la gestión del Medio Ambiente a lo largo del litoral de Marruecos, entre Agadir y la frontera con Argelia, en una franja de unos 60 km. de ancho con una superficie aproximada de 90.000 km².

Asimismo se contempla la formación de técnicos marroquíes por profesionales europeos en disciplinas de fotointerpretación, digitalización y S.I.G. y la instalación de la Base de Datos Geográfica en los equipos informáticos del ONEM en Rabat así como la asistencia técnica para la utilización de dicha Base de Datos.

Geográficamente, el área de estudio se encuentra en el Marruecos Septentrional, al norte de la cordillera del Atlas, entre las latitudes 29° 30' N y 36° N. En esta zona se extienden llanuras y mesetas de altitud escasa y moderada abiertas al Mediterráneo y al Atlántico muy propicias para las actividades agrícolas, favorecidas además por un clima suave, en el extremo norte, el Rif posee una estructura compleja de tipo alpino de altitud poco elevada pero de formas vigorosas con vegetación muy escasa.

Esta región costera soporta la mayor parte de la población del país, con una presión humana muy importante sobre el territorio, concentrada mayormente en ciudades y núcleos bien definidos, la urbanización es muy desigual, sólo es intensa en la zona atlántica, particularmente a lo largo de los ejes Casablanca-Kenitra y Rabat-Fez.

La zona del proyecto abarca un total de 64 hojas 1:100.000 según la distribución oficial de Marruecos con un formato de 0° 30' x 0° 30'.

3.- METODOLOGIA

La metodología aplicada es la del CORINE Land Cover, consistente en la interpretación visual de imágenes espaciales TM (unitemporales) con apoyo de fotografías aéreas, información de campo e informaciones colaterales de mapas de cartografía básica y cartografía temática de Marruecos, y la obtención de un archivo informático en formato ARC/INFO de los diferentes elementos gráficos (usos del suelo) de las minutas de

fotointerpretación, así como la codificación de la identidad de cada elemento.

Los tres elementos básicos de esta metodología son los siguientes:

- Escala cartográfica del trabajo: 1:100.000.
- Superficie mínima de estudio susceptible de ser fotointerpretada y cartografiada: 25 Ha.
- Nomenclatura: Sobre este territorio se han discriminado 59 clases estructuradas en 4 niveles de ocupación, de los cuales los tres primeros corresponden a la leyenda común del proyecto CORINE con algunas excepciones que hacen referencia a las características concretas de usos de suelo del norte de Africa, como los oasis, palmerales o cultivos de esparto. El cuarto nivel es específico del territorio marroquí.

4.- FASES DEL PROYECTO Y PROCESAMIENTO DE LOS DATOS

Las fases en las que se ha dividido este proyecto cartográfico son fundamentalmente cuatro:

4.1.- Trabajos preliminares

Esta fase comprende el conjunto de operaciones previas al tratamiento digital de imágenes, así como la obtención, por parte del grupo EUROMED, de la documentación necesaria para la realización del proyecto.

- Adquisición de imágenes de satélite: Se han empleado 6 escenas completas y 3 cuartos de escena TM, con fechas de captura entre los meses de abril/septiembre de los años 1991 a 1994.
- Adquisición de cartografía topográfica de base, a escalas 1:100.000 y 1:50.000 de la zona de estudio.
- Obtención de cobertura completa de fotografías aéreas.
- Cartografía temática (mapas de vegetación, ocupación del suelo), información estadística, etc.

4.2.- Tratamiento digital de imágenes

Por el Area de Teledetección del IGN de España han sido realizados los trabajos correspondientes al tratamiento numérico y edición cartográfica de la información digital.

- Georreferenciación de imágenes adaptándose al Sistema Cartográfico de Representación utilizado para la Cartografía Topográfica Nacional de Marruecos a escala 1:100.000.
 - ▶ Elipsoide de Clarke 1880
 - ▶ Proyección Cónica Conforme de Lambert (Zonas I y II) con dos paralelos de pseudotangencia.
 $\Phi_0 = 37^\circ \text{ N}$ y $\Phi_0 = 33^\circ \text{ N}$
- Bandas utilizadas 4, 5, 3.
- Corrección de las distorsiones geométricas mediante funciones polinómicas de 2º grado y ajuste por mínimos cuadrados, método de la Convolución Cúbica para la interpolación radiométrica. Tamaño del pixel 25 metros.
- Realce de bordes mediante filtro de paso alto.
- Aumento del contraste, por expansión local de histogramas.
- Transformación digital/analógica en película fotográfica de las

imágenes que cubren la zona de estudio y ampliaciones fotográficas en papel a escala 1:100.000 y 1:200.000.

4.3.- Fotointerpretación

El proyecto MEDGEOBASE/MARRUECOS ha requerido la participación activa de técnicos marroquíes en las diferentes fases del mismo. Una de las más importantes en cuanto a su participación ha sido la fotointerpretación.

A este efecto y según el Convenio firmado por EUROMED y el actual Ministerio de Medio Ambiente de Marruecos, expertos europeos del CNIG Portugués y Telespazio Italia, coordinados por el IGN de España como Organismo Jefe del Proyecto han mantenido una asistencia y formación continuada en Rabat al equipo de fotointérpretes marroquíes.

Este equipo ha sido el encargado del trabajo de fotointerpretación, realizado sobre imágenes en falso color con apoyo del análisis estereoscópico de fotografías aéreas, información de campo e informaciones colaterales de mapas topográficos y temáticos.

Para evaluar la calidad del trabajo, fue designado un experto representante del proyecto CORINE de la DG.XI de la U.E., efectuando a través de varias misiones en Rabat una verificación de la Fotointerpretación, basada en el estudio de fotografía aérea y muestreo aleatorio sobre el terreno.

4.4.- Creación de la Base de Datos

El Software ARC/INFO es el Sistema de Información Geográfico elegido para la generación de la Base de Datos vectorial topológicamente estructurada.

Esta fase del proyecto está actualmente en fase de ejecución y se está realizando en el Instituto Geográfico Nacional, aquí se pueden distinguir los siguientes procesos:

- Entrada de datos o digitalización.
- Generación de estructura topológica de recintos.
- Verificación y corrección de datos.

La introducción de los datos espaciales a partir de las minutas de fotointerpretación con la obtención de ficheros numéricos cartográficos se ha realizado paralelamente por dos procedimientos:

- Digitalización manual en modo vector, con la utilización de tableros de digitalización y software MICROSTATION PC o ARC/INFO PC.
- Rasterización automática de las minutas mediante scanner y conversión de datos con programas de vectorización asistida (GEOVEC) en ambiente INTERGRAPH.

Los objetos topológicos fundamentales del fichero estructurado ARC/INFO son los polígonos. Cada polígono lleva asociado unas coordenadas espaciales y un valor temático definido por su etiqueta, número de cuatro dígitos que hace referencia a la clase de ocupación y uso de suelo según la nomenclatura aceptada.

- Depuración automática de los errores de conectividad de los elementos.
- Identificación de errores de digitalización mediante visualización interactiva del fichero de dibujo. Listado de errores de nodos y etiquetas.
- Corrección de elementos: conectividad, asignación de códigos, etiquetas, etc. mediante los módulos de edición de ARC/INFO.

- Ajuste y case con hojas adyacentes y generación del fichero en el formato de intercambio "export ARC/INFO".

En el marco de este proyecto, ha tenido lugar en las dependencias del IGN en Madrid un curso de "digitalización con ARC/INFO" de 44 horas, a técnicos marroquíes del Observatorio Nacional de Medio Ambiente de Rabat, organizado e impartido por personal del Área de Teledetección del Instituto Geográfico.

5.- RESULTADOS OBTENIDOS

El plazo de ejecución del proyecto es de un año efectivo.

En el momento actual el MEDGEOBASE/MARRUECOS se encuentra en fase de realización, habiéndose ejecutado aproximadamente un 70% del mismo, por ello sólo es posible valorar parcialmente los resultados obtenidos, quedando pendiente el análisis de los resultados finales.

La parte más delicada del proyecto ha sido, sin duda, la interpretación de las imágenes de satélite, donde el equipo de expertos de Euromed ha encontrado las siguientes dificultades:

- Problemas de identificación debido a la similitud de la respuesta espectral de determinadas clases, sobre todo en zonas agrícolas heterogéneas, donde ha sido necesario mucho apoyo de campo y en zonas de transición en la vegetación.
- Dificultades a la hora de discriminar en zonas agrícolas las plantaciones de almendros de los olivares.
- Discriminación en zonas forestales de eucaliptos y especies resinosas
- Errores de fotointerpretación en los cultivos de esparto reseñados en la cartografía temática como vegetación de pastoreo.
- Dificultad de discriminación entre estepas xerófilas y halófilas.

6.- CONCLUSIONES

Del conjunto de actividades desarrolladas en el programa y proyectos que sustentan el MEDGEOBASE se pueden obtener las siguientes conclusiones:

- La gran preocupación que la UE manifiesta en el conocimiento del territorio y del medio ambiente, tanto en los países miembros como en los limítrofes, con una especial dedicación a la cuenca del Mediterráneo.
- La existencia de mecanismos jurídico-administrativos dentro de la Unión Europea para la materialización de dichos proyectos, como la constitución de los "Grupos Europeos de Interés Económicos" (G.E.I.E).
- La metodología desarrollada en el Proyecto CORINE Land-Cover y aplicada en el MEDGEOBASE/MARRUECOS ofrece una respuesta idónea en costos de tiempo y trabajo para la obtención de una cartografía de usos de suelo en un área de gran importancia mediambiental como son los países mediterráneos.
- El IGN/CNIG viene demostrando, junto con otros organismos españoles el interés por colaborar con la UE en el desarrollo de los programas comunitarios.

7.- REFERENCIAS

- Ardizzone, J.A., Arozarena, A., Delgado, J., Herrero, M., VÍlla, G. y Vivas P. (1991). El programa CORINE. Proyecto Land Cover. Una metodología aplicada a las Islas Canarias. *IV Reunión Científica de la A.E.T.* (Sevilla) pp. 234-237.
- Arozarena Villar, A., Del Bosque Gonzalez, I. y VÍlla Alcázar, G. (1995) MEDGEOBASE Base de datos geográficos del medio ambiente (Land-Cover) en países del norte de Africa (Marruecos).
- Commission des Communautés Europeennes (1993) *CORINE Land Cover - Guide Technique* (Bruxelles).
- CONVENTION entre EUROMED et le SSE auprès du Ministre de L'Interieur Chargé de la Protection de L'Environnement (Maroc) (1993).
- EURISY, Space technology and Remote Sensing techniques for sustainable development in and around the Mediterranean* (Madrid).