

CONCLUSIONES II

10. INTERPRETACIÓN AMBIENTAL DE LAS MICROFACIES DE LA SIERRA DE ATAPUERCA

La elaboración de la clasificación de microfacies sedimentarias de los rellenos de la Sierra de Atapuerca es un esquema de partida para ir emplazando las futuras investigaciones sobre las microfacies de la Sierra. El avance del proyecto de intervención en extensión en la Gran Dolina, y los sondeos en Elefante y otras cavidades abre las puertas para empezar a argumentar la interpretación ambiental y antrópica registrada en sus sedimentos durante el millón de años de presencia humana en la Sierra.

Los resultados discutidos mediante esta clasificación de microfacies han sido parcialmente explotados en las interpretaciones sobre la formación y evolución de los rellenos de Galería y Gran Dolina. Una caracterización global de los 5 grupos de microfacies generados en la clasificación pueden observarse en la tabla 15.1.

En Galería hemos planteado una visión más dinámica de la historia del relleno en su parte basal. También hemos intentado explicitar en nuestra investigación es si era posible, con la caracterización mediante el análisis de sus microfacies, contextualizar las diferentes disconformidades que separan los Grupos de Relleno de Galería.

La semejanza entre las microfacies entre GI y GIIa la podemos argumentar mediante la oposición definida por el hecho estructural de la abertura de la Sima de Trinchera Norte. La relevancia de la apertura en términos paleogeográficos y ambiental está por discutir. En el estudio de las microfacies, la apertura de la cavidad muestra cambios acusados en el régimen de la humedad registrada en los procesos de intensidad de alteración de los fragmentos carbonatados y en los rasgos texturales. El cambio hacia un régimen de la humedad con más contraste indicado por los caracteres vérticos de TG10 y el buen a moderado drenaje de la superficie de los depósitos son argumentos para explicar un cambio en la posición en el paisaje del sistema freático-vadoso del esquema paleohidrológico Pleistoceno de la Sierra de Atapuerca.

Tenemos que reconocer que la valoración de los regímenes humedad y el drenaje de la superficie de los depósitos es uno de los puntos más estimativos de nuestras interpretaciones basadas en la observación en lámina delgada. En el análisis de microfacies que contienen el cambio de GI a GII de Galería hemos sistematizado las diferentes modificaciones postdeposicionales que apuntan, sin embargo, a procesos edáficos de hidromorfía y oxidación-reducción anteriores a los cambios del citado cambio paleohidrológico del sistema karstico de la Sierra. Estos fenómenos de

hidromorfía junto con el fenómeno geogénico de paludificación de las microfacies microlaminares organominerales (F.4.3), se localizan en la zona de microfacies que forman G1 y G1a. La estimación de la existencia del cambio en la evolución del sistema freático-vadoso del karst se ha abordado mediante la evolución del sistema de terrazas. La terraza de +60 metros del Pleistoceno inferior ha sido interpretada como la de inicio de la fase senil o de relleno de las cavidades (Zazo et al. 1987). Estos fenómenos de hidromorfía de Galería, y posiblemente de TD9 en Gran Dolina, son posteriores a la terraza +60 y por lo tanto reciben otro tipo de recarga freática.

Siguiendo el hilo de las microfacies de microestructura fisural organomineral y su origen estas se alternan con materiales sedimentarios redistribuidos. Los fenómenos de redistribución de facies de interior de la magnetozona Bruhnes de G1 señala una fase con una tasa de sedimentación detrítica-clástica muy baja. Este carácter de procesos sedimentarios lentos se acentúa cuando recientemente se ha evidenciado la inversión Matuyama en los limos no redistribuidos de G1. La interpretación de las microfacies organominerales a parte de su relación con las recargas freático-vadosas del sistema, que explican la conservación de las acumulaciones de materia orgánica, también nos puede indicar la evolución de la profundidad de la alterita cretácica. Esta marca su punto final con la abertura de la Sima de Trinchera Norte. Esta alterita, por su proximidad métrica, es la misma que provoca la abertura de Dolina en TD9. La adquisición del carácter senil de la alterita cretácica a la altura de Dolina y Galería puede ser formalizada con el progresivo hundimiento del valle Riopico, favorecida por los realzados neotectónicos señalados por Alfredo Pérez González (Pérez-González et al, 1999).

Para finalizar la discusión, las relaciones de G1 y G1a versus el resto del relleno de Galería pueden caracterizarse como el registro de un cambio en la posición en el paisaje del sistema de recarga freático-vadoso, que si aceptamos los datos relativos a la cronología de la terraza +60 (tabla 7.1.1) (Zazo et al. 1987), parece ser de origen pluvial. El fin de los procesos de acumulación organomineral y el desarrollo del contraste de la humedad más acentuado hacia a techo del relleno a partir de G1b es vivamente expresado por la clasticidad de la sedimentación.

La existencia de esta sobreposición de medios sedimentarios, regímenes de humedad-drenaje, establecidos mediante la zonación de microfacies descrita para Galería, puede servir de esquema para la comprensión de la evolución de Gran Dolina. Este esquema arranca de la aproximación en "catena" de los procesos de modificación postdeposicional entre los rellenos de las bocas de las cuevas de la Sierra. A efectos prácticos es un útil inicial para correlacionar los depósitos de Gran Dolina-Galería y promover una descripción de la evolución del paisaje y los rellenos. Dado el carácter limitado del muestreo en Gran Dolina este esquema que a continuación desarrollamos merece su consideración como hipótesis seminal.

En la clasificación de microfacies hemos hecho ocasional referencia a horizontes diagnósticos para contextualizar la interpretación de las microfacies de la colección de referencia. También hemos destacado, como en el caso de los procesos de paludificación, procesos geogénicos y discutido sedimentos derivados de suelos, especialmente de suelos rojos. La contrastación de estas observaciones en el marco

Conclusión II: microfacies y restitución paleoecológica

Facies sedimentaria	Condiciones de formación del medio sedimentario	Fases y ciclos de evolución edáfica postdeposicional	Régimen hídrico y drenaje	Estimación ombrotérmica
F.1. Arenas y limos marrón amarillos calcíticos y carbonatados y gravas	Fragmentación mecánica próxima gravitacional. Transporte hídrico. Sedimentación discontinua y rápida.	Evolución bifásica. Carbonatación. Decarbonatación. Desferrificación. Cumulación.	Bueno a moderado. Ústico-arídico	Templado seco
F.2. Arena y limo rojo amarillo calcítico decarbonatado con bloques y gravas	Fragmentación mecánica. Transporte hídrico de largo recorrido. Sedimentación más regular y rápida.	Evolución monofásica. Crioturbação. Decarbonatación. Cumulación.	Buen drenaje. Ústico-ústico.	Frio húmedo
F.3. Arena y arcilla rojo decarbonatado y bloques	Fragmentación mecánica próxima y disolución. Transporte hídrico de escaso recorrido. Sedimentación discontinua y lenta.	Evolución polifásica. Decarbonatación. Carbonatación. Edafoturbação. Translocación. Rubefacción. Cumulización.	Drenaje bueno a moderado. Xerico a ústico.	Cálido seco
F.4. Arena y arcilla marrón totalmente decarbonatada	Disolución bioquímica. Redistribución hídrica de escaso recorrido. Acumulación <i>in situ</i> . Sedimentación lenta y menos discontinua. Erosión.	Evolución policíclica. Decarbonatación. Edafoturbação. Brunificación. Paludificación. Gleificación. Crioturbação.	Drenaje moderado a malo. Ústico a áquico.	Templado y cálido húmedo
F.5. Arena y limo amarillo lavado	Disolución bioquímica. Transporte hídrico y redistribución de largo recorrido. Sedimentación muy lenta y discontinua. Erosión.	Evolución policíclica. Leucinización. Lixivación. Translocación. Crioturbação.	Drenaje malo a moderado. Áquico.	Frío húmedo

Tabla 10.1. Síntesis de la interpretación de las microfacies sedimentarias de la colección de referencia de la Sierra de Atapuerca.

cronológico y cronoestratigráfico de Gran Dolina y Galería muestra al menos dos ciclos de karst de resurgencia ascendente (ascensión del nivel de saturación) y de karst rejuvenecido. Maire (Maire 1990) distingue dos etapas en la evolución de los rellenos sedimentarios de las cavidades: una etapa de karst confinado, durante fases pre-tectónicas, y un karst rejuvenecido durante fases post-tectónicas.

Este esquema de ciclo para caracterizar la evolución del karst de la Sierra coloca a las microfacies 1,2 y 3 dentro de la fase del karst rejuvenecido mientras que las microfacies 4 y 5 en la fase de karst confinado.

Durante las fases antetectónicas en la elaboración de microfacies 4 y 5 interviene una sedimentación muy lenta señalada por la yuxtaposición de rasgos que muestran

evoluciones postdeposicionales policíclicas del registro sedimentario. Este policiclismo está registrado en el procesos de decarbonatación total que muestran las microfacies 4, decarbonatación total que se registra incluso en microfacies en las que existe renovación de fragmentos carbonatados. Estas microfacies también muestran el proceso postdeposicional, caracterizado como segunda iluviación (Bornand 1987) o albización (Benayas 1997). La estimación ombrotérmica no es fácil de evidenciar. La baja sedimentación, el señalado envejecimiento policíclico y fundamentalmente los procesos de redistribución de los materiales sedimentarios en el interior de la cavidad ocasionan un modo de registro paleoambiental muy discontinuo o homogeneizado por los procesos de reelaboración y de poca resolución.

Las microfacies de arena arcilla marrón totalmente decarbonatada (F.4) han sido caracterizadas por su filiación con las terra rossa pero ya hemos distinguido su singularidad al mostrar un registro de la humedad regular. Parece que sus procesos de formación no son los mismos ya que la rubefacción de estas microfacies de arena y arcilla marrón totalmente decarbonata no se produce. La caracterización de estas microfacies marrón totalmente decarbonatada con un drenaje moderado a malo explica su evolución hacia caracteres xánticos que indican su filiación con los suelos pardo rojizos. Esto no quiere decir que durante la formación de estas microfacies de arena y arcilla marrón en perfiles bien drenados no existan los procesos de formación característicos de la terra rossa. El que es apreciable es que los procesos de sedimentación de estas microfacies (F.4), muy especialmente las que tienen estructura sedimentarias microlaminar y fisural (F.4.3), señalan a una gran retención hídrica de los suelos y los rellenos de la Sierra. Esta interpretación sobre la capacidad de retención hídrica de las microfacies 4 apoya la hipótesis del establecimiento de un clima de tipo templado y húmedo, como es el que caracteriza la cornisa cantábrica y la cercana Sierra de la Demanda (Ibañez et al. 1997). Esta estimación ombrotérmica templada y húmeda para las microfacies 4 y la evolución de los procesos postdeposicionales, con el señalado paralelismo de los suelos pardo rojizos, concuerdan con los procesos de formación de suelo en equilibrio con el clima atlántico (Duchaufour y Souchier 1984).

Las microfacies 5 de arena y limo lavados caracterizan también un registro policíclico en su evolución postdeposicional expresado por los rasgos texturales. La translocación al exterior del perfil de los materiales finos está señalado por la ausencia de la fracción fina sólo presente en forma de rasgos texturales y criptocristalinos. Los más desarrollados son los rasgos texturales eluviales señalados por grandes rellenos casi completos bien y mal lavados. Estos rasgos eluviales se yuxtaponen a rasgos iluviales que indican el mal drenaje al que hemos caracterizado a estas facies. A menudo estos rasgos texturales iluviales aparecen fisurados y señalan fases repetidas (ciclos) de crioturbación. Esta fragmentación forma pápulas criptocristalinas. Esta fragmentación de los rasgos edáficos más la naturaleza de las microestructuras (granulares esféricas y vesiculares con fisuras de desecación) indican una estimación ombrotérmica fría y húmeda durante los procesos de formación de las microfacies 5.1.

Los grupos de microfacies que se forman durante la fase de rejuvenecimiento del

karst las hemos caracterizado mediante un régimen de la humedad más contrastado y un drenaje moderado a bueno de la superficie de los depósitos. Estos procesos de formación caracterizan las microfacies 1 y 2. En estos procesos de formación pueden distinguirse dos evoluciones: la que registra varias fases edáficas en el registro sedimentario; y las que muestran una fase simple. Esta distinción acoge a tasas de sedimentación altas regulares o discontinuas para las microfacies con pocas modificaciones postdeposicionales, microfacies 1 y 2. Las microfacies con polifases en los procesos postdeposicionales, microfacies 3, caracterizan una sedimentación más lenta y discontinua, y la larga duración de los procesos de transformación postdeposicional traducen una gran estabilidad del cuerpo sedimentario.

Las microfacies 3 de arena y arcilla roja decarbonatada caracterizan estas geoformas muy estables que generalmente se establecen en desprendimientos de bloques. Las microfacies 3 las hemos caracterizado por mostrar procesos de autoacumulación texturales que favorecen el cambio hacia condiciones de drenaje moderado. Estos procesos de autoacumulación y formación de un drenaje moderado nos ha permitido relacionarlos con los suelos rojos mediterráneos, con horizontes diagnósticos vérticos o con caracteres tixotrópicos cuando la posición de la geoforma está limitada por los obstáculos o la configuración de las cavidades. La estimación ombrotérmica cálida y seca la deducimos para significar la presencia de un contraste estacional en el régimen de la humedad. Los procesos de evolución postdeposicional de varias fases están registradas en los procesos de decarbonatación de la fracción fina que no llega a ser total en las microfacies con gravas. Los mecanismos de renovación en fragmentos carbonatados son un proceso bien documentado en la literatura de los suelos rojos mediterráneos (Lamouroux 1970). Las frecuentes truncaduras, señaladas por líneas de gravas o gravas con gravas soportadas lenticulares, en los depósitos sedimentarios de donde provienen estas microfacies 3 es un proceso clásico de rejuvenecimiento de los suelos rojos mediterráneos (Vallejo 1995). Hemos también incluido en estas microfacies 3, sedimentos con una fase postdeposicional -la decarbonatación- y los hemos interpretado como el registro sedimentario de etapas de erosión de suelos rojos en la superficie de la Sierra. Pero la mayoría de estas microfacies 3 muestran polifases indicativas de un enterramiento lento y reelaboración. Estas evoluciones postdeposicionales, principalmente carbonatación y decarbonatación de varias fases, ocurren en las cavidades. La ausencia de rasgos texturales establece un paralelo con los horizontes paleoargílicos de las regiones áridas y semiáridas (Fedoroff y Courty 1987a). Significativamente las geoformas con microfacies 3 muestran raramente zonación de microfacies, de manera que el cuerpo sedimentario muestreado exhibe una microestratigrafía homogénea.

Las microfacies 1 y 2 muestran una fase edáfica en su evolución postdeposicional. La evolución de las microfacies 2 de arena y limo rojo calcítico decarbonatado ha sido caracterizada por las modificaciones mecánicas criogénicas. Las microfacies 1 muestran el proceso mayor de la carbonatación y la decarbonatación parcial en el interior del perfil. La escasa incidencia de los procesos postdeposicionales indican sedimentaciones y enterramientos rápidos. Las microfacies 2 señalan procesos de sedimentación rítmicos en las que las aguas de fusión nival de la Sierra, formadoras de rasgos texturales eluviales como las costras deposicionales relativamente bien

lavadas, inundan las cavidades. La circulación de agua en las cavidades puede explicar la concentración en microláminas de micas en estas microfacies 2. Esta riqueza en componentes micácicos puede explicarse por la llegada de componentes eólicos a las vertientes de la Sierra cuestión que tendrá que confirmarse mediante investigaciones morfoescópicas. En estas facies 2 es clara la aparición de figuras sedimentarias ligadas a la crioturbación que ayudan a la estimación ombrotérmica de unas condiciones frías. La decarbonatación de estas microfacies señalan cierta humedad, pero consideramos que esta decarbonatación es un proceso heredado. Una intensidad de alteración fuerte de los fragmentos carbonatados de la FMG y la FG sin rasgos calcíticos muestra un enterramiento rápido. Además estos limos carbonatados también muestran los caracteres ópticos de la corrosión (Courty 1986).

Las microfacies 1 contienen el proceso mayor de la carbonatación en su evolución postdeposicional. Esta carbonatación es indicativa del régimen de la humedad más contrastado de todas las microfacies de la colección. Este régimen caracteriza los regímenes hídricos áridos y señalan que los procesos de humectación y desecación muestran una variabilidad extrema. Esto nos ha permitido distinguir en las microfacies 1: microfacies con una recarbonatación adquirida en la cavidad; otras microfacies 1 con procesos de redistribución en el interior del perfil; y microfacies 1 con un contenido en calcita y carbonatos como componentes, sin evolución postdeposicional. Esta variabilidad en estas microfacies señalan, por un lado enterramientos rápidos ya que registran una fase o como mucho dos fases de modificación postdeposicional. Y por otro, sedimentación discontinua ya que su sedimentación está sometida a las oscilaciones acusadas del régimen hídrico. Hemos estimado las condiciones de formación ombrotérmica de estas microfacies como frías o templadas, pero fundamentalmente son secas ya que estas oscilaciones en el régimen de la humedad señalada por la carbonatación-decarbonatación in situ muestran una escasa capacidad de retención hídrica de los sedimentos. Esta escasa capacidad de retención hídrica está señalada por la inundación discontinua de la cavidad y expresa la ausencia de formaciones vegetales densas en la vertiente de la Sierra. La expresión de procesos mecánicos como la formación de paellas gravitacionales en los procesos de formación de microfacies de arena limo marrón amarilla calcítica y carbonatada (F.1) también señalan el registro de estas condiciones secas o amplitud en las variaciones de la humedad para señalar al crioclastismo máximo. El carácter frío o templado es relacionada con la escasez de la actividad biológica, que en las microfacies de los perfiles de la Trinchera del Ferrocarril Oeste muestran abundancia de biomineralizaciones calcíticas (Jaillard 1984) características de formaciones vegetales herbáceas de suelos de estepas (Becze-Déak et al. 1997).