

Geología en la cuna de la humanidad. Cómo trabaja un geólogo en los yacimientos de la garganta de Olduvai (Tanzania)

Geology in the Cradle of the Humankind. How works a geologist in the Olduvai Gorge's sites (Tanzania)

DAVID URIBELARREA

Dpto. Geodinámica. Facultad CC Geológicas. Universidad Complutense de Madrid. C/José Antonio Novais, 12, 28040 (Madrid). E-mail: uriben@geo.ucm.es

Resumen La formación de un yacimiento arqueológico paleolítico en un medio abierto es un hecho excepcional. Los procesos externos, de meteorización, erosión, transporte y sedimentación, alteran los restos de actividad antrópica (huesos e industria lítica) hasta hacerlos desaparecer o dispersarlos. Solamente ciertas condiciones excepcionales de sedimentación a baja energía permiten la preservación de estos restos y la formación de un yacimiento. La sedimentación de baja energía se produce en el medio eólico (loess), en el fluvial (limo y arcilla) y en el volcánico (ceniza). En este trabajo se describe el proceso de formación de un yacimiento arqueológico paleolítico y el método de trabajo de un geoarqueólogo. Para ello se utilizan como ejemplo algunos yacimientos recientemente descubiertos en la Garganta de Olduvai (Tanzania).

Palabras clave: Geoarqueología, paleolítico, procesos externos, Garganta de Olduvai.

Abstract *The formation of a Paleolithic archaeological site in an open environment is exceptional fact. External processes of weathering, erosion, transport and sedimentation, alter the remains of human activity (bones and stone tools) to make them disappear or disperse completely. Only certain exceptional conditions of sedimentation at low energy (decantation) allows the preservation of these remains and the formation of a site. Decanting occurs in three environments, aeolian (loess), riverine (silt and clay) and volcanic (ash). In this work, the process to forming a Paleolithic site is described, as well as how is the geoarchaeological work. For this aim, sites recently discovered in Olduvai Gorge (Tanzania) have been described.*

Keywords: *Geoarchaeology, paleolithic, external processes, Olduvai Gorge.*

INTRODUCCIÓN

La Garganta de Olduvai es considerada la cuna de la humanidad por la UNESCO porque alberga el mejor conjunto de yacimientos arqueológicos paleolíticos del mundo, con fechas que van, de manera ininterrumpida desde los 2,1 millones de años hasta el Holoceno. Existen un centenar de yacimientos con restos de *Parántropos*, *Homo hábilis*, *Homo ergaster* y *Homo sapiens*. Algunos de sus yacimientos albergan hitos en la evolución humana como las primeras evidencias de comportamiento humano complejo (Leakey, 1971) o la aparición de la industria Achelense (Díez-Martín et al., 2015). Se trata de una garganta de 50 km de longitud, que secciona una cuenca cuaternaria, con una estratigrafía compleja, donde se mezclaron los depósitos de un lago central, ríos

que desembocaban en el mismo, sedimentos eólicos y volcánicos. Toda la cuenca está además afectada por grandes fallas paralelas al Rift Africano (Fig. 1). Los yacimientos se encuentran intercalados en los cientos de estratos geológicos y, por tanto, el papel de la geología es fundamental para excavarlos y estudiarlos. En este trabajo se explica en qué consiste un yacimiento arqueológico paleolítico, cómo intervienen los procesos geológicos en su formación y cómo se estudia desde un punto de vista geológico. Para describir el trabajo geoarqueológico, se utilizarán como ejemplo algunos de los yacimientos más importantes de la Garganta de Olduvai, excavados en la actualidad por el equipo español TOPPP (*The Olduvai Paleonthropology and Paleoecology Project*, <http://www.olduvaiproject.org>).

¿CÓMO ES UN YACIMIENTO ARQUEOLÓGICO?

Un yacimiento arqueológico se puede definir, de manera general, como una concentración de restos medioambientales o estructuras, así como otro tipo de anomalías relacionadas con la actividad del ser humano en el pasado, que pueden ser investigadas mediante técnicas arqueológicas. Los yacimientos arqueológicos más antiguos se corresponden con el inicio de la manipulación de rocas para hacer utensilios de piedra, conocido como industria lítica y que se inicia en torno a 2 Ma en Olduvai, aunque esta fecha se va retrasando a medida que se descubren más yacimientos, hasta al menos 2,6 Ma en Etiopía (Semaw et al., 1997). Este periodo se conoce como paleolítico y termina hace unos 12.000 años, abarcando así el 99% de la existencia del género humano y por tanto es el periodo más importante en el estudio de la evolución humana (Fig. 2). En los últimos 12.000 años los seres humanos han aumentado de manera exponencial la capacidad de modificar el medio, algo que se ve en los yacimientos arqueológicos más recientes, formados por utensilios cada vez más complejos, estructuras funerarias, edificios, etc. Sin embargo, en el caso del paleolítico, los restos de la actividad humana son solo huesos e industria lítica. Los primeros corresponden a restos de animales herbívoros, en ocasiones de algún carnívoro y sólo de manera muy excepcional se pueden encontrar fósiles de homínidos. La razón de esta distribución es puramente estadística y basta con echar un vistazo a una pirámide trófica: los homínidos son muy escasos frente al resto de animales. Por otro lado, la industria lítica está formada por utensilios de piedra tallada con el fin de obtener filos, percutores, etc... para el procesado de animales muertos o para cortar vegetales. También se conser-

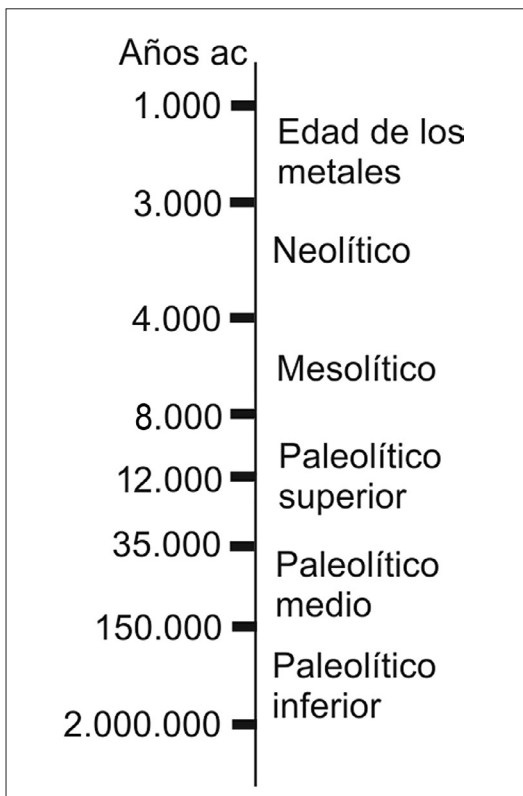


Fig. 2. Escala temporal de la prehistoria.

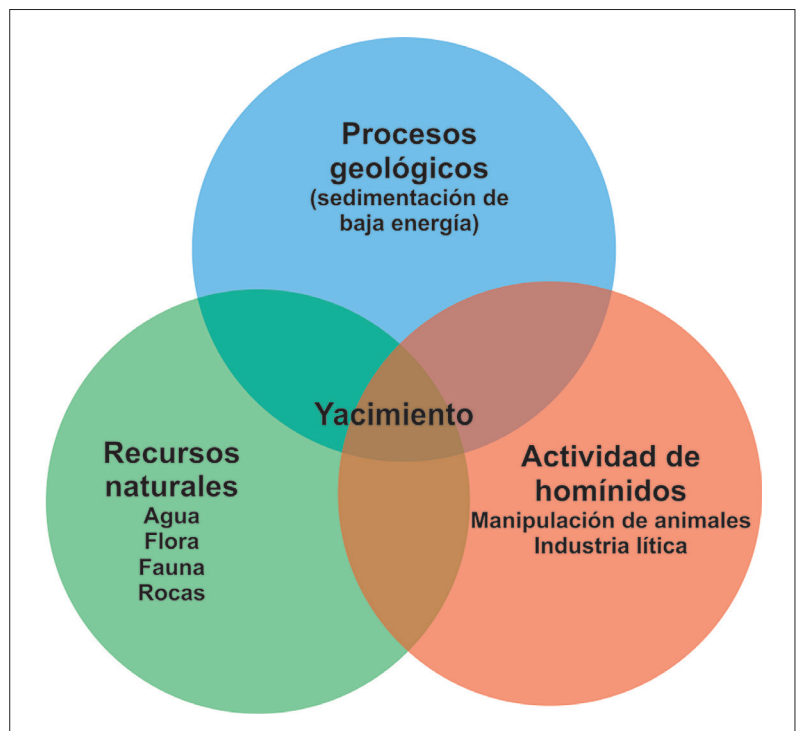


Fig. 1. Ubicación de la Garganta de Olduvai en el norte de Tanzania.

van elementos microscópicos como polen, fitolitos y almidones, que sólo pueden analizarse mediante métodos complejos en laboratorio. Normalmente, un yacimiento paleolítico en un medio abierto, no en cueva, tiende a una distribución circular porque carece de estructuras o límites físicos, pero esta puede adquirir otras formas cuando está condicionada por la geología, por ejemplo, alargada si está dentro del cauce seco de un río. Es muy habitual encontrar una concentración de industria lítica en torno a un conjunto de huesos fragmentados de un animal.

La formación de un yacimiento paleolítico al aire libre es un hecho excepcional en la naturaleza porque deben conjugarse tres condicionantes: 1) la actividad modificadora del medio por parte de los homínidos, véase acumulación de restos, 2) la presencia de recursos naturales, fundamentalmente agua, vegetación, animales y rocas, y 3) la rápida actuación de procesos geológicos que preserven los restos de la actividad (Fig. 3). De hecho, como veremos más

Fig. 3. Relación de condicionantes en la formación de un yacimiento arqueológico.



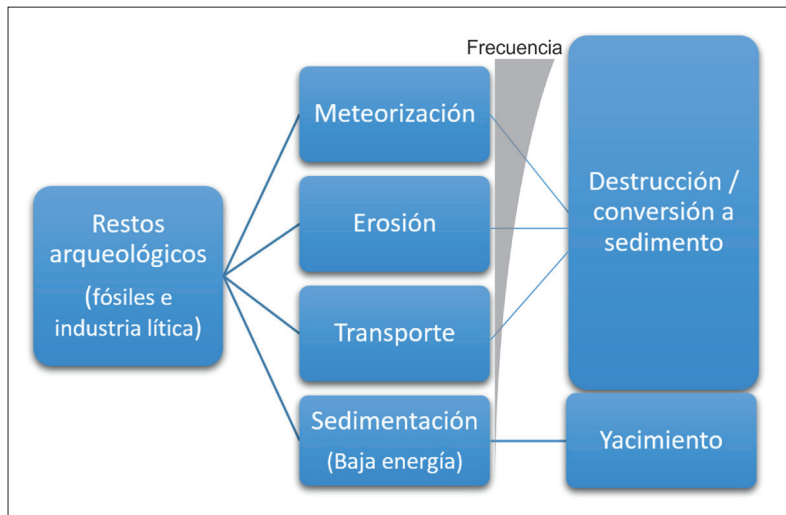


Fig. 4. Procesos externos que actúan sobre las acumulaciones de restos arqueológicos al aire libre, ordenados de mayor a menor frecuencia. Sólo la sedimentación a baja energía resulta en la formación de un yacimiento.

adelante, los procesos geológicos pueden actuar como enemigos o aliados a la hora de conservar un registro paleolítico.

¿CÓMO SE FORMA UN YACIMIENTO PALEOLÍTICO?

Supongamos que un grupo de homínidos frecuenta un lugar en el territorio. Ya sea por caza o carroñeo, acumulan a lo largo de un tiempo restos esqueléticos de animales que procesan y consumen utilizando la industria lítica que han tallado, en muchas ocasiones en el mismo lugar. Después de esta actividad pueden ocurrir cuatro cosas (Fig. 4):

- 1) **Meteorización.** Los procesos de meteorización física, química y biológica degradan los restos de materia orgánica incluidos los huesos (Lyman and Fox, 1989) y la superficie de la industria lítica. Si nada lo impide, los pocos huesos que sobreviven a la acción de los carroñeros, en un par de años estarán tan alterados que serán muy frágiles, llenos de grietas y con la superficie cortical muy degradada. En esas condiciones es muy difícil que fosilicen y desaparecen por completo. La industria lítica resiste mucho más, pero también es cuestión de tiempo (décadas) que pierda sus cualidades y se degrade. No se forma un yacimiento y esta es la opción más frecuente en la naturaleza.
- 2) **Erosión.** También puede ocurrir que los restos hayan sido dejados en un lugar sujeto a procesos geológicos de alta energía, por ejemplo, el fondo de un cauce seco o en una ladera. El paso de agua en la estación húmeda dispersará los restos y los destruirá parcial o totalmente.
- 3) **Transporte y sedimentación de alta energía.** Es un caso similar al anterior, en el que el agente de transporte, normalmente el agua, arrastra los huesos y la industria lítica junto con el sedimento de mayor diámetro (> 2 mm), golpeando unos con otros, formando superficies de abrasión que impiden su correcto estudio. En el mejor de los casos podríamos encontrar un nivel con piezas líticas y fósiles dispersos, redondeados y por tanto con escaso valor científico.
- 4) **Sedimentación de baja energía.** Esta es la opción más favorable, cuando los restos son cubier-

tos por una capa de sedimento de tamaño fino (<0,125 mm de diámetro), que ha sido transportado en suspensión y que se depositan a baja velocidad. Se puede definir como una “fotografía geológica” porque el proceso de sedimentación no altera los restos ni su posición original. Se formará un yacimiento arqueológico “in situ”, que es el idóneo para que los arqueólogos puedan reconstruir la actividad allí desarrollada. Hay tres medios de sedimentación capaces de hacer una buena “fotografía geológica” por decantación, el eólico, el fluvial y el volcánico. Más adelante se describirá con más detalle cada uno de ellos.

GEOARQUEOLOGÍA

La geoarqueología reúne a los profesionales de la geología que resuelven cuestiones de arqueología con métodos geológicos, trabaja en estrecha colaboración con arqueólogos y otros especialistas como paleontólogos, antropólogos, biólogos, etc., durante las excavaciones arqueológicas y participa de la interpretación de los yacimientos. Su ámbito de trabajo es el Cuaternario y las especialidades de la geología que más le pueden ayudar en su trabajo son la estratigrafía, geomorfología, sedimentología y edafología.

Las cuestiones más importantes que se formula un geoarqueólogo son las siguientes:

¿Está el yacimiento “in situ”? Es decir, ¿Ha habido algún agente geológico que lo ha preservado intacto o prácticamente sin alterar? En caso afirmativo, el yacimiento será de gran calidad científica. Será una fotografía del pasado en la que los diferentes científicos puedan formular interpretaciones. En caso negativo, el yacimiento será una fotografía borrosa, difícil de interpretar. Para responder a esta pregunta, el trabajo geológico es fundamental, porque hay que deducir el medio de sedimentación.

¿Cómo son los niveles arqueológicos y si hay más de uno? Especialmente en yacimientos prehistóricos el único registro del tiempo es la estratigrafía y hay que definir con mucha precisión las relaciones de yacencia entre los distintos niveles y eventos. Hay que evitar la mezcla. Debemos ser capaces de discriminar los niveles arqueológicos por muy cercanos que estén entre sí. Una vez identificados, es necesario documentar su geometría espacial, si son horizontales, inclinados, ondulados, etc (Fig. 5). Resuelta la estratigrafía, es posible tomar correctamente los marcadores paleoecológicos, como el polen o los fitolitos en la misma isócrona que los hallazgos.

¿Cronología? En yacimientos de la historia antigua, la aparición de ciertas cerámicas o utensilios de metal, permiten definir con mucha precisión la edad del yacimiento. Un buen ejemplo son los mosaicos romanos, cuyo estilo cambiaba en todo el imperio a la vez en cuestión de pocos años. Sin embargo, cuando no hay elementos arqueológicos diagnósticos, se ha de recurrir a las técnicas de datación geocronológica, a través de isótopos. En función de la antigüedad del yacimiento se debe utilizar una u otra. El geólogo debe hacer una primera aproximación de la edad de los sedimentos para elegir el método más adecuado.

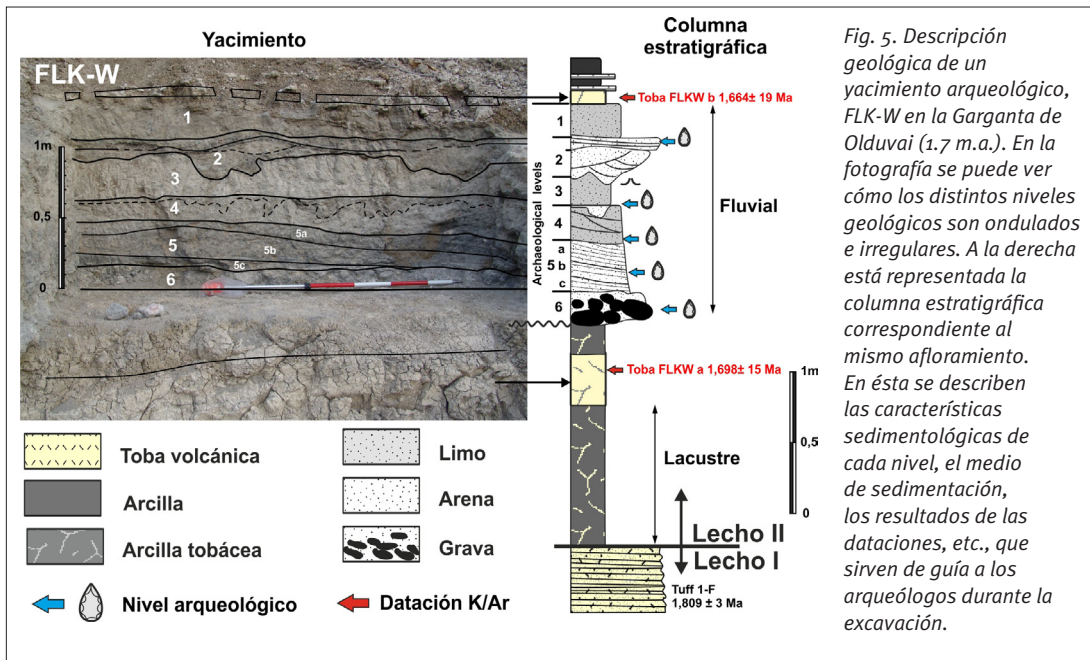


Fig. 5. Descripción geológica de un yacimiento arqueológico, FLK-W en la Garganta de Olduvai (1.7 m.a.). En la fotografía se puede ver cómo los distintos niveles geológicos son ondulados e irregulares. A la derecha está representada la columna estratigráfica correspondiente al mismo afloramiento. En ésta se describen las características sedimentológicas de cada nivel, el medio de sedimentación, los resultados de las dataciones, etc., que sirven de guía a los arqueólogos durante la excavación.

¿Dónde estaban los recursos naturales? Independientemente de la cronología, casi siempre la ubicación de un asentamiento está condicionada por la cercanía a los recursos naturales. Los principales en el paleolítico son el agua y materia prima para tallar utensilios de piedra. El geoarqueólogo debe localizar estas fuentes de materias primas.

MÉTODO DE TRABAJO DE UN GEOARQUEÓLOGO

El trabajo de los geoarqueólogos está muy condicionado por la propia excavación del yacimiento, que es un proceso destructivo donde no hay vuelta atrás y en el que deben tomarse decisiones al mismo ritmo que se excava. En el caso de la Garganta de Olduvai, se añaden varias dificultades de tipo

logístico. Es un lugar muy alejado de la civilización, donde el acceso sólo es posible a pie en muchos lugares, con presencia de animales salvajes, dado que está en el Parque Nacional del Ngorongoro, justo al inicio del Serengeti (Fig. 1). Las principales herramientas de trabajo son las mismas que las que utilizaban los primeros exploradores de principios del siglo pasado en la zona: botas de campo, martillo de geólogo, lupa y libreta. Hace falta caminar mucho para resolver un yacimiento, porque hay que reconstruir la estratigrafía a lo largo de cientos o miles de metros, buscar niveles equivalentes, correlacionar estratos, etc. Debido a la intensa meteorización las rocas están muy alteradas y adquieren un color homogéneo, gris, que impide distinguir unas de otras (Fig. 6). Así que el martillo es fundamental para romper la roca y acceder

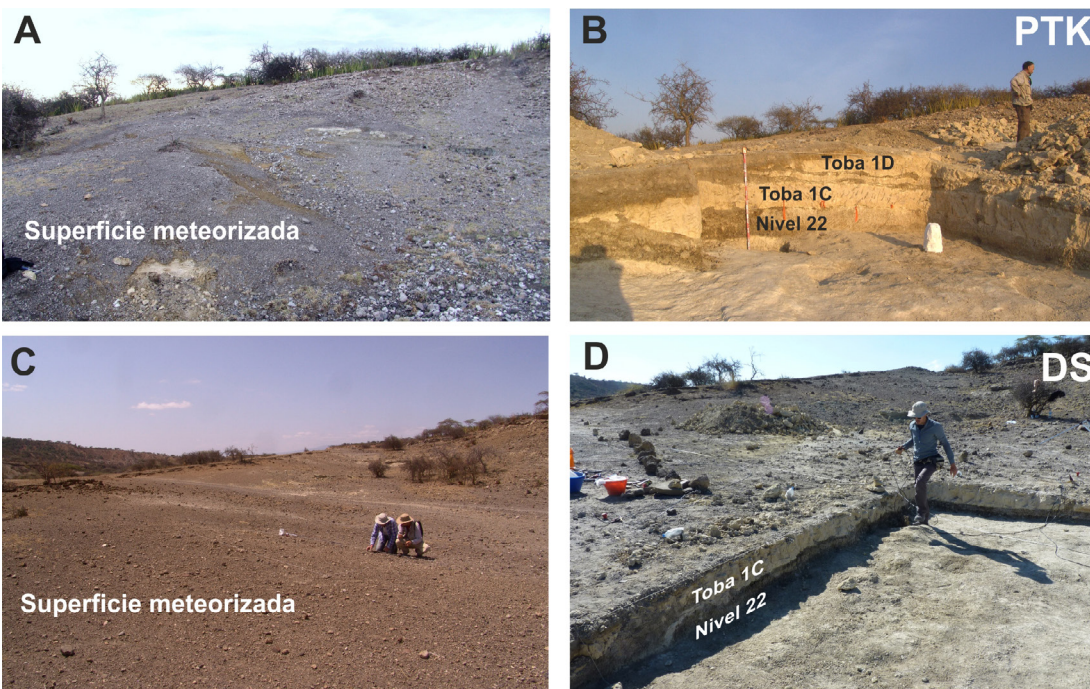


Fig. 6. Aspecto de los yacimientos PTK y DS en la Garganta de Olduvai, antes y después de ser excavados. La meteorización crea una pátina homogénea que dificulta la distinción entre tipos de rocas.



Fig. 7. Yacimiento SHK en la Garganta de Olduvai (>1,35 m.a.). A, esquema de campo realizado en una libreta. B, fotografía del yacimiento. C, Representación en 3D de los hallazgos (puntos) y las paleosuperficies geológicas sobre los que se asientan los tres niveles arqueológicos a, b y c.

a la parte interna inalterada. Aunque la fotografía en campo es un documento importantísimo, lo son aún más los esquemas que se dibujan en una libreta (Fig. 7a). Un esquema o una columna estratigráfica es una abstracción de la realidad, donde se resalta lo importante y se formula además una primera interpretación (Fig. 5).

Sin embargo, también se cuenta con otras herramientas más modernas, como por ejemplo una imagen de satélite impresa en papel o un mapa 3D en una *tablet* creado con un dron. Un GPS nos ayuda a localizar puntos de interés geológico, lugares donde se toman muestras, etc. Una estación total de topografía para tomar la posición X,Y,Z precisa (<1mm) de los hallazgos y de los niveles geológicos en los yacimientos, que luego se proyectan en programas de 3D (Fig. 7c). Bolsas de plástico con precinto para tomar muestras de roca y sedimento, etc. Las analíticas más comunes son las de granulometría, petrografía y mineralogía, aunque también se han tomado de magnetoestratigrafía, isotopía, geocronología mediante K/Ar, etc.

En el desarrollo del trabajo se alternan la escala de estudio detallada en el yacimiento y el más amplio o regional fuera del mismo. En el yacimiento lo más importante es definir los niveles geológicos implicados y su relación con los niveles arqueológicos. Para ello antes y durante la excavación se crean cortes y perfiles que expongan la estratigrafía. Los niveles se marcan con chinchetas de colores y se hacen columnas estratigráficas que sirven de guía a los arqueólogos en la excavación (Fig. 5). En torno al yacimiento se suelen excavar trincheras que expongan secciones más amplias de la estratigrafía, para poder definir mejor el medio de sedimentación. Una vez definidos, se identifica el medio sedimentario y sobre todo, si se corresponden con eventos de alta o baja velocidad, para determinar si el yacimiento está *in situ* o no.

Medio eólico

Los procesos de sedimentación eólicos se corresponden en general con un clima árido, bien sea frío o cálido. La ausencia de agua impide el crecimiento de plantas y por tanto la roca y los sedimentos quedan expuestos a la acción del viento. La baja densidad del aire sólo le permite transportar sedimentos de menos de 2 mm de diámetro. Si el viento es intenso, puede crear pátinas de abrasión sobre las rocas y formar desiertos de

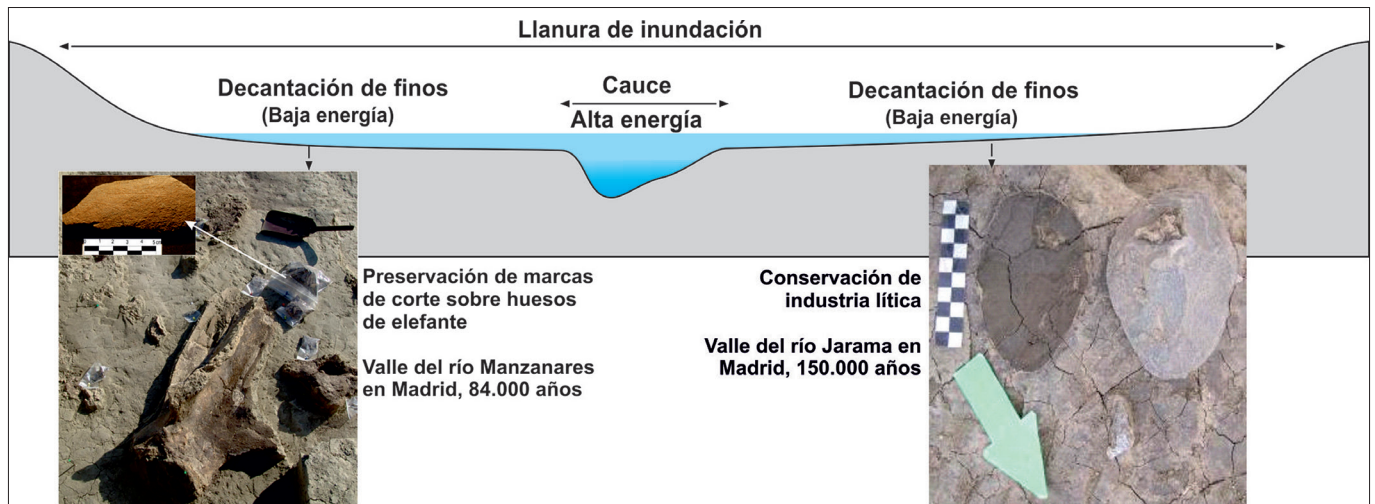
pedras (erg) y campos de dunas. Pero el viento también pone en suspensión las partículas de menor tamaño (limo y arcilla), transportándolas grandes distancias (de decenas a miles de km). Cuando el movimiento cesa por completo, el polvo cae hasta la superficie por decantación. El depósito resultante es conocido como loess y suele corresponderse con un evento climático frío. Es un sedimento muy fértil y suele ser aprovechado para la agricultura (cuando el clima se hace más templado y húmedo). Uno de los ejemplos en la Península Ibérica se encuentra en Ocaña, sobre asentamientos neolíticos y de la Edad del Hierro (ver López Jiménez et al., 2009).

Medio fluvial

El medio dominado por los procesos fluviales es extraordinariamente variado y complejo. Un mismo río puede transportar bloques, gravas, arenas, limos y arcillas, mezclados entre sí, dependiendo de la pendiente, caudal, geometría del cauce, etc. Cuando un río se desborda por exceso de caudal, ocupa su llanura de inundación, una zona plana en el fondo de los valles que sirve precisamente para disipar la energía de la riada (Fig. 8). En las zonas alejadas de la llanura, el flujo apenas tiene velocidad y el limo y la arcilla viajan en suspensión y acaban decantado en la superficie sin alterar la posición de los objetos que había sobre ésta. Si lo que había en la llanura era un conjunto de restos medioambientales (huesos, artefactos) se habrá formado un yacimiento arqueológico. El medio fluvial forma depósitos de limo-arcilla que preservan incluso las marcas de corte de origen antrópico (Fig. 8), como ocurre en los huesos de elefante de 125.000 años en el valle del Manzanares en el yacimiento de Preresca (ver Yravedra et al., 2012). En Olduvai existen varios yacimientos en medios fluviales. En la figura 5 se aprecia la distribución habitual de un yacimiento fluvial y la interpretación geológica del mismo a través de una columna estratigráfica (ver Díez-Martín et al., 2015).

Medio volcánico

Siempre se asocia a los volcanes con grandes eventos geológicos, muy destructivos y energéticos. Y efectivamente, en la mayoría de los casos es así y no cabe pensar que un proceso geológico tan devastador pueda preservar un resto orgánico. Sin embargo, el medio volcánico engloba procesos



de energía muy variable. De manera muy general se puede diferenciar tres grandes tipos de materiales volcánicos, los materiales fluidos (lavas), los piroclastos y los gases o fumarolas. Dentro de los piroclastos, existe una clasificación según el tamaño, equivalente a los sedimentos en bombas y bloques (<64 mm), lapilli (64-2 mm) y cenizas (<2 mm). Durante una erupción volcánica, efectivamente, los piroclastos de mayor tamaño son muy destructivos, en forma de oleadas piroclásticas que arrasan con todo a su paso. Sin embargo, la ceniza queda suspendida en el aire, en la parte alta de la columna piroclástica de un volcán en erupción. Puede ser transportada cientos o miles de kilómetros y se deposita por decantación. Esta es conocida como una lluvia de ceniza (*ashfall*) y es sin duda, la mejor forma de formar un yacimiento arqueológico y también paleontológico (ver por ejemplo las *Ashfall Fossil Beds* en Nebraska, USA, <http://ashfall.unl.edu/>). Son varias las razones que otorgan a la lluvia de cenizas como a la mejor fotografía geológica: a) su rapidez, dado que puede formarse en cuestión de horas, días o semanas. En geología e incluso en arqueología, es un evento instantáneo; b) baja energía. Aunque es muy tóxica, la caída de ceniza preserva perfectamente hasta los restos vegetales (en forma de impronta o molde); c) la facilidad de obtener una datación numérica muy precisa mediante técnicas de K/Ar o Ar/Ar; d) la posibilidad de correlación, dado que cada toba volcánica (depósito formado por ceniza) tiene su propia geoquímica. Es como una “huella dactilar”, no hay dos tobas con la misma composición geoquímica; y finalmente, e) la enorme extensión que puede alcanzar, dado que puede ocupar decenas, cientos o miles de km². En conjunto, el depósito de una toba marca una isócrona perfecta en arqueología, porque preserva no sólo el yacimiento, sino también el resto del paisaje e incluso es posible correlacionar más de un yacimiento. Todo lo que una misma toba entierra es estrictamente contemporáneo, es decir, es una isócrona precisa. El problema es que hay relativamente pocas tobas en el registro sedimentario, que éstas varían de espesor y de textura según nos acerquemos al área fuente y que pueden estar mezcladas con otros sedimentos volcánicos.

Fig. 8. Esquema teórico que ilustra el proceso de decantación de limo y arcilla en la llanura de inundación de un río. Las fotografías se corresponden a dos yacimientos formados por la decantación de arcilla del río Manzanares en antiguas llanuras de inundación o terrazas fluviales.

CASO DE ESTUDIO EN UN MEDIO VOLCÁNICO: TOBA 1C EN LA GARGANTA DE OLDUVAI.

La Garganta de Olduvai el registro sedimentario tiene 100 m de espesor y se divide en 4 grandes unidades (Fig 9). En la más antigua, Lecho I, se encuentra el yacimiento más conocido de la garganta, FLK, donde apareció el cráneo del *Australopithecus Boisei* o *Zinjanthropus*, en el año 1957, (Leakey, 1971). En este yacimiento se localizaron varios

Fig. 9. Garganta de Olduvai. Arriba, esquema geológico general, con la ubicación de los principales volcanes al sur, las rocas metamórficas, al norte y la superposición de las 4 unidades sedimentarias principales que rellenan la cuenca (100 m de espesor).

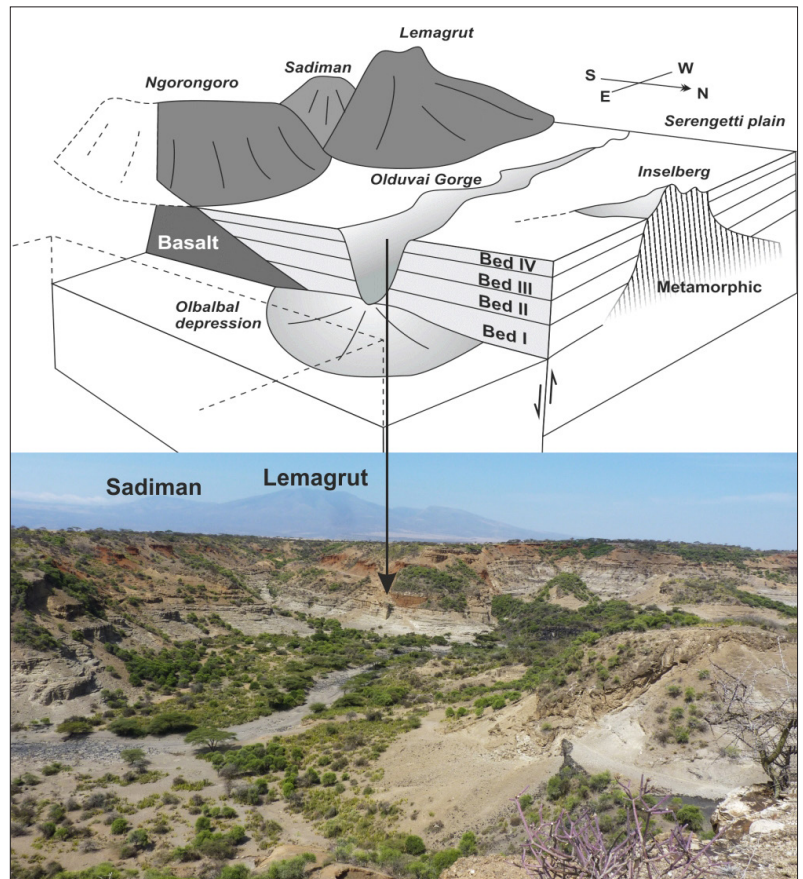




Fig. 10. Impronta vegetal de hojas de typha, preservada por ceniza volcánica de la toba 1C (1.8 m.a.).

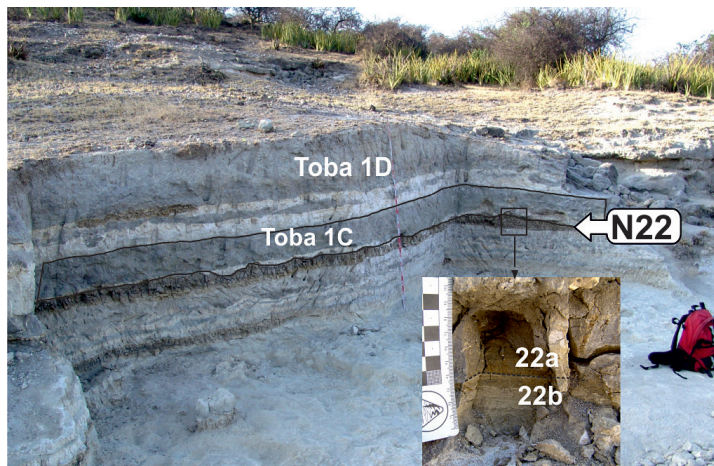
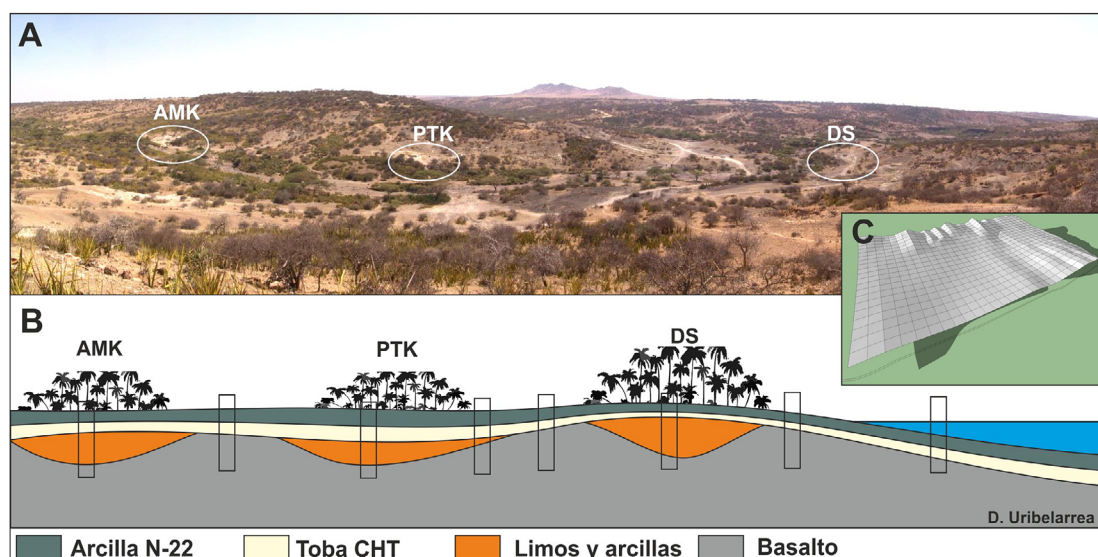


Fig. 11. Yacimiento AMK en la Garganta de Olduvai. Aspecto de la toba 1C sobre el nivel arqueológico N22, que se subdivide a su vez en dos niveles 22a y 22b. En este perfil estratigráfico se aprecia la alternancia repetitiva de tobas volcánicas y niveles de arcilla.

cientos de fragmentos de huesos y artefactos de piedra tallada, en perfecto estado de conservación. Se apoyan sobre una capa de arcilla de unos 10 cm de espesor (conocida como nivel 22 o N-22) y están cubiertos por una toba volcánica de tipo ashfall (Toba 1C) que preservó incluso las hojas de las plantas (*typha*) hace 1,85 millones de años (Fig. 10). La arcilla sobre la que se forma el yacimiento se corresponde al borde de un lago y desde 1957 hasta el año 2012 se creía que este yacimiento estaba restringido a un área de unas decenas de metros de extensión. Sin embargo, entre el año 2012 y el 2014 el equipo español TOPPP (*The Olduvai Paleontology and Paleocology Project*), ha descubierto 3 nuevos yacimientos con la misma cronología y en la misma unidad geológica, bautizados como Ami Mturi Korongo, Phillip Tobias Korongo y David's Site (AMK, PTK y DS respectivamente). La técnica para encontrarlos es teóricamente sencilla y basada en la siguiente premisa geológica, si la toba volcánica 1C es de baja energía y gran extensión, pudo preservar más acumulaciones de artefactos y huesos en región amplia. La base de dicha toba es una isócrona que preservó un paisaje y quizás más de una acumulación de artefactos arqueológicos en su superficie. El primer objetivo es por tanto, localizar la base de dicha toba a lo largo de la Garganta de Olduvai. Hay que tener en cuenta que

en el mismo lugar se alternan decenas de capas de arcilla y tobas muy similares a la 1C y la arcilla nivel 22, por encima y por debajo de la auténtica (Fig. 11). Además, los afloramientos son dispersos, están afectados por fallas de más de 10 m de salto vertical y como se ha dicho anteriormente la meteorización homogeniza el color y la textura de la superficie de todas las rocas (Fig. 6). Una vez localizada en distintos lugares, se valora su potencial arqueológico, normalmente excavando una superficie representativa, unos 2 m². En el caso de que el resultado sea positivo, se ampliará la excavación. En este caso, se pudo comprobar que en al menos 3 lugares había una concentración significativa de restos, y que finalmente resultaron ser yacimientos de gran extensión (Fig. 12). Aplicando la metodología descrita en los apartados anteriores, se pudo hacer una reconstrucción de la geometría del paisaje (Uribelarrea et al., 2014) y determinar que sólo hay yacimientos en las zonas más elevadas del pai-

Figura 12. A, ubicación de los tres yacimientos AMK, PTK y DS, en la Garganta de Olduvai, y que se corresponden al mismo nivel arqueológico N-22 que en el yacimiento FLK descubierto en 1957 por Luis y Mary Leakey. B, reconstrucción esquemática del paisaje en el momento previo a ser enterrado por la toba volcánica 1C. También está representado el subsuelo del mismo, obtenido por técnicas de geofísica y secciones estratigráficas (rectángulos). C, representación en 3D de la geometría del N-22 que alberga a los 4 yacimientos contemporáneos.



saje, que eran inundadas con menor frecuencia por un lago central. El estudio del subsuelo por debajo del N-22, mediante técnicas de geofísica y secciones estratigráficas, permitió determinar la existencia de suelos profundos que favoreció el crecimiento de bosques de palmeras en los mismos lugares donde aparecen los yacimientos arqueológicos.

BIBLIOGRAFÍA

Diez-Martín, F., Sánchez Yustos, P., Uribelarrea, D., Baquedano, E., Mark, D. F., Mabulla, A., Fraile, C., Duque, J., Pérez-González, A., Yravedra, J., Egeland, C. P., Organista, E. y Domínguez-Rodrigo, M. (2015). The Origin of The Acheulean: The 1.7 Million-Year-Old Site of FLK West, Olduvai Gorge (Tanzania). *Scientific Reports*, 5, Article number: 17839. doi:10.1038/srep17839.

Leakey, M. D. (1971). *Olduvai Gorge. 3. Excavations in Beds I and II, 1960–1963*. Ed. Cambridge Univ. Press.

Lyman, R. L. y Fox, G. L. (1989). A critical evaluation of bone weathering as an indication of bone assemblage formation. *Journal of Archaeological Science*, 16(3), 293-317.

López Jiménez, O., Martínez Calvo, V. y Uribelarrea del Val, D. (2009). Estudio geoarqueológico y paleoambiental de las estructuras agrarias fosilizadas en el entorno del Castro Carpetano de Valdegato (Ocaña). *Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales*, 30, 49-55.

Semaw, S., Renne, P., Harris, J. W., Feibel, C. S., Bernor, R. L., Fesseha, N. y Mowbray, K. (1997). *2.5-million-year-old stone tools from Gona, Ethiopia*.

Uribelarrea, D., Domínguez-Rodrigo, M., Pérez-González, A., Salamanca, J. V., Baquedano, E., Mabulla, A. & Cobo-Sánchez, L. (2014). Geo-archaeological and geometrically corrected reconstruction of the 1.84 Ma FLK Zinj paleolandscape at Olduvai Gorge, Tanzania. *Quaternary International*, 322, 7-31.

Yravedra, J., Rubio-Jara, S., Panera, J., Uribelarrea, D. y Pérez-González, A. (2012). Elephants and subsistence. Evidence of the human exploitation of extremely large mammal bones from the Middle Palaeolithic site of Preresa (Madrid, Spain). *Journal of Archaeological Science*, 39, 1063–1071. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jas.2011.12.004> ■

Este artículo fue solicitado desde E.C.T. el día 3 de octubre de 2016 y aceptado definitivamente para su publicación el 22 de diciembre de 2016.