

“TRANSCATALONIA N-S”

GUÍA DE EXCURSIÓN DE EDAFOLOGÍA



Edición: Jaume Boixadera (DAR-UdL)
 Rosa M.Poch (UdL)

Con la colaboración de: Josep Miquel Ubalde (DAR-UdL)
 Josefina Costa Balasch (UdL)

Departament de Medi Ambient i Ciències del Sòl, Universitat de Lleida

Secció d'Avaluació de Recursos Agraris, Departament d'Agricultura,
Alimentació i Acció Rural (Generalitat de Catalunya)

Lleida 2008

Boixadera J y Poch RM (Eds) 2008. ***“Transcatalonia N-S. Guía de excursión de edafología.”*** Departament de Medi Ambient i Ciències del Sòl (UdL), Secció d’Avaluació de Recursos Agraris (Generalitat de Catalunya). Lleida.

DL: L-716-2008

ISBN: 978-84-612-5408-8

© Los autores

Presentación

La “**Guía de Excursión de Edafología. Transcatalonia N-S, Mayo 1999**” sirve como documento base para la presente guía de excursión. La información contenida en esta guía ha sido utilizada, total o parcialmente, en las salidas de prácticas y giras de campo de los estudiantes del BODE **Sistemes d’Informació i Avaluació de Sòls** (UdL), **Curso Intensivo Internacional de Micromorfología de Suelos** (UdL-UB), **Excursión Post-Congreso S8** de la Reunión de la Unión Internacional de Ciencia del Suelo (Montpellier, 1998) y del curso de doctorado **Génesis, Clasificación y Cartografía de Suelos** del Programa de Doctorado Medi Ambient i Ciències del Sòl de la UdL, entre otras.

Los objetivos generales que se persiguen son básicamente docentes, pero también están orientados a personas interesadas en conocer algunos sistemas edáficos representativos de Cataluña. Se podrían resumir en:

- a. Estudiar la morfología de distintos tipos de suelos, familiarizándose con la misma.
- b. Estudiar determinados perfiles ampliamente representativos de las áreas visitadas.
- c. Familiarizarse con las técnicas de estudio de suelos en campo y con el uso de los suelos visitados.
- d. Discutir la clasificación, cartografía y los factores condicionantes de uso de los suelos visitados.
- e. Introducir al estudio de la génesis de suelos y muy especialmente en las relaciones suelo-paisaje.
- f. Ilustrar de una forma práctica los conceptos referentes a procesos formadores, factores formadores, morfología, y ensayos de campo.

J. Boixadera, RM Poch
Lleida, mayo 2008

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Itinerario	3
2. Área I: ÁREA MERIDIONAL DE LLEIDA	5
2.1. Introducción	6
2.2. Rasgos del clima, geología y vegetación	8
2.3. Horizontes petrocálcicos y su significación	27
2.4. Procesos y suelos en vertientes	39
2.5. Origen y formas del yeso en el suelo	41
2.6. Movilización de sales solubles en el paisaje	41
2.7. Clasificación de los suelos del área meridional de Lleida	43
2.8. Apéndice I: Descripción de los perfiles del área meridional de Lleida	44
3. Área II: LA SERRA DE PRADES I EL PRIORAT	60
3.1. Introducción	61
3.2. Localización	62
3.3. Marco geológico	63
3.4. Climatología	66
3.5. Principales tipos de vegetación	68
3.6. Clasificación de los suelos de la Serra de Prades	72
3.7. Apéndice II: Descripción de los perfiles de la Serra de Prades	73
3.8. El Priorat	87
4. Área III: CUBETA DE MÓRA: ELS GUIAMETS	94
4.1. Introducción	95
4.2. Localización	96
4.3. Climatología	97
4.4. Geología	98
4.5. Vegetación y usos del suelo	101
4.6. Clasificación de los suelos de la cubeta de Móra	103
4.7. Apéndice III: Descripción de los perfiles de la cubeta de Móra	104
5. Área IV: TERRES DE L'EBRE	117
5.1. Introducción	118
5.2. Localización	119
5.3. Climatología	120
5.4. Plataforma continental	122
5.4.1. Geología del sector Aldea-Camarles	122
5.4.2. Relaciones unidades de relieve-tipos de suelos en el sector Aldea-Camarles	127
5.4.3. Vegetación y usos del suelo	128
5.4.4. Clasificación de los suelos de les Terres de l'Ebre (Plataforma continental)	130
5.4.5 Apéndice IV: Descripción de los perfiles de les Terres de l'Ebre (Plataforma continental)	131

5.4.6. Apéndice V: Abanicos aluviales y cuaternario marino litoral del Baix Ebre.	147
5.5. Delta de l'Ebre	154
5.5.1. Introducción	154
5.5.2. Geología	154
5.5.3. Evolución deltaica	156
5.5.4. Vegetación y usos del suelo	159
5.5.5. Clasificación de los suelos del Delta de l'Ebre	160
5.5.6. Apéndice VI: Descripción de los perfiles del Delta de l'Ebre	161
6. BIBLIOGRAFIA	168

1. INTRODUCCIÓN

El suelo, la delgada capa que sirve de interfase entre varias esferas, es la responsable de la vida tal y como hoy la entendemos. Sin embargo la comprensión que se tiene de él está muy lejos de su importancia. Particularmente difícil es la comprensión de los procesos que sufre el suelo en términos de espacio y tiempo. Un instrumento muy útil para ello es el examen de secuencias de suelos sobre una determinada región combinando situaciones en que varían usos del suelo, clima, edad de las superficies o materiales originarios.

En la presente guía se reúne un conjunto de materiales que han sido empleados para otras excursiones científicas o en salidas para estudiantes. Concretamente ha sido la base de salidas de prácticas de asignaturas de edafología de primer y segundo ciclo de la ETSEA, del curso de doctorado “Génesis, Clasificación y Cartografía de Suelos” de la UdL, y de la gira de campo del curso de postgrado “Manejo de Suelos Tropicales” (UdL - Centre Tecnològic Forestal de Catalunya). Parte de las zonas referidas han sido también visitadas en excursiones de congresos nacionales e internacionales. En cualquier caso la información que hay detrás responde a largos años de trabajo de un conjunto de personas que han estado vinculadas al *Departament de Medi Ambient i Ciències del Sòl* de la UdL y al Mapa de Suelos de Cataluña que lleva a cabo la *Secció d’Avaluació de Recursos Agrari*(SARA) del *Departament d’Agricultura, Alimentació i Acció Rural* de la *Generalitat de Catalunya*.

Como ya se ha indicado antes, el estudio de las relaciones entre la cubierta edáfica y las formas del territorio constituye una etapa muy importante en el conocimiento de los suelos. Una buena comprensión de dichas relaciones permite abordar la clasificación, cartografía y evaluación, así como profundizar en el conocimiento de la génesis sobre bases firmes, llegando a modelos de formación de suelos más generales.

La guía se estructura como un transecto N-S en el que se describen cuatro zonas: el área meridional de Lleida, la Serra de Prades, la Cubeta de Mora y la desembocadura del Ebro. Si exceptuamos quizás el área de la Serra de Prades, el Factor Formador común al transecto es la relativa aridez del clima.

En condiciones semiáridas y áridas, la ausencia de vegetación facilita la observación de los procesos superficiales y el establecimiento de las relaciones bien definidas entre la cubierta

de suelos y el paisaje. Este enfoque, dentro de la línea naturalista en Ciencia del Suelo, ha sido requerido por Friedland (1976), así como por Hole *et al.* (1985), entre otros muchos autores. La integración de los puntos de vista edafológico y geomorfológico se hace necesaria, no sólo por las palabras sarcásticas de Ollier (1976) cuando afirma que “los edafólogos pueden describir los suelos con todo lujo de detalles ignorando la geomorfología, mientras que los geomorfólogos describen las laderas con sumo detalle e inadecuadamente los suelos”, sino porque resulta especialmente enriquecedor (Jungerius, 1985).

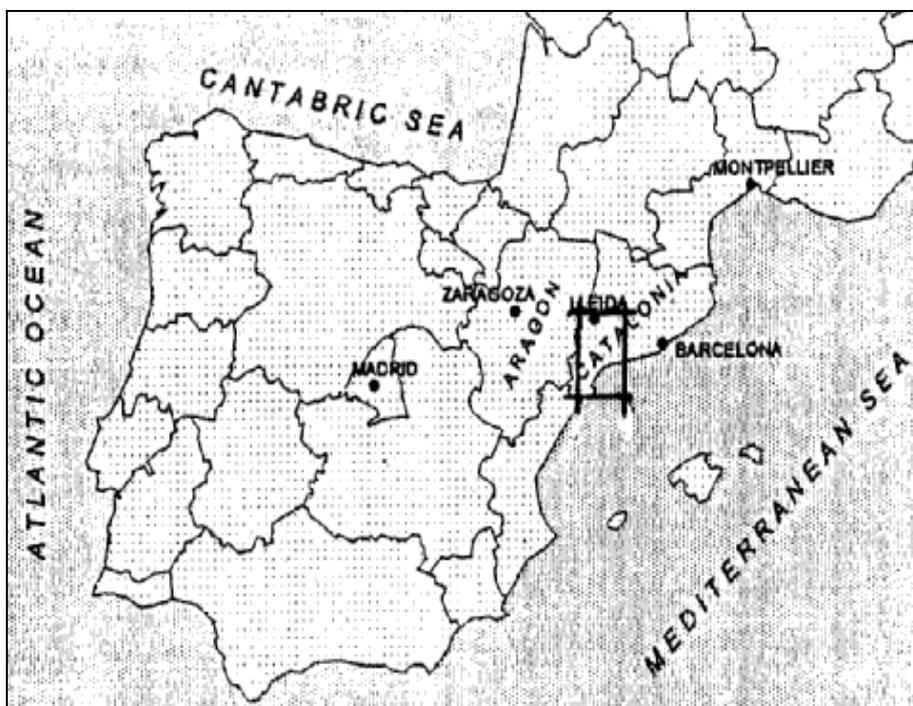
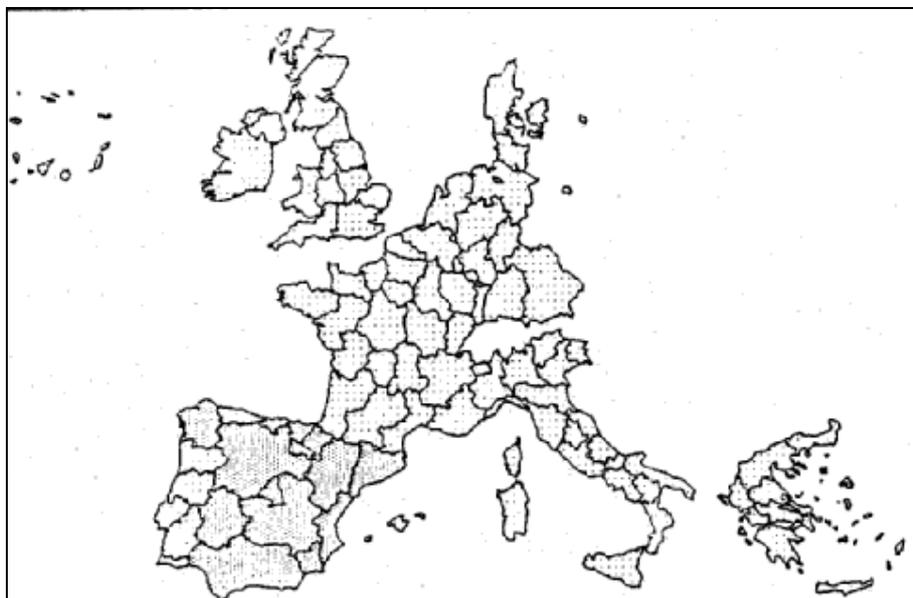
El transecto presenta una elevada variedad de factores formadores, tanto climáticos, topográficos e hidrológicos como de usos del suelo (forestal, agrícola intensivo y extensivo), material parental (silíceo y calizo), e influencia antrópica. Ello permite observar diversos procesos formadores como alteración del material parental, acumulaciones de arcilla, procesos de carbonatación / descarbonatación, acumulación de carbonatos en sus múltiples formas, procesos hidromórficos, salinización e incluso formación de histosoles. Los suelos resultantes de algunos de estos procesos, como los suelos con acumulaciones calizas, son representativos de la mayoría de las zonas visitadas y tienen una utilidad evidente en el establecimiento de relaciones suelo-geomorfología. Otros se han seleccionado por su notable interés pedagógico, como los histosoles o los suelos salinos. En todo caso, el objetivo final es comprender las morfologías observadas, tanto en el campo como micromorfológicas, en función de su contexto ambiental y de su potencialidad de uso.

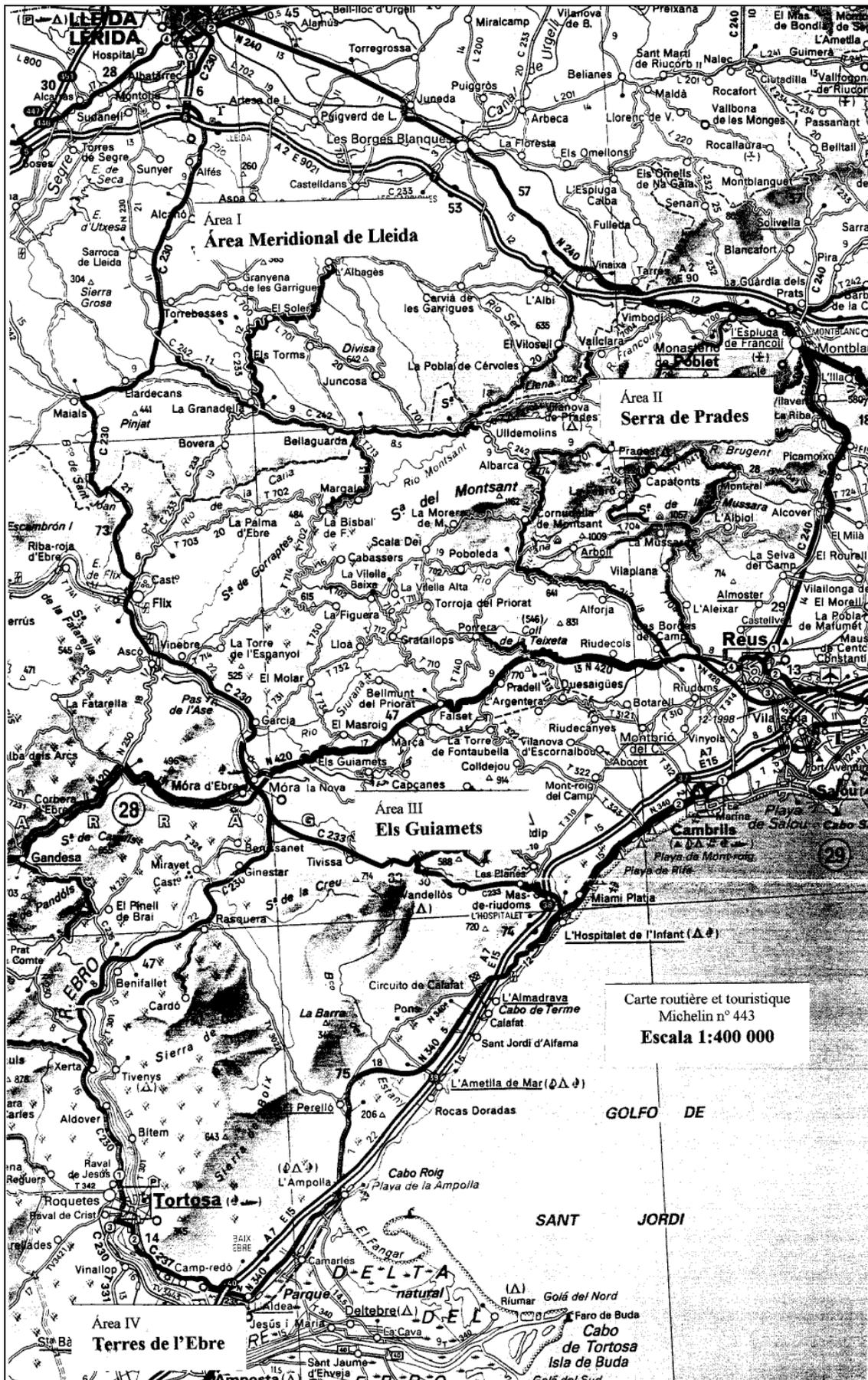
JM Ubalde preparó, con gran esmero, una primera edición, añadiendo aspectos de vegetación, geología y aspectos del medio. Rosa M^a Poch ha ido añadiendo, con el paso del tiempo información micromorfológica y mineralógica. La colaboración de Montse Antúnez ha sido inestimable para completar la micromorfología y los análisis físico-químicos. Josefina Costa ha preparado con gran interés y diligencia esta última versión.

J. Boixadera y RM Poch

Lleida, mayo 2005.

1.1. ITINERARIO





Área I

ÁREA MERIDIONAL DE LLEIDA

2. Área I: ÁREA MERIDIONAL DE LLEIDA

2.1. INTRODUCCIÓN

2.1.1. Objetivos

El Área Meridional de Lleida comprende una extensa superficie, mayoritariamente de secano, de las comarcas del Segrià y les Garrigues.

En esta zona semiárida, casi desprovista de vegetación, las condiciones para observar las relaciones suelo-paisaje son óptimas. Partiendo del trabajo que realizaron Porta y Julià (1983) que estudiaron unas 90000 ha, donde identificaron las principales relaciones suelo-paisaje, se preparó el documento que sirve de base a esta parte del itinerario⁽¹⁾ y posteriormente se ha añadido material fruto de la ampliación y actualización del anterior que se ha mantenido en el idioma original en que se redactó⁽²⁾. Información complementaria que se ha utilizado en este Área I, es la cartografía detallada realizada en la zona del canal de les Baixes Garrigues por Martínez et al. (1992) y marginalmente por Boixadera *et al.* (1998) y DEPANA (1994).

Se elige un área muy reducida entre las localidades de Sunyer y Torres de Segre para ilustrar los aspectos centrales que aquí se quieren destacar, y que, por otra parte, algunos de ellos son extensivos a gran parte del itinerario:

- los horizontes petrocálcicos, su génesis y su significación en el paisaje
- los procesos edáficos y geomorfológicos en vertientes
- el origen y las fuentes de yeso en el suelo
- la movilización de sales en el paisaje

Los perfiles que ilustran estos conceptos se hallan recogidos en el Apéndice 1; les acompañan otros perfiles que muestran otros aspectos colaterales de interés.

¹ Porta, J. et al. (1989): Suelos de secano en zona semiárida. XVI Reunión de la Sociedad Española de Ciencia del Suelo. DdMCS-UPC y SECS. Lleida. 91 p.

² Porta, J. y Boixadera, J. , 2000. Southern part of Lleida I: petrocalcic horizons, soil distribution and salt and water flows. En: J.Boixadera, R. Poch y C. Herrero (eds). Soils of Catalonia and Aragon (NE Spain) Tour guide of the annual excursion of the Belgian Soil Science Society 1999. DARP, UdL, DGA. Lleida.

Previamente hay una presentación general de la zona y una discusión en profundidad de los aspectos a discutir en esta Área I.

2.1.2. Aspectos generales

Las relaciones de tipo estático entre suelo y geomorfología, como por ejemplo en una catena, presentan serios problemas de autocorrelación (Richards *et al.*, 1985). Por el contrario, las interrelaciones de tipo dinámico suelo-geomorfología tienen mayor consistencia, ya que surgen debido a que los procesos superficiales vienen controlados por las propiedades de los suelos y éstas por las características de aquéllos. A partir de los años 70, se ha ido confiriendo cada vez mayor importancia a la dinámica de las laderas, de modo que, las relaciones de tipo estático entre la cubierta de suelo, material subyacente y paisaje, deben ser cuidadosamente establecidas, caso de existir. El esclarecimiento de las relaciones dinámicas permite una mejor comprensión, tanto de la procedencia de los materiales originarios y de la formación de los suelos, como de su comportamiento y posibilidades de uso.

Las velocidades de transporte y meteorización en laderas han permitido diferenciar aquéllas cuyo desarrollo viene limitado por el transporte, de otras cuya velocidad de meteorización es el factor condicionante. Los procesos de denudación-transporte pueden tener lugar a diferentes escalas. En unos casos sus efectos son muy evidentes, así la escorrentía superficial con los consiguientes procesos erosivos, o el transporte por movimientos de masa, en los que el material meteorizado se desplaza por acción de la gravedad y sin circulación de aguas. En otros casos puede no haber evidencia de erosión, ni de movimientos de masas, por ello, la dinámica de estas laderas resultará difícil de constatar e incluso puede llegar a pasar desapercibida. Los procesos de creep (reptación) son los que permitirán explicar la denudación, superposición y mezcla de materiales. Ello invalida también en este caso, la utilización de modelos que presupongan una posición estática de los materiales.

Los movimientos de solutos están íntimamente relacionados con la posición geomorfológica y con las condiciones climáticas. Son frecuentes los edaforragos asociados a la dinámica de carbonatos que prácticamente se han encontrado en todos sus grados de desarrollo en la zona. La mayor solubilidad de los sulfatos hace que puedan

aparecer horizontes con yeso edafogénico en posiciones de fondo. Por otro lado, hay que tener en cuenta la dinámica de las sales más solubles que el yeso que, ligada a la posición en el paisaje, puede condicionar las transformaciones en regadío.

La zona estudiada permite establecer claramente las unidades geomorfológicas, así como las unidades de suelos a nivel de Subgrupo de Soil Taxonomy, cuyas relaciones conducen a una coincidencia en los límites de unas y otras, al ser el resultado de un origen y una evolución comunes en un medio semiárido. En tales circunstancias es posible definir unidades morfoedáficas en el sentido introducido por Gaucher (1972).

2.1.3. Localización de la zona

Dentro del Valle del Ebro, el área meridional de Lleida constituye una transición entre la zona semiárida mediterránea y la árida que se extiende al Oeste, en tierras aragonesa (Fig. 2.1). La zona ocupa unas 90 000 ha, que se pueden delimitar a grandes rasgos por los paralelos 41° 17' a 41° 37' de latitud Norte y los meridianos 4° 01' a 4° 45' E de Madrid.

La topografía del área va de los 150 m en las inmediaciones del río Segre a los 900 m en su parte más meridional, donde se halla la Sierra de la Llena.

2.2. RASGOS DEL CLIMA, GEOLOGÍA Y VEGETACIÓN

2.2.1. Clima

a. Elementos y clasificación del clima.

El intervalo de variación de los valores de la pluviometría anual media en el área meridional de Lleida va desde los 390 a los 560 mm. Los valores próximos a los 400 mm corresponden al área más occidental, mientras que las precipitaciones más importantes se producen en la Sierra de la Llena (SE). Dentro de la Comarca, la zona semiárida queda mejor representada por las isoyetas de 400-450 mm que en torno a las de 500-550 mm.

La distribución de las precipitaciones a lo largo del año presenta un máximo en primavera y otro en otoño. En invierno se produce el 18 % de la precipitación anual, en primavera el 34 %, en verano el 21 % y en otoño el 27 %. La distribución de la pluviometría a lo largo del año resulta, pues, aparentemente bastante regular, con mayor aporte de agua en verano que en invierno.

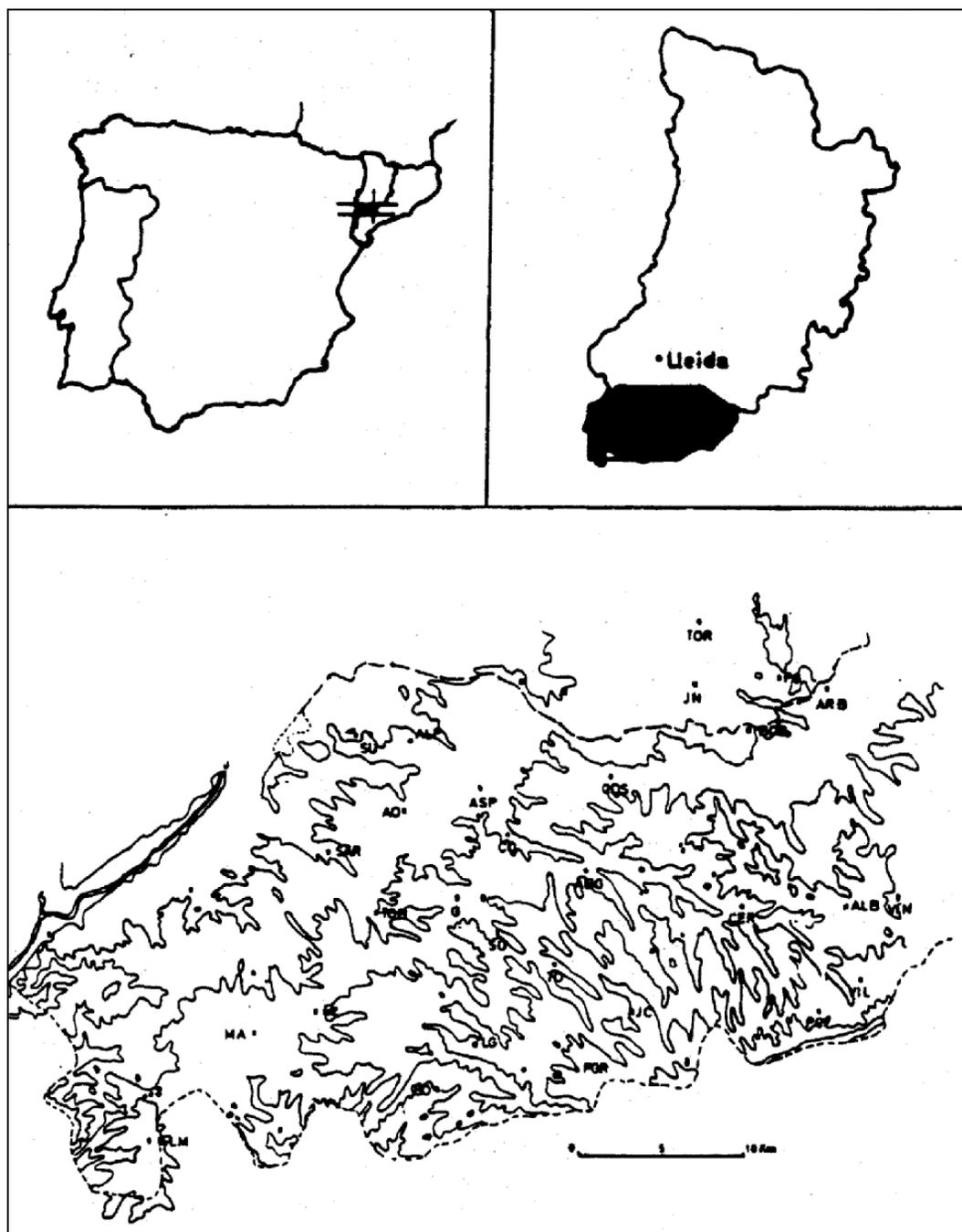


Fig. 2.1. Localización del Área I.

Estos datos, aunque reales a nivel global, deben ser manejados con prudencia para no caer en extrapolaciones erróneas. El 21 % de la precipitación anual cae en verano, sin embargo estos aportes son insuficientes para asegurar el normal crecimiento de la vegetación en esta estación del año. La lluvia en verano es aportada de forma muy irregular, son lluvias de tipo tormentoso de gran intensidad. Los 18,6 mm de julio, o los 24,6 mm de agosto, son el resultado de tres días de lluvia, en término medio.

Los resultados del estudio de los períodos de retorno según la distribución de Gumbel (Pomar *et al*, 1981) muestran que, con un período de retorno de dos años, la precipitación máxima en 24 horas supera el valor mensual medio. Si el período de retorno es de 5 años, la precipitación máxima en 24 horas supera el valor mensual medio. La variación interanual presenta grandes oscilaciones, para les Borges Blanques, con una precipitación anual media de 440 mm. La desviación típica es de 108,4 mm. El valor anual máximo ha sido de 620 mm, mientras que el menor ha sido de 260 mm.

El estudio del régimen termométrico muestra que los meses más cálidos son julio y agosto con una temperatura media de 24°C. Los mese más fríos son enero, seguido de diciembre y febrero (Fig. 2.2).

En la Fig. 2.3 se muestra el diagrama ETP-P correspondiente al observatorio de Les Borges Blanques. Los valores de la ETP según diferentes métodos se indican en el Cuadro 2.1.

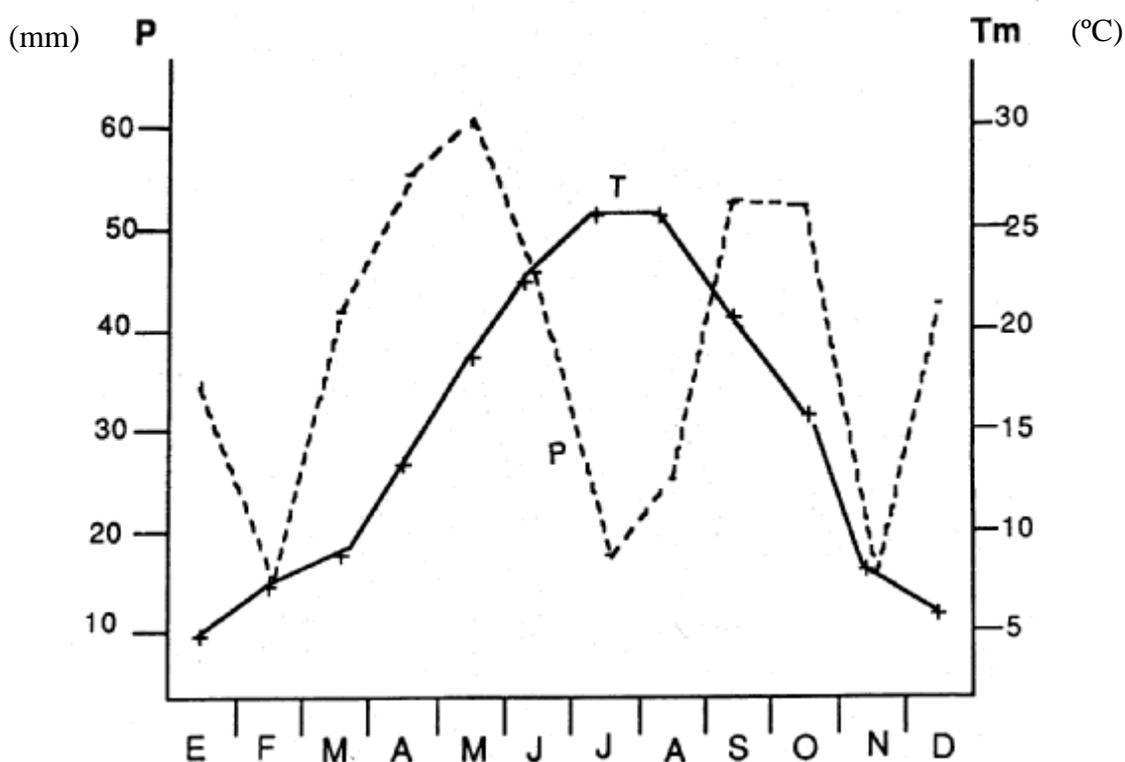


Fig. 2.2. Diagrama ombrotérmico

Cuadro 2.1. ETP (mm) calculada según diferentes métodos (Borges Blanques, 1968-80)

AUTOR	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	AÑO
PENMAN	21.5	51.0	93.4	137.4	179.1	213.0	247.5	215.2	137.1	77.0	32.0	17.6	1422.4
THORNTHWAITE	7.5	15.9	26.2	49.1	87.6	124.4	160.4	146.1	99.6	58.9	20.4	9.7	805.9
PAPADAKIS	29.1	48.7	59.5	77.4	106.2	142.4	203.9	179.5	126.7	82.5	47.2	32.0	1135.1
TURC	18.8	41.1	63.2	96.2	128.2	154.5	172.4	149.3	110.1	70.9	34.9	18.9	1058.3

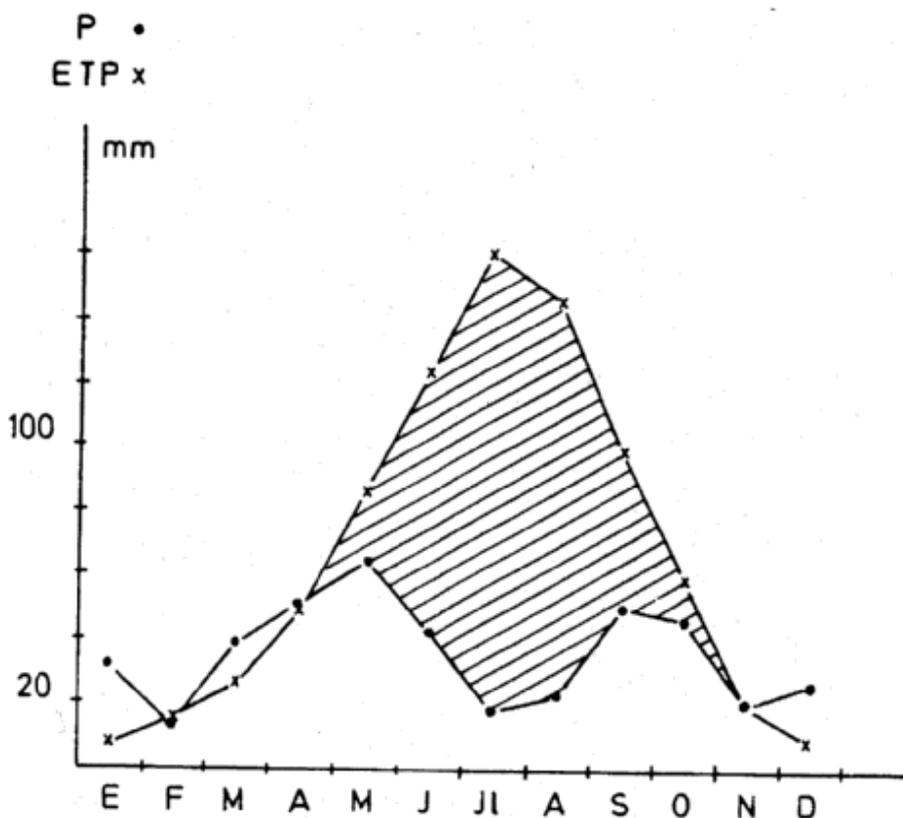


Fig. 2.3. Diagrama de evapotranspiración potencial (Thornthwaite) y precipitación (Les Borges Blanques, 1968-80).

El índice de Emberger tiene un valor de 37,5 lo que corresponde al piso mediterráneo semiárido. El clima es semiárido DB₂ db'₃, mesotérmico con pequeño o ningún exceso de agua y una concentración en verano de la eficacia térmica del 53 %, de acuerdo con la clasificación de Thornthwaite. Según la clasificación agroclimática de Papadakis, el invierno es de tipo avena fresco (av), el régimen térmico es tipo templado cálido (TE) y el régimen de humedad mediterráneo seco (Me), resultando un régimen climático Mediterráneo templado, para el observatorio de Borges Blanques.

De acuerdo con los criterios de Soil Taxonomy el régimen de temperatura del suelo es xérico para los suelos con CRAD superior a 50 mm y arídico para el resto (Jarauta, 1989).

b. Condiciones climáticas actuales y meteorización

El clima es uno de los principales factores condicionantes de la formación de los suelos de la zona, de su tipología y posibilidades de uso. La meteorización de rocas y minerales es escasa, por la poca agresividad del clima, como lo refleja el índice de Bryssine, cuyo valor $E = P \times T = 6680$ es considerablemente bajo.

Los suelos son poco profundos, ricos en carbonatos y de pH básicos. La poca profundidad natural y la importancia de los procesos erosivos ha obligado a construir infinidad de bancales en otros momentos históricos. Los suelos más profundos sin horizontes cementados se encuentran en los fondos de valle, resultando de la acumulación de los materiales allí depositados por la escorrentía superficial.

El régimen de humedad de los suelos es de tipo no percolante aplicando los criterios de Gerasimov *et al* (1965). Puede haber translocaciones de la parte superior del suelo, produciéndose acumulaciones dentro del propio perfil. Esto afecta tanto a carbonatos como al yeso. El índice de lavado propuesto por Arkley (1963), que expresa el exceso medio estacional, da un valor de $I = \Sigma(P - ETP) = 41,1$. Un valor bajo del índice, como en este caso, traduce una falta de lavado y la riqueza en bases de estos suelos.

En algunos fondos puede llegar a haber saturación de agua durante cortos períodos de tiempo, así como acumulación de sales, ligada a un régimen de humedad de tipo ascensional y a la presencia de una capa freática próxima a la superficie del suelo durante algunas épocas del año.

2.2.2 Geología, geomorfología y suelos. ⁽²⁾

a. Marco geológico: la Depresión del Ebro.

La depresión del Ebro es una de las grandes unidades morfoestructurales de la Península Ibérica. Su forma es triangular y queda delimitada por los Pirineos al N y por el Sistema Ibérico y el Sistema Mediterráneo al S. La historia geológica de las unidades mencionadas, marcada por la Orogenia Alpina, se divide en tres etapas: preorogénica, orogénica y postorogénica.

La etapa preorogénica comprende los tiempos geológicos anteriores a la Orogenia alpina. En ella se formaron las rocas de edad paleozoica y mesozoica que constituyen el zócalo de la Depresión del Ebro y que afloran en los sistemas circundantes.

Durante la etapa orogénica se formaron las cadenas de plegamiento alpino que actualmente se denominan Pirineos, Sistema Ibérico y Sistema Mediterráneo, al tiempo que la región donde se localiza la Depresión del Ebro subsidía. La erosión sobre los macizos montañosos en pleno levantamiento produjo una gran cantidad de materiales que se depositaron en la zona subsidente de la Depresión del Ebro. El resultado es un gran espesor de rocas sedimentarias, especialmente detríticas, de edades comprendidas entre el Paleoceno en el fondo y en los bordes de la cuenca y el Oligoceno en posiciones más altas y más centrales.

Durante la etapa postorogénica se han producido movimientos tectónicos distensivos que han afectado en gran medida la configuración de las cordilleras que circundan la Depresión. Sin embargo, en la Depresión sólo se registra la continuación de la sedimentación en su parte más central, en los alrededores de Zaragoza.

La zona estudiada se encuentra cercana y al S del eje de la Depresión, que discurría aproximadamente por la carretera de Lleida a Tàrrega. Los materiales no cuaternarios que afloran en ella son oligocenos en su totalidad. Se trata de materiales detríticos y lacustres, los primeros mayoritariamente de grano fino debido a la lejanía del área fuente, situada en el Sistema Mediterráneo. Consisten en margas (calcilutitas) con areniscas. Las areniscas se presentan tanto como cuerpos sedimentarios estratiformes como en forma de canales. Su mayor resistencia a la erosión, respecto a las margas en las que se encuentran intercaladas, les confiere un importante papel en el modelado del paisaje.

En los alrededores de Sunyer también se encuentran algunos estratos calizos, originados en un ambiente lacustre (calizas de playa-lake).

La estratificación es subhorizontal, con un ligero buzamiento hacia el centro de la Depresión.

b. Geomorfología: Contexto regional.

La unidad del paisaje en la que se engloba la zona es de transición entre el Llano de Urgell al N y el área con predominio de relieves tabulares de Les Garrigues al S. El Llano de Urgell en su sector más representativo se caracteriza por la ausencia casi total de relieves y su posición topográfica baja, por lo que es una llanura en uno de los sentidos más estrictos de la palabra.

Por otra parte, Les Garrigues consisten en varias plataformas escalonadas ascendiendo hacia el S para enlazar con los montes del Sistema Mediterráneo; se trata de una consecuencia de la granulometría más grosera en este sentido de las rocas sedimentarias paleógenas y a la estructura geológica esencialmente horizontal (Fig. 2.4). La zona de Sunyer, considerada a pequeña escala, constituye el enlace entre las superficies formadas por materiales del sustrato terciario del área meridional de Lleida y el Llano de Urgell.

La representación esquemática de las relaciones entre unidades de paisaje y litología en una sección transversal de la Depresión del Ebro, pasando por el Llano de Urgell se indica en la Fig. 2.4. La superficie topográfica desciende escalonadamente a lo largo de las zonas de sedimentación proximal, media y distal de los abanicos aluviales paleógenos, desde el Sistema Mediterráneo (Serra la Llena, 1023 m) hasta el Llano de Urgell donde se sitúa el eje de la Depresión (Mollerusa, 247 m).

En la primera predominan los conglomerados, en la segunda las areniscas y en la tercera las calcilutitas, sin que en cada zona se excluyan los demás tipos litológicos. El número e importancia de los valles de fondo llano aumenta hacia el N, de manera que la superficie llana en posición topográfica alta (plataforma) queda igualada por la superficie de los fondos de valle llanos. Siguiendo esta tendencia hacia el N los restos de plataforma quedan aislados y son cada vez más pequeños, habiendo ya desaparecido los conglomerados oligocenos de la superficie que han sido sustituidas en su papel de material más resistente a la erosión por areniscas. Estas a su vez se presentan en paleocanales cada vez más estrechos hasta el mismo eje de la Depresión, constituyendo el armazón de los relieves estructurales. En toda la parte distal de los abanicos paleógenos, dominada por calcilutitas, el esquema estructural del paisaje se complica por el hecho de que las formaciones superficiales son asimismo más competentes (horizontes petrocálcicos) que las calcilutitas y originan plataformas residuales.

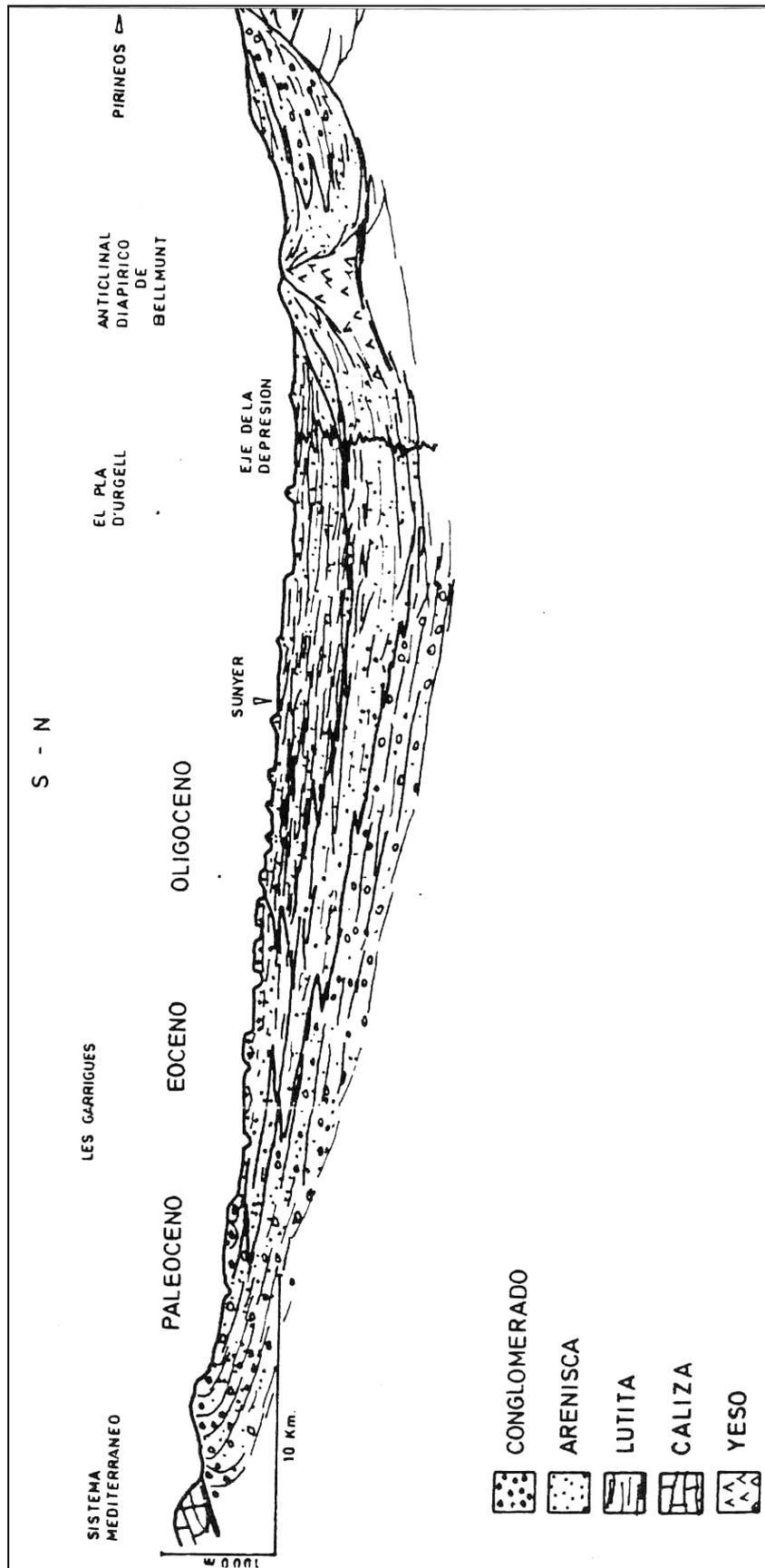


Fig 2.4. Esquema de las relaciones entre litología, estructura y morfología de un corte transversal de la Depresión del Ebro por el Llano de Urgell.

c. Historia geomorfológica.

El enlace entre las plataformas de Les Garrigues y el Llano de Urgell no se efectúa de manera directa sino a través de una serie de formas del relieve, muchas de ellas con formación superficial asociada (formas de sedimentación), pudiendo distinguir los siguientes grupos:

- Superficie aluvial antigua.
- Terrazas del Segre.
- Vertientes.
- Formas estructurales.
- Red de drenaje subactual y actual.

La descripción de las formas pertenecientes a cada grupo se hará más adelante, así como la de los materiales asociados a las formas de sedimentación. En este apartado se tratará de delinear a grandes rasgos la historia del paisaje. Esta se resume en las siguientes etapas:

- **La reactivación de la dinámica terciaria de transporte fluvial** desde el Sistema Mediterráneo hacia el eje de la Depresión, esta vez con la novedad de la existencia de la red fluvial del Ebro, que ya habrá capturado el drenaje de la Depresión. Con un nivel de base absoluto más bajo, el del Mar Mediterráneo, la red fluvial procedente del Sistema Mediterráneo se encaja en los materiales terciarios y aporta material hacia la llanura de inundación del Segre, probable nivel de base regional. Se desarrolla en la zona objeto de estudio una formación superficial aluvial a la salida del encajamiento de la red, con las características de un glacis: espesor creciente hacia la parte distal. La presencia de varios niveles de paleosuelos en esta formación indica períodos de estabilidad durante su construcción. Estos depósitos, consistentes esencialmente en gravas calizas, deben pasar lateralmente a los de alguna terraza del Segre, pero dicho paso lateral ha sido eliminado por la erosión subsiguiente.
- **Cese de la dinámica constructiva de la región.** Se inicia la disección de la superficie aluvial antigua a través de una nueva red de drenaje iniciada desde el Segre: valles del río Set y del Secà. A medida que se ensanchan estos valles se van desarrollando las vertientes.
- **Se reanuda la erosión.** Las calcilutitas del sustrato oligoceno se erosionan más rápidamente y quedan restos de la terraza formada en la fase 3 dominando el resto de la superficie topográfica, excepto los restos de la superficie aluvial antigua que por su

parte se siguen erosionando a un ritmo más lento. Afloran cuerpos sedimentarios de arenisca y caliza oligocenas originando rellanos y cornisas en las vertientes, plataformas estructurales y relieves en forma de cordón (paleocanales).

- **La red de drenaje** que ha excavado la cubeta al NW de Sunyer se desliga del Segre y del Set en forma de cárcavas remontando su cabecera hacia el S.

d. Las formas del paisaje en los alrededores de Sunyer.

Las formas que definen la unidad del paisaje en los alrededores de Sunyer son las plataformas residuales, la terraza alta del Segre, las laderas, las formas estructurales y la red de drenaje (Fig. 2.5).

d1. Plataforma de Sunyer-Torres de Segre

Se desarrolla a altitudes comprendidas entre 210 m (Ermita de Carrasumada) y 252 m sobre el nivel del mar (Tossal Gros), puntos distantes en 7 Km (pendiente ≈ 0.5 %). Se encuentra dividida en 11 retazos aislados constituyendo la mayor parte de la divisoria de aguas entre el río Set y el valle del Secà. El extremo más occidental conservado de esta plataforma se encuentra colgado a 100 m sobre el curso actual del Segre y a 2700 m de distancia y como se ha indicado es la forma más antigua de la zona. Se separa netamente de las vertientes mediante una ruptura de pendiente convexa.

Los materiales asociados a esta forma son mayoritariamente gravas de cantos rodados y matriz arenosa. Los cantos son en su mayoría calizos y de tamaños inferiores a 10 cm. Muchos de ellos son aplanados. Muestran estructuras sedimentarias de corriente indicando un sentido hacia el W. Además se encuentran pasadas de arenas poco cementadas donde las estructuras de corriente son aún más notorias. El espesor de la formación aumenta de E a W, entre 2 m en el Tossal Gros y más de 5 m visibles en Carrasumada. Todo ello lleva a interpretar el depósito como formado por corrientes entrelazadas de pie de montaña procedentes del Sistema Mediterráneo a través de cañones encajados en las rocas terciarias de la Depresión (Fig. 2.5). Tendrán su nivel de base en una llanura de inundación del Segre situada a unos 80 m por encima de la actual.

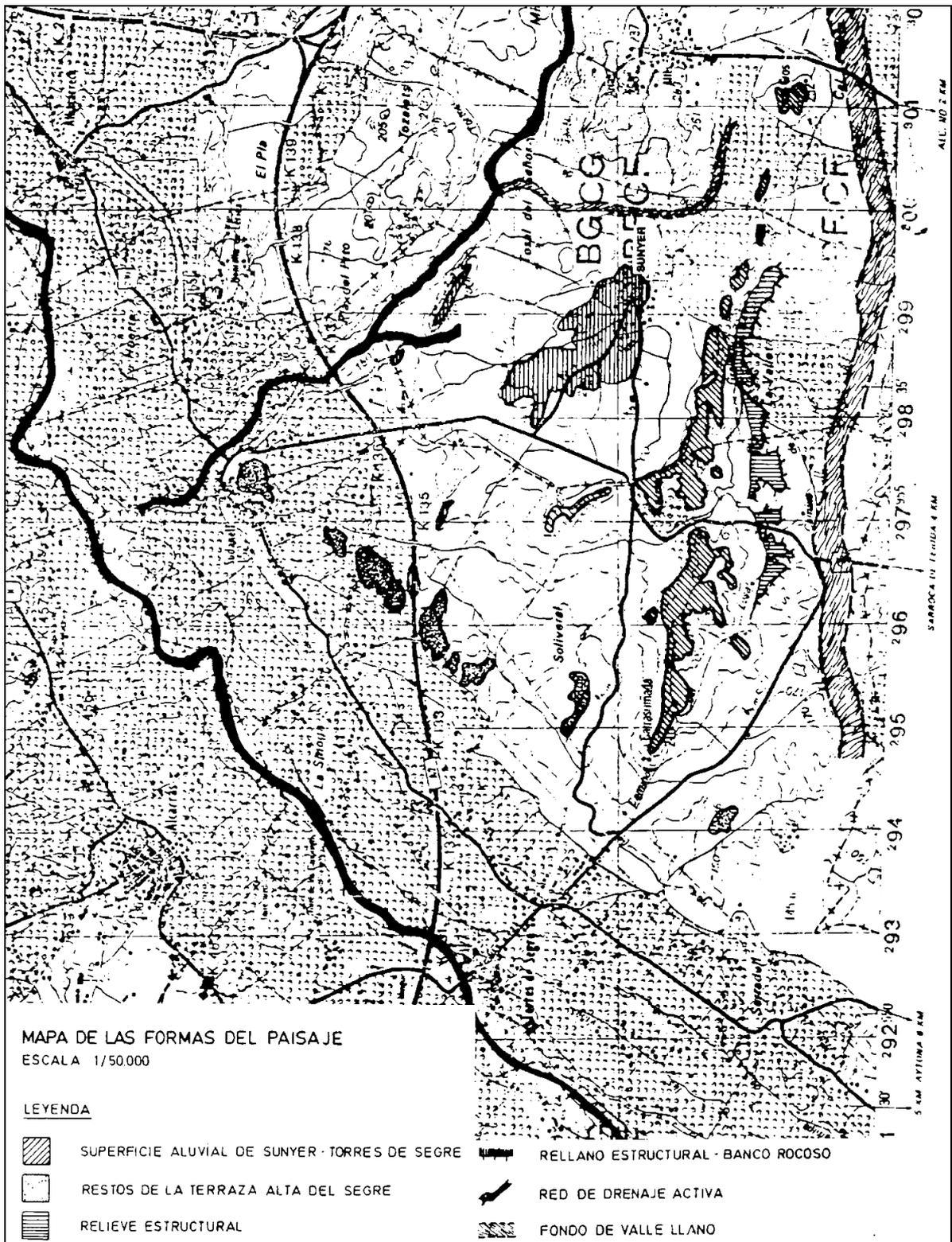


Fig. 2.5. Mapa de las formas del paisaje.

d2. Terraza alta del Segre

Se usa aquí el calificativo “alta” con significado puramente local. Esta terraza se encuentra a 70 m sobre el nivel actual del Segre y a 40 m bajo la plataforma de Carrasumada. Los restos que se conservan forman un rosario de cerros aislados, paralelo al curso del Segre, que delimita una cubeta junto con los restos de la superficie de Sunyer-Torres de Segre.

El depósito asociado está constituido por gravas poligénicas de procedencia pirenaica y por clastos de tamaño mucho mayor que las de las gravas monogénicas asociadas a la plataforma de Sunyer-Torres de Segre.

d3. Vertientes.

El tipo de vertiente predominante en la zona es en glacis, característico de climas semiáridos. En el caso de mayor complicación (Fig. 2.6) presenta banquetas o rellanos rocosos que desfiguran el trazado parabólico propio de este tipo de vertientes, se trata de vertientes “afacetadas”.

La vertiente en glacis típica disminuye progresivamente su pendiente hacia la parte distal a partir de una rotura de pendiente convexa. En el primer tramo puede existir un afloramiento rocoso y la formación superficial asociada gana en espesor a medida que la pendiente disminuye, pasando al final a una formación superficial de fondo de valle en cuna.

Una gran parte de las vertientes en glacis han sido abancaladas, por lo menos en sus sectores inferiores.

Se presentan procesos de movimiento de masa en los bordes de las plataformas y de erosión hídrica en las vertientes, aunque las incisiones tipo arroyadero son raras.

d4. Formas estructurales.

Además de los resaltes y rellanos rocosos en las vertientes, se encuentran en la zona otras formas originadas por la presencia de un material más resistente a la erosión que las margas: las plataformas estructurales y los “paleocanales”.

Las plataformas estructurales son sustentadas por un estrato relativamente más resistente a la erosión, que en esta zona puede ser de arenisca o de caliza (Fig. 2.7). A menudo los

relieves estructurales soportados por arenisca tienen una forma netamente elongada debido a que el cuerpo sedimentario de arenisca es un paleocanal.

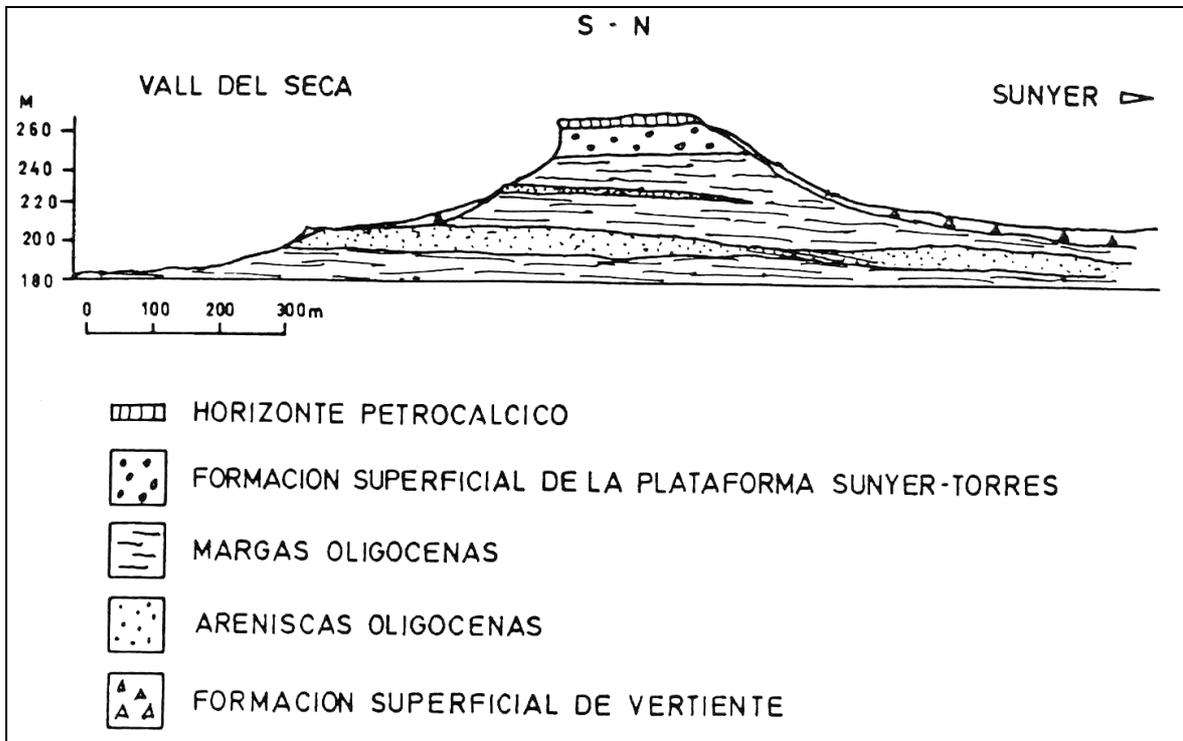


Fig. 2.6. Sección de las vertientes opuestas de la plataforma a la altura de Sunyer. La vertiente orientada al valle del Secà se ve complicada por la aparición de resaltes rocosos de arenisca que actúan como nivel de base local a sucesivos segmentos parabólicos de vertiente. Por el lado de Sunyer un único segmento parabólico llega a un nivel de 20 m más alto que el del valle del Secà.

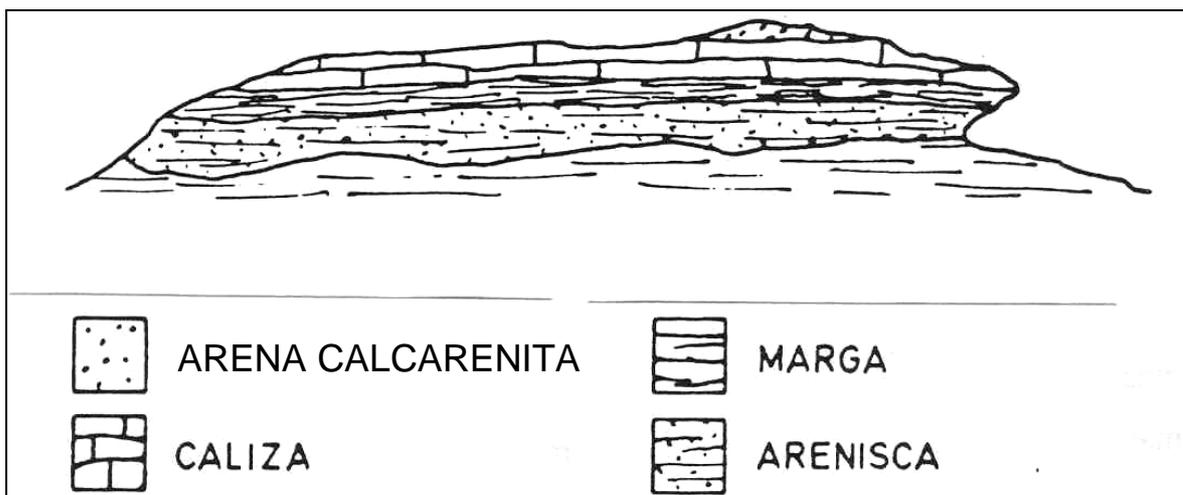


Fig. 2.7. Plataforma estructural caliza.

d5. Red de drenaje.

Los fondos de valle actuales no son activos y a lo sumo discurre por ellos un pequeño cauce. En general originariamente eran fondos en cuna y por abancalamiento han pasado a fondos de valle llanos. Los fondos del valle del Secà y a menor escala el valle de la Coma son ejemplos de ello. Es notable la acción remontante del sistema de cárcavas del llamado Clot de l'Om que parece haber vuelto a abrir la cubeta o depresión de contacto al sistema de drenaje del Segre a partir del río Set.

e. Relaciones cubierta de suelos-formas del paisaje

Las relaciones entre unidades geomorfológicas y unidades de suelos a nivel de Subgrupo (S.S.S. 1975, 1987) son notables en el área meridional de Lleida, resultando asimismo relativamente fácil su observación y establecimiento. La naturaleza del clima y de los materiales originarios en el área explicaría la estrecha relación suelo-paisaje (Cuadro 2.2).

Cuadro 2.2. Relaciones unidades geomorfológicas-unidades de suelos (S.S.S.. 1987) en el Area meridional de Lleida.

Formas	Suelos dominantes	Suelos asociados	CRAD (mm)	Salinidad (CEe>2dS/m)	Observaciones
Plataforma estructural residual	Torriorthent lítico xérico Paleorthid xerólico	Paleorthid xerólico Paleorthid típico Calciorthid xerólico	≤ 50 ≤ 50	No No No	Calizas y areniscas Petrocálcico, centro forma. Petrocálcico < 18 cm. Borde forma
Laderas Rectilíneas Afacetadas En glacis Abancalada	Torriorthent xérico Torriorthent xérico Torriorthent lítico xérico Torriorthent típico Xerorthent típico Torriorthent xérico	Xerorthent típico Xerochrept calcixerólico	≤ 50 ≤ 50 ≤ 50 > 50 >50 < 50	Salino No No Salino No No	Lutitas, contacto paralítico Areniscas, calizas Lutitas; contacto paralítico
Fondos de valle Bien drenados Drenaje limitado	Xerofluent típico Xerochrept calcixerolico Xerofluent ácuico	Xerofluent típico Xerochrept gypsico	> 50 > 50 > 50 > 50	No No Salino Salino	Translocación de yeso

CRAD: Capacidad de retención de agua disponible (-33 kPa a -1500 kPa)

En los fondos existe una gradación de procesos desde los suelos bien drenados hasta los que tienen algún problema acumulándose en el último caso yeso y/o sales más solubles que el yeso.

2.2.3. Vegetación.⁽³⁾

La vegetación climática o zonal en la cuenca del valle medio del Ebro está condicionada por la aridez, que disminuye al alejarse del centro y forma una catena de zonas más o menos concéntricas, con un carácter cada vez menos xerofítico hacia el exterior (O. Bolòs, 1973).

Según el trabajo, ya clásico, de Braun-Blanquet & O.Bolòs (1957) el dominio del *Rhamno-Quercetum cocciferae*, en sus diferentes variantes, es el que ocupa el centro del valle, desde Navarra hasta Cataluña. La aridez y las temperaturas extremas no permiten la existencia de la carrasca (*Quercus rotundifolia*) y el paisaje vegetal, en condiciones naturales, estaría dominado por la coscoja (*Quercus coccifera*) y el espino negro (*Rhamnus lycioides*), junto con otras especies adaptadas a soportar las bajas temperaturas ocasionadas por las inversiones térmicas en invierno. Dentro del *Rhamno-Quercetum cocciferae* aún pueden distinguirse tres subasociaciones de carácter climático: la típica (subas. *cocciferetosum*), septentrional y tolerante a los fríos y vientos hivernales; la subas. *pistacietosum*, meridional, adaptada a un clima más templado, donde son abundantes el pino blanco (*Pinus halepensis*) y el lentisco (*Pistacia lentiscus*) y, finalmente, la subas. *thuriferetosum*, que ocupa la parte central del valle de clima más continental y donde destacan la sabina (*Juniperus thurifera*) y el espino negro.

El otro dominio climático de la zona es el carrascal, *Quercetum rotundifoliae* (= *Bupleuro-Quercetum rotundifoliae*), que se distribuye en una franja del territorio que envuelve el dominio anterior, con límites altitudinales que van desde 300-600 m, aunque puede alcanzar los 1200 al S del Ebro.

En el dominio del *Rhamno-Quercetum cocciferae* el matorral climático está muy degradado, cuando no destruido totalmente. En estas condiciones, se establecen los

³ J. Pedrol a: Porta, J. *et al.* (1989): Suelos de secano en zona semiárida. XVI Reunión de la Sociedad Española de Ciencia del Suelo. DdMCS-UPC y SECS. Lleida. 91 p.

matorrales del *Rosmarino-Ericion* en suelos calizo-pedregosos o del *Gypsophillion* en suelos yesosos; sobre los suelos profundos y ricos en limo prosperan—cuando no se utiliza en agricultura— los prados anuales con tendencia estépica del *Agropyro-Lygeion*. En ambientes particulares aparecen otro tipo de comunidades, así en los fondos de valle con nivel freático alto se instalan bosquecillos de tamarices (*Tamarix canariensis*), de la alianza *Tamaricion africanae* y, cuando la salinidad es elevada, aparecen los matorrales de *Suaedion brevifoliae*. Las llanuras se aprovechan para el cultivo de cereales de secano (*Secalio mediterraneum*), donde en los lugares nitrificados aparecen comunidades del *Salsolo-Peganion* (Conesa, 1986).

La zona de Sunyer-Torres de Segre (Fig. 2.8) está situada en el dominio climático del *Rhamno-Quercetum cocciferae* subas. *cocciferetosum*. En la parte superior de la plataforma, sobre el horizonte petrocálcico, se halla instalada la comunidad *Sideritetum cavanillesii*, estadio de la degradación del *Rhamno-Quercetum cocciferae*; están presentes, además de *Sideritis scordioides* subsp. *cavanillesii*, que da nombre a la comunidad, *Stipa offneri*, *Thymus vulgaris*, *Genista scorpius*, *Atractylis humilis*, etc. Esta comunidad es una de las más empobrecidas de la alianza *Rosmarino-Ericion* (matorrales calcícolas con romero) y representa, en la zona, las últimas etapas de degradación del matorral.

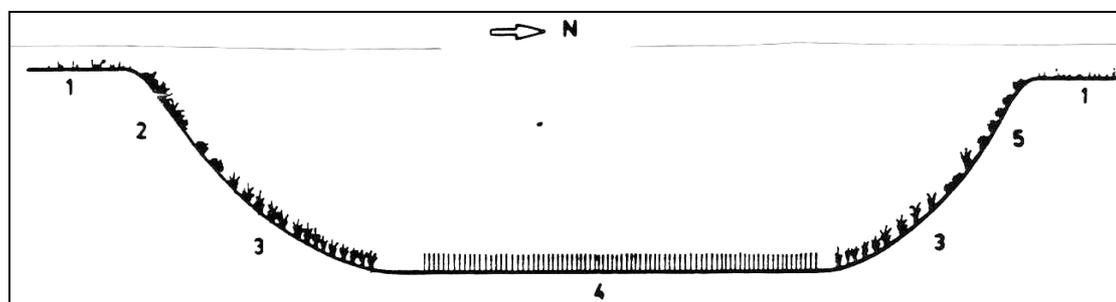


Fig. 2.8. Secuencia tipo de vegetación en el área meridional de Lleida.

1. *Sideritetum cavanillesii* (matorral degradado con *Sideritis*).
2. *Rosmarino-Linetum suffruticosi* (matorral con lino blanco)
3. *Agropyro-Lygeion* (albardinar con terófitos).
4. Cultivos de cereal con *Roemerio-Hypocoetum penduli*.
5. *Ruto-Brachypodietum retusi* (prados de fenal).

En la parte superior de la ladera, orientada al N, aparece la comunidad *Rosmarino-Linetum suffruticosi*, también del *Rosmarino-Ericion*, con especies como *Bupleurum fruticosens*, *Linum suffruticosum*, *Brachypodium retusum*, etc. Es una comunidad menos degradada que *Sideritetum cavanillesii* pero, como ella, adaptada a soportar los fríos hivernales y la sequía estival. La orientación geográfica juega aquí un papel importante; cuando las vertientes

están expuestas al S, en lugar de esta comunidad aparece *Ruto-Brachypodium retusi*, un prado con una gran cantidad de especies vegetales de ciclo vital muy corto y adaptado a las lluvias primaverales.

Ya en la base de la ladera se instala la alianza *Agropyro-Lygeion*, los prados continentales de zonas áridas, donde predomina el albardín o esparto basto (*Lygeum spartum*) y junto al cual crecen abundantes terófitos. En los campos de cereales del fondo de valle, se establece la comunidad *Roemerio-Hypocoetum penduli* condicionada, lógicamente, por el uso de productos herbicidas. Estos fondos de valle, cuando los campos se quedan yermos, se cubren con sisallo (*Salsola vermiculata*) y ontina (*Artemisia herba-albae*) que es, teóricamente (Conesa, 1986), el punto de partida de las series progresivas de regeneración en estas áreas; pero que en la actualidad representa la máxima degradación del paisaje vegetal.

1.2.2. Cultivos.⁴

Dentro del Área Meridional de Lleida se cultivan 73452 ha, de las cuales 60731 son de secano. Los principales cultivos de secano (Cuadro 2.3) son olivo (43%), almendro (25%), cereales (23%) y viña (4%).

a. Olivo

La principal variedad de olivo que se cultiva en la zona es la arbequina que, en general, presenta una baja productividad (10 kg/árbol). La baja productividad se encuentra mayoritariamente asociada a las condiciones climáticas adversas. Aunque la precipitación anual varía entre 400 y 500 mm existen oscilaciones importantes de las precipitaciones en los períodos críticos, es decir entre el inicio de la floración (finales de mayo – principios de junio) y el endurecimiento del hueso (segunda quincena de junio – primera quincena de agosto).

Un factor limitante importante son las temperaturas mínimas de invierno. Como cultivo arbóreo que es el olivo sufre graves pérdidas que pueden llevar a la muerte de la parte aérea cuando la temperatura desciende en invierno por debajo de -7°C , cosa que ocurre con cierta periodicidad. Debido a las condiciones en que se alcanzan estas temperaturas (nieve,

⁴ Actualmente el área se halla en proceso de transformación en regadío y se están implantando, básicamente, árboles frutales.

escarcha o inversiones térmicas) no todas las posiciones geomorfológicas se ven afectadas por igual; ello ha llevado a que los olivos hayan desaparecido de los fondos.

En la zona, las necesidades de vernalización son ampliamente satisfechas por lo que no existen problemas en la diferenciación de las yemas florales. El olivo tolera temperaturas máximas absolutas superiores a 40°C. En la zona, en verano se alcanzan 43°C lo que, unido a la falta de agua en el suelo, provoca una disminución de los rendimientos. El comportamiento del olivo es bueno en suelos calcáreos, donde se ha comprobado que influyen positivamente en la calidad del aceite. El factor limitante para obtener buenos rendimientos es la disponibilidad de agua y en la zona viene determinado por la profundidad efectiva del suelo; así en los Torriorthents xerico líticos, Paleorthids xerolicos y típicos, y en los Torriorthents xericos sufren rápidamente de sequía debido a su baja capacidad de retención de agua.

Los Xerofluents que ocupan posiciones de fondo presentan mejores condiciones de suministro de agua, pero debido a la posición geomorfológica deprimida que ocupan se ven afectadas por el frío invernal.

b. Almendro.

Los rendimientos de los almendros en secano oscilan entre un mínimo de 2 kg/árbol y un máximo excepcional de 8 kg/árbol. El cultivo se ve afectado por las heladas tardías que destruyen las flores o hielan los frutos recién cuajados, en especial en las posiciones de fondo de valle y partes bajas de vertientes, donde se concentran masas de aire frío. Las horas frío necesarias para el almendro son satisfechas incluso para las variedades más exigentes, aún cuando el otoño sea cálido y el árbol entre en reposo tardíamente.

La acumulación rápida de calor (temperaturas superiores a 6°C) permite que la interrupción del reposo invernal vaya seguida de una pronta floración. Las temperaturas elevadas de verano no presentan ningún problema por ser el almendro una de las especies frutales que mejor las resiste. Las temperaturas medias de los meses de febrero-mayo permiten la actividad de insectos polinizadores.

El pH básico es favorable para el almendro. Los valores elevados de caliza activa descartan la posibilidad de utilizar melocotonero franco o el ciruelo como pratones.

La disponibilidad de agua es asimismo limitante para el almendro, de modo similar al olivo. No obstante el almendro ocupa principalmente las partes altas y bajas del paisaje. En las primeras (Torriorthents xerico líticos y Paleorthids) porque las plataformas están menos expuestas a las heladas primaverales y por ser más resistente a la sequía que el olivo, debido a que los periodos críticos se producen antes. En las partes bajas (Xerofluents) se cultivan por la imposibilidad de que crezca el olivo por las heladas invernales. No obstante, aquí el almendro, aparte de sufrir graves daños por las heladas primaverales, sufre graves problemas de asfixia y podredumbre radicular (Xerofluents ácuicos).

c. Cereales

La cebada se cultiva con preferencia en la zona de secano con rendimientos máximos de 2000 kg/ha y una gran irregularidad de los mismos. Se siembra en invierno y no suelen existir daños por el frío invernal.

El asurado es frecuente debido a los golpes de calor. En mayo las temperaturas máximas absolutas superan los 30°C nueve de cada trece años y los 35°C dos de cada trece años: los daños son cuantiosos si el suelo está seco.

Los cereales sufren como todos los cultivos la falta de agua. Los suelos con elevada capacidad de reserva (Xerochrepts y Xerofluents) son los que dan mejores cosechas, pero algunos de ellos están afectados por salinidad y la cosecha se puede perder, bien porque haya mala nascencia o porque en estadios mas avanzados la planta sufra una segunda sequía fisiológica.

Cuadro 2.3. Principales cultivos, rendimientos estimados y factores climáticos condicionantes.

Cultivo	% sup. cultivo	Observaciones	Rendimiento		Principales factores climáticos condicionantes
			Mínimo	Máximo	
Olivo	43	-	7 kg/árbol	30 kg/árbol	Escasa pluviometría durante el inicio de la floración y/o endurecimiento del hueso.
Almendro	25	-	2 kg/árbol	8 kg/árbol	Heladas tardías en floración y/o con frutos recién cuajados.
Cereales	23	Trigo	800 kg/ha	2500 kg/ha	Golpes de calor durante el último tercio del período de maduración
		Cebada	500 kg/ha	2000 kg/ha	
Vid	4	-	600 kg/ha	8000 kg/ha	Heladas que coinciden con el "lloro"

2.3. HORIZONTES PETROCÁLCICOS Y SU SIGNIFICACIÓN

2.3.1. Posición en el paisaje.

Los suelos con acumulaciones de carbonatos cementadas se hallan en una posición topográfica elevada, formando plataformas residuales. La plataforma residual mejor conservada, más extensa y más elevada es la de Almatret al Sur del área (Fig. 2.9). Su altitud es de 450 m y se alza unos 300 m sobre el Ebro. Esta superficie enlaza al EN con la plataforma de Maials y Llardecans, que tiene cotas inferiores, alrededor de los 400 m (Julia *et al.*, 1983). Las plataformas de Sunyer, denominadas Les Pletes de Sunyer, constituyen una superficie cuya cota está entre 210 y 250 m, siendo las situadas más al Norte dentro del área estudiada (Fig. 2.5). Todas las plataformas residuales se caracterizan por la presencia de suelos con horizontes petrocálcicos, como ya se ha indicado (Apartado 2.2.2.).

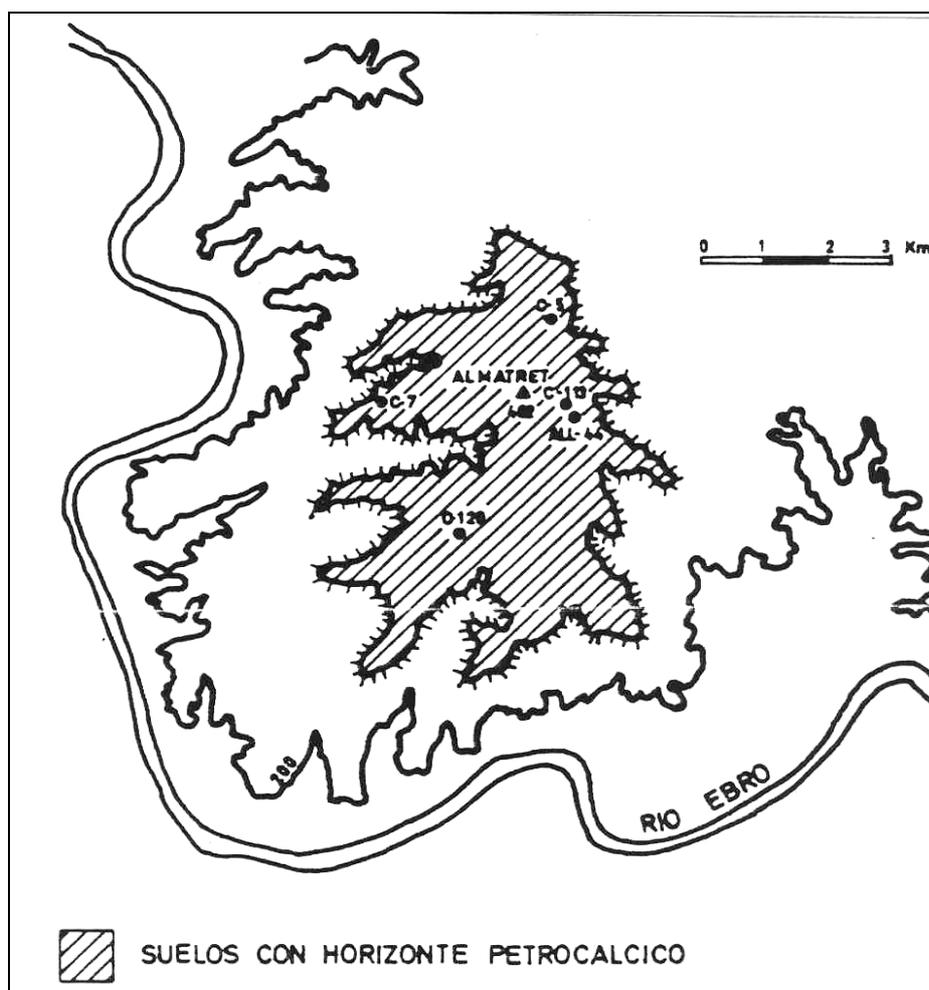


Fig. 2.9. Esquema de la plataforma de Almatret: Se observa su aislamiento actual en el paisaje

2.3.2. Tipo de depósitos, potencia y procedencia de los materiales.

Centrando el estudio en la plataforma de Sunyer-Torres de Segre, interesa destacar el tipo de depósito de que se trata, su potencia y la procedencia de los materiales (Apartado 2.2). Las características de la formación superficial asociada a dicha plataforma se describen en el apartado 2.2.2.d. En síntesis, se trata de un depósito de gravas con cantos calizos y aplanados de 5 a 10 cm y matriz arenosa. Su espesor aumenta de E a W, lo cual junto con las estructuras sedimentarias visibles indica el sentido de aporte. El tipo de material, además, parece indicar un ambiente de sedimentación de llanura al pie de un relieve con canales entrelazados (Fig. 2.10).

2.3.3. Unidad de suelos con endopedión petrocálcico.

Se trata de suelos con perfiles de tipo $A_p B_{km1} B_{km2} \dots B_k$. El espesor del epipedión, óchrnico, por término medio es de unos 20 cm, a veces 10-15 cm si la erosión ha sido intensa. El horizonte petrocálcico se caracteriza por presentar capas acintadas y por ser de tipo conglomerático. Debajo del horizonte petrocálcico, el horizonte cálcico existente no presenta nódulos debido a que el depósito está formado por abundantes elementos gruesos, excepto cuando hay una matriz fina y en este caso los nódulos son muy gruesos. El espesor de la capa cementada puede variar desde unos 20 cm a más de 2 m. El laboreo ha incorporado fragmentos de horizonte petrocálcico al horizonte A_p .

El pH de estos suelos es de 8.1 a 8.6, el contenido de carbonatos es elevado, con un 25-30 % en los horizontes A_p , y más del 80 % en los horizontes B_{km} . Con vegetación espontánea, el contenido de materia orgánica es de un 2 a un 3 % y bajo cultivo, inferior al 2 %. Las texturas de los epipediones son predominantemente francas. Es una unidad de suelos sin problemas de salinidad en seco, no siendo esperables que aparezcan en caso de su transformación en regadío, a pesar de la presencia de un sustrato lutítico debajo de la acumulación de carbonatos. La posición geomorfológica que ocupa esta unidad y la potencia del depósito detrítico, así permiten afirmarlo.

La mineralogía de los epipediones de estos suelos se caracteriza, una vez eliminados los carbonatos, por el predominio de los filosilicatos que, en una evaluación semicuantitativa, se estiman alrededor del 90 %, con aproximadamente un 6 % de cuarzo, un 3 % de feldespatos y trazas de goethita. La mineralogía de arcillas de los epipediones evidencia el predominio de illita (~74 %), seguida de aproximadamente un 4 % de esmectita, un 6 % de

clorita, un 2 % de caolinita, siendo de destacar la presencia de pirofilita, alrededor de un 4 % (Cuadros 2.4 y 2.5).

En la capa acintada superior de un horizonte petrocálcico la mineralogía es análoga a la del horizonte Ap, por lo que hace a filosilicatos y feldespatos, disminuyendo a la mitad la cantidad de cuarzo. En la mineralogía de arcillas se observan notables diferencias. El contenido aproximado de illita baja a un 58 %, a favor de un aumento de la esmectita que pasa a un porcentaje del orden de un 25 %, la caolinita (Fig. 2.11) es del orden de un 2 %. La pirofilita esta ausente en la capa acintada.

Cuadro 2.4. Mineralogía de arcilla de materiales originales y suelos: Evaluación porcentual semicuantitativa a partir de los diagramas de rayos X en polvo.

Forma	Perfil	Horizonte	Filosilicatos	Cuarzo	Feldespatos	Goethita
Plataforma residual (Les Pletes de Sunyer)	C-27	Ap Bkm (capa acintada superior)	91 93	6 3	3 3	Trazas 1
Ladera	C-26	2C (lutita)	80 95	17 3	3 2	- trazas
Fondo (El Clot de l'Om)	C-23	Ap Bwy	80 84	15 12	4 3	1 1

Cuadro 2.5. Mineralogía de arcillas de materiales originarios y suelos: Evaluación porcentual semicuantitativa a partir de los diagramas de rayos X.

Forma	Perfil	Horizonte	Illita	Caolinita	Clorita	Esmectita	Pirofilita
Plataforma residual (Les Pletes de Sunyer)	C-27	Ap Bkm (capa acintada superior)	74 58	2 2	6 8	4 25	4 -
Ladera	C-26	2C (lutita)	54 78	- -	4 6	22 11	- -
Fondo (El Clot de l'Om)	C-23	Ap Bwy	64 67	1 trazas	5 5	10 11	trazas -

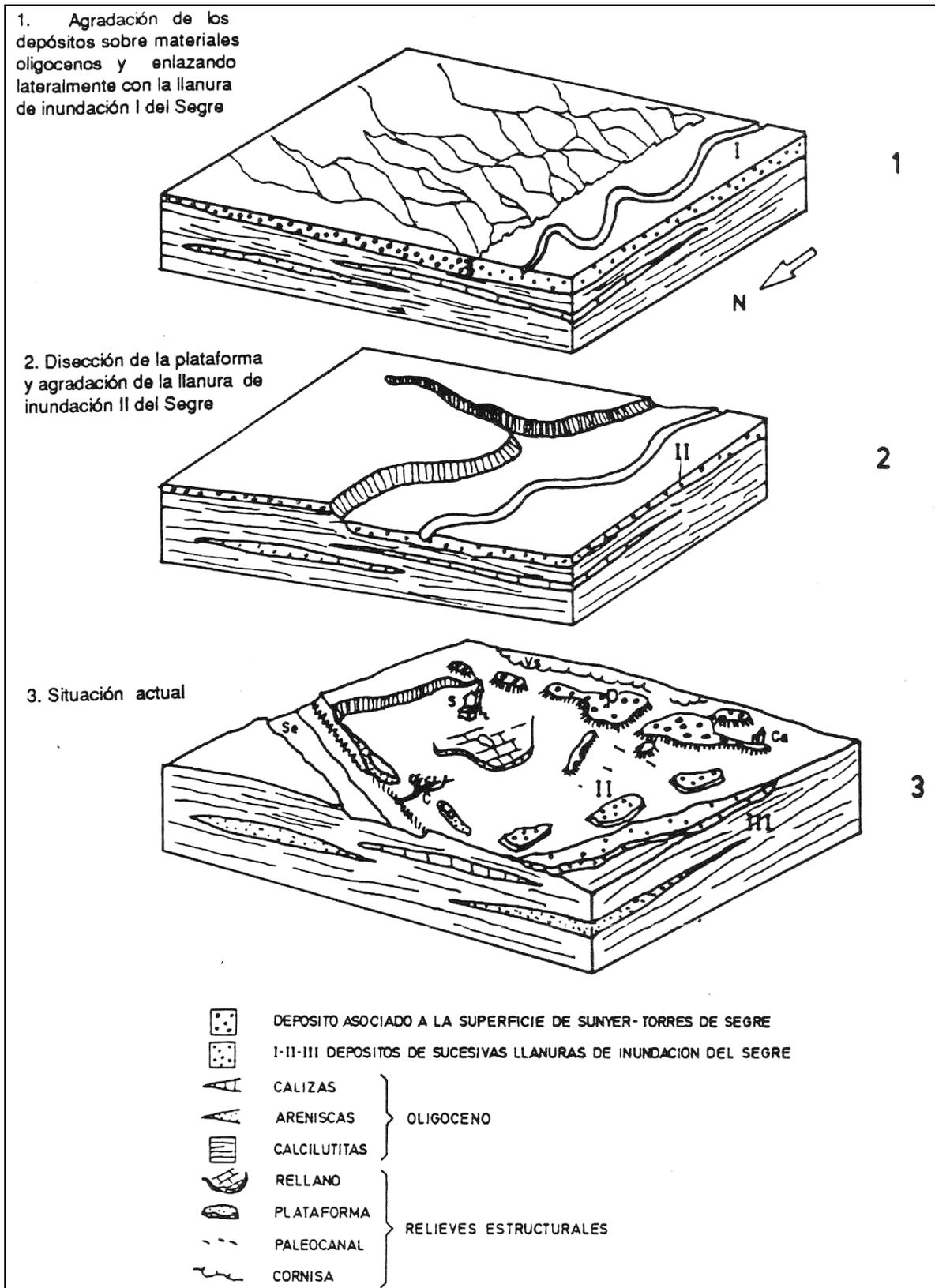


Fig. 2.10. Evolución del paisaje: Situación actual caracterizada por formas residuales y estructurales.

S=Sunyer; P=Les Pletes; Ca=Carrasumada; Se=río Set; C=Clot de l'Om; Vs=Vall del Secà

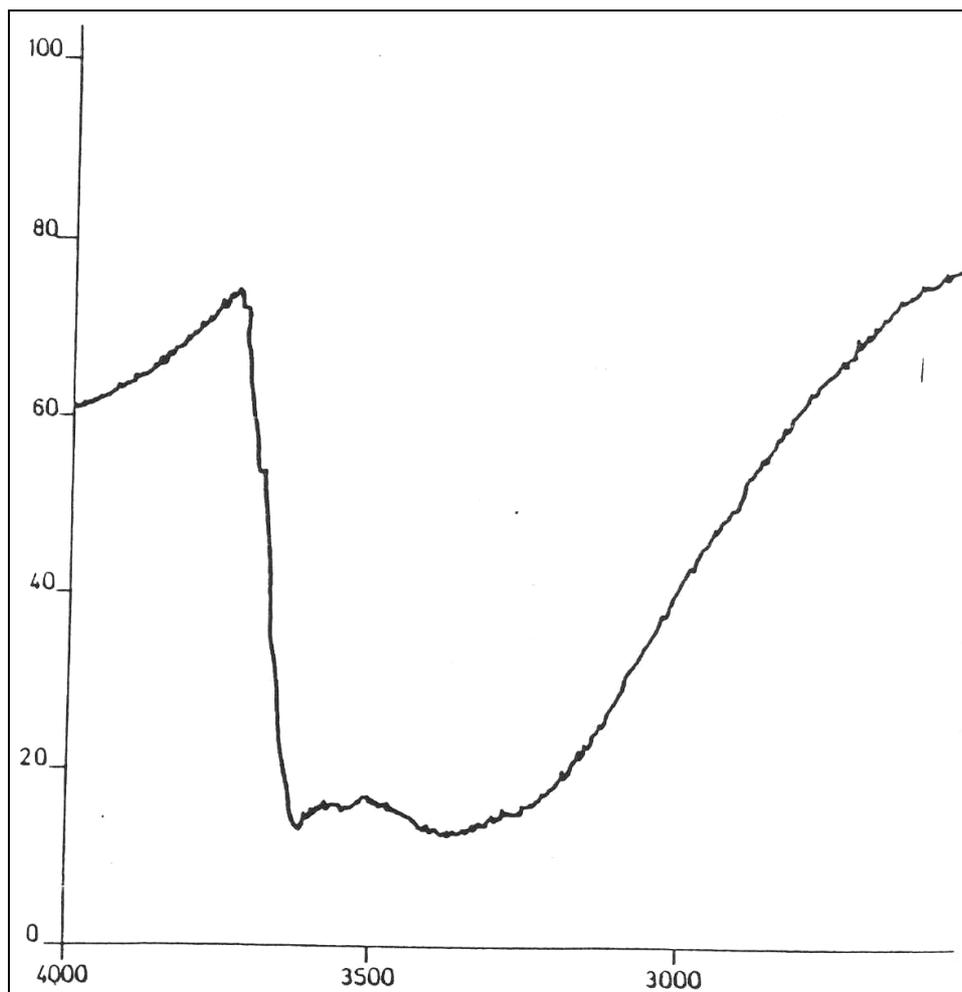


Fig. 2.11. Espectro de difracción infraroja de la arcilla contenida en una capa acintada de la parte superior de un horizonte petrocálcico: se observa la casi total ausencia de caolinita.

Se han seleccionado algunos suelos de referencia de esa unidad con endopedión petrocálcico en la plataforma de Sunyer-Torres de Segre (C-27-TS) que es una zona que se visita, y en la plataforma de Almatret (C-5-ALM), de los que se incluyen sus correspondientes análisis de caracterización (Cuadros I.1 y I.3, véase Apéndice I).

También se adjunta la descripción de un suelo bajo vegetación natural, en este caso, de tomillar (Cuadro I.4, Apéndice I). Un aspecto diferencial entre los suelos naturales y los cultivados son los rasgos texturales. Los suelos cultivados presentan algunos cutanes limosos con poca arcilla y poco orientados, que revisten poros o están integrados a la masa basal, mientras que en los suelos naturales no se observan. Otro rasgo muy importante en los suelos de los tomillares de la zona es la elevada tasa de bioturbación: presentan un elevado contenido de “pellets” fecales con diferentes grados de amalgamamiento y de galerías, que hacen que la macroporosidad sea muy elevada (DEPANA, 1994).

2.3.4. Papel de los horizontes petrocálcicos en la evolución del paisaje: inversión del relieve.

En la zona hay tres tipos de formaciones que actúan como elementos resistentes, los estratos de calizas terciarias, los horizontes petrocálcicos y los paleocanales.

Los antiguos glaciares, actualmente desconectados del área fuente, están formados por depósitos detríticos heterogéneos, que sufrieron una acumulación desigual de carbonatos con grados de cementación no uniformes. En épocas de mayor erosión, las zonas menos cementadas fueron cediendo el encajamiento de la red fluvial, lo que ha producido una inversión de relieve. Este modelo de evolución del paisaje ligado a la presencia de horizontes petrocálcicos ha sido aceptado por múltiples autores y parece adecuado para el área meridional de Lleida (Fig. 2.10).

2.3.5 Procesos en los horizontes petrocálcicos.

a. Acumulación de carbonatos.

La acumulación de carbonatos en la plataforma de Sunyer-Torres de Segre se ha producido en el depósito detrítico superficial, independientemente del material terciario subyacente, que sólo habrá actuado como soporte. Las calcilutitas que lo constituyen, por su baja conductividad hidráulica, son un nivel impermeable que habrá condicionado el comportamiento de los flujos de agua en el depósito detrítico. En otros casos el sustrato está formado por calizas miocenas, como en la plataforma de Almatret.

b. Estructuras en las acumulaciones de carbonatos.

Se han estudiado acumulaciones de carbonatos en diversos suelos de la unidad, tanto en campo, como en laboratorio, con muestras de mano y mediante láminas delgadas. Se han identificado horizontes petrocálcicos de tipo conglomerático, de tipo oolítico, de tipo travertínico y petrocálcicos con inclusiones de horizontes de suelos anteriores (Porta, 1981). De entre todos ellos se describe de forma detallada la acumulación de carbonatos que caracteriza los suelos de la plataforma de Sunyer-Torres de Segre (Cuadro I.2 en Apéndice I y Fig. 2.13).

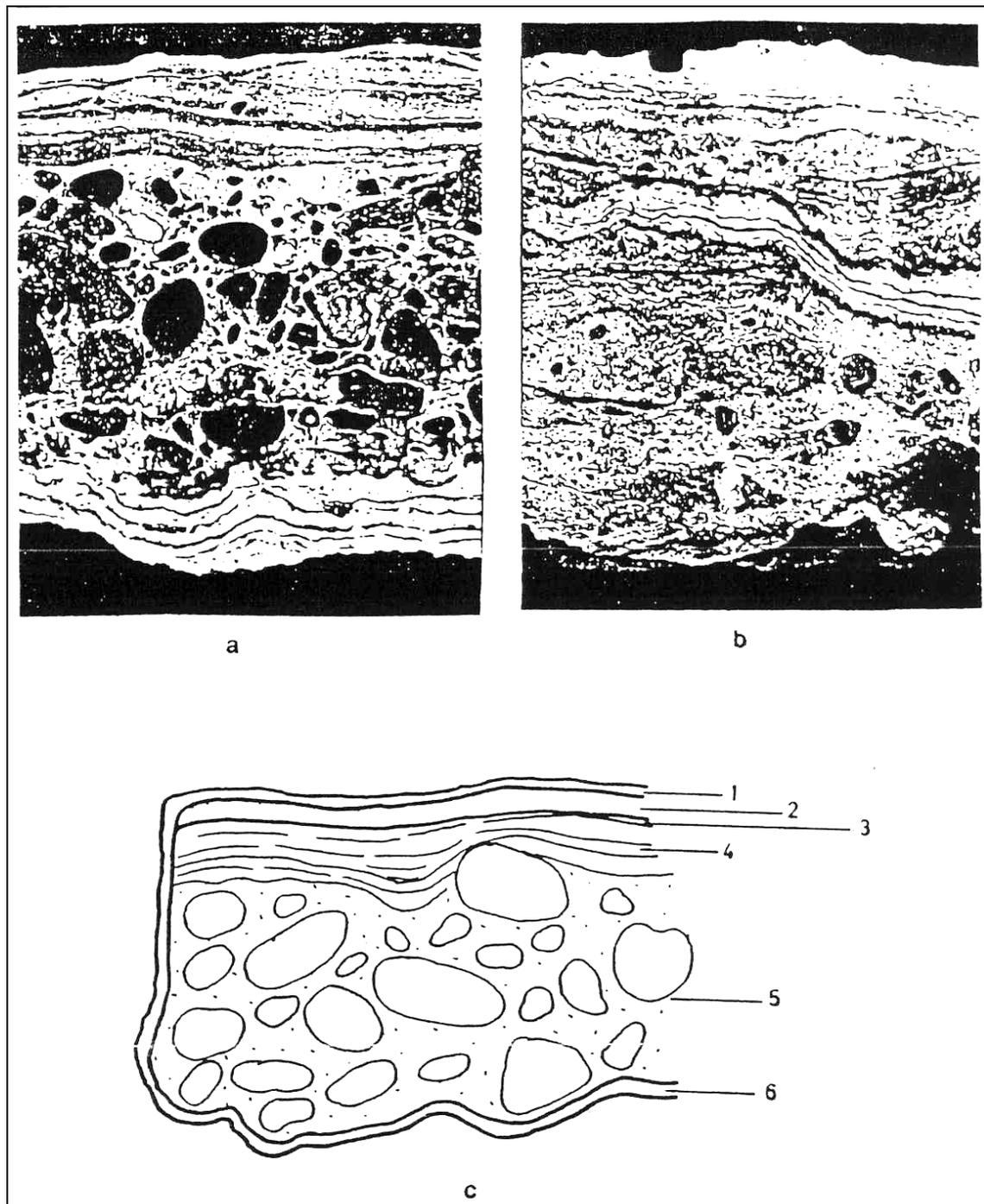


Fig. 2.12. Fragmentos de horizonte petrocálcico (a y b) procedente de la plataforma de Sunyer-Torres de Segre (tamaño natural) y esquema (c) en el que las capas 1 a 4 corresponden a la zona acintada y la capa 5 es la conglomerática.

Se han observado además estructuras redondeadas de tamaño milimétrico de naturaleza caliza asociadas a las raíces actuales. Estas formas redondeadas reciben diferentes nombres, el más genérico es el glomérulo, pellet o pelloide (Hay *et al.*, 1978), estas denominaciones no

hacen referencia al origen. En aquellos casos en que se conoce la configuración interna del cuerpo redondeado descrito, si ésta es concéntrica se puede hablar de oolito (Jongerius, 1979), de ooidos (Freytet, 1981); si el revestimiento es criptocristalino o micrítico alrededor del núcleo con laminación concéntrica muy poco visible, se habla de bahamita (Humbert, 1976); si los revestimientos están formados por láminas más o menos regulares y continuas se usa pisolito, término que para unos autores implica un origen generalmente físico-químico (Humbert, 1976), mientras que otros confieren una gran importancia a las fungotufas en su desarrollo (Julià *et al*, 1981). Dentro de los horizontes petrocálcicos, asociados a las raíces que lo penetran a favor de grietas, se han observado con bastante frecuencia tales capas oolíticas, a diferentes profundidades.

2.3.6. Translocación y acumulación de carbonatos: Discusión.

a. Etapas iniciales.

Las estructuras de las acumulaciones de carbonatos muestran una complejidad tal, que es difícil aceptar que sean el resultado de un único proceso de translocación-acumulación. Inicialmente, la acumulación pudo tener lugar por translocación de carbonatos que, de acuerdo con la bibliografía (Goudie, 1983), pudo tener diversos orígenes. Podrían proceder de la meteorización de los materiales del propio depósito detrítico calizo que constituye el antiguo glacis; ser el resultado de la entrada en el sistema de polvo rico en carbonatos, proceso propuesto para explicar las acumulaciones de carbonatos en New Mexico (Gile *et al*, 1979); ser el resultado de la translocación de bicarbonatos en el agua que circule por el sistema; ser el resultado de translocaciones-acumulaciones ligadas a la actividad biológica dentro del sistema.

Los cuatro mecanismos señalados parecen aceptables y compatibles; de algunos existen evidencias, en otros casos, se trata de una mera hipótesis de trabajo.

Las hipótesis sobre la dirección y sentido de las translocaciones de carbonatos, lateral/vertical, per ascensum/per descensum, deben sustentarse en observaciones, que pueden ser de difícil realización. Resulta frecuente observar que la superposición de materiales de diferente permeabilidad pueda originar circulación lateral de agua en régimen saturado, pudiendo hablarse de niveles freáticos colgados circulantes y de carácter temporal. Para probar la validez de este mecanismo debe recurrirse a otra áreas en las que exista una conexión con el área fuente. Ello ha sido posible en Canet d'Adri (Girona) donde se

producen acumulaciones de carbonatos en capas de material volcánico de tipo piroclástico intercaladas en el depósito en aquellos casos en que el material que actúa de soporte presenta diferente permeabilidad. En este caso los carbonatos proceden de la meteorización de las calizas cretácicas que, afectadas por la explosión, se hallan mezcladas con los materiales que constituyen el cono volcánico. El movimiento del agua en relación con los horizontes petrocálcicos en medio semiárido ha sido estudiado por Stuart *et al* (1973). Estos autores destacan que la forma en que se mueve el agua y precipitan los carbonatos viene influenciada por la existencia de capas superpuestas de diferente permeabilidad. Estas mismas hipótesis son válidas para explicar la existencia de un horizonte fuertemente cementado, sobre otro de matriz arenosa, débilmente cementado.

Los modelos de transferencia lateral parecen ser aceptables en el área estudiada mientras la superficie, actualmente una plataforma aislada, estuvo conectada con el área fuente. En la posición geomorfológica actual parece más aceptable un modelo de translocación vertical descendente, que también pudo haber sido activo, en la fase anterior. Los procesos “per ascensum” a partir de una capa freática han recibido numerosas objeciones, que Goudie (1983) resume del siguiente modo: algunos petrocálcicos se presentan en áreas con niveles freáticos muy profundos; la altura a través de la cual puede existir una franja capilar es muy limitada, especialmente en materiales detríticos como los de Sunyer; el crecimiento de la capa cementada, incluso suponiendo que fuese delgada, haría disminuir considerablemente la velocidad de ascenso capilar; los petrocálcicos a menudo cubren superficies topográficas sin corresponderse a la disposición de la capa freática. Ensayos de laboratorio refuerzan los argumentos en contra del modelo de translocación de carbonatos “per ascensum” (Roquero, 1980).

b. Papel de los procesos orgánicos.

Los modelos recientes sobre la formación de horizontes petrocálcicos han ido confiriendo cada vez mayor importancia a los procesos orgánicos. Los trabajos experimentales de Krumbein (1968) han puesto de manifiesto mediante cultivos de flora aislada del suelo, que era capaz de formar grandes cantidades de calcita. En relación con los horizontes petrocálcicos del área meridional de Lleida, se destacan dos morfologías ligadas a procesos orgánicos, la formación de capas acintadas y la de niveles oolíticos.

b1. Capas acintadas.

El estudio micromorfológico de las capas acintadas pone de manifiesto la existencia de gran cantidad de oolitos, así como de estructuras de origen radicular. El ataque con ácidos diluidos ha permitido eliminar parcialmente los carbonatos y observar el SEM estructuras calcificadas de tipo filamentosas de origen orgánico, algunas de ellas identificables como antiguas raíces en una matriz micrítica.

Las capas acintadas se hallan en la parte superior, en la inferior, y en posiciones interiores del horizonte petrocálcico. Kappla (1979) había indicado ya, que muchos horizontes petrocálcicos de Israel contienen filamentos orgánicos calcificados de hongos, algas y actinomicetos del suelo y pelos radiculares de plantas vasculares.

Estas observaciones microscópicas se complementan con información de campo. La superficie de los horizontes petrocálcicos suele presentar ondulaciones que dan lugar a oquedades de poca profundidad y cierta extensión que favorecen la retención de agua después de las lluvias. Las raíces tienden a desarrollarse y concentrarse en estas posiciones. Estos fieltros de raíces han podido ser observados en la plataforma de Almatret en un área con pinos. En otros casos se ha observado como las raíces se introducen en el horizonte petrocálcico a favor de las grietas que éste puede presentar. Se interpreta que los fieltros de raíces se habrán ido calcificando por la parte inferior, creciendo la formación por la parte superior y dando lugar a las sucesivas capas oscuras que se observan en las capas acintadas (Cuadros 2.6 y 2.7). Algunos autores denominan a este tipo de estructuras estromatolitos de raíces o niveles laminares de oclusión (Multer *et al*, 1968, Goudie, 1975, Julià *et al*, 1983).

Los trabajos de Gile (1966) han puesto de manifiesto que la “costra” laminar es más joven que la “costra” subyacente. Blumel (1981) sostiene la teoría edafológica más generalizada, según la cual el nivel laminar se produce por circulación de agua que disuelve la matriz de la “costra” que vuelve a precipitar dando lugar a la laminación (Durand, 1963, Ruellan, 1968).

Los estudios realizados en capas acintadas han permitido realizar algunas precisiones:

- la capa laminar es tanto más oolítica cuanto más oscuro es su color.
- los oolitos están ausentes en la capa conglomerática, lo que sugiere un origen diferente, poligenetismo señalado por Gile (1966), basándose en dataciones.
- la capa laminar presenta con gran profusión estructuras de antiguas raíces.

- el bandeado sugiere más el aspecto de un sistema radicular que un depósito de materiales.

Estudios más recientes (Verrecchia et al. 1991) han señalado que las capas acintadas de algunos horizontes petrocálcicos se han formado en la superficie, ya que contienen esferolitos formados por cianobacterias.

Cuadro 2.6. Niveles laminares de oclusión: estructuras resultantes de la calcificación de niveles orgánicos (Almatret, Lleida).

Nivel mm	Descripción (lupa binocular)
0-2	Coloración negruzca, con una superficie irregular, el límite inferior sigue la forma de la superficie. Muy porosa. Débilmente cementada. Se aprecia gran profusión de formas debidas a raíces.
2-6	Capa acintada, láminas ondulantes oscuras y bandas de mayor espesor de color claro.
6-10	Capa blanquecina, desaparecen las laminaciones. Porosa.

Cuadro 2.7. Caracterización de las diferentes capas de los niveles laminares de oclusión (Almatret, Lleida).

Zona	Nivel mm	Estructuras de raíces	CaCO ₃ %	c.o. %	m.o. %	pH 1:2.5
Superior	0-2	Abundantes	78.3	3.35	5.76	8.1
Central	2-6	Frecuentes	83.1	1.38	2.37	8.3
Basal	6-10	Inexistentes	84.1	0.15	0.26	8.5

b2. Formación de niveles oolíticos.

Los cuerpos redondeados que aparecen asociados a raíces se interpretan en la bibliografía como resultado de la acción microbiana. La medida de la actividad biológica “global” ha puesto de manifiesto que estos niveles son activos (Cuadro 2.8). El desprendimiento de CO₂ explica la disolución de carbonatos en estos niveles. Los cambios de temperatura y la acción de los microorganismos pueden posibilitar la precipitación en forma de pellets. El paso del “pellets” a “oolitos” se produciría por una cortificación posterior, cuyo mecanismo ha sido discutido por Freynet (1981).

No se han encontrado en la zona niveles de pellets que no estuviesen asociados a un nivel de raíces vivas, que generalmente constituyen un fieltro. Por consiguiente, con los datos disponibles parece poderse afirmar que existe una relación causa-efecto entre los pellets o oolitos y las raíces.

Las láminas delgadas han demostrado que las capas oolíticas incluidas en los horizontes petrocálcicos presentan frecuentemente estructuras de antiguas raíces.

También se ha observado en lámina delgada, una gradación entre zonas con concentración de oolitos individualizados y la matriz micrítica homogénea, en la que tan solo se reconocen fantasmas de oolitos, restos de la estructura inicial.

Esta transformación diagenética va generalmente acompañada de una progresiva oclusión de la porosidad que dejan las antiguas raíces al destruirse, debido a que constituyen vías de circulación preferente del agua. Esta agua está cargada de bicarbonato cálcico movilizado en la parte superior del perfil.

Por todo ello se puede concluir que los procesos orgánicos desempeñan un importante papel en la evolución de los horizontes petrocálcicos, favoreciendo procesos de disolución-transformación-precipitación, frente a modelos exclusivamente físico-químicos.

Cuadro 2.8. Actividad biológica global evaluada por un método respirométrico: Se observa que las capas oolíticas presentan una cierta actividad biológica, mientras que los horizontes petrocálcicos no.

	Ref.	mg CO ₂ /100 g suelo	
		Sin glucosa	Con glucosa
Horizonte A	ALM-112	330.3	562.6
	ALM-114	322.2	968.8
	ALM-114	542.9	875.1
	LLAR-115	401.4	626.3
Capa oolítica	ALM-112	212.8	555.9
	ASP-41	178.3	508.5
	LLAR-115	18.7	302.9
Petrocálcico	ALM-114	288.9	504.2
	LLAR-115	0.0	9.5
	ALM-114	0.0	6.2

2.4. PROCESOS Y SUELOS EN VERTIENTES.

2.4.1. Procesos geomorfológicos

El factor más importante que determina la dinámica de las vertientes en general es el ángulo de pendiente. En esta zona éste tiende a disminuir vertiente abajo, como resultado de los procesos vigentes cuando las vertientes se formaron.

Los procesos actúan y dejan su huella en zona concéntricas a las plataformas. En la vertiente N de la plataforma residual Sunyer-Torres de Segre (Les Pletes de Sunyer) se distinguen tres segmentos diferentes y sucesivamente más largos hasta el fondo de la cubeta en una ladera cóncava (Fig. 2.13).

El segmento V1, inmediato a la ruptura de pendiente, constituye el frente de ataque de los procesos erosivos de vertiente sobre la plataforma. En ella aflora el horizonte petrocálcico por ser resistente a la erosión. Los procesos que actúan en ella son principalmente debidos a la acción de la gravedad y consisten en caídas de cantos sueltos o de bloques enteros del horizonte cementado.

El segmento V2, aún de gran pendiente, está recubierto de coluviones en tránsito formados por los detritus procedentes de V1, cantos y arenas, y los del propio segmento. En esta parte de la ladera pueden ser muy activos procesos tales como los derivados del impacto de gotas de lluvia o de la escorrentía superficial difusa. Es especialmente notoria la reptación discontinua y la reptación de bloques que producen una serie de terracillas. Este segmento se puede ver interrumpido por algún afloramiento discontinuo de arenisca (F1).

El segmento V3, más largo y de menor pendiente, tiene la mayor cobertura de coluviones, creciendo en espesor hacia abajo. Es el dominio de los procesos hídricos por salpicadura y por escorrentía superficial tanto difusa como concentrada. En la mayor parte de su recorrido lateral este segmento se encuentra abancalado. En la figura se ha representado el fondo de una incisión, probablemente iniciada en un deslizamiento superficial, que actúa ahora como cárcava. En el fondo de la incisión aparece un nuevo resalte rocoso (F2) menos energético que F1 debido a su menor dureza, y varios bloques caídos, quizá transportados por corrientes de densidad desde la coronación de la vertiente.

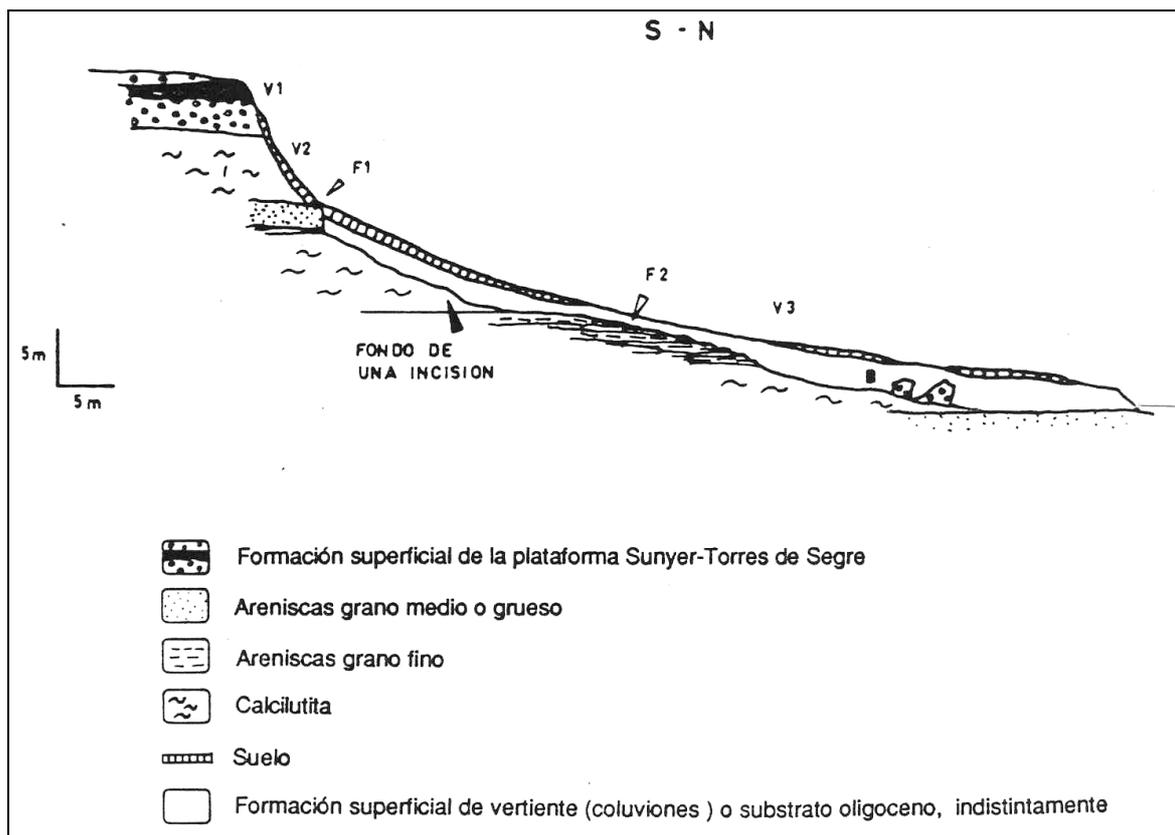


Fig. 2.13. Modelo de una vertiente de plataforma residual. Vertiente N de Les Pletes de Sunyer.

2.4.2. Materiales originarios y suelos en vertientes.

Los procesos de formación y evolución de una ladera descritos conducen en este caso a la superposición de materiales sobre el substrato terciario. Dado que los materiales aflorantes en la ladera son de litologías muy diferenciadas, es posible constatar fácilmente tanto la discontinuidad litológica resultante de la superposición como la mezcla de materiales, lo que confiere una gran heterogeneidad a los materiales originarios, aspecto importante en el estudio de la génesis de suelos en vertientes y que podría pasar desapercibido en aquellos casos en que la litología de la ladera fuese uniforme.

Como ejemplos de suelos en vertiente se ha seleccionado el pedión C-26-SU (Cuadro I.5, Apéndice I). En el Cuadro 2.2 se indican las relaciones establecidas entre la forma y los suelos en vertientes, encontrándose principalmente Torriorthents. La mineralogía del horizonte 2C, después de eliminados los carbonatos, viene caracterizada (estimación semicuantitativa) por un 80 % de filosilicatos, un 17 % de cuarzo y un 3 % de feldespatos (Cuadro 2.4). Los filosilicatos (Cuadro 2.5) están integrados por illita (54 %), clorita (4 %) y esmectita (22 %). En relación con la mineralogía de arcillas de la lutita se observa un

enriquecimiento en esmectita en el horizonte C, concordante con un aumento del mismo tipo en la capa acintada del horizonte petrocálcico en relación a su correspondiente horizonte A.

En el Cuadro I.6 (Apéndice I) se describe un perfil en la posición de parte baja de la ladera.

2.5. ORIGEN Y FORMAS DEL YESO EN EL SUELO.

En el área meridional de Lleida los afloramientos de yeso no dan lugar a suelos desarrollados directamente sobre este material, ya que se trata de capas de escasa potencia. Resulta frecuente encontrar en lámina delgada cristales de yeso de tamaño microscópico mezclados con las lutitas, así como intercalaciones centimétricas de yeso fibrosos en la mayoría de niveles lutíticos, pero no afloramientos de yeso. Si los materiales presentan diaclasas, grietas de retracción o fisuras de asentamiento, el yeso, que inicialmente se hallaría mezclado con el sedimento lutítico, emigra hacia estas discontinuidades por las que el agua ve favorecida su circulación y precipita (Julià *et al*, 1983). Forma unos enrejados típicos de filones de 2 a 4 cm de yeso, cuyos cristales fibrosos son perpendiculares a los planos de la diaclasa. En las laderas próximas al Clot de l'Om son frecuentes este tipo de afloramientos.

Dada la relativamente alta solubilidad del yeso (2.6 g/l a 25°C), habrá una movilización del mismo en el paisaje, movilizado por el agua de escorrentía superficial o subsuperficial. En muchos casos se produce su precipitación en los fondos, con formación de yeso vermiforme en los suelos. Según la intensidad de este proceso de gypsificación pueden llegar a formarse horizontes gypsicos, dando lugar en algunos fondos a Xerochrepts gypsicos (Cuadro 2.2), mientras que en otros casos se trata simplemente de Xerofluvents típicos (Cuadro I.7, Apéndice I).

2.6. MOVILIZACIÓN DE SALES SOLUBLES EN EL PAISAJE

2.6.1. Procesos de salinización en secano.

En una zona de clima semiárido como la estudiada, los procesos de salinización suelen presentarse y de hecho han sido identificados, en posiciones geomorfológicas de fondo. Estas zonas bajas están flanqueadas por vertientes rectilíneas, mixtas o abancaladas, en las

que el sustrato de calcilitas suele estar muy próximo a la superficie del suelo. Los fondos, al igual que las partes basales de las laderas, reciben materiales detríticos transportados por la escorrentía superficial y sales disueltas en el agua de escorrentía superficial y subsuperficial. Esta movilización de sales da lugar a procesos de salinización de tipo continental secundario de los establecidos por Kovda.

El origen de las sales se halla en las formaciones lutíticas terciarias cuyas características granulométricas, niveles y tipos de salinidad se indican en el Cuadro 2.9. Estos materiales se comportan como centros de redistribución de salinidad, concepto introducido por Gaucher (1974). En algunos casos el catión salinizante es el magnesio y en otros el sodio, apreciándose una dominancia del magnesio en las muestras estudiadas. En lo referente a los aniones se trata tanto de cloruros como de sulfatos.

Cuadro 2.9. Características de lutitas del área meridional de Lleida: Se observa su carácter limoso, riqueza en carbonatos y en sales solubles.

Muestra	Granulometría (%)						pH 1:2.5	CaCO ₃ %	Extracto de pasta saturada meq/l.							
	AG 2000 200	AF 200 50	LG 50 20	LF 20 2	a	2			CE dS/m 25°C	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Na ⁺	Cl ⁻	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻
Albagés	0.70	1.03	29.68	57.40	11.20	8.6	52.3	10.59	15.87	74.24	28.83	80.0	0.0	1.4	37.54	
Albagés-5	3.66	7.45	37.24	45.30	6.34	8.2	46.2	0.83	2.06	1.57	3.61	0.6	0.0	1.6	5.04	
Juneda-2	0.41	2.41	22.35	65.40	9.46	8.1	13.3	0.72	2.07	3.34	1.32	4.5	0.0	1.4	0.83	
Juneda-3	2.11	2.82	43.00	48.16	3.92	8.3	14.7	1.62	8.21	8.36	2.61	10.6	0.0	0.9	7.68	
Castellidans	0.09	0.32	31.80	67.55	0.54	8.4	4.7	9.45	13.24	26.89	46.80	21.5	0.0	1.6	63.83	
Sunyer						8.7	33.6	44.16	101.74	148.10	208.00	282.5	0.0	3.5	149.02	
Sunyer						9.4	30.4	9.73	35.91	50.49	26.86	32.13	0.0	4.3	72.20	
Sunyer						9.2	17.2	30.06	43.92	68.88	191.30	212.0	0.0	4.6	93.1	

2.6.2. Suelos en posiciones de fondo.

En el apartado 2.2.2 se han establecido las unidades de suelos que ocupan los fondos (Cuadro 2.2). Se incluyen aquí algunas descripciones de suelos representativos (Cuadros I.7 y I.8, Apéndice I). En los Cuadros 2.4 y 2.5 se recogen los resultados semicuantitativos referentes a la mineralogía de un suelo situado en una posición de fondo (El Clot de l'Om). Se observa un predominio de filosilicatos y una gran uniformidad mineralógica a lo largo del perfil. Las ilitas son las arcillas dominantes con un 60 %, seguidas de las esmectitas (10%) y las cloritas (5 %).

2.7. CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS DEL ÁREA MERIDIONAL DE LLEIDA

Perfil	Soil Taxonomy		FAO, 1990	FAO, 1998 (WRB)
	Clasificación original	SSS, 1999		
C-27-TS	Paleorthid xerólico	Petrocalcid xérico	Calcisol pétrico	Calcisol epipétrico
C-5-ALM	Paleorthid xerólico	Petrocalcid xérico	Calcisol pétrico	Calcisol epipétrico
Suelo bajo tomillar	Paleorthid xerólico	Petrocalcid xérico	Calcisol pétrico	Calcisol pétrico
C-26-SU	Torriorthent xérico	Torriorthent xérico	Regosol calcáreo	Regosol calcáreo hiposálico
TBG-3-95	Xerochrept calcixerólico	Calcixerept típico	Calcisol háplico	Calcisol háplico
C-23-SU	Xerofluvent típico	Xerofluvent	Fluvisol calcáreo	Fluvisol calcáreo
C-29-TS	Xerofluvent típico	Xerofluvent	Fluvisol calcáreo	Fluvisol calcáreo

2.8. APÉNDICE I:
DESCRIPCIÓN DE LOS PERFILES DEL
ÁREA MERIDIONAL DE LLEIDA

Cuadro I.1. Descripción del pedión C-27-TS

Pedión: C-27-TS
Descrito por: J. Porta, J. Herrero
Termino municipal: Torres de Segre
Emplazamiento: Les Pletes. Al Sur de la pista del IRYDA de Sunyer a Torres de Segre

Cartografía

Escala : 1:50.000
Hoja num. : 388
Zona : 31T
100 Km : BF
Coordenadas : X: 29735, Y: 459965
Altitud : 225 m

Temperatura y agua del suelo

Caract. del régimen hídrico : Sequía relativa por escasa pluviometría y horizonte petrocálcico a poca profundidad.
Nivel freático : Inaccesible
Drenaje : Bien drenado

Eflorescencia : No

Geomorfología

Escala de observación : Kilométrica
Tipo de superficie : Plataforma residual
Dinámica de la forma : Ligera karstificación
Acciones sobre la pendiente : Cultivo
Longitud de la pendiente : 2000 m
Morfología local : Área rectilínea
Situación en la forma : En el centro de la forma
Pendiente general : 1%
Pendiente local : <1%
Orientación : W

Material originario : Depósito de materiales detríticos con gravas

Vegetación : Natural eliminada. Rastrojo de cereal, con *Salsola Kali*. En las inmediaciones olivos y almendros.

Utilización : Cultivos de cereal con barbecho. Pedregosidad superficial abundante (Clase 4 FAO).

Clasif. (SSS 1975, 1990) : Paleorthid xerolico

Clasif (SSS, 1999) : Petrocalvid xerico, franco, mezclado, térmico, superficial, semiactivo

Clasif. (FAO, 1990) : Calcisol epipétrico.

00-10 cm Ap1.

Un 50 % de elementos gruesos, de hasta 20 cm., fragmentos de costra caliza, incorporados por laboreo. Húmedo. Estructura primaria débil en bloques subangulares, estructura secundaria de tipo granular fina. Consistencia friable. Materia orgánica bien incorporada. Fauna no aparente. Raíces abundantes, finas y muy finas, vivas. Poroso. Estado de oxidación, buena aireación. Efervescencia al HCl muy fuerte. Límite neto por laboreo. Epipedión ochrico.

10-33 cm Ap2

Un 50 % de elementos gruesos, de hasta 20 cm x 10 cm, fragmentos de costra incorporados por laboreo. Húmedo. Estructura moderada en bloques subangulares, fina a muy fina. Consistencia friable. Materia orgánica bien incorporada. Fauna no aparente. Raíces pocas, finas y muy finas, vivas. Poroso. Estado de oxidación, buena aireación. Efervescencia al HCl muy fuerte. Límite abrupto, ondulante. En la base del horizonte hay un nivel de pisolitos calizos de hasta 2 mm de diámetro. Epipedión ochrico.

33-93 cm Bkm

Horizonte de acumulación de carbonato cálcico de tipo conglomerático, con bandas acintadas con distintas coloraciones que se asocian a la acción de los líquenes (perforaciones, niveles de hifas, etc). Se observan procesos de redisolución en los clastos. La costra presenta diferentes episodios y entre ellos aparecen capas con raíces. La dureza de la costra presenta cambios laterales. Endopedión petrocálcico.

93-120 cm Bk

Horizonte de acumulación de carbonato cálcico no cementado. Abundantes elementos gruesos de naturaleza caliza. Endopediones calcico.

Referencia	Horizonte	Profund. cm	Color Munsell	pH H ₂ O 1:2.5	C/N	Mat. Org %	N %	Caliza activa %	CaCO ₃ equiv. %	FERTILIDAD	
										P mg/Kg	K mg/Kg
C-27-TS/1	Ap1	00-10	10 YR 4/6	8.1	10.5	2.7	0.15	9.3	25.16	32	97
C-27-TS/2	Ap2	10-33	7.5 YR 4/4	8.1					30.78		

Referencia	Horizonte	Granulometría USDA			Clase textural	Ataque ácido			CE 1:5 (dS/m a 25°C)
		Arena %	Limo %	Arcilla %		Ca ²⁺ meq/l	Mg ²⁺ meq/l	Mg ²⁺ %	
C-27-TS/1	Ap1	43.16	34.11	22.73	F	25.04	0.69	2.63	0.14
C-27-TS/2	Ap2	36.49	38.76	24.75	F	30.55	1.14	3.73	0.13

HUMEDAD (%) a:			C.I.C. (cmol+/Kg)	Yeso total %
-33 KPa	-1500 KPa			
21.1	11.5		9.6	< 1

Cuadro I.2. Descripción de una acumulación de carbonatos con un horizonte petrocálcico de tipo conglomerático de la plataforma de Sunyer-Torres de Segre (Lleida).

Profundidades cm	Descripción
00-20	Horizonte Ap. Epipedión ochrico.
20-20.1	<p>Horizonte petrocálcico, en el que se diferencian:</p> <p>Capa 1: nivel cortical</p> <p>En muestra de mano: a la lupa binocular se observa una capa blanca porosa. Aparecen manchas de color pardo (12 x) que presentan una estructura filamentosa (50 x). El límite inferior de la capa sigue el contorno del fragmento delimitado por fracturas naturales.</p> <p>En lámina delgada: capa micrítica con granos de cuarzo de tamaño limo. A veces su espesor puede alcanzar 3 mm.</p>
20.1-20.5	<p>Capa acintada superior (2 a 4), de espesor variable, de 5 a 10 mm con:</p> <p>Capa 2</p> <p>En muestras de mano: a la lupa binocular capa rosada, poco porosa, cuyos límites superior e inferior son ondulantes con alteraciones de capas más oscuras y más claras.</p> <p>En lámina delgada: capa de micrita de color gris con muy pocos elementos detríticos, alterna con capas rojizas con mayor proporción de detríticos y laminaciones de microesparita. Esta capa tiene continuidad lateral y envuelve a todo el ejemplar. Límite inferior abrupto.</p>
20.5-20.6	<p>Capa acintada superior: capa 3</p> <p>En muestras de mano: a la lupa binocular capa formada por láminas de color marrón oscuro sobre un fondo rosáceo.</p> <p>En lámina delgada: capa con pellets. Los granos de cuarzo son escasos. Hay estructuras de tipo orgánico, de sección aproximadamente circular, que dejan un espacio vacío en su interior y otras que presentan un relleno de cristales esparíticos. Estas estructuras se interpretan como antiguas raíces. Son de mayor diámetro que los pellets.</p>
21.8-24.0	<p>Capa conglomerática</p> <p>Capa 5</p> <p>En muestras de mano: a la lupa binocular capa conglomerática formada por clastos heterométricos, calizos de hasta 8 cm de diámetro, redondeados. Los huecos dejados por los clastos son rellenos por un material arenoso, poroso, cementado por calcita de colores blanco y rosa por zonas. La mayoría de los clastos presentan una superficie alterada, que se traduce en una aureola de color rosado.</p> <p>En algunas oquedades aparece una mineralización de color verde.</p> <p>En lámina delgada: los clastos presentan cemento geopital micrítico (pendents). Su superficie evidencia procesos de disolución. El relleno entre los clastos está formado por material micrítico de color amarillo-parduzco, con abundantes granos de cuarzo, alguno de chert, todos ellos de tamaño arena, angulosos. Alrededor de estos granos hay una capa micrítica (gris) y una segunda capa más clara formada por microesparita. Los granos de cuarzo no presentan alteración, sin embargo se observa una posible penetración de caliza. En la capa conglomerática aparecen intercaladas capas acintadas de contornos irregulares, como siguiendo la morfología de antiguas grietas. Están formadas mayoritariamente por pellets, con moderada porosidad cuya proporción varía de unas zonas a otras. Materiales detríticos calizos tamaño 2-5 mm retrabajados como lo indica su cemento geopital con polaridad alterada. Algunos granos de cuarzo tamaño arena. Existen capas acintadas subverticales sin solución de continuidad con la capa acintada superior e inferior, de forma que algunos fragmentos cementados están totalmente rodeados por una capa acintada.</p> <p>Capa detrítica arenosa.</p> <p>Capa acuñada de aparición discontinua. Porosa, con huecos irregulares. Con oolitos y pellets. Abundancia de clastos retrabajados de tamaño milimétrico (4-6 mm) y arenas y limos predominantemente cuarzosos, fragmentos de concha.</p> <p>Cemento de micrita y microesparita.</p>

Cuadro I.2. Descripción de una acumulación de carbonatos con un horizonte petrocálcico de tipo conglomerático de la plataforma de Sunyer-Torres de Segre (cont.).

24.0-24.5	Capa acintada inferior: capa 6 Alternancia de capas con pellets, capas detríticas y cemento geopital. Capas detríticas predominantemente carbonáticas, tamaño limo.
90-400	Horizonte cálcico (capa no cementada) Formada por un 40 % de clastos tamaño gravilla subredondeado tabulares de 3 a 8 mm, con predominio de calizas, algunas fosilíferas, otras oolíticas; alguna arenisca. Entre los clastos hay arena de cuarzo y calizas, subredondeada, fragmentos de concha (muy escasos). Algún clasto de tamaño arena y naturaleza arcillosa. Matriz predominantemente esparítica que deja huecos (10 %), donde aparecen cristales aciculares de calcita. Presencia de pellets que por zonas abundan, tamaño limo, agrupados a modo de racimo. Huecos con hiporrestimientos.
> 400	Calculutita alternando con areniscas.

Cuadro I.3. Descripción del pedión C-5-ALM

Pedión: C-5-ALM

Descrito por: J. Porta, J. Herrero

Termino municipal: Almatret

Emplazamiento: Plataforma de Almatret.

Cartografía

Coordenadas :

Temperatura y agua del suelo

Caract. del régimen hídrico : Sequía relativa

Nivel freático : Inaccesible

Drenaje : Bien drenado

Eflorescencia : No

Geomorfología

Escala de observación : Kilométrica

Tipo de superficie : Plataforma residual

Dinámica de la forma : Erosión laminar

Acciones sobre la pendiente : Cultivo

Morfología local : Área rectilínea

Situación en la forma : En el centro de la forma

Pendiente general : 1%

Pendiente local : 1%

Material originario : Materiales detríticos terrígenos

Vegetación : Natural eliminada.

Utilización : Cultivos de cereal, olivos y almendros. Pedregosidad superficial formada por fragmentos de costra caliza incorporada por laboreo.

Clasif. (SSS 1975, 1990) : Paleorthid xerolico

00-25 cm Ap.

Con elementos gruesos procedentes de la costra subyacente incorporados por laboreo, suponen un 10 % del horizonte. Estructura en bloques subangulares gruesos y estructura secundaria granular fina. Consistencia friable. Fuerte reacción al HCl. Materia orgánica bien incorporada. Frecuentes raíces, finas y vivas. Poroso. Límite abrupto y ondulado. Epipedión óchrico.

25-45 cm Bkm

Capa de fragmentos de costra, rota por laboreo, con presencia de gran cantidad de oolitos calizos, de 1 a 2 mm de diámetro asociados a raíces. Presencia de raíces finas, vivas. Límite ondulado

45-60 cm Bkm1

Costra caliza de tipo laminar, discontinua lateralmente. Horizonte petrocálcico.

60-80 cm Bkm2

Costra caliza fuertemente cementada, con inclusiones que pueden ser fragmentos de una costra más antigua. La costra presenta variaciones laterales importantes a lo largo de los 10 m estudiados, que afectan a los espesores y características de los subhorizontes que forman el endopedión petrocálcico. La parte superior de la costra está acintada. Horizonte petrocálcico.

Lateralmente

20-55 cm Bkm3

Costra caliza muy fragmentada, de tipo laminar. Entre las láminas aparecen capas oolíticas no cementadas, de color oscuro y con frecuentes masas de raíces finas.

55-60 cm Bkn

Capa oolítica con frecuentes raíces finas a gruesas, vivas. Color grisáceo. Los pisolitos parecen asociados a raíces muy finas.

>60 cm Bkm

Costra caliza muy cementada, con fieltros de raíces intercalados hasta 80 cm.

Referencia	Horizonte	Profundidad cm	Color Munsell	pH H ₂ O 1:2.5	Mat. Org %	CaCO ₃ equiv. %
C-5-ALM	Ap	00-25	7.5 YR 3/3	8.1	3.9	37.4
	Oolitos	25-45	10 YR 6/3	7.8	1.4	88.2
	Bkm	55-60	5 YR 5/2	7.5		90.6

Referencia	Horizonte	Granulometría USDA			Clase textural	Ataque ácido			CE dS/m a 25°C 1:5
		Arena %	Limo %	Arcilla %		Ca ²⁺ meq/l	Mg ²⁺ meq/l	Mg ²⁺ %	
C-5-ALM	Ap	33.22	42.86	23.92	F	45.72	10.43	18.48	0.16
	Oolitos	-	-	-	-	73.18	3.78	1.05	-
	Bkm	60.22	20.44	19.34	FAr	93.31	4.16	4.24	0.62

ELEMENTOS extr. AcONH ₄ (cmol+/Kg)			C.I.C. (cmol+/Kg)
Na ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	
0.50	1.04	17.26	18.80

Cuadro I.4. Descripción de un suelo típico de un tomillar (DEPANA, 1994).

Término municipal	: Alfés
Localización	: Al lado del aeródromo de Alfés
Coordenadas	: 31T CG 040 019
Tipo de superficie	: terraza
Pendiente general	: subhorizontal
Vegetación	: tomillar
Clasif. (SSS 1975, 1990)	: Paleorthid xerolico

00-07 cm A1.

Fresco. Materia orgánica directamente apreciable. Textura franco-arenosa. Cantos (gravas y piedras) redondeados, esencialmente calcáreos, recubiertos de carbonatos. Estructura poliédrica subangular de 0.5 a 1 cm. Consistencia friable. Muy poroso, poros finos intraagregados y interagregados. Actividad biológica: numerosos organismos terrícolas. Raíces abundantes, de medida mediana y fina, con disposición vertical. Transición de 2 cm, límite regular. Epipedión ochrico.

07-23 cm A2

Fresco/seco. Aparentemente no orgánico. Cantos (gravas y piedras) redondeados, esencialmente calcáreos, recubiertos de carbonatos. Textura arenoso-limosa. Estructura poliédrica, de 3-4 cm. Consistencia semirígida, muy porosa. Actividad biológica: muchos organismos terrícolas. Raíces horizontales y oblicuas, de tamaño mediano, alguna de fina. Transición de 5-6 cm. Límite regular. Epipedión ochrico.

23-53 cm A3

Seco. Aparentemente no orgánico. Gravas abundantes y piedras redondeadas. Textura arenoso-limosa. Estructura poliédrica subangular (0.5-2 cm). Consistencia rígida. Muy poroso. Pocas raíces, medianas y finas, con disposición vertical y horizontal. Mucha actividad biológica, muchos organismos terrícolas. Transición con la costra bastante limpia (unos 10 cm). Límite regular.

> 53 cm Bkm

Cantos redondeados encostrados (horizonte petrocálcico), de naturaleza aluvial.

Descripción micromorfológica (DEPANA, 1994)

0-4 cm

ESTRUCTURA: Bien desarrollada. Poliédrica subangular fina. Agregados parcialmente acomodados.

POROSIDAD: aprox. 20 %. Poros interagregados y intraagregados.

COMPONENTES ORGÁNICOS: Algunas raíces vivas. Muchas raíces no/poco melanizadas.

COMPONENTES MINERALES: Cuarzo de 50-200 µm, subangular, algún angular o subredondeado. Elementos litorelictos de costra. Calcita.

MASA BASAL: Arenoso-limosa. Contextura birrefringente de tipo cristalítico. No se observan dominios orientados.

C/F: 150 µm = 1/5

RASGOS TEXTURALES: No se observan.

RASGOS Fe-Mn: No se observan.

RASGOS Ca-Mg: Algunos hipocutanes de carbonatos removidos.

RASGOS DE BIOTURBACIÓN: Muy abundantes, "pellets" amalgamados muy frecuentes, con diferentes grados de amalgamación, de 0.5-2 mm.

7-10 cm

ESTRUCTURA: Moderadamente desarrollada. Poliédrica subangular fina. Agregados parcialmente acomodados.

POROSIDAD: aprox. 10 %. Poros interagregados y intraagregados.

COMPONENTES ORGÁNICOS: Raíces no/poco melanizadas.

COMPONENTES MINERALES: Cuarzo de 50-200 μm , subangular, algún angular o subredondeado. Elementos litorelictos de costra. Calcita.

MASA BASAL: Arenoso-limosa. Contextura birrefringente de tipo cristalítico. No se observan dominios orientados.

C/F: 150 μm = 1/5

RASGOS TEXTURALES: No se observan.

RASGOS Fe-Mn: No se observan.

RASGOS Ca-Mg: Algunos hipocutanes de carbonatos removidos.

RASGOS DE BIOTURBACIÓN: Pedotubulos llenos de muchos "pellets" amalgamados, de 0.5-2 mm.

20-30 cm

ESTRUCTURA: Moderadamente desarrollada, bioformada, y con agregados poliédricos subangulares finos. Microestructura porosa.

POROSIDAD: Poros interagregados aprox. 20 %. Poros intraagregados de 50-200 μm .

COMPONENTES ORGÁNICOS: Materia orgánica melanizada. Algunos carbones de 50-60 μm .

COMPONENTES MINERALES: Cuarzo de 20-200 μm , subangular, algún subredondeado. Fragmentos de calcárea redondeados. Algún nódulo de carbonato de 200-300 μm . Algunos fragmentos litorelictos de costra.

MASA BASAL: Limosa. Contextura birrefringente de tipo cristalítico. No se observan dominios orientados.

C/F: 150 μm = 1/5

RASGOS TEXTURALES: Cutanes limosos abundantes, aprox. 5 %, llenando algunos poros y revistiendo algunos poros.

RASGOS Fe-Mn: No se observan.

RASGOS Ca-Mg: Alguna piedra con hipocutanes, no formados "in situ".

RASGOS DE BIOTURBACIÓN: Muchos "pellets" fecales llenando pedotubulos, amalgamados, redondeados, de 0.5-2 mm.

35-45 cm

ESTRUCTURA: Moderadamente desarrollada, bioformada, y con agregados poliédricos subangulares finos. Microestructura porosa.

POROSIDAD: Poros interagregados aprox. 20 %. Poros intraagregados de 50-200 μm .

COMPONENTES ORGÁNICOS: Materia orgánica melanizada. Algunos carbones de 50-60 μm .

COMPONENTES MINERALES: Cuarzo de 50-200 μm , subangular, algún subredondeado. Fragmentos de calcárea redondeados. Algún nódulo de carbonato de 200-300 μm . Algunos fragmentos litorelictos de costra.

MASA BASAL: Limosa. Contextura birrefringente de tipo cristalítico. No se observan dominios orientados.

C/F: 150 μm = 1/5

RASGOS TEXTURALES: No se observan.

RASGOS Fe-Mn: No se observan.

RASGOS Ca-Mg: Nódulos de unos 200 μm , arcillosos, que rodean arenas y limos. Parecen formados "in situ".

RASGOS DE BIOTURBACIÓN: Muchos "pellets" fecales llenando pedotubulos, amalgamados, redondeados, de 0.5-2 mm.

EN CULTIVO (7-17 cm)

ESTRUCTURA: Pobremente desarrollada, bastante compactada. En parte formada por coprolitos y, en parte, poliédrica subangular.

POROSIDAD: aprox. 15 %. La mayor parte de los poros son inferiores a 20 μm .

COMPONENTES ORGÁNICOS: Algunas raíces de monocotiledonia (trigo); materia orgánica no melanizada.

COMPONENTES MINERALES: Cuarzo superior a 70 μm un 30 %, subangular/ subredondeado. Calcita detrítica aprox. 30 %. Plagioclasa, feldspato muy seritizado, pizarra, moscovita, piroxeno, esfeno.

MASA BASAL: Limosa. Contextura birrefringente de tipo cristalítico. No se observan dominios orientados.

C/F: 70 μm = 1/3

RASGOS TEXTURALES: Algunos cutanes limosos con poca arcilla, poco orientados, revistiendo poros, algunos integrados a la masa basal.

RASGOS Fe-Mn: No se observan.

RASGOS Ca-Mg: Nódulos de carbonatos redondeados, arcillosos, y con impregnaciones ferruginosas, de 200 µm a 1 mm.

RASGOS DE BIOTURBACIÓN: Se observa poca actividad biológica.

Profundidad (cm)	pH H ₂ O; 1/2.5	Carbono Org. (%)	CaCO ₃ eq (%)
Perfil tomillar:			
0-7	7.9	5.21	30.1
7-23	8.1	1.72	33.6
23-53	8.1	0.41	43.2
Perfil cultivo:			
0-15	8.1	0.82	31.3
15-25	8.2	0.60	30.1

Cuadro I.5. Descripción del pedión C-26-SU.

Pedión: C-26-SU

Descrito por: J. Porta, J. Herrero

Termino municipal: Sunyer

Emplazamiento: Pista de IRYDA de Sunyer a Torres de Segre cerca del cruce con la carretera C-230

Cartografía

Coordenadas : 31T BF 973 998 210

Temperatura y agua del suelo

Caract. del régimen hídrico : Sequía relativa por escasa pluviometría
Nivel freático : Inaccesible
Drenaje : Bien drenado

Eflorescencias : No

Geomorfología

Escala de observación : Decamétrica
Tipo de superficie : Vertiente rectilínea
Dinámica de la forma : Escorrentía difusa y concentrada
Acciones sobre la pendiente : Pastoreo
Longitud de la pendiente : 25 m
Morfología local : Área rectilínea
Situación en la forma : En el tercio inferior
Pendiente general : 30 %
Pendiente local : 15 %
Orientación : N

Material originari : Cacilutitas recubiertas por materiales detríticos

Vegetación : Herbácea (*Lygeum spartum*), matorral (*Genista sp.*) y musgos y líquenes.

Utilización : Pastoreo y caza.

Clasif. (SSS 1975, 1990) : Torriorthent xerico

Clasif. (SSS 1999) : Torriorthent xerico, franco, carbonático, térmico, superficial.

00-05 cm A1

Elementos gruesos, menos del 5 %, el más grande de 1 cm, redondeados, calizos. Húmedo. Estructura granular, de mediana a gruesa, fuerte. Consistencia friable. Materia orgánica bien incorporada. Fauna muy activa. Raíces abundantes, finas y medianas, vivas. Porosidad abundante. En estado de oxidación y bien aireado. Eferescencia al HCl alta. Límite neto. Epipedión ochrico.

05-30 cm A2

Elementos gruesos en un 30 %, los mayores de 10 cm, coluvionados de la plataforma superior. Húmedo. Estructura media en bloques subangulares que se deshacen en agregados cilíndricos, fruto de la actividad de la fauna. Consistencia friable. Materia orgánica bien incorporada. Fauna muy activa. Raíces frecuentes, finas, algunas medianas, vivas, con cierta tendencia a la horizontalidad. Porosidad abundante. En estado de oxidación, buena aireación. Eferescencia al HCl alta. Límite gradual. Epipedión ochrico.

30-100 cm 2C

Calclutita, muy poco consolidada en su parte superior. Algunas raíces, muy finas, vivas.

Referencia	Horizonte	Profundidad cm	pH H ₂ O 1:2.5	Mat. Org %	CaCO ₃ equiv. %	N Kjeldahl %P/P	Carbonatos totales %P/P	Caliza activa %	Yeso total %
C-26-SU/1	A1	00-30	8.4	2.7	44.7	0.26	24.1	8.6	< 1
/2	2C	30-100	8.0	0.5	32.5	0.07	33.5	10.1	1.2

Referencia	Horizonte	Granulometría USDA			Clase textural	Humedad (%) a	
		Arena %	Limo %	Arcilla %		33 kPa	1500 kPa
C-26-SU/1	A1	35.86	42.74	21.40	F	21.1	11.4
/2	2C	3.59	75.05	21.36	FL	23.4	10.1

Referencia	Elementos de pasta saturada		CE e. (dS/m a 25°C)	CE 1:5 (dS/m a 25°C)	pH pasta
	Mg ²⁺ meq/l	Ca ²⁺ meq/l			
C-26-SU/1	-	-	-	0.10	-
/2	77.74	33.50	12.50	1.29	8.60

Referencia	Elementos de cambio (cmol+/Kg)				C.I.C. (cmol+/Kg)	V (%)
	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺		
C-26-SU/1	0.16	0.05	18.42	1.07	19.7	100
/2	3.43	0.02	3.53	2.58	9.56	100

32-65 cm Bwkn2

Estado de oxidación. Pocos elementos gruesos, menos del 5 %, calizos. Estructura moderada, en bloques subangulares, gruesa. Consistencia muy dura. No cementado. Sistema radicular limitado por materiales esqueléticos. Efervescencia al HCl muy alta. Acumulaciones de carbonato cálcico en forma de nódulos, en menos de un 2 %, duras. Límite neto, plano. Endopediación cálcico.

65-140 2Bk

Elementos gruesos muy abundantes (más del 70 %), calizos. No cementado. Acumulaciones de cemento geopital.

140-160 2Bkm

Elementos gruesos muy abundantes (más del 70 %), calizos. Fuertemente cementado. Petrocálcico.

Referencia	Horizonte genético	Profundidad (cm)	PH H ₂ O 1:2,5	CE dS/m a 25°C 1:5	Materia orgánica (%)	CaCO ₃ eq (%)	Caliza activa (%)	N Kjeldahl (%)	Yeso total (%)
/1	Ap	00-13	8.4	0.21	1.8	29.8	11.3	0.10	-
/2	Bwkn1	13-32	8.5	0.22	1.1	43.1	14.1	0.06	< 1
/3	Bwkn2	32-65	8.3	0.4	0.6	37.4	10.7	0.03	< 1

GRANULOMETRÍA (%)									Clase textural USDA
Arena (φ en mm)					Limo (φ en mm)			Arcilla φ <0,002 mm	
2,00 0,50	0,50 0,25	0,50 0,05	0,10 0,05	Total 2,00 0,05	0,05 0,02	0,020 0,002	Total 0,050 0,002		
4.33		39.28		43.61	16.93	19.29	36.22	15.88	F
1.23		33.4		34.63	14.80	30.44	45.24	18.40	F
3.16		38.19		41.35	8.77	31.60	40.37	14.00	F

HUMEDAD (%) A		COMPLEJO DE CAMBIO		FERTILIDAD	
-33 KPa	-1500 KPa	CIC (cmol+/Kg)	Mg ²⁺ (cmol+/Kg)	P Olsen (mg/Kg)	K AcONH ₄ (mg/Kg)
17.8	8.9	7.3	1.6		215
23.3	10.6	8.6	1.5		48
20.1	9.3	6.5	3.8		30

Referencia	Horizonte genético	Profundidad (cm)	Color MUNSELL	pH		CE 1:5 (mmho/cm a 25°C)	Materia orgánica (%)	B sol. ppm
				H ₂ O 1:2,5				
C-23-SU/1	Ap	00-05	10 YR 5/6	8.7		5.10	0.55	0.42
C-23-SU/2	Ap	05-25	7.5 YR 6/8	8.4		4.00	0.55	0.27
C-23-SU/3	B	25-45	7.5 YR 4/6	8.4		2.40		0.26
C-23-SU/4	B	45-65	10 YR 4/6	8.7		2.23		0.32
C-23-SU/5	B	65-85	7.5 YR 4/6	8.5		2.45		0.36
C-23-SU/6	B	85-100	7.5 YR 4.5/6	8.8		2.50		0.33
C-23-SU/7	B	100-120	7.5 YR 4/6	8.7		2.19		0.30
C-23-SU/8	C	120-140	10 YR 4/6	8.7		2.01		0.28
C-23-SU/9	C	200-220	10 YR 4.5/6	8.8		1.42		0.27

FERTILIDAD		GRANULOMETRÍA (%)									Clase textural USDA
P Olsen (mg/Kg)	K AcONH ₄ (mg/Kg)	Arena (φ en mm)					Limo (φ en mm)			Arcilla φ<0,002 mm	
		2,00 0,50	0,50 0,25	0,50 0,05	0,10 0,05	Total 2,00 0,05	0,05 0,02	0,020 0,002	Total 0,050 0,002		
60.8	204.0	0.42				27.34			55.54	17.12	FL
15.2	147.0	0.73				26.46			52.19	21.35	FL
0.7	84.9	0.51				35.32			51.98	12.70	FL
		1.34				37.29			49.21	13.50	F
		-				-			-	-	-
		-				-			-	-	-
		-				-			-	-	-
		0.83				22.94			57.22	19.84	FL
		0.20				24.55			52.57	23.18	FL

CaCO ₃ eq %	EXTRACTO DE PASTA SATURADA				
	Ca ²⁺ meq/l	Mg ²⁺ meq/l	Na ⁺ meq/l	CE (dS/m a 25°C)	% Hs
27.1	61.7	222.0	510.0	50.62	33.6
27.5	54.5	129.3	400.0	39.02	36.0
25.1	50.6	116.0	322.0	33.52	32.3
22.8	29.0	19.9	247.8	14.6	32.3
22.1	36.7	85.8	326.1	29.30	31.5
22.0	32.6	80.9	197.8	22.51	32.4
20.3	35.1	100.5	267.4	25.14	33.9
26.7	34.4	77.3	206.5	21.53	36.0
25.8	32.1	55.2	113.0	14.55	34.8

Referencia	Horizonte genético	Profundidad (cm)	pH		C. Org. (%)	Materia orgánica (%)	B sol ppm	Yeso %	SAR	CE 1:5 dS/m a 25°C
			H ₂ O 1:2,5							
C-23-TS/1	Ap	00-22	7.5		0.6	1.1	0.46	1.8	15.86	3.69
C-23-TS/2	B	22-42	7.6		0.4	0.6	0.41	2.3	16.38	2.72
C-23-TS/3	B	42-65	8.1		0.4	0.6	0.43	1.6	8.72	2.36
C-23-TS/4	B	80-100	8.1		0.4	0.6	0.49	1.7	13.79	2.45
C-23-TS/5	C	180-205	8.1		0.2	0.4	0.45		10.63	1.47

FERTILIDAD		GRANULOMETRÍA (%)									Clase textural USDA
P Olsen (mg/Kg)	K AcONH ₄ (mg/Kg)	Arena (φ en mm)					Limo (φ en mm)			Arcilla φ <0,002 mm	
		2,00 0,50	0,50 0,25	0,50 0,05	0,10 0,05	Total 2,00 0,05	0,05 0,02	0,020 0,002	Total 0,050 0,002		
20.5		3.21				35.25			41.43	23.32	F
		0.42				37.37			40.25	22.38	F
		1.59				23.77			48.38	27.85	Fa
		0.43				6.87			56.81	36.32	FaL
		2.86				48.35			30.69	20.96	F

CaCO ₃ eq %	EXTRACTO DE PASTA SATURADA					
	Ca ²⁺ meq/l	Mg ²⁺ meq/l	Na ⁺ meq/l	CE dS/m a 25°C	Hs(%)	pH pasta
30.49	47.56	244.9	191.74	28.90	31.5	8.43
27.90	46.44	156.9	165.2	27.10	33.1	8.14
27.92	25.69	85.0	80.43	18.72	35.2	8.64
27.28	34.83	117.6	120.43	18.53	47.3	8.65
26.47	33.22	98.4	86.30	14.11	29.7	8.53

Àrea II

LA SERRA DE PRADES I EL PRIORAT

3. SERRA DE PRADES I EL PRIORAT ⁽¹⁾

3.1. INTRODUCCIÓN

La Sierra de Prades ofrece una magnífica oportunidad de estudiar el desarrollo de los suelos a partir de distintos materiales geológicos (granitoides, esquistos, calizas, areniscas, etc.), en unas condiciones de media montaña mediterránea con un clima más húmedo que el Área I y, por tanto, con unos procesos edafogénicos más activos.

A pesar de que la zona ha tenido una presión antrópica secular con cultivos de viñas, avellanos, patatas, castaños, etc. la proximidad al monasterio cisterciense de Poblet ha posibilitado la conservación de diversos espacios forestales, como el bosque de Poblet, antes intensamente explotado y fuente de conflictos entre los monjes y las poblaciones vecinas.

En esta parte del itinerario se han elegido perfiles desarrollados sobre distintos materiales geológicos, concretamente sobre esquistos, granitoides y calizas.

Los objetivos son:

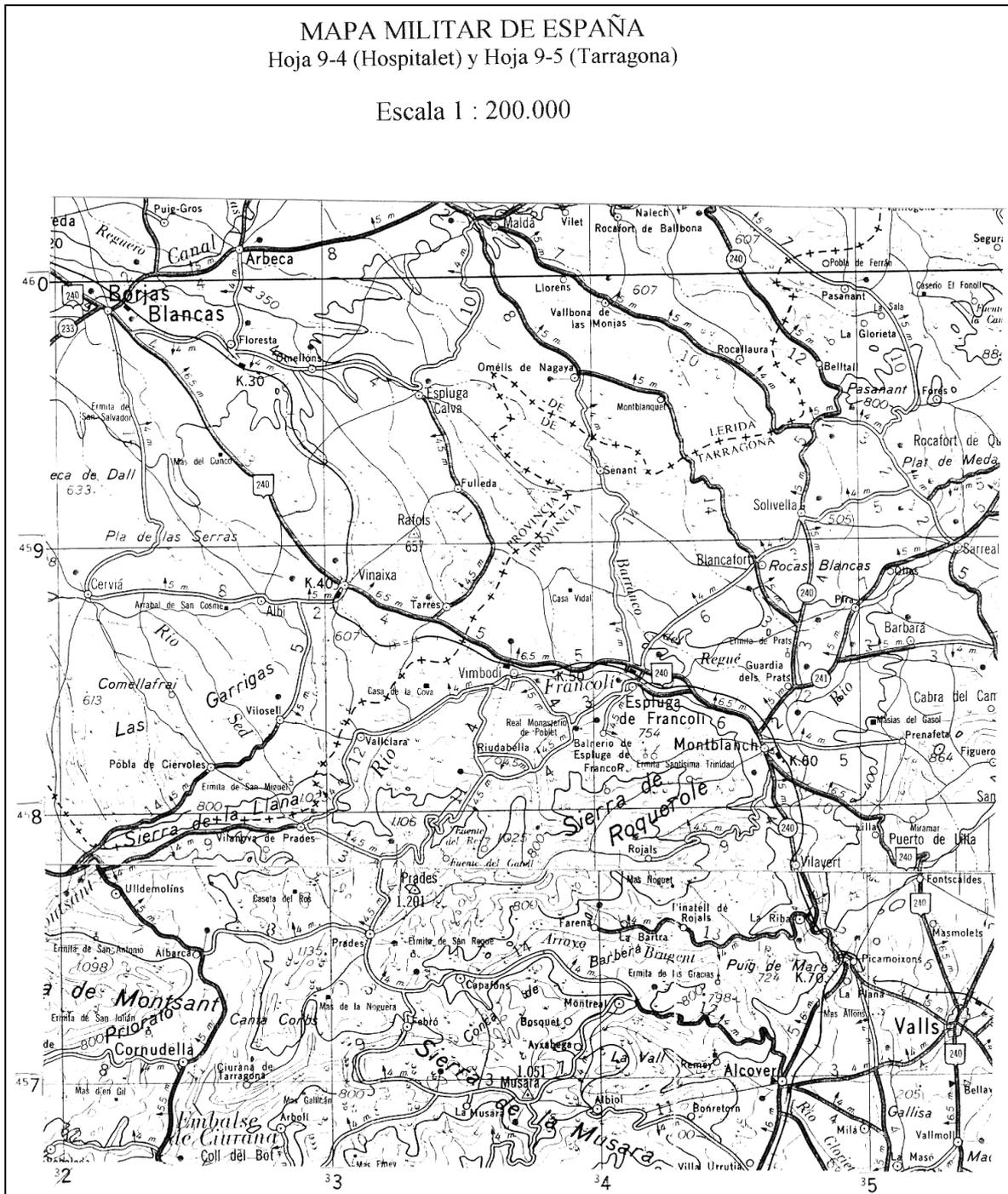
- observar las características de los suelos y el desarrollo edáfico según los materiales de partida
- usos del suelo y sus propiedades
- efecto del tiempo y la geomorfología en la formación de los suelos

El camino seguido para visitar los distintos perfiles ofrece magníficas vistas, permite una visión de geología regional y según la ruta elegida (Carretera de Vilanova de Prades) introducir una discusión general sobre paleosuelos.

Como en cada área, ésta se estructura en una introducción del medio, la clasificación de los suelos y un Apéndice donde se presenta la descripción de los perfiles a visitar.

⁽¹⁾Fuente: Viatge de pràctiques del III Curs de Classificació, Cartografia i Avaluació de Sòls 1992. El medi de la Serra de Prades. DMCS.

3.2.LOCALIZACIÓN



3.3. MARCO GEOLÓGICO

3.3.1. El Sistema Mediterráneo

El Sistema Mediterráneo es una cadena de plegamiento alpino. Su historia comprende varias fases:

- **Ciclo herciniano** de sedimentación, plegamiento y erosión durante el Paleozoico
- **Ciclo alpino:**
 - Etapa preorogénica, de sedimentación durante el Mesozoico.
 - Etapa compresiva, de plegamiento durante el Paleógeno.
 - Etapa distensiva, de fracturación desde el Neógeno hasta la actualidad.

El relieve actual tiene su origen en la etapa distensiva, que compartimentó la cadena en un conjunto de bloques relativamente elevados y hundidos separados por fallas longitudinales (SW-EN) y transversales (NW-SE). Los primeros dan lugar a macizos montañosos (paisajes de montañas bajas y valles) y los segundos a depresiones de sedimentación neógena (paisaje de llanuras, llanuras onduladas y llanuras onduladas con colinas) rellenas por conos de deyección y ocasionalmente por sedimentos marinos.

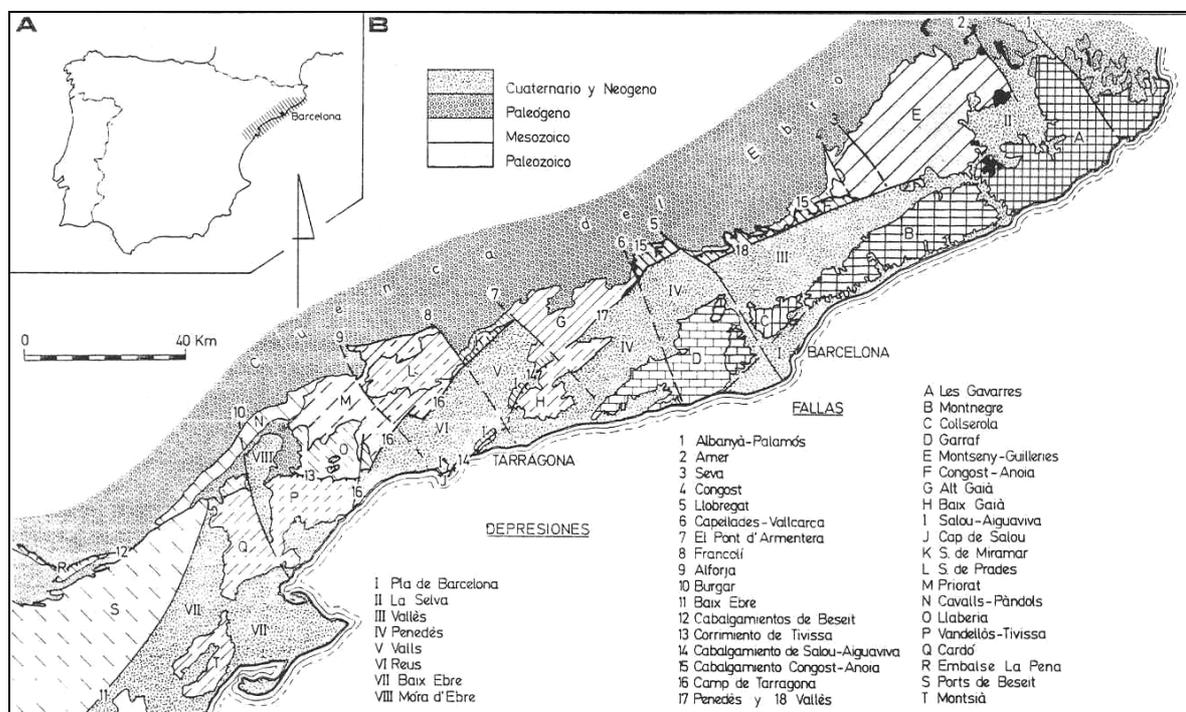


Fig. 3.1.- De Anadón, Colombo, Esteban, Marzo, Robles, Santanach y Solé Sagrañes (1979) "Evolución tectonoestratigráfica de los Catalánides" ACTA GEOLÓGICA HISPÁNICA. Homenaje a Lluís Solé i Sabaris. T 14, pags. 242-270.

3.3.2. La Sierra de Prades

El macizo de Prades es uno de los bloques elevados, separados de los macizos adyacentes de Miramar y del Priorat por las fallas transversales del Francolí y de Alforja respectivamente, y de la depresión neógena de Valls-Reus por la falla longitudinal del Camp de Tarragona.

Los materiales del ciclo Hercínico, de edad paleozoica, consisten en rocas metamórficas y plutónicas. Las primeras son del Carbonífero en la Sierra de Prades y consisten esencialmente en pizarras y areniscas. Se reconocen por los tonos oscuros y la esquistosidad. Originan unidades de paisaje de montañas bajas y formas redondeadas. Las rocas plutónicas emplazadas en cuerpos intrusivos entre las metamórficas, son fundamentalmente granodioritas. Además se señalan entre los materiales paleozoicos diques de pórfidos graníticos y cuarcíferos.

Los materiales de la etapa preorogénica del ciclo alpino son de edad mesozoica y consisten en rocas sedimentarias carbonáticas o terrígenas: Calizas y dolomías, calcilitas o margas, lutitas, areniscas y conglomerados. Su distribución vertical en la Sierra de Prades aparece en el cuadro 3.1.

Cuadro 3.1.- Distribución vertical de los materiales en la Sierra de Prades.

JURÁSICO	LIAS		Calizas y dolomías
	KEUPER		Arcillas
		M3	Dolomías, calizas y margas
TRIÁSICO	MUSCHELKALK	M2	Arcillas, yesos y areniscas
		M1	Dolomías y calizas
	BUNTSANDSTEIN		Arcillas, areniscas y conglomerados

La alternancia de materiales más y menos resistentes a la erosión origina un paisaje montañoso distinto del Paleozoico, con escarpes rompiendo la continuidad de las laderas en las que afloran los conglomerados, las areniscas o las rocas carbonáticas, alterando con segmentos de ladera suaves o inclinados correspondientes a las arcillas o las margas.

3.3.3. La Depresión Reus-Valls

Dentro del Sistema Mediterráneo, la Depresión neógena de Reus-Valls queda hundida respecto a los macizos de la Sierra de Miramar, de Prades, del Priorat, de Llaberia y de Vandellós-Tivissa por la falla normal del Camp de Tarragona, dirigida SW-NE.

Durante el Mioceno fue un golfo del Mediterráneo y en ella se acumularon sedimentos marinos. Los afloramientos de estos materiales son de calizas y arenas.

En el Cuaternario cambian las condiciones a continentales y el fondo de la depresión queda cubierto por un manto de materiales detríticos aportados por conos de deyección.

3.3.4. El margen de la Depresión del Ebro.

Por su lado noroccidental la Sierra de Prades limita con la Depresión del Ebro, unidad morfoestructural de rango equivalente al del Sistema Mediterráneo. Los materiales paleógenos del margen de la Depresión del Ebro son sinorogénicos, es decir, que se sedimentaron al mismo tiempo que el Sistema Mediterráneo sufría la compresión.

Se distinguen los siguientes materiales:

CONGLOMERADOS DEL MONTSANT	Conglomerados, areniscas y arcillas
FORMACIÓN BOSC D'EN BORRÀS	Margas, areniscas, conglomerados y calizas
COMPLEJO DE ULLDEMOLINS	Yesos, calizas, lutitas y calcilutitas

3.3.5. Estructura

Los materiales paleozoicos, intensamente plegados en la orogenia hercínica y reactivados en la alpina forman el basamento. Sobre la superficie de erosión que afecta a estos materiales, se encuentran la cobertera mesozoica, afectada por pliegues laxos y fracturas originadas en la etapa distensiva (Figura 3.2).

El contacto de la Sierra de Prades con la Depresión del Ebro parece ser de tipo compresivo. Los materiales del margen de la Depresión del Ebro se encuentran enderezados por el empuje del Sistema Mediterráneo.

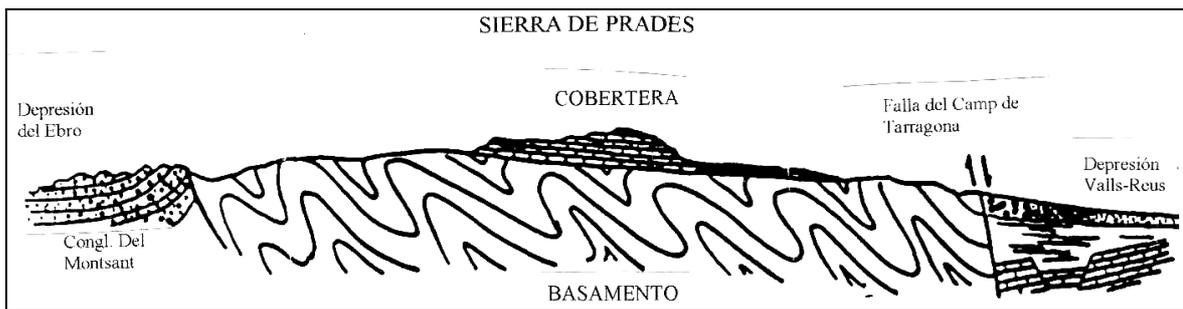


Fig. 3.2- Corte geológico S-N de la Sierra de Prades

3.4. CLIMATOLOGÍA

El clima de las montañas de Prades se inscribe dentro de la franja climática mediterránea, pero con una clara disimetría desde el litoral, típicamente mediterráneo, hacia el interior donde se vuelve de tendencia continental por el efecto barrera de las propias montañas. Además, las altitudes de 900-1000 m posibilitan la existencia de un acusado gradiente altitudinal. Estas diferencias climáticas están bien reflejadas por la vegetación. Los valles y laderas que miran hacia el N y NE, abiertos a la Conca de Barberà y protegidos de los vientos húmedos de levante por la Serra de Miramar, presentan un clima submediterráneo. Los datos del observatorio de Riudabella nos muestran un lluviosidad más grande y un período de riesgo de heladas más largo que en el litoral. Son de destacar en esta zona las densas nieblas matinales del invierno, favorecidas por las inversiones térmicas a la Conca y por la presencia del río Francolí. Los altiplanos y zonas culminales presentan un clima mediterráneo continental.

Respecto al régimen pluviométrico, los valores de algunos meses varían bastante según la fuente consultada, interpretando que eso depende de los períodos de observación. Los meses más lluviosos son el octubre y mayo (unos 70 mm). El invierno no es demasiado seco, ya que el mes menos lluvioso, enero, registra unos 30 mm. Al verano hay unos mínimos de precipitación al julio y agosto con unos 15 mm.

La temperatura mediana anual al observatorio de Riudabella es de 13.3 °C.

Características climáticas de la estación de Riudabella (Tarragona)

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Año
T	4.6	6.8	8.7	11.5	15.8	19.2	22.4	22.8	19.2	14.2	8.4	5.9	13.3
P	19	49	45	57	70	50	14	17	50	72	61	35	539
ETP	11	22	32	45	84	111	140	127	97	47	23	16	755

T: Temperatura media mensual en °C.
 P: Precipitaciones medias mensuales en mm.
 ETP: Evapotranspiración potencial en mm.
 Fuente: BECH, J. *et al.* (1979)

Características climáticas de la estación de Vimbodí (Tarragona)

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Año
/TM/	14.6	17.0	19.7	23.5	27.6	30.5	34.4	35.0	30.5	25.7	19.2	14.7	24.4
TM	9.0	11.5	13.9	16.8	20.9	25.0	28.9	28.8	24.7	19.0	12.6	9.4	18.4
T	5.1	7.1	8.75	11.2	15.3	19.0	22.2	22.2	19.0	14.3	8.6	6.0	13.2
Tm	1.1	2.7	3.6	5.5	9.6	13.0	15.5	15.5	13.2	9.5	4.5	2.6	8.0
/Tm/	-4.3	-1.9	-1.4	0.9	4.6	8.0	11.2	11.2	7.9	4.0	-1.1	-3.4	3.0
P	40.5	32.0	47.9	63.1	70.3	38.3	25.4	37.4	76.8	61.4	56.3	72.4	621.8

/TM/: Temperatura media mensual de las temperaturas máximas absolutas en °C.
 TM: Temperatura media mensual de las temperaturas máximas en °C.
 T: Temperatura media mensual en °C.
 Tm: Temperatura media mensual de las temperaturas mínimas en °C.
 /Tm/: Temperatura media mensual de las temperaturas mínimas absolutas en °C.
 P: Precipitación media mensual en mm

Tipo de invierno	Tipo de verano	Régimen termico	Régimen de humedad	Lluvia lavado	Ind. Amb de humedad	Tipo climático
Avena fresco	Arroz	CO/TE	Mediterráneo seco	132.5	0.66	Mediterráneo continental templado

Características climáticas de la estación de Prades (XAC)

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Año
TM	7.5	10.1	13.2	13.8	17.2	21.7	24.6	24.6	20.5	16.8	10.4	7.9	15.7
Tm	1.5	0.3	1.7	3.1	6.5	10.1	11.6	12.7	9.6	6.1	2.3	0.7	5.5
T	4.5	4.8	7.2	8.4	11.9	16.0	18.1	18.3	14.7	11.0	6.3	4.3	10.5
P	155.9	20.4	19.2	68.9	62.5	40.1	21.3	59.4	40.2	39.7	50.6	157.2	735.5
ETP	16.4	38.4	65.0	76.8	101.3	118.3	132.5	112.6	78.1	54.9	25.7	17.3	837.3

TM: Temperatura media mensual de las máximas en °C.
 Tm: Temperatura media mensual de las mínimas en °C.
 T: Temperatura media mensual en °C.
 P: Precipitación media mensual en mm.
 ETP: Evapotranspiración potencial mensual en mm.
 NOTA: Estos datos se han elaborado a partir de una serie de tres años (1996-97-98)

3.5.PRINCIPALES TIPOS DE VEGETACIÓN ⁽²⁾

3.5.1. El encinar de montaña (*Quercetum mediterraneo-montanum*)

En el Sistema Pre-litoral y en determinadas áreas del Pirineo y Pre-pirineo, en las zonas comprendidas entre los 700 y los 1200 m, sobre sustrato silíceo o ácido, o calizo descarbonatado, se instala un encinar pobre en especies termófilas mediterráneas y rico en plantas eurosiberianas, mayoritariamente plantas herbáceas bulbosas o con brotes perdurables. En síntesis podemos dar como generalizable el cuadro siguiente, en cuanto a composición florística esencial y estructura.

Llama la atención la reducción drástica de la flora lianoide que podemos encontrar en la tierra baja. Por el contrario, el estrato herbáceo, muy esparso en el encinar litoral típico, aquí toma un relieve extraordinario, reflejado en los elevados valores de recubrimiento, valores que se traducen en la existencia de una alfombra de hierba tupida y continua. También se puede destacar la presencia de numerosos árboles de acompañamiento de la encina y la ausencia de *Rhamnus alaternus*, uno de los arbustos más característicos del encinar litoral típico.

El encinar de montaña hace de clímax en una cenefa que corona la vegetación mediterránea en toda la mitad norte del Principado, digamos desde los Pirineos hasta Montserrat. Reaparece en algún otro punto del Sistema Pre-litoral (Muntanyes de Prades, Cardó, Ports de Tortosa) y también en alguna umbría del Sistema Litoral (Montnegre, por ejemplo) o de les Alberes. La estructura de la vegetación tiene las siguientes características:

⁽²⁾ Fuente: Folch, R. *et al* (1981): "La vegetació dels Països Catalans". Ed. Kretes. Barcelona. 541 p.

	ESTRATO ARBÓREO
ALTURA	7-15 m
RECUBRIMIENTO	75-100 %
COMPOSICIÓN	<i>Quercus ilex</i> ssp <i>ilex</i> <i>Pinus sylvestris</i> <i>Acer opalus</i> <i>Sorbus domestica</i> <i>Sorbus aria</i> Etc.
	ESTRATO ARBUSTIVO ALTO
ALTURA	1.5-3 m
RECUBRIMIENTO	50-75 %
COMPOSICIÓN	<i>Viburnum tinus</i> <i>Phillyrea media</i> <i>Lonicera implexa</i> <i>Rubus ulmifolius</i> <i>Amelanchier ovalis</i> <i>Colutea arborescens</i> <i>Coronilla emerus</i> <i>Erica arborea</i> <i>Juniperus communis</i> Etc.
	ESTRATO ARBUSTIVO BAJO
ALTURA	0.5-1 m
RECUBRIMIENTO	5-25 %
COMPOSICIÓN	<i>Ruscus aculeatus</i> <i>Rubia peregrina</i> <i>Daphne laureola</i> Etc.
	ESTRATO HERBÁCEO (O ARBUSTIVO REPTANTE) Y MUSCINAL
ALTURA	0.1-0.8 m
RECUBRIMIENTO	60-90 %
COMPOSICIÓN	<i>Fragaria vesca</i> <i>Hedera helix</i> <i>Viola alba</i> <i>Viola sylvestris</i> <i>Luzula forsteri</i> <i>Brachypodium sylvaticum</i> <i>Pteridium aquilinum</i> <i>Prunella hastifolia</i> <i>Veronica officinalis</i> <i>Cephalanthera longifolia</i> <i>Geum sylvaticum</i> <i>Helleborus foetidus</i> Musgos (<i>Dicranum scoparium</i> , <i>Scleropodium purum</i> , etc.) Etc.

3.5.2. El robledal de melojo (*Cephalanthero-Quercetum pyrenaicae*)

El robledal de melojo aparece en dos localidades de los Países Catalanes: les Muntanyes de Prades y el massís de Penyagolosa. Se trata de una comunidad carpeto-atlántica. Es un bosque rico en estrato herbáceo y pobre en estrato arbustivo. Los testigos que quedan de esa comunidad así lo muestran, ya que en realidad no pasan de fragmentos muy alterados. Casi siempre aparece un estrato arbóreo denso de melojos y, también, de pino albar (*Pinus sylvestris*), ésta última especie abunda más como más alterado esté el robledal. La estructura y composición florística de este robledal, en esencia, pueden formularse así:

	ESTRATO ARBÓREO
ALTURA	8-15 m
RECUBRIMIENTO	75-100 %
COMPOSICIÓN	<i>Quercus pyrenaica</i> <i>Pinus sylvestris</i>
	ESTRATO ARBUSTIVO
ALTURA	1-2 m
RECUBRIMIENTO	10-20 %
COMPOSICIÓN	<i>Crataegus monogyna</i> <i>Prunus spinosa</i>
	ESTRATO HERBÁCEO
ALTURA	20-40 cm
RECUBRIMIENTO	90-100 %
COMPOSICIÓN	<i>Pteridium aquilinum</i> <i>Cephalanthera rubra</i> <i>Veronica chamaedrys</i> <i>Galium verum, G. vernum</i> <i>Stachys officinalis</i> <i>Vicia sepium, V. cracca</i> <i>Filipendula hexapetala</i> <i>Lathyrus pratensis</i> <i>Rubus caesius</i> <i>Trisetaria flavescens</i> <i>Poa pratensis, P. nemoralis</i> <i>Anthoxanthum odoratum</i> <i>Arrhenatherum elatius</i> Etc.

Nuestros robledales de melojo, muy deteriorados, prosperan sobre suelos silíceos a altitudes comprendidas entre 950 y 1450 m. Debido a su capacidad de rebrotar se le ha aplicado un tratamiento silvícola de monte bajo, como si fuera un encinar, del todo inadecuado.

3.5.3. Los matorrales bajos litorales y silicícolas de jaras y brezos (*Cistion mediterraneum*)

El matorral bajo común de jaras y brezo blanco (*Cisto-Sarothamnetum catalaunici*) es el más extendido en Catalunya. En la siguiente tabla se muestra el esquema florístico:

	ESTRATO ARBUSTIVO Y SUBARBUSTIVO
ALTURA	(0.5)1-1.5(2) m
RECUBRIMIENTO	80-100 %
COMPOSICIÓN	<i>Cistus salviifolius</i> , <i>C. monspeliensis</i> , <i>C. albidus</i> <i>Erica arborea</i> <i>Calicotome spinosa</i> <i>Lavandula stoechas</i> <i>Calluna vulgaris</i> <i>Ulex parviflorus</i> <i>Dorycnium pentaphyllum</i> <i>Spartium junceum</i> <i>Sarothamnus arboreus</i> ssp. <i>catalaunicus</i> <i>Thymus vulgaris</i> .
	ESTRATO HERBÁCEO, MUSCINAL Y DE LÍQUENES
ALTURA	0.2-0.5 m (excluidos líquenes y musgos)
RECUBRIMIENTO	10-40 % (excluidos líquenes y musgos)
COMPOSICIÓN	<i>Brachypodium retusum</i> <i>Hyparrhenia hirta</i> Musgos (<i>Pleurochaete squarrosa</i> , etc.) Líquenes (<i>Cladonia</i> sp. pl., etc.) Etc.

La pobreza del estrato herbáceo es aun más acentuada en este matorral silicícola que en los matorrales calcícolas de tomillo y bruguera. Por el contrario, a menudo aparecen líquenes foliáceos y los musgos, cosa que se relaciona con los grados más elevados de humedad que ofrecen las capas superficiales del suelo, nunca tan drásticamente drenadas como en los sitios calcáreos y más eficazmente sombreados por las jaras.

3.5.4. Los matorrales bajos de montaña y silicícolas de jaras y brezos (*Cistion laurifolii*)

En las zona silíceas y altas de les Muntanyes de Prades y alrededores aparece el matorral bajo *Pteridio-Lavanduletum pedunculatae*, propia del dominio del robledal de melojo, pero también se encuentra en el dominio del pino albar con gayuba. La subasociación típica (subas. *Lavanduletosum pedunculatae*) es una comunidad arbustiva, alta de 1 m. y más, que recubre un 90-100 %, integrada por diversas jaras (*Cistus laurifolius*, *C. albidus*, *C. salviifolius*), *Erica arborea*, *Pteridium aquilinum*, *Lavandula pedunculata*, etc.

3.6. CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS DE LA SERRA DE PRADES

Perfil	Soil Taxonomy		FAO		Observaciones
	Clasificación original	SSS, 1999	FAO, 1990	WRB (FAO, 1998)	
PR-1	Xerorthent típico (SSS, 1975)	Xerorthent típico, esquelético franco, mezclado (no ácido), méxico.	Regosol eutríco	Regosol endoleptico, eutríco, epiesquelético	
PR-12	Haploxerept típico (SSS, 1998)	Haploxeralf típico, esquelético franco, mezclado, méxico, superactivo.	Cambisol eutríco	Luvisol crómico, cutánico	
PR-4	Xerorthent típico (SSS, 1975)	Xerorthent típico, mezclado (no ácido), méxico, superactivo.	Regosol entríco	Regosol eutríco	ST, peso excesivo de la materia orgánica.
PRE-1	Xerofluent aquico (SSS, 1975)	Xerofluent oxiaquico , franco grueso, mezclado (no ácido), méxico, superactivo.	Fluvisol eutríco	Fluvisol eutríco	ST, peso excesivo de la materia orgánica.
PR-3	Haploxeralf lithic ruptic-xerochreptic (SSS, 1975)	Haploxeralf lithic ruptic-inceptic, fina, mezclado, méxico, superactivo.	Luvisol cromico	Luvisol crómico leptico.	Complejo de suelos.

3.7. APÉNDICE II:
DESCRIPCIÓN DE LOS PERFILES DE
LA SERRA DE PRADES

II.1.a. Suelos sobre esquistos

Pedión: PR-1

Fecha descripción: 06.02.88

Municipio: Vimbodí

Descrito por: Porta J. y Boixadera J.

Cartografía

Escala : 1:50.000
 Hoja núm. : 417
 Zona : 31T
 100 Km : CF
 Coordenadas : X: 810 Y: 355
 Altitud : 750 m

Geomorfología

Escala de observación : Varios hectómetros
 Tipo de superficie : Ladera rectilínea
 Dinámica de la forma : Erosión laminar
 Intensidad de los procesos : Fuerte
 Tipo de pendiente : Simple
 Situación en la forma : En el tercio inferior
 Pendiente general : 60 %
 Pendiente local : 60 %
 Orientación : N

Pedregosidad superficial

Pedregosidad superficial : Moderadamente pedregoso
 Litología : Esquistos

Material original

: Esquistos

Usos del territorio

Tipo de uso actual : Forestal
 Uso : Bosque de encinas. Antiguo viñedo.

Observaciones

: Complejo de Xerorthents típicos y líticos

Clasificación: (SSS 1975): Xerorthent típico, esquelético franco, mixto (no calcáreo), méxico.
 (FAO 1990): Regosol eutrico

Descripción (Nomenclatura SINEDARES).

Discontinuo (0-4 cm) **Oi**. Hojas de encina sin descomponer.

000- 025/30 cm A

EST. HUMEDAD: ligeramente húmedo. COLOR: de la matriz: 10 YR 4/5 (húmedo), 10 YR 6/4 (seco). MANCHAS: de alteración, asociadas a las caras resultantes fractura roca. EST. OXIDOREDUCCIÓN: Oxidación. ELEMENTOS GRUESOS: Muy frecuentes. Heterométricos. De grava gruesa a bloques. Angular-tabulares. Sin orientación definida. Distribución regular. Poco alterados. CONSISTENCIA: Poco compacto, friable. ESTRUCTURA: Fuerte, granular, fina. CEMENTACIONES: no cementado. MATERIA ORGÁNICA: Abundante, no directamente observable. ACTIVIDAD BIOLÓGICA: De la fauna, deyecciones insectos, abundantes. RAÍCES: frecuentes, muy finas, sin orientación, distribución regular, vivas. De más de 10 mm ϕ , pocas. ENSAYOS DE CAMPO: reacción al HCl (11%): nula. ESTUDIO DE SUPERFICIES: No identificadas. ACUMULACIONES: Inexistentes. LÍMITE INFERIOR: Neto, ondulado. EPIPEDIÓN OCHRICO.

025/30-045/55 cm A/C

EST. HUMEDAD: ligeramente húmedo. COLOR: de la matriz: 10 YR 4/6. (húmedo). MANCHAS: de alteración, asociadas a las caras resultantes fractura roca. EST. OXIDOREDUCCIÓN: Oxidación. ELEMENTOS GRUESOS: Abundantes. Heterométricos. De grava gruesa a bloques. Angular-tabulares. Sin orientación definida. Distribución regular. Poco alterados. CONSISTENCIA: Poco compacto, friable. ESTRUCTURA: fuerte, granular (compuesta), fina. CEMENTACIONES: no cementado. MATERIA ORGÁNICA: Abundante, no directamente observable. RAÍCES: frecuentes, finas y medianas, horizontales, distribución regular, vivas. De más de 10 mm ϕ , pocas. ENSAYOS DE CAMPO: reacción al HCl (11%): nula. ESTUDIO DE SUPERFICIES: No identificadas. ACUMULACIONES: Inexistentes. LÍMITE INFERIOR: gradual, ondulado.

045/55-055/65 cm C

EST. HUMEDAD: ligeramente húmedo. COLOR: de la matriz: 10 YR 5/6 (húmedo). MANCHAS: de alteración, asociadas a las caras resultantes fractura roca. EST. OXIDOREDUCCIÓN: Oxidación. ELEMENTOS GRUESOS: Muy abundantes. Heterométricos. De grava gruesa a bloques. Angular-tabulares. Con orientación horizontal. Distribución regular. Poco alterados. RAÍCES: limitadas por contacto lítico, pocas, finas y medianas, horizontales, asociadas a las caras de los elementos gruesos. Vivas. De más de 10 mm ϕ , pocas. ENSAYOS DE CAMPO: reacción al HCl (11%): nula. ESTUDIO DE SUPERFICIES: No identificadas. ACUMULACIONES: Inexistentes. LÍMITE INFERIOR: Abrupto, ondulado.

055/65 >80 cm R (esquistos fracturados)

PERFIL núm.: PR-1

Ref.	Horizonte genético	Profundidad (cm)	pH			CE 1:5 (dS/m a 25°C)	Materia orgánica (%)	C. Org. (%)	N (%)	C/N
			H ₂ O 1:2,5	KCl 0,1 M 1:2,5	Pasta saturada					
PR-1/1	A	0-30	7.3	6.7		0,20	2,32	1.35	0.12	11.3
PR-1/2	A/C	30-50	7.5	6.1		0,15	1.12	0.65	-	-

GRANULOMETRÍA (%)									Clase textural USDA
Arena (ϕ en mm)					Limo (ϕ en mm)			Arcilla $\phi < 0,002$ mm	
2,00	0,50	0,50	0,10	Total	0,05	0,020	Total		14.7
0,50	0,25	0,05	0,05	2,00	0,02	0,002	0,050		
				0,05			0,002	45.0	

COMPLEJO DE CAMBIO					HUMEDAD					Densidad aparente (kg/m ³)	
CIC cmol+/kg	Cationes de cambio (cmol+/kg)				V (%)	Humedad gravimétrica (%) a					Agua dispon. (mm)
	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺		KPa	KPa	-33 KPa	-1.500 KPa		
								13.4	6.8		

SARA - DARP

Mineralogía de arcillas (Horizonte A) (SCT, UB)

Illita 55%
Clorita 30%
Caolinita 15%

II.1.b

Pedión*: PR-12

Localización: Vimbodí-Poblet, Obaga del Tillar

Municipi: 336-4582

Descrito por: A.Camats, O.Ortiz

Emplazamiento: Carretera Poblet-Prades, a la izquierda de la carretera, a unos 10 m delante de la entrada a la explanada de aparcamiento.

Altitud : 750 m

Geomorfología

Escala de observación : Decámetros

Tipo de superficie : Ladera

Dinámica de la forma : Estable

Acciones sobre la ladera : Nulas

Situación en la forma : En la mitad

Morfología local : Pendiente

Pedregosidad superficial

Pedregosidad superficial : Alta

Afloramientos rocosos : En un 20 % de la superficie

Temperatura y agua del suelo

Drenaje : Bueno

Nivel freático : No observado

Eflorescencia : No

Material originario: : Aportes coluviales sobre terraza fluvial. (Pizarra y esquistos del Paleozoico)

Vegetación : *Quercus ilex*, *Crataegus monogyna*, *Hacer negundo*, *arbutus unedo*, *Viburnum tinus*, *Smilax aspera*, *Asplenium sp.*

Uso del suelo : Forestal

Observaciones : Color de los primeros 18 cm (aplastado y amasado): 10YR 3/2 (h) y 10YR 6/3 (s)

Clasificación (SSS,1998) : Typic Haploxerept

Descripción

Oi

Oe

000- 005/014 cm. A1

EST. HUMEDAD: húmedo. COLOR: de la matriz: 10 YR 2/1 (húmedo). EST. OXIDOREDUCCIÓN: Oxidación. ELEMENTOS GRUESOS: Inexistentes. TEXTURA: Franca-arenosa. ESTRUCTURA: Granular, media. CONSISTENCIA: Moderadamente friable. MATERIA ORGÁNICA: Muy abundante. ACTIVIDAD BIOLÓGICA: Micelios abundantes, coleópteros y actividad microbiana. RAÍCES: Muy abundantes $\phi < 1$ mm, regulares, vivas. ENSAYOS DE CAMPO: reacción al HCl (11%): nula. LÍMITE INFERIOR: Gradual. EPIPEDIÓN OCHRICO.

* Fuente: Modificado a partir de Alcañiz, JM y O.Ortiz, 2002. Transcatalonia 2002. Prades-Taradell, 15/16 de juny. Guia de campo. ICEA-CREAF-UAB. Barcelona.

005/014 – 026/032 cm. A2

EST. HUMEDAD: húmedo. COLOR: de la matriz: 10 YR 3/3 (húmedo), 10 YR 6/3 (seco). EST. OXIDOREDUCCIÓN: Oxidación. ELEMENTOS GRUESOS: Muy abundantes, angulares, ϕ 10-12 cm, esquistos. TEXTURA: Franca-arenosa. ESTRUCTURA: Sin estructura por elementos gruesos. CONSISTENCIA: No descrita. MATERIA ORGÁNICA: Muy abundante. ACTIVIDAD BIOLÓGICA: microbiana. RAÍCES: Muy abundantes ϕ 1-2 mm, regulares, vivas. ENSAYOS DE CAMPO: reacción al HCl (11%): nula. LÍMITE INFERIOR: Gradual. EPIPEDIÓN OCHRICO.

026/032- 051 cm. BA (Bw)

EST. HUMEDAD: Ligeramente húmedo. COLOR: de la matriz: 10 YR 4/6 (húmedo). EST. OXIDOREDUCCIÓN: Oxidación. ELEMENTOS GRUESOS: Poco abundantes, pequeños, esquistos. TEXTURA: Franca-arenosa. ESTRUCTURA: Bloques subangulares pequeños. CONSISTENCIA: No descrita. MATERIA ORGÁNICA: Poco abundante. ACTIVIDAD BIOLÓGICA: Microbiana. RAÍCES: Moderadamente abundantes ϕ 1 mm, regulares, vivas. ENSAYOS DE CAMPO: reacción al HCl (11%): nula. LÍMITE INFERIOR: Gradual.

051- 068 cm. Bt1

EST. HUMEDAD: Ligeramente húmedo. COLOR: de la matriz: 5 YR 5/6 (húmedo). EST. OXIDOREDUCCIÓN: Oxidación. ELEMENTOS GRUESOS: Poco abundantes, esquistos. TEXTURA: Franca. ESTRUCTURA: Bloques subangulares pequeños, redondeados. CONSISTENCIA: No descrita. MATERIA ORGÁNICA: Poco abundante. ACTIVIDAD BIOLÓGICA: Microbiana. RAÍCES: Muy escasas, ϕ 0.5 mm, regulares, vivas. ENSAYOS DE CAMPO: reacción al HCl (11%): nula. ESTUDIO DE SUPERFICIES: Revestimientos de arcilla alrededor de elementos gruesos y poros. LÍMITE INFERIOR: Neto.

068- 092 cm. Bt2

EST. HUMEDAD: Ligeramente seco. COLOR: de la matriz: 5 YR 5/6 (húmedo). EST. OXIDOREDUCCIÓN: Oxidación. ELEMENTOS GRUESOS: Muy abundantes, pequeños, esquistos. TEXTURA: Franca. ESTRUCTURA: Bloques subangulares pequeños, redondeados. CONSISTENCIA: No descrita. MATERIA ORGÁNICA: Escasa. ACTIVIDAD BIOLÓGICA: Microbiana. RAÍCES: Muy abundantes, ϕ 1-3 mm, regulares, vivas. ENSAYOS DE CAMPO: reacción al HCl (11%): nula. ESTUDIO DE SUPERFICIES: Revestimientos de arcilla alrededor de elementos gruesos y poros. LÍMITE INFERIOR: Neto. ENDOPEDION ARGILICO.

092- 100 cm. C

EST. HUMEDAD: Seco. COLOR: no descrito. EST. OXIDOREDUCCIÓN: Oxidación. ELEMENTOS GRUESOS: Muy abundantes, esquistos. TEXTURA: Franca-arenosa. ESTRUCTURA: Sin estructura. CONSISTENCIA: No descrita. MATERIA ORGÁNICA: Inexistente. ACTIVIDAD BIOLÓGICA: Nula. RAÍCES: No descritas. ENSAYOS DE CAMPO: reacción al HCl (11%): nula.

PERFIL núm.: PR-12 (Obaga del Tillar)

Horizonte Genético	Profundidad (cm)	C. Org. (%)	Materia orgánica (%)	N (%)	C/N	pH		CaCO ₃ eq (%)
						H ₂ O 1:2,5	KCl 0,1 M 1:2,5	
A1	0-14	3.27	5.64	0.270	12.1	7.6	6.4	0.00
A2	14-32	1.94	3.34	0.187	10.3	7.1	6.2	0.00
BA	32-51	1.65	2.84	0.128	12.9	6.8	5.6	0.00
Bt1	51-68	0.71	1.22	0.074	9.6	6.9	5.6	0.00
Bt2	68-92	0.33	0.57	0.048	6.8	6.9	5.4	0.00
C	92-100	0.42	0.73	0.047	9.1	6.8	5.6	0.00

Horizonte Genético	CE (dS/m 25°C)	Cationes extraíbles (cmol+/Kg)				CIC (cmol+/Kg)	V (%)
		Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺		
A1	0.164	0.10	0.90	17.4	4.4	19.5	SAT
A2	0.115	0.12	0.77	20.0	6.4	24.2	SAT
BA	0.053	0.13	0.31	13.2	7.3	14.7	SAT
Bt1	0.043	0.10	0.17	9.9	7.1	11.6	SAT
Bt2	0.033	0.14	0.18	8.5	2.6	9.6	SAT
C	0.040	0.15	0.18	9.6	2.9	10.8	SAT

Horizonte Genético	Dens. Ap. (kg/m ³)	Porosidad (%)	El. Grues. (%)	Arena g. 2000-200µm (%)	Arena f. 200-20 µm (%)	Limo 20-2 µm (%)	Arcilla φ < 2 µm (%)
A1	912	65.59	53.90	21.12	24.01	29.08	7.50
A2	872	67.11	67.39	21.42	22.60	34.03	12.59
BA	1088	58.95	53.38	23.58	32.24	30.95	14.68
Bt1	1031	61.09	51.04	20.95	36.83	30.27	12.89
Bt2	1822	31.32	78.29	29.33	35.67	25.12	12.94
C	2650	-	-	22.58	40.31	23.83	12.59

Mineralogía de arcillas (SCT, UB)

	Clorita %	Caolinita %	Illita %	Illita/Esmectita %
A ₁	28	10	62	0
Bt	1	8	61	29

Micromorfología (R.M^a Poch)

Bt1+Bt2 (60-80 cm)

Microestructura y porosidad: Pedial, estructura primaria prismática moderada, prismas hasta 3 mm grosor; estructura secundaria en canales. Porosidad 20 %: planares poco acomodados, 5% (tamaño arena gruesa), bioporus, 10% (tamaño arena gruesa a mediana), empaquetamiento simple 5% (arena muy fina).

Masa basal: Límite g/f 20 µm, relación g/f 1:1, distribución relacionada porfírica cerrada.

Componentes gruesos: Fragmentos de esquistos, arena muy gruesa, tabulares, poco alterados, 7%; cuarcitas, arena mediana, redondeadas, frescas, 6%; cuarzo, arena fina y muy fina, fresco, 20%; micas, arena mediana, tabulares, poco alteradas, 7%.

Micromasa: Gris marrón, limo fino de cuarzo y arcilla, fábrica-b cristalítica.

Componentes orgánicos: Secciones de raíces.

Edaforrasgos: Frecuentes revestimientos y rellenos de arcilla microlaminada, grueso de arena mediana y gruesa, en huecos planares y de empaquetamiento simple, afectado un 80 % de huecos planares.

II.2. Suelos sobre granitoides

Pedión: PR-4

Fecha descripción: 06.02.88

Municipio: Prades

Descrito por: Porta J. y Boixadera J.

Cartografía

Escala : 1:50.000
 Hoja núm. : 417
 Zona : 31T
 100 Km : CF
 Coordenadas : X: 313 Y: 787
 Altitud : 1000 m

Geomorfología

Escala de observación : Varios hectómetros
 Tipo de superficie : Ladera
 Modificaciones de la forma : -
 Dinámica de la forma : Erosión hídrica
 Intensidad de los procesos : Moderada
 Longitud de la pendiente : 300 m
 Tipo de pendiente : Simple
 Situación en la forma : En el tercio superior
 Pendiente local : 10 %
 Orientación : S

Pedregosidad superficial

Pedregosidad superficial : Moderadamente pedregoso
 Litología : Granitoides

Material original

: Granitoides

Uso del suelo

: Forestal

Observaciones: En algunos lugares: A (0-15) con estructura granular y Bw (15-27) con estructura subangular.

A nivel cartográfico sería Xerorthent típico con inclusiones de Haploxerept típico.

Clasificación: (SSS 1999): Xerorthent típico, esquelético franco, mezclado (no ácido), mésico, superactivo.
 (FAO, 1990): Regosol eutríco

Descripción (Nomenclatura SINEDARES).

000-001 cm O

Oi Hojarasca no descompuesta

Oe Materia orgánica descompuesta.

001-027 cm A

EST. HUMEDAD: húmedo. COLOR: de la matriz: 10 YR 4/4 (húmedo), 10 YR 6/4(seco). MANCHAS: no hay. EST. OXIDOREDUCCIÓN: oxidación. ELEMENTOS GRUESOS: Pocos. Gravilla y grava gruesa. Subredondeado-tabulares. Sin orientación definida. Distribución regular. Alterados. Granitoides. CONSISTENCIA: poco compacto, friable. ESTRUCTURA: Débil, en bloques subangulares, mediana. CEMENTACIONES: no cementado. MATERIA ORGÁNICA: abundante, juxtapuesta a la materia mineral. ACTIVIDAD BIOLÓGICA: de la flora, micelios. De la fauna poca. RAÍCES: Sistema radicular limitado por un horizonte muy compacto. Frecuentes. Horizontales, concentradas en la base del horizonte. Vivas. De más de 10 mm ϕ , pocas. POROSIDAD: alta. ENSAYOS DE CAMPO: reacción al HCl (11%): nula. ESTUDIO DE SUPERFICIES: no identificado. ACUMULACIONES: inexistentes. OCRICO.

027-057 cm Cr₁ (sauló o arena granítica)

EST. HUMEDAD: húmedo. COLOR: de la matriz: 10 YR 6/6 (húmedo). MANCHAS: no hay. EST. OXIDOREDUCCIÓN: oxidación. CONSISTENCIA: Compacto, friable. ESTRUCTURA: La del material original, en más del 50 % del volumen. CEMENTACIONES: no cementaciones. MATERIA ORGÁNICA: poca. RAÍCES: Muy pocas. Verticales. Asociadas a grietas. De más de 10 mm ϕ , pocas. ENSAYOS DE CAMPO: reacción al HCl (11%): nula. ESTUDIO DE SUPERFICIES: No identificado. ACUMULACIONES: inexistentes.

060-100 cm Cr₂ (sauló menos alterado) CONTACTO PARALÍTICO

PERFIL núm.: PR-4

Ref.	Horizonte genético	Profundidad (cm)	pH			CE 1:5 (dS/m a 25°C)	Materia orgánica (%)	C. Org. (%)	N (%)	C/N
			H ₂ O 1:2,5	KCl 0,1 M 1:2,5	Pasta saturada					
PR-4/1	A	1-27	7.0	6.5		0.102	2.0	1.19	0.08	14.8
PR-4/2	Cr ₁	27-57	7.0	6.2		0.115				
PR-4/3	Cr ₂	60-100	6.8	5.8		0.136				

GRANULOMETRÍA (%)									Clase textural USDA
Arena (ϕ en mm)					Limo (ϕ en mm)			Arcilla $\phi < 0,002$ mm	
2,00 0,50	0,50 0,25	0,50 0,05	0,10 0,05	Total 2,00 0,05	0,05 0,02	0,020 0,002	Total 0,050 0,002		
31.65			43.93	75.59	9.11	10.34	19.45	4.96	ArF
34.77			39.59	74.36	7.92	10.93	18.85	6.79	FAr

COMPLEJO DE CAMBIO					HUMEDAD			Densidad aparente (kg/m ³)	
CIC meq/100g	Cationes de cambio (meq/100g)				V (%)	Humedad gravimétrica (%) a			Agua dispon. (mm)
	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺		-33 KPa	-1.500 KPa		
12.80		1.58	0.00	0.61		13.6	6.2		
10.20		1.42	0.15	0.34		10.5	6.7		
						11.2	4.6		

SARA-DARP

Mineralogía de arcillas (Horizonte A) (SCT, UB)

Illita 35%
Caolinita 33%
Illita/Esmectita 32%

Micromorfología

PR4-1 (1-27; A)

Microestructura y porosidad: Apedial, microestructura de grano compuesto. Porosidad 50%: empquetamiento compuesto, tamaño arena fina, 40%; bioporus, tamaño arena gruesa, 10%.

Masa basal: Límite g/f 50 µm, relación g/f 4:1, distribución relacionada quitónica.

Componentes gruesos: Biotitas (arena mediana a muy gruesa), 8%, algunas alteradas a clorita; ortoclasas (arena mediana a muy gruesa), 10%, muy alterada; plagioclasis (arena mediana a muy gruesa), , muy alteradas; cuarzo, (arena fina a mediana), fresco, 15%; cuarcitas, (arena muy gruesa), frescas, 8%.

Micromasa: Limo fino y arcilla, color marrón, fábrica-b cristalítica.

Componentes orgánicos: Secciones de raíces, poco descompuestas, fragmentos de carbón.

Edaforasgos: Muy pocos revestimientos de arcilla microlaminada, dentro de fisuras de elementos gruesos.

PR4-2 (27-57; Cr1)

Microestructura y porosidad: Apedial, Estructura original de la roca fisurada en prismas de unos 5 mm de grosor. Porosidad 40%: planares medianamente acomodados, tamaño arena mediana, verticales, 30%; empaquetamiento simple, tamaño arena gruesa, 10%.

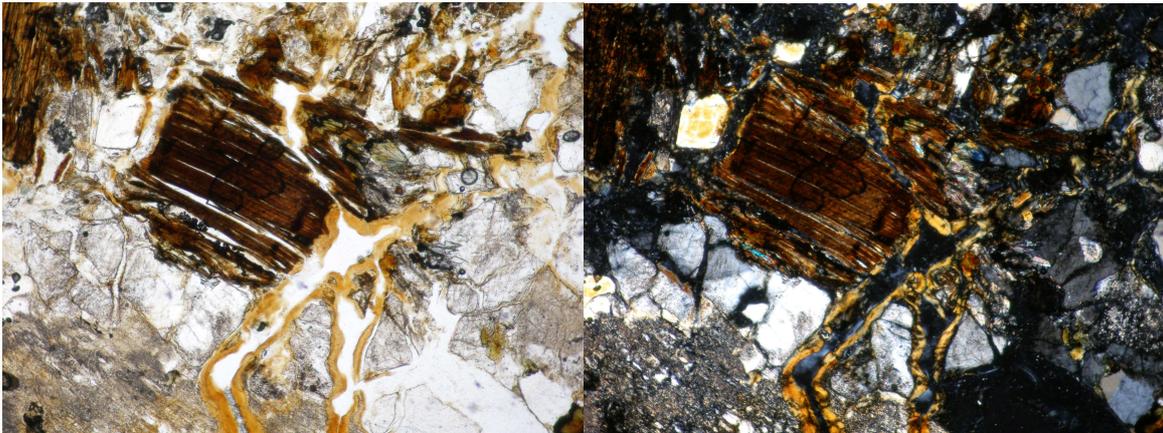
Masa basal: Límite g/f 50 µm, relación g/f 5:1, distribución relacionada quitónica.

Componentes gruesos: Granito alterado compuesto de biotitas (arena mediana a muy gruesa), 8%, algunas alteradas a clorita; ortoclasas (arena mediana a muy gruesa), 10%, muy alteradas; plagioclasis (arena mediana a muy gruesa), 9% , muy alteradas; cuarzo, (arena fina a mediana), fresco, 15%; cuarcitas, (arena muy gruesa), frescas, 8%.

Micromasa: Limo fino de cuarzo y de los productos de alteración de feldespatos, fábrica-b cristalítica.

Componentes orgánicos: Absentes.

Edaforasgos: Frecuentes revestimientos y rellenos de arcilla microlaminada en vacíos planares, grueso hasta arena gruesa, afectadas un 50% de las superficies.



Microfotografías en ppl (izquierda) y xpl (derecha) del horizonte Cr1, donde se observa la alteración de un fragmento de biotita y revestimientos de arcilla orientada a lo largo de poros de fragmentos de roca. Longitud de la imagen 3 mm.

II.3. Suelos sobre coluvios de granito

Pedión: PRE-1

Fecha descripción: 14.12.88

Municipio: Prades

Lugar: El Clos

Descrito por: C. Rubies, J.F. Garcia, J.M. Martí, C. Casals

Cartografía

Escala : 1:50.000
 Hoja núm. : 445
 Zona : 31T
 100 Km : CF
 Coordenadas : X: 330850 Y: 457525
 Altitud : 940 m

Geomorfología

Pendiente local : 1-5 %

Pedregosidad superficial

Pedregosidad superficial : sin piedras en superficie

Material original

: Coluvios de granito

Clasificación: (SSS 1999): Xerofluvent oxiaquic, franco grueso, mezclado (no ácido), méxico, superactivo.
(FAO 1990): Fluvisol eutrico

Descripción (Nomenclatura SINEDARES).

000-028 cm Ap

EST. HUMEDAD: húmedo. COLOR: de la matriz: 10 YR 5/4 (húmedo). MANCHAS: no hay. EST. OXIDOREDUCCIÓN: oxidación. ELEMENTOS GRUESOS: Frecuentes. Granitos y esquistos. TEXTURA: Franco-arenosa. CONSISTENCIA: Poco compacto, muy friable. ESTRUCTURA: Moderada, en bloques subangulares, mediana. CEMENTACIONES: no cementado. MATERIA ORGÁNICA: Poca. RAÍCES: Sistema radicular normal. ENSAYOS DE CAMPO: reacción al HCl (11%): nula. LÍMITE INFERIOR: abrupto por laboreo, plano.

028-044 cm Bw₁

EST. HUMEDAD: húmedo. COLOR: de la matriz: 10 YR 5/4 (húmedo). MANCHAS: no hay. EST. OXIDOREDUCCIÓN: oxidación. ELEMENTOS GRUESOS: frecuentes, granitos y esquistos. TEXTURA: franco-arenosa. CONSISTENCIA: Poco compacto, muy friable. ESTRUCTURA: Moderada, en bloques subangulares, mediana. CEMENTACIONES: no cementado. RAÍCES: Sistema radicular normal. ENSAYOS DE CAMPO: reacción al HCl (11%): nula. LÍMITE INFERIOR: neto, plano.

044-068 cm Bw₂

EST. HUMEDAD: húmedo. COLOR: de la matriz: 10 YR.5/6 (húmedo). MANCHAS: no hay. EST. OXIDOREDUCCIÓN: oxidación. ELEMENTOS GRUESOS: Abundantes. Granitos y esquistos. TEXTURA: Franco-arenosa. CONSISTENCIA: Poco compacto, muy friable. CEMENTACIONES: no cementado. RAÍCES: Sistema radicular normal. ENSAYOS DE CAMPO: reacción al HCl (11%): nula. LÍMITE INFERIOR: neto, irregular.

068-120 cm C₁

EST. HUMEDAD: húmedo. COLOR: de la matriz: 7.5 YR 5/6 (húmedo). MANCHAS: Frecuentes, muy pequeñas, de oxidación-reducción, asociadas a los poros y raíces, 10 YR 3/2. EST. OXIDOREDUCCIÓN: oxidación. ELEMENTOS GRUESOS: Muy frecuentes, granitos y esquistos. TEXTURA: Franco-arenosa. CONSISTENCIA: Poco compacto, muy friable. ESTRUCTURA: Sin estructura. CEMENTACIONES: no cementado. RAÍCES: Sistema radicular normal. ENSAYOS DE CAMPO: reacción al HCl (11%): nula. LÍMITE INFERIOR: neto, plano.

120-170 cm C₂

EST. HUMEDAD: húmedo. COLOR: de la matriz: 2.5 Y 7/2 (húmedo). MANCHAS: Frecuentes, muy pequeñas, de oxidación-reducción, asociadas a los poros y raíces, 2.5 Y 5/4. EST. OXIDOREDUCCIÓN: oxidación. ELEMENTOS GRUESOS: muy pocos, granitos y esquistos. TEXTURA: Franco-limosa. CONSISTENCIA: muy friable. ESTRUCTURA: sin estructura. CEMENTACIONES: no cementado. RAÍCES: Sistema radicular normal. ENSAYOS DE CAMPO: reacción al HCl (11%): nula.

PERFIL núm.: PRE-1

Ref.	Horizonte genético	Profundidad (cm)	FERTILIDAD		pH		CE 1:5 (dS/m a 25°C)	Materia orgánica (%)	Carbonatos. totales (%)
			P Olsen (mg/Kg)	K AcONH ₄ (mg/Kg)	H ₂ O 1:2,5	KCl 0,1 M 1:2,5			
PRE-1/1	Ap	0-28	157.71	304.46	4.7	4.0	0.15	1.82	Inap.
PRE-1/2	Bw ₁	28-44			5.5	4.2	0.10		Inap.
PRE-1/3	Bw ₂	44-68			6.4	5.4	0.11		Inap.
PRE-1/4	C ₁	68-120			6.5	5.1	0.16		< 0.50
PRE-1/5	C ₂	120-170							

GRANULOMETRÍA (%)									Clase textural USDA
Arena (φ en mm)					Limo (φ en mm)			Arcilla φ<0,002 mm	
2,00 0,50	0,50 0,25	0,50 0,05	0,10 0,05	Total 2,00 0,05	0,05 0,02	0,020 0,002	Total 0,050 0,002		
4.35	14.59	19.66	11.80	65.20	13.56	12.16	25.72	9.80	F-Ar
4.81	11.16	13.52	14.13	58.06	15.77	15.90	31.67	11.01	F-Ar
20.80	16.20	9.30	10.00	68.00	12.42	9.62	22.04	9.87	F-Ar
0.60	4.00	9.50	9.00	31.10	19.90	22.25	42.15	25.02	F

COMPLEJO DE CAMBIO					HUMEDAD					
CIC cmol+/kg	Cationes de cambio (cmol+/kg)				V (%)	Humedad gravimétrica (%) a				Agua dispon. (mm)
	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺		Muestra seca al aire	KPa	-33 KPa	-1.500 KPa	
6.97	2.44	0.62	0.03			1.62				
8.67	4.10	0.97	0.06			1.41				
7.80	6.33	0.80	0.02			1.31				
13.35	14.75	3.02	0.11			3.16				

SARA-DARP

II.4. Suelos sobre calizas secundarias

Pedión: PR-3

Fecha descripción: 06.02.88

Municipio: Prades

Descrito por: Porta J. y Boixadera J.

Cartografía

Escala : 1:50.000
 Hoja núm. : 445
 Zona : 31T
 100 Km : CF
 Coordenadas : X: 995 Y: 757
 Altitud : 960 m

Geomorfología

Escala de observación : Varios hectómetros
 Tipo de superficie : Ladera cóncava
 Modificaciones de la forma : -
 Dinámica de la forma : Erosión hídrica
 Intensidad de los procesos : Fuerte
 Tipo de pendiente : Compleja
 Morfología local : perfil situado en una área rectilínea
 Situación en la forma : En el tercio inferior
 Pendiente general : 40 %
 Pendiente local : 4 %
 Orientación : S

Afloramientos rocosos : moderadamente rocoso

Material original : rocas detríticas terrígenas y calizas

Observaciones : Complejo de Xerorthent lítico y Haploxeralf lítico-rúptico, "terra rossa"

Clasificación: (SSS 1975): Haploxeralf lítico-ruptico xerochreptico.
 (FAO 1990): Luvisol crómico.

Descripción (Nomenclatura SINEDARES).

000-030 cm A

EST. HUMEDAD: húmedo. COLOR: de la matriz: 5 YR 4/4 (húmedo). MANCHAS: no hay. EST. OXIDOREDUCCIÓN: oxidación. ELEMENTOS GRUESOS: Abundantes. De gravilla a cantos. Subangular-tabulares. Sin orientación definida. Distribución regular. No alterados. Caliza. CONSISTENCIA: Poco compacto, friable. ESTRUCTURA: Moderada, granular (compuesta), fina. CEMENTACIONES: no cementado. MATERIA ORGÁNICA: Abundante. No directamente observable. ACTIVIDAD BIOLÓGICA: De la fauna: deyecciones de insectos. RAÍCES: Sistema radicular limitado por un contacto lítico. Frecuentes. Finas y muy finas. Sin orientación. Distribución regular. Vivas. POROSIDAD: alta. ENSAYOS DE CAMPO: reacción al HCl (11%): media. ACUMULACIONES: inexistentes. LÍMITE INFERIOR: gradual, plano. EPIPEDIÓN OCHRICO.

030-055/80 cm A/C

EST. HUMEDAD: húmedo. COLOR: de la matriz: 5 YR 4/4 (húmedo). MANCHAS: no hay. EST. OXIDOREDUCCIÓN: oxidación. ELEMENTOS GRUESOS: Abundantes. De gravilla a cantos. Subangular-tabulares. Sin orientación definida. Distribución regular. No alterados. Caliza. CEMENTACIONES: no cementado. RAÍCES: Frecuentes. Finas y muy finas. Sin orientación. Distribución regular. Vivas. ENSAYOS DE CAMPO: reacción al HCl (11%): media. ACUMULACIONES: inexistentes. LÍMITE INFERIOR: neto, ondulado.

055/80-060/100 cm 2Bt

EST. HUMEDAD: húmedo. COLOR: de la matriz: 2.5 YR 4/8 (húmedo). MANCHAS: no hay. EST. OXIDOREDUCCIÓN: oxidación. ELEMENTOS GRUESOS: no hay. CEMENTACIONES: no cementado. CONSISTENCIA: compacto. ESTRUCTURA: Primaria, muy fuerte, granular (compuesta), fina. Secundaria, muy fuerte, en formas debido a la actividad de la fauna. RAÍCES: Limitado por un contacto lítico. Muy pocas. Finas y muy finas. ENSAYOS DE CAMPO: reacción al HCl (11%): nula. ESTUDIO DE SUPERFICIES: cutanes arcillosos. Pocos. ACUMULACIONES: inexistentes. LÍMITE INFERIOR: Muy abrupto, discontinuo.

060/100 >400 cm 2Rk/2Bt

Id. anterior. Revestimientos de CaCO₃ parte inferior elementos gruesos.

PERFIL núm.: PR-3

Ref.	Horizonte genético	Profundidad (cm)	pH		CE 1:5 (dS/m a 25°C)	Materia orgánica (%)	C. Org. (%)	N (%)	C/N	CaCO ₃ eq. (%)
			H ₂ O 1:2,5	KCl 0,1 M 1:2,5						
PR-3/0	A	0-30	8.0	7.4	0.212	9.16	5.33	0.43	12.4	6.7
PR-3/1	A/C	30-55	8.0	7.5	0.145	9.82	5.71			12.0
PR-3/2	2Bt	60-100	8.1	7.1	0.180	1.82	1.05			Inap.

GRANULOMETRÍA (%)									Clase textural USDA
Arena (φ en mm)					Limo (φ en mm)			Arcilla φ<0,002 mm	
2,00 0,50	0,50 0,25	0,50 0,05	0,10 0,05	Total 2,00 0,05	0,05 0,02	0,020 0,002	Total 0,050 0,002		
5.91			13.64	19.55	50.56	15.33	65.89	14.56	FL
0.23			11.73	11.96	20.9	34.7	55.6	18.9	FAcL
					35.73	13.25	48.97	39.06	

COMPLEJO DE CAMBIO					HUMEDAD			
CIC cmol+/kg	Cationes de cambio (cmol+/kg)				V (%)	Humedad gravimétrica (%) a		Agua dispon. (mm)
	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺		-33 KPa	-1.500 KPa	
38.09		2.07	0.08	1.28		36.6	21.1	
25.30		1.38	0.31	0.28		22.6	14.1	

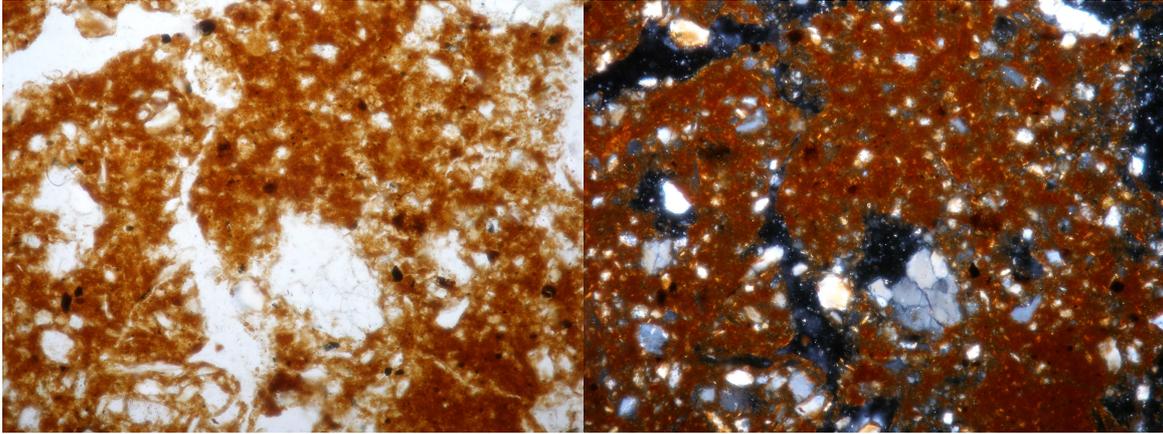
Mineralogía de arcillas (Horizonte Bt) (SCT, UB)

Illita 47%, Clorita 30% , Caolinita 23%

RESULTADOS MICROMORFOLÓGICOS

2Bt

Estructura: primaria fuerte en bloques angulares tamaño arena muy gruesa y secundaria fuerte migajosa tamaño arena fina. Elementos gruesos: arena fina y muy fina de cuarzo subredondeado equidimensional. Micromasa: mezcla parda de arcilla y óxidos de hierro. Fábrica b indiferenciada. Edaforrasgos: puntuaciones opacas, posibles segregaciones de óxidos de hierro.



Microfotografías en ppl (izquierda) y xpl (derecha) del horizonte 2Bt, donde no son evidentes los revestimientos de arcilla. Longitud de la imagen 1.2 mm.

3.8. EL PRIORAT

(Fuente: “The Priorat Region: a general view” y “The Priorat Landscape”, en I Pla, JA Martínez-Casasnovas, MC Ramos Martín y JC Balasch (2006) International ESSC Conference on “Soil and Water Conservation under Changing Land Use”. Lleida (Catalonia, Spain) September 12-15 2006. Fieldtrip Guide. Universitat de Lleida. Departament de Medi Ambient i Ciències del Sòl)

En tránsito hacia las áreas III y IV hay la oportunidad de atravesar y visitar parte de la comarca del Priorat, que ha experimentado cambios substanciales de uso del suelo desde finales del s.XX.

La comarca del Priorat es una área montañosa, localizada al sur de Cataluña, y pertenece a la cuenca de los ríos Montsant-Cortiella-Siurana-Ebro, conectada al mar Mediterráneo, con pendientes del 10-80 %, a 200-650 m de altitud (Fig 1.). La agricultura en la comarca del Priorat está basada principalmente en cultivos leñosos de secano, como almendros, olivos, avellanos, y especialmente viñas. Las viñas para uva de secano y para producción de vino se introdujeron por griegos y romanos hace más de 2000 años, y se convirtió en un cultivo tradicional en los suelos agrícolas con pendientes altas de Catalunya, y en particular en El Priorat desde el s. XII tras la llegada del orden de los Cartujos a Scala Dei. En aquel tiempo, las viñas se fueron expandiendo y alternando con cereales, frutos secos y olivos, logrando su expansión máxima al final del s XVIII y durante el s XIX. Ésto fue posteriormente favorecido por una alta demanda internacional de vino y licor y por la aparición de la filoxera (*Phylloxera vastatrix*) en Francia, lo cual supuso la muerte de las viñas francesas. Pero desde finales del s.XIX hasta hace quince años, el área con viñas fue decreciendo, y los campos abandonados fueron progresivamente ocupados por la vegetación nativa que incluye algunas especies de *Quercus* y *Pinus*, o plantaciones de almendros, avellanos y olivos.

Actualmente, las viñas representan más del 50 % del área agrícola en la región, y han ido aumentando desde 1990, y especialmente los últimos 5 años. Las viñas son de secano (100.000 ha) para vino de alta calidad (8 % de la producción total en volumen en España) y cava (99% de la producción total española) todavía en fincas familiares relativamente pequeñas (5-20 ha). Recientemente, en los últimos 25 años han sido abandonadas más de 100.000 ha (10% del área cultivada) de tierras de secano, poco significativas en Catalunya,

optimizando el potencial de producción del resto de las tierras, mientras que ha aumentado el área de riego. Hoy en día, el 25% de las tierras agrícolas en Catalunya se riegan, las cuales producen más del 70% de la producción agrícola total. Con la presente escasez y

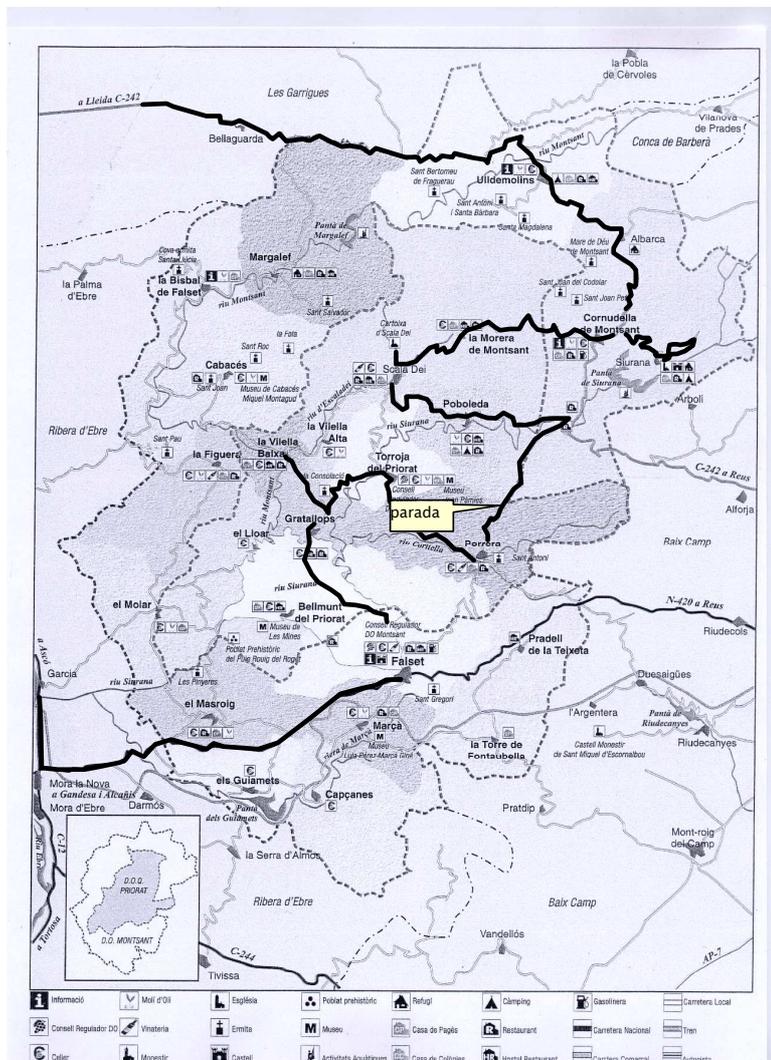


Fig. 1. Extensión de la DO Priorat y recorrido por la comarca.

coste de la mano de obra, y la premura en acelerar todas las operaciones agrícolas, la tendencia es hacia la total mecanización de todas las prácticas, incluyendo la cosecha. Las viñas tradicionales en Priorat, generalmente plantadas con las variedades Cariñena y Garnacha negra, produce vinos muy fuertes pero con rendimientos muy bajos (< 3 Mg/ha). Las plantaciones tradicionales principalmente seguían las curvas de nivel aproximadas, en parcelas pequeñas individuales (1/2 a 2 ha), con cepas distanciadas 1.5-

1.6 m y separadas 2-3 m, dando densidades de plantación generalmente menores de 3000 cepas/ha, las cuales se renovaban tras unos 50 años o más. Así se mantenían las viñas en zonas de pendiente, y las únicas estructuras de conservación eran bancales de piedra continua localizadas en las zonas de drenaje, y en laderas donde según la experiencia local, había más peligro de movimiento de tierra por superficie o erosión de masa. En muchas laderas agrícolas abancaladas alcanzan casi la parte superior de los cerros, y todavía pueden ser vistos muchos bancales bajo los bosques que ahora cubren algunas de aquellas áreas. Aún quedan plantaciones viejas, donde la mayoría de aquellas paredes no han sido mantenidas o reparadas por muchos años, debido a los problemas económicos asociados a producción de vino en el área previa a 1990, y la carencia de mano de obra para hacer el trabajo. Como consecuencia, muchos de los bancales están parcialmente colapsados y su efectividad para controlar erosión ha disminuido.

A las variedades locales tradicionales (Garnacha negra, Carinyena) que producen mayoritariamente vinos tintos de alta graduación, se han añadido recientemente nuevas variedades como Cabernet Sauvignon, Merlot y Syrah. Actualmente, los vinos producidos en esta región son altamente apreciadas alrededor del mundo, y más del 50 % de la producción es exportada a países como EE.UU., Alemania, Francia, Bélgica, UK, Dinamarca y Japón. Desde hace 15 años ha habido una rápida expansión de viñas nuevas, en áreas que habían sido ocupadas por bosque secundario, y la recuperación de las viñas viejas parcialmente abandonadas. Este crecimiento es el resultado de los nuevos mercados y precios para los vinos de buena calidad que resultan de mezclar uvas de las plantaciones viejas con las variedades nuevas. La porción de la comarca del Priorat, donde se produce el vino de Denominación de Origen PRIORAT, ocupa una extensión aproximada de 20.000 ha (2000 con viñas), entre las coordenadas 40° 08' - 41° 18' N y 4° 23' - 4° 38' W . En el pasado, el suelo entre los bancales era labrado a unos 10-15 cm de la superficie, generalmente después de cosecha, utilizando fuerza física o poder animal. Estas operaciones de cultivo servían para controlar malas hierbas, para aumentar la infiltración de la lluvia y para favorecer un enraizamiento más profundo. Esta práctica casi desapareció en las últimas décadas, excepto en pendientes más suave donde se podían utilizar tractores pequeños. En estos casos las malas hierbas se controlaban con herbicidas. La aplicación de las técnicas de no laboreo ha resultado en una distribución de las raíces de la viña en los horizontes superiores, donde los efectos de la sequía debida a la falta de agua o de precipitación irregular són más marcados. Otra de las consecuencias ha sido una erosión

creciente de la superficie del suelo y erosión por cárcavas, eliminando la mayoría de la tierra fina de la superficie, dejando un pavimento de gravas. Estos efectos de no laboreo han causado menores rendimientos y más erráticos, problema que no se ha resuelto completamente con el aumento de fertilizantes químicos. A pesar de esto, algunas de las viñas tradicionales se han mantenido, debido a que la industria del vino está dispuesta a pagar precios elevados por las uvas producidas bajo estas condiciones, necesarias para producir vinos de alta calidad cuando se mezclan con las nuevas variedades.

Las nuevas plantaciones se llevan a cabo para facilitar la mecanización, incluyendo el laboreo. Ésto requiere como primer paso el aclareo del bosque, seguido por movimientos de tierra y rocas subyacentes por medio de maquinaria pesada, y la construcción de bancales de 2-10 m ancho, dependiendo en la pendiente. En estos bancales se plantan de una a cuatro líneas de cepas de las nuevas variedades, a un marco de 1 – 1.5 x 2-3 m, dando densidades de plantación generalmente mayores que 5000 cepas/ha, logrando a veces hasta 9000 cepas/ha. En la mayoría de los casos las paredes de los bancales no son protegidas, excepto por el crecimiento de vegetación natural. En algunos casos, el suelo pedregoso en la superficie de los bancales nuevos se tritura mediante aperos especiales fijados a un tractor.

El Priorat es una región montañosa, dominada por laderas de pendiente alta (40 – 45 %). Debido a estas limitaciones de pendiente, se podría pensar que la cubierta dominante ha sido vegetación natural (e.g. bosque mediterráneo). Sin embargo la comarca es conocida internacionalmente por sus vinos. La introducción de viñas, tras la llegada de la orden de los Cartujos a Scala Dei, supuso la eliminación de viña y plantación de vegetación natural hasta las partes altas de las laderas. Incluso en esas zonas, las viñas fueron plantadas para ser cultivadas por muchos años, si la inversión en mano de obra era justificada. Las viñas se plantaron también en laderas y en terrazas de baja pendiente (Fig 2).

Debido a las altas pendientes de las laderas, la poca profundidad de los suelos y la dureza del material parental (esquistos), el aterrazamiento en el Priorat se limitaba a pequeñas paredes de piedra, utilizando rocas y piedras del suelo con el objetivo de reducir las pérdidas de suelo y agua y minimizar la pendiente para facilitar el tránsito en la ladera. La implementación de este aterrazamiento no produjo una transformación significativa de la topografía del paisaje, ya que no supuso la construcción de bancales que requisieran

grandes desmontes o terraplenes. Este tipo de manejo no supuso una modificación significativa de la morfología de paisaje pero sí de la cubierta de vegetación natural (Fig. 3.).



Fig. 2. Típico paisaje del Priorat al final del s XIX y al principio del s XX. Casi toda cubierta de vegetación natural se eliminó y las laderas se plantaron de viña. Se observan pequeños bancales, a pesar de que no causan una modificación significativa de la morfología de terreno. (Fuente: Grau y Duran, 1999).

Durante la primera mitad del s XX muchas áreas rurales se despoblaron por una crisis en el sector agrícola, que provocó una emigración masiva a las áreas industriales necesitadas de trabajo. Ello redujo considerablemente la mano de obra disponible para la agricultura y causó una menor intensidad del uso del suelo y el abandono de terrenos agrícolas. La mayoría de viñas fueron abandonadas y la vegetación natural recolonizó las laderas. Sólo las plantaciones para el consumo propio fueron mantenidas. En otros casos, las viñas fueron sustituidas por avellanos, almendros y olivos, a pesar de que las limitaciones del relieve siempre condicionaron los rendimientos. Esta situación cambió parcialmente a finales de los 90, cuando una pequeña producción introdujo nuevas técnicas de vinificación y de mercado, las cuales impulsaron los vinos a puestos superiores del mercado

internacional. La alta calidad alta y las características diferenciales de los vinos producidos en el Priorat hizo que, recientemente, el gobierno catalán, dentro del marco de las Reglas del Consejo (CE) N° 1493/1999 del 17 de mayo 1999 en la organización común del mercado vinícola, reconociera a estos vinos con la Denominación Cualificada de Origen (QDO) (Orden de la Generalitat de Catalunya 29/12/2000). Estos hechos han atraído a productores de otras áreas que, durante las últimas dos décadas, han ido comprando tierras, bien recuperando antiguas viñas o creando plantaciones nuevas, los cuales han requerido la cesión de derechos de plantación de otras regiones.



Fig. 3. Plantación de viña tradicional en un ladera con terrazas pequeñas de piedra. (Foto: José A. Martínez)

La expansión de viñas en terrenos abandonados y en tierras marginales también ha sido promovidas por la Política Agrícola Comunitaria de la UE, a través de la reestructuración y planes de conversión (Directrices CE N° 1227/2000 del 31 mayo 2000), el cual regula la aplicación de la Regulación del CE (1493/1999) respecto al potencial de producción). El objetivo principal de estos planes es adaptar la producción a la demanda de mercado. La política considera la indemnización por la pérdida de ingresos durante el periodo de conversión y por las propias medidas de conversión. Las medidas subvencionadas (hasta 50% del coste o 75% en las regiones clasificadas como Objetivo 1) incluyen las conversiones varietales, la realocación de las viñas o las mejoras en las técnicas de manejo de los viñedos. De éstas, las que provocan mayor impacto en la transformación del paisaje son las de realocación de viñedos. Entre otras, implican el arranque, preparación del suelo, plantación, despedregados, nivelaciones y aterrazamientos. Estas últimas han sido las

principales acciones que se han llevado a cabo en El Priorat para adaptar las nuevas plantaciones a la mecanización, lo cual ha cambiado significativamente el paisaje (Fig 4).



Fig. 4. Paisaje actual típico del Priorat, consistente en un mosaico de vegetación natural, antiguos viñedos abandonados, avellanedas y nuevas plantaciones (Fotografía: Roser Cots Folch)

Área III

CUBETA DE MÓRA: ELS GUIAMETS

4. CUBETA DE MÓRA: ELS GUIAMETS

La información de base para elaborar esta parte ha sido extraída de: Roca, J.; Bosch, A.D.; Boixadera, J.; Danes, R. (1987): “Caracterización edafoclimática de la zona regable por el embalse de Guiamets (Tarragona)”. Generalitat de Catalunya. DARP. Direcció General de Producció i Indústries Agro-Alimentàries. Servei d’Agricultura. Lleida.

4.1. INTRODUCCIÓN

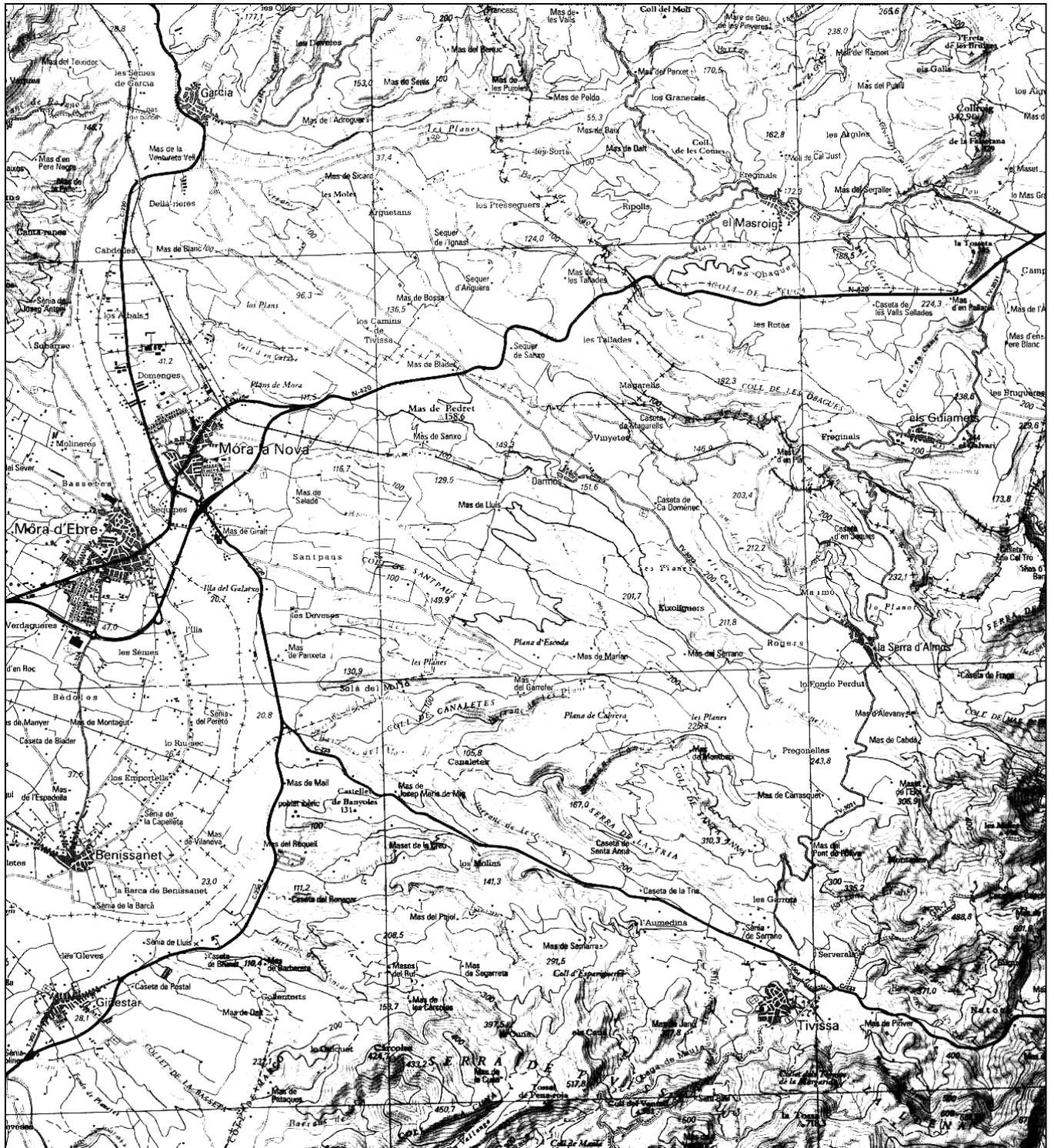
La cubeta de Móra se halla rellena de sedimentos terciarios rojos, que son en muchos casos paleosuelos, cubiertos por potentes depósitos de glaciares y terrazas, encajados unos dentro de otros y disectando el sustrato terciario. Ofrece una excelente oportunidad para observar – en un espacio muy reducido – el efecto combinado de tiempo y material originario sobre las propiedades de los suelos.

Los objetivos específicos perseguidos en esta Área III son:

- examinar las relaciones suelo-paisaje
- estudiar las morfologías de las acumulaciones de carbonatos en relación a la edad del suelo y al tipo de material
- discutir aspectos de clasificación, especialmente en relación a los suelos rojos (paleosuelos)
- ilustrar aspectos de manejo suelo-cultivo de la viña, especialmente en relación a la disponibilidad de agua y erosión

Esta parte se estructura en unos apartados introductorios muy breves, seguidos de un Apéndice donde se recogen los perfiles a visitar.

4.2. LOCALIZACIÓN



4.3. CLIMATOLOGÍA

Características climáticas del observatorio de Móra la Nova

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Año
TM	10.8	13.9	17.3	20.5	24.0	29.2	32.8	32.2	28.7	22.4	15.1	10.8	21.45
Tm	1.5	2.9	4.5	7.1	10.2	15.1	18.4	18.2	15.3	10.1	5.0	2.5	9.22
T	6.1	8.4	10.9	13.7	17.1	22.1	25.6	25.2	21.9	16.3	10.0	6.6	15.33
P	30.1	17.9	42.8	49.1	67.7	44.1	12.4	29.6	58.9	58.4	41.5	48.9	501.5
ETP	10.6	17.9	33.2	52.0	83.4	127.0	161.8	147.8	103.3	58.8	23.2	11.5	829.5

TM: Temperatura media mensual de las máximas en °C.

Tm: Temperatura media mensual de las mínimas en °C.

T: Temperatura media mensual en °C.

P: Precipitación media mensual en mm.

ETP: Evapotranspiración potencial mensual en mm (calculada según Thornthwaite).

NOTA: Datos entre 1971-85 para las temperaturas y ETP; y entre 1968-85 para las precipitaciones

Características climáticas del observatorio de Serra d'Almòs

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Año
TM	11.9	14.7	17.9	21.1	24.6	30.1	34.1	32.6	29.5	23.1	16.3	12.3	22.3
Tm	3.4	4.9	6.1	8.5	11.3	15.8	18.8	19.3	16.3	11.9	6.8	4.4	10.63
T	7.6	9.8	12.0	14.8	18.0	22.9	26.4	26.0	22.9	17.5	11.5	8.3	16.5
P	37.8	25.9	45.4	45.2	77.4	41.8	14.6	37.1	54.5	55.6	46.4	48.8	530.53
ETP	13.0	19.9	35.0	54.3	86.2	132.1	170.1	154.8	108.5	63.0	26.2	14.5	877.6

TM: Temperatura media mensual de las máximas en °C.

Tm: Temperatura media mensual de las mínimas en °C.

T: Temperatura media mensual en °C.

P: Precipitación media mensual en mm.

ETP: Evapotranspiración potencial mensual en mm (calculada según Thornthwaite).

NOTA: Datos entre 1971-85.

Ambos observatorios coinciden en la clasificación y en los valores de los índices climáticos.

Según el índice de Lang ésta es una zona árida, y según De Martone se trata de la región del olivo y los cereales.

Según Thornthwaite el régimen climático es C₁ B₃ db₃, lo que significa clima seco subhúmedo, sin ningún exceso de agua y con una concentración de la eficacia térmica en verano del 52 %.

Según la clasificación agroclimática de UNESCO-FAO el clima es templado mediterráneo, con invierno suave.

Finalmente según Papadakis, el tipo de invierno es avena cálido (Av), el tipo de verano es maíz (M), el régimen de temperatura templado cálido (TE) y el de humedad mediterráneo seco (Me). El régimen climático resulta ser mediterráneo templado.

4.4. GEOLOGÍA

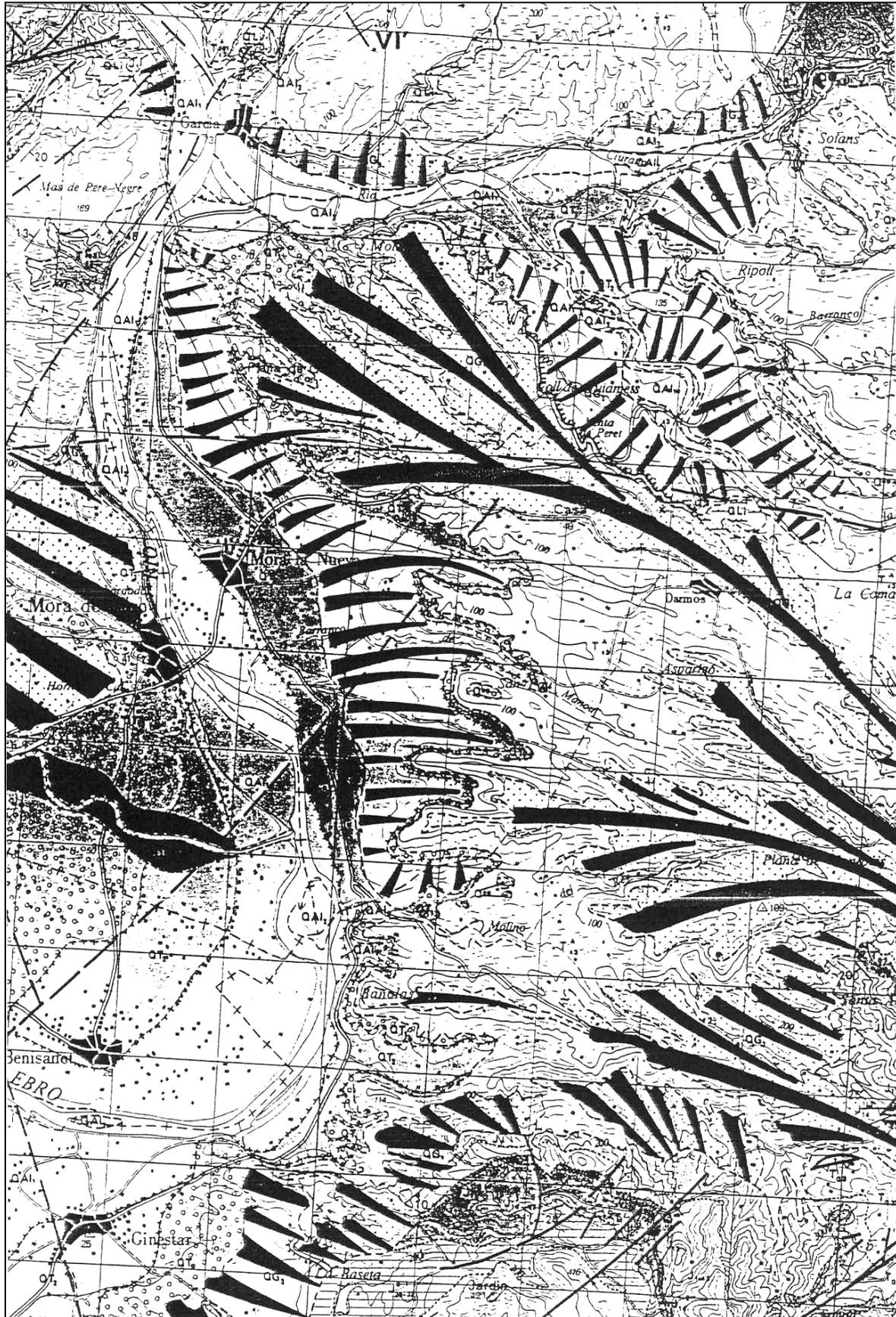
La totalidad de la zona estudiada se encuentra en la Depresión de Móra, del Sistema Mediterráneo Catalán. Este sistema es de plegamiento alpino. Tras la fase compresiva del Paleógeno, la fase distensiva del Neógeno le dio a la Cordillera su configuración actual al abrir un sistema de fosas tectónicas de dirección ligeramente oblicua a la de la cordillera.

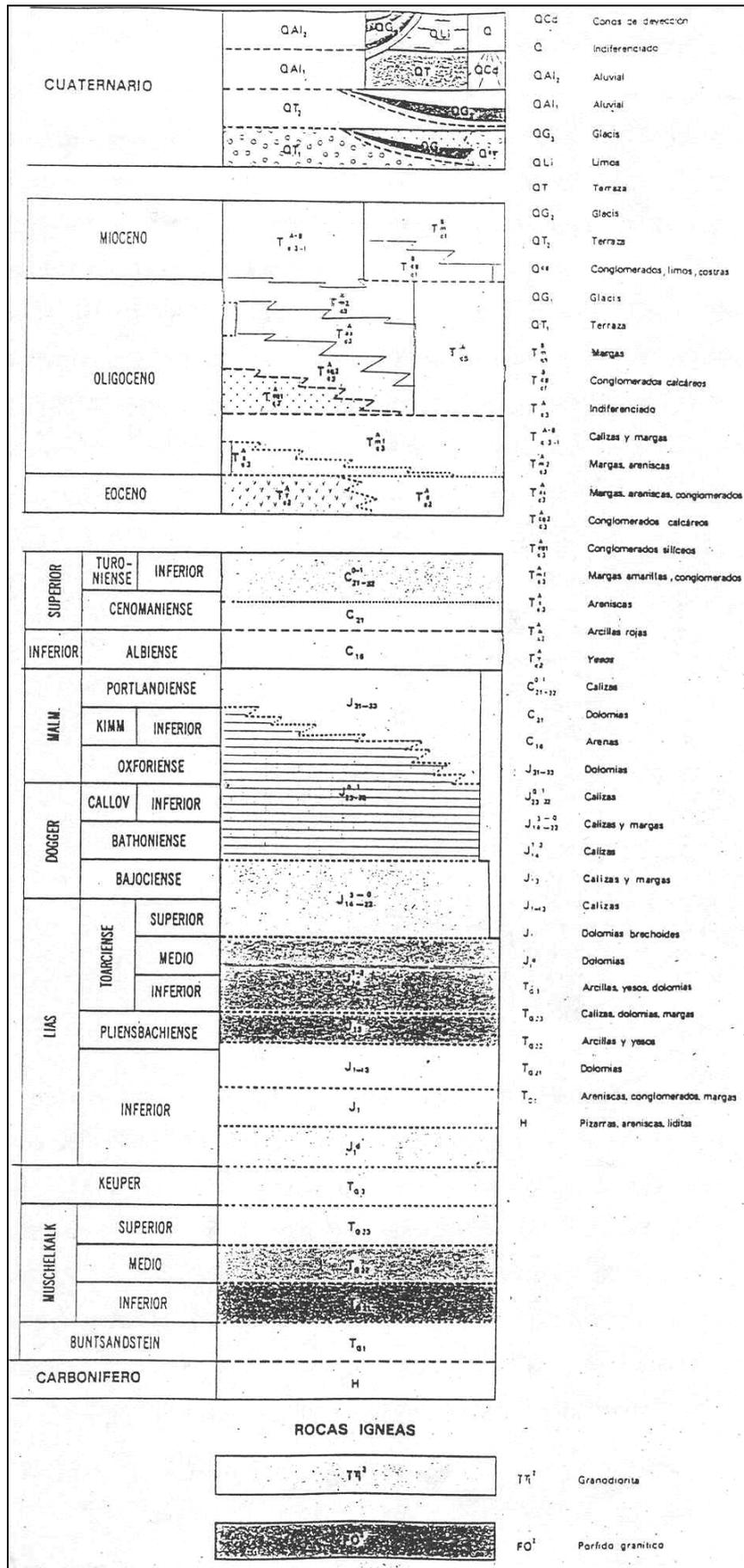
Además del sistema de fracturas que limita las fosas longitudinalmente, existe otro sistema transversal. Estos dos sistemas de fracturas parecen haber controlado la sedimentación, ya desde tiempos preorogénicos. Una de las fallas transversales, la del Burgá, separa la Depresión de Móra de los macizos de Cardó y de los Ports de Beseit al Oeste. Al Este, la depresión limita con el macizo paleozoico del Priorat y con los mesozoicos de Vandellòs-Tivissa. Al Noroeste, queda separada de la Depresión del Ebro por la unidad de Cavalls-Pàndols que enlaza los Ports de Beseit con el Priorat, cerrando la depresión.

El bloque de materiales paleozoicos y mesozoicos que constituye el basamento de la sedimentación terciaria en la Depresión de Móra, fue basculado al Suroeste antes de quedar hundido en la etapa distensiva. Está subdividido en bloques menores por una fracturación que se amortigua en los materiales terciarios. Se cree que la mayor profundidad de la cuenca de sedimentación terciaria se encuentra a la altura de Móra d'Ebre.

Los materiales oligocenos conglomeráticos, arenosos y margosos buzan suavemente hacia el centro de la depresión y en los bordes han sido afectados por el empuje de la cordillera en su fase compresiva, mientras que en general sólo han sido afectados por la distensión postorogénica del fondo de la cubeta.

MAPA GEOLÒGIC





4.5. VEGETACIÓN Y USOS DEL SUELO ⁽¹⁾

La zona estudiada pertenece al país de la encina carrasca. Las condiciones climáticas son más extremadas que en el litoral, cosa que no permite el establecimiento del encinar litoral. La comunidad que se encuentra es el carrascal típico o encinar continental (*Quercetum rotundifoliae*). Es una comunidad pobre en especies, de estructura bastante simple. El estrato arbóreo está dominado por la encina carrasca (*Quercus ilex* ssp. *rotundifolia*), un árbol pequeño particularmente adaptado al clima mediterráneo continental. El sotobosque no tiene, ni de lejos, la exuberancia del encinar litoral ni del de montaña. Las lianas escasean y también son raros los grandes arbustos; el estrato herbáceo es pobre. Las especies heliófilas dominan

	ESTRATO ARBUSTIVO
ALTURA	0.2-1.5 m
RECUBRIMIENTO	50-75 %
COMPOSICIÓN	<i>Rubia peregrina</i> <i>Lonicera implexa</i> <i>Quercus coccifera</i> <i>Rhamnus alaternus</i> <i>Ulex parviflorus</i> <i>Juniperus oxycedrus</i> <i>Genista scorpius</i> <i>Rhamnus lycioides</i> Etc.

	ESTRATO HERBÁCEO
ALTURA	0-0.3 m
RECUBRIMIENTO	20-50 %
COMPOSICIÓN	<i>Brachypodium retusi</i> <i>Carex halleriana</i> , <i>C. humilis</i> <i>Teucrium chamaedrys</i> <i>Centaurea conifera</i> Etc.

La lista de arbustos y plantas herbáceas podría ser más larga, pero ello daría una falsa impresión de que se trata de una comunidad rica. En realidad, al carrascal aparecen muchas especies, pero aquí unas y allá otras; las consignadas a la lista son, quizá, las más fieles.

Podemos encontrar también otra comunidad cuando la anterior no está presente, el matorral de romero perteneciente a *Genisto-Cistetum clusii*. Es una comunidad moderadamente continental, xerófila, resistente a los fríos invernales, pero además en cierta manera termófila, porque resiste exitosamente a temperaturas estivales bastante elevadas. Florísticamente y estructuralmente admite ser esquematizada así:

(1) Folch, R. et al (1981): "La vegetació dels Països Catalans".

	ESTRATO ARBUSTIVO Y SUBARBUSTIVO
ALTURA	0.5-1 m
RECUBRIMIENTO	70-90%
COMPOSICIÓN	<i>Rosmarinus officinalis</i> <i>Linum suffruticosum</i> <i>Cistus clusii</i> <i>Genista biflora</i> <i>Erica multiflora</i> <i>Thymelaea tinctoria</i> <i>Lavandula latifolia</i> <i>Fumana ericoides</i> <i>Thymus vulgaris</i> <i>Dorycnium pentaphyllum</i> <i>Helianthemum sp.</i> <i>Genista scorpius</i> <i>Quercus coccifera</i> <i>Ulex parviflorus</i> <i>Staehelina dubia</i> Etc.
	ESTRATO HERBÁCEO
ALTURA	0.2-0.5 m
RECUBRIMIENTO	10-30 %
COMPOSICIÓN	<i>Brachypodium retusum</i> <i>Stipa juncea</i> <i>Koeleria vallesiana</i> <i>Avena bromoides</i> Etc.

Finalmente, una formación que es usual es el pinar de pino carrasco (*Pinus halepensis*).

En cuanto a los cultivos, en secano hay viña y en menor medida cereales, olivos, almendros; y en regadío hay frutales.

4.6. CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS DE LA CUBETA DE MÓRA

Perfil	Soil Taxonomy		FAO, 1990	WRB (FAO, 1998)	Obsrvaciones
	Original (SSS,1975)	SSS, 1999*			
C-21 JG	Xerocherpt petrocalcico	Calcixerept típico, franco fino, carbonático térnico.	Calcisol háplico	Calcisol hipercálcico siltico, batipetrocálcico.	Petrocálcico a 103 cm
C-26	Xerochrept petrocálcico	Calcixerept petrocálcico, limoso fino, carbonático, térnico.	Calcisol pétrico	Calcisol endo- petrocálcico siltico.	Escasez de datos. Carbonático por nódulos.
C-3 ATEMSI	Xerochrept calcixerólico	Calcixerept típico, limoso fino, mezclado, térnico, subactivo.	Calcisol háplico	Calcisol	Carbonático.
C-31	Xerochrept calcixerólico	Calcixerept típico, esquelético franco, carbonático, térnico.	Calcisol háplico	Calcisol esquelético,	Escasez de datos. Carbonático por el. gruesos y acumulaciones.
C-33	Xerofluent típico	Xerofluent típico, fino.	Flusvisol calcáreo	Fluvisol calcáreo	Faltan datos.
C-10 ROJA	Xerochrept vertico	Calcixerept vértico	Calcisol háplico	Calcisol hipercálcico, crómico.	COLE?

* Textura sin destruccion de CaCO₃; CaCO₃ eq medio > 35 %.

4.7. APÉNDICE III:
DESCRIPCIÓN DE LOS PERFILES DE
LA CUBETA DE MÓRA

III.1. Suelos de los glacis altos

PEDION: C-21 JG, España

LOCALIZACIÓN: GARCIA Paraje: PLANA DE GARCIA

CARTOGRAFIA:

Coordenadas: X=303989 ; Y=4554533

TELEDETECCIÓN: Aérea blanco y negro, 1:18.000, vuelo nº 10146, -74, pasada 10, identificación 2832, localización en el fotograma X= 144 Y= 91.

Descrito por: ANGELA-D. BOSCH SERRA, 01-nov-86. Estudio para puesta en riego. BTR SINEDARES-Catalunya

GEOMORFOLOGÍA: Escala de observación, varios hectómetros; forma del relieve, ladera en glacis; modificaciones de la forma, abancalamientos; dinámica de la forma, erosión hídrica fuerte; longitud de la pendiente, 300 m., simple; perfil situado en un área rectilínea, en el borde inferior de la forma; con una pendiente general del 4% y local del 2% y orientación N.

PEDREGOSIDAD SUPERFICIAL Y AFLORAMIENTOS ROCOSOS: ligeramente pedregoso, fragmentos de costra caliza. Sin afloramientos rocosos.

MATERIAL ORIGINAL: Materiales detríticos terrígenos. **VEGETACIÓN:** cultivo.

USOS DEL TERRITORIO: Almendro (*Prunus amygdalus*, L.), bien explotado

TECNOLOGÍA DE SUELOS: Secano sin drenaje.

CLASIFICACIÓN (S.S.S., 1975): XEROCHREPT PETROCALCICO.

00 – 20 cm Ap (SINEDARES), ligeramente húmedo; color de la matriz, en húmedo 7,5YR 4/6, pardo. Manchas, no hay. En estado de oxidación. Elementos gruesos, pocos; fragmentos de costra caliza, subredondeado-esferoidales. Franco. Estructura muy débil, granular compuesta, fina. Poco compacto, muy friable. Materia orgánica, poca, no directamente observable. Actividad de la fauna, no aparentee. Raíces de diámetro menor de 10 mm pocas, finas y muy finas, sin orientación, de distribución regular, vivas y muertas; raíces de diámetro mayor de 10 mm no hay. Pruebas de campo, en la matriz, con HCl (11%) respuesta alta. Acumulaciones, inexistentes. Límite abrupto por laboreo, plano. Ochrico.

20 - 52 cm A/B, ligeramente húmedo; color de la matriz, en húmedo 7,5YR 4/6, pardo. Manchas, no hay. En estado de oxidación. Elementos gruesos, pocos; fragmentos de costra caliza, subredondeado-esferoidales. Franco. Estructura débil, en bloques subangulares, mediana. Compacto, friable. Actividad de la fauna, galerías, pocas. Raíces de diámetro menor de 10 mm pocas, finas y muy finas, sin orientación, de distribución regular, vivas y muertas; raíces de diámetro mayor de 10 mm no hay. Pruebas de campo, en la matriz, con HCl (11%) respuesta alta. Acumulaciones, inexistentes. Límite abrupto, plano. (Cámbico 99)

52 – 74 cm Bwkn1, ligeramente húmedo; color de la matriz, en húmedo 7,5YR 5/6, pardo brillante. Manchas, no hay. En estado de oxidación. Elementos gruesos, pocos; fragmentos de costra caliza, subredondeado-esferoidales. Estructura moderada, en bloques subangulares, mediana; estructura secundaria granular compuesta. Compacto, friable. Actividad de la fauna, galerías, pocas. Raíces de diámetro menor de 10 mm muy pocas, finas y muy finas, sin orientación, de distribución regular, vivas y muertas; raíces de diámetro mayor de 10 mm no hay. Pruebas de campo, en la matriz, con HCl (11%) respuesta alta. Acumulaciones, pocas, pseudomicelios de carbonatos y acumulaciones frecuentes de pisolitos de carbonatos, en canales de raíces. Límite abrupto, plano. Cálcico.

74 –103/116 cm Bwkn2, seco; color de la matriz, en húmedo 7,5YR 7/6, naranja. Manchas, no hay. En estado de oxidación. Franco-arenoso. Estructura moderada, en bloques subangulares, mediana. Compacto, ligeramente duro. Muy débilmente cementado. Actividad de la fauna no aparentee. Raíces de diámetro menor de 10 mm, muy pocas, finas y muy finas, sin orientación, de distribución regular, vivas y muertas; raíces de diámetro mayor de 10 mm no hay. Pruebas de campo, en la matriz, con HCl (11%) respuesta alta. Acumulaciones, generalizadas, nódulos de carbonatos. Límite abrupto, discontinuo. Cálculo.

103/116 – 120/+ cm Bkm. En estado de oxidación. Fuertemente cementado, en una capa. Fragmentada, de tipo nodular. Sistema radicular limitado por horizonte cementado; raíces de diámetro mayor de 10 mm no hay. Pruebas de campo, en la matriz, con HCl (11%), respuesta alta. Acumulaciones, generalizadas, de carbonatos. Petrocálculo.

PERFIL núm.: C-21

Referencia	Horizonte genético	Profundidad (cm)	pH H ₂ O 1:2,5	CE 1:5 (dS/m a 25°C)	Materia orgánica (%)	Caliza (%)	
						CaCO ₃ eq (%)	Caliza activa (%)
C-21/1	Ap	00-20	8.7	0.09	1.25	24.7	8.9
C-21/2	A/B	20-52	8.7	0.11	-	24.8	10.0
C-21/3	Bwkn	74-100	8.8	0.10	-	65.2	9.5

FERTILIDAD		GRANULOMETRIA (%)					Clase textural USDA
P Olsen (mg/Kg)	K AcONH ₄ (mg/Kg)	Arena (φ en mm)			Limo (φ en mm)		
		2,00 0,5	0,5 0,05	Total 2,00 0,05	Total 0,050 0,002		
3.2	186	0.72	38.87	39.59	43.22	17.19	F
-	-	0.51	34.15	34.66	45.80	19.54	F
-	-	20.95	39.16	60.11	25.07	14.82	F Ar

COMPLEJO DE CAMBIO					HUMEDAD		
CIC (cmol+/Kg)	Cationes de cambio (cmol+/Kg)				V (%)	Humedad gravimétrica (%) a	
	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺		-33 KPa	-1.500 KPa
8.0	6.30	1.07	0.15	0.48	100	14.2	9.3
9.0	-	-	-	-	-	16.5	11.1
6.3	-	-	-	-	-	20.5	11.9

PEDION: C-26, España.

LOCALIZACIÓN: GARCIA Paraje: PLANS DE VENTA

CARTOGRAFIA:

Coordenadas: X=305461 ; Y=4554125

TELEDETECCIÓN: Aérea blanco y negro, 1:18.000, vuelo nº 10146, -74, pasada 10, identificación 2833, localización en el fotograma X= 133 Y=70.

Descrito por: ANGELA-D. BOSCH SERRA, 04-nov-86. Estudio para puesta en riego. BTR SINEDARES-Catalunya

GEOMORFOLOGÍA: Escala de observación, varios hectómetros; forma del relieve, ladera convexa; dinámica de la forma, estable; longitud de la pendiente 950 m., compleja; perfil situado en una zona convexa, en la mitad de la forma; con una pendiente general del 1% y local del 1% y orientación W.

PEDREGOSIDAD SUPERFICIAL Y AFLORAMIENTOS ROCOSOS: no pedregoso. **MATERIAL ORIGINAL:** Materiales detríticos terrígenos. **VEGETACIÓN:** cultivo.

USOS DEL TERRITORIO: Almendro (*Prunus amygdalus*, L.), subexplotado.

TECNOLOGÍA DE SUELOS: Secano sin drenaje.

CLASIFICACIÓN (S.S.S., 1975): XEROCHREPT PETROCALCICO.

00 -15 cm Ap (SINEDARES), ligeramente húmedo; color de la matriz, en húmedo 10YR 5/4, pardo amarillento brillante. Manchas, no hay. En estado de oxidación. Elementos gruesos, muy pocos. Franco. Estructura débil, bloques subangulares, fina. Poco compacto, muy friable. Materia orgánica, poca, no directamente observable. Actividad de la fauna, galerías, pocas. Raíces de diámetro menor de 10 mm frecuentes, finas y muy finas, verticales, vivas; raíces de diámetro mayor de 10 mm no hay. Pruebas de campo, en la matriz, con HCl (11%) respuesta alta. Acumulaciones, inexistentes. Límite abrupto por laboreo, plano. Ochrico.

15 - 36 cm Bw1, (SINEDARES), ligeramente húmedo; color de la matriz, en húmedo 10YR 5/6, pardo amarillento. Manchas, no hay. En estado de oxidación. Elementos gruesos, muy pocos. Franco. Estructura débil, en bloques subangulares, mediana. Compacto, friable. Actividad de la fauna, galerías rellenas, frecuentes. Raíces de diámetro menor de 10 mm pocas, de muy finas a gruesas, oblicuas, de distribución regular, vivas y muertas; raíces de diámetro mayor de 10 mm no hay. Pruebas de campo, en la matriz, con HCl (11%) respuesta alta. Acumulaciones, inexistentes. Límite neto, plano. Cámbico.

36 - 89 cm BK2, (SINEDARES), ligeramente húmedo; color de la matriz, en húmedo 7,5YR 5/8, pardo brillante. Manchas, no hay. En estado de oxidación. Franco. Estructura moderada, en bloques subangulares, mediana. Compacto, friable. Actividad de la fauna, galerías rellenas, frecuentes. Sistema radicular limitado por horizonte cementado; raíces de diámetro menor de 10 mm, pocas, de muy finas a medianas, oblicuas, de distribución regular, vivas y muertas; raíces de diámetro mayor de 10 mm, pocas, horizontales. Pruebas de campo, en la matriz, con HCl (11%) respuesta alta. Acumulaciones, frecuentes, nódulos de CaCO₃, de tamaño medio, durasy acumulaciones frecuentes, nódulos friables (amas) de CaCO₃, de tamaño medio. Límite abrupto, plano. Cálculo.

89 - 100/+ cm 2Ckm (SINEDARES). Acumulaciones, generalizadas. Petrocálculo.

PERFIL núm.: C-26

Referencia	Horizonte genético	Profundidad (cm)	pH H ₂ O 1:2,5	CE 1:5 (dS/m a 25°C)	Materia orgánica (%)	Caliza (%)	
						CaCO ₃ eq (%)	Caliza activa (%)
C-26/1	Ap	00-15	8.2	0.08	0.86	30.1	
C-26/2	Bw	15-36	8.4	0.08	-	37.8	
C-26/3	Bk	36-89	8.5	0.08	-	-	
C-26/4	2Ckm	89-100	-			39.7	

FERTILIDAD		GRANULOMETRIA (%)					Clase textural USDA
P Olsen (mg/Kg)	K AcONH ₄ (mg/Kg)	Arena (φ en mm)			Limo (φ en mm)	Arcilla φ < 0,002 mm	
		2,00 0,5	0,5 0,05	Total 2,00 0,05	Total 0,050 0,002		
4	93	0.51	39.61	40.12	41.66	18.22	F
-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	3.29	23.40	25.95	47.36	25.95	F
-	-	-	-	-	-	-	-

COMPLEJO DE CAMBIO					Densidad aparente (Kg/m ³)	HUMEDAD		
CIC (cmol+/Kg)	Cationes de cambio (cmol+/Kg)					V (%)	Humedad gravimétrica (%) a	
	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺			-33 KPa	-1.500 KPa
7.6					1410	16.7	10.2	
7.5					-	21.2	12.1	
-					1500	23.7	12.3	
-					-	-	-	

III.2. Suelos de los glaciares bajos y laderas

PEDION: C-3ATEMSI, España

LOCALIZACIÓN: TIVISA, PARAJE: DARMOS

CARTOGRAFIA:

Coordenadas: X=306799; Y=4552205

TELEDETECCIÓN: Aérea blanco y negro, 1:18.000 vuelo nº 10146, -74, pasada 09 identificación 1815, localización en el fotograma X= 115 Y= 102

Descrito por: ANGELA-D. BOSCH SERRA, 03-Nov-86. Estudio para puesta en riego. SINEDARES-Catalunya.

GEOMORFOLOGÍA: Escala de observación varios hectómetros; forma del relieve, ladera convexa; modificaciones de la forma, abancalamientos; dinámica de la forma, erosión hídrica débil; longitud de la pendiente, 400 m., compleja; perfil situado en un área rectilínea en el tercio inferior de la forma; con una pendiente general del 15%, local del 1% y orientación S.

PEDREGOSIDAD SUPERFICIAL Y AFLORAMIENTOS ROCOSOS: No pedregoso. Sin afloramientos rocosos.

MATERIAL ORIGINAL: Materiales detríticos terrígenos. **VEGETACIÓN:** Cultivo.

USOS DEL TERRITORIO: Almendro (*Prunus amygdalus*, L.), abandonado.

TECNOLOGÍA DE SUELOS: Secano sin drenaje.

CLASIFICACIÓN (S.S.S., 1975): XEROCHREPT CALCIXERÓLICO.

00 - 12 cm Ap (SINEDARES), ligeramente húmedo; color de la matriz, en húmedo 7,5YR 6/6, naranja. Manchas, no hay. En estado de oxidación. Elementos gruesos, frecuentes, caliza, heterométricos, gravilla y grava gruesa, subredondeado-esferoidales, sin orientación definida, distribución regular. Franco-arenoso muy fino. Estructura débil, en bloques subangulares, fina. Poco compacto, muy friable. Materia orgánica poca, no directamente observable. Actividad de la fauna, galerías rellenas, frecuentes. Sistema radicular normal; raíces de diámetro menor de 10 mm, frecuentes, de muy finas a gruesas, verticales, de distribución regular, vivas y muertas. Acumulaciones inexistentes. Límite abrupto por laboreo, plano. Ochrico.

12 – 71cm Bw₁ (SINEDARES), húmedo, color de la matriz, en húmedo 7,5YR 4/6, pardo. Manchas, no hay. En estado de oxidación. Elementos gruesos, pocos; fragmentos de costra caliza, heterométricos, gravilla y grava media, subredondeado-esferoidales, sin orientación definida, distribución regular. Franco-arenoso muy fino. Estructura moderada, en bloques subangulares, fina. Compacto, muy friable. Actividad de la fauna, galerías rellenas, abundantes. Actividad de la flora, micelios de hongos, pocos. Raíces de diámetro menor de 10 mm frecuentes, finas y muy finas, verticales, de distribución regular, vivas y muertas. Acumulaciones, inexistentes. Límite neto, plano. Cámbico.

71 – 97 cm Bwkn₂ (SINEDARES), ligeramente húmedo; color de la matriz, en húmedo 7,5YR 4/5. Manchas, no hay. En estado de oxidación. Elementos gruesos, muy pocos; fragmentos de costra caliza, homométricos, grava media, subangular-esferoidales, sin orientación definida, distribución regular, y fragmentos de costra caliza, heterométricos, gravilla y grava media, subangular-esferoidales, sin orientación definida, distribución regular. Franco-arenoso muy fino. Estructura primaria muy débil. En bloques subangulares, mediana. Estructura secundaria moderada, en formas debidas a la actividad de la fauna. Muy compacto, friable. Actividad de la fauna, galerías rellenas, abundantes. Raíces de diámetro menor de 10mm pocas, finas y muy finas, verticales, de distribución regular, vivas y muertas. Acumulaciones, pocas, pseudomicelios de

carbonatos y acumulaciones pocas de nódulos carbonatos de tamaño medio, duras. Límite neto, plano. Cámbico.

97 – 154/+ cm Bwkn₃ (SINEDARES), seco, color de la matriz, en húmedo 7,5YR 5/6, pardo brillante; color de la matriz, en seco 7,5YR 8/6, naranja amarillo claro. Manchas, no hay. En estado de oxidación. Elementos gruesos, no hay. Franco. Estructura muy fuerte, en formas debidas a la actividad de la fauna. Muy compacto, ligeramente duro. Actividad de la fauna, coprolitos, muy abundantes. Raíces de diámetro menor de 10 mm, muy pocas, finas y muy finas, verticales, de distribución regular, vivas y muertas. Acumulaciones, frecuentes, pisolitos de carbonatos, de tamaño fino y acumulaciones frecuentes, nódulos de carbonatos, de tamaño medio, duras. Cálculo.

PERFIL núm.: C-3ATEMSI

Referencia	Horizonte genético	Profundidad (cm)	pH H ₂ O 1:2,5	CE 1:5 (dS/m a 25°C)	Materia orgánica (%)	Caliza (%)	
						CaCO ₃ eq (%)	Caliza activa (%)
C-3/1	Ap	00-12	8.6	0.07	0.96	42.2	9.3
C-3/2	Bw ₁	12-71	8.8	0.07	-	39.3	9.4
C-3/3	Bwkn ₂	71-97	8.6	0.10	-	34.5	10.6
C-3/4	Bwkn ₃	97-154	8.3	0.12	-	39.0	-

FERTILIDAD		GRANULOMETRIA (%)										Clase textural USDA
P Olsen (mg/Kg)	K AcONH ₄ (mg/Kg)	Arena (φ en mm)						Limo (φ en mm)			Arcilla φ<0,002 mm	
		2,00 1,00	1,00 0,50	0,50 0,25	0,25 0,1	0,10 0,05	Total 2,00 0,05	0,05 0,02	0,020 0,002	Total 0,050 0,002		
16	112	3.67	2.14	3.06	9.29	38.30	56.46	14.91	12.81	27.72	12.02	F-Ar
-	-	2.45	2.25	2.04	17.67	37.69	62.10	12.05	13.43	25.48	11.89	F-Ar
-	-	1.43	2.15	3.58	11.16	37.67	55.99	14.53	13.63	28.16	16.15	F-Ar
-	-	1.13	1.02	1.43	9.13	34.26	46.97	12.72	18.70	31.42	20.95	F

COMPLEJO DE CAMBIO					HUMEDAD		
CIC (cmol+/Kg)	Cationes de cambio (cmol+/Kg)				V (%)	Humedad gravimétrica (%) a	
	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺		-33 KPa	-1.500 KPa
5.8	4.55	0.80	0.16	0.29	100	12.9	9.6
5.4	4.34	0.79	0.15	0.12	100	13.1	9.0
6.0	4.72	0.96	0.20	0.12	100	19.3	13.9
7.8	-	-	-	-	-	23.6	18.5

PEDION: C-31

LOCALIZACIÓN: GARCIA

CARTOGRAFIA:

Coordenadas: X=305411 ; Y=4555832

TELEDETECCIÓN: Aérea blanco y negro, 1:18.000 vuelo nº 10146, -74, pasada 10 identificación 2833, localización en el fotograma X= 147 Y= 134

Descrito por: ANGELA-D. BOSCH SERRA, 06-Nov-86. Estudio para puesta en riego. BTR-SINEDARES-Catalunya.

GEOMORFOLOGÍA: Escala de observación varios hectómetros; forma del relieve, ladera rectilínea; modificaciones de la forma, abancalamientos; dinámica de la forma, erosión hídrica moderada; longitud de la pendiente, 300 m., simple; perfil situado en un área rectilínea en la mitad de la forma; con una pendiente general del 5%, local del 2% y orientación N.

PEDREGOSIDAD SUPERFICIAL Y AFLORAMIENTOS ROCOSOS: Ligeramente pedregoso. Fragmentos de caliza.

MATERIAL ORIGINAL: Materiales detríticos terrígenos. **VEGETACIÓN:** Cultivo.

USOS DEL TERRITORIO: Viñedo vino (*Vitis sp.*), subexplotado.

TECNOLOGÍA DE SUELOS: Secano sin drenaje.

CLASIFICACIÓN (S.S.S., 1975): XEROCHREPT CALCIXERÓLICO.

00 – 15/25 cm Ap (SINEDARES), ligeramente húmedo; color de la matriz, en húmedo 10 YR 1/6, pardo. Manchas, no hay. En estado de oxidación. Elementos gruesos, muy frecuentes, caliza, heterométricos, de gravilla a cantos, subredondeado-esferoidales, sin orientación definida, distribución regular, y caliza, heterométricos, de gravilla a cantos, subangular-esferoidales, sin orientación definida, distribución regular. Franco-arcillo-arenoso. Estructura muy débil, en bloques subangulares, muy fina. Friable. Materia orgánica poca, no directamente observable. Actividad de la fauna, no aparente. Sistema radicular limitado por capa de gravas; raíces de diámetro menor de 10 mm, pocas, de muy finas a medianas, sin orientación, de distribución regular, vivas; raíces de diámetro mayor de 10 mm no hay. Pruebas de campo, en la matriz, reacción al HCl (11%) respuesta alta. Límite abrupto por laboreo. Ochrico.

15/25 – 75/+ cm Ck (SINEDARES) Manchas, no hay. En estado de oxidación. Elementos gruesos, muy abundantes, caliza, heterométricos, de gravilla a bloques, subredondeado-esferoidales, sin orientación definida, distribución regular, y caliza, heterométricos, de gravilla a bloques, subangular-esferoidales, sin orientación definida, distribución regular. Franco-arenoso. Sin estructura por la abundancia de elementos gruesos. Actividad de la fauna, no aparente. Raíces de diámetro mayor de 10 mm no hay. Pruebas de campo, en la matriz, reacción al HCl (11%) respuesta alta. Acumulaciones, generalizadas, cemento geopetal de carbonatos, blandas. Cálculo.

PERFIL núm.: C-31

Referencia	Horizonte genético	Profundidad (cm)	pH H ₂ O 1:2,5	CE 1:5 (dS/m a 25°C)	Materia orgánica (%)	N (%)	C/N	CaCO ₃ eq (%)	Caliza activa (%)
C-31/1	Ap	00-15	8.8	0.06	0.98	0.068	8.38	37.1	-

FERTILIDAD		GRANULOMETRIA (%)										Clase textural USDA
P Olsen (mg/Kg)	K AcONH ₄ (mg/Kg)	Arena (φ en mm)						Limo (φ en mm)			Arcilla φ<0,002 mm	
		2,00 1,00	1,00 0,50	0,50 0,25	0,25 0,1	0,10 0,05	Total 2,00 0,05	0,05 0,02	0,020 0,002	Total 0,050 0,002		
4	104											

III.3. Suelos de los fondos

PEDION: C-33

LOCALIZACIÓN: GARCIA Paraje: GANADILLAS

CARTOGRAFIA:

Coordenadas: X=306806; Y=4554221

TELEDETECCIÓN: Aérea blanco y negro, 1:18.000, vuelo nº 10146, -74, pasada 10, identificación 2834, localización en el fotograma X = 111 Y = 075.

Descrito por: ANGELA-D. BOSCH SERRA, 06-nov-86. Estudio para puesta en riego. BTR SINEDARES-Catalunya

GEOMORFOLOGÍA: Escala de observación, varios hectómetros; forma del relieve, fondo; modificaciones de la forma, abancalamientos; dinámica de la forma, llanura aluvial débil; longitud de la pendiente, 300 m., simple; perfil situado en un área rectilínea, en el tercio inferior de la forma; con una pendiente general del 1% y local del 1% y orientación NE.

PEDREGOSIDAD SUPERFICIAL Y AFLORAMIENTOS ROCOSOS: No pedregoso.

MATERIAL ORIGINAL: Materiales detríticos terrígenos. **VEGETACIÓN:** cultivo.

USOS DEL TERRITORIO: Viñedo vino (*Vitis sp.*), bien explotado

TECNOLOGÍA DE SUELOS: Regadío.

CLASIFICACIÓN (S.S.S., 1975): XEROFLUVENT TIPICO.

00 – 25 cm Ap (SINEDARES), húmedo; color de la matriz, en húmedo 10YR 4/4, pardo. Manchas, no hay. En estado de oxidación. Elementos gruesos, no hay. Franco. Estructura muy débil, en bloques subangulares, mediana. Compacto, friable. Materia orgánica poca, no directamente observable. Actividad de la fauna, galerías, pocas. Sistema radicular normal; raíces de diámetro menor de 10 mm, pocas, finas y medianas, sin orientación, de distribución regular, vivas y muertas, raíces de diámetro mayor de 10 mm, no hay. Pruebas de campo, en la matriz, con HCl (11%) respuesta alta. Límite abrupto por laboreo, plano. Ochrico.

25 – 57 cm Bw (SINEDARES), húmedo; color de la matriz, en húmedo 10YR 4/4, pardo. Manchas no hay. En estado de oxidación. Elementos gruesos, no hay. Franco. Estructura muy débil en bloques subangulares, mediana. Compacto, friable. Materia orgánica muy poca, no directamente observable. Actividad de la fauna, galerías, pocas. Raíces de diámetro menor de 10 mm pocas, de finas y medianas, sin orientación, de distribución regular, vivas y muertas; raíces de diámetro mayor de 10 mm no hay. Pruebas de campo, en la matriz, con HCl (11%) respuesta alta. Límite neto, plano.

57 – 90 cm 2Ab (SINEDARES), húmedo; color de la matriz 7.5YR 3/4, pardo oscuro. Manchas, no hay. En estado de oxidación. Elementos gruesos, no hay. Franco. Estructura secundaria fuerte, en formas debidas a la actividad de la fauna. Compacto, friable. Materia orgánica poca, no directamente observable. Actividad de la fauna, galerías rellenas, abundantes. Raíces de diámetro menor de 10 mm pocas, finas y medianas; raíces de diámetro mayor de 10 mm no hay. Pruebas de campo, en la matriz, con HCl (11%) respuesta alta. Límite neto, plano.

90 – 120/+ 3C (SINEDARES), húmedo. Manchas, no hay. En estado de oxidación. Elementos gruesos, muy frecuentes; caliza, heterométricos, gravilla y grava gruesa, subredondeado-esferoidales, con orientación horizontal. Arenoso. Materia orgánica poca, no directamente observable. Pruebas de campo, en la matriz, con HCl (11%) respuesta alta.

PERFIL núm.: C-33

Referencia	Horizonte genético	Profundidad (cm)	pH H ₂ O 1:2,5	CE 1:5 (dS/m a 25°C)	Materia orgánica (%)	Caliza (%)		Yeso (%)
						CaCO ₃ eq	Activa	
C-33/1	Ap	00-25	8.7	0.09	1.05	32.1		
C-33/2	Bw	25-57	8.7	0.10	0.89	31.1		
C-33/3	2Ab	57-90	8.4	0.15	1.09	24.2		

FERTILIDAD		GRANULOMETRIA (%)					Clase textural USDA
P Olsen (ppm)	K AcONH ₄ (ppm)	Arena (φ en mm)			Limo (φ en mm)	Arcilla φ<0,002 mm	
		2,00	0,5-0,05	Total	Total		
6	206	1.12	36.44	37.56	44.97	17.47	F
-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	18.60	47.65	66.25	20.79	12.96	F Ar

COMPLEJO DE CAMBIO					HUMEDAD			Densidad aparente (kg/m ³)	
CIC (cmol+/Kg)	Cationes de cambio (cmol+/Kg)				V (%)	Humedad gravimétrica (%) a			Agua dispon. (mm)
	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺		-33 KPa	-1.500 KPa		
						17.6			
						-			
						16.1			

III.4. Suelos rojos de laderas y fondos: paleosuelos exhumados

PEDION: C-10 ROJA. España.

LOCALIZACIÓN: TIVISA. Paraje: ALTARROSES

CARTOGRAFIA:

Coordenadas: X=306803; Y=4550973

TELEDETECCIÓN: Aérea blanco y negro, 1:18.000, vuelo nº 10146, -74, pasada 09, identificación 1815, localización en el fotograma X= 114 Y= 036

Descrito por: ANGELA BOSCH SERRA, 04-Nov-86; BTR SINEDARES-Catalunya.

GEOMORFOLOGÍA: Escala de observación, varios hectómetros, forma del relieve, ladera; dinámica de la forma, erosión hídrica; longitud de la pendiente 150 m., simple; perfil situado en un área rectilínea en la mitad superior de la forma; con una Pendiente general del 8%, local del 4% y orientación S.

PEDREGOSIDAD SUPERFICIAL Y AFLORAMIENTOS ROCOSOS: No pedregoso. Sin afloramientos rocosos.

MATERIAL ORIGINAL: Margas rojas (Paleosuelos). **VEGETACIÓN:** cultivo

USOS DEL TERRITORIO: Almendro (*Prunus amygdalus*, L.), subexplotado.

TECNOLOGÍA DE SUELOS: secano sin drenaje.

CLASIFICACIÓN (S.S.S., 1975): XEROCHREPT VERTICO.

00 – 26 cm Ap (SINEDARES), ligeramente húmedo; color de la matriz; en húmedo 5YR 5/8, pardo rojizo brillante. Manchas, no hay. En estado de oxidación. Elementos gruesos, pocos; fragmentos de costra caliza, heterométricos, gravilla y grava gruesa, subredondeado-tabulares, sin orientación definida, distribución regular. Franco-arcilloso. Estructura débil, granular compuesta, mediana. Poco compacto, muy friable. Materia orgánica muy poca, no directamente observable. Actividad de la fauna, no aparentee. Actividad humana, carbón vegetal. Sistema radicular normal; raíces de diámetro menor de 10 mm, muy pocas, finas y muy finas, sin orientación, de distribución regular, vivas y muertas. Pruebas de campo, en la matriz, con HCl (11%) respuesta alta.

26 – 53 cm Bwkn₁ (SINEDARES), ligeramente húmedo; color de la matriz; en húmedo 5YR 5/8, pardo rojizo brillante. Manchas, escasas, muy pequeñas, de límite abrupto, redondeadas, de óxido-reducción, asociadas a las caras de los elementos de estructura, color en húmedo 7,5 YR 2/0, color en seco 5Y 7/3, amarillo claro. En estado de oxidación. Elementos gruesos, no hay. Franco-arcilloso-limoso. Estructura moderada, en bloques subangulares, fina. Compacto, friable. Materia orgánica muy poca, no directamente observable. Actividad de la fauna, no aparentee. Sistema radicular normal; raíces de diámetro menor de 10 mm, pocas, finas y muy finas, sin orientación, de distribución regular, vivas y muertas. Pruebas de campo, en la matriz, reacción HCL (11%) respuesta alta. Cutanes de presión, poco numerosos, sociados a las caras de los elementos de estructura. Acumulaciones, frecuentes, nódulos friables (amas), de carbonatos, de tamaño fino. Límite gradual, plano.

53 – 107 cm Bwkn₂ (SINEDARES), ligeramente húmedo; color de la matriz, en húmedo 5YR 5/8, pardo rojizo brillante. Manchas, frecuentes, de extremadamente pequeñas a pequeñas, de límite abrupto, redondeadas, asociadas a las caras de los elementos de estructura, color en húmedo 7,5 YR 2/0 y manchas frecuentes grandes, de límite neto, irregulares, de reducción; asociadas a las caras de los elementos de estructura, a los poros y a las raíces, color en húmedo 5 y 7/3, amarillo claro. En estado de oxidación. Elementos gruesos, no hay. Franco-arcillo-limoso. Estructura moderada, en bloques subangulares, fina. Muy compacto, friable. Materia orgánica muy poca, no directamente observable. Actividad de la fauna, no aparentee. Sistema radicular normal; raíces de diámetro menor de 10 mm, pocas, finas y muy finas, sin orientación, de

distribución regular, vivas y muertas, raíces de diámetro mayor de 10 mm horizontales, muertas. Pruebas de campo, en la matriz, con HCl (11%) respuesta alta. Cutanes de presión, frecuentes, asociados a las caras de los elementos de estructura, slicken-sides. Límite gradual, plano.

107 – 130/+ cm Bwkn₃ (SINEDARES), ligeramente húmedo, color de la matriz, en húmedo 5YR 5/8, pardo rojizo brillante; color del interior de los agregados, en húmedo 2,5YR 4/8, pardo rojizo. Manchas, frecuentes, de extremadamente pequeñas a medianas, de límite abrupto, redondeadas, de oxidación, asociadas a las caras de los elementos de estructura, color en húmedo 7,5YR 2/0 y manchas frecuentes grandes, de límite neto, irregulares, de reducción, asociadas a las caras de los elementos de estructura, a los poros y a las raíces, color en húmedo 5Y 7/3, amarillo claro. En estado de oxidación. Elementos gruesos, no hay. Franco. Estructura muy fuerte, en bloques subangulares, fina. Muy compacto, friable. Materia orgánica muy poca, no directamente observable. Actividad de la fauna, no aparentee. Sistema radicular normal; raíces de diámetro menor de 10 mm, muy pocas, finas y muy finas, sin orientación, tapizando las caras de los agregados, vivas y muertas, raíces de diámetro mayor de 10 mm, no hay. Pruebas de campo, en la matriz, con HCl (11%) respuesta alta. Cutanes de presión, abundantes, asociados a las caras de los elementos de estructura. Acumulaciones, frecuentes, nódulos de carbonatos, de tamaño fino.

PERFIL núm.: C-10 ROJA

Referencia	Horizonte genético	Profundidad (cm)	pH H ₂ O 1:2,5	CE 1:5 (dS/m a 25°C)	Materia orgánica (%)	CaCO ₃ eq (%)	Caliza activa (%)
C-10/1	Ap	00-26	8.9	0.08	0.89	53.2	14.5
C-10/2	Bwkn ₁	26-53	8.8	0.09	-	53.3	15.1
C-10/3	Bwkn ₂	53-107	8.8	0.09	-	52.6	12.9
C-10/4	Bwkn ₃	107-130	8.5	0.14	-	48.3	-

FERTILIDAD		GRANULOMETRIA (%)										Clase textural USDA
P Olsen (mg/Kg)	K AcONH ₄ (mg/Kg)	Arena (φ en mm)						Limo (φ en mm)			Arcilla φ <0,002 mm	
		2,00 1,00	1,00 0,50	0,50 0,25	0,25 0,1	0,10 0,05	Total 2,00 0,05	0,05 0,02	0,020 0,002	Total 0,050 0,002		
8	189	2.50	2.71	4.17	10.22	9.81	29.41	8.14	34.82	42.96	27.53	F Ac
-	-	0.53	0.53	1.26	4.32	5.48	12.12	8.54	41.05	49.59	37.42	F Ac L
-	-	0.64	0.53	0.85	5.97	7.04	15.03	12.79	28.85	41.64	39.65	F Ac L
-	-	0.31	5.62	6.90	12.73	19.10	44.66	11.14	32.99	44.13	11.07	F

COMPLEJO DE CAMBIO						HUMEDAD			Densidad aparente (kg/m ³)
CIC (cmol+/kg)	Cationes de cambio (cmol+/kg)				V (%)	Humedad gravimétrica (%) a		Agua dispon. (mm)	
	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺		-33 KPa	-1.500 KPa		
14.5	11.68	2.19	0.15	0.48	100	21.0	14.5	-	1590
19.2	-	-	-	-	-	24.9	17.0	-	-
17.8	10.80	6.17	0.33	0.50	100	25.9	17.9	-	1700
-	-	-	-	-	-	26.6	17.8	-	-

Àrea IV
TERRES DE L'EBRE

5. TERRES DE L'EBRE

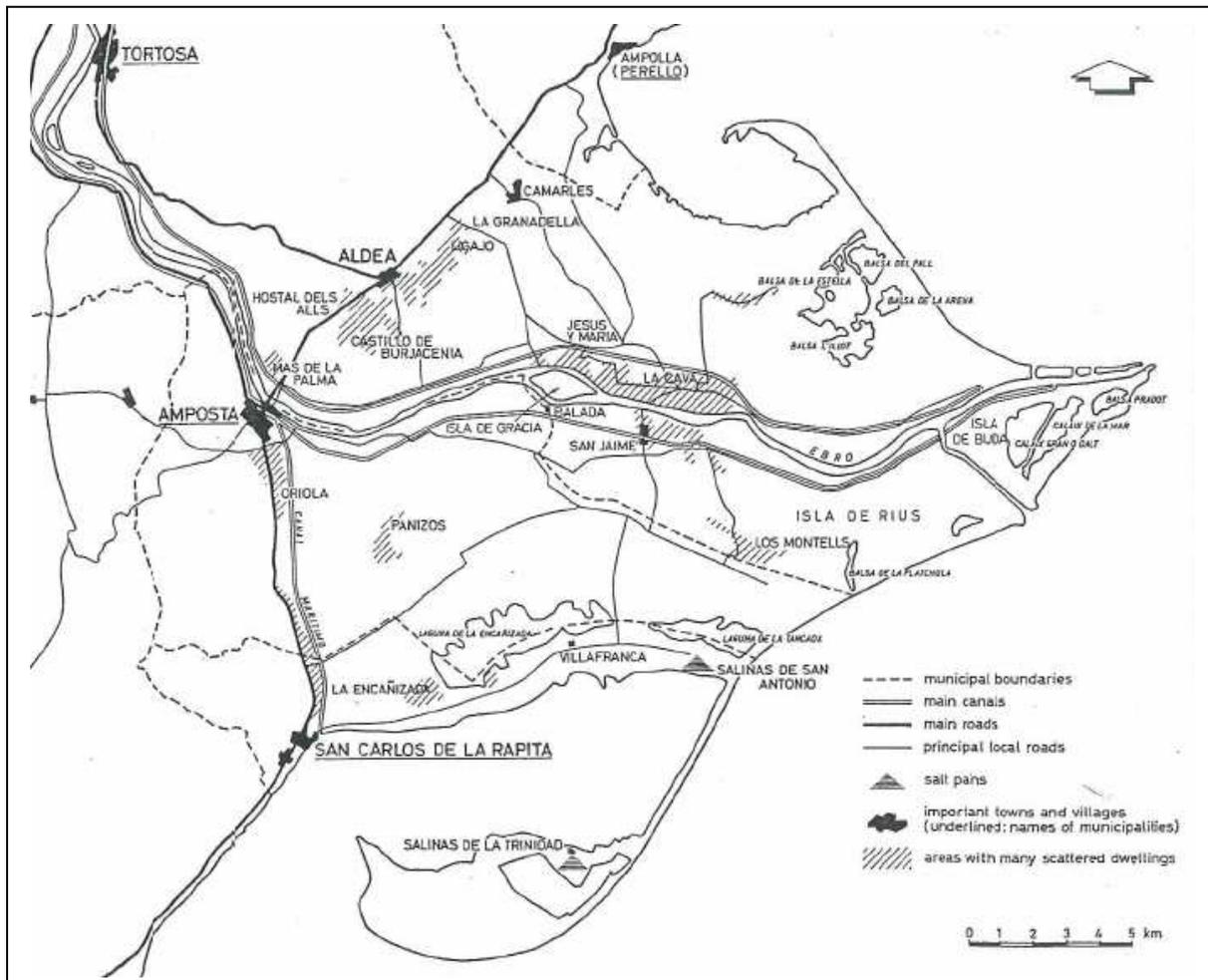
5.1. INTRODUCCIÓN

El Área IV visitada y aquí denominada Terres de l'Ebre es una parte de las comarcas del Baix Ebre y el Montsià. Por razones conceptuales se ha subdividido el Área en dos partes:

- La zona de la plataforma continental, donde se visitan la bajada asociada al macizo del Cardó así como la terraza del Ebro (sector Aldea-Camarles), así como las canteras de Campredó (Venta del Ranchero) conocidos desde hace mucho por los estudiosos de las Ciencias de la Tierra y donde es posible observar la complejidad de los procesos edafogenéticos del Cuaternario en la región.

- La zona del Delta del Ebro, donde el recorrido se centra en algunas singularidades edáficas (Histosol) y en un recorrido en la zona norte de dicho delta, a través del cual se ilustran como se relacionan algunas propiedades de los suelos (textura, drenaje, salinidad) con la geomorfología.

5.2.LOCALIZACIÓN



5.3. CLIMATOLOGÍA

La climatología de la zona se obtiene a partir del observatorio de Roquetes, cerca de Tortosa, a partir de los datos de Chico, C. et al (1990) ⁽¹⁾.

El clima es de tipo mediterráneo que se caracteriza por la sequía estival y los fuertes vientos.

Cuadro 5.1- Precipitación (mm) del observatorio de Roquetes

MES	MEDIA	CV
ENERO	32.6	93.6
FEBRERO	34.0	91.8
MARZO	32.7	112.5
ABRIL	46.2	114.3
MAYO	60.7	66.7
JUNIO	40.6	110.1
JULIO	14.8	110.8
AGOSTO	34.6	86.7
SEPTIEMBRE	71.9	106.4
OCTUBRE	93.0	97.1
NOVIEMBRE	58.7	107.7
DICIEMBRE	45.8	121.0
AÑO	565.6	33.4

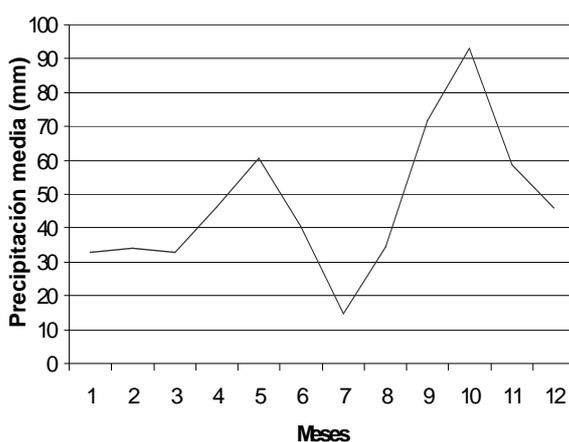


Fig. 1- Precipitación mensual (mm) del año medio.

⁽¹⁾ Chico, C.; Rúbies, C.; Boixadera, J. (1990): "Mapa de sòls detallat (1:25 000) dels Valentins (Montsià)" (Ed. Draft). Servei d'Agricultura. Secció de sòls i fertilitzants. Lleida-Barcelona

Cuadro 5.2- Temperatura (°C) del observatorio de Roquetes.

MES	tmm	Tm	TMM
ENERO	5.5	9.6	15.6
FEBRERO	6.3	10.7	16.1
MARZO	7.5	12.5	18.4
ABRIL	9.9	14.7	20.7
MAYO	12.8	17.9	23.7
JUNIO	16.6	21.9	27.6
JULIO	19.5	24.9	30.7
AGOSTO	19.7	24.7	30.4
SEPTIEMBRE	17.0	22.0	28.0
OCTUBRE	13.0	17.7	23.3
NOVIEMBRE	8.8	13.0	18.2
DICIEMBRE	6.3	10.1	14.8
AÑO	11.9	16.6	22.3

tmm-temperatura media de las mínimas (en °C).

Tm-temperatura media (en °C).

TMM-temperatura media de las máximas (en °C).

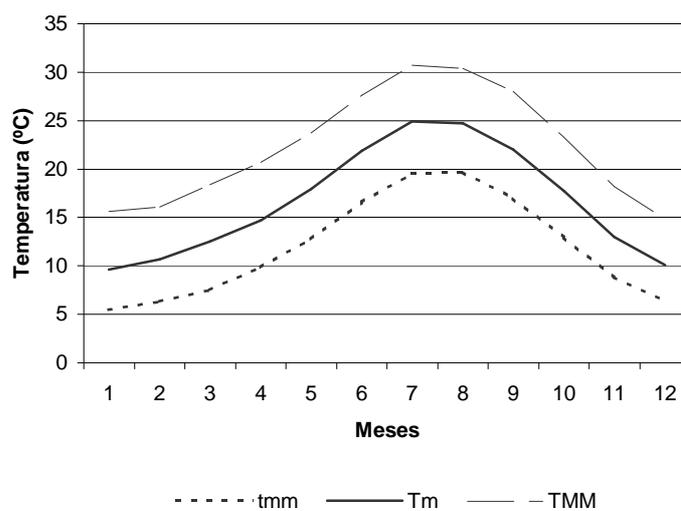


Fig. 2- Temperaturas (°C) medias mensuales del observatorio de Roquetes.

5.4. PLATAFORMA CONTINENTAL

5.4.1. Geología del sector Aldea-Camarles ⁽²⁾

5.4.1.1. Marco geológico

El área de estudio forma parte de la Sierra Litoral o Sistema Mediterráneo. Se trata de una cordillera de plegamiento alpino de dirección SW-NE. A causa de la etapa distensiva que siguió la formación de la cordillera, ésta se encuentra actualmente compartimentada en bloques relativamente levantados y hundidos, delimitados por fracturas longitudinales (SW-NE) y transversales (NW-SE). Los bloques levantados forman macizos montañosos con materiales predominantemente mesozoicos carbonáticos, en este sector del Sistema. Los bloques hundidos son fosas que se rellenaron en el neógeno.

La fosa del Baix Ebre es una de ellas. Al NW está el macizo de Cardó, de donde provienen los materiales sedimentarios que la han llenado durante el neógeno y parte del Cuaternario. Al SE la cordillera queda hundida debajo el mar.

5.4.1.2. Litología

Los materiales más antiguos se encuentran en el macizo montañosos. Son rocas carbonáticas del cretácico inferior afectadas por el plegamiento alpino: rocas calizas, margas y dolomías.

Hay pocos afloramientos de rocas terciarias debido a que en esta zona la sedimentación ha continuado, por lo menos, hasta el Pleistoceno. La superficie aflorante no sobrepasa 1 km². Maldonado y Riba (1972) describen una secuencia paleógena y otra pliocena. La primera consta de calizas terrígenas y brechas monogénicas calizas con nódulos pisolíticos y niveles encostrados, arcillas limosas y calizas margosas con una potencia total de 40 m en discordancia angular con los materiales cretácicos. La serie neógena es pliocena y está constituida por conglomerados poligénicos de matriz arenosa, arenas y limolitas calizas en la base; margas, arcillas y areniscas marcando un máximo transgresivo, y encima calizas lacustres, travertinos y margas.

⁽²⁾ Fuente: Roca, J. en: Rúbies, C., Chico, C., Boixadera, J. (1990): "Mapa de sòls detallat (E: 1/25 000) de l'àrea regable d'Aldea-Camarles (Baix Ebre)"(Ed. Draft.). Servei d'Agricultura. Secció de sòls i fertilitzants. Lleida-Barcelona.

Los materiales cuaternarios dependen del ambiente sedimentario, variable debido a la presencia de un macizo calcáreo por un lado, y de la proximidad del mar y del Ebro por el otro. Se distinguen tres ambientes sedimentarios:

- el continental de pie de monte. El arrastre de material desde el macizo de Cardó ha originado la formación que cubre la mayor parte del área de estudio, aunque actualmente ya no es funcional. Básicamente, consiste en gravas monogénicas calcáreas, dada la proximidad del frente montañoso. Depositadas en conos de deyección, presentan el típico granodecrecimiento hacia la parte distal. En ellos se encuentran diversos niveles encostrados, uno de ellos en superficie.

Los materiales sedimentarios más recientes corresponden a los dos otros ambientes sedimentarios: el fluvial de llanura de inundación y el deltaico. Proviene de la cuenca del Ebro y están compuestos por arenas, limos y en el caso de los fluviales, gravas poligénicas. Las diferencias de medida de grano dependen de las condiciones hidrodinámicas en el momento de la sedimentación.

- Los sedimentos fluviales se encuentran tanto en la llanura de inundación actual del Ebro como formando terrazas. Las terrazas de los barrancos que bajan del macizo de Cardó y que disectan los materiales de pie de monte contienen materiales lógicamente diferentes que los del Ebro, dada la diferencia de área fuente, de longitud de transporte y de régimen fluvial.
- Los sedimentos deltaicos se encuentran muy escasamente representados en el área de estudio y son de edad actual ya que el desarrollo del delta del Ebro ha tenido lugar íntegramente en tiempos históricos.

5.4.1.3. Geomorfología

Los condicionantes generales de la evolución geomorfológica de esta zona han quedado esbozados en los apartados anteriores. Se trata de una depresión longitudinal dentro de una cordillera, originada en los movimientos distensivos posteriores a la orogenia alpina, con la particularidad de que ha quedado al lado del mar y cerca de la desembocadura de un gran río. La depresión fue rellenada por conos de deyección a partir del frente montañoso del macizo de Cardó originándose la forma que se llama bajada. La red de drenaje en esta bajada se encuentra actualmente incidida. Independientemente, la incisión del Ebro a

través del Sistema Mediterráneo capturó el drenaje de la Depresión del Ebro con el aporte de sedimentos procedentes de una cuenca de muchos miles de kilómetros cuadrados rodeada de cordilleras alpinas importantes. La dinámica fluvial, cambiando con el tiempo, ha originado las terrazas y la llanura de inundación, y su interacción con la dinámica marina el delta, cuya parte emergida es la llanura deltaica.

Estos son los hechos tal como se pueden deducir de la actual disposición de los materiales, si bien las causas no se conocen o pertenecen a una discusión geomorfológica especializada: ascenso-descenso del nivel del mar, cambios climáticos, deforestación de la cuenca del Ebro, etc.

De acuerdo con lo que se ha expuesto hasta ahora, se puede dividir la zona en unidades diferenciadas según sus características geomorfológicas. Consideramos en primer lugar los afloramientos de rocas sedimentarias mesozoicas y terciarias, que forman parte del macizo de Cardó o que se encuentran emergiendo de los sedimentos más recientes.

Otra unidad es la bajada que ocupa la mayor parte del área de estudio ya que prácticamente coincide con la superficie que se quiere regar, a pesar de que esta forma se originó por sedimentación, las condiciones actuales son erosivas como lo muestra la incisión de la red de drenaje que la surca. En esta unidad se pueden incluir las terrazas ya que cumplen las mismas condiciones: sedimentos cuaternarios en régimen erosivo.

La tercera unidad a tener en cuenta queda constituida por los sedimentos actuales y subactuales: llanura de inundación, material en tránsito por los fondos de las ramblas, conos de deyección actuales y llanura deltaica. Para este grupo habrá de considerarse además la posibilidad de inundaciones, ausente en las otras dos unidades.

a. Macizo montañoso

Es una unidad de relieve importante y pendientes fuertes, delimitada de las otras mediante una ruptura de pendiente y por el cambio litológico correspondiente. No forma del todo un frente continuo sino que, además de los entrantes y salientes correspondientes a los valles principales, hay fragmentos aislados. La dinámica de las vertientes es la que se puede esperar de la montaña caliza mediterránea, con formas enérgicas ya que el relieve ha sido originado por el juego de las fracturas.

Persiste la red de drenaje formada por valles secos de perfil transversal en V, funcionales sólo en el caso de lluvia intensa y prolongada. No se descarta la dinámica kárstica.

b. Sedimentos antiguos disectados

Una bajada es una superficie poco inclinada (menos de 5°) con un perfil longitudinal cóncavo y un perfil transversal ondulado, formada por la coalescencia de conos de deyección. La red de drenaje está formada también por la adición de los canales de los conos de deyección. Aquí se trata pero de una forma fósil, es decir, que ha dejado de ser funcional como tal bajada. La costra superficial (horizonte petrocálcico) actúa como nivel resistente a la erosión, pero, aún así, la bajada se encuentra incidida por una red densa de barrancos con paredes muy inclinadas en general.

Algunos de estos barrancos son la continuación de la red de drenaje del macizo montañoso, y en este aspecto son funcionales pero solo como emisarios de la cuenca de drenaje del macizo. No hay cuencas de drenaje en la bajada. El resto de las incisiones, las que comienzan y acaban en la propia forma, no son activas y sus fondos planos se encuentran cultivados.

En algunas zonas de la bajada las formas erosivas no se limitan a las incisiones lineales sino que además se encuentran banquetas causadas por la presencia de algún cuerpo estratiforme relativamente competente.

En terminos generales, la superficie está más fuertemente disectada hacia el este, a medida que aumenta la distancia al Ebro. En este sentido es notable la existencia de un escarpe que separa la bajada de la llanura deltaica a partir del barranco de Camarles y hacia el Este.

La incisión no ha sido uniforme como lo demuestra la presencia de terrazas en algunos barrancos. Dentro del área de estudio se encuentran dos niveles de terraza, tanto del Ebro como a los barrancos.

c. Sedimentos actuales y subactuales

Dentro de esta categoría se incluye la llanura de inundación, los sedimentos del fondo de algunos barrancos, los conos de deyección recientes y los acarreos de pie de monte.

En las llanuras de inundación la textura del sedimento depende del lugar de sedimentación en la última avenida, pudiendo ir desde gravas y arenas del canal, arenas finas de “levée”, a limos y arcillas de inundación.

El material del fondo de los barrancos consiste esencialmente en piedras en tránsito que les da las características de rambla mediterránea. Al final de la incisión eventualmente se encuentran conos de deyección actuales, a una escala muy menor que los antiguos.

Los acarreos de pie de monte recientes forman algunas rampas adyacentes a los afloramientos rocosos, con pendientes intermedias entre las propias de la montaña y las de las superficies de sedimentación.

5.4.2. Relaciones unidades de relieve-tipos de suelos en el sector Aldea-Camarles ⁽³⁾

UNIDADES DE PAISAJE	SUBUNIDADES	TIPOS DE SUELOS Soil Taxonomy (SSS, 1990)	
		PRINCIPALES	CUANTIFICACIÓN RELATIVA
Suelos de la montaña (desarrollados sobre areniscas, caliza, lutitas y sus coluviones, en el macizo montañoso)		Paleorthid típico Xerochrept petrocálcico Xerochrept calcixerólico Xerofluvent típico Torriorthent xérico Torriorthent lítico	*** *** ** * ***** *****
Suelos de la bajada (desarrollados sobre materiales detríticos terrígenos con gravas calizas)	1.- Suelos de los conos de deyección antiguos		
	1.1.- Suelos de la bajada Aldea-Camarles	Paleorthid típico Xerochrept petrocálcico Xerochrept calcixerólico Calcixeroll típico Palixeralf petrocálcico	**** ***** ** * *
	1.2.- Suelos de los barrancos	Xerochrept petrocálcico Xerochrept calcixerólico Xerofluvent mólico Xerofluvent típico	** *** *** *****
	2.- Suelos de los conos de deyección actuales-subactuales	Calcixeroll típico Xerofluvent típico Xerofluvent ácuico	*** ***** *****
Áreas ligadas a la dinámica del Ebro	Suelos de las terrazas (desarrollados en las terrazas del Ebro, sobre materiales detríticos con gravas poligénicas)	Xerochrept petrocálcico Palixeralf petrocálcico	** *****
	Suelos de la llanura aluvial (desarrollados sobre materiales detríticos aportados por el río Ebro)	Xerofluvent ácuico Fluvaquent típico	***** ***

Leyenda:

- * Muy poco abundantes
- ** Poco abundantes
- *** Moderadamente abundantes
- **** Abundantes
- ***** Muy abundantes

⁽³⁾ Fuente: Rubies, C., Chico, C., Boixadera, J. y Roca, J.: Relaciones suelo-paisaje en el Bajo Ebro: Sector Aldea-Camarles. En preparación.

5.4.3. Vegetación y usos del suelo ⁽⁴⁾

En esta parte del itinerario nos encontramos en el país de la maquia de coscoja y palmito. Las diferentes comunidades que podemos encontrar son matorrales de romero, tomillares, maquías y pinares de pino carrasco.

La maquia de coscoja y palmito (*Quercus-Lentiscetum*) es una comunidad muy deteriorada de la que no quedan mas que restos dispersos. Su estructura y composición fundamental son los siguientes:

	ESTRATO ARBUSTIVO
ALTURA	1-2 (3) m
RECUBRIMIENTO	100 %
COMPOSICIÓN	<i>Pistacia lentiscus</i> <i>Quercus coccifera</i> <i>Chamaerops humilis</i> <i>Rhamnus lycioides</i> <i>Olea europaea</i> var. <i>sylvestris</i> <i>Ceratonia siliqua</i> <i>Smilax aspera</i> <i>Rubia peregrina</i> <i>Asparagus acutifolius</i> <i>Erica multiflora</i> <i>Juniperus oxycedrus</i> ssp. <i>rufescens</i> Etc.
	ESTRATO HERBÁCEO
ALTURA	15-25 cm
RECUBRIMIENTO	10-30 %
COMPOSICIÓN	<i>Brachypodium retusum</i> <i>Carex halleriana</i> Etc.

El dominio abrumador del lentisco (*Pistacia lentiscus*), de la coscoja (*Quercus coccifera*) y del palmito (*Chamaerops humilis*) es la característica más acusada de esta maquia, y también la presencia de algunas especies ya marcadamente meridionales, como el mismo palmito y el algarrobo (*Ceratonia siliqua*). El estrato herbáceo es irrelevante si hacemos la excepción del *Brachypodium retusum*, realmente muy abundante.

Como ya se ha dicho, la maquia se encuentra fragmentada, y lo que se encuentra son penetraciones de matorral de romero y brezo. La comunidad de matorral de romero y brezo que encontramos en esta zona es *Anthyllido-Cistetum clusii*. Se trata de un matorral bajo termófilo cuya estructura y composición florística básicas se muestra en la tabla siguiente:

⁽⁴⁾ Fuente: Folch, R. *et al* (1981): "La vegetació del Països Catalans"

	ESTRATO ARBUSTIVO Y SUBARBUSTIVO
ALTURA	0.5-1 m
RECUBRIMIENTO	70-90 %
COMPOSICIÓN	<i>Rosmarinus officinalis</i> <i>Erica multiflora</i> <i>Anthyllis cytisoides</i> <i>Cistus clusii</i> <i>Globularia alypum</i> <i>Helianthemum syriacum</i> <i>Fumana laevipes</i> , <i>F. ericoides</i> , <i>F. thymifolia</i> <i>Thymus vulgaris</i> <i>Dorycnium pentaphyllum</i> <i>Ulex parviflorus</i> <i>Helianthemum marifolium</i> Etc.
	ESTRATO HERBÁCEO
ALTURA	20-50 cm
RECUBRIMIENTO	10-40 %
COMPOSICIÓN	<i>Brachypodium retusum</i> <i>Centaurea linifolia</i> <i>Avena bromoides</i> <i>Stipa offneri</i> <i>Argyrolobium linnaeanum</i> Etc.

Finalmente, los cultivos de secano de la zona son olivos, almendros y algarrobos; y los cultivos de regadío son naranjos y huertas.

5.4.4. Clasificación de los suelos de la Plataforma continental

Perfil	Soil Taxonomy		FAO		Observaciones
	Clasificación original	SSS, 1999	FAO, 1990	WRB, 1998	
AL-77	Xerochrept petrocálcico (SSS, 1975, 1990)	Calcixerept petrocálcico, franco, carbonático, térmico, superficial.	Calcisol pétrico	Calcisol epipetrocálcico	WRB: se podría usar Hiper-calcáreo (>40% CaCO ₃ eq)
TC-1	Palexeroll petrocálcico (SSS; 1998)	Palexeroll petrocálcico, esquelético, franco, carbonático, térmico.	Kastanozem cálcico	Kastanozem ortocálcico, endoesquelético, endopetrocálcico.	Faltan datos actualmente
CA-33	Calcixeroll típico (SSS, 1975, 1990)	Calcixeroll típico, esquelético franco, carbonático, térmico.	Kastanozem cálcico	Kastanozen baticálcico, endoesquelético.	Hiper-calcáreo; ídem AL-77
TC-2	Palexeralf petrocálcico (SSS, 1998)	Palexeralf petrocálcico, esquelético fino, mezclado, térmico, activo.	Luvisol cálcico	Luvisol baticálcico, batipetrocálcico, crómico, cutánico.	Limite Rhodoxeralf (Rodico, WRB)
AL-46	Palexeralf petrocálcico (SSS, 1975,1990)	Palexeralf petrocálcico, esquelético fino, mezclado, térmico, semiaactivo.	Luvisol cálcico	Luvisol endo-petrocálcico, crómico, cutánico	

5.4.5. APÉNDICE IV:
DESCRIPCIÓN DE LOS PERFILES
DE LA PLATAFORMA CONTINENTAL

IV.1. Suelos de la bajada Aldea-Camarles

IV.1.1. Petrocálcico

Pedión: AL-77

Fecha descripción: 28.09.89 **Termino municipal:** L'Aldea

Descrito por: C. Rubies, E. Ascaso, C. Chico

Cartografía

Editor : I.G.M.
Escala : 1:25.000
Hoja num. : 522-I
Zona : 31T
100 Km : CF
Coordenadas : X: 00.55 Y: 14.50
Altitud : 15 m

Teledetección

Tipo : Fotografía aérea
Propietario del vuelo : Generalitat de Catalunya
Escala : 1:22.000
Núm. de vuelo : 83040
Fecha de vuelo : Julio 1983
Pasada : 5
Núm. de fotograma : 7624
Localización en foto : X: 150 Y: 187

Temperatura y agua del suelo

Régimen de humedad del suelo : Xérico
Caract. del régimen hídrico : Sequía
Nivel freático : Inaccesible
Drenaje : Bien drenado

Geomorfología

Escala de observación : Hectométrica
Tipo de superficie : Ladera
Modificaciones de la forma : Despedregado
Dinámica de la forma : Erosión laminar
Tipo de pendiente : Simple
Longitud de la pendiente : 200 m
Morfología local : Perfil situado en una área rectilínea
Situación en la forma : En la mitad de la forma
Pendiente general : 4%
Pendiente local : 2%
Orientación : SE

Pedregosidad superficial : Moderadamente pedregoso

Afloramientos rocosos : Sin afloramientos rocosos

Material originario : Materiales detríticos terrígenos con gravas calcáreas

Vegetación : Natural eliminada

Utilización : Agrícola, almendros, subexplotado

Tecnología : Secano sin drenaje

Observaciones : Complejo de suelos. Afloramiento de petrocálcico.

Clasif. (SSS 1975, 1990): Xerochrept petrocálcico, franca, carbonática, térmica, superficial.

Descripción (NOMENCLATURA SINEDARES).

000-014 cm Ap

EST. HUMEDAD: ligeramente húmedo. COLOR: De la matriz: 7.5 YR 4/6 (húmedo). MANCHAS: No hay. EST. OXIDOREDUCCIÓN: Oxidación. ELEMENTOS GRUESOS: porcentaje total: pocos; fragmentos de costra calcárea. TEXTURA: Franco-arenosa. ESTRUCTURA: Primaria: débil; en bloques subangulares; fina. CONSISTENCIA: Poco compacta; friable. CEMENTACIONES: no cementado. MATERIA ORGÁNICA: abundante. RAÍCES: Aspecto global: limitado por horizonte cementado. ENSAYOS DE CAMPO: Respuesta al HCl (11%): muy alta. LÍMITE INFERIOR: Neto, plano. EPIPEDIÓN ÓCHRICO.

14/18-36 cm A

EST. HUMEDAD: ligeramente húmedo. COLOR: de la matriz 10 YR 4/4 (húmedo). MANCHAS: no hay. EST. OXIDOREDUCCIÓN: Oxidación. ELEMENTOS GRUESOS: porcentaje total: muy frecuentes; fragmentos de costra calcárea. TEXTURA: Franca. ESTRUCTURA: Primaria: Débil; en bloques subangulares; fina. CONSISTENCIA: Compacto; muy friable. CEMENTACIONES: no cementado. ACTIVIDAD HUMANA: Subsulado. RAÍCES: Limitado por horizonte cementado. ENSAYOS DE CAMPO: Respuesta al HCl (11%): muy alta. ACUMULACIONES: capa por encima el petrocálcico de unos 2 cm de grosor y color gris. LÍMITE INFERIOR: neto, irregular.

018-038 cm Bkm

CEMENTACIONES: Muy fuertemente cementado por carbonato cálcico. ACUMULACIONES: Masiva, de carbonatos. ENDOPEDIÓN PETROCÁLCICO.

PERFIL núm.: AL-77

Referencia	Horizonte genético	Profundidad (cm)	pH H ₂ O 1:2,5	CE 1:5 (dS/m a 25°C)	Materia orgánica (%)	Carbonato cálcico eq. (%)	Caliza activa (%)	Yeso (%)
1	Ap	0-14	8,4	0,11	3,25	51,5	15,5	
2	A	14-36	8,5	0,17	4,08	58,5	19,8	

FERTILIDAD		GRANULOMETRÍA (%)							Clase textural USDA
P Olsen (mg/Kg)	K AcONH ₄ (mg/Kg)	Arena (φ en mm)			Limo (φ en mm)			Arcilla φ <0,002 mm	
		2,00 0,50	0,50 0,05	Total 2,00 0,05	0,05 0,02	0,020 0,002	Total 0,050 0,002		
9	226	27,44	29,36	56,80	5,74	22,04	27,78	12,90	FAr
6	72	26,56	40,61	67,17	16,41	11,00	27,41	4,92	FAr

Pedión: TC-1

Emplazamiento: Camino del cementerio de Camarles a la autopista

Fecha descripción: 11.04.99 **Termino municipal:** Camarles

Descrito por: J. Boixadera, R.M. Poch, E. Acuña, J.M. Ubalde.

Cartografía

Editor : I.C.C.
Escala : 1:50.000
Zona : 31T
100 Km : CF
Coordenadas : X: 302.350 m; Y: 4.517.850 m
Altitud : 40 m

Temperatura y agua del suelo

Régimen de humedad del suelo : Xérico
Caract. del régimen hídrico : Sequía
Nivel freático : Inaccesible
Drenaje : Bien drenado
Ensayos en el agua freát. : -

Geomorfología

Escala de observación : Varios Km
Tipo de superficie : Bajada (glacis)
Modificaciones de la forma : Abancalado
Dinámica de la forma :
Intensidad de los procesos :
Tipo de pendiente :
Longitud de la pendiente :
Morfología local : Zona llana
Situación en la forma :
Pendiente general : 2%
Pendiente local : 2%
Orientación : E

Pedregosidad superficial : Pedregoso
Afloramientos rocosos : Sin afloramientos rocosos
Material originario : Gravas calcáreas de abanicos aluviales

Vegetación : Natural eliminada

Utilización : Agrícola, olivos. Extracción de áridos

Tecnología : Secano

Observaciones :

Clasif. (SSS 1998) :

Clasif. (FAO 1998) :

Descripción (NOMENCLATURA SINEDARES).**000-022 cm A1**

EST. HUMEDAD: húmedo. COLOR: De la matriz: 7.5 YR 2/4 (húmedo). De los 25 primeros cm mezclado y amasado: 7.5 YR 4/3 (seco), 7.5 YR 3/3 (húmedo). MANCHAS: No hay. EST. OXIDOREDUCCIÓN: Oxidación. ELEMENTOS GRUESOS: porcentaje total: frecuentes. Cantos subredondeados-tabulares, de litología caliza, heterométricos, sin orientación definida. TEXTURA: Franca. ESTRUCTURA: Primaria: fuerte; granular compuesta; fina. CONSISTENCIA: Compacta; friable. CEMENTACIONES: no cementado. MATERIA ORGÁNICA: abundante, no directamente observable, íntimamente unida a la materia mineral. ACTIVIDAD BIOLÓGICA: de la fauna, frecuentes galerías rellenas. RAÍCES: Frecuentes, finas. ENSAYOS DE CAMPO: Respuesta al HCl (11%): muy alta. LÍMITE INFERIOR: Neto, plano. EPIPEDIÓN MOLLICO.

022-044 cm A2

EST. HUMEDAD: Húmedo. COLOR: de la matriz 7.5 YR 2/3 (húmedo). Mezclado y amasado: 7.5 YR 4/3 (seco), 7.5 YR 3/3 (húmedo). MANCHAS: no hay. EST. OXIDOREDUCCIÓN: Oxidación. ELEMENTOS GRUESOS: porcentaje total: muy frecuentes; Cantos subredondeados-tabulares, de naturaleza caliza, heterométricos, sin orientación definida. TEXTURA: Franca-arenosa. ESTRUCTURA: Primaria: Fuerte, granular compuesta, fina. CEMENTACIONES: no cementado. MATERIA ORGÁNICA: Abundante, no directamente observable, íntimamente unida a la materia mineral. ACTIVIDAD BIOLÓGICA: De la fauna. RAÍCES: Pocas, finas. ENSAYOS DE CAMPO: Respuesta al HCl (11%): muy alta. LÍMITE INFERIOR: neto, plano. EPIPEDIÓN MOLLICO.

044-057/064 cm Bk1

EST. HUMEDAD: Húmedo. COLOR: de la matriz 10 YR 4/4 (húmedo). Mezclado y amasado: 10 YR 6/4 (seco), 10 YR 4/4 (húmedo). MANCHAS: no hay. EST. OXIDOREDUCCIÓN: Oxidación. ELEMENTOS GRUESOS: porcentaje total: abundantes; cantos subredondeados-tabulares, de naturaleza caliza, heterométricos, con orientación horizontal. TEXTURA: Franca. CEMENTACIONES: no cementado. RAÍCES: Pocas, finas, limitadas por horizonte cementado. ENSAYOS DE CAMPO: Respuesta al HCl (11%): muy alta. ACUMULACIONES: Pocas, de cemento geopital de carbonato cálcico, ligeramente duras. LÍMITE INFERIOR: Abrupto, ondulado. ENDOPEDIÓN CÁLCICO.

057-079 cm Bkm2

MANCHAS: no hay. EST. OXIDOREDUCCIÓN: Oxidación. ELEMENTOS GRUESOS: porcentaje total: abundantes; cantos subredondeados-tabulares, de naturaleza caliza, heterométricos, con orientación horizontal. TEXTURA: Franca. CEMENTACIONES: Fuertemente cementado, continua, de carbonato cálcico. RAÍCES: Concentración en la base del horizonte. ENSAYOS DE CAMPO: Respuesta al HCl (11%): muy alta. ACUMULACIONES: Generalizadas, de carbonato cálcico, duras y caliza pulverulenta blanda. LÍMITE INFERIOR: neto, plano. ENDOPEDIÓN PETROCÁLCICO.

079-097 cm Bkm3

MANCHAS: no hay. EST. OXIDOREDUCCIÓN: Oxidación. ELEMENTOS GRUESOS: porcentaje total: muy abundantes; cantos subredondeados-tabulares, de naturaleza caliza, heterométricos, con orientación horizontal. TEXTURA: Franca. CEMENTACIONES: débilmente cementado, continua, de carbonato cálcico, con capas acintadas en los 10 cm inferiores del horizonte. ENSAYOS DE CAMPO: Respuesta al HCl (11%): muy alta. ACUMULACIONES: Generalizadas, de carbonato cálcico, duras y caliza pulverulenta blanda, en la base del horizonte. LÍMITE INFERIOR: Abrupto, plano. ENDOPEDIÓN PETROCÁLCICO

097-137 cm Bk4

MANCHAS: no hay. EST. OXIDOREDUCCIÓN: Oxidación. ELEMENTOS GRUESOS: porcentaje total: abundantes; cantos subredondeados-tabulares, de naturaleza caliza, heterométricos, con orientación horizontal. TEXTURA: Arenosa-gruesa. CEMENTACIONES: no cementado. ENSAYOS DE CAMPO: Respuesta al HCl (11%): muy alta. ACUMULACIONES: Generalizadas, de carbonato cálcico. LÍMITE INFERIOR: neto, plano. ENDOPEDIÓN CÁLCICO

PERFIL núm.: TC-1

Referencia	Horizonte genético	Profundidad (cm)	pH H ₂ O 1:2,5	CE 1:5 (dS/m a 25°C)	Materia orgánica (%)	Carbonato cálcic eq. (%)	N (%)	C/N
1	A	0-15	8,3	0,29	4,1	23	0,2	11,91

FERTILIDAD		GRANULOMETRÍA (%)						Clase textural USDA	
P Olsen (ppm)	K AcONH ₄ (mg/Kg)	Arena (φ en mm)			Limo (φ en mm)				Arcilla φ <0,002 mm
		2,00 0,50	0,50 0,05	Total 2,00 0,05	0,05 0,02	0,020 0,002	Total 0,050 0,002		
31				43,1	18,4	16,2	34,6	22,3	F

COMPLEJO DE CAMBIO					HUMEDAD			Densidad aparente (kg/m ³)	
CIC cmol+/kg	Cationes de cambio (cmol+/kg)				V (%)	Humedad gravimétrica (%) a			Agua dispon (mm)
	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺		-33 KPa	-1.500 KPa		
12,6	36,21	1,41	0,21	0,74	100				

Mineralogía de arcillas (Horizonte A) (SCT, UB)

Illita, Clorita, Caolinita

Descripción (NOMENCLATURA SINEDARES).

000-030 cm A

EST. HUMEDAD: ligeramente húmedo. COLOR: De la matriz: 7.5 YR 3/3 (húmedo). MANCHAS: No hay. EST. OXIDOREDUCCIÓN: Oxidación. ELEMENTOS GRUESOS: porcentaje total: frecuentes; de grava media a cantos; subangulares esferoidales; sin orientación definida; distribución regular; no alterados; calcáreas. TEXTURA: Franco-arenosa. ESTRUCTURA: Primaria: débil; en bloques subangulares; mediana. CONSISTENCIA: Poco compacta. MATERIA ORGÁNICA: abundante. RAÍCES: Aspecto global: normal; medianas; sin orientación. ENSAYOS DE CAMPO: a la matriz, respuesta al HCl (11%): alta. ACUMULACIONES: inexistentes. LÍMITE INFERIOR: Neto, plano. EPIPEDIÓN MÓLLICO.

030-045 cm A2

EST. HUMEDAD: ligeramente húmedo. MANCHAS: no hay. EST. OXIDOREDUCCIÓN: Oxidación. ELEMENTOS GRUESOS: porcentaje total: frecuentes; de grava media a cantos; subangulares; esferoidales; sin orientación definida; distribución regular; no alterados; calcáreas. TEXTURA: Franco-arenosa. ESTRUCTURA: Primaria: Débil; en bloques subangulares; mediana. MATERIA ORGÁNICA: muy poca. RAÍCES: aspecto global: normal; medianas; sin orientación. ENSAYOS DE CAMPO: a la matriz: respuesta al HCl (11%): alta. ACUMULACIONES: inexistentes. LÍMITE INFERIOR: neto, plano.

045/105 cm C

EST. HUMEDAD: ligeramente húmedo. MANCHAS: no hay. EST. OXIDOREDUCCIÓN: Oxidación. ELEMENTOS GRUESOS: porcentaje total: muy abundantes; de grava mediana a cantos; subangulares esferoidales; sin orientación definida; distribución regular; no alterados; calcáreas. RAÍCES: aspecto global: normal, medianas, horizontales. ENSAYOS DE CAMPO: a la matriz: respuesta al HCl (11%): alta. LÍMITE INFERIOR: gradual, plano.

105-140 cm 2Bk1

EST. HUMEDAD: ligeramente húmedo. COLOR: 7.5 YR 3/4 (húmedo). MANCHAS: no hay. EST. OXIDOREDUCCIÓN: Oxidación. ELEMENTOS GRUESOS: porcentaje total: frecuentes; grava media y gruesa; subangulares esferoidales; sin orientación definida; distribución regular; no alterado, calcáreas. TEXTURA: Franco-arenosa. ESTRUCTURA: Primaria: Débil; en bloques subangulares; fina. CONSISTENCIA: Compacto. RAÍCES: aspecto global: normal; medianas; orientación horizontal. ENSAYOS DE CAMPO: a la matriz: respuesta al HCl (11%): alta. ACUMULACIONES: pocas, pseudo-mielios. LÍMITE INFERIOR: neto, plano.

140-160 cm 2Bk2

EST. HUMEDAD: ligeramente húmedo. COLOR: 7.5 YR 4/6 (húmedo). MANCHAS: no hay. EST. OXIDOREDUCCIÓN: Oxidación. ELEMENTOS GRUESOS: pocos; grava media y gruesa; subangulares esferoidales; sin orientación definida; distribución regular; no alterado, calcáreas. TEXTURA: Franca. ESTRUCTURA: Primaria: Débil; en bloques subangulares; mediana. CONSISTENCIA: Compacto. ACTIVIDAD BIOLÓGICA: de la fauna; galerías frecuentes. RAÍCES: aspecto global: normal; medianas; orientación horizontal. ENSAYOS DE CAMPO: a la matriz: respuesta al HCl (11%): alta. ACUMULACIONES: frecuentes; revestimientos de elementos gruesos; de carbonatos. ENDOPEDIÓN CÁLCICO.

Referencia	Horizonte genético	Profundidad (cm)	pH H ₂ O 1:2,5	CE 1:5 (dS/m a 25°C)	Materia orgánica (%)	Carbonato cálcico eq. (%)	Caliza activa (%)	Yeso (%)
1	A1	0-30	8,2	0,12	5.60	52.2	9.6	
2	A2	30-45	8,7	0,09	0.97	61.1	8.7	
3	2Bk1	105-140	8.8	0.09	1.19	60.1	11.2	
4	2Bk2	140-160	8.6	0.11	1.23	51.5	13.2	

<u>Material originario</u>	: Gravas poligénicas
<u>Vegetación</u>	: Natural eliminada
<u>Utilización</u>	: Agrícola, olivos y cultivos hortícolas
<u>Tecnología</u>	: Riego por surcos
<u>Observaciones</u>	: Cortavientos de cipreses
<u>Clasif. (SSS 1998)</u>	: Palexeralf petrocàlcic, esquelético fino, mezclado, térmico

Descripción (NOMENCLATURA SINEDARES).

000-027 cm Ap

EST. HUMEDAD: seco. COLOR: De la matriz: 5 YR 3/6 (húmedo), 7.5 YR 5/6 (seco). Mezclado y amasado: 7.5 YR 5/4 (seco), 7.5 YR 4/4 (húmedo). MANCHAS: No hay. EST. OXIDOREDUCCIÓN: Oxidación. ELEMENTOS GRUESOS: porcentaje total: frecuentes. Cantos redondeados-tabulares y redondeados-esferoidales, heterométricos, poligénicos. TEXTURA: Franca-limosa. ESTRUCTURA: Primaria: moderada; en bloques subangulares; mediana. CONSISTENCIA: Compacta; friable. CEMENTACIONES: no cementado. MATERIA ORGÁNICA: poca. ACTIVIDAD BIOLÓGICA: de la fauna, no aparente. ENSAYOS DE CAMPO: Respuesta al HCl (11%): muy alta. LÍMITE INFERIOR: Neto, plano. EPIPEDIÓN ÓCHRICO

027-104 cm 2Bt

EST. HUMEDAD: seco. COLOR: de la matriz 2.5 YR 3/6 (húmedo), 2.5 YR 3/6 (seco). Mezclado y amasado: 10 R 4/6 (seco), 2.5 YR 3/6 (húmedo). MANCHAS: no hay. EST. OXIDOREDUCCIÓN: Oxidación. ELEMENTOS GRUESOS: porcentaje total: muy abundantes; cantos redondeados-tabulares y redondeados esferoidales, poligénicos, heterométricos. TEXTURA: Arcillosa. ESTRUCTURA: Primaria: Fuerte, en bloques subangulares, muy fina. CEMENTACIONES: no cementado. ENSAYOS DE CAMPO: Respuesta al HCl (11%): baja. ESTUDIO DE SUPERFICIES: Abundantes revestimientos de arcilla asociados a los elementos gruesos. LÍMITE INFERIOR: neto, plano. ENDOPEDIÓN ARGÍLICO

104-140 cm 2Btk

COLOR: de la matriz 2.5 YR 4/8 (húmedo), 2.5 YR 4/6. MANCHAS: no hay. EST. OXIDOREDUCCIÓN: Oxidación. ELEMENTOS GRUESOS: porcentaje total: muy abundantes; cantos redondeados-tabulares y redondeados esferoidales, poligénicos, heterométricos. ESTRUCTURA: sin estructura por abundancia de elementos gruesos. CEMENTACIONES: muy débilmente cementado por carbonato cálcico, continúa, estructura de tipo conglomerático. RAÍCES: Limitadas por horizonte cementado. ENSAYOS DE CAMPO: Respuesta al HCl (11%): muy alta. ACUMULACIONES: Generalizadas, de carbonatos. LÍMITE INFERIOR: Neto, ondulado. ENDOPEDIÓN CÁLCICO

140-175 cm 2Btkm

MANCHAS: no hay. EST. OXIDOREDUCCIÓN: Oxidación. ELEMENTOS GRUESOS: porcentaje total: muy abundantes; cantos redondeados-tabulares, redondeados-esferoidales, poligénicos, heterométricos. ESTRUCTURA: sin estructura por abundancia de elementos gruesos. CEMENTACIONES: Fuertemente cementado, continúa, de carbonato cálcico, tipo conglomerático. ENSAYOS DE CAMPO: Respuesta al HCl (11%): muy alta. ENDOPEDIÓN PETROCÁLCICO.

Referencia	Horizonte genético	Profundidad (cm)	pH H ₂ O 1:2,5	Elementos gruesos (%)	Materia orgánica (%)	Carbonato cálcic eq. (%)	Caliza activa (%)	Yeso (%)
1	Ap	0-27		36	2.5	16.2		
2	2Bt	27-50		79	-	lp.		
3	2Bt	50-104		70	-	lp.		

FERTILIDAD		GRANULOMETRÍA (%)							Clase textural USDA
P Olsen (mg/Kg)	K AcONH ₄ (mg/Kg)	Arena (φ en mm)			Limo (φ en mm)			Arcilla φ <0,002 mm	
		2,00	0,50	Total	0,05	0,020	Total		
		0,50	0,05	2,00	0,05	0,02	0,002	0,050	
		4.46	30.58	35.04	27.44	19.34	46.77	18.19	F
		5.33	15.90	21.22	7.98	11.82	19.80	58.98	Ac
		9.76	26.37	36.13	6.46	4.82	11.28	52.59	Ac

COMPLEJO DE CAMBIO					HUMEDAD			
CIC cmol+/kg	Cationes de cambio (cmol+/kg)				V (%)	Humedad gravimétrica (%) a		Agua dispon (mm)
	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺		-33 KPa	-1.500 KPa	
18.22		1.12	0.12	0.82		19.7	9.2	-
29.30		2.80	0.30	0.76		29.1	20.4	-
24.40		2.67	0.36	0.31		25.0	17.0	-

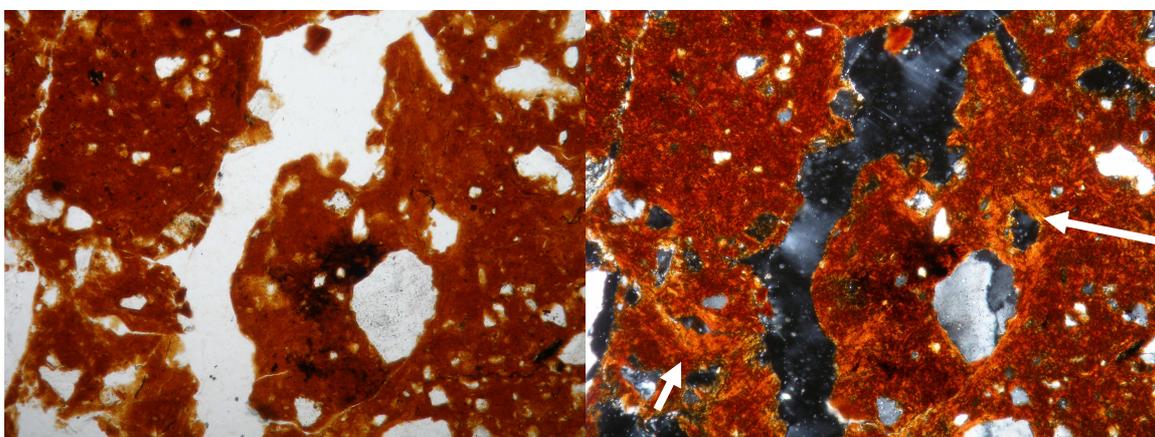
Mineralogía de arcillas (SCT, UB)

	Clorita (%)	Caolinita (%)	Illita (%)
A	0	20	79
Bt	6	22	72

RESULTADOS MICROMORFOLÓGICOS

27-104 cm 2Bt

Estructura: en bloques subangulares hasta 2 mm de diámetro. **Elementos gruesos:** gravas heterométricas redondeadas de cuarzo, cuarcitas, granitos y esquistos de 2 a 6 cm de diámetro, y arena fina de cuarzo. **Micromasa:** mezcla rojiza de arcilla y óxidos de hierro. **Fábrica** b grano y poroestriada. **Edaforrasgos:** pocos fragmentos de revestimientos y rellenos de arcilla orientada, deformados y fragmentados, en la matriz del suelo.

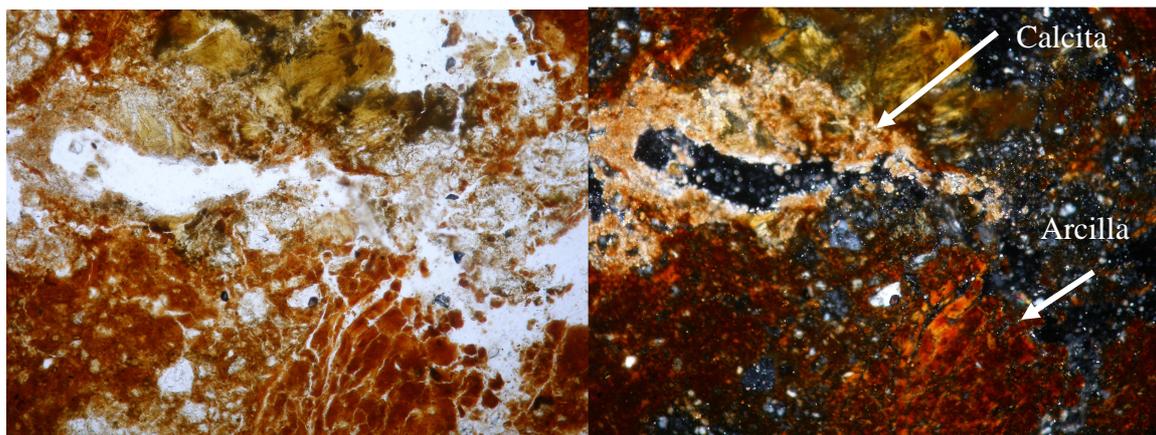


Microfotografías del horizonte 2Bt (PPL y XPL, 1.2 mm longitud) donde se observan revestimientos de arcilla microlaminada (orientada) alrededor de poros y granos de cuarzo (flechas) en una matriz poroestriada.

04-140 cm 2Btk

Estructura: en bloques subangulares hasta 0.5 mm de diámetro, presente sólo en un 10% de la lámina.

Elementos gruesos: gravas heterométricas redondeadas de cuarzo, cuarcitas, granitos y esquistos de 2 a 6 cm de diámetro, y arena fina de cuarzo. Micromasa: mezcla rojiza de arcilla y óxidos de hierro, con masas de micrita en algunas zonas. Edaforrasgos: Pendents y revestimientos de CaCO_3 en elementos gruesos, hasta 1 mm de grosor, laminares, con bandas alternadas de micrita y esparita, estos últimos orientados perpendicularmente a la superficie del elemento grueso. Muy abundantes rellenos y revestimientos de micrita en grietas y antiguos bioporos, ocupando hasta el 30% de la lámina. Muy pocos fragmentos de rellenos de arcilla orientada, tamaño arena muy fina, en la matriz del suelo.



Microfotografías del horizonte 2Btk (PPL y XPL, 1.2 mm longitud) donde se observa un revestimiento de calcita alrededor de un poro (flecha) que fragmenta parcialmente un revestimiento de arcilla microlaminada.

Descripción (NOMENCLATURA SINEDARES).

000-029 cm Ap

EST. HUMEDAD: ligeramente húmedo. COLOR: De la matriz: 5 YR 3.5/4 (húmedo). MANCHAS: No hay. EST. OXIDOREDUCCIÓN: Oxidación. ELEMENTOS GRUESOS: porcentaje total: muy frecuentes; poligénicos. TEXTURA: Franco-arenosa. CONSISTENCIA: Poco compacto; friable. CIMENTACIONES: no cementado. MATERIA ORGÁNICA: poca. RAÍCES: Aspecto global: normal. ENSAYOS DE CAMPO: Respuesta al HCl (11%): media. LÍMITE INFERIOR: Abrupto, plano. EPIPEDIÓN ÓCHRICO.

029-062 cm Bt

EST. HUMEDAD: ligeramente húmedo. COLOR: de la matriz 2.5 YR 5/8 (húmedo). MANCHAS: no hay. EST. OXIDOREDUCCIÓN: Oxidación. ELEMENTOS GRUESOS: porcentaje total: abundantes. TEXTURA: Franco-arcillosa. CONSISTENCIA: friable. CIMENTACIONES: no cementado. RAÍCES: Limitado por horizonte cementado. SUPERFICIES: cutanes. ENSAYOS DE CAMPO: Respuesta al HCl (11%): baja. LÍMITE INFERIOR: abrupto, irregular. ENDOPEDIÓN ARGÍLICO.

069-096 cm Bkm

CEMENTACIONES: Muy fuertemente cementado por carbonato cálcico. ACUMULACIONES: Masiva, de carbonatos. ENDOPEDIÓN PETROCÁLCICO.

PERFIL núm.: AL-46

Referencia	Horizonte genético	Profundidad (cm)	pH H ₂ O 1:2.5	CE 1:5 (dS/m a 25°C)	Materia orgánica (%)	Carbonato cálcico eq. (%)	Caliza activa (%)	Yeso (%)
1	Ap	0-29	8.2	0.2	1.74	3.2	lp	
2	Bt	29-62	8.1	0.2				

FERTILIDAD		GRANULOMETRÍA (%)						Clase textural USDA	
P Olsen (mg/Kg)	K AcONH ₄ (mg/Kg)	Arena (φ en mm)			Limo (φ en mm)				Arcilla φ <0,002 mm
		2,00 0,50	0,50 0,05	Total 2,00 0,05	0,05 0,02	0,020 0,002	Total 0,050 0,002		
42	213	4.38	50.78	55.16	6.89	16.50	23.39	18.69	FAr
		6.34	35.27	42.61	10.53	6.90	17.43	39.88	FAC

CIC cmol+/kg	COMPLEJO DE CAMBIO				V (%)	HUMEDAD		Agua dispon (mm)	Densidad aparente (kg/m ³)
	Cationes de cambio (cmol+/kg)					Humedad gravimétrica (%) a			
	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺		-33 KPa	-1.500 KPa		
10.64	6.93	2.75	0.41	0.55	100	16.6	9.0	-	
15.10	10.78	3.56	0.51	0.25	100	22.8	13.6	-	

Resultados micromorfológicos del pedión AL-46 ⁽⁵⁾

A continuación se muestran unos cuadros sintéticos de las principales características de los edaforrasgos para el pedión AL-46. En los cuadros sintéticos se han utilizado unas claves que se indican a continuación:

Edaforrasgos texturales

	Tipo	Naturaleza
Rev.:	revestimiento	AI.: arcilla impura
E.G.:	elemento grueso	AS.: arcilla sucia
Interc.:	intercalación	AP.: arcilla pura
Frag.:	fragmentos	
Hrev.:	hiporrevestimiento	Birrefringencia
CRev.:	cuasirrevestimientos	Mod.: moderada
Rell.:	relleno	Fuer/fu.: fuerte
Por.:	porosidad	
	Color	Extinción
NC.:	naranja claro	P.zonas: por zonas
NF.:	naranja fuerte	
P.:	pardo	Microlaminación
P/N.:	pardo negruzco	Excep.: excepcional
M.:	marrón	
Am.:	amarillo	
An.:	anaranjado	
R.:	rojo	

Edaforrasgos cristalinos

	Tipo	Tamaño
NT.:	nódulos típicos	esp.: esparita
Rell.:	relleno	lubl.: lublinita
Rev.:	revestimiento	mi.: micrita
	Impregnación	m.: microesparita
Fl.:	fuertemente impregnado	Densidad interna
Mod.impreg.:	moderadamente impregnado	Par.D.: parcialmente denso
P.:	puros	

Edaforrasgos criptocristalinos

	Situación	Naturaleza
MB.:	masa basal	Fe.: hierro
N.:	nódulos	Fe-Mn.: ferromangánicas
E.G.:	elemento grueso	

Edaforrasgos excrementales

	Tipo	Estructura
Mamel.:	mamelonados	F.C.: fauna coalescente
Esfer.:	esféricos	

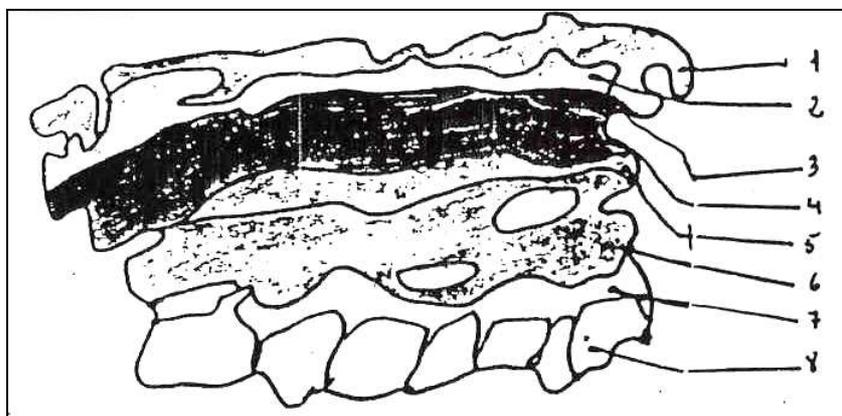
⁽⁵⁾ Fuente: Montilla, 1991: Micromorfología de suelos con translocaciones de arcilla. TFC. ETSEA. Lleida.

Síntesis de las características de los edaforrasgos perfil AL-46

PEDIÓN: AL – 46		PROFUNDIDAD: 29 – 62 cm									
EDAFORRASGOS TEXTURALES											
HORIZONTE	TIPO	NATURALEZA	TAMAÑO	COLOR		MICRO LAMINACIÓN	BIRREF	EXTINCIÓN	ABUNDANCIA		
				n X	n //				%		
Bt	Rev.E.G.	AP / Al	10-60 µm	N/R	N/M	Excep.	Fuerte	P. Zonas	2.0		
	Rev.P.E.G.	AP / Al	10-20 µm	N/R/A	M/PAm	Débil	Fuerte	P. Zonas	0.5		
	Rev.Por	Al	20-100 µm	N/R	MO/P	Excep.	Fuerte	P. Zonas	1.0-2.0		
	Interc. Frag.	Al Al	20-300 µm 100-900 µm	N/R N/R	MA MO/P	Sin Sin	Fuerte Fuerte	P. Zonas P. Zonas	1.0 1.0		
EDAFORRASGOS CRISTALINOS											
HORIZONTE	TIPO	NATURALEZA	TAMAÑO CRISTALES	TAMAÑO	DENSIDAD INTERNA	IMPREGNACIÓN	ABUNDANCIA				
Bt	Rev.E.G.	CaCO ₃	Esp.	20-40 µm	Disc.	Fl	< 0.5				
EDAFORRASGOS CRIPTOCRISTALINOS											
HORIZONTE	TIPO	NATURALEZA	TAMAÑO	COLOR		SITUACIÓN	ABUNDANCIA				
				LUZ TRANSMITIDA	LUZ INCIDENTE		%				
Bt	-	-	-	-	-	-	-				
EDAFORRASGOS EXCREMENTALES											
HORIZONTE	TIPO	ESTRUCTURA	TAMAÑO	GRADO POROSIDAD INTERNO	DISTRIBUCIÓN	COLOR	ABUNDANCIA				
Bt	-	-	-	-	-	-	-				
EDAFORRASGOS DE DEPLECCIÓN											
HORIZONTE	CAUSA	BIRREF.	TAMAÑO	COLOR			EXTIN.	SITUA.	CONTRASTE MAT. ADY.	ABUNDANCIA	
				n X	n //	L.INC.				%	
Bt	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
FÁBRICA DE BIRREFRINGENCIA: Moteada											

PEDIÓN: AL – 46		PROFUNDIDAD: 29 – 62 cm									
EDAFORRASGOS TEXTURALES											
HORIZONTE	TIPO	NATURALEZA	TAMAÑO	COLOR		MICRO LAMINACIÓN	BIRREF	EXTINCIÓN	ABUNDANCIA		
				n X	n //				%		
Bt	Rev.E.G.	Al	20-250 µm	A/NC/NF	MC/N	Excep.	Mod/Fuer	P. Zonas	1.0		
	Rev.P.E.G.	Al	10-40 µm	NC/M/R	M/PAm	Sin	Fuerte	P. Zonas	< 0.5		
	Rev.Por	Al	30-100 µm	A/NC	MC/P	Sin	Mod/Fuer	P. Zonas	0.5-1.0		
	Interc. Frag.	Al Al	30-150 µm 200-800 µm	N/R R	M M	M. Débil/Excep. Sin	Fuerte Fuerte	P. Zonas P. Zonas	0.5 < 0.5		
EDAFORRASGOS CRISTALINOS											
HORIZONTE	TIPO	NATURALEZA	TAMAÑO CRISTALES	TAMAÑO	DENSIDAD INTERNA	IMPREGNACIÓN	ABUNDANCIA				
Bt	-	-	-	-	-	-	-				
EDAFORRASGOS CRIPTOCRISTALINOS											
HORIZONTE	TIPO	NATURALEZA	TAMAÑO	COLOR		SITUACIÓN	ABUNDANCIA				
				LUZ TRANSMITIDA	LUZ INCIDENTE		%				
Bt	Manchas	Fe-Mn	50-150 µm	Marrón	Marrón Negruzco	M.B.	< 0.5				
EDAFORRASGOS EXCREMENTALES											
HORIZONTE	TIPO	ESTRUCTURA	TAMAÑO	GRADO POROSIDAD INTERNO	DISTRIBUCIÓN	COLOR	ABUNDANCIA				
Bt	-	-	-	-	-	-	-				
EDAFORRASGOS DE DEPLECCIÓN											
HORIZONTE	CAUSA	BIRREF.	TAMAÑO	COLOR			EXTIN.	SITUA.	CONTRASTE MAT. ADY.	ABUNDANCIA	
				n X	n //	L.INC.				%	
Bt	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
FÁBRICA DE BIRREFRINGENCIA: Moteada											

PEDIÓN: AL - 46		PROFUNDIDAD: 69 - 96 cm									
EDAFORRASGOS TEXTURALES											
HORIZONTE	FRANJA	TIPO	NATURALEZA	TAMAÑO	COLOR		MICRO LAMINACIÓN	BIRREF	EXTINCIÓN	ABUNDANCIA %	
					n X	n //					
Bkm	1	Frag. H.S. Frag. E.	Al/AS Al	- 50-800 µm	R NC/P	MA MA/P	Sin Sin	Deb/Mod Débil	P. Zonas P. Zonas	< 0.5 0.5	
	2	Frag. H.S.	Al/AS	-	R	MA	Sin	Deb/Mod	P. Zonas	< 0.5	
	3	Frag. HRev.	Al Al/AS	- 10-50 µm	NC NC/NF	- P	Sin Sin	Débil Débil	P. Zonas P. Zonas	0.5 -	
	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	7	Frag. HRev.	AP/Al Al	100-500 µm 30-40 µm	A/NF MC	A/N P	Excep. Sin	Fuerte Débil	P. Zonas P. Zonas	< 0.5 1.0	
	8	Interc. Rell. Rev/CRv.	Al Al Al	- - 20-30 µm	NF/R A/M NF	N/P P NC	Sin Sin Sin	Mod/Fu Mod Mod	P. Zonas P. Zonas P. Zonas	1.0 < 0.5 < 0.5	
EDAFORRASGOS CRISTALINOS											
HORIZONTE	FRANJA	TIPO	NATURALEZA	TAMAÑO CRISTALES	TAMAÑO	DENSIDAD INTERNA	IMPREGNACIÓN	ABUNDANCIA %			
Bkm	1	Rev Rell	CaCO ₃	Esp/Micri Esp/Micri	10-60 µm	- Denso/Par.D.	P/FI P/FI	< 0.5 -			
	2	-	-	-	-	-	-	-			
	3	Rell	CaCO ₃	Esp/Micri	-	Denso/Par.D.	-	-			
	4	Rell Rev	CaCO ₃ CaCO ₃	Esp/Microesp Microesp	- 10-20 µm	Denso/Par.D. -	- -	- -			
	5	Rell Rev	CaCO ₃ CaCO ₃	Esp Microesp	- 10-20 µm	Denso/Par.D. -	- -	- -			
	6	Rell	CaCO ₃	Esp/Microesp	-	Denso/Par.D.	-	-			
	7	Rell Rev	CaCO ₃ CaCO ₃	Esp Esp	- 20-40 µm	Denso -	- -	- -			
	8	Rell Rev N	CaCO ₃ CaCO ₃ CaCO ₃	Esp Esp Microesp	- 10-20 µm -	Denso - Disc.	- - -	- - -			
EDAFORRASGOS CRIPTOCRISTALINOS											
HORIZONTE	FRANJA	TIPO	NATURALEZA	TAMAÑO	COLOR		SITUACIÓN	ABUNDANCIA %			
					LUZ TRANSMITIDA	LUZ INCIDENTE					
Bkm	1	Manchas	Fe-Mn	30 µm	Marrón	Marrón Negruzco	-	< 0.5			
	2	-	-	-	-	-	-	-			
	3	Manchas	Fe-Mn	30-200 µm	Marrón	Marrón Negruzco	Liq. E.T.	0.5			
	4	-	-	-	-	-	-	-			
	5	-	-	-	-	-	-	-			
	6	-	-	-	-	-	-	-			
	7	-	-	-	-	-	-	-			
	8	Manchas	Fe-Mn	40-80 µm	Marrón	Marrón Negruzco	-	< 0.5			
EDAFORRASGOS EXCREMENTALES											
HORIZONTE	FRANJA	TIPO	ESTRUCTURA	TAMAÑO	GRADO POROSIDAD INTERNO	DISTRIBUCIÓN	COLOR	ABUNDANCIA %			
Bkm	-	-	-	-	-	-	-	-			
EDAFORRASGOS DE DEPLECCIÓN											
HORIZONTE	FRANJA	TIPO	BIRREF.	TAMAÑO	COLOR			EXTIN.	SITUA.	CONTRASTE MAT. ADY.	ABUNDANCIA %
					n X	n //	L.INC.				
Bkm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FÁBRICA DE BIRREFRINGENCIA: Moteado											



Estructura en franjas del horizonte Bkm, perfil AL-46

5.4.6. APÉNDICE 5: Abanicos aluviales y cuaternario marino litoral del Baix Ebre⁵

Como hemos visto, a lo largo del litoral mediterráneo, entre los Pirineos y la cordillera Ibérica, se abren escalonadamente varias fosas tectónicas fundamentalmente neógenas. A grandes rasgos estas fosas se orientan de NNE-SSW y de NW-SE. Desde el NW hacia SE se reconocen las fosas del Empordà, la Selva, Vallès-Penedès, Valls-Reus y Baix Ebre.

La evolución de estas fosas denota en líneas generales un régimen de hundimiento distensivo, desde finales del Oligoceno hasta la actualidad, que va acompañado por manifestaciones volcánicas y por pequeñas etapas compresivas.

Desde el punto de vista del Cuaternario se reconocen varias etapas de colmatación que se asientan sobre los materiales pliocénicos infrayacentes. Estos últimos son de carácter marino en el Empordà y Baix Ebre y continentales en el Penedès.

En el área del Baix Ebre las formaciones marinas del Plioceno colmatan parcialmente el valle del Ebro, con un espesor visible próximo al centenar de metros. La serie pliocena empieza por facies detríticas groseras con Ostreas, que pasan lateral y verticalmente a arcillas azuladas con abundante fauna marina. El techo está representado por calizas palustres y depósitos detríticos aluviales.

Entre el valle del Ebro y el coll de Balaguer se extienden amplios abanicos aluviales que decapitan las facies pliocenas. En el corte de las explotaciones de arcillas de la venta del Ranchero (parada 1) se puede observar como los depósitos de un abanico aluvial decapitan y cubren a las margas azules del Plioceno existiendo entre ambas unidades litológicas una potente formación edáfica. Esta formación edáfica está extensamente representada en este límite litológico, aunque cerca de la vía férrea entre Aldea y Campredó sobre las facies pliocénicas se desarrolla localmente un suelo de caracteres vérticos (parada 2).

Los abanicos aluviales, que constituyen uno de los elementos más típicos del paisaje, no corresponden a una única etapa genética, tal como puede comprobarse por la presencia de paleosuelos enterrados y por la morfología superficial de los abanicos. Sondeos practicados

⁵ Transparencia de: R. Julià, M.A. Marqués y J. Porta. En: Julià, R. *et al.* (1979): Actas de la IV Reunión del Grupo de Trabajo del Cuaternario. Banyoles. Girona.

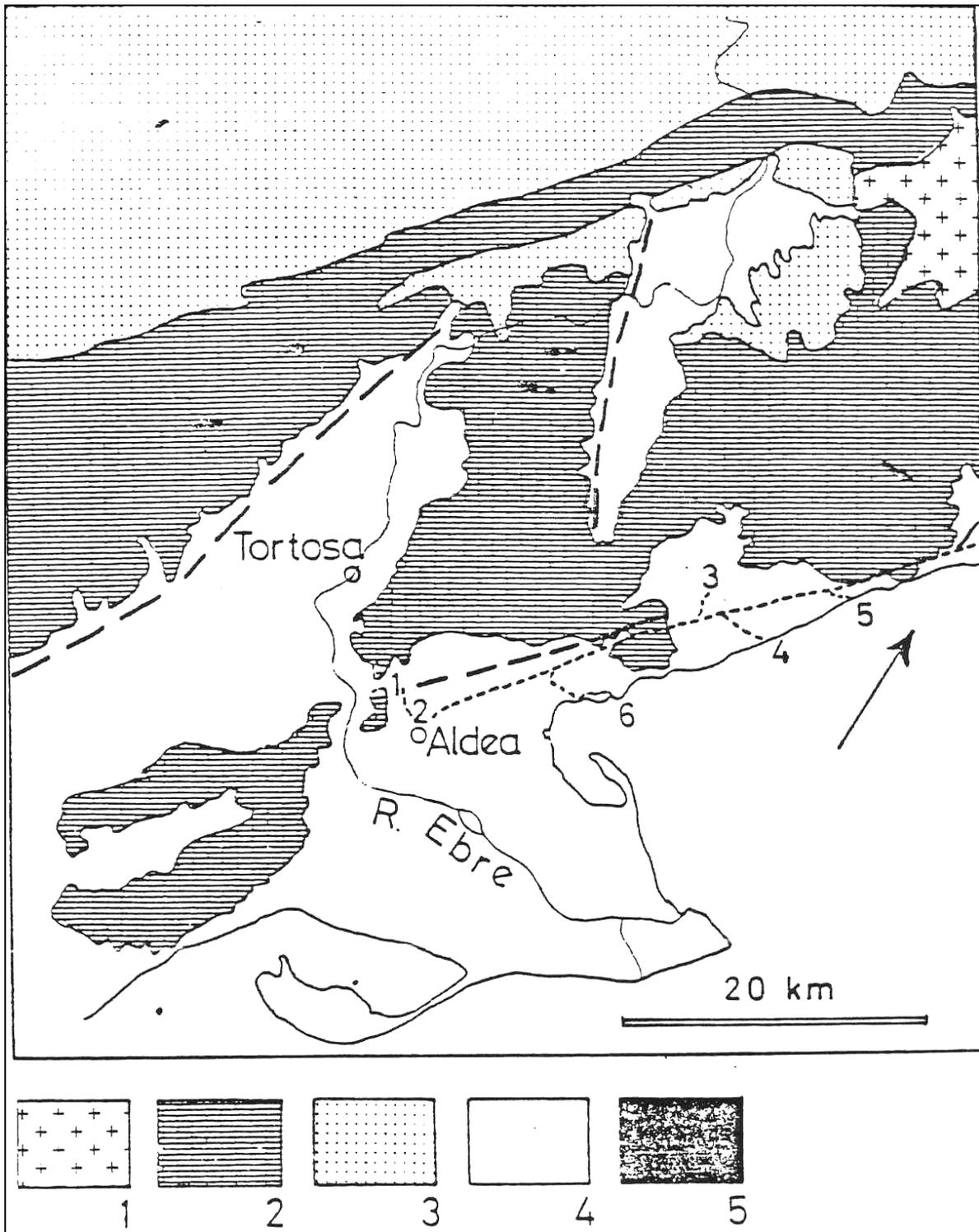
en el extremo distal de estos abanicos aluviales dan potencias próximas a los 200 m y los perfiles topográficos ponen de manifiesto un escalón central de forma circular, que hay que atribuir a una etapa de construcción del abanico.

El emplazamiento de estos conos está regido por estructuras tectónicas de hundimiento que afectan a la cobertera mesozoica de esta zona de los Catalánides.

Las investigaciones encaminadas al establecimiento de la escala cronoestratigráfica correspondiente al desarrollo de los conos aluviales ha resultado hasta el momento presente infructuosa. Las etapas constructivas son evidentemente posteriores a la deposición del Plioceno marino del Campredó (venta del Ranchero) por cuanto las recubren.

En el borde litoral de los abanicos aluviales afloran discontinuamente varios depósitos detríticos con fauna marina que se han atribuido a antiguos niveles de playas cuaternarias. Su posición respecto a los conos puede establecerse perfectamente en el afloramiento de la cala del Torrente del Pi (parada 4) donde se observa perfectamente como los materiales detríticos con fauna marina se adosan a las facies distales del abanico aluvial de la Plana de Sant Jordi.

En este trabajo se diferencian dos complejos litológicos con fauna marina que se diferencian esencialmente por su cementación, color y contenido faunístico. Su posición altimétrica no permite su clara diferenciación ya que ambos se sitúan a altitudes próximas a los 2.5 m sobre el nivel del mar actual. El complejo cementado y de matriz rojiza (complejo I) contiene ejemplares pertenecientes a la llamada fauna cálida senegalense con *Strombus bubonius* y *Conus (Chelyconus) testudinarius* (parada 4-5 y 6). El otro complejo (II) inconsolidado, contiene una fauna banal y su granulometría es más grosera que la de las playas actuales donde se presenta. Clásicamente los depósitos consolidados del complejo I, con fauna de *Strombus bubonius*, se han atribuido al Tirreniense.



Esquema geològic de la regió i situació de les parades. 1. Basament herciniano; 2. Mesozoico; 3. Terciario inferior; 4. Neógeno y cuaternario; 5. Rocas volcánicas neógenas y Cuaternarias.

Algunos ejemplares de esta fauna están en curso de estudio para la datación absoluta por racemización. Pero dado que no poseemos todavía las edades absolutas de estos yacimientos, su posición cronoestratigráfica puede basarse en las dataciones por $\text{Th}^{230}/\text{U}^{234}$ de yacimientos parecidos situados más al S. Estas dataciones dan como edad inferior 119.000 ± 13.000 B.P. (sierra del Colmenar) y como más reciente 38.000 ± 2.000 B.P.(cabo de las Huertas) (Stearns, 1965; Stearns *et al*, 1967; Lalou *et al*, 1971).

La problemática que plantea el amplio margen de estas dataciones debido en parte a la propia técnica (Stearns comunicación personal), puede parcialmente solventarse a través de las curvas de variación de O^{18} , que concuerdan con oscilaciones de otras variables tanto continentales como marinas (Shackleton, 1969; Shackleton *et al*, 1973 y 1976 y Kukla, 1977). Estas curvas muestran en las proximidades de los 100.000 B.P. la existencia de pulsaciones cálidas que afectan de manera general a todas las masas oceánicas y que corresponden al último gran interglaciario. Estas pulsaciones se estiman sobre los 125.000, 100.000 y 85.000 B.P.

Las terrazas marinas que contienen ejemplares de *Strombus bubonius*, deben situarse en este interglaciario por lo que las fases constructivas de los abanicos aluviales quedarían situadas, a falta de datos más precisos, entre el Plioceno marino y el último gran interglaciario.

Finalmente los cordones de gravas con fauna marina del complejo II se interpretan como oscilaciones positivas del nivel del mar durante el Holoceno o sea, se trataría de un nivel versiliense (parada 5).

Los depósitos holocenos están bien representados en el delta del Ebro, (estudiado por Maldonado, 1972), en donde se diferencian una secuencia basal transgresiva y otra superior de cislamiento, como resultado de la transgresión versiliense.

Parada 1: Explotaciones de arcilla de la Venta del Ranchero (Campredó)

Contacto entre la base del abanico aluvial y el substrato Plioceno: Sobre un potente paquete de margas azules (superior aquí a los 30 m) atribuidas al Plioceno, se desarrolla una formación edáfica con evidentes rasgos de rubefacción (perfil CP-1) que constituye aquí la base del abanico aluvial. Sobre la formación edáfica se aprecia perfectamente la morfología del cono, litológicamente constituido por materiales monogénicos predominantemente calizos. La superficie del cono tiene una pendiente mucho más suave que la del paleorelieve desarrollado sobre el Plioceno.

Perfil: CP-1

Localización:

MTN n: 522

Municipio: Campredó

Provincia: Tarragona

Longitud: 4° 16' 55" Altitud: 80

Latitud: 40° 46' 35 "

Posición fisiográfica:

Parte superficial de un abanico aluvial, con pendiente aproximada del orden del 2 %.

Material original:

Aportes sucesivos en cono de deyección: materiales ricos en carbonatos, sobre estratos pliocenos.

Clasificación:**Descripción del perfil:**

El corte estudiado, de unos 15 m de potencia, presenta una anisotropía lateral muy marcada debido a la historia de la zona.

El suelo actual se desarrolla sobre un material formado por varios paleosuelos superpuestos. Algunos de ellos fueron decapitados, por lo que sólo conservan sus endopediones, otros fueron erosionados localmente y presentan paleocanales actualmente colmatados.

La descripción que sigue es una reconstrucción de los suelos que se presentan en los 15 m de corte.

0.5-0 cm O1

Formado por restos orgánicos identificables, acículas de pino principalmente.

0-12 cm A11

Color 7.5 YR 4.5/3 en húmedo; es un horizonte mineral rico en materia orgánica bien incorporada; la actividad biológica es alta; humus de tipo mull. Los elementos gruesos son fragmentos de costra caliza heredados por este horizonte. Efervescencia con ácido clorhídrico. Los elementos de estructura friables. Hay abundancia de raíces, medias y finas, vivas. Es un epipedión óchrico.

12-30 cm A12ca

Con un límite gradual aparece este horizonte rico en materia orgánica. Su color es 7.5 YR 6/3 en húmedo. Su estructura granular gruesa, débil; de consistencia friable. Las raíces son muy abundantes, finas y gruesas, vivas. La actividad de la fauna es alta. Abundan los fragmentos calizos, muy probablemente heredados. Epipedión óchrico.

Tanto este horizonte A12 como el A11 suprayacente aparecen asociados a la vegetación de pinos y *Calluna* del área en que se ha descrito el perfil. Al cultivar este suelo este epipedión rico en materia orgánica desaparece.

Los suelos circundantes presentan un Ap que es un Bkm labrado, por lo general.

30-90 cm 2Km

Con un límite abrupto aparece una costra caliza fuertemente cementada. Horizonte petrocálcico.

90-150 cm 2Km

Con un límite ondulante y gradual se pasa a un horizonte 2km de acumulación caliza de tipo nodular. Presencia de algunas raíces gruesas. Horizonte cálcico.

150-190 cm 3Km

Con un límite abrupto y ondulante aparece este horizonte petrocálcico. Esta costra es de tipo conglomerático y en algunas zonas pasa a brechítico. Está fuertemente cementada.

190-255 cm 4B2tca

Con límite ondulante y abrupto desaparece la costra y aparece este horizonte de acumulación de arcilla, fuertemente recarbonatado, principalmente en su parte superior, en la que el carbonato cálcico ha dado origen a una acumulación de tipo nodular, Bkn, mezclado con argílico. En profundidad la cantidad de carbonatos disminuye.

El argílico se interpreta como formando parte de un suelo anterior enterrado por los materiales en los que se desarrollaron las costras.

255-450 cm Cca

4.5-8.2 m

Materiales ricos en carbonatos, con signos evidentes de redistribución. Niveles de costra conglomerática.

8.2-10.6 m

Horizonte de acumulación de arcilla con cutanes que recubren los cantos. La proporción de elementos gruesos es del 80 %.

10.6-11.9 m B2t

A unos 10.6 m aparece un horizonte argílico muy bien definido, con abundancia de argilanes. Su color 10 R 4/6 denota un proceso de rubefacción. Las caras de los elementos de estructura, bloques subangulares de tamaño grueso, muy firmes, presentan recubrimientos negros de hierro y manganeso. Este horizonte argílico ha sido recarbonatado, y presenta un 50 % de nódulos calizos.

12.5 m

Aparecen los materiales pliocenos que contrastan claramente con los suelos descritos por su color gris-verdoso.

PERFIL núm.: CP-1

Referencia	Horizonte genético	Profundidad (cm)	COLOR MUNSELL (humedo)	pH H ₂ O 1:2,5	Materia orgánica (%)	CaCO ₃ (%)
CP 1/1	A11	0-12	7.5 YR 4.5/3	8.1	11.0	58.8
CP 1/2	A12ca	12-30	7.5 YR 6/3	8.2	7.2	68.0
CP 1/3	2km	30-90		8.3	0.7	89.9
CP 1/4	2kn	90-150		8.5	0.3	89.5
CP 1/5	4B2tca	190-255		8.7	0.3	76.6
CP 1/7	Cca	255-450		8.8	0.5	75.2
CP 1/8	B2t	1060-1190	10 R 4/6	8.3	0.1	12.3

GRANULOMETRIA ISSS (%)					Clase textural
Arena (φ en μm)			Limo (φ en μm)	Arcilla (φ en μm)	ISSS
Gruesa 2000-200	Fina 200-20	Total	Total 20-2	Total < 2	
12.01	26.89	38.9	39.71	21.39	Fa
1.10	50.63	51.73	23.22	25.05	Fa
6.75	26.86	33.61	53.68	12.71	FL
3.66	33.77	37.43	46.74	15.83	FaL
7.79	29.74	37.53	37.17	25.3	a-gruesa
0.70	37.91	38.61	41.76	19.63	Fa
0.62	21.37	21.99	13.47	64.54	a-fina

COMPLEJO DE CAMBIO					
CIC (cmol+/Kg)	Cationes de cambio (cmol+/Kg)				V (%)
	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	
23.00			0.92	0.67	100
22.15			1.13	0.38	100
2.81			0.54	0.19	100
			3.24	0.13	100
12.10			0.43	0.13	100
11.25			0.54	0.13	100
25.5			0.70	0.76	100

5.5. DELTA DE L'EBRE ⁶

5.5.1. Introducción

La ausencia de relieve y el monocultivo de arroz dificultan observar las variaciones de las propiedades de los suelos en el Delta. Sin embargo existen importantes variaciones en su distribución, asociadas a la geomorfología, que es lo que se busca mostrar.

5.5.2. Geología.

La geología del Delta de l'Ebre está detallada en el mapa geológico español 1: 50.000 (IGME, 1979; hojas 522 y 523). Hay una profunda secuencia sedimentaria formada en el Holoceno. Las principales unidades sedimentarias del Delta de l'Ebre son las siguientes:

- El substrato del complejo del Delta formado por depósitos Pleistocenos, con buena permeabilidad superficial; consiste principalmente de gravas fluviales y depósitos de pie de monte.
- Lutitas litorales (depósitos finos) de origen fluvial y lacustre de cuando el nivel del mar era inferior.
- Playa y arenas de dunas y gravas formadas durante el ascenso del nivel del mar.
- Arcillas marinas costeras caracterizadas por un alto contenido de fauna marina y bajo de materia terrígena. Está en el este porque, en el pasado, hacia el oeste estaba la playa. Es equivalente a los actuales depósitos exteriores de arena.

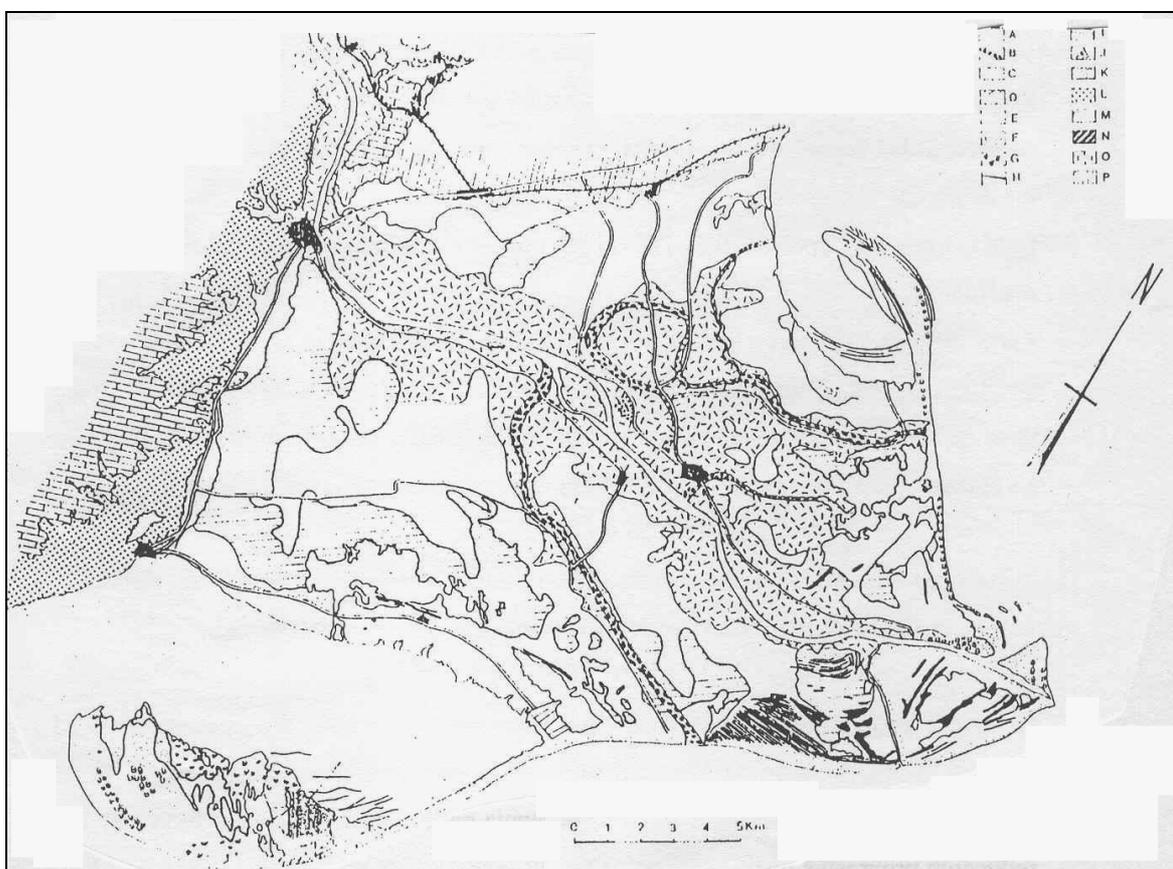
Hasta aquí se han visto las unidades relacionadas con la progresión marina. Las siguientes unidades están relacionadas con la regresión marina o la progresión deltaica.

- Depósitos prodeltaicos (lodos y arcillas) formados en el agua profunda mientras el Delta se estaba propagando. Hay, sin embargo, poca o inexistente fauna marina. Estos depósitos tienen una media de 10 m de potencia en la parte oriental del delta con una reducción progresiva hacia el oeste.
- Depósitos prodeltaicos (arenas de playa y dunas). Forman una capa de arenas fluvio-marinas y holomarinadas extendida por toda la llanura deltaica, con profundidades medias de 10 m, con un rango de 1 a 20 m.

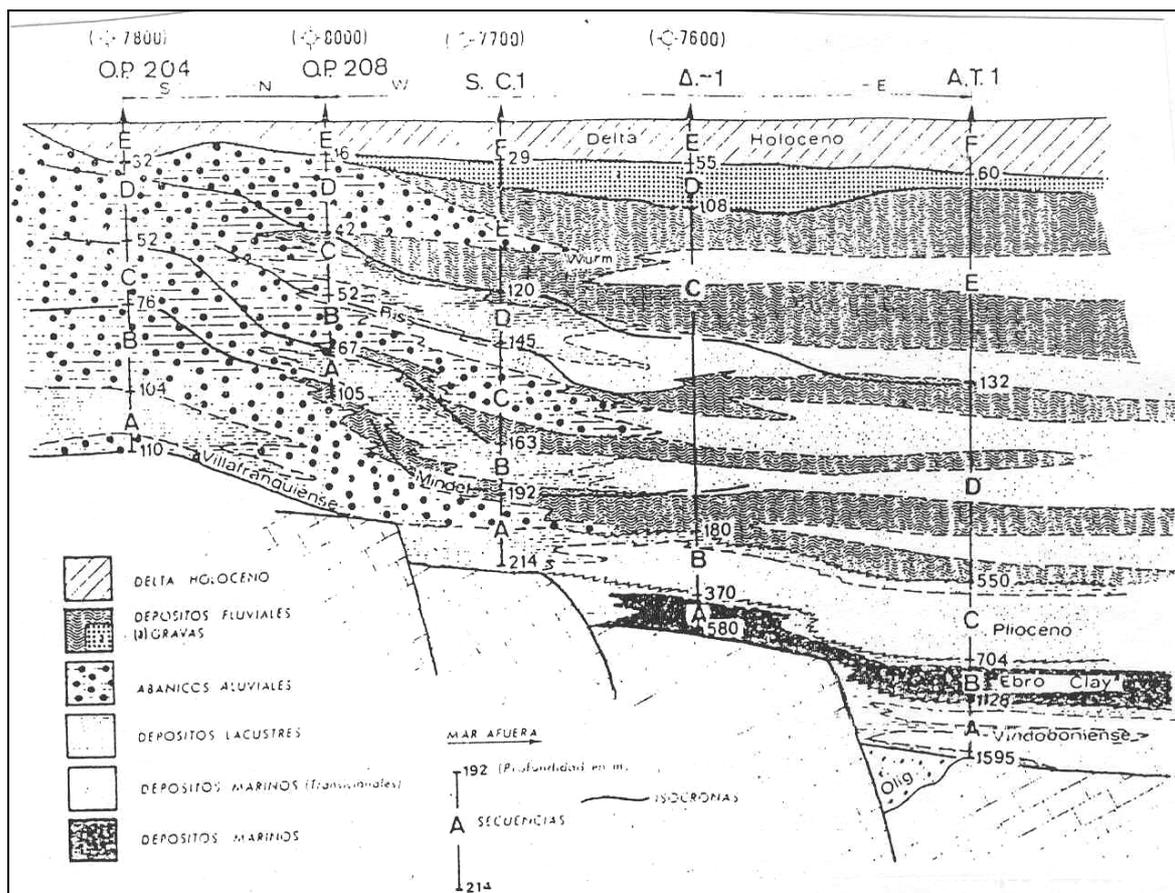
⁶ Fuente: Casanova, D. (1998): "Quantifying the Effects of Land Conditions on Rice Growth. A case study in the Ebro Delta (Spain) using remote sensing". Thesis Landbouwniversiteit Wageningen. 219 pp.

- Cuando el delta se propagó, el río fue perdiendo velocidad, formándose meandros, en los cuales se depositaron cinturones de sedimentos fluviales de arenas-lodos. Al mismo tiempo, en las llanuras de inundación se depositaron sedimentos finos lacustres.

El conglomerado de las partes inferiores está cubierto hacia el este por la arcilla de un prodelta prácticamente impermeable, aumentando en profundidad hacia el este. Este estrato está ausente en algunos lugares a lo largo del límite occidental del delta. Allí, el agua continental aflora como ojos (“ullals”), proveniente del conglomerado que actúa como acuífero si no está sellado por la arcilla del prodelta. En esta área, se han formado turberas, especialmente en la parte meridional del delta.



Distribución de los ambientes sedimentarios de la llanura deltaica del Ebro y características geológicas de las áreas adyacentes: A. Ambientes fluviomarinos y holomarinicos.-B. Canales y distributarios abandonados.-C. Ambientes lacustres actuales.-D. Ambientes lacustres colmatados (marismas de agua dulce y agua dulce-salobre).-E. Llanuras de arena permanentemente inundadas (lucios).-F. Levées naturales.-G. Marismas de agua salobre y enclaves de vegetación en las llanuras de arena.-H. Barras de arena.-I. Dunas.-J. Abanicos aluviales.-K. Pleistoceno: Depósitos de gravas y conglomerados poligénicos fluviales, indentando lateralmente con depósitos de origen local.-L. Cuaternario indiferenciado.-M. Pleistoceno: Fanglomerados calcáreos.-N. Plioceno de Sant Onofre.-O. Mesozoico.-P. Pleistoceno: Costras calizas y conglomerados. (Fuente: IGME, 1979)



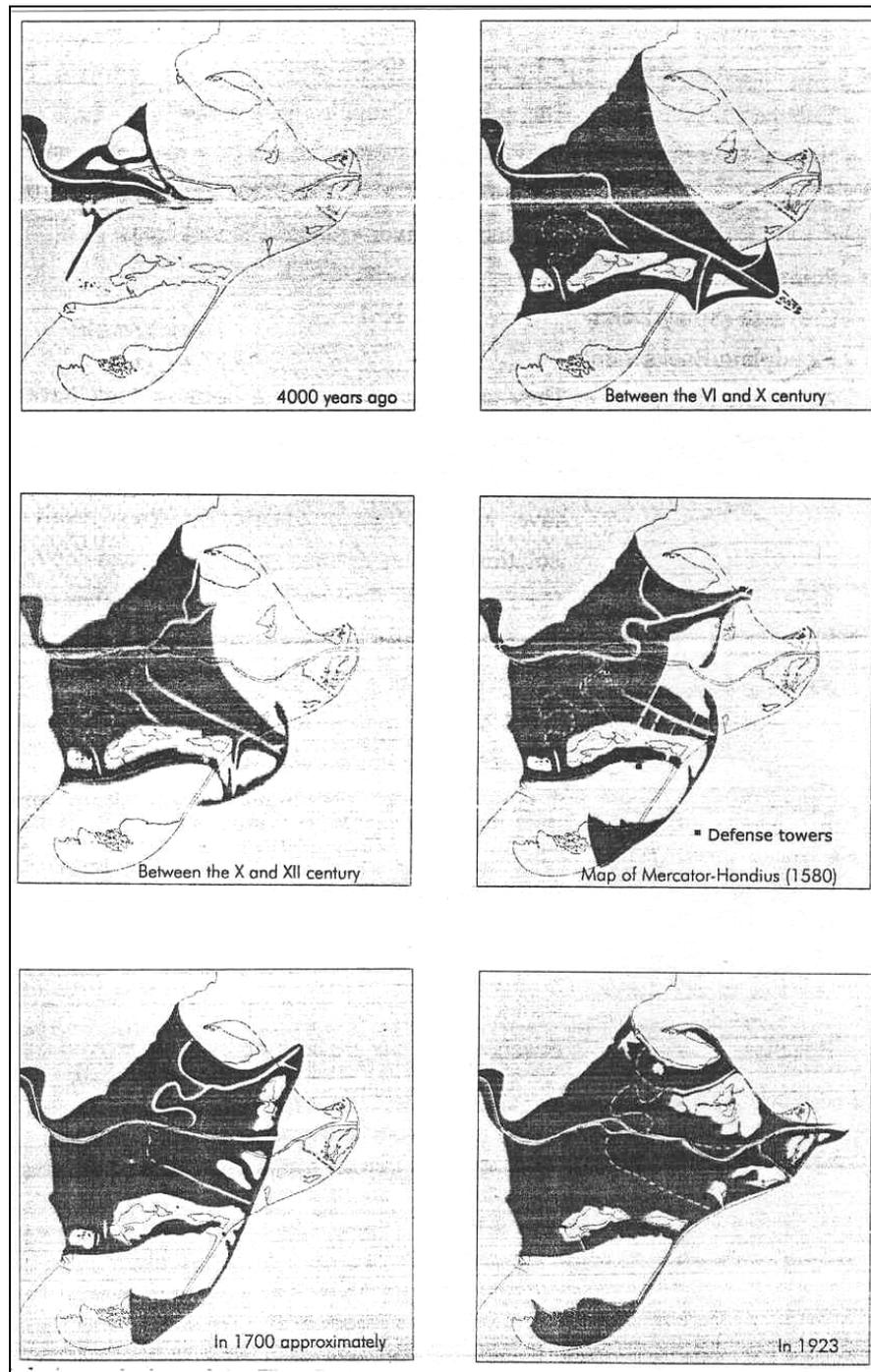
Representación esquemática del Cenozoico del área del Delta de l'Ebre. El perfil es aproximadamente una sección O-E. a lo largo del eje del delta. (Fuente: IGME, 1979)

5.5.3. Evolución deltaica

El desarrollo del Delta de l'Ebre empezó aproximadamente hace 20.000 años al final de la última etapa glacial. Durante los primeros 12.000 años, predominó el aumento del nivel del mar. Cuando los sedimentos aportados por el río fueron retrabajados por el oleaje, se desarrollaron estrechas *secuencias progresivas*, de 90 a 10 m bajo el actual nivel del mar. Durante los últimos 8.000 años ha predominado la sedimentación. Estos sedimentos se caracterizan por el aumento hacia arriba en tamaño de grano y disminución en fauna, y forman las llamadas secuencias granoclasificadas más gruesas hacia el techo. El Delta, a su vez, progresó de 10 m bajo el actual nivel del mar (Maldonado, 1975). Encima el nivel del mar actual, muchos de los sedimentos son de origen fluvial. En el proceso de llenado de los medios lacustres y cursos abandonados, se desarrollan las secuencias granoclasificadas más finas hacia el techo.

Los efectos de subsidencia o compactación han influido y influyen en la sedimentación deltaica. Otros factores importantes deberían ser considerados, por ejemplo la disminución inducida por el hombre de la carga de sedimentos de los ríos, y aún más importante, los procesos de desviación de los brazos del río. Además, la erosión de lóbulos deltaicos abandonados suministra sedimentos para el desarrollo de playas y dunas.

La siguiente figura muestra la evolución durante los últimos 4.000 años del Delta de l'Ebre. La llanura deltaica consiste en tres lóbulos deltaicos pronunciados. El desarrollo de dos de estos lóbulos ha aumentado notablemente la superficie de la llanura deltaica durante los últimos 4 siglos. Según Kleinpenning (1969), Amposta fue un puerto a mar abierto durante el siglo XV. A partir de entonces el Delta empezó a desarrollarse de manera bastante rápida. Esto fue consecuencia de un aumento de la deforestación en la cuenca del Ebro, que causó que la red fluvial transportara crecientes cantidades de sedimentos. El lóbulo meridional del Delta es el más antiguo ya que data de cerca del siglo XVI. El lóbulo septentrional se desarrolló principalmente durante los siglos XVII y XVIII, y el principio del XIX. El período activo del lóbulo central del Delta coexistió con el período activo del lóbulo septentrional del Delta durante sus etapas finales de desarrollo. Inicialmente el lóbulo central tenía un brazo septentrional del Ebro activo, durante el inicio del siglo XVIII. El brazo oriental consiguió su máximo desarrollo alrededor del año 1946. Grandes precipitaciones en 1937 originaron un cuarto lóbulo cuando un nuevo canal partió uno de los lóbulos existentes. Esta desviación del canal resultó en una nueva boca del río y el abandono de la vieja en 1957 (Maldonado y Riba, 1971). El actual desarrollo del Delta está controlado por la desviación del lecho al norte y la disminución de la carga sólida de los ríos en las últimas décadas. El aporte de sedimentos es aproximadamente un 1 % del de hace 100 años debido a la construcción de diques en toda la cuenca del Ebro (Guillén y Palanques, 1992).



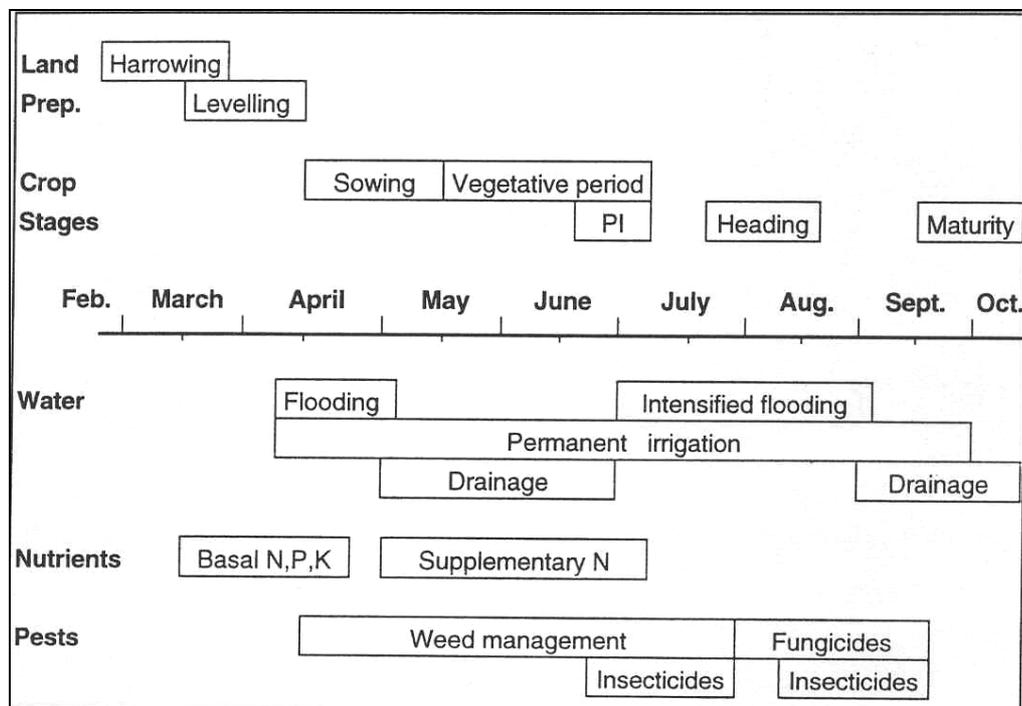
Evolució del Delta de l'Ebre durant els últims 4.000 anys (Ibàñez *et al*, 1997; en Casanova, 1998)

5.5.4. Vegetación y usos del suelo ⁽⁷⁾

La vegetación natural que podemos encontrar en el Delta del Ebre se corresponde a los bosques de ribera, que se engloban en la alianza *Populetalia albae*. Las principales especies son: olmo (*Ulmus minor*), chopo (*Populus nigra*), álamo (*Populus alba*), fresno (*Fraxinus angustifolia*), diferentes especies de *Salix*, zarzas, etc.

Los arrozales ocupan la mayor parte de la superficie del Delta. Debido al origen lejano del arroz (de las tierras asiáticas), los arrozales son invadidos por especies herbáceas especializadas y exóticas, desconocidas en el resto del país. La única comunidad arvense que llega a desarrollarse es *Cypero-Ammanietum coccineae*. Las especies características y dominantes son *Ammania coccinea*, especie adventicia americana, y el *Cyperus difformis*, especie paleotropical. En segundo término está *Bergia aquatica*, también adventicia paleotropical, y *Echinochloa crus-galli* ssp. *orzyzoides*. Esta comunidad era muy abundante, pero actualmente casi ha desaparecido debido a los tratamientos herbicidas.

En la siguiente figura se presenta un esquema de las actividades de cultivo del arroz en el Delta del Ebre.



Calendario del cultivo del arroz en el Delta del Ebro.

⁽⁷⁾ Fuente: Folch, R. et al (1981): "La vegetació dels Països Catalans"

En la siguiente tabla se muestra la gestión agronómica durante la estación de crecimiento del arroz el año 1995:

	Farm 1	Farm 2	Farm 3	Farm 4
Cultivar	Tebre	Tebre	Tebre	L-202 (Thaibonnet)
Seeding Julian Date	105	112	111	117
Seeding rate (kg ha ⁻¹)	183	170	165	138
<u>Fertilizer</u>				
N basal (kg ha ⁻¹)	152	70	42	42
P basal (kg ha ⁻¹)	5	50		
K basal (kg ha ⁻¹)	11	70	95	95
1°N split Ti.(kg ha ⁻¹)		80	84	84
2°N split PI (kg ha ⁻¹)			52.5	63 & 42 ^(3 top dressings)
<u>Herbicides</u>				
Echinochloa (10-25/5)		Molinate	Molinate	Molinate
Cyperacea (10-20/6)	Bentazona	Bentazona	Bentazona	Bentazona
<u>Fungicides</u>				
Fungicides (18-28/ 7)	Carbendazima+	Carbendazima+	Carbendazima+	Carbendazima+
(13-23/ 8)	Mancozeb:	Mancozeb:	Mancozeb:	Mancozeb:
(1-10/ 9)	2 appli.	2 appli.	2 appli.	3 appli.
Harvest Julian Date	264	261	263	273

5.5.5. CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS DEL DELTA DEL EBRE

Perfil	Soil Taxonomy		FAO, 1990	FAO, 1998 (WRB)
	Clasificación original	SSS, 1999		
NM1	Xerofluent oxiácuico	Xerofluent oxiácuico, limoso grueso, mezclado, térmico.	Fluvisol calcáreo	Fluvisol calcáreo
NM4	Xerofluent oxiácuico	Xerofluent ácuico, fino, mezclado, térmico.	Fluvisol calcáreo	Fluvisol calcáreo, hiposálico
NC9	Psammaquent típico	Psamaquent típico, mezclado, térmico.	Fluvisol calcáreo	Fluvisol calcáreo, hiposálico, arenico, epigleico.
TC-3	Haplosaprist	Haplosaprist hémic, euc, térmico	Histosol	Histosol sáprico, ómbrico, eutrico

5.5.6. APÉNDICE VI:
DESCRIPCIÓN DE LOS PERFILES DEL
DELTA DE L'EBRE

En el trabajo realizado por Casanova et al (1998, 2001), se estudió la distribución espacial de los suelos y sus atributos en la parte septentrional del Delta del Ebro. Los suelos se clasificaron según su desarrollo, textura, clase de drenaje y salinidad. El estudio del drenaje y salinidad es de una gran importancia debido a la influencia que tiene sobre los usos del suelo.

Las unidades cartográficas de los mapas de suelos de áreas deltaicas tienen una gran variabilidad textural y taxonómica (Pons y Zonneveld, 1965). La variabilidad de los suelos puede ser mayor o menor según la complejidad de los medios deposicionales (Daniels y Hammer, 1986).

Se han escogido unidades de suelos con diferentes características:

- NM1 (Xerofluent oxiácuico): Corresponde a suelos poco o muy débilmente desarrollados, de textura media a fina y bien drenado. Son suelos que no tienen problemas de salinidad y bien drenados situados en los bancos "levee" del Ebro.
- NM4 (Xerofluent oxiácuico): Se diferencia del anterior por sus condiciones de drenaje, ya que son moderadas; por tener una alta salinidad y texturas más finas. Situados en las cubetas (basin).
- NC9 (Psammaquent típico): Son suelos con muy poco desarrollo, muy pobremente drenados y con problemas de salinidad. Situado en áreas próximas al mar, recientemente colmatadas.

Además se presentan los datos de un Histosol (Haplosaprist) situado en el Ullals de Baltasar en el Parque Natural del Delta del Ebro.

Los objetivos aquí se centran en el estudio de:

- drenaje y morfología de suelos
- relaciones suelo-geomorfología
- suelos orgánicos

A. Suelos bien drenados de textura media a fina.

Propiedades observadas en campo

Referencia	Profundidad (cm)	Horizontes	Estado oxidación	Color matriz ²	Manchas de oxidación (%)	Colores de oxidación ²
NM1	0-35	Ap ₁	Oxidación	10 YR 3/4	0	
	35-115	Bw ₁	Oxidación	10 YR 5/4	0	
	115-170	2C ₁	Oxidación	10 YR 6/6	1-2	10 YR 5/6
	170-190	3C ₂	Oxidación	10 YR 5/6	1-2	7.5 YR 5/6

Horizontes	Manchas de reducción grises (%)	Colores de reducción grises ²	Manchas de reducción negras (%)	Colores de reducción negros ²	Reacción DIPPY ³
Ap ₁	0		0		No
Bw ₁ ⁴	0		0		No
2C ₁	0		0		No
3C ₂	0		0		No

¹ Estado de oxidación/reducción de la matriz: O= matriz oxidada, O/R= matriz oxidada con algo de reducción, R(O)= matriz reducida con algo de oxidación, R= matriz reducida.

² Los colores se han descrito en húmedo según las tablas Munsell.

³ DIPPY designa el test de α,α' -dipyridyl (Childs, 1981), que se utiliza para confirmar la existencia de condiciones de reducción.

⁴ Horizonte con algo de desarrollo de la estructura

Propiedades medidas en el laboratorio

Referencia	Profundidad (cm)	pH H ₂ O 1:2.5	CE (1:5) (dS/m)	M. O. (%)	P Olsen (mg/Kg)	K AcONH ₄ (mg/Kg)
NM1	0-35	7.9	0.43	1.97	27	157
	35-115	8.1	0.42	0.62		
	115-170	8.7	0.15	0.16		
	170-190	8.3	0.24	0.63		

Profundidad (cm)	CaCO ₃ eq (%)	0.5<D<2 (%P/P)	0.05<D<0.5 (%)	0.002<D<0.05 (%)	D<0.002 mm (%)
0-35	34.6	0.31	47.01	36.98	15.7
35-115	36.4	0.2	21.85	61.51	16.44
115-170	30.0	3.03	3.49	93.47	0.01
170-190	40.9	0.2	2.25	65.37	32.18

B. Suelos moderadamente drenados de textura media a fina.

Propiedades observadas en campo

Referencia	Profundidad	Horizontes	Estado oxidación	Color matriz ²	Manchas de oxidación (%)	Colores de oxidación ²
NM4	0-20	Apg ₁	O/R	2.5 Y 4/3	2-20	10 YR 5/6
	20-35	Apdg ₂	R/O	2.5 Y 3/1	2-20	10 YR 5/6
	35-60	C ₁	O/R	10 YR 5/6	20-50	10 YR 5/6
	60-90	C ₂	O/R	10 YR 5/6	20-50	10 YR 5/6
	90-120	C ₃	O/R	2.5 Y 5/2.5	20-50	10 YR 5/6
	120-150	C ₄	R/O	5 Y 5/2	2-20	10 YR 5/6

Horizontes	Manchas de reducción grises (%)	Colores de reducción grises ²	Manchas de reducción negras (%)	Colores de reducción negros ²	Reacción DIPPY ³
Apg ₁	2-20	5 Y 5/1	1-2		Positivo
Apdg ₂	2-20	5 Y 5/1	2-5	10 BG 4/1	Positivo
C ₁	2-20	5 Y 5/1	1-2		No
C ₂	20-50	5 Y 5/1	1-2		No
C ₃	2-20	5 Y 5/1	1-2		No
C ₄	20-50	5 Y 5/1	2-5	N 2/0	No

¹ Estado de oxidación/reducción de la matriz: O= matriz oxidada, O/R= matriz oxidada con algo de reducción, R(O)= matriz reducida con algo de oxidación, R= matriz reducida.

² Los colores se han descrito en húmedo según las tablas Munsell.

³ DIPPY designa el test de α,α' -dipyridyl (Childs, 1981), que se utiliza para confirmar la existencia de condiciones de reducción.

Propiedades medidas en el laboratorio

Referencia	Profundidad (cm)	pH H ₂ O 1:2.5	CE (1:5) (dS/m)	M. O. (%)	P Olsen (mg/Kg)	K AcNOH ₄ (mg/Kg)
NM4	0-20	7.6	1.29	4.67	30	224
	20-35	8.2	0.53	1.51	8	270
	35-60	8.2	0.59			
	60-90	8.3	0.38			
	90-120	8.5	0.27			

Profundidad (cm)	CaCO ₃ eq (%)	Dens. apar. (kg/m ³)	0.5<D<2 (%)	0.05<D<0.5 (%)	0.002<D<0.05 (%)	D<0.002 mm (%)
0-20	29.5	1437	0.11	3.98	58.88	37.03
20-35	32.2	1624	0.11	3.98	58.88	37.03
35-60	33.6	1629	0.0	0.41	53.06	46.53
60-90	35.4	1618	0.01	2.25	72.84	24.9
90-120	34.1		0.01	18.29	66.26	15.44

Composición química del agua freática

Xcoord. (m)	Y coord (m)	Símbolo	Profundidad ss (cm)	Profundidad sl (cm)	pH	CE (dS/m)
307017	4511563	NM4	105	75	7.95	2.82

Profundidad ss: Profundidad del agua del suelo desde la superficie del suelo

Profundidad sl: Profundidad del agua del suelo desde el nivel del mar

Ref.	(meq/l)								(mmol/l) ^{1/2} SAR
	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ²⁻	
NM4	4.7	4.0	4.4	1.0	5.3	5.9	3.7	Ip.	2.3

C. Suelos muy pobremente drenados de textura pesada.

Propiedades observadas en campo

Referencia	Profundidad	Horizontes	Estado oxidación	Color matriz ²	Manchas de oxidación (%)	Colores de oxidación ²
NC9	0-20	Apg ₁	O/R	2.5 Y 5/4	2-20	2.5 Y 5/6
	20-40	Cg ₁	R	N 4/0	1-2	
	40-100	Cg ₂	R	2.5 Y 6/1	0	

Horizontes	Manchas de reducción grises (%)	Colores de reducción grises ²	Manchas de reducción negras (%)	Colores de reducción negros ²	Reacción DIPPY ³	Observaciones
Apg ₁	2-20	5 GY 4/1	2-20	10 BG 1.7/1	Positiva	
Cg ₁	> 50	5 GY 3/1	20-50	10 BG 1.7/1	Alta	
Cg ₂	> 50	5 GY 3/1	2-5	10 BG 1.7/1	Alta	

¹ Estado de oxidación/reducción de la matriz: O= matriz oxidada, O/R= matriz oxidada con algo de reducción, R(O)= matriz reducida con algo de oxidación, R= matriz reducida.

² Los colores se han descrito en húmedo según las tablas Munsell.

³ DIPPY designa el test de α,α' -dipyridyl (Childs, 1981), que se utiliza para confirmar la existencia de condiciones de reducción.

Propiedades medidas en el laboratorio

Símbolo	Profundidad (cm)	pH H ₂ O 1:2.5	CE (1:5) (dS/m)	M. O. (%)	P Olsen (mg/Kg)	K AcONH ₄ (mg/Kg)
NC9	0-20	8.06	0.61	0.69	7.84	36.41
	20-40	8.80	0.21			
	40-100	8.83	0.22			

Profundidad (cm)	CaCO ₃ eq (%)	Dens. apar. (kg/m ³)	0.5<D<2 (%)	0.05<D<0.5 (%)	0.002<D<0.05 (%)	D<0.002 mm (%)
0-20	33.1		0.01	85.56	8.54	5.89
20-40	29.2		0.0	98.89	0.62	0.49
40-100	30.4		0.01	99.18	0.17	0.64

Composición química del agua freática

Xcoord. (m)	Y coord (m)	Símbolo	Profundidad ss (cm)	Profundidad sl (cm)	pH	CE (dS/m)
314922	4513591	NC9	70	-35	8.12	3.0

Profundidad ss: Profundidad del agua del suelo desde la superficie del suelo

Profundidad sl: Profundidad del agua del suelo desde el nivel del mar

Ref.	(meq/l)								
	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ²⁻	SAR
NC9	7.2	4.5	4.1	.3	5.8	4.5	6.1	Ip.	3.5

DESCRIPCIÓN

0-20 cm H1	Mojado. Fango negro. Bajo contenido en fibras vegetales. No desprende olor. Reacción al HCl 11% muy baja.
20-40 cm H2	Mojado. Fango negro. Frecuentes restos de tallos y rizomas de <i>Phragmites</i> , hasta 10 cm de longitud, sin descomponer. No desprende olor. Reacción al HCl 11% nula.
40-120 cm H3	Saturado. Fango negro. Frecuentes restos de tallos y rizomas de <i>Phragmites</i> , hasta 10 cm de longitud, sin descomponer. No desprende olor. Reacción al HCl 11% nula.
120-180 cm H4	Saturado. Fango negro. Pocos restos de fibras vegetales. Frecuentes fragmentos de gasterópodos hasta 3 mm diámetro. No desprende olor. Reacción al HCl 11% nula.
180-250 cm H5	Saturado. Fango negro. Pocos restos de fibras vegetales. Frecuentes fragmentos de gasterópodos hasta 3 mm diámetro. Desprende olor a metano. Reacción al HCl 11% nula.
250-350 cm H6	Saturado. Fango negro. Pocos restos de fibras vegetales. Pocos fragmentos de gasterópodos. Desprende olor a metano. Reacción al HCl 11% nula.

Profundidad (cm)	Horizonte	Contenido en fibras* (% vol)		Color extracto pirofosfato sódico	pH		Material (SSS 1998)
		muestra inalterada	muestra desmenuzada		H ₂ O	CaCl ₂	
0-20	H1	10	2.5	5YR 2.5/2	7.4	6.3	sapric
20-40	H2	45	6	10YR 6/3	7.1		sapric
40-60	H3	45	15	2.5Y 5/3	7.3		sapric
60-80	H3	30	12	2.5Y 6/2	7.2		hemic
80-100	H3	65	15	7.5YR 7/2	7.5		hemic
100-120	H3	70	20	7.5YR7/1	7.3		fibric
120-180	H4	35	15	10YR 6/2	7.4		hemic
180-250	H5	20	6	10YR 6/2	7.4		hemic
250-290	H6	20	7	10YR 6/3	7.4		sapric
290-350	H6	20	2	10YR 5/3	7.4		sapric

* tamiz 0.2 mm luz

Profundidad muestra (cm)	Peso húmedo (g)	Peso seco (g)
0-10	182.6	79.3
10-20	151.1	57.6

Valores obtenidos de la media de dos muestras

6.-BIBLIOGRAFÍA

- Alcañiz, JM y O Ortiz, 2002. **Transcatalonia 2002**. Prades-Taradell. Guia de campo. ICEA-CREAF-UAB. Barcelona.
- Anadón, Colombo, Esteban, Marzo, Robles, Santanach y Solé Sugrañes, 1979. **Evolución tecnoestratigráfica de los Catalánides**. Acta Geológica Hispánica. Homenaje a Lluís Solé i Sabaris T14, 242-270.
- Arkley RJ y R Ulrico. 1962 **The use of calculated actual and potential evapotranspiration for estimating potential plant growth**. Hilgardia 32, 443-462.
- Blumel WD & T Vogt 1981 **Croutes calcaires de Namibie. Problèmes Géomorphologiques et Etude microorphanologique**. Rech. Géogr. Strasbourg, 12: 55-68 pp.
- Boixadera, J., R.M. Poch y C.Herrero (eds). 2000. **Soilscapes of Catalonia and Aragon (NE Spain): Tour Guide of the annual excursión of the Belgian Soil Science Society 1999**. DARP-UdL-DGA, Lleida, Spain.
- Braun-Blanquet J & O Bolòs 1957 **Les groupements végétaux du bassin moyenne de l'Ebre et leur dynamisme**. Anales Est. Exp. Zaragoza. Aula Dei 5(1-4): 1-266.
- C.B.D.S.A. 1983 **SINEDARES, Manual para la descripción codificada de suelos en campo**. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación de España, Madrid. 137pp.
- Carrillo et al. 1999 **Mapa de sòls (1:25000) del TM de Castelló d'Empuries (Alt Empordà)**. Draft report. DARP.Generalitat de Catalunya. Lleida.
- Casanova, D. 1998. **Quantifying the Effects of Land Conditions on Rice Growth. A case study in the Ebro Delta (Spain) using remote sensing**. Thesis Landbouwniversiteit wageningen. 219 pp.
- Chico, C., Rúbies, C., Boixadera, J. 1990. **Mapa de sòls detallat (1:25 000) de l'àrea regable d'Aldea-Camarles (Baix Ebre)**. Ed. Draft. Servei d'Agricultura. Secció de sòls i fertilitzants. Lleida-Barcelona
- Chico, C., Rúbies, C., Boixadera, J. 1990. **Mapa de sòls detallat (1:25 000) dels Valentins (Montsià)** Ed. Draft. Servei d'Agricultura. Secció de sòls i fertilitzants. Lleida-Barcelona
- Chico, C., Rúbies, C., Boixadera, J., Roca, J. 1990. **Relaciones suelo-paisaje en el Bajo Ebro: sector Aldea-Camarles**. En preparació.
- Durand JH 1963 **Les croûtes calcaires et gypseuses en Algérie, formation et âge**. B.S.G.F.7. V. 959-968 pp.
- FAO /ISRIC/ISS 1998 **World Reference Base for Soil Resources**. World Soil Resources Report 84. FAO Rome. 88 pp.
- FAO /ISRIC/ISS 1998b **World Reference Base for Soil Resources**. World Soil Resources Report 84. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome.
- FAO 1990 **Soil map of the world. Revised legend**. World Soil Resources Report 60. Reprinted FAO, Rome. 119 pp.
- Folch, R. et al 1981.**La vegetació dels Països Catalans**. Ed. Kretes. Barcelona. 541pp.
- Gaucher G y S Burdin. 1974. **Géologie, géomorphologie et hydrologie des terrains salés**. Presses Universitaires de France. 234 pp.
- Gile LH & RB Grossman 1979 **The Desert Project**. Soil Monograph. S.C.S. USDA. Springfield VA. 984 pp.
- Gile LH, FF Peterson & RB Grossman 1966 **Morphological and genetic sequences of carbonate accumulation in desert soils**. Soil Sci. 101: 347-360 pp.
- Goudie AS 1983 **Calcrete**. In: AS Goudie & K Pye (eds): "Chemical Sediments and Geomorphology". Academic Press. London, 93-131.
- Hay RL & RJ Leeder 1978 **Calcretes of Olduvai Gorge and the Ndolanya Beds of northern Tanzania**. Sedimentology 25, 649-673.
- IGME 1979. Hojas 522-523.
- Jarauta E 1989 **Modelos matemáticos del régimen de humedad de los suelos. Aplicación a la determinación del régimen de humedad de los suelos del Área meridional de Lleida**. Ph.D. Thesis. Unpublished. ETSIA-UPC. Barcelona.

- Julià R y E Calvet. 1983. **Descripción e interpretación de las texturas y microtexturas de caliches recientes del Campo de Tarragona y Penedès (Cataluña)**. Libro jubilar JM Ríos, R. 1, 61-96.
- Klappa CF 1979 **Lichen stomatolites: criterion for subaerial exposure and a mechanism for the formation of laminar calcretes**. J. Sedim. Petrol. 49, 2: 387-400 pp.
- Krumbein WE 1968 **Geomicrobiology and geochemistry of the "Nari-lime-crust"**. (Israel) In Hüller G et al. (ed) "Recent Developments in Carbonate Sedimentology in Central Europe. Springer-Verlag: 13-147 pp.
- Martínez Casanovas JA, M Antúnez, J Roca 1992 **Mapa de sòls detallat (E. 1:25.000) i avaluació per a reg de l'àrea regable del canal de les Baixes Garrigues (Segrià, Lleida)**. Regs de Catalunya SA. Lleida 279p + 4 map.
- Montilla, 1991. **Micromorfologia de suelos con translocaciones de arcilla**. TFC. ETSEA. Lleida.
- Multer HG & JE Hoffmeister 1968 **Subaerial laminated crusts of the Florida Keys**. Bull. Geol. Sec. Am. 79: 183-92 pp.
- Ollier CD. 1976. **Catenas in different climates**. In: E. Derbyshire (Ed): Geomorphology and Climate. John Wiley & Sons 136-169. Londres.
- Papadakis J 1961 **Climatic tables for the World**. Buenos Aires.
- Porta J, J Boixadera, J Herrero, A Bosch, C Herrero, M López-Acevedo, J Roca, R Rodríguez 1989 **Suelos de secano en zona semiárida**. XVI Reunión de la Sociedad Española de la Ciencia del Suelo. Lleida, 91 pp.
- Porta J, R Julià & col. 1983 **Els sòls de Catalunya: Àrea meridional de Lleida** Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca de la Generalitat de Catalunya. Barcelona. 332 pp.
- Richards 1954 **Diagnosis and improvement of saline and alkaline soils**. Agronomy Handbook, 60. U.S. Soil Salinity Lab. USDA. Washington.
- Roquero C 1980 **Personal communication**.
- Ruellan A 1968 **Les horizons d'individualisation et d'accumulation du calcaire dans les sols du Maroc**. 9th Int. Congress of Soil Sc. IV: 501-510 pp.
- Soil Survey Staff 1975 **Soil Taxonomy: a basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys**. USDA Soil Conservation Service Agricultural Handbook 436. US Government Print Office 754 pp.
- Soil Survey Staff. 1987 **Keys to Soil Taxonomy**. S.M.S.S. Tech. Mon. 6 New York.
- Stuart DM & RM Dixon 1973 **Water movement and caliche formation in layered arid and semiarid soils**. S.S.S.A. Proc. 37: 323-324 pp.
- Thornthwaite CW 1948 **An approach toward a rational classification of climate**. Geographical Review 38, 55-94.
- Verrecchia EP, Ribier J, Patillon M y Polko KE. 1991 **Stromatolitic origin for desert Laminar Limecrusts**. Naturwissenschaften 78: 505-507 pp.
- W.R.B. 1998 **World Reference Base for Soil Resources: Introduction**. ISSS Working Group R.B. Edited by JA Deckers, FO Nachtergaele, and OC Spaargaren. First Edition ISSS, ISRIC, and FAO. 88 pp.