



## CAMBIOS EN EL PAISAJE DEL VALLE DE ORDINO AL INICIO DEL HOLOCENO: EVOLUCIÓN GEOMORFOLÓGICA, PALEOVEGETAL E INCENDIOS DE ÉPOCA MESOLÍTICA (NW DEL PRINCIPADO DE ANDORRA, PIRINEOS ORIENTALES)

S. Riera (1) y V. Turu (2)

(1) Seminari d'Estudis i Recerques Prehistòriques. Dept. Prehistòria, Història Antiga i Arqueologia. Universita de Barcelona. C/ Montalegre 6. 08001. Spain. [rieram@ub.edu](mailto:rieram@ub.edu)

(2) Fundació Marcel Chevalier, Av. Príncep Benlloch 66-72, AD 500 Andorra la Vella, Principat d'Andorra; [igeofundacio@andorra.ad](mailto:igeofundacio@andorra.ad)

**Abstract (Mesolithic palaeoenvironment in the Ordino Valley -NW Andorra, Southeastern Pyrenees-: Landscape changes in the Early Holocene):** Flooding sediments at Sornàs (1300 m a.s.l.) provide new information about geomorphological changes since the Last Termination and the Holocene in a high Mediterranean valley. The sedimentary record had several charcoal layers dated from 9625 to 5560 cal BP (Mesolithic and early Neolithic). Charcoal analyses between 9625 to 9155 cal BP has been carried out depicting that the valley was mainly occupied by *Pinus sylvestris* woodlands; but also that these forests were affected by burnings frequency of 60-180 years. Pollen analyses elucidate the presence of apophyte taxa just after the charcoal layers. The proximity of the archaeological site of Balma Margineda (960 m asl) recording a human occupation from the Epipaleolithic to the Early Neolithic times, allows us to discuss about a woodland management by Mesolithic groups.

**Palabras clave:** Holoceno, paleoambiente, impacto humano, incendios.

**Key words:** Holocene, palaeoenvironment, human impact, burnings.

### INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, diversos estudios han permitido avanzar en la caracterización de la dinámica y modelado cuaternario de los valles andorranos, en los Pirineos Orientales. Por una parte los afloramientos que abarcan el último máximo glacial hasta el Holoceno han sido caracterizados y datados en los fondos de valle de Andorra por Turu et al. (1995), Turu (1998) y Turu & Planas (2005). Por otra, la dinámica paleoambiental holocena e impacto humano en sectores altimontanos han sido objeto de recientes análisis (Palet et al., en prensa; Ejarque et al., 2010; Miras et al., 2007, 2010; Orengo, 2010). El seguimiento de perfiles estratigráficos en los valles ha permitido caracterizar el máximo avance glacial así como los procesos de deglaciación en los valles andorranos (Turu, 1994, 2002). En este contexto, los estudios estratigráficos y paleoambientales como la secuencia de Sornàs constituyen una notable aportación a la dinámica y cronología del LGM, así como a la caracterización ambiental de un valle pirenaico durante el Holoceno. Esta secuencia, además permite analizar la posible gestión humana de los valles andorranos durante el período Mesolítico.

### SITUACIÓN

La secuencia estratigráfica de Sornàs se localiza en una vertiente del valle de Ordino, ligeramente desplazada de la dinámica del valle principal (Fig. 1) a una altitud de 1300 m (42°33'45"N - 1°31'45.5" E) y bajo la influencia del influjo del torrente del mismo nombre. Este valle presenta formas de erosión y acumulación de sedimentos típicamente glaciares. La vegetación del valle se caracteriza por la presencia de bosques de ribera que dan paso a comunidades de *Salix cinerea* y *Betula pendula* en las vertientes hasta una cota de 1500 m. Entre esta cota y los 1900 m, se extienden los bosques de *Pinus sylvestris* y, entre 1900-2300 m dominan los bosques de *Pinus uncinata*. A una altitud superior a los 2300 m, se extienden los prados alpinos.



Fig. 1: Localización de la secuencia de Sornàs en el Valle de la Valira del Nord (Ordino, Andorra).

La cronología de la deglaciación en el valle de Ordino ha sido recientemente estudiada por Turu et al. (2011), concluyendo que ésta finalizó a 9831 ±643 años con la fusión de los últimos heleros en el circo de La Coma d'Arcalis (datación por <sup>10</sup>Be cosmogénico). A partir de ese momento el paso entre los Pirineos septentrionales y meridionales queda abierto en alta montaña, hecho que puede favorecer migraciones diversas en dirección Norte-Sur. En el valle de Ordino se conoce la existencia de yacimientos de edad Neolítica en Segudet (Yáñez et al., 2002) y en el pueblo de Sornàs, mientras que a menor altitud (Balma Margineda, 970 m), se documentan asentamientos del Paleolítico Superior y Epipaleolítico (Guilaine & Martzluff, 1995), Neolíticos (Juberri, Sant Julià de Lòria 1335 m) (Fortó et al., 2009), del Calcolítico (El Cedre, Andorra 1000 m) y de la Edad del Bronce (Prats, Canillo 1600 m; Yáñez, 2005).

## MATERIAL

El perfil de Sornàs tiene 50 m de longitud por 4 de potencia (Turu, 1992, 1998). En este afloramiento pueden describirse cuatro unidades deposicionales:

- Unidad 1: Formada por gravas fluvio-glaciares con dos niveles de *lodgement tills* intercalados. La unidad está deformada y presenta una inclinación hacia el norte, de edad  $^{14}\text{C}$  23.560  $\pm$  130 años BP (Turu et al. 2011), que calibrada por <http://www.calpal-online.de> se situaría sobre los 28.480  $\pm$  361 cal BP. El techo de la unidad está formado por arenas con estratificación cruzada ligeramente deformadas que constituyen el relleno del paleorelieve posterior al retroceso glacial.
- Unidad 2: Nivel de gravas poligénicas imbricadas y arenas fluviales con paleocanales de gravas (U2b) que erosionan parcialmente la unidad anterior. Lateralmente, pasa a sedimentos de vertiente (U2a) que han sido datados por  $^{14}\text{C}$  en 16.950-16.240 cal BP (Turu et al., 2011).
- Unidad 3: Alternancia de niveles de limos y arcillas con intercalaciones de cinco niveles con alta concentración de fragmentos centimétricos de carbón que se asocian a fases de incendios. En la base de ésta unidad, se han obtenido dataciones  $^{14}\text{C}$  en cuatro de los niveles de carbones: de base a techo, 9.623  $\pm$  197 cal BP, 9.398  $\pm$  147 cal BP, 9.332  $\pm$  198 cal BP y 9.155  $\pm$  150 cal BP (Hedges et al., 1995). La parte alta de esta unidad es contemporánea con el yacimiento Neolítico de Segudet situado a escasos 1400 m al sur de Sornàs (6.280-6.000 cal BP, Yáñez, et al. 2002), dado que la datación  $^{14}\text{C}$  que se dispone al techo de la unidad 3 es de 5.480-5.640 cal BP (Turu et al. 2011),
- Unidad 4: Unidad de relleno del relieve heredado por un proceso de descenso del nivel de base local. Este descenso se ha observado a partir de un nivel orgánico asociado al río Valira a una cota de 1275 m y con una fecha radiocarbónica de 2.115  $\pm$  40 BP (Ua-20273), que calibrada es 2310-1980 cal BP.

## METODOLOGÍA

La base de la unidad 3 de la secuencia de Sornàs era la que presentaba los sedimentos más finos para su estudio. En septiembre de 1990, se procedió al muestreo continuo de 79 cm. de potencia (Fig. 2), el cuál fue objeto de análisis paleobotánicos consistentes en: antracología, palinología y cuantificación de macrocarbones (Tabla 1 y Fig. 3). La identificación taxonómica de los restos carbonizados se ha realizado sobre fragmentos de diámetro superior a 2 mm. La cuantificación de macrocarbones se ha efectuado en dos categorías (>1mm y 0,5-1 mm).

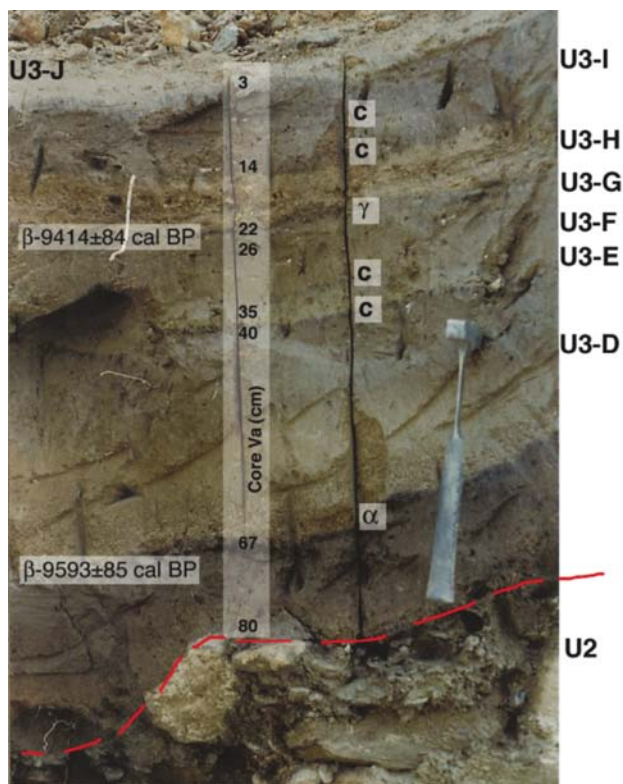


Fig. 2: Fotografía previa a la extracción de la muestra para su estudio polínico. Se han situado las dataciones calibradas obtenidas (niveles alfa y gama), los niveles de concentración de carbones (c), así como las unidades estratigráficas (U2 y U3) y la potencia en cm.

## RESULTADOS

Los datos antracológicos evidencian el predominio de *Pinus sylvestris* en la cota 1300 m del valle durante el período Boreal, con una menor presencia de *Pinus cf. uncinata* y taxones caducifolios como *Corylus avellana* y *Betula*. Destaca también la presencia puntual de rosáceas arbustivas, *Juniperus* y *Salix* (Tabla 1). Este análisis demuestra que los incendios se extendieron a los bosques de *Pinus sylvestris*.

Taxones	Nº de fragmentos
<i>Betula</i> sp.	1
<i>Corylus avellana</i>	2
<i>Crataegus/Sorbus</i>	1
<i>Juniperus</i> sp.	1
<i>Pinus cf. uncinata</i>	18
<i>Pinus sylvestris</i>	368
<i>Salix</i> sp.	2
<i>Sorbus</i> sp.	3
Gymnospermes ind.	3
Indeterminables	31
Total fragmentos	430

Tabla 1: Identificación antracológica de los fragmentos de carbón de la Unidad 3 de Sornàs, realizada en 1995 por Christine Heinz.

Por otra parte, los resultados del estudio polínico evidencian un alto recubrimiento forestal del valle, con un predominio de pinares y una notable presencia de *Betula* y *Corylus* (Fig. 3), datos coherentes con el espectro evidenciado por el estudio antracológico. Destaca, además, la presencia de granos de polen de *Quercus* y de algunos árboles de ribera (*Alnus*, *Fraxinus* y *Ulmus*) no documentados en el conjunto antracológico. Este espectro polínico se corresponde con los observados actualmente en nivel montano a una cota similar en el valle del Madriu. En la parte superior del diagrama polínico, se evidencia la mayor presencia de taxones herbáceos sinantrópicos (*apophytes*), indicadores de un cierto grado de perturbación humana del medio.

### INTERPRETACIÓN

Tanto los análisis polínicos como antracológicos evidencian que durante la primera mitad del X milenio cal BP el predominio de un pinar montano formado por pino silvestre estuvo bien asentado en el valle de Ordino a una cota de 1300 m, un bosque que en su límite superior se entremezcla con *Pinus uncinata*, posiblemente a modo de pinada boreal. En este nivel montano, el abedul y el avellano están también presentes, formando bosques mixtos montaños. *Sorbus sp.* se relaciona con contextos biogeográficos submediterráneos y está hoy en día presente en el valle.

Respecto a los incendios de este período, cabe señalar, en primer lugar, que éstos afectan principalmente al pinar montano de pino silvestre y en menor medida al abedul, que podría verse favorecido por las perturbaciones forestales causadas por incendios. Por otra parte, a partir de las dataciones  $^{14}\text{C}$  obtenidas, se puede concluir que se produjeron 5 episodios de incendios con una frecuencia de entre 60 y 180 años, un dato coincidente con las frecuencias calculadas en otros ámbitos mediterráneos para este mismo periodo cronológico (Colombaroli et al., 2008). Niveles de carbones de cronologías pre-neolíticas similares han sido también documentados en sectores altimontanos pirenaicos cercanos, como en el valle andorrano de Madriu (Miras et al., 2007; 2010) o en los Llanos de Boldís-Montarenyo (Cunill, 2010).

Por otra parte, incendios durante esta fase han sido también observados en el sur de la Península Ibérica, Valle del Ródano-Provenza (Berger & Guilaine, 2009) o en la Península Itálica (Vanniére et al., 2008). La coincidencia cronológica de estos niveles de carbones en diferentes ámbitos mediterráneos ha contribuido a una interpretación climática de esta mayor frecuencia de incendios, consecuencia de unas condiciones más áridas (Vanniére et al., 2008). Sin embargo, la ciclicidad de incendios documentada en Sornàs, junto al hecho que con posterioridad a las quemadas se documenten taxones polínicos sinantrópicos, la existencia de una ocupación paleolítica y epipaleolítica en el valle de Valira (Balma Margineda) y la identificación de un fragmento milimétrico de sílex verde (depositado en el que fue el Patrimoni Artístic d'Andorra, actualmente desaparecido) mientras se procedía a la recolección de carbones en el nivel datado en  $9.332 \pm 198$  cal BP, permiten decir que los incendios son coincidentes con una presencia humana en el valle, pudiendo apuntar la hipótesis de quemadas voluntarias por grupos epipaleolíticos. Esta posibilidad ha sido apuntada en otros ámbitos geográficos (Ryan &

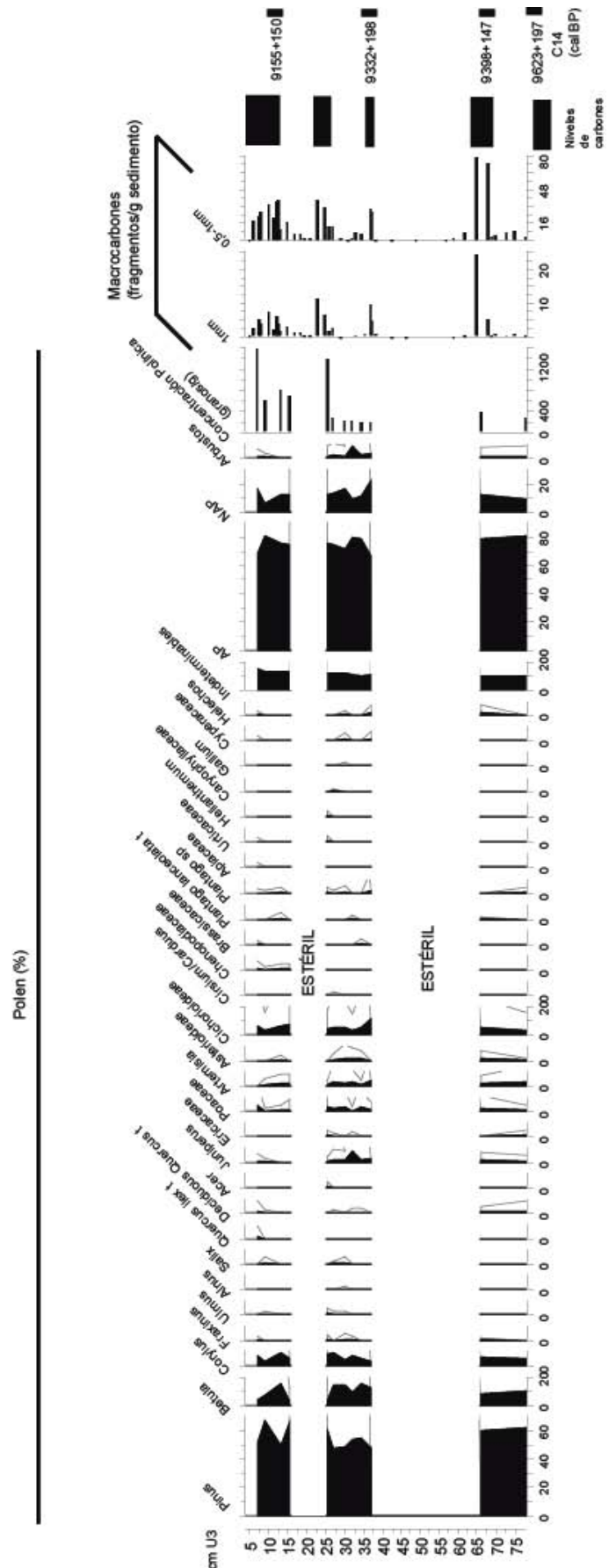


Fig. 3: Diagrama polínico porcentual y concentración de macrocarbones de los niveles U3b a U3i de Sornàs. Curva de exageración x5.

Blackford, 2010) donde se ha señalado que la apertura voluntaria del bosque durante el Mesolítico que podría tener una finalidad cinegética y en Somnès representaría, por tanto, un sistema de gestión del medio Pre-Neolítico.

### Referencias bibliográficas

- Berger, J-F. & Guilaine, J. (2009). The 8200 cal BP abrupt environmental change and the Neolithic transition: A Mediterranean perspective. *Quaternary International*, 200, 31-49.
- Colombaroli, D.; Vannièrè, B.; Emmanuel, C.; Magny, M. & Tinner, W. (2008). Fire-vegetation interactions during the Mesolithic-Neolithic transition at Lago dell'Accesa, Tuscany, Italy. *The Holocene*, 18, 679-692.
- Cunill, R. (2010). *Estudi interdisciplinari de l'evolució del límit superior del bosc durant el període holocènic a la zona de Plaús de Boldís-Montanyo, Pirineu central català. Pedoantracologia, palinologia, carbons sedimentaris i fonts documentals*. Tesis doctoral, Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra.
- Ejarque, A., Miras, Y., Riera, S., Palet, J.M. & Orengo, H.A. (2010). Testing microregional variability in the Holocene shaping of high mountain cultural landscapes: a palaeoenvironmental case-study in the eastern Pyrenees. *Journal of Archaeological Science*, 37, 1468-14.
- Fortó, A; Vidal, A & Maese, X. (2009) Darreres troballes del Neolític a Juberrí (Andorra); *Cota Zero*, 24, 14-16.
- Guilaine, J. & Martzluft, M. (1995). *Les excavacions a la Balma de la Margineda (1979-1991)*. vol. II. Andorra, Edicions del Govern d'Andorra, 496 pp.
- Hedges, R.E.M, Housley, R.A., Bronk Ramsey, C. & van Klinken, G.J. (1995). Radiocarbon dates from the Oxford AMS system: Archaeometry datelist 19; *Archaeometry*, 37, 1, 195-214.
- Miras, Y., Ejarque, A., Riera, S., Palet, J.M., Orengo, H. & Euba, I. (2007). Dynamique holocène de la végétation et occupation des Pyrénées andorranes depuis le Néolithique ancien, d'après l'analyse pollinique de la tourbière de Bosc dels Estanyons (2 180 m, Val del Madriu, Andorre); *C.R. Palevo*, 343, 1-10.
- Miras, Y., Ejarque, A., Orengo, H.A., Riera, S., Palet, J.M. & Poiraud, A. (2010). Prehistoric impact on landscape and vegetation at high altitudes: an integrated palaeoecological and archaeological approach in the eastern Pyrenees (Perafita valley, Andorra). *Plant Biosystems*, 144 (4), 946-961.
- Orengo, H.A. (2010). *Arqueología de un paisaje cultural pirenaico de alta montaña. Dinámicas de ocupación del valle del Madriu-Perafita-Claror (Andorra)*. Tesis Doctoral, Universitat Rovira i Virgili, Tarragona.
- Palet, J.M., Orengo, H.A., Ejarque, A., Euba, I., Miras, Y. & Riera, S. (en prensa). Formas de paisaje de montaña y ocupación del territorio en los Pirineos orientales en época romana: estudios pluridisciplinares en el valle del Madriu-Perafita-Claror (Andorra) y en la Sierra del Cadí (Cataluña). *Proceedings of the 17th International Congress of Classical Archaeology* (Roma 22 -26 Septiembre 2008).
- Ryan, P.A. & Blackford, J.J. (2010). Late Mesolithic environmental change at Black Heath, south Pennines, UK: a test of Mesolithic woodland management models using pollen, charcoal and non-pollen palynomorph data. *Veget Hist Archaeobot*, 19, 545-558.
- Turu, V. (1992). Secció estratigràfica de Somnès; *Annals 1991 de l'Institut d'Estudis Andorrans, Centre de Barcelona*, 47-76
- Turu, V. (1994). Datos para la determinación de la máxima extensión glaciaria en los valles de Andorra (Pirineo Central). *III Reunión Nacional de Geomorfología, Geomorfología en España, T 1*, Logroño (España), 256-273.
- Turu, V. (1998). Interpretación genética de la unidad deformada de la sección estratigráfica de Somnès. Un drumlin en los valles de la Valira del Nord, Principado de Andorra, (Pirineos Orientales). *Investigaciones recientes de la Geomorfología española*, (A. Gómez Ortiz y F. Salvador Franch, eds), Barcelona (España), 445-454.
- Turu, V. (2002). Análisis secuencial del delta de Erts. Estratigrafía de un valle glaciario obturado intermitentemente, relación con el último ciclo glaciario. Valle de Arinsal, Pirineos Orientales, Parte II: Aplicación; *Estudios recientes (2000-2002) en geomorfología, patrimonio, montaña y dinámica territorial, Sociedad Española de Geomorfología-Universidad de Valladolid* (Eds.), Valladolid (España), 565-574.
- Turu, V., Bordonau, J. & Vilaplana, J.M. (1995). *La sección de Somnès (Andorra, Pirineo Central)*. Actas de la IIIª Reunión de Cuaternario Ibérico; (Aequa-Gtpeq eds.), Coimbra (Portugal), 2003, 209-213.
- Turu, V. & Planas, X. (2005). Inestabilidad de vertientes en los valles del Valira. Datos y dataciones para el establecimiento de una cronología, posibles causas. Andorra y Alt Urgell (Pirineos Orientales); *VI Simposio nacional sobre taludes y laderas inestables*, (Corominas, J.; Alonso, E.; Romana, M.; Hürlimann, M., eds.), Valencia (España), Vol II, 792-805. Turu, V., Vidal-Romaní, J.R. & Gómez-Mosquera, D. (2011). Primeras dataciones con <sup>10</sup>Be cosmogénico en Andorra el "LGM" (*Last Global Maximum*) y "the Last Termination" en los valles del Gran Valira y la Valira del Nord (Principado de Andorra, Pirineos Orientales), En: *XIII Reunión de Cuaternario Español, El Cuaternario en España y áreas afines, avances en 2011*, Andorra (Principado de Andorra)
- Vannièrè, B., Colombaroli, D., Chapron, E., Leroux, A., Tinner, W. & Magny M. (2008). Climate versus human-driven fire regimes in Mediterranean landscapes: the Holocene record of Lago dell'Accesa (Tuscany, Italy). *Quaternary Science Reviews* 27, 1181- 1196.
- Yáñez, C. (2005). *El Neolític; En: Història d'Andorra* (Belenguier, E. coord.), Edicions 62 (eds.), Barcelona (España), 51-76.
- Yáñez, C., Malgosa, A., Burjachs, F., Díaz, N., García, C., Isidro, A, Juan, J. & Matamala, J. (2002). El món funerari al final del V mil.leni a Andorra: La tomba de Segudet (Ordino); *Cypselà*, 14, 175-194.