

## SEIS.NET: SISTEMA ESPAÑOL DE INFORMACIÓN DE SUELOS EN INTERNET

D. DE LA ROSA<sup>1</sup>, F. MAYOL<sup>1</sup>, M. FERNÁNDEZ<sup>1</sup>, D. MORENO<sup>1</sup>, J. RUÍZ<sup>1</sup>, J.A. MORENO<sup>1</sup>, A. ROSALES<sup>1</sup>, V. CASTILLO<sup>1</sup>, F. MORENO<sup>1</sup>, F. CABRERA<sup>1</sup>, I. GIRÓN<sup>1</sup>, R. CORDÓN<sup>1</sup>, E. DÍAZ-PEREIRA<sup>1</sup>,  
J. SÁNCHEZ<sup>2</sup>, J.C. COLOMER<sup>2</sup>, C. AÑÓ<sup>2</sup>, L. RECATALÁ<sup>2</sup>  
J. ANTOINE<sup>3</sup>, S. MASUI<sup>3</sup>, R. BRINKMAN<sup>3</sup>  
R. HORN<sup>4</sup>, N. PRANGE<sup>4</sup>

<sup>1</sup> CSIC, Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología, Reina Mercedes 10, 41012-Sevilla

<sup>2</sup> CSIC, Centro de Investigación de la Desertificación, Albal, 46470-Valencia

<sup>3</sup> FAO, Servicio de Manejo de Tierras, Via di Caracalla, 00100-Roma

<sup>4</sup> UCA, Instituto de Nutrición de Plantas y Ciencia del Suelo, Olshausenstr 40, 24118-Kiel

**Abstract.** SEIS.net: the Spanish Soil Information System on the Internet (Sistema Español de Información de Suelos en Internet) gathers the results of three different research Projects, MIMAM-CSIC, FAO-CSIC and SIDASS, all co-ordinated by the MicroLEIS group of IRNAS during the 1999-2001 period. Many of the information available on the current state of soil quality and soil degradation in Spain has been collected and turned into a working tool with the use of state of the art information and communication technologies. This information system works in three different levels, and going from the general to the specific, these are: **Level #1**, First Approach to Spanish Soils; **Level #2**, Digital Atlas of Soil Regions; and **Level #3**, On-line Soil Data Base. All three levels are easily accessible through the following Internet address: [Http://leu.irnase.csic.es/mimam/seisnet.htm](http://leu.irnase.csic.es/mimam/seisnet.htm), free of charge. **SEIS.net** can be a very handy working tool for decision making bodies such as public administration officials, soil experts or users when dealing with issues on conservation and use of Spanish soils under a sustainable development strategy.

**Key words:** Soil information system, information technology, quality and degradation of spanish soils, sustainable development, databases, GIS.

**Resumen.** SEIS.net (Sistema Español de Información de Suelos en Internet) recoge los resultados conseguidos en la ejecución de tres proyectos de investigación (MIMAM-CSIC, FAO-CSIC y SIDASS), coordinados por el grupo MicroLEIS del IRNAS, en el período 1999-2001. Haciendo uso de las más avanzadas tecnologías de la información y las comunicaciones, se ha tratado de recopilar y poner en 'formato útil' la información disponible sobre el estado actual de calidad y degradación de los suelos en España. El sistema se estructura en tres niveles de información, de menor a mayor detalle, **Nivel #1:** Primera Aproximación a los Suelos, **Nivel #2:** Atlas Digital de Comarcas de Suelos y **Nivel #3:** Base de

Datos de Suelos On-line, encontrándose todo ello libremente disponible en la siguiente dirección de Internet: [Http://leu.irnase.csic.es/mimam/seisnet.htm](http://leu.irnase.csic.es/mimam/seisnet.htm).

**SEIS.net** puede resultar una herramienta de gran utilidad a la hora de tomar decisiones, por parte de las administraciones, técnicos o usuarios directos de los suelos españoles, de cara a formular estrategias de uso y conservación de suelos para un desarrollo sostenible.

**Palabras clave:** Información de suelos, tecnología de la información, calidad y degradación de suelos españoles, desarrollo sostenible, bases de datos, SIG

## INFORMACIÓN PRINCIPAL

El objetivo global del proyecto **SEIS.net** ha sido recopilar y poner en 'formato útil' la información disponible sobre el estado actual de calidad y degradación de los suelos en España. Para ello, se hace uso especial de INTERNET, sobre plataformas y entornos informáticos de bajo coste (sistema operativo LINUX sobre PCs, servidor WWW APACHE), respondiendo a la siguiente dirección WEB: [Http://leu.irnase.csic.es/mimam/seisnet.htm](http://leu.irnase.csic.es/mimam/seisnet.htm)

El sistema **SEIS.net** se estructura en tres niveles de detalle: **Nivel #1**, **Nivel #2** y **Nivel #3** (Fig. 1). En los dos primeros se recoge información sobre aspectos naturales (suelo y elementos asociados) teniendo en cuenta las unidades administrativas: 'comunidad autónoma' y 'comarca', respectivamente para sendos niveles. En el tercer nivel se hace referencia exclusiva a información edafológica detallada y geo-referenciada.

### *Nivel #1: Primera Aproximación a los Suelos*

En este primer nivel se muestra una visión global de los recursos naturales del país, siguiendo los criterios establecidos por FAO para el proyecto mundial 'Gateway to land and water information' (FAO, 2000). En este proyecto los recursos terrestres, así como otros recursos relacionados, son objeto prioritario de conocimiento. La comunidad autónoma (NUTS 2) representa la unidad geográfica de referencia. Básicamente, se trata de mostrar la mayor cantidad de información, de forma sintética, a través de numerosas tablas, figuras y mapas, acompañados de breves comentarios (Tabla 1).

Para el desarrollo de este **Nivel #1** se han utilizado principalmente fuentes estadísticas y documentos de la más reciente actualización, elaborados por organismos públicos, nacionales (ej. INE) o regionales (ej. IEA) así como otros de carácter privado (ej. anuarios de prensa, boletines, etc.).

El contenido de este **Nivel #1** de **SEIS.net**, se estructura en seis grandes apartados o bloques (Tabla 1), a los que se accede

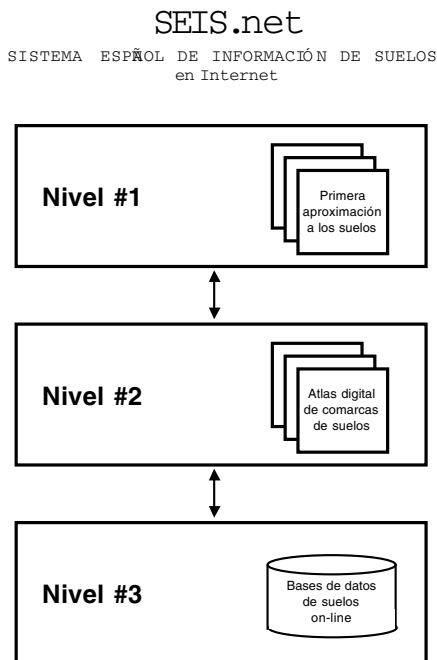


FIGURA 1. Esquema general de SEIS.net.

TABLA 1. Contenido de los diferentes apartados o bloques de información de SEIS.net Nivel #1.

Apartado	Sub-apartado	Tablas	Figuras	Mapas
Visión global		7	4	15
	Socio-economía			
	Clima			
	Desastres naturales			
Recursos terrestres		9	72	13
	Tipos de suelos			
	Degradación de suelos			
	Cubierta vegetal			
	Usos de suelos			
	Fisiografía/sistemas agro-ecológicos			
Recursos hídricos		3	4	3
	Hidrografía			
	Riegos y drenaje			
Nutrientes de plantas			1	3
Puntos críticos		2	11	
	De recursos hídricos			
	De recursos terrestres			
	De nutrientes de plantas			
Puntos sobresalientes			11	
	De recursos hídricos			
	De recursos terrestres			
	De nutrientes de plantas			

**Nota:** Toda la información del **Nivel #1** se encuentra prácticamente duplicada al estar disponible en la Web tanto en español como en inglés.

independientemente desde el menú principal o desde el índice general de contenidos y que se resumen a continuación.

**Visión global.** Recoge desde datos de economía, población o clima, hasta otros referidos a cultivos dominantes. Como apartado introductorio, se hace un recorrido general sobre la configuración actual del país, sus comunidades y sus diferentes niveles administrativos.

**Recursos terrestres.** Contiene información básica sobre los suelos, sus procesos

degradativos más importantes, uso actual y producción de cultivos. Igualmente, se muestra una primera colección de perfiles de suelos representativos de amplias zonas del territorio nacional. A través de estos perfiles se puede acceder a la comarca correspondiente del **Nivel #2** de **SEIS.net**, y desde aquí a la caracterización de los suelos disponibles para esa comarca en el **Nivel #3**. Todo ello da idea de la enorme complejidad y variabilidad geográfica de este recurso, así como el alto grado de deterioro en ciertas zonas.

**Recursos hídricos.** Refleja la realidad presente respecto a estos recursos a través de la hidrografía, riegos y drenaje. A su vez, se presentan gráficos representativos de tendencias, demanda y otros aspectos de interés. Con ello se pone de manifiesto la importancia y desigual distribución de este recurso, que da lugar a dos situaciones claramente contrapuestas: excedentes hídricos al norte y escasez generalizada en el resto de la Península.

**Nutrientes de plantas.** Se muestran cifras globales sobre el consumo reciente de fertilizantes y la evolución del consumo de productos fitosanitarios en los últimos años. También se recoge la temporalidad y distribución espacial del uso de los mismos, muy vinculados a los factores estacionales y climáticos a los que están sometidas las diferentes regiones.

**Puntos críticos.** Se referencia ciertos casos destacados por su impacto negativo sobre los recursos terrestres, hídricos o nutrientes de plantas. Se muestra en cada caso la situación real que refleja el riesgo actual soportado por un determinado recurso.

**Puntos sobresalientes.** Relata situaciones contrapuestas a las del apartado anterior, desgraciadamente más escasas, sobre aspectos

positivos que favorecen el estado de los recursos terrestres, hídricos o nutrientes de plantas.

Para acercarse más a los criterios generales de FAO, que ya cuenta con los 'Internet Reports' de más de veinte países, todo este **Nivel #1** de **SEIS.net** se presenta tanto en español como en inglés. En este sentido, es destacable el encargo de FAO al grupo de investigación MicroLEIS para que desarrolle el 'Internet Report' de Latinoamérica, siguiendo los mismos criterios metodológicos de este **Nivel #1**.

### *Nivel #2. Atlas Digital de Comarcas de Suelos*

En el segundo nivel del sistema **SEIS.net** se profundiza en la escala con relación al primer nivel, siendo la comarca de suelo la unidad geográfica de referencia.

Desde un mapa europeo donde se muestran las grandes regiones (NUTS 1), se va descendiendo por comunidades autónomas (NUTS 2) y provincias (NUTS 3) hasta llegar a las comarcas. A partir de aquí, se accede a cada una de las 324 comarcas españolas (Tabla 2) que se caracterizan con información, tanto en formato cartográfico como tabular.

TABLA 2. Relación de las 324 comarcas españolas, por orden alfabético de códigos utilizados en SEIS.net Nivel #2.

Código	Nombre	Código	Nombre	Código	Nombre
<b>Alicante</b>	GI05	Gironés	P02	Boedo-Ojeda	
A01	Central	GI06	La Selva	P03	Campos
A02	Marquesado	GI07	Ripollés	P04	Cervera
A03	Meridional	<b>Granada</b>	P05	El Cerrato	
A04	Montaña	GR01	Alhama	P06	Guardo
A05	Vinalopó	GR02	Baza	P07	Saldaña-Valdavia
<b>Albacete</b>		GR03	De la Vega	<b>Palma</b>	
AB01	Almansa	GR04	Guadix	PM01	Ibiza
AB02	Centro	GR05	Huéscar	PM02	Mallorca
AB03	Hellín	GR06	Iznalloz	PM03	Menorca
AB04	Mancha	GR07	La Costa	<b>Pontevedra</b>	
AB05	Manchuela	GR08	Las Alpujarras	PO01	Interior
AB06	Sierra Alcaraz	GR09	Montefrío	PO02	Litoral
AB07	Sierra Segura	GR10	Valle de Lecrin	PO03	Miño
<b>Almería</b>		<b>Guadalajara</b>		PO04	Montaña
AL01	Alto Almazora	GU01	Alcarria	<b>Cantabria</b>	
AL02	Alto Andarax	GU02	Alcarria Baja	S01	Ason
AL03	Bajo Almazora	GU03	Campiña	S02	Costera

Código	Nombre	Código	Nombre	Código	Nombre
AL04	Campo Dalías	GU04	Molina de Aragón	S03	Liébana
AL05	C. Níjar B. Andarax	GU05	Sierra	S04	Pas-Iguña
AL06	Campo Tabernas	<b>Huelva</b>		S05	Reinosa
AL07	Los Vélez	H01	Andévalo-Occid.	S06	Tudanca-Cabuérniga
AL08	Río Nacimiento	H02	Andévalo-Oriental	<b>Salamanca</b>	
<b>Ávila</b>		H03	Condado Campiña	SA01	Alba de Tormes
AV01	Arévalo-Madrigal	H04	Condado Litoral	SA02	Ciudad Rodrigo
AV02	Ávila	H05	Costa	SA03	Fuente S. Esteban
AV03	B. Ávila-Piedrahita	H06	Sierra	SA04	La Sierra
AV04	Gredos	<b>Huesca</b>		SA05	Ledesma
AV05	Valle Bajo Alberche	HU01	Bajo Cinca	SA06	Peñaranda Bracam.
AV06	Valle del Tiétar	HU02	Hoya de Huesca	SA07	Salamanca
<b>Barcelona</b>		HU03	Jacetania	SA08	Vitigudino
B01	Anoia	HU04	La Litera	<b>Sevilla</b>	
B02	Bagés	HU05	Monegros	SE01	De Estepa
B03	Bajo Llobregat	HU06	Ribagorza	SE02	El Aljarafe
B04	Bergada	HU07	Sobrarbe	SE03	La Campiña
B05	Maresme	HU08	Somontano	SE04	La Sierra Norte
B06	Moyanés	<b>Jaén</b>		SE05	La Vega
B07	Osona	J01	Campiña del Norte	SE06	Las Marismas
B08	Penedés	J02	Campiña del Sur	SE07	Sierra Sur
B09	Vallés Occidental	J03	El Condado	<b>Segovia</b>	
B10	Vallés Oriental	J04	La Loma	SG01	Cuéllar
<b>Badajoz</b>		J05	Mágina	SG02	Segovia
BA01	Alburquerque	J06	Sierra de Cazorla	SG03	Sepúlveda
BA02	Almendralejo	J07	Sierra de Segura	<b>Soria</b>	
BA03	Azuaga	J08	Sierra Morena	SO01	Almazán
BA04	Badajoz	J09	Sierra Sur	SO02	Arco de Jalón
BA05	Castuera	<b>Lleida</b>		SO03	Burgo de Osma
BA06	Don Benito	L01	Alto Urgel	SO04	Campo de Gomara
BA07	Herrera Duque	L02	Conca	SO05	Pinares
BA08	Jerez Caballeros	L03	Garrigas	SO06	Soria
BA09	Llerena	L04	Noguera	SO07	Tierras A. V.Tera
BA10	Mérida	L05	Pallars-Ribagorza	<b>Guipúzcoa</b>	
BA11	Olivenza	L06	Segarra	SS01	Guipúzcoa
BA12	Puebla Alcocer	L07	Segria	<b>Tarragona</b>	
<b>Vizcaya</b>		L08	Solsonès	T01	Bajo Ebro
BI01	Vizcaya	L09	Urgel	T02	Bajo Penedés
<b>Burgos</b>		L10	Valle de Arán	T03	Campo de Tarragona
BU01	Arlanza	<b>León</b>		T04	Conca de Barberà
BU02	Arlazón	LE01	Astorga	T05	Priorato-Prades
BU03	Bureba-Ebro	LE02	Bierzo	T06	Ribera de Ebro
BU04	Demanda	LE03	El Páramo	T07	Segarra
BU05	La Ribera	LE04	Esla-Campos	T08	Terra-Alta
BU06	Merindades	LE05	La Bañeza	<b>Teruel</b>	
BU07	Páramos	LE06	La Cabrera	TE01	Bajo Aragón
BU08	Pisuerga	LE07	La Montaña de Luna	TE02	Cuenca del Jiloca
<b>A Coruña</b>		LE08	La Montaña Riaño	TE03	Hoya de Teruel
C01	Interior	LE09	Sahagún	TE04	Maestrazgo
C02	Occidental	LE10	Tierras de León	TE05	Ser.de Albaracín
C03	Septrentional	<b>La Rioja</b>		TE06	Serr. de Montalbán
<b>Cádiz</b>		LO01	Rioja Alta	<b>Tenerife</b>	
CA01	Campiña de Cádiz	LO02	Rioja Baja	TF01	Isla de Hierro
CA02	Campo de Gibraltar	LO03	Rioja Media	TF02	Isla de la Gomera
CA03	Costa NO de Cádiz	LO04	Sierra Roja Alta	TF03	Isla de la Palma
CA04	De la Janda	LO05	Sierra Roja Baja	TF04	Norte de Tenerife
CA05	Sierra de Cádiz	LO06	Sierra Roja Media	TF05	Sur de Tenerife
<b>Cáceres</b>		<b>Lugo</b>		<b>Toledo</b>	
CC01	Brozas	LU01	Central	TO01	La Jara
CC02	Cáceres	LU02	Costa	TO02	La Mancha
CC03	Coria	LU03	Montaña	TO03	Monte los Yébenes
CC04	Hervás	LU04	Sur	TO04	Montes Navahermosa

Código	Nombre	Código	Nombre	Código	Nombre
CC05	Jaraiz de la Vera	LU05	Terra Chá	TO05	Sagra-Toledo
CC06	Logrosán	<b>Madrid</b>		TO06	Talavera
CC07	Navalmoral Mata	M01	Area Metropolitana	TO07	Torrijos
CC08	Plasencia	M02	Campiña	<b>Valencia</b>	
CC09	Trujillo	M03	Guadarrama	V01	Alto Turia
CC10	Valencia Alcántara	M04	Lozoya Somosierra	V02	Campos de Liria
<b>Córdoba</b>		M05	Sur Occidental	V03	Enguera y la Canal
CO01	Campiña Alta	M06	Vegas	V04	Gandía
CO02	Campiña Baja	<b>Málaga</b>		V05	Hoya de Buñol
CO03	La Sierra	MA01	Antequera	V06	Huerta de Valencia
CO04	Las Colonias	MA02	Guadalorce	V07	Costera de Játiva
CO05	Pedroches	MA03	Serranía de Ronda	V08	Requena-Utiel
CO06	Penibética	MA04	Vélez Málaga	V09	Riberas del Júcar
<b>Ciudad Real</b>		<b>Murcia</b>		V10	Rincón de Ademúz
CR01	Campo de Calatrava	MU01	Campo de Cartagena	V11	Sagunto
CR02	Campos de Montiel	MU02	Centro	V12	Valle de Ayora
CR03	Mancha	MU03	Nordeste	V13	Valles de Albaida
CR04	Montes Norte	MU04	Noroeste	<b>Valladolid</b>	
CR05	Montes Sur	MU05	Río Segura	VA01	Centro
CR06	Pastos	MU06	S.Vall.Guadalentín	VA02	Sur
<b>Castellón</b>		<b>Navarra</b>		VA03	Sureste
CS01	Alto Maestrazgo	NA01	Cuenca Pamplona	VA04	Tierra de Campos
CS02	Bajo Maestrazgo	NA02	Navarra Media	<b>Álava</b>	
CS03	La Plana	NA03	Nor Occidental	VI01	Cantábrica
CS04	Litoral Norte	NA04	Pirineos	VI02	Estribacion.Gorbea
CS05	Llanos Centrales	NA05	Ribera Alta Aragón	VI03	Llanada Alavesa
CS06	Palancia	NA06	Ribera Baja	VI04	Montaña Alavesa
CS07	Peñagolosa	NA07	Tierra Estella	VI05	Rioja Alavesa
<b>Cuenca</b>		<b>Asturias</b>		VI06	Valles Alaveses
CU01	Alcarria	O01	Belmonte Miranda	<b>Zaragoza</b>	
CU02	Mancha Alta	O02	Cángas de Narcea	Z01	Borja
CU03	Mancha Baja	O03	Cángas de Onís	Z02	Calatayud
CU04	Manchuela	O04	Gijón	Z03	Caspe
CU05	Serranía Alta	O05	Grado	Z04	Daroca
CU06	Serranía Baja	O06	Llanes	Z05	Ejea Caballeros
CU07	Serranía Media	O07	Luarca	Z06	Almunia D. Godina
<b>Las Palmas</b>		O08	Mieres	Z07	Zaragoza
GC01	Fuerteventura	O09	Oviedo	<b>Zamora</b>	
GC02	Gran Canaria	O10	Vegadeo	ZA01	Aliste
GC03	Lanzarote	<b>Ourense</b>		ZA02	Benavente y Valles
<b>Girona</b>		Barco Valdeorras		ZA03	Campos-Pan
GI01	Alto Ampurdán	OR02	Ourense	ZA04	Duero Bajo
GI02	Bajo Ampurdán	OR03	Verín	ZA05	Sanabria
GI03	Cerdaña	<b>Palencia</b>		ZA06	Sayago
GI04	Garrotxa	P01	Aguilar		

(\*) Las 324 comarcas españolas pertenecen a las 50 provincias exceptuando Ceuta y Melilla.

### Formato cartográfico

**Topografía.** La colección de mapas de altitud de las comarcas se ha confeccionado a partir de un Modelo Digital de Elevación (MDE) proporcionado por el Instituto Geográfico Nacional (IGN, 1991) y su tratamiento con el sistema de información geográfica ARCVIEW (ESRI, 1997). La resolución de dicho MDE es de 1 Km, es decir, los mapas

están compuestos de “píxeles” de 1 Km<sup>2</sup> de extensión. No se ha hecho ningún tipo de interpolación respetando la información original. A partir del MDE se ha generado un mapa de altitud para toda la Península. Una vez obtenido este mapa se ha ido confeccionando uno individual para cada comarca donde los intervalos se han definido en función de la altura máxima y mínima de cada una de ellas.

**Pendientes.** Se han elaborado 324 mapas a partir del citado MDE (IGN, 1991). El procedimiento de cálculo, mediante un mapa raster y utilizando ARCVIEW, ha consistido en obtener el plano tangente a la superficie en cada punto (pixel) y sus ocho vecinos. A continuación se selecciona el valor máximo del gradiente correspondiente a cada plano tangente. Las coberturas de dicho mapa para toda España se cruzaron con la información comarcal para conseguir dichos mapas. La leyenda única del mapa considera los intervalos correspondientes a la base de datos **SDBm Plus** (De la Rosa et al., 2001).

**Geología.** Para la elaboración de los mapas geológicos se ha procedido a digitalizar el correspondiente mapa del Atlas Nacional de España, escala 1:2.000.000 (IGN, 1992). También se ha utilizado una base con la red hidrográfica de la Península. Una vez obtenida la cobertura geológica para todo el territorio nacional se divide en las 324 comarcas. Se mantiene la misma leyenda única para todos los mapas.

**Suelos.** La colección de mapas comarcales de suelos se ha realizado también a partir del correspondiente Atlas Nacional de España, escala 1:2.000.000 (IGN, 1992). El procedimiento de digitalización y división en comarcas ha sido similar al seguido para los mapas geológicos. Se mantiene también la leyenda original única para todos los mapas, que corresponde a la clasificación natural de los suelos de acuerdo con la Soil Taxonomy a nivel de Grandes Grupos (USDA, 1987).

**Uso actual.** En los mapas de uso actual se representan, agrupados en ocho clases diferentes, los usos actuales del suelo presentes en cada una de las 324 comarcas. Estas ocho clases corresponden a: usos no agrícolas, cultivos anuales, cultivos permanentes, pastizales, cultivos mixtos, bosques y espacios naturales, humedales y por último hidrología. Para su elaboración se parte de los datos presentes en el CORINE Land Cover (EUROSTAT, 1998), que ha utilizado, principalmente, imágenes

LANDSAT y SPOT, con una resolución espacial de 20 y 30 m respectivamente. La unidad mínima representada es de 25 ha, y la escala nunca mayor de 1/100.000. La fecha corresponde al periodo 1988-1995 que incluye todo el proceso de elaboración (recogida de información, tratamiento, elaboración de la información derivada y revisión final).

### **Formato tabular**

La información en forma tabular del **Nivel #2** de **SEIS.net** hace referencia a los suelos dominantes, materiales originales, climatología, topografía e indicadores ambientales. Para ello se siguen muy de cerca los criterios propuestos por el European Soil Bureau en la creación de 'regiones de suelos' (CEE/ESB, 1998).

**Suelos dominantes.** Se han escogido tres individuos suelos, de mayor a menor dominancia, en cada una de las 324 comarcas. Esta información, a nivel de Grandes Grupos (USDA, 1987), procede del mapa de suelos a escala 1:2000000 (IGN, 1992), previamente digitalizado.

A su vez, se relacionan unos **perfiles de suelos representativos** para algunas comarcas, que se encuentran descritos en el **Nivel #3 (WWW SDBm Plus)**, y donde se recogen tanto los datos morfológicos como analíticos de dichos perfiles.

**Materiales originales.** Materiales originales de los suelos agrupados por edades, cuyo orden responde a la mayor o menor presencia de dichos materiales en la comarca en cuestión. Esta información ha sido extraída del Mapa Geológico a escala 1:200.000 editado por el ITGN (1971-94).

**Datos climatológicos.** Principales datos climatológicos de las comarcas, los cuales han sido elaborados a partir del Atlas Nacional de España publicado por el IGN (1992), en combinación con la información comarcal elaborada. Estos datos climatológicos se refieren a la temperatura y precipitación media anual, así como a los meses de

mayor y menor precipitación. Así mismo se muestra el número de días con temperaturas inferiores a 0°C.

#### Datos fisiográficos y administrativos.

Se refieren a la extensión en Km<sup>2</sup> de la comarca la cual ha sido tomada de la Comarcalización Agraria de España realizada por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA, 1996). A su vez, se da la altura y pendiente media, mínima y máxima de cada comarca, datos calculados a partir del MDE proporcionados por el IGN (1991). De igual modo, se relacionan los 8.284 términos municipales que componen cada una de las 324 comarcas.

**Indicadores agro-ambientales.** De acuerdo con las recomendaciones de la Agencia Europea de Medio Ambiente (Gentile et al., 1999) sobre la importancia de los indicadores ambientales, se hace especial referencia a la productividad potencial de las comarcas en base a su deficiencia bioclimática. Para ello se ha hecho aplicación del modelo Terraza, del sistema MicroLEIS (De la Rosa, 2000), a partir de la información climática disponible para cada comarca, sin considerar la variabilidad edáfica y con referencia exclusiva al cultivo del girasol. La clase bioclimática (ej. C3(h1-f3)) es combinación, mediante el criterio de limitación máxima, de la clase de deficiencia hídrica o reducción de producción (h1 a h4) y de la clase de riesgos de heladas (f1 a f4).

#### Nivel #3. Base de Datos de Suelos Online

Este tercer nivel de **SEIS.net** se caracteriza por contener información geo-referenciada de perfiles de suelos a nivel puntual en bases de datos de consulta on-line (Fig. 2). Para ello, en primer lugar se desarrolló la base de datos de perfiles de suelos **SDBm Plus**, en versión para WINDOWS sobre plataformas PC (De la Rosa et al., 2001a y b; Horn et al., 1999). Esta base multilingüe de

perfiles de suelos responde a un sistema de gestión de base de datos desarrollado para homogeneizar, almacenar y explotar grandes cantidades de datos geo-referenciados de suelos, tanto procedentes de la descripción de campo como de los análisis de laboratorio. Sus características principales son las siguientes: **i)** se ha desarrollado para el sistema WINDOWS; **ii)** se puede utilizar en diferentes idiomas, desde el Inglés, como idioma origen, a otros idiomas destino (por ahora, Español, Francés y Alemán); **iii)** permite una caracterización detallada del suelo según los criterios convencionales de descripción de perfiles, mediante el uso de menús de ayuda en el idioma seleccionado, lo que facilita enormemente el almacenamiento de los datos; **iv)** ofrece la posibilidad de monitorizar

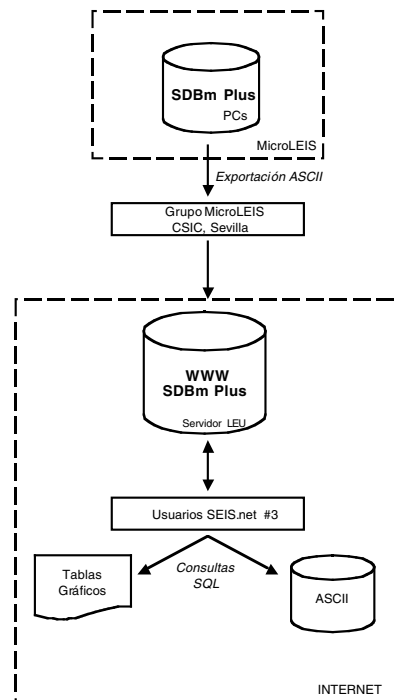


FIGURA 2. Esquema general del desarrollo de SEIS.net Nivel #3, mostrando la relación entre las bases de datos de suelos SDBm Plus y WWW SDBm Plus.

la variabilidad temporal de las propiedades analíticas, físicas e hidráulicas del suelo; **v**) cuenta con una metabase para describir cada uno de los métodos empleados en los análisis de laboratorio; y **vi**) ofrece una interfaz que automatiza la conexión con sistemas computarizados de información, tales como modelos de evaluación de tierras (LES) y sistemas de información geográfica (SIG).

Para el funcionamiento en INTERNET, desde el servidor del grupo **MicroLEIS**, se desarrolló la aplicación **WWW SDBm Plus**. Esta aplicación WEB se implementó sobre LINUX PC con el servidor APACHE WWW, de forma que puede ser consultada la base de datos desde cualquier otro ordenador conectado a INTERNET. De esta forma y a través

de consultas SQL, se puede obtener la información de los perfiles de suelos almacenados en forma de tablas y/o gráficos (formularios HTML), así como en formato electrónico (archivos ASCII).

Tal y como se muestra en la Fig. 2, la base de datos **SDBm Plus** se puede utilizar como alimentador/editor del sistema **WWW SDBm Plus**, mediante la opción de exportar en formato ASCII.

La relación de perfiles almacenados alcanza actualmente el número de 183 (Tabla 3), algunos de los cuales ofrecen la máxima información (Status: A) sobre descripción morfológica, fotografías, datos analíticos generales y especiales (sales solubles y metales pesados), datos físicos e hidráulicos.

TABLA 3. Relación de los primeros 183 perfiles de suelos almacenados en SEIS.net Nivel #3.

Código	Comarca	Tipo de datos <sup>1</sup>	Status <sup>2</sup>	Código	Comarca	Tipo de datos <sup>1</sup>	Status <sup>2</sup>
A0101	Central	M, P, A	C	GR0304	De la Vega	M, A, B	C
A0102	Central	M, P, A	C	GR0305	De la Vega	M, A, B	C
A0201	Marquesado	M, A	B	GR0306	De la Vega	M, A, B	C
A0202	Marquesado	M, A	B	GR0307	De la Vega	M, A, B	C
A0203	Marquesado	M, P, A	B	GR0401	Guadix	M, P, A, F, H	B
A0402	Montaña	M, A	B	GR0402	Guadix	M, P, A, F, H	B
A0501	Vinalopó	M, A	B	GR0701	La Costa	M, P, A	B
A0502	Vinalopó	M, A	B	GR1001	Valle de Lecrin	M, P, A	B
A0503	Vinalopó	M, A	C	H0101	Andévalo-Occidental	M, P, A	B
A0504	Vinalopó	M, A	B	H0201	Andévalo-Oriental	M, P, A	B
A0505	Vinalopó	M, A	C	H0301	Condado Campiña	M, P, A, F, H	B
AB0201	Centro	M, P, A, F	B	H0401	Condado Litoral	M, P, A, F, H	B
AB0202	Centro	M, P, A	B	H0501	Costa	M, P, A, F, H	B
AB0402	Mancha	M, P, A, B, F	B	H0601	Sierra	M, A	B
AL0101	Alto Almazora	M, P, A	B	H0602	Sierra	M, P, A	B
AL0301	Bajo Almazora	M, P, A	B	J0101	Campiña del Norte	M, P, A	B
AL0401	Campo Dalías	M, P, A	B	J0201	Campiña del Sur	M, P, A	B
AL0402	Campo Dalías	M, P, A	B	J0202	Campiña del Sur	M, P, A	B
AL0501	Campo Níjar	M, P, A	B	J0301	El Condado	M, P, A	B
AL0601	Campo Tabernas	M, P, A	B	J0601	Sierra de Cazorla	M, P, A	B
AL0701	Los Vélez	M, P, A	B	J0602	Sierra de Cazorla	M, P, A	B
AL0801	Río Nacimiento	M, P, A	B	J0603	Sierra de Cazorla	M, P, A	B
B0301	Bajo Llobregat	M, A, B	C	J0801	Sierra Morena	M, P, A	B
B0302	Bajo Llobregat	M, A, B	C	J0802	Sierra Morena	M, P, A	B
B0303	Bajo Llobregat	M, A, B	C	J0803	Sierra Morena	M, A, B	C
B0304	Bajo Llobregat	M, A, B	C	J0804	Sierra Morena	M, A, B	C
B0305	Bajo Llobregat	M, A, B	C	J0805	Sierra Morena	M, A, B	C
B0306	Bajo Llobregat	M, A, B	C	LU0501	Terra Chá	M, A, F, H	B
B0307	Bajo Llobregat	M, A, B	C	MA0101	Antequera	M, P, A	B
B0308	Bajo Llobregat	M, A, B	C	MA0102	Antequera	M, P, A	B
B0309	Bajo Llobregat	M, A, B	C	MA0201	Guadalorce	M, P, A	B
B0310	Bajo Llobregat	M, A, B	C	MA0202	Guadalorce	M, A	B
B0311	Bajo Llobregat	M, A, B	C	MA0203	Serranía de Ronda	M, P, A	B
B0312	Bajo Llobregat	M, A, B	C	SE0101	De Estepa	M, P, A, F, H	B

Código	Comarca	Tipo de datos <sup>1</sup>	Status <sup>2</sup>	Código	Comarca	Tipo de datos <sup>1</sup>	Status <sup>2</sup>
B0313	Bajo Llobregat	M, A, B	C	SE0201	El Aljarafe	M, P, A, F, H	B
B0314	Bajo Llobregat	M, A, B	C	SE0211	El Aljarafe	M, A, B, F, H	A
B0315	Bajo Llobregat	M, A, B	C	SE0301	La Campiña	M, P, A, F, H	B
CA0101	Campiña Cádiz	M, P, A, F, H	B	SE0302	La Campiña	M, P, A, F, H	B
CA0102	Campiña Cádiz	M, P, A	B	SE0303	La Campiña	M, P, A, F, H	B
CA0103	Campiña Cádiz	M, P, A	B	SE0304	La Campiña	M, P, A, F, H	B
CA0104	Campiña Cádiz	M, A, B, F, H	A	SE0305	La Campiña	M, A, B, F, H	A
CA0201	Campo Gibraltar	M, P, A	B	SE0306	La Campiña	M, A, B, F, H	A
CA0401	De la Janda	M, P, A	B	SE0401	La Sierra Norte	M, P, A	B
CA0402	De la Janda	M, P, A	B	SE0402	La Sierra Norte	M, A, F, H	B
CA0501	Sierra de Cádiz	M, A, B	B	SE0403	La Sierra Norte	M, A, F, H	B
CA0502	Sierra de Cádiz	M, A, B	B	SE0501	La Vega	M, P, A, F, H	B
CA0503	Sierra de Cádiz	M, A, B	B	SE0502	La Vega	M, A, B, F, H	A
CA0504	Sierra de Cádiz	M, A, B	B	SE0503	La Vega	M, A, F, H	B
CA0505	Sierra de Cádiz	M, A, B	B	SE0504	La Vega	M, A, B, F, H	A
CA0506	Sierra de Cádiz	M, A, B	B	SE0505	La Vega	M, A, B, F, H	A
CA0507	Sierra de Cádiz	M, A, B	B	SE0506	La Vega	M, A, F, H	B
CA0508	Sierra de Cádiz	M, A, B	B	SE0601	Las Marismas	M, A, B, F, H	A
CA0509	Sierra de Cádiz	M, A, B	B	SE0602	Las Marismas	M, A, B, F, H	A
CA0510	Sierra de Cádiz	M, A, B	B	SE0701	Sierra Sur	M, P, A, F, H	B
CA0511	Sierra de Cádiz	M, A, B	B	V0101	Alto Turia	M, P, A, B, F	B
CA0512	Sierra de Cádiz	M, A, B	B	V0102	Alto Turia	M, P, A, B, F	B
CA0513	Sierra de Cádiz	M, A, B	B	V0103	Alto Turia	M, P, A, B, F	B
CA0514	Sierra de Cádiz	M, A, B	B	V0201	Campos de Liria	M, P, A, B, F	C
CA0515	Sierra de Cádiz	M, A, B	B	V0202	Campos de Liria	M, P, A, B, F	C
CO0101	Campiña Alta	M, P, A	B	V0301	Enguera y la Canal	M, P, A	B
CO0201	Campiña Baja	M, P, A	B	V0302	Enguera y la Canal	M, P, A, B, F	B
CO0202	Campiña Baja	M, P, A	B	V0401	Gandía	M, P, A, B, F	B
CO0203	Campiña Baja	M, P, A	B	V0402	Gandía	M, P, A, B, F	B
CO0204	Campiña Baja	M, A, B	C	V0403	Gandía	M, P, A, B, F	B
CO0205	Campiña Baja	M, A	C	V0501	Hoya de Buñol	M, P, A, B, F	B
CO0301	La Sierra	M, A, B	C	V0502	Hoya de Buñol	M, P, A, B, F	B
CO0501	Pedroches	M, P, A	B	V0503	Hoya de Buñol	M, P, A, B, F	B
CO0502	Pedroches	M, A	B	V0601	Huerta de Valencia	M, P, A	B
CO0601	Penibética	M, P, A	B	V0602	Huerta de Valencia	M, P, A, B, F	B
CR0301	Mancha	M, P, A	B	V0603	Huerta de Valencia	M, P, A	B
CS0101	Alto Maestrazgo	M, P, A	C	V0701	La Costera de Játiva	M, P, A, B, F	B
CS0102	Alto Maestrazgo	M, P, A	B	V0702	La Costera de Játiva	M, P, A, B, F	B
CS0103	Alto Maestrazgo	M, P, A	B	V0703	La Costera de Játiva	M, P, A, B, F	B
CS0104	Alto Maestrazgo	M, P, A	B	V0801	Requena-Utiel	M, P, A	B
CS0105	Alto Maestrazgo	M, A	C	V0802	Requena-Utiel	M, P, A, B, F	B
CS0302	La Plana	M, P, A	B	V0803	Requena-Utiel	M, P, A, B, F	B
CS0403	Litoral Norte	M, A	B	V0901	Riberas del Júcar	M, A, B, F	B
CS0502	Llanos Centrales	M, P, A	C	V0902	Riberas del Júcar	M, P, A, B, F	B
CS0601	Palancia	M, P, A	B	V0903	Riberas del Júcar	M, A	B
CS0602	Palancia	M, P, A	C	V1001	Rincón de Ademúz	M, P, A, B, F	B
CS0701	Peñagolosa	M, A	B	V1002	Rincón de Ademúz	M, P, A, B, F	B
CS0702	Peñagolosa	M, P, A	B	V1003	Rincón de Ademúz	M, P, A, B, F	B
CU0201	Mancha Alta	M, P, A, F	B	V1101	Sagunto	M, P, A	B
CU0203	Mancha Alta	M, P, A, F	B	V1102	Sagunto	M, P, A, B, F	B
CU0302	Mancha Baja	M, P, A, F	B	V1103	Sagunto	M, P, A, B, F	B
CU0303	Mancha Baja	M, P, A, F	B	V1201	Valle de Ayora	M, P, A, B, F	B
GR0101	Alhama	M, A, B	C	V1202	Valle de Ayora	M, P, A, B, F	B
GR0201	Baza	M, P, A	C	V1203	Valle de Ayora	M, P, A, B, F	B
GR0202	Baza	M, P, A	C	V1301	Valles de Albaida	M, P, A, B, F	B
GR0301	De la Vega	M, P, A	C	V1302	Valles de Albaida	M, P, A, B, F	B
GR0302	De la Vega	M, P, A, H	B	V1303	Valles de Albaida	M, P, A, B, F	B
GR0303	De la Vega	M, P, A, F, H	B				

(<sup>1</sup>)Tipo de datos: M = morfológicos, P = fotografías, A = analíticos generales, B = analíticos especiales, F = físicos, H = hidráulicos.

(<sup>2</sup>) Status (cantidad/calidad de la información): A = máxima, B = media, C = mínima.

### *Conexión entre Niveles #1, #2 y #3*

La conexión entre **Nivel #1**, **Nivel #2** y **Nivel #3** del sistema **SEIS.net** se lleva a cabo, mediante los correspondientes hiperenlaces (= >), a través de las comarcas (**Nivel #2**) donde se encuentren suelos representativos caracterizados al máximo detalle en el **Nivel #3**.

## CARTOGRAFÍA ADICIONAL

En esta sección se pone a disposición del usuario de **SEIS.net** la colección de mapas temáticos comarcales: administrativo, altitud, pendientes, geología, suelos y usos del suelo, como coberturas a nivel nacional único. Todos estos mapas se pueden descargar en formato JPG, así como todos los archivos ARCVIEW necesarios para su explotación posterior. Las herramientas informáticas utilizadas para la elaboración de estos mapas corresponden a ARCVIEW 3.1 (ESRI, 1997).

## HERRAMIENTAS UTILIZADAS

Del sistema **WWW MicroLEIS** (De la Rosa, 2000) se hace referencia y conexión ya que se trata del conjunto de herramientas más utilizado en el desarrollo de **SEIS.net**. Este sistema de caracterización y evaluación de suelos incluye numerosas herramientas informatizadas, tales como bases de datos y modelos de evaluación, a modo de un sistema de apoyo a la decisión, así como numerosa información básica sobre los recursos rurales de Andalucía.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Al cabo de los tres años de duración del proyecto (1999-2001), **SEIS.net** ha resultado un sistema de información de suelos con tres niveles diferentes de aproximación al conocimiento de estos recursos, en todo el territorio nacional, y de libre y fácil acceso a través de

Internet ([Http://leu.irnase.csic.es/mimam/seis-net.htm](http://leu.irnase.csic.es/mimam/seis-net.htm)).

El desarrollo metodológico aplicado en los tres niveles de **SEIS.net** responde a criterios internacionalmente aceptados, y en los que ya tuvo una destacada participación el grupo coordinador del proyecto a través del sistema de evaluación de suelos MicroLEIS.

Desde la perspectiva actual y en base a los resultados conseguidos, se pueden hacer las siguientes recomendaciones:

**SEIS.net** debería continuar como un proyecto abierto en el tiempo que permitiese la actualización de los contenidos informativos. La gran extensión del territorio abarcado, su elevada variabilidad geográfica y las múltiples fuentes vivas de información utilizadas así lo justifican.

La voluminosa cartoteca elaborada para **SEIS.net** constituye una colección de imágenes fijas que podría complementarse con imágenes interactivas de acuerdo con las necesidades reales del usuario. El desarrollo creciente de las tecnologías de la información y las comunicaciones así lo aconsejan.

La articulación de procedimientos de relación o dependencia con las instituciones nacionales y regionales que generan información sobre los suelos, sería otro aspecto a desarrollar como parte de **SEIS.net**.

Igualmente la relación con organismos o asociaciones de usuarios que toman decisiones sobre el territorio tendrían que articularse, de forma que **SEIS.net** constituyese una herramienta de uso frecuente en dicho proceso de toma de decisiones.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido realizado gracias a la financiación del proyecto de investigación MIMAM-CSIC (1999-2001). Gran parte de los resultados conseguidos corresponden, a su vez, a proyectos desarrollados simultáneamente por el IRNAS y FAO y formalizados mediante dos cartas de acuerdo (Contract

#PR15621, #PR160366). Igualmente, se han producido aportaciones importantes desde el proyecto SIDASS con participación del IRNAS y financiación de la Comisión Europea (Contract #CT980106). Desde aquí queremos hacer un llamamiento para que se aporten datos sobre perfiles de suelos de España, que se incluirían en el **Nivel #3 de SEIS.net**. Gracias a todos los que ya de alguna manera han hecho su aportación.

## REFERENCIAS

- CEE/ESB. (1998). Georeferenced soil database for Europe. European Soil Bureau, Ispra.
- De la Rosa, D. (coord.).(2000). WWW MicroLEIS system. Integrated system for land data transfer and agro-ecological land evaluation.  
[Http://www.microleis.com](http://www.microleis.com)
- De la Rosa, D., Mayol, F., Moreno, F., Cabrera, F., Díaz-Pereira, E. y Antoine, J. (2001a). A multilingual soil profile database (SDBm Plus) to implement land use and management decision support systems. *Environmental Modelling and Software Journal*(En prensa).
- De la Rosa D., Mayol, F. y Antoine, J. (eds.). (2001b). FAO-CSIC multilingual soil profile database (SDBm Plus). User Manual. FAO World Soil Resources Report. Roma. (En inglés y español).
- ESRI. (1997). Arcview GIS 3.1. Environmental Systems Research Institute, Inc. Nueva York.
- EUROSTAT. (1998). Geographic information system for de European Commission (GISCO). CORINE Land Cover, 1988-95. CEC.
- FAO. (2000). GATEWAY project. Gateway to land and water information.  
[Http://www.fao.org/WAICENT/FAOIN-FO/AGRICULT/AGL/swlwpnr/swlwpnr.htm](http://www.fao.org/WAICENT/FAOIN-FO/AGRICULT/AGL/swlwpnr/swlwpnr.htm)
- Gentile, A.R., Prokop, G., Blum, W., Pollack, M., Van den Born, G.J., Loveland, P., De la Rosa, D., Ibañez, J.J. y Kristensen, P. (1999). Soil Degradation. En: EEA (ed.), *Environment in the European Union at the Turn of the Century*. Off. for Pub. of the EU, Luxembourg, 183-203.
- Horn, R., De la Rosa, D., Rajkai, K., Dexter, A. y Simota, C. (1999). SIDASS: A spatially distributed model predicting the dynamics of agrophysical soil state within eastern and Western European countries for the selection of management practices to prevent soil erosion. Project Work Program. INCO-Copernicus, Contract #CT980106. DG XII, CEC.
- IGN. (1992). Atlas nacional de España, Sección II, Grupo 7, Edafología, Instituto Geográfico Nacional, Madrid.
- IGN (1992). Atlas nacional de España, Sección II, Grupo 9, Climatología, Instituto Geográfico Nacional, Madrid.
- ITGE. (1971-94). Mapa geológico de España, escala 1:200000, Instituto Tecnológico Geominero de España, Madrid.
- MAPA. (1996). Comarcalización agraria de España. Cartografía. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid.
- USDA. (1987). Soil taxonomy: A basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys. USDA Handbook, Washington, DC.