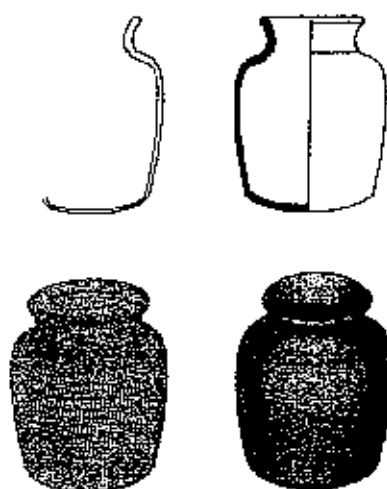
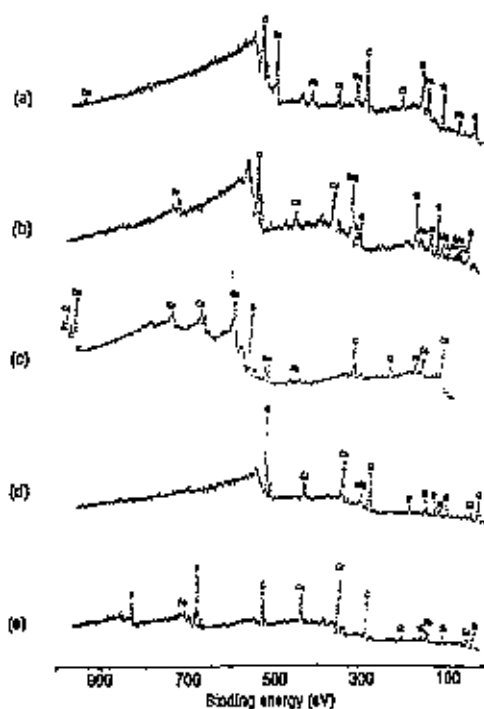
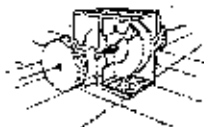

ANALISIS DE PATINA DE DEPOSICION SUPERFICIAL DE CONTAMINANTES EN MUESTRAS ARQUEOLOGICAS DE CERAMICA PROCEDENTES DEL YACIMIENTO DE IRVÑA-VELEIA

TERCER CONJUNTO EPIGRAFICO



Rubén Cerdán
Enero 2007



Rubén Cerdán

Casa 4, Nafarrate - 01170 Legutiano - ARABA
Tel.: 945 40 34 99 - E-mail: rubenraal@dsv.zzn.com

1. INTRODUCCION

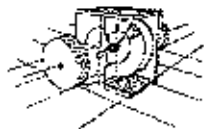
Se hace entrega de 9 objetos arqueológicos, 7 de los cuales son de naturaleza cerámica, 1 es un canto rodado y 1 tiene naturaleza ósea, recuperados en el yacimiento de Iruña-Veleia. Se trata de fragmentos del tercer conjunto epigráfico. Los números de inventario de las piezas son los siguientes:

Nº INVENTARIO	Unidad de Excavación	Descripción
IR13448	-	Prospección finca 77C; canto rodado con graffiti
IR13711	28007	Fragmento de plato TSH con graffiti epigráfico
IR13955	29007	Fragmento óseo con graffiti epigráfico
IR13956	29007	Fragmento de TSH con graffiti epigráfico
IR15915	32005C	Fragmento de TSH con graffiti esquemático
IR15927	32005C	Fragmento de asa de cerámica común con graffiti epigráfico
IR17050	120003	Fragmento de cerámica común con graffiti
IR17051	120003	Fragmento de cerámica común con graffiti
IR13709	28010	Plato de TSH con graffiti

Todos los objetos portan glifos acompañados por inscripciones y diversas marcas de origen antropogénico. Los objetos están contextualizados y debidamente seriados, habiendo experimentado un proceso de desenterramiento, limpieza por inmersión en agua, cepillado y dibujado del perfil con utilización de conformador y calibre metálicos.

Se propone el análisis de dichas piezas al objeto de determinar si las inscripciones que portan son de edad histórica o, por el contrario, han sido realizadas *in o ex situ*, en época contemporánea. Al objeto de dirimir dicha cuestión, en la presente memoria definimos los objetivos buscados, desde un punto de vista estrictamente técnico, los medios instrumentales seleccionados, con indicación de sus ventajas y sus limitaciones, los resultados obtenidos con dichos análisis y, finalmente, la interpretación de dichos resultados en lo que es relevante a dirimir la antigüedad de los grafitos.

Se señala que no se busca datar los objetos, de cronología ya determinada tanto por criterios estratigráficos como tipológicos, en el caso de las evidencias cerámicas. Lo que



Rubén Cerdán

Casa 4, Nafarrata - 01170 Legutiano - ARABA
Tel.: 945 40 34 99 - E-mail: rubenraal@dsv.zzn.com

está en cuestión es la edad de las inscripciones y de los glifos, y no del soporte en las que éstos se realizaron.

2. OBJETIVOS METODOLOGICOS

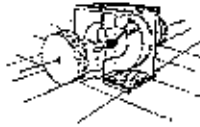
A efectos de justificar la metodología empleada planteamos el siguiente escenario:

- Si quisiéramos crear un artefacto arqueológico idéntico a los descubiertos por el equipo de excavación, esto es, si quisiéramos reproducir en laboratorio grafitos, asumiendo que se cuenta con los medios, conocimientos y la ocasión para hacerlo (disponiendo de acceso a restos de cerámica antiguos idénticos a los que portan grafitos, contando también con útiles como los posiblemente empleados en la creación de los mismos y, finalmente, contando con los conocimientos necesarios para realizar un grafito que cultural y epigráficamente sea idéntico a los originales); nos planteamos si existen medios analíticos cualesquiera que permitan determinar si estamos ante un grafito contemporáneo al soporte en cuestión (de antigüedad ya determinada) o posterior al mismo.

Como ya hemos señalado, estamos asumiendo de antemano que tanto el soporte utilizado para realizar las incisiones, como el utensilio empleado para ello son antiguos, y que quien hace la réplica tiene los conocimientos suficientes tanto desde un punto de vista epigráfico como del contenido del grafito a realizar, como para que no sea posible rastrear de visu ninguna anomalía.

En este contexto, la datación del objeto cerámico, ya sea por termoluminiscencia, conteo de huellas de fisión o conteo de huellas alfa debe coincidir con la edad real del objeto por cuanto que el soporte utilizado, como se ha indicado, forma parte del corpus de objetos recuperados en el yacimiento. Por otra parte, el rastreo SPM y la caracterización ESCA-EDXRF de las incisiones tampoco revelará la presencia de partículas xenoculturales, habida cuenta de que se ha utilizado el mismo *stylus* que originalmente se utilizó. Y tampoco el minucioso estudio epigráfico mostrará divergencias, ya sea en lo referente a ductus, ligaduras, léxico, temática del grafito, etc. No obstante, los análisis a realizar detectarán la presencia de elementos ajenos al contexto auténtico de realización de las marcas. Bajo dichos presupuestos, ni composicionalmente ni geocronológicamente ni estilísticamente podremos diferenciar la réplica del original.

La única diferencia entre el objeto original y nuestra réplica así fabricada es esta: el objeto original se fabricó en un punto temporal anterior al punto temporal de fabricación de la réplica. Y quiere esto decir que el objeto original ha estado expuesto a unas condiciones ambientales durante un intervalo de tiempo mayor que aquel al que ha estado expuesta la réplica. Esa es la única diferencia objetiva. La cuestión radica en establecer entonces qué efectos observables tiene una exposición temporal dada a dichas condiciones frente a una exposición temporalmente menor.



Rubén Cerdán

Casa 4, Nafarrate - 01170 Legutiano - ARABA
Tel.: 945 40 34 99 - E-mail: rubenraai@dsv.zzn.com

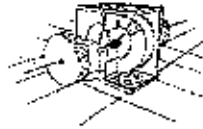
Un indicador útil sería la cuantificación de la presencia de isótopos radioactivos que sólo entraron a formar parte de nuestro ambiente en épocas recientes y perfectamente identificables como, por ejemplo, ^{210}Pb o ^{137}Cs , ambos de origen antropogénico y procedentes de la combustión de vehículos a motor, el primero, y de procesos de fisión termonuclear dentro del contexto de pruebas nucleares, el segundo.

En todo caso, dichas diferencias no podrán afectar de manera desigual al sustrato (soporte) sobre el que se realiza el grafito por cuanto que ya hemos indicado que el soporte es fisicoquímicamente idéntico, pero sí han de afectar de modo diferente, precisamente, a la superficie modificada, es decir, a las propias incisiones que conforman el grafito. Y lo hacen en virtud de que la superficie expuesta a dichas condiciones ambientales, en el caso de la réplica, lo es desde el momento de efectuarse la incisión, *nunca antes*. Por lo tanto, la cuestión se reformula del siguiente modo: *¿podemos detectar diferencias en los efectos ambientales que operan sobre una superficie intencionalmente erosionada sabiendo que dicha modificación superficial dista en el tiempo dos mil años?*

Para empezar, es lógico suponer que si las partículas de polvo y suciedad que están en suspensión en la atmósfera tienden a depositarse sobre la superficie de los objetos, y a hacerlo de modo preferencial en las fisuras y cavidades, entonces a idénticas tasas de deposición existirá más acumulación en aquellas fisuras que han estado más tiempo expuestas a dicha deposición. Dicho de otro modo: en igualdad de condiciones ambientales, un grafito realizado hace dos mil años debe contener más suciedad acumulada en sus incisiones que otro realizado antes de ayer. Bastará por tanto cuantificar la naturaleza y grosor de la capa de suciedad acumulada para discriminar la réplica del objeto original, siempre y cuando aceptemos que ambos objetos han estado expuestos a las mismas condiciones ambientales¹.

Si queremos ser más restrictivos, asumamos que debido a causas múltiples el objeto original ha permanecido protegido de la exposición ambiental; supongamos que sus condiciones de enterramiento han sido tales que le han protegido de la acumulación continua de suciedad y polvo atmosférico. Aún en este caso, el objeto, durante su enterramiento, ha interactuado con la matriz terrígena que le sirvió de protección, por lo que en este caso el observable a cuantificar y caracterizar será precisamente el efecto de dicha interacción. Adviértase que la misma opera de nuevo en las incisiones y fisuras un tiempo mayor de lo que lo hace en las incisiones de la réplica y que, por tanto, si logramos definir esos observables estaremos en condiciones de realizar mediciones comparativas que, por fuerza, deben diferir marcadamente en uno y otro caso.

¹ El cepillado del artefacto y su lavado con agua no afecta significativamente a las partículas de suciedad acumuladas, ello debido a que los pelos del cepillo tienen un diámetro muy superior al de las cavidades y éstas, a su vez, un diámetro muy superior al diámetro aerodinámico de los aerosoles y partículas que se depositan. Por otra parte, la mayoría de las partículas depositadas son inertes al agua.



Rubén Cerdán

Casa 4, Nafarrate - 01170 Logutiano - ARABA
Tel.: 945 40 34 99 - E-mail: rubenraai@dsv.zzn.com

Resulta así que debemos definir las condiciones y escenarios de partida de los objetos, establecer los procesos fisicoquímicos que queremos investigar, determinar los observables físicos esperados y proceder finalmente a su cuantificación. Hecho esto, deseamos insistir en reproducir una copia del objeto original indistinguible de este, por lo que debemos determinar un conjunto de observables estrechamente ligados al tiempo, único factor que no podemos falsificar.

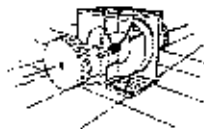
3. OBSERVABLES FISICOS

En condiciones normales, la exposición de los artefactos al ambiente implica la deposición de polvo en su superficie, formándose una película de grosor variable que recubre la misma y que recibe el nombre técnico de *pátina*. Se trata de una película compuesta de óxidos e hidróxidos de manganeso y hierro, materia orgánica y elementos traza. Los cationes de ciertos elementos (Ca, K) son más solubles que otros (Ti) y tienden a lixiviar de la película más rápidamente, de modo que su concentración disminuye con el tiempo.

Cuantificando la tasa de esos cationes respecto a los cationes con menos movilidad debe entonces encontrarse que ésta disminuye proporcionalmente con el tiempo, de modo que a menor valor de la tasa de cationes mayor es el tiempo que el objeto ha estado expuesto a la acumulación de polvo. Este método, conocido como *cuantificación de la tasa de cationes*, cuantifica el cociente de concentraciones de la suma de los cationes de K y Ca (muy solubles) respecto a la concentración del catión Ti (más estable).

El observable físico resulta así la determinación de la concentración relativa de los cationes de calcio y potasio frente a la del titanio en la pátina o película que por fuerza debe existir en las fisuras e incisiones que constituyen los trazos del grafito. Si la medición se realiza en la capa de suciedad acumulada de una zona de la pieza que presenta características morfoestructurales similares (profundidad, orientación, distribución espacial, etc.), es de esperar que las lecturas sean, dentro del límite de precisión del método utilizado para cuantificar la tasa de cationes, similares. Este método es además idóneo para la clase de objetos en cuestión (restos de cerámica y restos óseos) debido al pequeño tamaño de los mismos en relación al proceso físico de deposición de contaminantes. Y más específicamente, lo que se caracterizará, además de la tasa de cationes, serán los óxidos SiO_2 , TiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MnO , MgO , CaO , Na_2O , K_2O , BaO , SO_3 y P_2O_5 fácilmente identificables con las técnicas instrumentales que se utilizarán.

Resumiendo lo anterior, tendríamos que esperar una tasa catiónica similar tanto al comparar mediciones de diversos puntos *de un mismo objeto* como en lo relativo a tasas catiónicas referidas a *objetos diferentes*, y ello en virtud del hecho de que todos los objetos proceden de la misma matriz. Caso muy diferente sería el estudiar dos objetos procedentes de yacimientos distintos, en cuyo caso sus tasas catiónicas no tienen por qué coincidir. Finalmente, caracterizando la presencia de elementos traza se obtiene una



Rubén Cerdán

Casa 4, Nafarrate - 01170 Legutiano - ARABA
Tel.: 945 40 34 99 - E-mail: rubenraal@dsv.zzn.com

firma unívoca del ambiente al que ha sido expuesto el objeto, firma que definitivamente difiere de un objeto a otro si cada uno de ellos procede de yacimientos diferentes.

En el contexto expuesto, si se quisiera reproducir en la actualidad un grafito con los requisitos mencionados, a saber, disponibilidad de los medios, conocimientos y la ocasión para efectuar su réplica, contando por tanto con acceso a restos de cerámica antiguos e idénticos a los que portan grafitos y a útiles como los empleados en la creación de los mismos, así como con los conocimientos necesarios para realizar *ex novo* un grafito que cultural y epigráficamente fuese idéntico a los originales; señalar que jamás podría incorporarse una película de contaminantes cuya tasa de cationes coincidiese con la del soporte, esto es, con la del objeto antiguo auténtico.

En especial, la réplica no podría deshacerse de los cationes de Ca y K, ni podría controlar la concentración de los elementos traza.

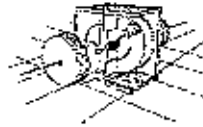
Es por ello que en el presente estudio lo que se persigue es cuantificar la tasa de cationes de los objetos estudiados, así como el espectro de oligoelementos, en un número de morfoestructuras que estadísticamente garantice, de modo razonable, la detectabilidad de diferencias *intra- e interespecificas* a partir de las cuales emitir un juicio relativo a la autenticidad de los objetos, esto es, a la coetaneidad entre los grafitos y sus soportes.

4. TECNICAS ANALITICAS

Establecidos los objetivos técnicos que se persiguen es necesario a continuación seleccionar, de entre todas las técnicas de análisis instrumental disponibles, aquellas que más eficazmente sirvan para alcanzar dichos objetivos. En nuestro caso seleccionamos las técnicas específicas de análisis de superficies y de caracterización de oligoelementos y, de entre ellas, aquellas que permitan un análisis no destructivo de los objetos a investigar.

Entre las técnicas disponibles están la espectroscopía fotoelectrónica (XPS), también denominada análisis químico elemental espectroscópico (ESCA), la espectroscopía de electrón Auger (AES), la microscopía de barrido por sonda (SPM) y el microanálisis con sonda de electrones (EPMA).

Puesto que deseamos analizar zonas concretas de la superficie y, en ellas, una fina capa superficial de contaminantes, es preciso seleccionar la técnica XPS. Esta técnica permite identificar todos los elementos de la tabla periódica excepto el H y el He, además de posibilitar la identificación del estado de oxidación de un elemento atómico y asignar la especie molecular de la que forma parte. La información que obtendremos será estrictamente superficial y no referida a la composición del sustrato, es decir: no obtendremos una composición ni de las cerámicas ni de los huesos, lo cual no es el objetivo del presente estudio. La técnica XPS aporta datos atinentes al carácter atómico,



Rubén Cerdán

Casa 4, Nafarrate - 01170 Legutiano - ARABA
Tel.: 945 40 34 99 - E-mail: rubenraal@dsv.zzn.com

molecular y estructural de la capa de contaminación que deseamos caracterizar. Esto permitirá desvelar los procesos de oxidación y lixiviación catiónica de dicha capa. La técnica XPS penetra sólo unos 25 Angstroms de profundidad, si bien la corrección de los niveles de energía del haz monocromático permite limitar esta profundidad de sondeo a un intervalo de entre 3 y 20 Angstroms. Su combinación con la técnica PIXE permite además definir perfiles de profundidad de las superficies analizadas, efectuando un estudio analítico sucesivo desde los niveles más superficiales a los más internos.

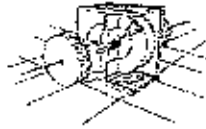
El programa analítico a seguir será el siguiente:

1. adquisición de la imagen global de la superficie, mediante cámara CCD, colocando cada objeto sobre un fondo de referencia (Takagi, FFT y Multifractal fabricado en fibra Kaptan® o Mylar®)
2. análisis de la morfoestructura mediante software especializado para detección de bordes y microestructuras
3. georeferenciación de las imágenes obtenidas
4. estudio de las zonas de interés definidas mediante XPS
5. análisis PIXE de las zonas de interés definidas
6. adquisición de los espectrogramas, análisis químico y correlación
7. estudio de los datos recogidos, síntesis e interpretación

No describimos las técnicas XPS ni PIXE por estar suficientemente documentadas. Sí señalamos que, en lo relativo al empleo de la técnica PIXE para cuantificación de la tasa de cationes (Ca+K)/Ti, es necesario deconvolucionar el espectro obtenido para el titanio debido a la interferencia del bario.

La adquisición de imágenes se realiza en bruto. Para ello, se coloca la pieza con la cara de la superficie que se desea estudiar mirando hacia la cámara. La pieza reposa sobre una tela plástica cuyo tramado textural corresponde a funciones de Takagi, transformadas de Fourier o una función multifractal. Objeto y tela deben caer dentro del campo de visión de la cámara. La función de la tela, de naturaleza polimérica, es la de permitir una correcta calibración tanto de las condiciones de iluminación como del algoritmo de detección de bordes. Esto evita la modificación subjetiva de los ángulos de incidencia tanto de los focos luminosos como de la cámara.

Esta precaución es necesaria porque, a diferencia del epigrafista, que busca estudiar la inscripción y que por lo tanto precisa variar constantemente el ángulo de incidencia de la luz al objeto de resaltar los detalles de la inscripción, nosotros buscamos resaltar detalles morfoestructurales de la superficie, tendiendo siempre a evitar *querer leer* la



Rubén Cerdán

Casa 4, Nafarrate - 01170 Legutiano - ARABA
Tel.: 945 40 34 99 - E-mail: rubenraal@dsv.zzn.com

inscripción. En nuestro estudio lo importante es detectar fracturas, grietas y fisuras de la superficie para identificar aquellas en las que el proceso de acumulación de contaminantes permita su caracterización. El grafito en sí no es de nuestro interés. La única concesión a la legibilidad que hemos hecho ha consistido en rotar las imágenes para su mejor identificación ulterior por el arqueólogo.

Por la naturaleza de su textura superficial elegimos como calibrador una tela con textura tipo transformada de Fourier.

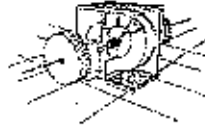
Seleccionadas las zonas en las que se realizarán los análisis espectroscópicos, se procederá a analizar la presencia de los óxidos SiO_2 , TiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MnO , MgO , CaO , Na_2O , K_2O , BaO , SO_3 y P_2O_5 así como los elementos traza y los elementos Ca y K. Este análisis se efectúa mediante XPS-SPM y PIXE focalizando el haz dichas zonas y realizando un sondeo de profundidad (*depth profiling*).

La imagen así obtenida permite construir un modelo tridimensional de la superficie más externa de las zonas analizadas, dando cuenta de la distribución de los elementos y óxidos, en función de la profundidad.

Los espectros de las pátinas se han clasificado atendiendo a diferentes ratios de diversos elementos. Tecnológicamente, una de las divisiones básicas que pueden establecerse entre cerámicas es la de si pertenecen al grupo de las *cerámicas calcáreas* (con un contenido de CaO superior al 5-6%) o al de las *cerámicas poco calcáreas* (con un contenido de CaO inferior al 5-6%). No obstante, nosotros estamos interesados en clasificar las *pátinas superficiales* y no la cerámica en sí. Tan solo nos valdrá la cuantificación de CaO para poder explicar divergencias en la tasa de cationes por mor de la alta movilidad de los cationes de Ca, que explicará en ciertos casos un enriquecimiento en calcio de la pátina respecto al sustrato.

Los datos espectrales obtenidos se utilizan para crear una **matriz de variación composicional (MVC)** que permite cuantificar la variación total (v_t) e investigar el origen de esta variabilidad. Podríamos también obtener una estimación sobre el posible carácter monogenético o poligenético del conjunto de individuos analizados, aunque este no es un objetivo del presente estudio. La variabilidad que cabe esperar para la cerámica perteneciente a un mismo grupo de referencia debe ser baja, especialmente si toda la cerámica pertenece a la misma fábrica. En lo que se refiere a las pátinas esto, desgraciadamente, no es cierto, pues para la formación de dicha pátina es más importante la historia diagenética de las piezas, independientemente de su procedencia.

Por otra parte, y en lo que a la cerámica en sí se refiere, la mayor parte de la variabilidad composicional se debe a la contribución de unos pocos componentes, como el Na_2O , Cu, K_2O , MnO, CaO, Rb, Sr y Ga, para los cuales el valor v_t es inferior al 0.5 (es decir, inferior al 50%). Una simple observación de los valores de la matriz de variación composicional permite constatar, además, que el valor más elevado es el que corresponde a la variación relativa del sodio y el potasio. Este hecho, y el bajo valor que presenta la variación relativa del potasio y el rubidio sugiere que los individuos que

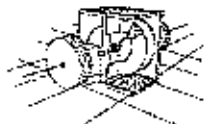


Rubén Cerdán

Casa 4, Nafarrate - 01170 Legutiano - ARABA
Tel.: 945 40 34 99 - E-mail: rubenraal@dsv.zzn.com

presentan altas concentraciones de Na_2O tienen bajas concentraciones de K_2O y Rb y viceversa. Como se verá, la variabilidad en estos componentes se debe principalmente a la existencia de procesos secundarios de alteración y contaminación, que son de suma importancia para la fijación de la pátina de recubrimiento. No obstante, queda aún por explicar la variabilidad no esperada inducida por el resto de elementos señalados anteriormente.

Las diferencias existentes entre los diversos grupos espectrales no se deben sólo a las diferencias existentes en las concentraciones relativas en Na_2O , K_2O y Rb sino, además, a los valores medios de las tasas de cationes ($\text{Ca}+\text{K}/\text{Ti}$). En estas circunstancias, estas diferencias indican que los individuos englobados en los grupos espectrales citados podrían haber sufrido un proceso de alteración y/o contaminación postdeposicional, más o menos intenso en cada uno de los grupos, pero fuertemente correlacionados de un punto a otro de la misma pieza.



Rubén Cerdán

Casa 4, Nafarrate - 01170 Legutiano - ARABA
Tel.: 945 40 34 89 - E-mail: rubenraal@dsv.zzn.com

Nº 13448 - Canto rodado

Caracterización - DSCN0849

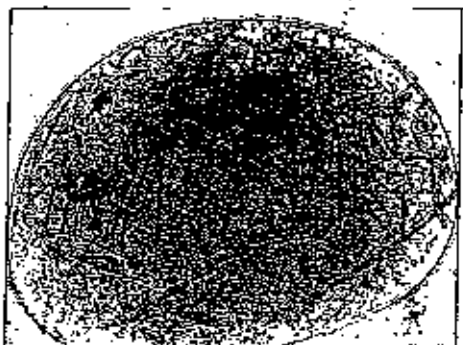


Objeto de sílex de color negro y forma nodular (probablemente lítica). La señal PIXE está fuertemente saturada en silicio, de modo que no es posible obtener espectro del sustrato.

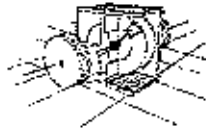
Se procede a obtener espectro superficial (pátina) de las incisiones y de las marcas concoides de erosión que se aprecian en la muestra, no encontrándose ni el espectro típico de objeto punzante moderno ni niveles anómalos de metales.



La superficie muestra geometría esferoidal con estructuras de erosión concoidales, siendo bastante plana. Las incisiones del grafito son subsuperficiales, de profundidad media-alta, y muestran depósito de pátina cuya tasa de cationes se correlaciona con la encontrada para dichas estructuras.



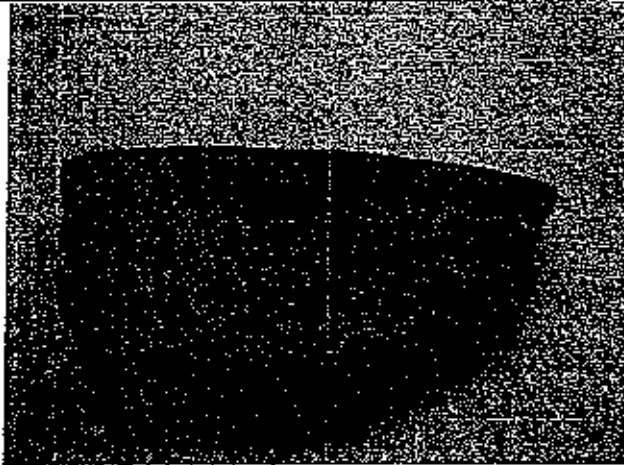
La tasa de cationes es coherente con una exposición idéntica de los trazos del grafito respecto a la exposición de las estructuras concoidales.



Rubén Cerdán
Casa 4, Nafarrate - 01170 Legutiano - ARABA
Tel.: 945 40 34 99 - E-mail: rubenraaf@dsv.zzn.com

Nº 13711 - T.S.II.

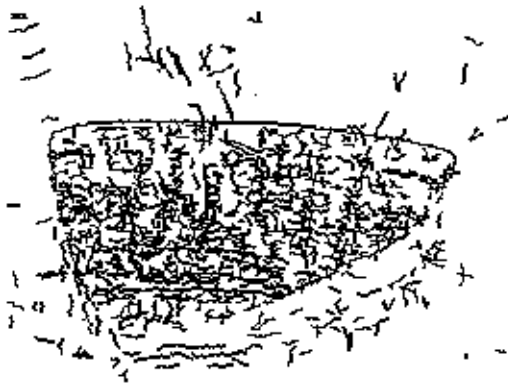
Caracterización



El espectro muestra niveles del 22% de Al, 35% de Ca, 20% de Fe y 8.75% de K en las zonas del sustrato.

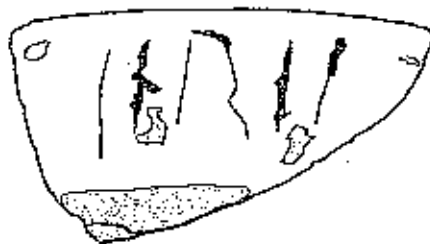
La pátina muestra la siguiente firma:

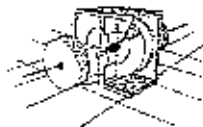
As	Ba	Ca†	Ce	Co
11.6	516.	10.7	79.0	23.1
Cr	Cs	Eu	Fe†	Ga
122.	19.7	1.72	5.19	9.24



Las marcas del grafito están sobreimpuestas. En los puntos estudiados, la pátina recubre tanto el sustrato como las incisiones artificiales. Existe distribución de pátina con preferencia espacial. Existen concrecciones de tipo calcarenítico en la parte media inferior de la pieza y los trazos están bastante erosionados.

La tasa de cationes es coherente con una exposición idéntica de los trazos del grafito respecto a la exposición del sustrato.

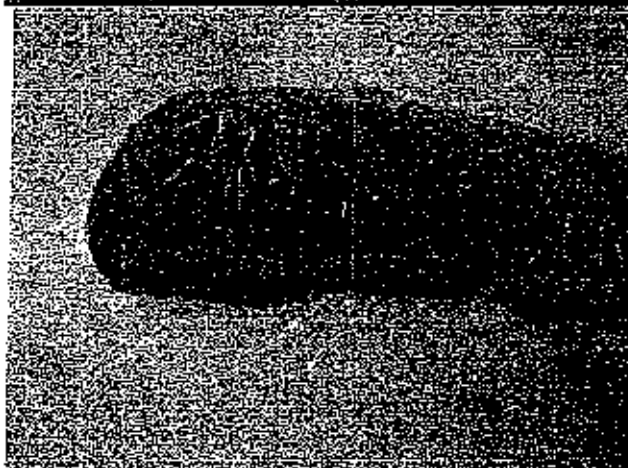




Rubén Cerdán
Casa 4, Nafarrate - 01170 Legutiano - ARABA
Tel.: 945 40 34 99 - E-mail: rubenraal@dsv.zzn.com

Nº 13955 Fragmento óseo

Caracterización



El sustrato es de naturaleza ósea.

Se observa concentración homogénea de Ca tanto en la superficie como en las incisiones. Hay gradiente de concentración decreciente hacia los bordes de la pieza, reflejo del proceso de descalcificación natural del hueso.

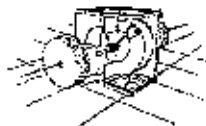
La concentración relativa de Pb muestra deposición homogénea

La acumulación de pátina de contaminantes muestra clara preferencia por las incisiones del grafito, más específicamente allí donde estos trazos son más profundos.

Los trazos que conforman el grafito destacan sobre una red de líneas propias de la naturaleza del sustrato. Existe acumulación de pátina negra en la parte derecha del objeto.



La tasa de cationes es coherente con una exposición idéntica de los trazos del grafito respecto a la exposición del sustrato.

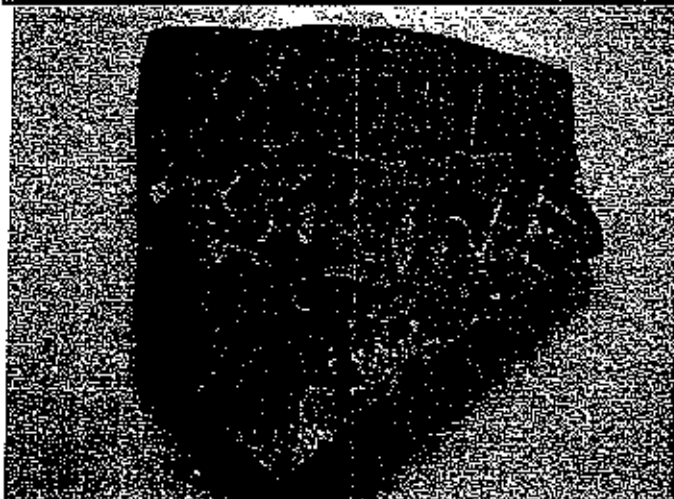


Rubén Cerdán

Casa 4, Nafarrate - 01170 Legutiano - ARABA
Tel.: 945 40 34 99 - E-mail: rubenraat@dsv.zzn.com

Nº 13956 I.S.II.

Caracterización



Espectro estándar. Bajo nivel de Ni.

El espectro muestra niveles del 22% de Al, 35% de Ca, 20% de Fe y 8.75% de K en las zonas del sustrato.

La pátina muestra la siguiente firma:

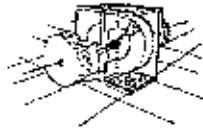
As	Ba	Ca%	Ce	Co
9.92	521.	10.1	69.0	20.7
Cr	Cs	Eu	Fe%	Ga
144.	19.4	1.39	5.22	9.37



La superficie es bastante plana. Los trazos del grafito muestran una gran erosión y la superficie contiene desconchamientos profundos en los bordes.



La tasa de cationes es coherente con una exposición idéntica de los trazos del grafito respecto a la exposición del sustrato.

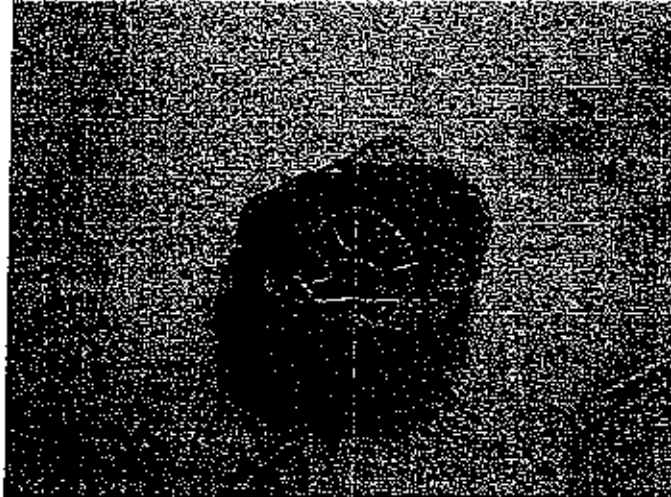


Rubén Cerdán

Casa 4, Nafarrate - 01170 Legutiano - ARABA
Tel.: 945 40 34 99 - E-mail: rubenraal@dsv.zzn.com

Nº 15915- T.S.H.

Caracterización



El espectro muestra niveles del 22% de Al, 34% de Ca, 21% de Fe y 9.15% de K en las zonas del sustrato.

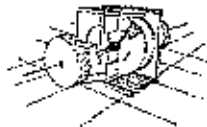
La pátina muestra una firma espectral con 10.3 ppm de As, 503. ppm de Ba, 90.2 ppm de Ce y niveles de Co de 20.4 ppm.



La geometría de la pieza es muy irregular en sus bordes. No existen accidentes morfoestructurales reseñables ya que la forma cóncava ha debido proteger el interior de la pieza de erosiones mecánicas.



La tasa de cationes es coherente con una exposición idéntica de los trazos del grafito respecto a la exposición del sustrato.



Rubén Cerdán

Casa 4, Nafarrate - 01170 Legutiano - ARABA
Tel.: 945 40 34 99 - E-mail: rubenraal@dsv.zzn.com

Nº 15927 - Cerámica común

Caracterización



Nueva firma espectral con los siguientes valores:

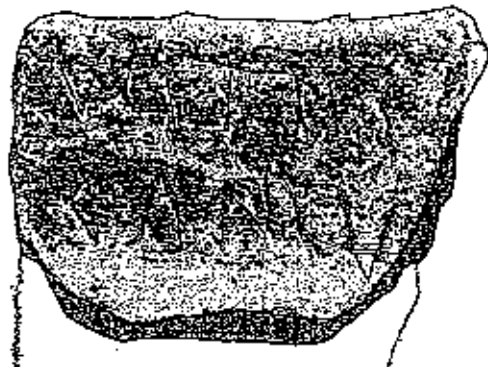
As	Ba	Ca%	Ce	Co
10.3	500.	3.68	78.1	24.9
Cr	Cs	Eu	Fe%	Ga
215.	14.8	1.38	5.61	27.8
Hf	K%	La	Lu	Na%
6.16	2.32	39.1	0.54	1.05
Nd	Ni	Rb	Sb	Sc
33.0	220.	137.	1.22	21.2
Sm	Ta	Tb	Th	Ti%
5.95	1.21	0.93	15.8	0.56
U	W	Yb	Zn	Zr
2.72	3.77	3.40	99.0	220.

La cola del espectro (desde el Sb hasta el Zr) es estándar para la serie de cerámicas comunes del conjunto bajo estudio.

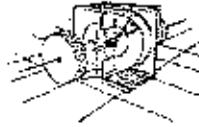


La distribución de la pátina es muy diferenciada en función de la zona de la pieza analizada, probablemente debido a una disposición especial de la pieza respecto del sustrato de enterramiento, así como a la fractura longitudinal que transcurre en oblicuo desde el NO hasta el SE de la pieza.

Existe estriamiento dendrítico en dicha fractura.



La tasa de cationes es coherente con una exposición idéntica de los trazos del grafito respecto a la exposición del sustrato, corregida para las zonas particulares..



Rubén Cerdán

Casa 4, Nafarrate - 01170 Legutiano - ARABA
Tel.: 945 40 34 89 - E-mail: rubenraal@dsv.zzn.com

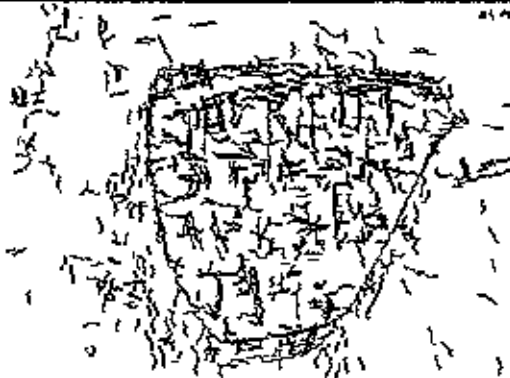
Nº 17050 - Cerámica común

Caracterización



Existe un pico de Ni de 161 ppm por debajo del esperado (223 a 165 ppm).

La tasa de cationes en las líneas horizontales y verticales es coherente con una inscripción no moderna, lo que corrobora además el nivel bajo de Ni.



La pieza muestra trazos de poca profundidad sobre una superficie exenta de microestructuras de erosión o marcas de daño estructural.

No se aprecian desconchamientos ni acumulación de concreciones o grumos exógenos.



La tasa de cationes es coherente con una exposición idéntica de los trazos del grafito respecto a la exposición del sustrato.

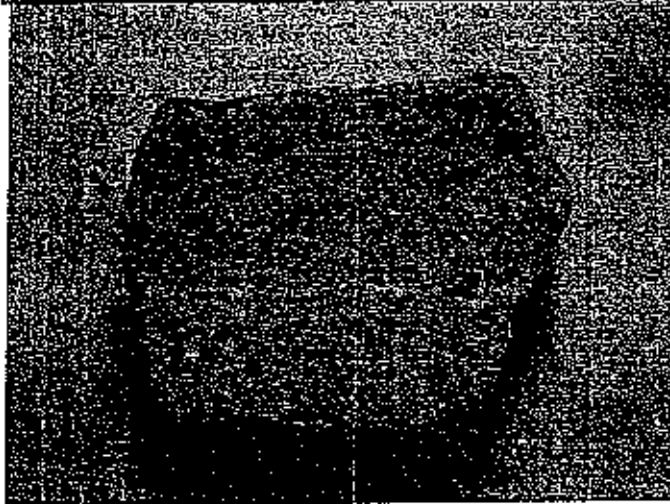


Rubén Cardán

Casa 4, Nafarrate - 01170 Legutiano - ARABA
Tel.: 945 40 34 99 - E-mail: rubenraal@dsv.zzn.com

Nº 17051 - Cerámica común

Caracterización

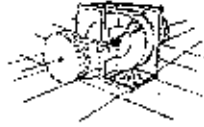


Esta pieza no pudo resolverse espectroscópicamente debido a la interferencia de líneas espectrales, probablemente procedentes de inclusiones apreciables *de visu*.

No obstante lo anterior, fue posible determinar el ratio catiónico, que muestra homogeneidad en toda la superficie. Asimismo, no se aprecia existencia de elementos modernos (acero) ni anomalías en la concentración genérica obtenida en superficie.



La tasa de cationes es coherente con una exposición idéntica de los trazos del grafito respecto a la exposición del sustrato.

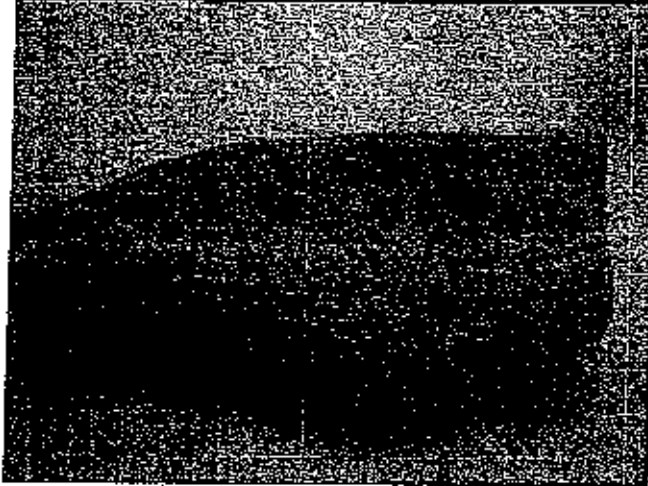


Rubén Cerdán

Casa 4, Nafarrate - 01170 Legutiano - ARABA
Tel.: 945 40 34 89 - E-mail: rubenraal@dsv.zzn.com

Nº 13709 - T.S.II.

Caracterización

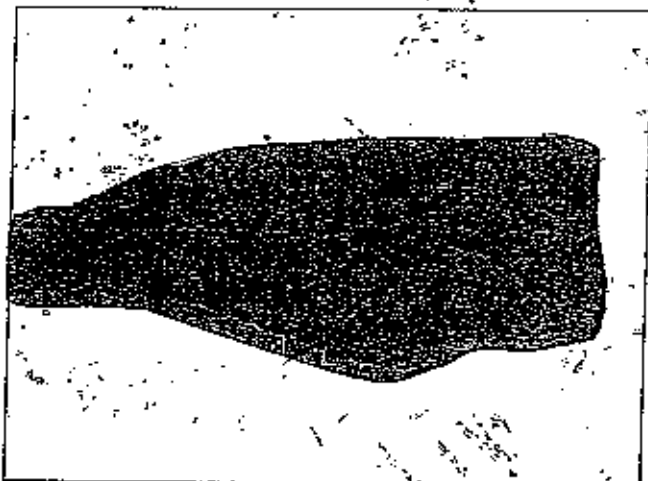


Espectro de pátina medido en la parte media de la muestra (trazos verticales de la I y la N de INA).

Existe homogeneidad de pátina en toda la superficie de las incisiones.



Los trazos son anchos y muy erosionados, lo que habla de la antigüedad de la inscripción.



La tasa de cationes es coherente con una exposición idéntica de los trazos del grafito respecto a la exposición del sustrato.