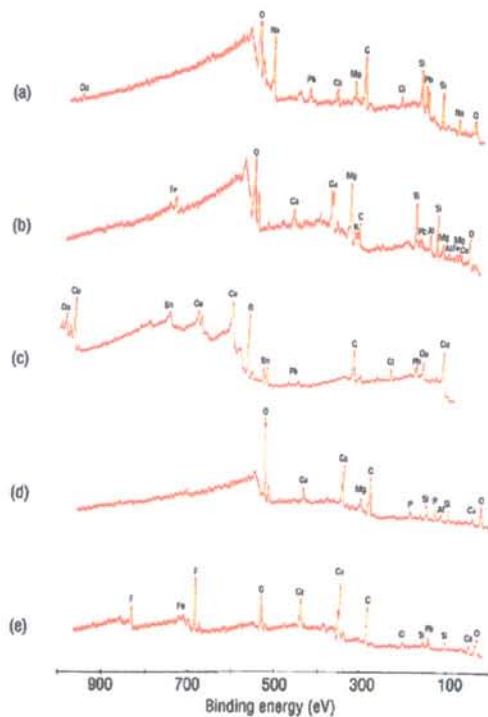


# ANALISIS DE PATINA DE DEPOSICION SUPERFICIAL DE CONTAMINANTES EN MUESTRAS ARQUEOLOGICAS DE CERAMICA COMUN, T.S.H. Y LADRILLO



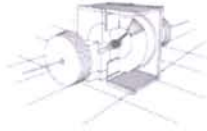
**Rubén Cerdán**  
**Julio-Octubre 2006**

Arabako Foru Aldundia  
 Kultura, Gazteria eta Kirol Saila  
 Arkeologia Museoa


 Diputación Foral de Alav  
 Departamento d. Cultura, Juventud y Deportes  
 Museo de Arqueología

14 NOV 2006

SARRERA Zkia. 570  
 IRTEERA Zkia.



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 26 objetos arqueológicos de diverso tipo, recuperados en el yacimiento de Iruña-Veleia. Se trata de fragmentos de fragmentos de ladrillo cerámico, cerámica común y TSH.

Se añaden al grupo de objetos 2 muestras de control sobre soporte de teja mediaval, en los que se ha procedido a realizar incisiones con distintos objetos punzantes con el fin de contrastar la capacidad de resolución del método analítico.

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.

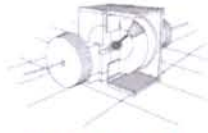
Se propone el análisis de dichas piezas al objeto de determinar si las inscripciones que portan son de edad histórica o, por el contrario, han sido realizadas *in o ex situ*, en época contemporánea. Al objeto de dirimir dicha cuestión, en la presente memoria definimos los objetivos buscados, desde un 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 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.



Rubén Cerdán

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

---

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.

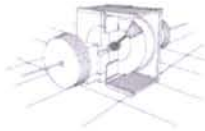
En este contexto, la datación del objeto cerámico, ya sea por termoluminiscencia, conteo de huellas de fisión o conteo de huellas alfa debe coincidir con la edad real del objeto por cuanto que el soporte utilizado, como se ha indicado, forma parte del corpus de objetos recuperados en el yacimiento. Por 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.

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,  $^{210}\text{Pb}$  o  $^{137}\text{Cs}$ , 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?*



Rubén Cerdán

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

---

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 ambientales<sup>1</sup>.

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.

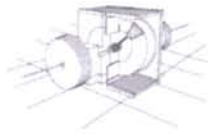
Resulta así que debemos definir las condiciones y escenarios de partida de los objetos, establecer los procesos fisicoquímicos que queremos investigar, determinar los observables físicos esperados y proceder finalmente a su cuantificación. Hecho esto, deseamos insistir en reproducir una copia del objeto 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.

---

<sup>1</sup> 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 Legutiano - ARABA  
Tel.: 945 40 34 99 - E-mail: rubenraal@dsv.zzn.com

---

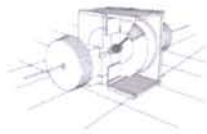
Cuantificando la tasa de esos cationes respecto a los cationes con menos movilidad debe entonces encontrarse que ésta disminuye proporcionalmente con el tiempo, de modo que a menor valor de la tasa de cationes mayor es el tiempo que el objeto ha estado expuesto a la acumulación de polvo. Este método, 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  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MnO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{BaO}$ ,  $\text{SO}_3$  y  $\text{P}_2\text{O}_5$  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 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.



Rubén Cerdán

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

---

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 *interespecíficas* 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

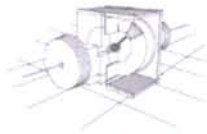
Establecidos los objetivos técnicos que se persiguen es necesario a continuación seleccionar, de entre todas las técnicas de análisis instrumental disponibles, aquellas que más eficazmente sirvan para alcanzar dichos objetivos. En nuestro caso seleccionamos las técnicas específicas de análisis de superficies 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, 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®)



Rubén Cerdán

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

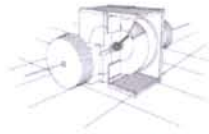
2. análisis de la morfoestructura mediante software especializado para detección de bordes y microestructuras
3. georeferenciación de las imágenes obtenidas
4. estudio de las zonas de interés definidas mediante XPS
5. análisis PIXE de las zonas de interés definidas
6. adquisición de los espectrogramas, 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 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. La imagen de la izquierda muestra la pieza según la percibe el sistema de adquisición de imágenes así calibrado.



Rubén Cerdán

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

Seleccionadas las zonas en las que se realizarán los análisis espectroscópicos, se procederá a analizar la presencia de los óxidos  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MnO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{BaO}$ ,  $\text{SO}_3$  y  $\text{P}_2\text{O}_5$  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.

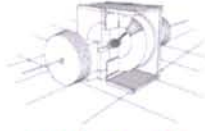
Los espectros de las pátinas se han clasificado atendiendo a diferentes ratios de diversos elementos.

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  $\text{Na}_2\text{O}$ , Cu,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{MnO}$ , 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 presentan altas concentraciones de  $\text{Na}_2\text{O}$  tienen bajas concentraciones de  $\text{K}_2\text{O}$  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.



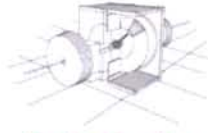


**Rubén Cerdán**

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

---

Las diferencias existentes entre los diversos grupos espectrales no se deben sólo a las diferencias existentes en las concentraciones relativas en  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$  y  $\text{Rb}$  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.

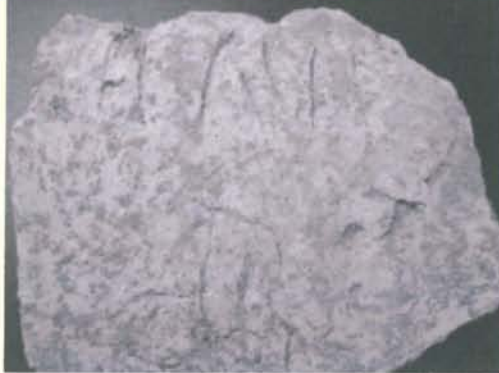


Rubén Cerdán

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

### Nº 13384 Fragmento de later

### Caracterización



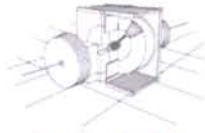
El sustrato está mayoritariamente compuesto por Ca (36%), Fe (22%), Al (24%) y K (9%).



La superficie muestra numerosas fisuras y canales además de zonas fuertemente erosionadas. A excepción de éstas últimas, las estructuras muestran preferencia espacial, frente a las incisiones del grafito.



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 13368 Cerámica T.S.II.

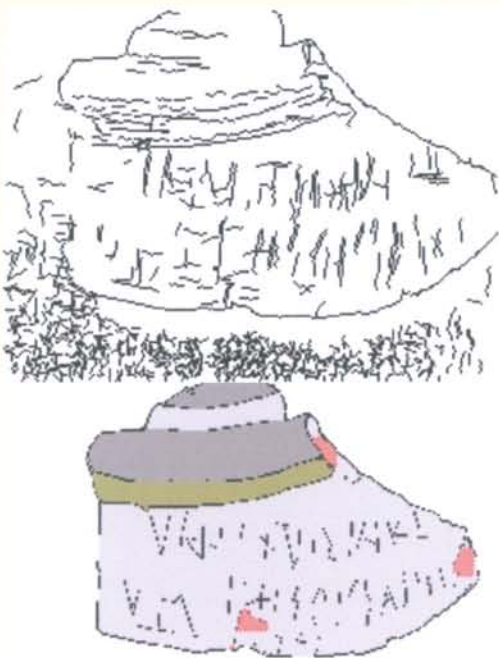
### Caracterización



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

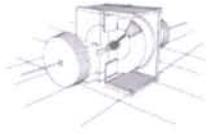
La pátina muestra la siguiente firma:

As	Ba	Ca%	Ce	Co
10.3	511.	10.2	89.0	21.2
Cr	Cs	Eu	Fe%	Ga
124.	18.4	1.39	4.69	9.37



Los bordes de referencia (Mylar) son verticales debido a la geometría curva de la pieza. 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.

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



Rubén Cerdán

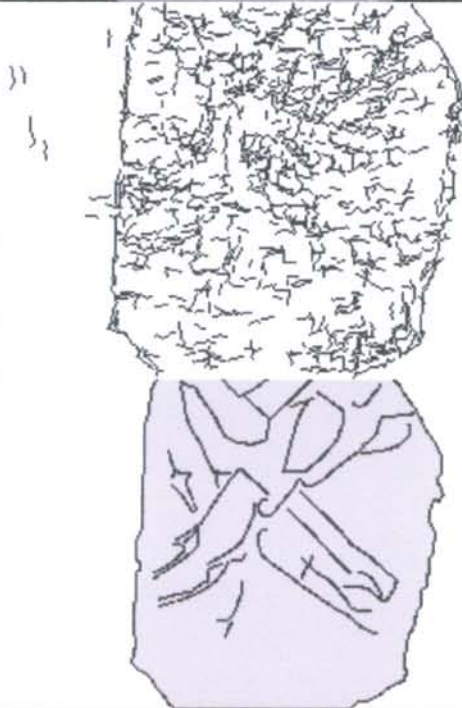
Casa 4, Nafarrate - 01170 Legutiano - ARABA  
Tel.: 945 40 34 99 - E-mail: rubenraal@dsv.zzn.com

### Nº 13366 Fragmento de later

### Caracterización

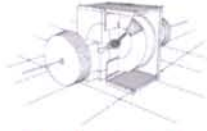


El sustrato se correlaciona con el espectro de referencia (Al 23.8%, Ca 38%, Fe 21.75% y K 7.87%).



Los trazos que conforman el grafito parecen seguir los bordes de las protuberancias naturales del objeto.

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



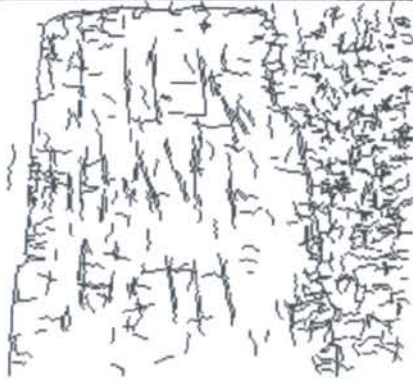
Rubén Cerdán  
Casa 4, Nafarrate - 01170 Legutiano - ARABA  
Tel.: 945 40 34 99 - E-mail: rubenraal@dsv.zzn.com

### Nº 13383 Fragmento de later

### Caracterización



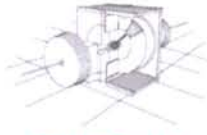
El sustrato se correlaciona con el espectro de referencia (Al 27.8%, Ca 34%, Fe 20.95% y K 9.87%).



La superficie es bastante plana. Los trazos del grafito resaltan claramente en la superficie y han permitido acumulación de la pátina de un modo homogéneo.



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 13364 Cerámica de almacenaje**

**Caracterización**



El sustrato se aproxima al espectro de referencia (saturado en Al, Ca 17.5%, Fe 53% y K 19.03%).

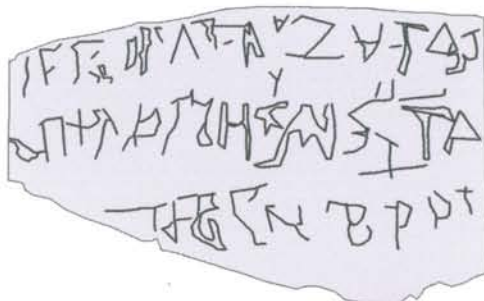
La tasa de cationes corresponde con lo esperado, con bajos valores de Ca y K y valores estables de Ti (0.43%) en las incisiones que se correlacionan con la del sustrato, y ello pese al alto valor de K del sustrato. La firma espectral es la siguiente:

As	Ba	Ca%	Ce	Co
36.3	585.	8.27	89.8	19.0
Cr	Cs	Eu	Fe%	Ga
131.	19.5	1.42	4.60	16.1

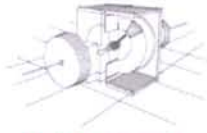
Se detectan los picos de As (36.30 ppm) y uno de 6.52 ppm de Hf.



Las incisiones están muy erosionadas y aplanadas, mostrando gran acumulación de pátina.



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

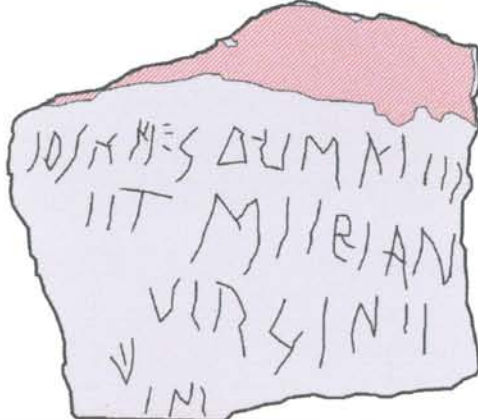


Rubén Cerdán

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

### Nº 13373 Ladrillo cerámico

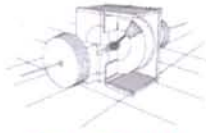
### Caracterización



El espectro muestra valores estándar (Al 28.10%, Ca 38.32%, Fe 23.33% y Ti 0.47%). Encontramos un pico de Sb de 1.97 ppm y As de 24.7 ppm.

La superficie es bastante plana. Los trazos del grafito resaltan claramente en la superficie y han permitido acumulación de la pátina de un modo homogéneo.

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 13377 Fragmento de later

### Caracterización

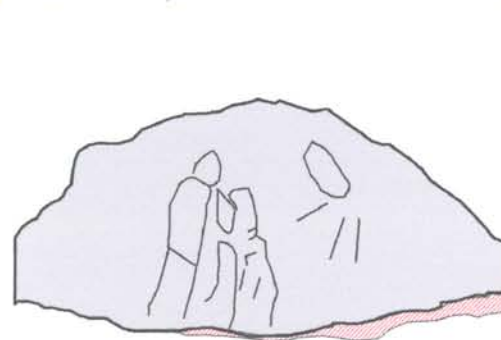


Espectro de referencia. Es un gemelo químico del espectro de la pieza Nº 13373. Es visible un pico de Ba (463 ppm) y otro de Mg (2532.9 ppm).

La tasa de cationes es, no obstante, muy intraespecífica.

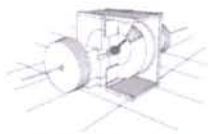


La distribución de la pátina es muy diferenciada en función de la zona de la pieza analizada, probablemente debido a una disposición especial de la pieza respecto del sustrato de enterramiento.



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 13361 Fragmento de later

### Caracterización

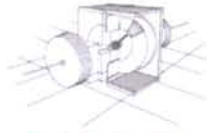


Espectro estándar gemelo del obtenido para la pieza Nº 13384. El sustrato está mayoritariamente compuesto por Ca (35%), Fe (24), Al (20%) y K (8.9%).



Véase notas de la pieza Nº 13384.

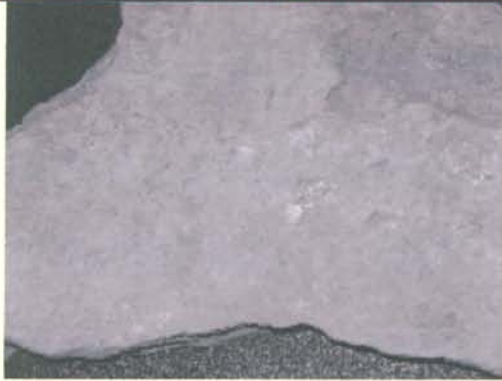
La tasa de cationes es coherente con una exposición idéntica de los trazos del grafito respecto a la exposición del sustrato.



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

### Nº 13376 Fragmento de later

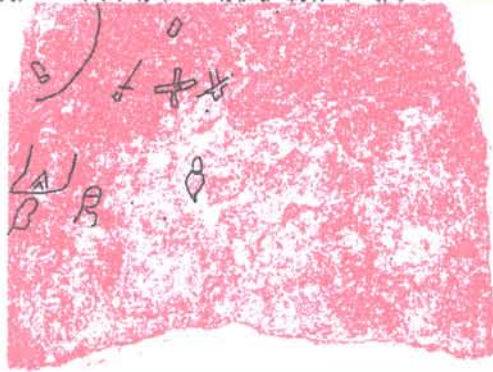
### Caracterización



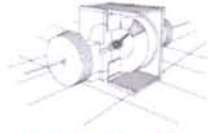
El sustrato se correlaciona con el espectro de referencia (Al 26.7%, Ca 39%, Fe 22.95% y K 7.98%) y se aproxima al de la pieza Nº 13383.



Los trazos del grafito no resaltan respecto a la superficie del soporte, que muestra estructuras superficiales muy desgastadas y de distribución espacial anisotrópica.



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 13371 Cerámica común

Caracterización



Nueva firma espectral con los siguientes valores:

As	Ba	Ca%	Ce	Co
10.7	500.	3.89	78.3	25.8

Cr	Cs	Eu	Fe%	Ga
213.	14.8	1.38	5.21	27.6

Hf	K %	La	Lu	Na%
6.16	2.49	39.3	0.54	1.05

Nd	Ni	Rb	Sb	Sc
33.0	220.	138.	1.32	21.2

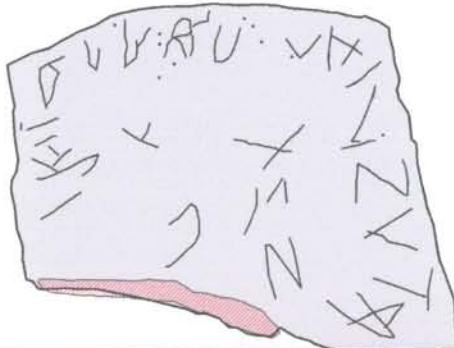
Sm	Ta	Tb	Th	Ti%
5.95	1.21	0.93	15.8	0.56

U	W	Yb	Zn	Zr
2.72	3.77	3.40	99.0	220.

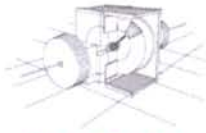
Llama la atención el bajo nivel de Ca y el alto nivel de W y Th.



Existe una estructura episuperficial en forma de costra, probablemente fruto de una interacción postdeposicional de la pieza con el entorno. Las incisiones se ven en parte afectadas por dicha costra.



La tasa de cationes es coherente con una exposición idéntica de los trazos del grafito respecto a la exposición del sustrato en aquellas zonas donde aquellos no se han visto afectados por la costra episuperficial.



Rubén Cerdán

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

### N° 13362 Fragmento de ladrillo

### Caracterización

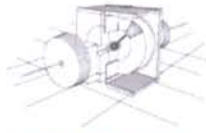


Espectro complejo. El espectro muestra valores dispersos frente al espectro estándar (Al 17.77%, Ca 28.12%, Fe 25.33% y Ti 0.87%). La superficie está bastante erosionada de modo generalizado siendo difícil distinguir estructuras particulares.



A excepción de una zona libre de fisuras y grietas (parte inferior izquierda), el resto de la pieza muestra líneas y marcas de fuerte anisotropía. La acumulación de pátina es, no obstante, preferencial en dichas líneas, pero de orientación no preferencial.

La tasa de cationes es por tanto 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 13398 Cerámica común

### Caracterización



Espectro estándar (Al 20.0%, Fe 14.5% y Ca 58.3%) con bajo contenido en Ga. La parte final del espectro muestra los siguientes valores distintivos:

Sm	Ta	Tb	Th	Ti%
8.97	1.94	1.24	14.7	0.71

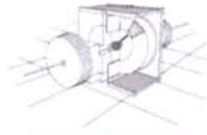
U	W	Yb	Zn	Zr
3.84	2.16	4.25	135.	283.



Pese a la existencia de numerosos microcráteres en la superficie los trazos del grafito son perfectamente distinguibles. Muestran una capa de pátina estable y homogénea que coincide composicionalmente con la fisura situada bajo los trazos **II** (BIITI).



La tasa de cationes es por tanto 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 13394 Cerámica común pigmentada

## Caracterización

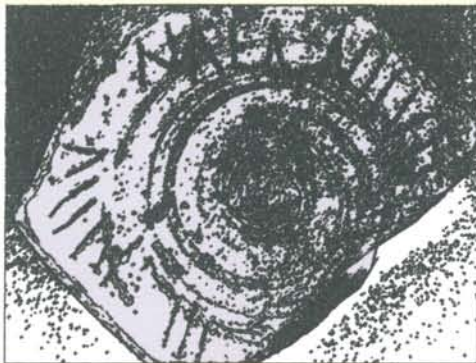


Esta pieza rindió un espectro fuertemente dominado por Si (35-40%), Mn (23-41%), Al (10-15%) y Fe (15%) con Ba, K, Mg, P y Ca están presentes en concentraciones de entre 1 a 3 del peso total. Ti, S y Na están presentes en concentraciones < 1%.

Presenta un espectro muy anómalo respecto al resto de la serie, probablemente porque el haz de positrones golpeó alguna zona muy específica, o quizás debido a su geometría. Se señala que el equipo de arqueólogos la describe como *cerámica común pigmentada*.

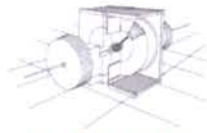


Se han rastreado las zonas de erosión y fractura de los bordes concéntricos interno-externo y externo-interno. Las fracturas y desconchamientos parecen ser posteriores a la elaboración del grafito. Las marcas del grafito tienen una profundidad muy superior a las estructuras de erosión que, por otra parte, son escasas. Creemos que ello se debe a la peculiar forma de la pieza, que debe manipularse en su parte convexa, lo que explica la fuerza de los trazos.



La pátina se ha acumulado tanto en los trazos del grafito como en las líneas que forman el motivo espiral del fondo de la pieza.

Los puntos negros de la figura muestran las zonas donde la tasa de cationes es coherente con la encontrada en los trazos del grafito. 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 13396 Cerámica común pigmentada** **Caracterización**

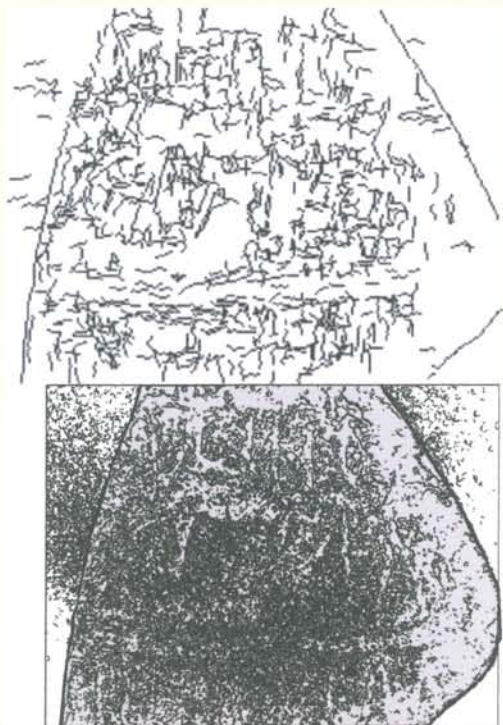


Espectro muy zonificado debido a la presencia de contaminantes en su superficie. Encontramos dos espectros bien diferenciados que se correlacionan con las zonas en gris oscuro y gris claro de la figura de la izquierda. Nos centramos en las partes de color gris claro, que es donde se deposita la pátina. El espectro tipo es el siguiente:

As	Ba	Ca%	Ce	Co
17.4	609.	----	66.2	16.0
Cr	Cs	Eu	Fe%	Ga
76.8	17.9	1.20	----	24.4

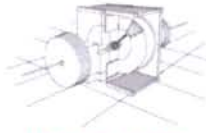
El obtenido mediante PIXE para esta pieza es:

As	Ba	Ca%	Ce	Co
17.2	636.	7.51	109.	34.3
Cr	Cs	Eu	Fe%	Ga
193.	12.1	1.58	5.09	23.8
Hf	K %	La	Lu	Na%
4.97	3.12	50.2	0.54	1.01
Nd	Ni	Rb	Sb	Sc
45.3	298.	193.	1.88	17.0
Sm	Ta	Tb	Th	Ti%
8.51	1.37	1.19	23.1	0.54
U	W	Yb	Zn	Zr
3.77	3.24	4.22	79.6	145.



La pátina muestra una distribución en toda la superficie de la pieza, excepto en la zona derecha, probablemente debido a una peculiar geometría pieza/sustrato de enterramiento. La superficie está muy desgastada y la profundidad de los trazos artificiales es muy baja.

Los puntos negros de la figura muestran las zonas donde la tasa de cationes es coherente con la encontrada en los trazos del grafito. Señalamos que no hay trazos de grafito en las zonas no cubiertas por la pátina, por lo que concluimos que la pieza muestra una tasa de cationes en los grafitos coherente con su antigüedad.



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

### Nº 13393 Ficha en T.S.H.

### Caracterización



Espectro con los siguientes valores PIXE de sustrato:

Hf	La	Lu	Nd	Ni	Rb
3.90	33.7	0.30	32.0	34.6	161

Llama la atención el bajo nivel de Ni y Hf.

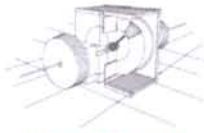


La superficie muestra buenos puntos de acumulación de pátina, en especial la segunda A de SABA, en cuya parte inferior derecha aparece una acumulación de contaminante de composición idéntica a la hallada en el interior de la incisión de dicha letra.



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

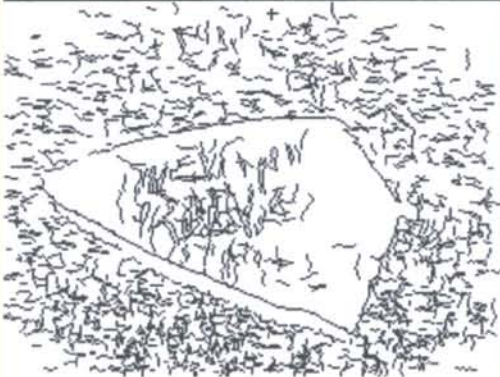
### Nº 13397 Cerámica T.S.II.

### Caracterización

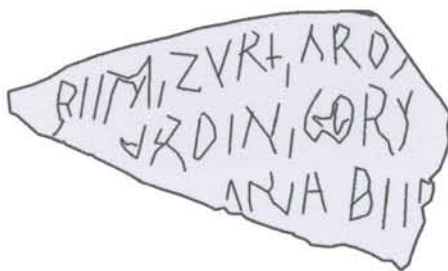


Espectro de pátina medido en la parte izquierda de la muestra (Z de ZVRI y RD de VRDIN).

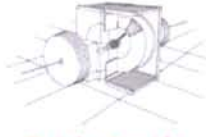
Los datos son análogos a los de la pieza Nº 13393. Existe homogeneidad de pátina en toda la superficie de las incisiones y en la cuenca situada sobre la primera T.



Los trazos son anchos y muy erosionados, lo que habla de la antigüedad de la inscripción. La pieza tiene forma ligeramente convexa y una depresión en la parte inferior del primer trazo de la N de VRDIN.



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

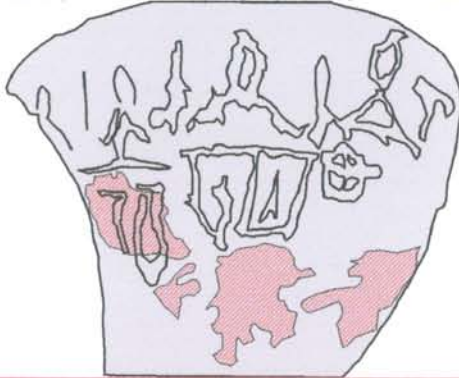


Rubén Cerdán

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

### Nº 13339 Cerámica común

### Caracterización

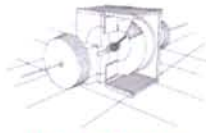


Espectro complejo debido a la compleja geometría de la pieza, que haría difícil inscribir en ella, en especial los trazos oblicuos. No obstante, de la firma espectral se obtiene analogía débil con el espectro de la pieza Nº 13396. Véase lo allí señalado.

Muestra pátina diferencial en los desconchamientos de la parte inferior.

La superficie muestra daño estructural homogeneizado, lo que delata larga exposición a agentes ambientales. Hay acumulación de pátina de grosor uniforme y muy extendida. Existe una amplia zona erosionada (centro izquierda) sobre la que se solapan trazos del grafito.

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

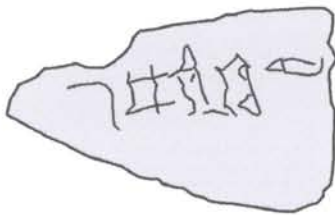


Rubén Cerdán

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

### Nº 13391 Cerámica común

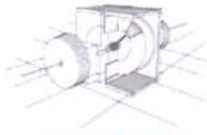
### Caracterización



Muestra con espectro *educado*. No aparecen anomalías significativas. Destaca una cabecera de firma As = 6.80 ppm, Ba = 358 ppm, Ce = 10.7 ppm y Co = 73.7 ppm. No obstante, el escaso ancho de las incisiones pone en duda que se haya golpeado la capa de pátina. En todo caso, no existe señal de elementos de incisión modernos (V, Ni, Fe, Cu, Mo) ni de joyería (Ag, Au) y los niveles lantánidos son coherentes con la serie.

La superficie se halla bastante uniformizada. No hay característica morfoestructural reseñable, excepto quizás por una pequeña cavidad en el extremo izquierdo de la pieza, donde es apreciable acumulación de pátina superficial.

No podemos asegurar que la tasa de cationes sea coherente con una exposición idéntica de los trazos del grafito respecto a la exposición del sustrato, dado que no existe certeza de poseer señal de dicha pátina. No obstante, la ausencia de elementos típicos de útiles punzantes modernos nos hace concluir que el grafito no es de época reciente. En definitiva, la tasa de cationes es coherente con una exposición idéntica de los trazos del grafito respecto a la exposición del sustrato.

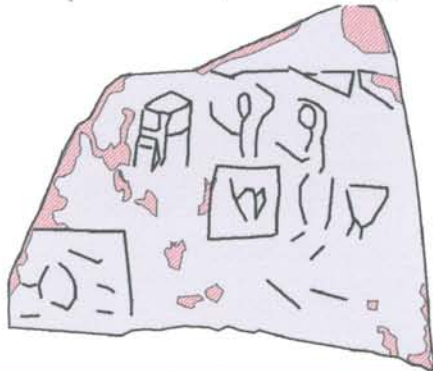


Rubén Cerdán

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

### Nº 13344 Cerámica común con engobe

### Caracterización

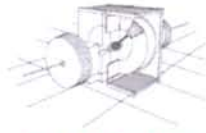


Espectro análogo al de la pieza Nº 13339, pero divergente al de la Nº 13396. No se detecta anomalía en el espectro PIXE, pero los niveles de Ca y K son los más bajos de toda la serie.

La superficie muestra numerosas zonas erosionadas, pequeños desconchamientos y estructuras lacunares que dejan ver el sustrato.

La acumulación de pátina es uniforme, si bien existe preferencia espacial en la zona inferior izquierda.

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 13340 Cerámica T.S.II.

Caracterización

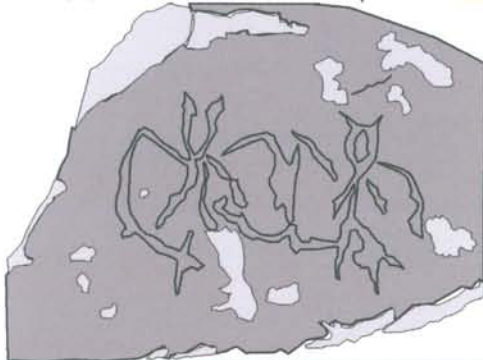


Espectro con los siguientes resultados de interés para el segmento As-Ga/Hf-Sc:

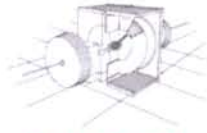
9.35,	761.,	66.1,	34.1,	207.,
1.42,	1.43,	14.6,	5.60,	0.89,
29.7,	0.38,	0.33,	29.7,	101.,
62.9,	0.50,	15.3		



La superficie está muy dañada, existiendo amplias zonas de daño estructural que parece haberse producido después de ejecutado el grafito. La pátina de contaminantes es composicionalmente homogénea en estas zonas respecto a la de los trazos de los dibujos.



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



Rubén Cerdán

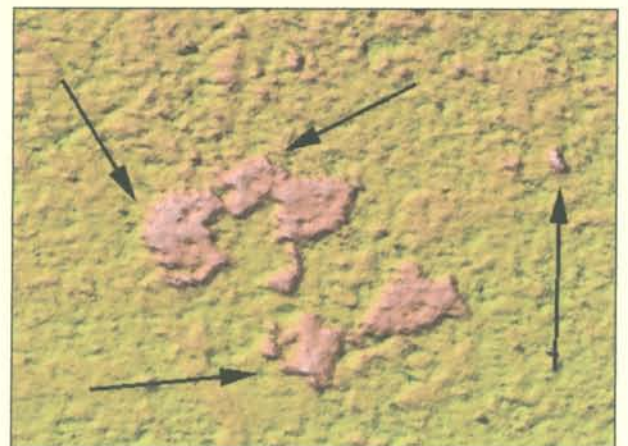
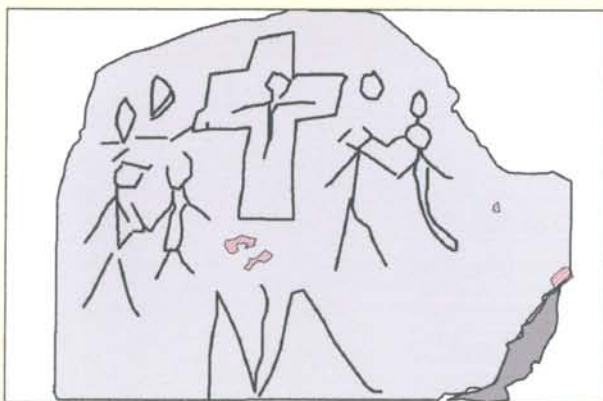
Casa 4, Nafarrate - 01170 Legutiano - ARABA  
Tel.: 945 40 34 99 - E-mail: rubenraal@dsv.zzn.com

### Nº 13348 Fragmento de dolia

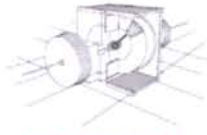
### Caracterización



Espectro no lineal. Se trata de una pieza extremadamente compleja debido a que contiene restos de desgrasante, lo que explica la no-linealidad espectral. No es una cerámica como las estudiadas. Presenta numerosas inclusiones minerales de diversa naturaleza que producen un espectro resultado de la superposición de al menos cuatro espectros distintos. Véanse las fotografías ampliadas mostrando grumos y deposiciones exógenas que imposibilitan contar con un espectro de referencia para esta pieza.



Las incisiones de los glifos tienen, no obstante, deposición de pátina idéntica a la del sustrato en sus inmediaciones, a excepción de las zonas donde existen partículas de desgrasante (en blanco en las fotografías), lo cual es normal.



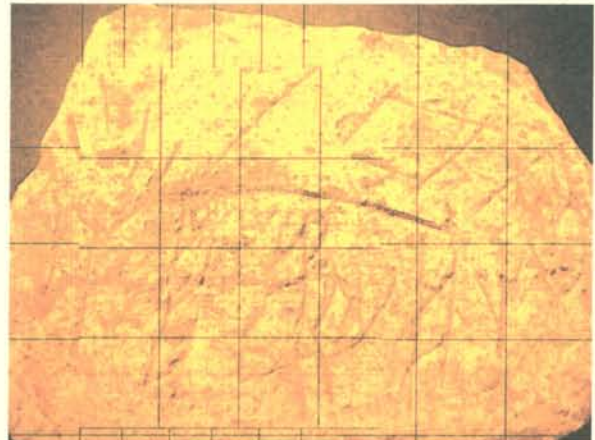
Rubén Cerdán  
Casa 4, Nafarrate - 01170 Legutiano - ARABA  
Tel.: 945 40 34 99 - E-mail: rubenraal@dsv.zzn.com

## Nº 13337 Fragmento de later

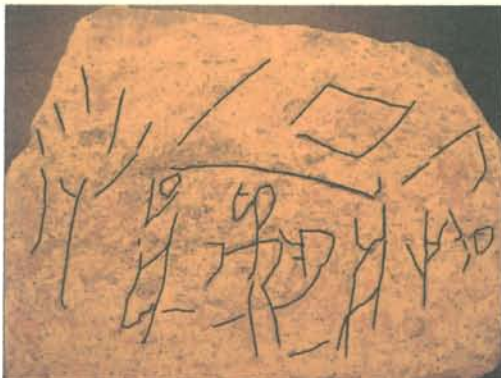
## Caracterización



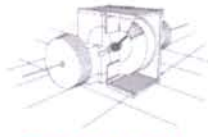
Espectro análogo al de la muestra Nº 13384. Aunque el tamaño de la pieza nos hace pensar que sólo es referible a una zona concreta de la muestra, el espectro no presenta anomalías reseñables.



Estructura superficial extremadamente compleja. No se detectan señales de elementos punzantes modernos. Profunda fisura en dirección E-O en el centro superior de la pieza.



La tasa de cationes es coherente con una exposición idéntica de los trazos del grafito respecto a la exposición del sustrato en la zona que cubre la malla sobreimpuesta (imagen superior). Dado que la malla cubre zonas muy heterogéneas, concluimos que no existe preferencia espacial de acumulación, de donde deducimos idéntica historia de exposición a contaminantes para el sustrato y las incisiones del grafito.



Rubén Cerdán

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

## Nº 15147 Cerámica T.S.II.

## Caracterización

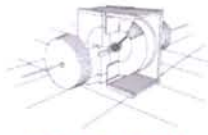


Pieza con espectros de superficie e incisiones muy claramente diferenciados. El primer espectro muestra valores de Sb más altos que el segundo. No se detecta contaminación en superficie que nos permita contrastar con la que sí se detecta en los canales e incisiones de los trazos grafito.

La superficie de esta pieza es extremadamente uniforme, plana y espectralmente libre de contaminantes. No hay grumos de suciedad, a excepción de la zona superior izquierda (VRDIN) y en la parte central del signo X.

No existe correlación posible dado que la pieza carece de capa de contaminantes homogénea en superficie. De hecho, sólo se detectan contaminantes en las zonas anteriormente citadas. Los arqueólogos indican que la pieza se recogió en prospección y que fue afectada por laboreo agrícola, lo que explicaría la diversa historia diagenética de la pieza y la zonificación detectada. Señalamos que no existe señal espectral de elementos punzantes modernos, todo lo cual nos lleva a concluir que la tasa de cationes, allí donde ha sido cuantificada, 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 15147 Cerámica T.S.II.

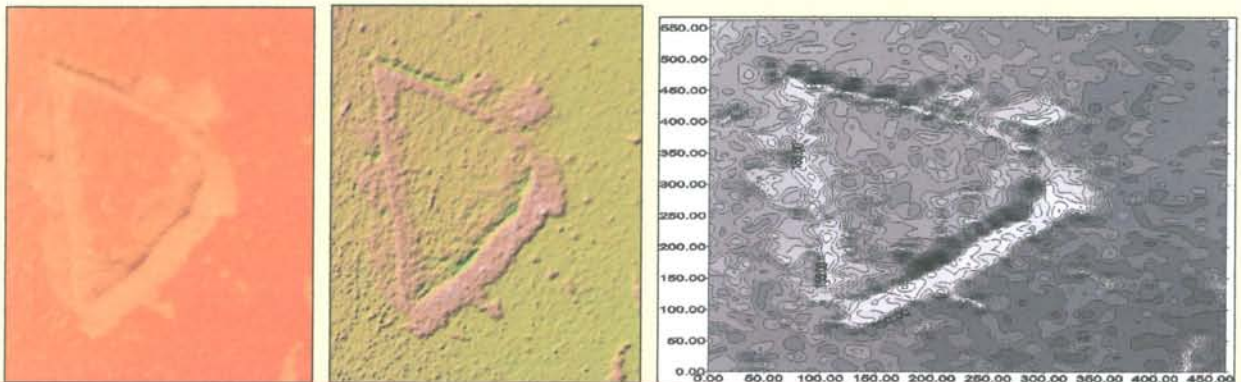
Modelo digital generado a partir del retorno de la señal de la sonda SPM. Se integran las señales para normalizarlas y crear el modelo de elevación digital de la pieza. El modelo se muestra invertido: las zonas de depresión se muestran elevadas, y las elevadas (grumos) se muestran como cavidades. A esta resolución no se aprecian estructuras deprimidas que correspondiesen a canales, fisuras, incisiones o erosiones en la superficie, que es extremadamente plana.

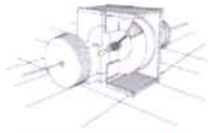
Las únicas zonas de interés son las depresiones a la derecha del segmento inferior izquierdo de la **A** de ISAR, y la **D** de VRDIN.

Apunta todo a una diagénesis muy diferente para esta pieza respecto a las demás. En el listado de piezas a analizar proporcionado por el equipo de arqueólogos se señala que la pieza procede de una prospección en la finca 86, lo que quizás explique esta diferenciación.



Estudio de la D. A la derecha, mapa de contorno de isoconcentraciones. Los desconchamientos de la parte superior derecha tienen idéntica concentración que las incisiones de la letra.



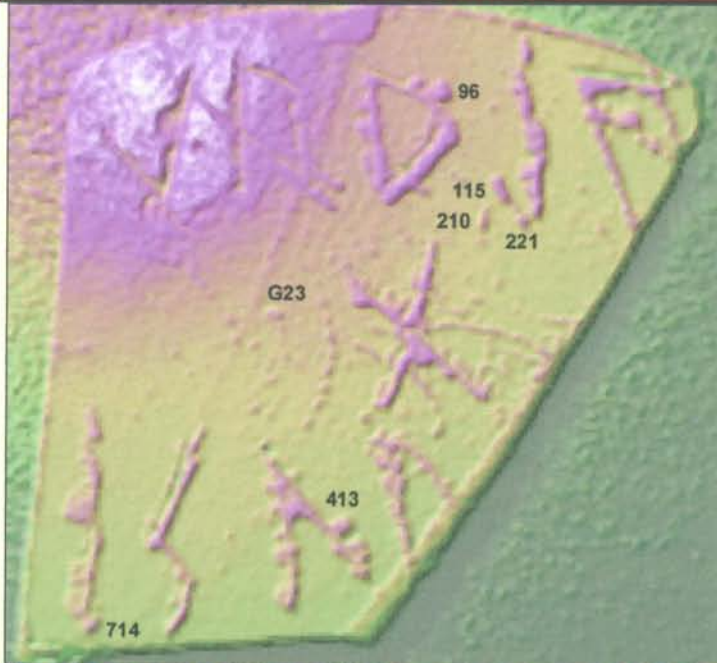


Rubén Cerdán

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

### Nº 15147 Cerámica T.S.II.

### Caracterización



Modelo de elevación digital: integración global de todas las señales al doble de exposición. Comienzan a perfilarse zonas de daño microestructural (parte superior izquierda, canal oblicuo, vacuolas de erosión 96, 115, 210 y 221, microdepresión G23 y dos desconchamientos: 714 y 413).

No obstante, existen grandes zonas planas donde no existen estructuras apreciables y, por ende, donde no puede acumularse capa de contaminantes medible.

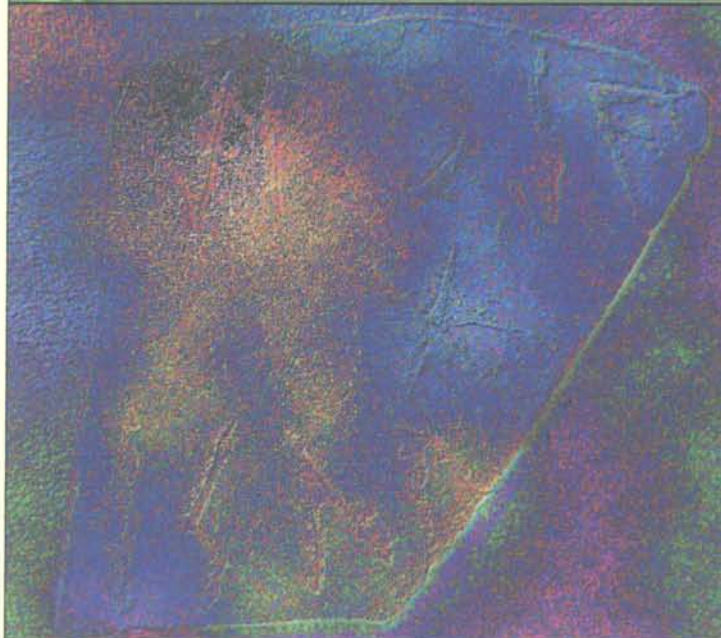
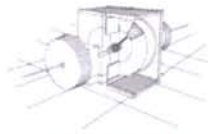


Imagen en falso color. Cada color representa diferentes espesores de elementos traza (media de 3 elementos). Se observan tres tipos distintos de deposición: la zona clara, la zona en azul oscuro y las islas en azul claro.

No es posible referenciar la tasa de cationes a una única zona, pero explicitamos que no existe señal espectral de elementos punzantes modernos, todo lo cual nos lleva a concluir que la tasa de cationes, allí donde ha sido cuantificada, 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 13353 Cerámica T.S.II.

## Caracterización



Espectro similar al de la muestra Nº 13344. Existe desarrollo de pátina superficial homogénea que coincide composicionalmente con la acumulada en los trazos de los glifos.

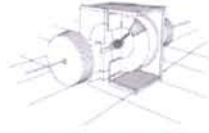
El obtenido mediante PIXE para esta pieza es:

<b>As</b>	<b>Ba</b>	<b>Ca%</b>	<b>Ce</b>	<b>Co</b>
19.2	596.	12.11	119.	32.5
<b>Cr</b>	<b>Cs</b>	<b>Eu</b>	<b>Fe%</b>	<b>Ga</b>
153.	12.0	1.78	5.39	27.8
<b>Hf</b>	<b>K %</b>	<b>La</b>	<b>Lu</b>	<b>Na%</b>
4.57	8.32	51.2	0.53	1.01
<b>Nd</b>	<b>Ni</b>	<b>Rb</b>	<b>Sb</b>	<b>Sc</b>
45.3	298.	193.	1.88	17.0
<b>Sm</b>	<b>Ta</b>	<b>Tb</b>	<b>Th</b>	<b>Ti%</b>
7.71	1.37	1.19	23.1	0.54
<b>U</b>	<b>W</b>	<b>Yb</b>	<b>Zn</b>	<b>Zr</b>
3.77	3.12	4.42	79.6	145.



Superficie con escasas estructuras de desconchamiento y bastante uniforme en profundidad media. Existe cambio composicional en el sustrato debido a la existencia de un barniz del cual quedan restos zonificados.

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 13357 Cerámica común

### Caracterización



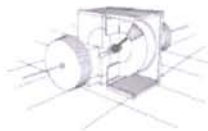
Existe un pico de Ni de 159 ppm por debajo del esperado (223 a 165 ppm), produciendo el segundo espectro con menor contenido en níquel.

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.

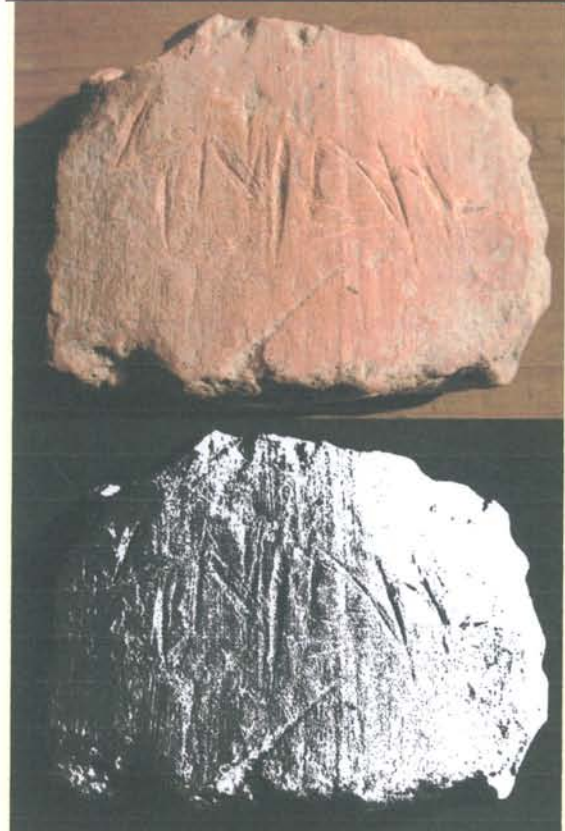
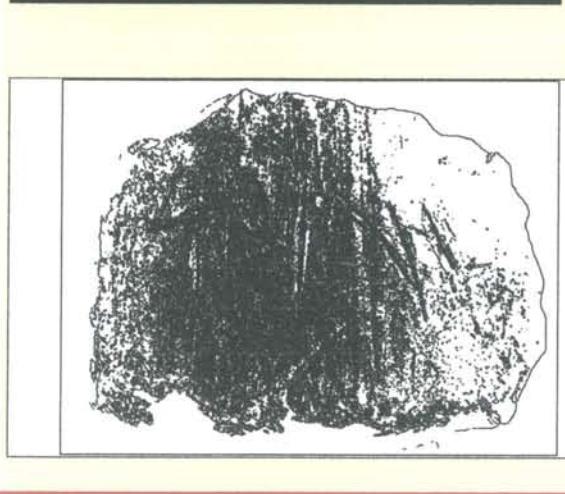
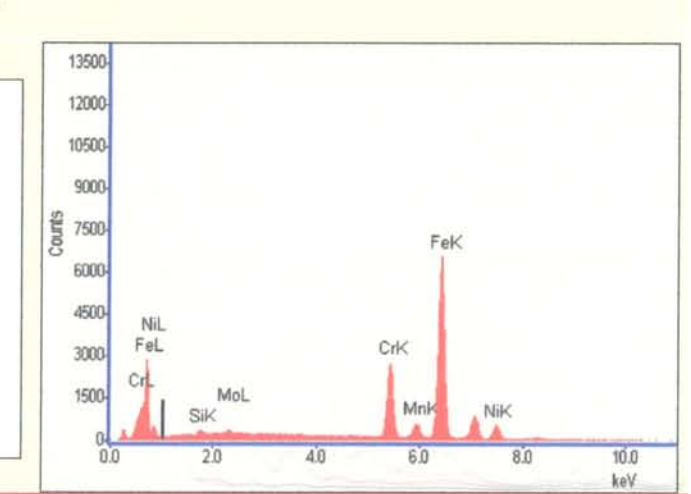
No se aprecian desconchamientos ni acumulación de concreciones o grumos exógenos.

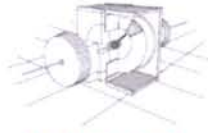
La tasa de cationes es coherente con una exposición idéntica de los trazos del grafito respecto a la exposición del sustrato.



Rubén Cerdán

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

DSCN0451 Pieza de Control	Descripción																														
	<p>Pieza de control. Inscripción sobre teja común realizada con utensilio comercial de acero inoxidable con molibdeno y vanadio.</p> <p>El espectro EDX de los contaminantes depositados por el utensilio se muestra en la columna inferior derecha. Obsérvense los picos de Fe, Ni, Mo, Mn y Cr, firma espectral típica de herramientas en base acero.</p> <p>El trazo que corre en oblicuo desde la parte inferior, en dirección SO-NE, era pre-existente. El análisis EDX de este trazo no muestra los valores de Fe, Ni, Mo, Mn y Cr que muestran las incisiones realizadas con el utensilio comercial.</p>																														
	 <table border="1"><caption>EDX Spectrum Data</caption><thead><tr><th>Element</th><th>Approx. Energy (keV)</th><th>Approx. Counts</th></tr></thead><tbody><tr><td>NiL</td><td>0.8</td><td>1500</td></tr><tr><td>FeL</td><td>0.7</td><td>1500</td></tr><tr><td>CrL</td><td>0.5</td><td>1500</td></tr><tr><td>SiK</td><td>1.7</td><td>1000</td></tr><tr><td>MoL</td><td>2.3</td><td>1000</td></tr><tr><td>CrK</td><td>5.9</td><td>2500</td></tr><tr><td>MnK</td><td>5.9</td><td>1500</td></tr><tr><td>FeK</td><td>6.4</td><td>7000</td></tr><tr><td>NiK</td><td>7.5</td><td>1500</td></tr></tbody></table>	Element	Approx. Energy (keV)	Approx. Counts	NiL	0.8	1500	FeL	0.7	1500	CrL	0.5	1500	SiK	1.7	1000	MoL	2.3	1000	CrK	5.9	2500	MnK	5.9	1500	FeK	6.4	7000	NiK	7.5	1500
Element	Approx. Energy (keV)	Approx. Counts																													
NiL	0.8	1500																													
FeL	0.7	1500																													
CrL	0.5	1500																													
SiK	1.7	1000																													
MoL	2.3	1000																													
CrK	5.9	2500																													
MnK	5.9	1500																													
FeK	6.4	7000																													
NiK	7.5	1500																													



Rubén Cerdán

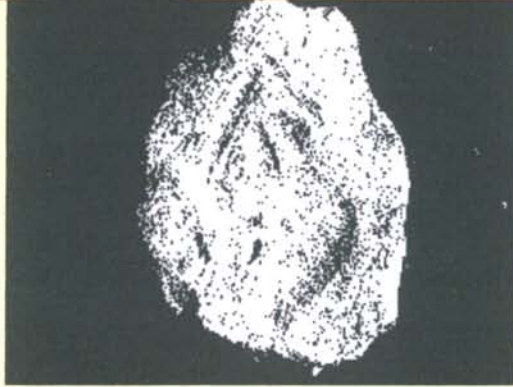
Casa 4, Nafarrate - 01170 Legutiano - ARABA  
Tel.: 945 40 34 99 - E-mail: rubenraal@dsv.zzn.com

## DSCN0452 Pieza de Control

## Caracterización



Muestra de control sobre la que se han realizado idénticas operaciones a las descritas para la pieza DCSN0451. En esta ocasión aprovechamos hendiduras inherentes a la pieza para conformar un glifo, al objeto de evitar el uso de utensilios modernos. Utilizamos un artefacto de cuarzo para completar el glifo.



A la izquierda se muestra la superficie de la pieza en función de la densidad de cationes Ca+K totales. Los puntos negros muestran las zonas en las que dicha tasa, normalizada, es inferior a un valor umbral determinado. Se perfila claramente el glifo, que consta de unos trazos con insuficiencia de Ca y K al haberse desprendido la pátina durante la incisión con cuarzo. No obstante, los valores de Ti son claramente anómalos, como lo es la morfología de las incisiones, indicio de su modernidad.



Representación del glifo.