

Stein, J. K., 1985. Interpreting sediments in cultural settings. In *Archaeological Sediments in Context*, edited by J.K. Stein and W.R. Farrand, pp. 5-19. Center for the Study of Early Man, University of Orono, Maine.

Traducción: Néstor Urssino, para uso interno de la cátedra de Geología y Geomorfología del Cuartario, Dpto. de Antropología, FFyL - UBA.

Revisión: Dra. Débora M. Kligmann.

INTERPRETANDO SEDIMENTOS EN ENTORNOS CULTURALES

Julie K. Stein

Resumen

Los arqueólogos a menudo intentan reconstruir el entorno natural que rodea a sus sitios; el potencial interpretativo de los sedimentos dentro de los mismos se explota con menos frecuencia. Este descuido es desafortunado porque los sedimentos que componen la matriz del sitio contienen muchos rastros de los procesos culturales responsables de su formación y posterior historia. Se requiere un examen cuidadoso de los sedimentos y residuos químicos para identificar el componente cultural en la matriz de un sitio. La interpretación comienza con una consideración de la sedimentación. La historia de un sedimento es una función de cuatro factores: 1) fuente, 2) mecanismo de transporte, 3) ambiente de depositación y 4) ambiente post-depositacional. El estudio de las propiedades físicas y químicas de los sedimentos permite identificar la naturaleza de cada uno de estos factores, así como sus agentes naturales o culturales responsables. La historia de un sedimento se reconstruye comparando dicho sedimento con uno de historia conocida. Esto es posible porque los procesos físicos y químicos involucrados en la creación de un sedimento son uniformes tanto en el tiempo como en el espacio. Por lo tanto, si los procesos naturales pueden explicar las características de los sedimentos en cuestión, se pueden asumir agentes naturales. Por otro lado, si las características no pueden atribuirse a agentes naturales, el impacto cultural en uno o más de los cuatro factores se puede determinar. Se examinaron sedimentos culturalmente modificados utilizando áreas de control para la comparación y los principios de sedimentación como base estratégica de análisis en tres sitios arqueológicos: *Carlston Annis Mound, Kentucky* (conchero del Arcaico Tardío); *Nichoria*, en Grecia (aldea de la Edad del Bronce); y *Rodgers Shelter*, en Missouri (Alero Arcaico/Woodland).

INTRODUCCIÓN

Recientemente, los arqueólogos han comenzado a considerar la interacción detallada entre las limitaciones ambientales y sus efectos sobre las poblaciones prehistóricas (Buzzer 1971, 1982; McMillan 1979; Schiffer 1976). Para interpretar los recursos y las condiciones

limitantes de ambientes pasados, los arqueólogos han cooperado con geólogos, botánicos y zoólogos para reconstruir el entorno ambiental de la región que rodea el sitio. Los resultados de estas colaboraciones generalmente se publican como capítulos o apéndices en los informes arqueológicos (por ejemplo, Byers 1967; Rapp y Aschenbrenner 1978). Sin embargo, el sitio en sí, escenario de principal preocupación para el arqueólogo, a menudo no se ha beneficiado de este esfuerzo de colaboración. Recientemente, los arqueólogos se han interesado por los procesos de formación de sitios. Estos intereses los han llevado a invitar a geólogos, entrenados en las técnicas estándar de análisis de sedimentos, a unirse al personal de investigación, proporcionando así conocimientos sobre los mecanismos por los cuales los sedimentos se depositaron en los sitios (Davidson y Shackley 1976; Hassan 1978; Shackley 1975, 1981; Stein 1980, 1982).

Los sedimentos contienen más información que sólo pistas sobre el entorno físico del sitio. Han sido transportados y depositados por medios naturales como inundaciones, tormentas de polvo o deslizamientos de tierra (por ejemplo, Farrand 1975; Folk 1975; Gladfelter 1981; Schnits 1978); pero con frecuencia los sedimentos son llevados y depositados en el sitio a través de la actividad cultural.

Un sedimento se define como cualquier partícula material en la superficie de la tierra que ha sido depositada por algún proceso en condiciones superficiales normales. Los sedimentólogos pueden reconstruir los antiguos procesos responsables de depositar sedimentos porque estas partículas están sujetas a fuerzas (por ejemplo, gravedad, flujo de fluidos, termodinámica) que operaron tanto en el pasado como en el presente. Por lo tanto, se pueden examinar análogos modernos y utilizarlos para reconstruir condiciones pasadas.

Esta definición de sedimento no especifica que los procesos de depositación tienen que ser procesos “naturales”. La actividad cultural puede impactar en un sedimento, que en cierto sentido puede considerarse “artificial”. Dicha actividad cambia los atributos de los sedimentos de aquellos que son comparables con los análogos naturales modernos a otros que no lo son. El objetivo del geoarqueólogo es identificar los sedimentos culturalmente alterados y definir la actividad que los alteró.

El grado en que los procesos “artificiales” afectan al sedimento puede verse en un *continuum* desde efectos mínimos hasta efectos significativos. Por ejemplo, una persona que trepa por una colina puede desprender una partícula y cargarla accidentalmente cuesta arriba en el pantalón. Por otro lado, un sedimento puede transformarse en ladrillo, transportarse cuesta arriba y depositarse en una pared. Obviamente, los sedimentos convertidos en ladrillos de barro han sido sometido a procesos más “artificiales” que la partícula transportada en la botamanga.

Los sedimentos que son alterados por estos procesos culturales, se diferencian en algunos aspectos de los que no han sido tan afectados, dado que contienen información sobre actividades culturales. Dichos sedimentos se han denominado sedimentos antropogénicos (Hassan 1978), suelos antrópicos (Sjoberg 1976), sedimentos o depósitos antrópicos (Gasche y Tunca 1983), sedimentos antropogénicos (Whittlesey *et al.* 1982) y arqueosedimentos

(Butzer 1982). En el Sistema Integral de Clasificación de Suelos de EE. UU. (consulte Buol *et al.* 1973 para obtener referencias) un epipedón Antrópico (u horizonte de superficie) se define como “un horizonte de superficie similar a un epipedón Mólico” ... (que, entre otras cosas, contiene más del 1% de materia orgánica) ... “pero contiene más de 250 ppm de ácido cítrico soluble P_2O_5 ” (Buol *et al.* 1973; 39). Todos estos son términos satisfactorios para un sedimento cuya historia incluye manipulaciones culturales, aunque son ambiguos en el sentido de que no sugieren qué contribución los procesos culturales han aportado al sedimento.

Quizás existiría menos confusión si pasáramos menos tiempo discutiendo el prefijo adecuado para los sedimentos y más tiempo estudiando cómo identificar los procesos culturales registrados en el mismo.

En este artículo propongo un procedimiento con el que los arqueólogos pueden interpretar la historia de un sedimento e identificar los agentes responsables de su condición. El análisis de los sedimentos comienza describiendo sus atributos, lo que a su vez nos ayuda a reconstruir su historia: dónde se originaron, cómo fueron transportados y depositados en el sitio, y cómo se han alterado desde su acumulación inicial. En todo momento, utilizaré la frase “sedimento arqueológico” para referirme a partículas que han sido afectadas por procesos “artificiales” y que contienen información sobre actividades culturales de interés para el prehistoriador.

PRINCIPIOS DE SEDIMENTACIÓN

La “historia de vida” de cualquier sedimento dividida en etapas y definida por los principios de sedimentación (Krumbein y Sloss 1963; Blatt *et al.* 1972; Twenhofel 1950), nos proporciona un marco con el que estudiar los sedimentos arqueológicos. La primera etapa en la historia de un sedimento arqueológico está representada por su fuente, ya sea donde la roca madre se ha meteorizado dando como resultado partículas no consolidadas o donde los sedimentos se han depositado naturalmente (Birkeland 1974). La segunda etapa en la evolución de un sedimento es su historia de transporte. La tercera etapa involucra el ambiente de depositación y comprende lo que los arqueólogos llaman procesos de formación de sitios (Schiffer 1976). La cuarta etapa del desarrollo de los sedimentos incluye alteraciones post-depositacionales (Wood y Johnson 1978), la más común es la formación del suelo. “Suelo” no es sinónimo de “sedimento” (Brady 1974; Buol *et al.* 1973). Los suelos se desarrollan en sedimentos cerca de la superficie de la tierra a través de la meteorización bajo la influencia de plantas, otros elementos biológicos y condiciones atmosféricas. Los suelos exhiben diferenciación vertical dentro de los sedimentos, con horizontes que reflejan cambios en la mineralogía, textura y química. Los horizontes del suelo siempre deben distinguirse de los estratos sedimentarios.

En cada punto de la historia de un sedimento se puede reconstruir la contribución de los procesos “naturales” y “artificiales”. Para lograr esta reconstrucción, se analizan los atributos seleccionados en los sedimentos: las relaciones verticales y horizontales de las unidades sedimentarias, la expresión geométrica de los cuerpos sedimentarios, la litología (incluyendo

textura, composición y estructuras sedimentarias) y el contenido fósil de la unidad (Blatt *et al.* 1972; Krumbein y Sloss 1963; Reineck y Singh 1980).

La fuente de un sedimento generalmente se puede identificar analizando la textura (distribución del tamaño, forma y características de la superficie del grano) y composición (mineralogía de grano). El agente de transporte también se determina a través de las características de textura y composición. Por ejemplo, el viento suele llevar sedimentos dentro del rango de tamaño de arena fina, limo y algo de arcilla. El agua transporta granos cuyo tamaño está relacionado con su velocidad y, por lo tanto, varía desde cantos rodados transportados a altas velocidades hasta limo y arcilla suspendidos en el agua que se mueve a bajas velocidades (Reineck y Singh 1980).

Para investigar el ambiente de deposición de un sedimento, se puede emplear información sobre textura, composición y estructuras sedimentarias. Las estructuras incluyen todas las características tridimensionales que se ven en los sedimentos (por ejemplo, láminas, estratificación graduada, ondulaciones, estratificación transversal, etc.). También se pueden utilizar las relaciones horizontales y verticales de la unidad, así como sus expresiones geomórficas. Las relaciones horizontales y verticales generalmente se descifran a partir de los datos obtenidos mediante la construcción de secciones transversales de una unidad mediante el examen de testigos y perfiles expuestos. La expresión geomórfica de un sedimento es la forma de la superficie o base de la unidad sedimentaria, también obtenida a partir de la observación de testigos o perfiles expuestos.

Las alteraciones post-depositacionales se identifican al observar la evidencia de perturbaciones (discutidas en Wood y Johnson 1978) y al examinar la horizontalización del suelo. La horizontalización se desarrolla a partir de la alteración de compuestos orgánicos, la transferencia de material a horizontes inferiores, la eliminación de compuestos solubles y la adición de más materia orgánica. Estos horizontes enmascaran las características de los sedimentos y oscurecen la textura y composición originales (Simonson 1959).

ALGUNAS TÉCNICAS ESENCIALES

El primer y más importante paso es demostrar la proporción de los sedimentos resultantes de procesos de deposición no culturales. Se deben analizar las cuatro etapas de la “historia de vida” de los sedimentos arqueológicos, determinando el aporte de los procesos “artificiales” y “naturales” en cada etapa.

Muestras de Control

La forma más fácil de investigar la contribución relativa de los procesos naturales y culturales a la formación de sedimentos arqueológicos es a través del análisis de áreas de control, es decir, ubicaciones fuera o dentro del sitio que se aproximan a las condiciones no afectadas por la actividad humana. Las muestras recolectadas de las áreas de control deben ubicarse en

lugares geomórficos (elevación, pendiente, aspecto) que posean conjuntos de fauna y flora similares a los encontrados en el sitio prehistórico. Comúnmente, el sitio arqueológico es tan obviamente diferente de las áreas circundantes debido a alteraciones culturales y adiciones de artefactos que un área de control solo puede aproximarse a las condiciones del sitio. En algunos casos, las muestras de control pueden obtenerse de estratos dentro del sitio que parecen carecer de material cultural. Sin embargo, siempre existe el peligro de que estas capas, aunque libres de artefactos macroscópicos, fueran manipuladas de alguna manera por las personas.

Recolectando Muestras

En cada área de control, así como dentro del sitio arqueológico, las observaciones y las muestras deben ser comparables. El procedimiento exacto depende del tipo de información que se esté intentando obtener. En un estudio de sedimentos, la interpretación de su historia es el foco principal. Deben abordarse cuestiones como: dónde estaba la fuente, qué procesos transportaron las partículas, etc. No toda la información necesaria puede obtenerse de un solo procedimiento de recopilación.

Por ejemplo, el muestreo para abordar la génesis del suelo, una importante transformación post-depositacional, debe empezar tomando muestras en la superficie del depósito y procediendo a intervalos regulares a una profundidad de por lo menos 1 a 2 m. Solo de esta manera pueden detectarse los cambios minúsculos en los datos químicos y texturales, producidos por el desarrollo de los horizontes del suelo. Por otro lado, si uno está interesado en describir eventos depositacionales, no la génesis del suelo, entonces no es necesario recolectar muestras a intervalos iguales en una columna. Las muestras (distribuidas horizontal o verticalmente) de cualquier lugar de un solo estrato depositacional pueden recolectarse y compararse con las unidades producidas por otros eventos depositacionales. Una estrategia de muestreo diseñada para abordar los procesos de sedimentación debe incluir la recolección de múltiples muestras, ubicadas en toda la unidad, para incluir las variaciones sutiles que se sabe que ocurren en la mayoría de los ambientes depositacionales.

En la Figura 1, se describen estrategias de muestreo que brindan información para cinco preguntas diferentes. Cada estrategia permitirá al investigador inferir diferentes elementos de la historia de los sedimentos. Cada rectángulo simboliza la ubicación donde se tomará una muestra y cada línea horizontal es un límite entre diferentes unidades (estratos horizontales), cada una de las cuales es el producto de una historia depositacional diferente. La superficie se ha mantenido estable durante algunos años, por lo que los sedimentos probablemente hayan sido alterados por procesos de formación de suelos, que atravesaron las unidades de deposición individuales. El tamaño de muestra sugerido por los rectángulos es apropiado para entornos con matrices de tamaño arena y grava fina (máximo). Los tamaños de grano más grandes requieren muestras más grandes (ver Farrand en este volumen). Las unidades representadas en la Figura 1 son aplicables tanto a las áreas arqueológicas como a las de control.

El desarrollo del suelo (Figura 1) se estudia recolectando muestras a intervalos regulares en una columna vertical. Un diseño de muestreo de este tipo detectará información sobre los procesos de horizontalización, aunque se hayan atravesado tres estratos separados. Debido a que algunas muestras caen en los límites entre estratos, lo que hace que sus datos sean una mezcla confusa de dos eventos depositacionales, se ha tomado un segundo conjunto de muestras a intervalos cercanos inmediatamente por encima y por debajo de los límites. Un diseño de muestreo separado para los límites permite al investigador abordar cuestiones de lixiviación química y mezcla mecánica en los límites de los estratos.

El muestreo para interpretar cada evento depositacional, es decir, cada uno de los estratos horizontales, se puede realizar de diversas formas. La información se utilizará para determinar la fuente, el agente de transporte y los procesos depositacionales. En la Figura 1, se han tomado muestras a intervalos no regulares, pero ubicadas tanto en una columna como alejadas de los límites de la unidad. Se deben tomar múltiples muestras, cuyo tamaño está determinado por el tamaño de las partículas en el estrato. Las muestras también pueden tomarse horizontalmente en varios lugares a lo largo de un estrato. Tal estrategia aseguraría el muestreo de la variabilidad en una unidad. El punto importante a tener en cuenta es que los atributos medidos en muestras de una unidad individual deberán promediarse para permitir al investigador generalizar a los atributos de toda la unidad. Si se recolectan varias muestras horizontalmente, también se podrían abordar cuestiones secundarias sobre la variabilidad de una unidad en el espacio.

Si uno está interesado solo en registrar los atributos de los estratos con fines descriptivos (en lugar de interpretar su historia), entonces se necesita recolectar solo una muestra por estrato (Figura 1). Si se están inventariando estratos en un sitio arqueológico, se puede diseñar una estrategia de muestreo para obtener un inventario cultural básico (aunque probablemente se excluirían los objetos de baja densidad). Durante décadas, los arqueólogos han estado recolectando “muestras de suelo” guardando una muestra por estrato y enviándolas a los geoarqueólogos para su “interpretación”. Este diseño de muestreo solo puede resultar en datos de potencial limitado. Si los arqueólogos están interesados en interpretar los eventos depositacionales o definir el papel de los procesos del suelo en sus estratos, deben recolectar las muestras de manera más apropiada.

Los rasgos [*features*]¹ generalmente justifican una estrategia de muestreo separada. Dependiendo del tipo de rasgo, es posible que uno desee muestrearlo en intervalos cercanos (Figura 1) o solo en una ubicación. El tipo de rasgo encontrado y las preguntas formuladas dictan la estrategia de muestreo adecuada.

¹ Nota del Traductor: El término inglés “*features*” en arqueología implica todo tipo de artefactos no transportables, ya sean los que en castellano denominamos “estructuras”, “rasgos” o lo que Binford definió como equipamiento de sitio. En este caso utilicé el término rasgo porque me pareció más amplio y apropiado, de acuerdo con lo representado en la figura 1.

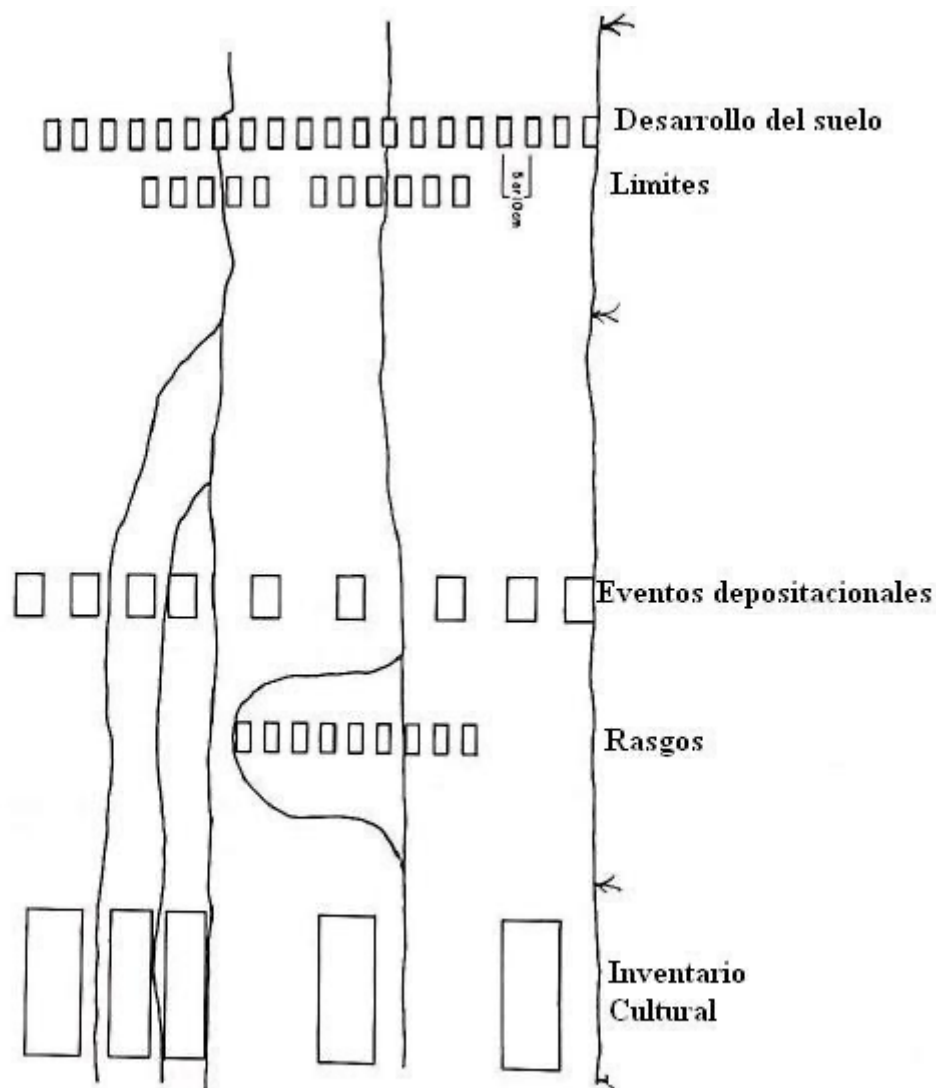


Figura 1. Estrategias de muestreo para cinco tipos diferentes de datos. Los rectángulos simbolizan el lugar donde se toma la muestra. Las líneas horizontales son límites entre diferentes unidades de deposición. La superficie se ha mantenido estable durante algunos años, lo que indica la formación de suelo a través de las unidades deposicionales individuales. El tamaño del rectángulo es proporcional al tamaño de la muestra, con un mínimo de 200 gr necesarios para las muestras más pequeñas (para matrices con tamaños máximos de grano de arena o grava fina).

Análisis de Atributos de Sedimentos

El análisis de los atributos de un sedimento (textura, composición, relaciones verticales y horizontales de una unidad sedimentaria, etc.) se pueden dividir en aquellas observaciones que deben realizarse en el campo (estructuras sedimentarias, relaciones verticales y horizontales entre unidades y la expresión geomórfica de una unidad) (Reineck y Singh 1980), y aquellas que se pueden realizar en laboratorio (análisis de tamaño de grano, mediciones de morfología de grano, identificación de rocas y minerales individuales, incluidos artefactos de pequeño tamaño como microdesechos, y determinación de materia orgánica, fósforo y pH) (Black 1965; Fladmark 1982; Folk 1974; Coffey 1980; Jackson 1958;

Laville *et al.* 1980; Shackley 1975, 1981). Una persona con conocimientos en sedimentología y pedología debe realizar las observaciones de campo porque la mayoría de los arqueólogos no están capacitados para realizar las identificaciones adecuadas. Si el arqueólogo no tiene la capacitación o el equipo para completar las pruebas de laboratorio, las muestras deben enviarse a un laboratorio comercial donde los resultados se pueden determinar con precisión.

Interpretación de los Sedimentos

Los resultados de los análisis deben determinar qué procesos naturales o culturales fueron responsables de la depositación de la matriz. ¿Las distribuciones del tamaño de grano, las mediciones de la morfología del grano y la química de los sedimentos arqueológicos coinciden con las de los sedimentos recolectados en el área de control? Si sus características son idénticas, entonces se puede presumir que los sedimentos culturales se originaron en la proximidad de la muestra de control o de la misma fuente de sedimentos. Los agentes de transporte, el ambiente depositacional y la historia post-depositacional son probablemente idénticos a aquellos sedimentos de control. Por lo tanto los procesos culturales no alteraron significativamente los sedimentos arqueológicos.

A menudo habrá una diferencia entre el carácter de los sedimentos del área de control y aquél de los sedimentos de un sitio arqueológico. Muy a menudo, la distribución del tamaño del grano y su morfología reflejarán la mezcla de fuentes provenientes de agentes de transporte culturales y ambientes depositacionales. Las diferencias químicas representarán alteraciones post-depositacionales contrastantes. Si incluso una etapa de la historia de los sedimentos exhibe una combinación de atributos, entonces los sedimentos han sido manipulados artificialmente. Este impacto cultural observado en el registro sedimentario permite al investigador interpretar la historia de vida de los sedimentos y obtener información sobre las actividades prehistóricas que han tenido lugar en el sitio.

SEDIMENTOS ARQUEOLÓGICOS: TRES EJEMPLOS

Un Conchero

En el conchero de Carlston Annis (15 Bt-5), un sitio Arcaico tardío ubicado en el río Green en el oeste de Kentucky, la matriz está compuesta de sedimentos manipulados culturalmente (Marquardt y Watson 1976; Stein 1980, 1982; Stein *et al.* 1981). Se recolectaron mariscos de agua dulce del cercano río Green, de 3000 a 5000 años A.P, depositados en un montículo junto con restos de ciervo, aves y espinas de pescado, así como nueces de nogal, fragmentos de bellota, algunos trozos de cáscara de calabaza y semillas de plantas silvestres. El montículo, que se eleva 2 m sobre el paisaje circundante, es la única elevación topográfica en la amplia llanura. Adyacente a la llanura hay colinas rocosas que se proyectan a alturas de 100 m.

Muestras de control

El río Green actualmente corre a través de una amplia llanura. Sin embargo, esta no es una llanura aluvial creada por el río moderno, sino un remanente del paisaje del Pleistoceno. La glaciación congeló el drenaje del río Ohio represando la desembocadura del río Green, lo que resultó en la creación de un lago que se extendía más de 250 km río arriba. En este ambiente de baja energía, el limo y la arcilla se depositaron fuera de la columna de agua. Hasta 50 metros de sedimentos lacustres llenaron el valle preexistente.

Al final del Pleistoceno, el actual canal del río Green fue excavado en la llanura de sedimentos de grano fino. Debido a que la arcilla es cohesiva, el río no ha erosionado vertical o lateralmente en un grado apreciable. La mayor parte de la erosión se produce durante las inundaciones cuando los sedimentos se eliminan de la superficie. A medida que el agua de la inundación desborda las orillas, se esparce sobre los sedimentos del antiguo lago, erosionando algunos de los limos y arcillas.

El conchero se encuentra a unos 100 m del actual cauce del río. El montículo se asienta en el contacto entre dos depósitos no culturales, sedimentos limosos de lago en un lado y aluviones arenosos de río en el otro. El agua de la inundación rara vez alcanza alturas suficientes para cubrir el montículo. Así, la historia geomórfica y el comportamiento actual de las inundaciones indican que las aguas de las mismas no aportan sedimentos al montículo; las inundaciones extraen más sedimentos de él de los que depositan. Dado que ningún otro proceso depositacional de origen natural está activo, el depósito de la matriz del sitio debe involucrar mecanismos culturales. La gente probablemente trajo sedimentos de los depósitos de ríos y lagos adyacentes, por lo que estos dos depósitos fueron elegidos como áreas de control de las cuales se recolectaron muestras.

Fuente

La fuente de la matriz inorgánica del conchero, que se cree que son los depósitos de ríos o lagos adyacentes, se investigó mediante un análisis del tamaño de grano siguiendo los procedimientos descritos por Folk (1974). Las distribuciones del tamaño de grano podrían establecer que los depósitos del montículo derivaron de los limos más arenosos del río o los limos del lago más arcillosos (tal vez incluso indicando la dirección preferida de los movimientos de las personas en las cercanías del montículo).

Los diagramas de frecuencia en la Figura 2 representan la distribución granulométrica de los sedimentos en horizontes no culturales (áreas de control). Las muestras del río son bimodales (una moda de limo primaria y una moda de arena secundaria). Las muestras del lago son unimodales (limo) y se distinguen fácilmente de las muestras del río por porcentajes más bajos de arena y más altos de arcilla. El diagrama de frecuencia de la Figura 3 ilustra las distribuciones de tamaño de grano de los depósitos culturales. Los resultados no apoyan la hipótesis de procedencia; no confirman ni la fuente de un río ni de un lago. Reflejan su propia distribución distintiva producida por la mezcla de depósitos de río y de lago, con una

contribución adicional de fragmentos descompuestos de arenisca. Estos resultados sugieren una fuente dual de sedimentos de las inmediaciones.

Agente de transporte

La historia lacustre del río Green elimina las inundaciones como agente de transporte dominante responsable de la matriz del conchero. El transporte eólico, que se cree que contribuye solo con una pequeña fracción de sedimento al montículo debido a la gran cantidad de concentración de plantas de bosque y sotobosque, es sólo otro agente de transporte natural en las proximidades del sitio. Por lo tanto, la matriz debe haber sido transportada al montículo por personas, ya sea inadvertidamente como barro adherido a sus pies o intencionalmente con fines culturales desconocidos.

Ambiente depositacional y Alteraciones post-depositacionales

El ambiente depositacional generalmente se determina a partir de la textura y las estructuras sedimentarias. En el montículo Carlston Annis, los datos de textura indican que la matriz se produjo mezclando sedimentos de lago y de río. Desafortunadamente, las estructuras sedimentarias están totalmente ausentes de la matriz debido a la actividad de las lombrices de tierra (Stein 1983). Es posible que los sedimentos se hayan acumulado a partir de actividades culturales como los subproductos de la recolección de mejillones del río o de la construcción de estructuras de acacia y barro (Webb informó haber encontrado 19 moldes de postes formando un paralelogramo; ver Rolingson 1967: 358). Pero hasta que se localice una parte del conchero que no haya sido reprocesada por las lombrices de tierra y tenga una estratificación que no sea borrosa, estos eventos depositacionales serán imposibles de reconstruir.

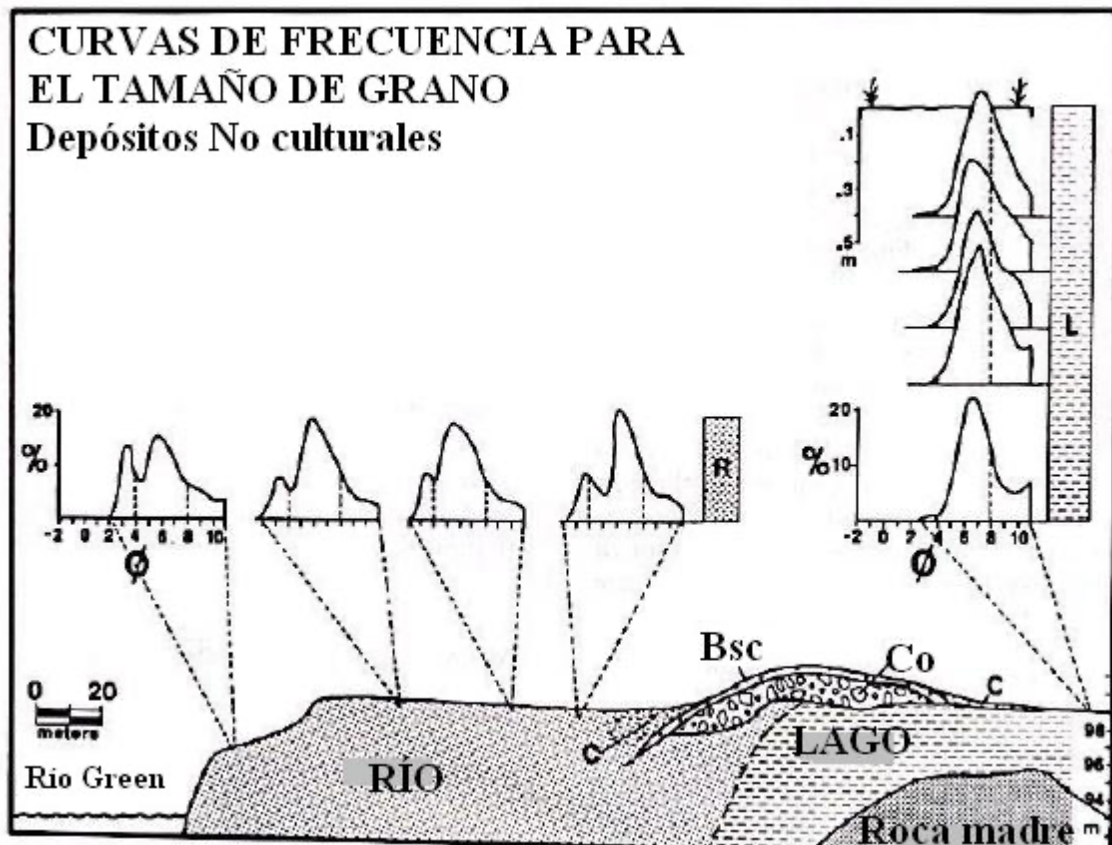


Figura 2. Curvas de frecuencia de tamaño de grano construidas para depósitos no culturales cerca del montículo Carlston Annis, Kentucky. Bsc es el basurero libre de conchas, Co el conchero y C el coluvio. Obsérvese que las muestras tomadas de los sedimentos del lago (L) tienen más arcilla y menos arena que las muestras recolectadas de los depósitos del río (R).

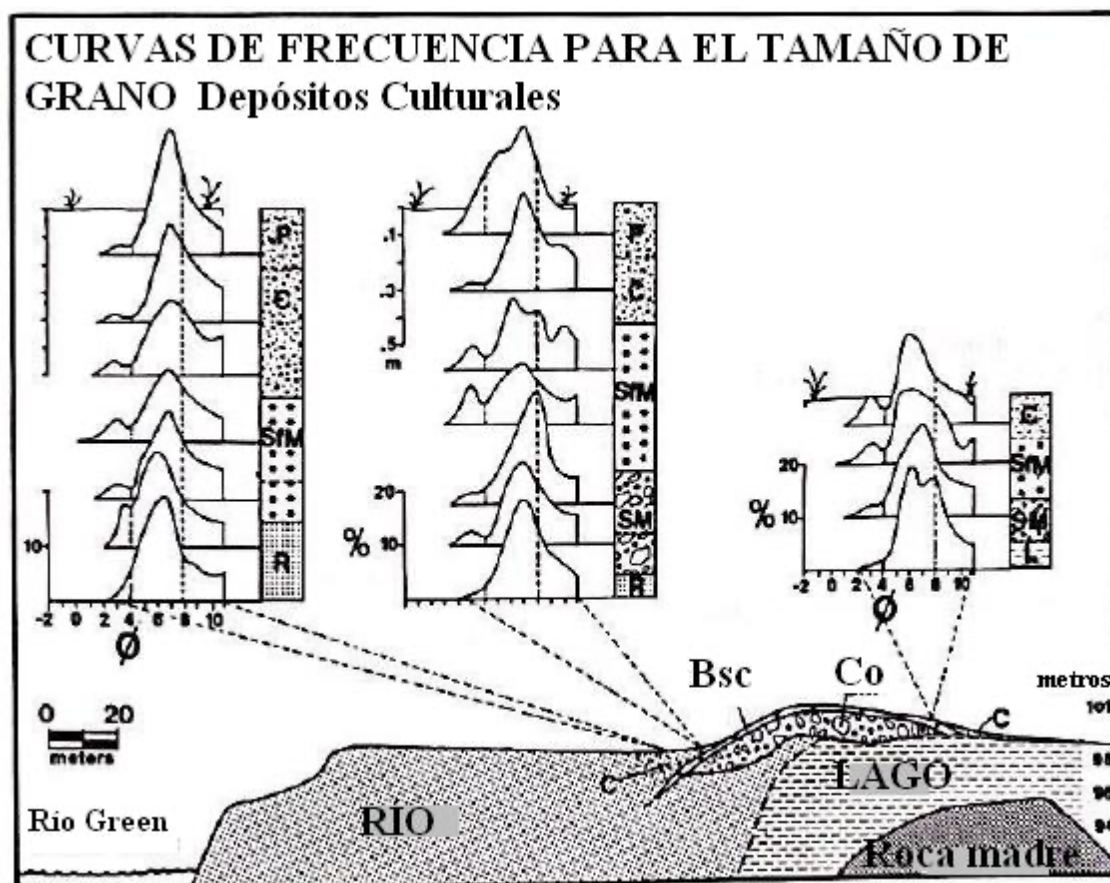


Figura 3. Curvas de frecuencia de tamaño de grano construidas para los depósitos culturales del montículo Carlston Annis. Bsc es el basurero libre de conchas, Co el conchero y C el coluvio. Obsérvese que las muestras del coluvio, el basurero sin conchas (patrón con dos filas de estrellas) y el conchero tienen proporciones comparables de arena, limo y arcilla. Su similitud indica una mezcla aleatoria de los dos depósitos no culturales (río y lago).

Una Aldea

Nichoria, un antiguo sitio residencial en Messenia, Grecia, proporciona otro ejemplo en el que los procesos culturales han alterado los sedimentos naturales (Stein y Rapp 1978; McDonald y Rapp 1972). Se encuentran yacimientos arqueológicos estratificados, que varían en edad desde el Neolítico Final hasta el Bizantino, en donde predominan las estructuras arquitectónicas y los escombros redepositados de las viviendas. El sitio está ubicado en una cresta entre pináculos rocosos, 60 m sobre los valles fluviales circundantes y 100 m sobre el nivel del mar. Los sedimentos que contienen artefactos se encuentran en cuencas poco profundas entre las proyecciones del lecho rocoso.

Muestras de control

La cresta en la que se encuentra Nichoria se compone de sedimentos marinos de aguas poco profundas del Plioceno. Estos sedimentos se caracterizan por capas alternadas de arenas gravosas gruesas resistentes (parcialmente litificadas) y arenas finas friables y limos. La mayoría de los depósitos de grano más grueso tienen una moda de tamaño de grano entre 0 y 1 Φ (1.0-0.5 mm, arena gruesa), mientras que las arenas y limos de grano más fino exhiben una moda entre 4 y 5 Φ (0.062-0.031 mm, limo grueso) (Figura 4).

La erosión de estas capas del Plioceno por agua y gravedad da como resultado la deposición de abanicos aluviales y coluviales que rodean los pináculos del lecho rocoso. Los sedimentos contienen lentes estratificados de pendiente pronunciada de sedimentos de grano grueso y fino, orientados paralelamente a la pendiente de la superficie sobre la que se encuentran depositados. Las lentes individuales derivan de las arenas gravosas de grano grueso o los limos arenosos de grano fino, y fueron depositados por agua o por gravedad.

Fuente

Los restos arqueológicos se encuentran tanto adyacentes como en la parte superior de los abanicos sedimentarios. Las estructuras dominantes más cercanas a la roca madre son los cimientos de piedra de los edificios construidos durante la Edad de Bronce. Los depósitos arqueológicos aumentan su tamaño a medida que uno se aleja de la roca madre expuesta. En una de las cuadrículas excavadas, más de 5 m de fragmentos culturales fueron descubiertos. La profundidad total del depósito arqueológico nunca se determinó porque la excavación se detuvo para evitar el colapso de la pared. El perfil de 5 m estaba compuesto por sedimentos fechados (sobre la base de estilos cerámicos) desde el Heládico Medio II hasta la Edad Oscura III (1850-750 a. C.), lo que indica una depositación durante más de 1100 años. Estos sedimentos no contenían lentes de material de grano grueso y fino. Los sedimentos se mezclaron uniformemente con pocas rupturas estratigráficas obvias.

Los sedimentos en estos depósitos arqueológicos derivaron del lecho rocoso del Plioceno cercano. Las texturas de las muestras revelan un tamaño de grano de distribución bimodal, con una moda entre 0 y 1 Φ y otra en 4 y 5 Φ (Figura 4). Estas modas indican las contribuciones de sedimentos de los dos tipos de textura básicos del Plioceno.

Agente de transporte

Si estos sedimentos hubieran sido transportados por el agua y la gravedad, al igual que los sedimentos en el abanico coluvial que rodea los estratos del Plioceno, exhibirían estructuras sedimentarias, específicamente lentes alternas con material de grano grueso y fino. Las alteraciones post-deposicionales podrían haber destruido las estructuras, pero no se observaron perturbaciones por fauna ni flora. Así, la falta de estructuras sedimentarias sugiere que estos sedimentos fueron transportados por un mecanismo diferente.

Pero antes de identificar el agente de transporte que afectó a estos sedimentos, se debe discutir otro ciclo de sedimentación. Los sedimentos en Nichoria han sufrido dos ciclos de sedimentación, con dos fuentes, dos agentes de transporte y dos ambientes de depositación.

El ciclo inicial fue parte del proceso de construcción de las casas. Los edificios de Nichoria fueron contruidos de adobe, compuestos por sedimentos cercanos a la fuente del lecho rocoso del Plioceno. Las casas se contruyeron colocando primero una base de piedra, seguido del armado de muros de ladrillos de barro (Rapp 1978). El adobe se obtiene mezclando sedimentos de grano grueso y fino con agua y paja. Los ladrillos suelen producirse cerca de la casa y con materia prima local. Los seres humanos transportaron los sedimentos al lugar donde se fabricaron los ladrillos. La fuente sigue siendo la misma, los sedimentos de grano grueso y fino del Plioceno, pero el agente de transporte es artificial.

Ambiente Depositacional

Las personas constituyen los agentes de depositación de los sedimentos en las paredes de sus casas. Este fue el primer ambiente depositacional, y también fue artificial. Esta etapa fue seguida por un segundo ciclo de sedimentación, con nueva fuente, agente de transporte y ambiente depositacional. Cuando un edificio es abandonado, los procesos naturales (procesos fluviales, eólicos y de remoción en masa) recogen sedimentos de la segunda fuente (es decir, el edificio) y los transportan cuesta abajo hasta que la energía de transporte se agota y el material se detiene. El sitio de depositación puede ser una cuenca natural (por ejemplo, la base de la cresta Nichoria) o una cuenca construida artificialmente (por ejemplo, detrás de un muro aterrazado construido para estabilizar la pendiente).

Así, en los dos ciclos de sedimentación hubo una fase inicial, con una fuente de lecho rocoso local, agentes de transporte antrópicos y ambiente cultural de depositación, que resultó en la construcción de viviendas; y un segundo ciclo en el que las paredes actúan como fuente, el agua, el viento y la gravedad como agentes de transporte y cuencas naturales o culturales para la depositación.

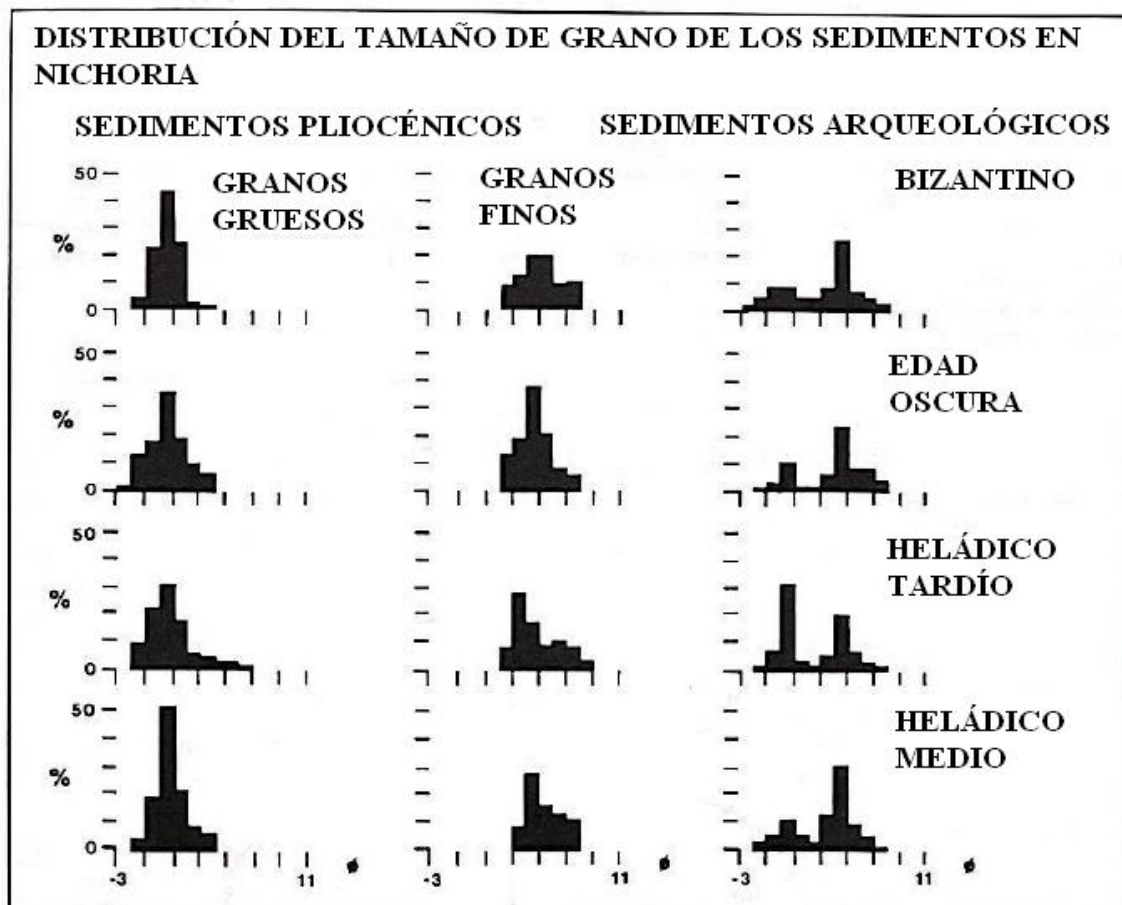


Figura 4: Histogramas de distribuciones de tamaño de grano de los sedimentos en Nichoria, Grecia. Los de la columna de la izquierda son de muestras de control pertenecientes al lecho rocoso del Plioceno compuesto de partículas de grano grueso. Aquellos en el medio son de muestras de control del lecho rocoso Pliocénico de grano fino. Las muestras del lado derecho de la figura son de sedimentos arqueológicos de varias edades y reflejan una mezcla de los dos tipos de sedimentos del lecho rocoso del Plioceno.

Alteraciones post-depositacionales

Los procesos de formación del suelo son los principales responsables de las alteraciones post-depositacionales de los sedimentos en Nichoria. Las muestras recolectadas de la trinchera de 5 m de profundidad se analizaron para determinar la presencia de carbono orgánico (método de combustión total seca de carbono) (Black 1965). Cualquier pico significativo presente en una curva que muestre el porcentaje de carbono orgánico en función de la profundidad podría indicar la formación del suelo, especialmente si dicho pico coincidía con una superficie que contenía cerámica datada en más de un período. Un suelo tan enterrado implicaría una discontinuidad o ruptura en el *continuum* depositacional. La ausencia de picos indicaría una acumulación más o menos continua de sedimentos a lo largo del período de ocupación.

La forma general de la curva de carbono orgánico en la Figura 5 incluye un pico a 2 m, que coincide con la cerámica del Heládico Medio y una etapa avanzada del Heládico Tardío. Esta superficie que contiene cerámica tanto del Heládico Medio como del Heládico Tardío probablemente resistió lo suficiente como para acumular una concentración de material orgánico (un horizonte A de suelo) con una ligera lixiviación de carbonatos a 2.5 m (Figura 5) (determinada por el método de neutralización de ácido; Black 1965). Los sedimentos a 2 m no exhiben cambios observables en el tamaño del grano, no hay estructuras sedimentarias y no hay distinciones de color obvias, sin embargo, la superficie estabilizada se evidencia mediante análisis químicos.

La superficie moderna debería proporcionar un perfil de control con el que podamos comparar el perfil del suelo enterrado. Pero el porcentaje de materia orgánica (Figura 5) no revela formación de horizontes del suelo en la superficie moderna. Yassoglou y Haidouti (1978) clasifican el suelo en las cercanías de la trinchera como un Inceptisol (un suelo levemente desarrollado, caracterizado por el movimiento de una pequeña cantidad de arcilla desde la superficie hacia el subsuperficie), un tipo que no necesariamente contiene altos niveles de materia orgánica o bajos niveles de carbonatos. La ausencia de un pico de materia orgánica para las muestras de superficie en la Figura 5 es probablemente el resultado tanto de una superficie inmadura como de perturbaciones por procedimientos de excavación que desencadenaron la erosión de los depósitos superficiales.

COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS SEDIMENTOS EN NICHORIA

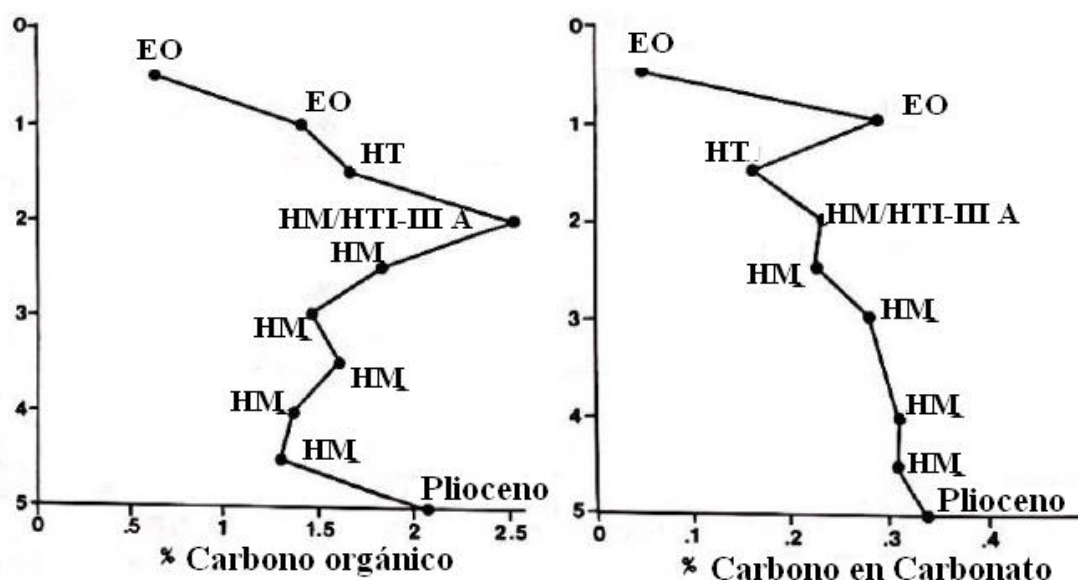


Figura 5. Gráficos de la química de los sedimentos en Nichoria, Grecia, que ilustran los porcentajes cambiantes de carbono orgánico y carbonato con la profundidad. EO se refiere a la Edad Oscura, HT es Heládico Tardío y HM es Heládico Medio.

Un Alero

Se han estudiado con más frecuencia los sedimentos encontrados en abrigos rocosos que los de otros sitios arqueológicos (por ejemplo, Adovasio *et al.* 1978; Butzer 1978, 1981; Farrand 1975, 1979; Laville *et al.* 1980; Tankard y Schweitzer 1976). En el alero Rodgers, ubicado en el centro de Missouri con vista a un gran valle fluvial labrado por el río Pomme de Terre, se analizaron los sedimentos para responder preguntas relacionadas con la fuente, los agentes de transporte, los ambientes depositacionales y las alteraciones post-depositacionales (Ahler 1973a, 1973b, 1976).

Muestras de control

Se recolectaron muestras de control de áreas frente al alero, en barrancos adyacentes y en las tierras altas por encima de la visera. A partir de estas muestras de control, Ahler define los atributos medidos, así como las interpretaciones (fuente, agente de transporte, procesos de depositación y alteraciones post-depositacionales):

- (1) El material derivado de suelos de tierras altas meteorizadas y redepositado por el agua y la gravedad se identificará por la presencia de rocas que son altamente resistente a la meteorización (por ejemplo, limolita de cuarzo, chert y concreciones). La abundancia de estos tipos de rocas resistentes a la meteorización sugiere que el material ha estado expuesto a las condiciones de la superficie durante un período prolongado.
- (2) El material derivado del interior o cerca del alero se caracterizará por la presencia de rocas susceptibles a la meteorización (por ejemplo, dolomita). Debido a que la dolomita se erosiona y se lixivia fácilmente, no sobreviviría a menos que proviniera de las rocas que forman el alero y este la protegiera.
- (3) Los sedimentos cuya fuente era el lecho del río cercano estarían compuestos de chert patinado; es decir, nódulos de chert con capas superficiales erosionadas. Solo en el río el chert estaría expuesto a suficientes procesos de meteorización para producir pátinas superficial. Así, la presencia de chert patinado se interpreta como proveniente del río cuando el canal estaba ubicado cerca del alero.
- (4) El material derivado de las tierras altas, pero no de suelos erosionados como en (1) y llevado al alero a través de la remoción en masa, se caracteriza por un sedimento de grano grueso con presencia de chert no patinado.
- (5) Los depósitos resultantes de procesos aluviales (acumulación vertical) del río Pomme de Terre se identifican por la presencia de material de grano fino (limo y arcilla).
- (6) Los sedimentos depositados en abanicos aluviales a lo largo del borde de la llanura fluvial se caracterizan por arenas dolomíticas gruesas. La dolomita indica una fuente de sedimento en las tierras altas, pero no demasiado distante del sitio de depositación.

Estas muestras de control proporcionaron datos comparativos en los que se basan las interpretaciones de las muestras arqueológicas.

Fuente

Los sedimentos del alero Rodgers se dividieron en cuatro estratos. Para los propósitos de este artículo, discutiré solo uno de los estratos, el Estrato 2 (unidad e), porque se describe como poseedor de una diversidad de atributos y, por lo tanto, una historia compleja para examinar.

Se sugiere que la fuente de los sedimentos en el Estrato 2 son los detritos en forma de abanico aluvial de las tierras altas y la acumulación vertical del río Pomme de Terre. Estas interpretaciones se basan en la presencia de capas alternas de arenas dolomíticas gruesas (indicador de depósitos de abanico aluvial) y capas de limo arcilloso (indicador de aluviones) (Ahler 1976: 136-137).

Agente de transporte

Según lo definido por las muestras de control, el material de las tierras altas arenosas es transportado por agua que fluye por una pendiente empinada y trasladó las gruesas arenas dolomíticas al sitio. Las arcillas y limos fueron transportados por agua desde las tierras bajas (llanura de inundación del río) durante las inundaciones que construyeron la terraza inmediatamente en frente del alero.

Ambiente depositacional

El alero representa el ambiente depositacional de todos los sedimentos. Fue el lugar donde la competencia del medio de transporte cayó por debajo del punto necesario para continuar transportándolos. Es el lugar donde los sedimentos moviéndose en un medio acuoso se detuvieron. Por lo tanto, los sedimentos descritos para el Estrato 2 del alero Rodgers sólo fueron afectados por procesos naturales.

Alteraciones post-depositacionales

Ahler describe el Estrato 2 como culturalmente perturbado (1973a: 119, 1976: 136). Sugiere que cerca del alero (a diferencia de más lejos en la pendiente del talud) las capas, que eran observables en la pendiente de la terraza, han sido borradas como resultado de la actividad humana durante el período Arcaico Medio.

La actividad se produjo después de la depositación de las capas. Él aborda el problema de cuándo ocurrió la perturbación, pero no sugiere que las personas fueran responsables de la sedimentación de una matriz inorgánica, excepto los artefactos mismos (junto con residuos químicos).

Discusión

Aunque Ahler no aborda la cuestión del papel de la actividad cultural en los procesos de sedimentación de los aleros, los investigadores que estudian otros aleros rocosos han sugerido que los humanos sí contribuyeron al proceso de sedimentación. Por ejemplo, Butzer (1978: 149) sugiere que “existe una relación cercana entre la ocupación prehistórica y la sedimentación” en las cuevas de Klasies River Mouth (Sudáfrica). Según Butzer, cuatro materiales introducidos culturalmente pueden acumularse en los sedimentos de las cuevas: 1) materia prima lítica; 2) arena y tierra húmedas introducidas en la cueva en los pies de la gente, sobre pieles y conchas marinas; 3) materia coloidal producida a través de la descomposición de desechos orgánicos y 4) productos animales. Farrand (1975: 16) sugiere que una de las fuentes de relleno sedimentario en Abri Pataud, Francia, son los desechos introducidos por los habitantes humanos. Butzer (1981: 156) informa que en las cuevas de Cantabria, España, los desechos líticos representan “hasta el 100% de algunas fracciones de tamiz”.

Estos investigadores han demostrado que las personas contribuyen a los procesos de sedimentación de los aleros no solo con material lítico, huesos y plantas, sino también con sedimentos minerales.

CONCLUSIONES

Además de reconstruir el ambiente de una región prehistórica, los geoarqueólogos pueden contribuir mucho más a nuestra comprensión de las culturas pasadas. Las investigaciones pueden obtener información cultural de la matriz de un sitio arqueológico porque los sedimentos registran la contribución de los procesos naturales y artificiales. Para hacer esta interpretación cultural, los geoarqueólogos deben examinar las cuatro etapas de la historia de un sedimento: su fuente, el agente de transporte, su ambiente depositacional y la alteración post-depositacional. Sólo mediante el muestreo de sedimentos arqueológicos y áreas de control, y el análisis de los atributos de los sedimentos se logrará este objetivo interpretativo.

Los sedimentos arqueológicos deben analizarse para identificar contribuciones culturales. Este análisis implica comparar estos sedimentos del sitio con aquéllos de las áreas de control (áreas afectadas únicamente por procesos naturales). Si los dos conjuntos de sedimentos tienen atributos idénticos, entonces los del sitio arqueológico no fueron alterados significativamente por la actividad cultural. Si los atributos difieren, entonces se sugiere la interferencia humana y se puede intentar determinar en qué lugar o durante qué etapa de la historia de vida de los sedimentos tuvo lugar la actividad.

Idealmente, el análisis de los sedimentos arqueológicos debe ser realizado por una persona familiarizada con la arqueología, la geología y la pedología (Butter 1975; McDonald 1974; Wolman 1977). Se requieren conocimientos geológicos para determinar si las características físicas de los sedimentos son el resultado de procesos naturales o culturales; se necesita experiencia en pedología para descifrar la alteración producida por los procesos de formación del suelo; y la formación arqueológica permite interpretar los tipos de procesos culturales que han producido las características de los sedimentos. La geoarqueología, una subdisciplina

dentro de la arqueología, prepara al estudiante no solo para comprender los objetos manufacturados culturalmente, sino también para comprender la matriz en la que se encuentran esos objetos.

AGRADECIMIENTOS

Deseo agradecer a William R. Farrand, Robert C. Dunnell y Stanley E. Chernicoff por su contribución a las ideas aquí presentadas. Debo agradecer a las personas que ayudaron a preparar el manuscrito: Stanley E. Chernicoff, William R. Farrand, Patty Jo Watson, Janet E. Levy, Robert C. Dunnell y Donald K. Grayson; así como los que ayudaron en la parte gráfica: Robert C. Dunnell (Figura 1) y Karen Kluge (Figuras 4 y 5). La investigación en el conchero *Kentucky* fue parte del proyecto arqueológico *Shell Mound*, dirigido por Patty Jo Watson y William H. Marquardt, y fue llevada a cabo por la autora entre 1977 y 1980. La investigación de Nichoria, Grecia, fue parte de la expedición *Minnesota Messenia* dirigida por William A. McDonald y George Rapp, Jr., y fue llevada a cabo por la autora entre 1975 y 1976.

REFERENCIAS CITADAS

Bibliografía citada

- Adovasio, J.M., J.D. Gunn, J. Donahue, and R. Stuckenrath
1978 Meadowcroft Rockshelter, 1977: an Overview. *American Antiquity* 43:632-651.
- Ahler, S.A.
1973a Chemical Analysis of Deposits at Rodgers Rockshelter, Missouri. *Plains Anthropologist* 18:116-131.
1973b Post-Pleistocene Depositional Change at Rodgers Rockshelter, Missouri. *Plains Anthropologist* 18:1-26.
1976 Sedimentary Processes at Rodgers Shelter. In *Prehistoric Man and His Environments: A Case Study in the Ozark Highland*, edited by W.R. Wood and R.B. McMillan, pp. 123-139. Academic Press, New York.
- Birkeland, P.W.
1974 *Pedology, Weathering, and Geomorphological Research*. Oxford University Press, London.
- Black, C.A.
1965 *Methods of Soil Analysis. American Society of Agronomy Series, Monograph 9*. Madison, Wisconsin.
- Blatt, H., G. Middleton, and R. Murray
1972 *Origin of Sedimentary Rocks*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.
- Brady, N.C.
1974 *The Nature and Properties of Soils*, 8th ed. MacMillan, New York.
- Buol, S.W., F.D. Hole, and R.J. McCracken
1973 *Soil Genesis and Classification*. Iowa State University Press, Ames, Iowa.
- Butzer, K.W.
1971 *Environment and Archeology: An Ecological Approach to Prehistory*. Aldine/Atherton, New York.
1975 The Ecological Approach to Archaeology: Are We Really Trying? *American Antiquity* 40:106-111.
1978 Sediment Stratigraphy of the Middle Stone Age Sequence at Klasies River Mouth, Tsitsikama Coast, South Africa. *South African Archaeological Bulletin* 33:141-151.
1981 Cave Sediments, Upper Pleistocene Stratigraphy and Mousterian Facies in Cantabrian Spain. *Journal of Archaeological Science* 8:133-183.
1982 *Archaeology as Human Ecology*. Cambridge University Press, New York.
- Byers, D.
1967 *Prehistory of the Tehuacan Valley*, vol. 1. University of Texas Press, Austin.
- Davidson, D.A. and M.L. Shackley
1976 *Geoarchaeology*. Westview Press, Boulder, Colorado.
- Farrand, W.R.
1975 Sediment Analysis of a Prehistoric Rockshelter: The Abri Pataud. *Quaternary Research* 5:1-26.
1979 Chronology and Paleoenvironment of Levantine Prehistoric Sites as Seen from Sediment Studies. *Journal of Archaeological Science* 6:369-392.
- Fladmark, K.R.
1982 Microdebitage Analysis: Initial Considerations. *Journal of Archaeological Science* 9:205-220.
- Folk, R.L.
1974 *Petrology of Sedimentary Rocks*. Hemphill, Austin, Texas.
1975 Geologic Urban Hindplanning: An Example from a Hellenistic-Byzantine City, Stobi, Yugoslavian Macedonia. *Environmental Geology* 1:5-22.

- Gasche, H. and O. Tunca
1983 Guide to Archaeostratigraphic Classification and Terminology: Definitions and Principles. *Journal of Field Archaeology* 10:324-335.
- Gladfelter, B.G.
1981 Developments and Directions in Geoarchaeology. In *Advances in Archaeological Method and Theory*, vol. 4, edited by M.B. Schiffer, pp. 343-363. Academic Press, New York.
- Goffe, Z.
1980 *Archaeological Chemistry*. Wiley-Interscience, New York.
- Hassan, F.A.
1978 Sediments in Archaeology: Methods and Implications for Paleoenvironmental and Cultural Analysis. *Journal of Field Archaeology* 5:197-213.
- Jackson, M.L.
1958 *Soil Chemical Analysis*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.
- Krumbein, W.C. and L.L. Sloss
1963 *Stratigraphy and Sedimentation*. Freeman, San Francisco.
- Laville, H., J.P. Rigaud, and J. Sackett
1980 *Rock Shelters of the Perigord, Geological Stratigraphy and Archaeological Succession*. Academic Press, New York.
- Marquardt, W.H. and P.J. Watson
1976 Excavation and Recovery of Biological Remains from Two Archaic Shell Middens in Western Kentucky. *Southeastern Archaeological Conference Bulletin* 20.
- McDonald, W.A.
1974 Archaeology in the Graduate School. *Journal of Field Archaeology* 1:371-373.
- McDonald, W.A. and G. Rapp Jr. (editors)
1972 *The Minnesota Messenia Expedition: Reconstructing a Bronze Age Regional Environment*. University of Minnesota Press, Minneapolis.
- McMillan, R.B.
1979 Ecological Approaches to Archaeology in the American Midwest. Paper presented at the American Anthropological Association, Cincinnati, Ohio.
- Rapp, G. Jr.
1978 Lithological Studies. In *Excavation at Nichoria: Volume 1, Site, Environs, and Techniques*, edited by G. Rapp, Jr. and S.E. Aschenbrenner, pp. 225-233. University of Minnesota Press, Minneapolis.
- Rapp, G. Jr. and S.E. Aschenbrenner (editors)
1978 *Excavation at Nichoria: Volume 1, Site, Environs, and Techniques*. University of Minnesota Press, Minneapolis.
- Reineck, H.E. and I.B. Singh
1980 *Depositional Sedimentary Environments*. Springer-Verlag, New York.
- Rolinson, M.
1967 *Temporal Perspective on the Archaic Cultures of the Middle Green River Region, Kentucky*. Ph.D. dissertation, University of Michigan. University Microfilms, Ann Arbor.
- Schiffer, M.B.
1976 *Behavioral Archaeology*. Academic Press, New York.

Schmits, L.J.

- 1978 Holocene Fluvial History and Depositional Environments at the Coffey Site, Kansas. *Mid-Continental Journal of Archaeology* 3:69-185.

Shackley, M.L.

- 1975 *Archaeological Sediments*. Wiley and Sons, New York.
- 1981 *Environmental Archaeology*. George Allen and Unwin, London.

Simonson, R.W.

- 1959 Outline of a Generalized Theory of Soil Genesis. *Soil Science Society Proceedings* 23:122-126.

Sjoberg, A.

- 1976 Phosphate Analysis of Anthropic Soils. *Journal of Field Archaeology* 3:447-454.

Stein, J.K.

- 1980 *Geoarchaeology of the Green River Shell Mounds, Kentucky*. Ph.D. dissertation, University of Minnesota. University Microfilms, Ann Arbor.
- 1982 Geologic Analysis of the Green River Shell Middens. *Southeastern Archaeology* 1:22-39.
- 1983 Earthworm Activity: A Source of Potential Disturbance of Archaeological Sediments. *American Antiquity* 48:277-289.

Stein, J.K. and G. Rapp Jr.

- 1978 Archaeological Geology of Site. In *Excavations at Nichoria: Volume 1, Site, Environs, and Techniques*, edited by G. Rapp Jr. and S.E. Aschenbrenner, pp. 234-257. University of Minnesota Press, Minneapolis.

Stein, J.K., P.J. Watson, and W.B. White

- 1981 Geoarcheology of the Flint Mammoth Cave System and the Green River, Western Kentucky. *Geological Society of American Guidebooks*, vol. 3, edited by T.G. Roberts, pp. 507-542. American Geological Institute, Falls Church, Virginia.

Tankard, A.J. and F.R. Schweitzer

- 1976 Textural Analysis of Cave Sediments: Die Kelders, Cape Province, South Africa. In *Geoarchaeology*, edited by D.A. Davidson and M.L. Shackley, pp. 289-316. Westview, London.

Twenhofel, W.H.

- 1950 *Principles of Sedimentation*. McGraw-Hill, New York.

Whittlesey, S.M., E. Arnould, and W. Reynolds

- 1982 Archaeological Sediments: Discourse, Experiment, and Application. In *Multidisciplinary Research at Grasshopper Pueblo, Arizona*, edited by W.A. Longacre, S.J. Holbrook, and M.W. Graves, pp. 28-35. University of Arizona Press, Tucson.

Wolman, M.G.

- 1977 Interdisciplinary Education: A Continuing Experiment. *Science* 198:800-804.

Wood, W.R. and D.L. Johnson

- 1978 A Survey of Disturbance Processes in Archaeological Site Formation. In *Advances in Archaeological Method and Theory*, vol. 1, edited by M.B. Schiffer, pp. 315-381. Academic Press, New York.

Yassoglou, N.J. and C.F. Haidouti

- 1978 Soil Formation. In *Excavations at Nichoria: Volume 1, Site, Environs, and Techniques*, edited by G. Rapp Jr. and S.E. Aschenbrenner, pp. 31-40. University of Minnesota Press, Minneapolis.