

# Análisis mineralógico y geoquímico de cerámicas de la Protohistoria de Navarra

(Mineralogical and geochemical study of proto-historic pottery from Navarre)

Ortega, Luis Ángel  
Larrea, Francisco José  
Universidad del País Vasco  
Dpto. Mineralogía y Petrología  
Apdo. 644 - 48080 Bilbao

Olaetxea, Carlos  
Sociedad Ciencias Aranzadi  
Alto de Zorroaga, z/g.  
20014 Donostia

Tarriño, Andoni  
Museo de Ciencias Naturales  
Siervas de Jesús, 24  
01001 Vitoria-Gasteiz

BIBLID [1137-4489 (2001), 11; 73-91]

---

*El presente trabajo constituye una aportación más al estudio global de la tecnología cerámica en la Protohistoria de Euskal Herria. En él se recogen los resultados obtenidos de la aplicación de técnicas petrográfico-mineralógicas y geoquímicas en cerámicas de la Protohistoria de Navarra. Se han reconocido cerámicas de varios yacimientos arqueológicos, diferenciando tres etapas Prehistóricas: Bronce Medio-tardío, Bronce Final y I Edad del Hierro, cada una de ellas con unas características propias tanto en las tecnologías de fabricación como en la naturaleza de las materias prima elegidas en la confección de las masas cerámicas.*

*Palabras Clave: Cerámicas protohistóricas. Petrología. Mineralogía. Análisis químico.*

*Aurkezturiko lan hau, Euskal Herriko Protohistoriaren keramika-teknologiaren ikasketari beste ekarpena da. Bertan, Nafar Prohistoriaren keramiketan eginiko petrografia-mineralogia eta geokimika tekniken aplikaziotik eratorriko emaitzak jaso ditugu. Arkeologi aztarnategi ezberdinen keramikak ikustatu eta Historiaurreko hiru etapa desberdinu dira: Brontze Ertaina berantiarra, Brontze Amaiera eta Burdinaro Lehenengoa. Garai bakoitzak berezko ezaugarriak ditu, bai fabrikatze-tekniketarako bai Keramikagintzarako aukeraturako lehengaien izaerarako.*

*Giltz-Hitzak: Zeramika protohistorikoak. Petrologia. Mineralogia. Análisi kimikoa.*

*Ce travail constitue une apport a l'étude globale de la technologie du fabrication des céramiques à la protohistoire du Pais Basque. Ici on montre les résultats au travers de l'application des techniques minéralogiques, pétrographiques et géochimiques sur céramiques protohistoriques de Navarre. Les céramiques des divers gisements archéologiques étudiés permettent différencier trois périodes préhistoriques: Bronze Moyen-Tardif, Bronze Final et Ière Age du Fer. Chaque étape est caractérisé par présenter pâtes céramiques de nature différente aussi que des technologies de élaboration particulières.*

*Mots Clés: Céramiques protohistoriques. Petrologie. Mineralogie. Analyse chimique.*

## INTRODUCCIÓN

Se han estudiado distintas cerámicas protohistóricas de yacimientos arqueológicos de Navarra en un periodo que abarca desde el Bronce Medio (fase V de Monte Aguilar) hasta la fase final de la I Edad del Hierro.

En la elección de las muestras se ha primado aquellos yacimientos con una secuencia más amplia (fundamentalmente Monte Aguilar en las Bardenas Reales y Sansol de Muru-Astrain en la Cuenca de Pamplona) con el objeto de obtener una visión diacrónica al conjunto.

Se han diferenciado 3 etapas en diversas zonas geográficas de máxima representación:

\* *Bronce Medio-Tardío*: representado por diversos yacimientos de las Bardenas Reales (Monte Aguilar, Cabezo de la Mesa, Pisquerra y Plana Yesera). La fase más antigua (Fase V de Monte Aguilar) representara el Bronce Medio (s. XVI a.C.) con cerámica generalmente lisa con predominio de los cuencos y cazuelas carenadas. Los recipientes de almacenaje de grano y agua presentan barrocas decoraciones en relieve a base de mamelones y cordones en guirnaldas y motivos arboriformes. El Bronce Tardío (Fase II de Monte Aguilar, S. XIV a.C.) se caracteriza por cerámicas con decoraciones en zigzag simple o doble, boquiques y excisión, líneas de puntos impresos, etc. que remiten al Horizonte Cogotas I y al grupo del Nordeste.

\* *Bronce Final*: representado por el yacimiento de Aparrea, actualmente en proceso de excavación. Se trata de un poblado de carácter temporal con sencillos fondos de cabaña y depósitos en hoyos. Las cerámicas tienen características cronológicamente poco significativas, aunque sin duda son anteriores a los campos de Urnas, destacando impresiones de instrumento perpendiculares al borde, orejas de prehensión y mamelones. La característica más llamativa es la total ausencia de decoraciones propias de Cogotas I, tales como el boquique, tratándose del típico yacimiento de depósitos en hoyos que suelen ser característicos de esa fase.

\* *Iª Edad del Hierro*: representada por diversos yacimientos de la Cuenca de Pamplona (Sansol, Matxamendi, Allomendi, San Cristóbal, Peña Larragueta, Gazteluzar y Murugain) destacando entre ellos el de Sansol (Muru-Astrain). La cerámica estudiada corresponde principalmente a la modalidad de superficies sin pulir, mejor representada que la de superficies pulidas. Se han estudiado varios fragmentos de superficie peinada/estriada, muy característicos en estos yacimientos. Los motivos decorativos corresponden a incisiones e impresiones sobre cordones o directamente sobre la pared, que son poco significativos en cuanto a la cronología.

El homogéneo horizonte representado en los poblados de la Edad del Hierro de la Cuenca de Pamplona (Castiella, A. 1995), que se traduce a distintos niveles en unas pautas de comportamiento sumamente estandarizadas (formas cerámicas y decoraciones, tipología de poblados, estructuración

del territorio, etc.), requiere una profundización en aspectos parciales. Estos han de explicar la razón de esa uniformidad, precisar las relaciones culturales con otras zonas próximas que se deducen por ejemplo a partir de determinados motivos decorativos y en último término el grado de identidad cultural que se puede conceder a la zona.

## **POBLADOS ESTUDIADOS**

### **Monte Aguilar**

Se trata de un poblado situado en el extremo S.E. de Navarra (figura 1), asentado sobre un gran cerro testigo, con una superficie que ronda 1 Ha. Conocido a través de materiales de prospección, ha sido excavado a lo largo de tres campañas (1989 a 1991). Los trabajos se han centrado en dos sectores, de los cuales el sector A ha deparado la secuencia más completa hasta la fecha para la Edad del Bronce en Navarra y que consta de 7 fases, asociadas a otras tantas estructuras de habitación.

La ocupación se inicia desde fines del Bronce Antiguo (Fase VI,  $1650 \pm 45$  y  $1610 \pm 100$  a.C.) hasta comienzos del Bronce Tardío ( $1380 \pm 20$  y  $1365 \pm 25$  a.C.). Los dos principales momentos corresponden a las fases II y V.

– La Fase II. Ha deparado una cultura material heredera del Bronce Medio en la que se introducen los primeros elementos característicos del Bronce Tardío (cerámicas con decoración de boquique, excisión, etc.). Se asocia a construcciones en fondos de cabaña y depósitos en hoyos de funcionalidad diversa (silos, hogares, basureros, etc.).

– La Fase V. Corresponde al Bronce Medio y destaca por la presencia de construcciones permanentes en piedra que denotan una incipiente ordenación del espacio externo.

### **Aparrea**

Situado en el término municipal de Biurrun, en el límite S. de la Cuenca de Pamplona, sobre un amplio glacis aterrazado de 13 Has. de superficie. Ha sido excavado a lo largo de 1994 y 1995 en varias intervenciones de urgencia por J. Sesma y J. García. Estas se han centrado en la documentación de un total de 11 estructuras de tipo depósitos en hoyos de diversas formas, excavados en las gravas de base. Estos depósitos son de funcionalidad variada: funeraria, almacenaje, hogares, basureros, etc. Su cultura material es bastante variada y representativa de un momento escasamente documentado en la Cuenca de Pamplona y en general en toda Navarra: el Bronce Final anterior a la llegada de Campos de Urnas.

Se han obtenido dos edades de C14 que lo fechan en  $1220 \pm 70$  y  $1130 \pm 50$  a.C.



Figura 1. Situación geográfica de los poblados más representativos estudiados.

### Sansol

Ocupa un cerro amesetado acondicionado en todo su perímetro mediante distintas obras (rampas, fosos y muralla).

El conocimiento de este lugar se remonta a 1962, cuando se realizaron las obras para la construcción del depósito de aguas de la localidad de Muru-Astrain, en cuyo término se localiza. Fue objeto de una primera inter-

vección a cargo de A. Marcos en 1971, a la que siguieron varias campañas a cargo de A. Castiella (1972, 1986, 1987 y 1988).

La estratigrafía identificada permite fechar la ocupación ininterrumpidamente desde el Bronce Final al Hierro II, con leves indicios de romanización y es clave para comprender la Edad del Hierro en la Cuenca de Pamplona. Se excavó en tres sectores: en el sector A se identificaron construcciones de casas rectangulares en piedra, y en el sector B se documentó un nivel de enterramientos de inhumación del Hierro II superpuestos a estructuras de habitación de la fase anterior.

## **ANÁLISIS MICROSCÓPICO DE LAS CERÁMICAS**

El análisis petrográfico ha consistido en el estudio al microscopio de 62 láminas delgadas de las cerámicas más representativas, de las cuales 27 corresponden al poblado de Sansol, 25 al de Monte Aguilar y 10 al de Aparrea. Para este estudio se han empleado un microscopio "LEITZ WETZLAR standard WL" y un "OLIMPUS BH-2" equipado este último con equipo microfotográfico "OLIMPUS C-35AD-4". Se han efectuado, además, una serie de contajes modales de algunas de las muestras mediante un ábaco-contador "J. SWIFT".

A continuación se describen las principales características petrográficas observadas en las cerámicas de los poblados estudiados.

### **Monte Aguilar**

En orden relativo de abundancia, se han reconocido los siguientes constituyentes:

**Matriz.** Forma la pasta de la cerámica donde se integra el resto de los constituyentes. Su proporción es variable situándose normalmente entre el 75% y 85%.

**Desgrasantes.** La proporción y naturaleza de estos componentes es variable dependiendo de la muestra estudiada. Corresponden tanto a fragmentos monominerálicos como a fragmentos poliminerálicos (mayoritariamente fragmentos de roca).

**Fragmentos monominerálicos.** constituidos principalmente por cuarzo con morfologías desde angulosas a subredondeadas y talla variable, entre 0.05 mm y 0.5 mm de forma habitual.

**Fragmentos poliminerálicos.** entre los que destacan:

*Rocas calcáreas:* constituido por calizas micríticas fosilíferas. Presentan bordes angulosos y tamaños mayores que los desgrasantes previamente descritos, normalmente de 0.4 a 0.7 mm (Lámina 2B).

*Rocas sedimentarias detríticas* de grano muy fino-fino (lutitas y grauvas). Presentan formas elongadas a favor de la superficie de estratificación y con bordes rectos. Corresponde a los desgrasantes de tamaño de grano mayor (próximo a 1 mm de media), así como los más abundantes en la mayoría de las cerámicas estudiadas (Lámina 1A, 1B, 2C).

*Chamotas* de difícil identificación por sus semejanza con algunos desgrasantes de naturaleza detríticas. Generalmente corresponde a granos más equidimensionales e igualmente de bordes rectos, de aspecto más oscuro y presencia de fracturación/porosidad irregular. Su presencia es ocasional (Lámina 1C, 1D, 2A).

*Rocas metamórficas* (cuarcitas impuras) de morfología tanto angulosa como subredondeada, presentan tallas similares a los fragmentos detríticos (Lámina 2C).

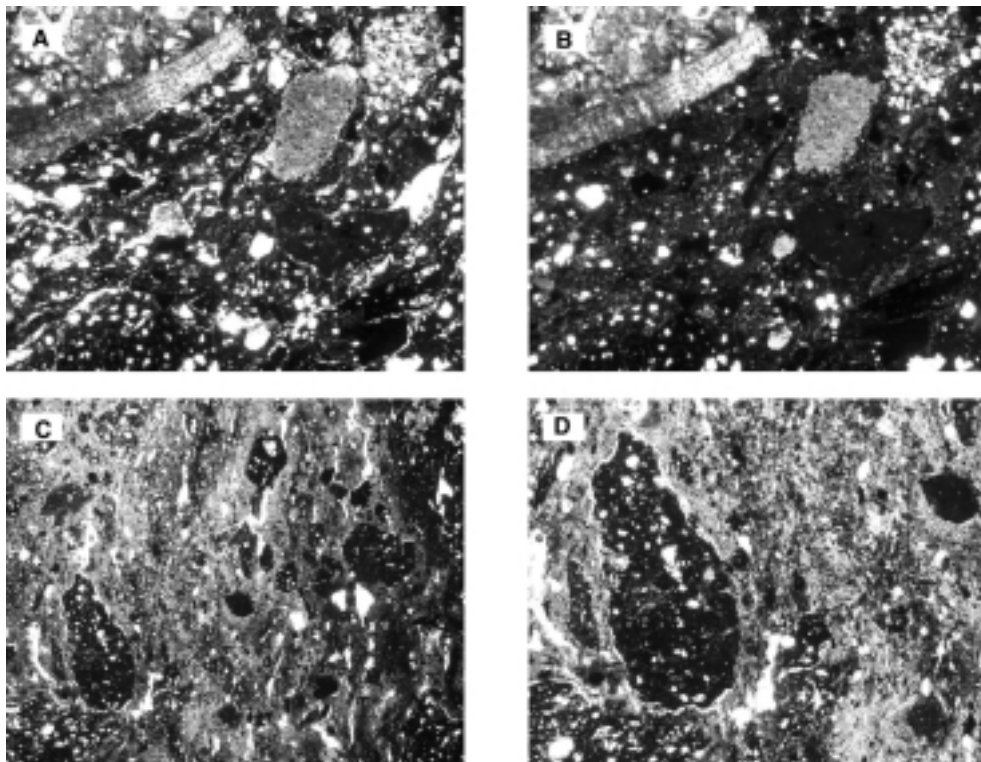


Lámina 1. **A)** Imagen microscópica representativa de la cerámica del yacimiento de Monte Aguilar. Nótese la presencia de desgrasantes de diversa naturaleza (sedimentarios y metamórficos), de composición calcárea y silícea. Muestra MAG-12, nícoles paralelos, x25 (ancho de foto: 3.25 mm). **B)** Idem a la anterior. Muestra MAG-12, nícoles cruzados, x25 (ancho de foto: 3.25 mm). **C)** Cerámica representativa del yacimiento de Monte Aguilar, sobre la que se ha utilizado como desgrasante material cerámico (chamota). Muestra MAG-15, nícoles paralelos, x25 (ancho de foto: 3.25 mm). **D)** Detalle de la chamota empleada como desgrasante en la cerámica de Monte Aguilar. Muestra MAG-15, nícoles paralelos, x50 (ancho de foto: 1.64 mm).

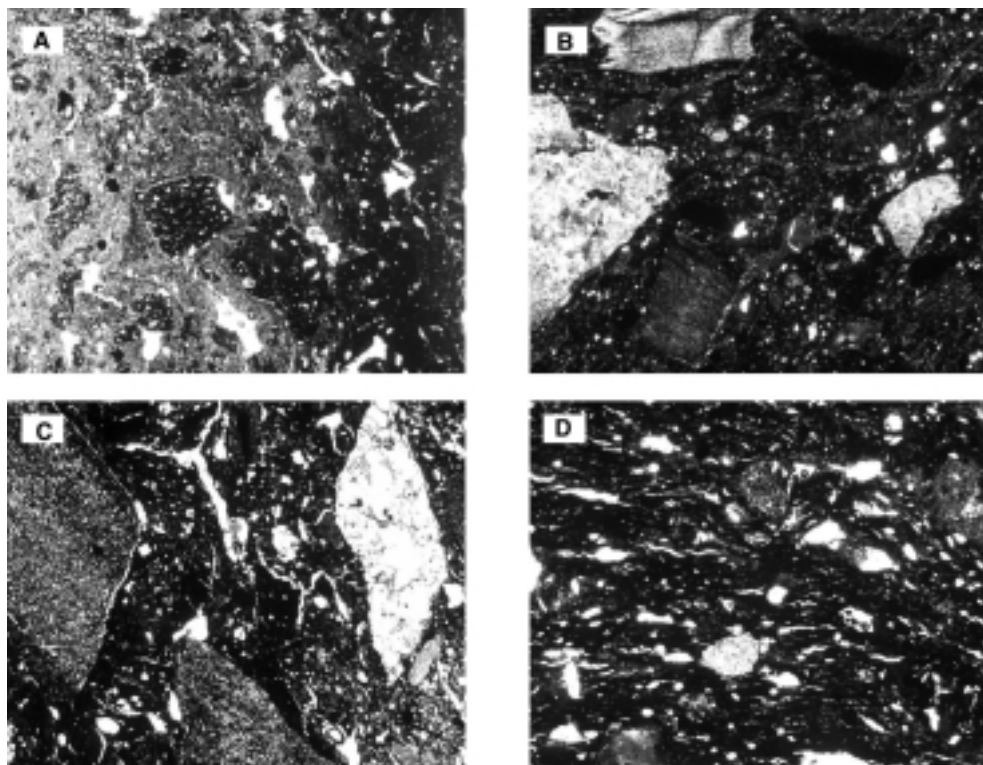


Lámina 2. **A)** Vista microscópica en sección transversal de una de las muestras de cerámica del yacimiento de Monte Aguilar; nótese la semejanza textural y de color del borde externo de la cerámica y las chamotas empleadas como desgrasante en su confección. Muestra MAG-15, nícoles paralelos, x25 (ancho de foto: 3.25 mm). **B)** Detalle de los desgrasantes pétreos utilizados en la elaboración de la cerámica de Monte Aguilar: detalle de fragmentos de naturaleza calcárea. Muestra MAG-13, nícoles cruzados, x25 (ancho de foto: 3.25 mm). **C)** Detalle de los desgrasantes pétreos utilizados en la elaboración de la cerámica de Monte Aguilar: detalle de fragmentos silíceos de naturaleza sedimentaria y metamórfica. Muestra MAG-13, nícoles paralelos, x25 (ancho de foto: 3.25 mm). **D)** Imagen mostrando la porosidad que caracteriza a muchas de las cerámicas del yacimiento de Monte Aguilar Muestra MAG-25, nícoles paralelos, x50 (ancho de foto: 1.64 mm).

**Otras observaciones.** En estas cerámicas se han reconocido huecos de geometrías variables, en escasa proporción (menor del 6 %). La mayoría de ellos corresponde a la fracturación de las cerámicas. Con frecuencia, en torno de algunos desgrasantes añadidos (quizás chamota) se observa la desunión de la masa cerámica y el desgrasante debido a un diferentes comportamiento termo-reológico durante la cocción.

## Aparrea

Al igual que en el caso anterior se describen a continuación los elementos constituyentes de las cerámicas en orden correlativo de abundancia:

**Matriz.** Forma la pasta de la cerámica donde se integra el resto de los constituyentes. Su proporción es variable situándose normalmente entre el 60% y 75%. En algunas muestras se observan texturas fluidales bien desarrollados, lo que indica un cierto grado de elaboración en la cerámica.

**Desgrasantes.** Se reconocen tanto mono como poliminerálicos.

*Fragmentos monominerálicos.* constituidos básicamente por cuarzo con morfologías desde subredondeadas a angulosas, con predominio de estas últimas. La talla media de este componente es de 0.4 mm. Otros desgrasantes monominerálicos identificados corresponde a fragmentos de minerales de origen ígneo, fundamentalmente feldespato potásico y albitas, que a veces presentan lamelas de exsolución (Lámina 3A).

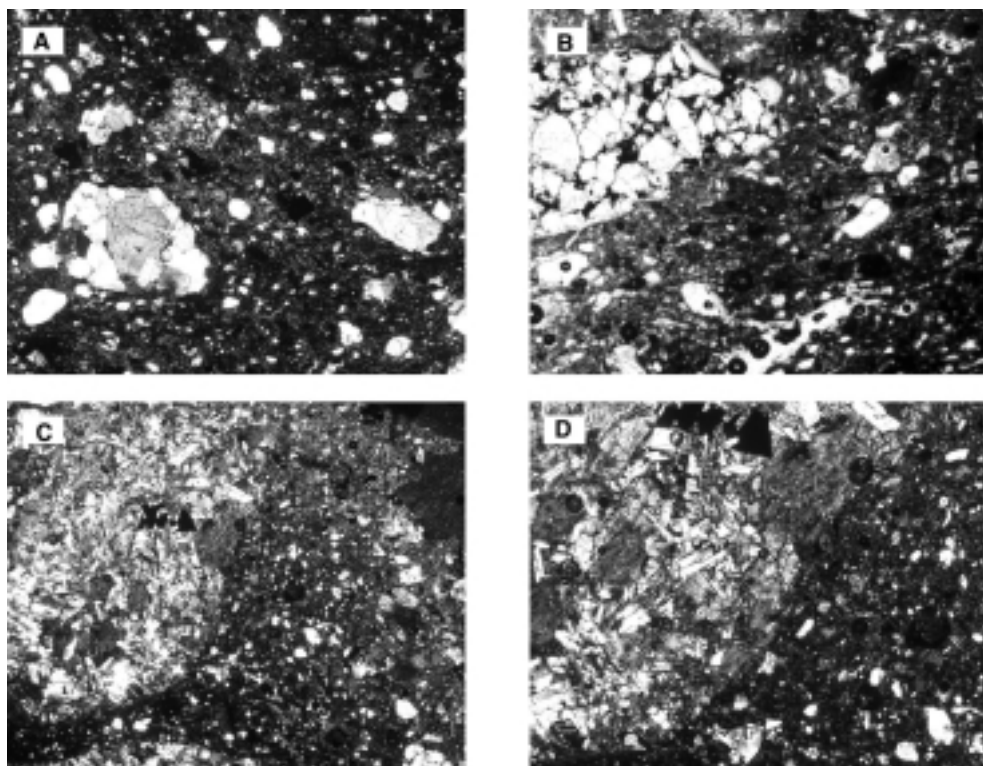


Lámina 3. **A)** Imagen microscópica representativa de la cerámica del yacimiento de Aparrea, en la que además de la textura de la pasta cerámica se observa la presencia de desgrasantes tanto mono- como poliminerálicos de naturaleza eminentemente silíceo (cuarcítica). Muestra APA-9, nícoles cruzados, x50 (ancho de foto: 1.64 mm). **B)** Otra imagen de la cerámica hallada en Aparrea, mostrando desgrasantes siliciclásticos (rocas sedimentarias detríticas silíceas). Muestra APA-1, nícoles paralelos, x50 (ancho de foto: 1.64 mm). **C)** Aspecto textural de la cerámica del yacimiento de Sansol en la que destacan los desgrasantes pétreos de naturaleza magmática (fragmentos de ofitas). Muestra MA-19, nícoles cruzados, x25 (ancho de foto: 3.25 mm). **D)** Detalle del desgrasante ofítico de la fotomicrografía anterior. Muestra MA-19, nícoles cruzados, x50 (ancho de foto: 1.64 mm).



En varias muestras se ha reconocido la presencia de cuarzo autigénico (siempre de forma accidental) con la presencia de material evaporítico en forma de inclusión.

*Fragmentos poliminerálicos.* destacan principalmente los de naturaleza silíceas, ya sea de origen sedimentario (fragmentos subredondeados de chert de hasta 1.5 mm de tamaño) o de origen metamórfico: cuarcitas impuras, clastos de morfología variada de hasta 2.2 mm (Lámina 3B, C, D). Esporádicamente se han observado también fragmentos de rocas calcáreas (calizas micríticas) de tamaño inferior a 1 mm.

**Otras observaciones.** En estas cerámicas se han reconocido huecos de geometrías variables, en escasa proporción. La mayoría de ellos corresponde a la fracturación de las cerámicas. En ocasiones se ha observado relleno secundario de las fracturas por calcita.

Con menor frecuencia se han observado fragmentos de fósiles (bioclastos) silicificados, a veces fragmentos de espículas de esponjas (?) y de foraminíferos.

En ocasiones se han observado minerales de alteración tales como epidotas y cloritas, pseudomorfizando alguna vez fases ferromagnesianas de alta temperatura (plagioclasa, y probablemente piroxeno)

También se ha observado la presencia de minerales pesados (turmalina) en laguna de las muestras estudiadas.

## Sansol

Los componentes de éstas cerámicas consisten básicamente en:

**Matriz.** Forma la pasta de la cerámica donde quedan embebidos el resto de los constituyentes. Visualmente se ha estimado que su proporción gira en torno al 60-70 % en volumen en las diferentes muestras.

**Fragmentos poliminerálicos (fragmentos de roca).** De naturaleza mayoritariamente ígnea, fácilmente reconocible por preservar su textura original subofítica a diabásica o intergranular (MacKenzie et al, 1982). No muestran apenas signos de alteración y están constituidos principalmente por piroxeno (augita), plagioclasa y minerales opacos. En aquellos fragmentos alterados la mineralogía primaria aparece pseudomorfizada por epidota. Su tamaño de grano es variable llegando a alcanzar tallas de hasta 1.5 mm de diámetro, y en su gran mayoría muestran bordes angulosos (Lámina 4B). La proporción estimada visualmente de este tipo de componente varía entre el 20 y 30%. Con frecuencia aparecen fragmentos monominerálicos de augita, debido a la disgregación mecánica de las rocas ígneas.

En este grupo se han incluido las esquirlas de minerales que constituyen las ofitas, siendo el más frecuente el piroxeno y en menor medida la pla-

gioclasa. Estas esquirlas constituyen la mayor parte de este componente y presentan un carácter monomineralico.

Estos fragmentos de roca deben corresponder a las ofitas y diabasas que afloran asociadas con los yacimientos de las arcillas del Keuper (Triásico) en los diapiros próximos a la Cuenca de Pamplona.

De forma ocasional se han encontrado algunos cantos blandos, parcialmente diagenetizados.

**Cuarzo autigénico (“Jacintos de Compostela”).** La presencia de este mineral queda restringida a alguna de las muestras estudiadas, apareciendo de forma accesoria (< 1%). Son cristales idiomorfos aislados de pequeño tamaño, característicos de las facies Keuper del Triásico (Lámina 4A).

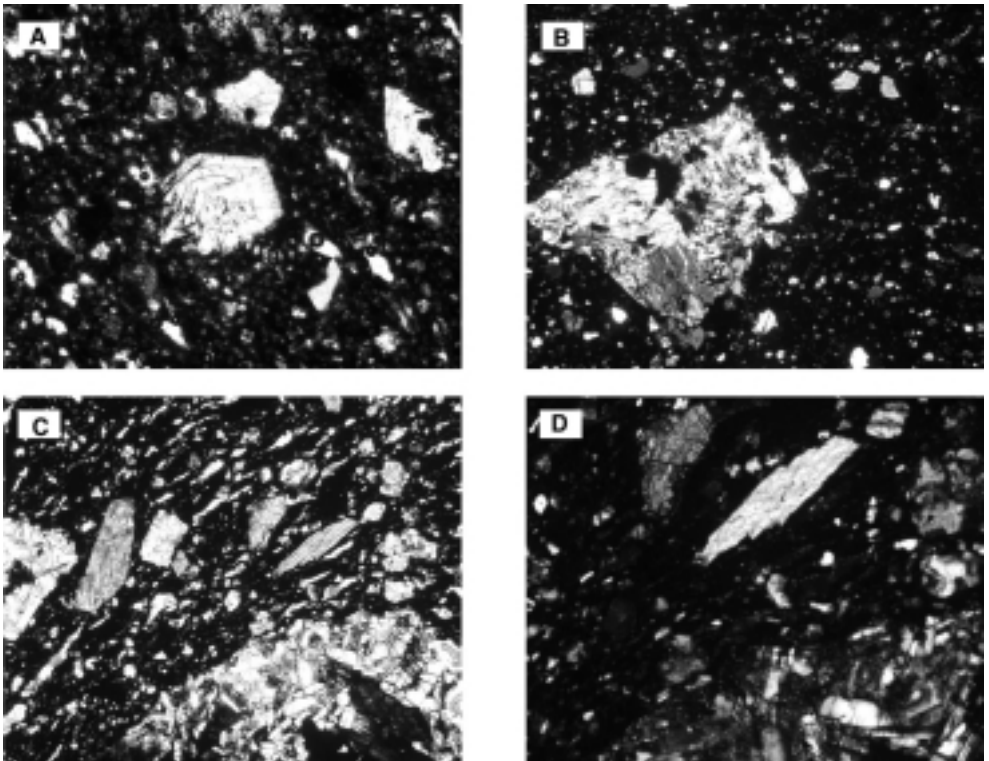


Lámina 4. **A)** Cerámica del yacimiento de Sansol en el que entre la fracción desgrasante se reconoce un fragmento de un cristal idiomorfo de cuarzo autigénico (“Jacinto de Compostela”) con inclusiones de anhidrita, característico de las facies Keuper del Triásico. Muestra MA-10, nícoles paralelos, x50 (ancho de foto: 1.64 mm). **B)** Aspecto al microscopio de un desgrasante polimineralico de naturaleza ígnea, con textura subofítica a diabásica y constituidos por piroxeno (augita), plagioclasa y minerales opacos. Dispersos entre la pasta arcillosa pueden reconocerse fragmentos monomineralicos de piroxeno (esquirlas). Muestra MA-10, nícoles cruzados, x25 (ancho de foto: 3.25 mm). **C)** Presencia de desgrasantes calcáreos formados por cristales de calcita en cerámicas del poblado de Sansol. Muestra MA-2, nícoles paralelos, x50 (ancho de foto: 1.64 mm). **D)** Detalle de uno de los fragmentos desgrasantes formados por calcita en el que se reconocen sus sistemas de exfoliación. Muestra MA-2, nícoles cruzados, x100 (ancho de foto: 0.82 mm).

**Desgrasantes calcáreos.** Unicamente se ha encontrado en dos de las muestras estudiadas pertenecientes al poblado de Sansol, sobre un total de 24. Estos degradantes están formados por cristales de calcita con hábito romboédrico y/o agregados cristalinos de geometrías alargadas a subesféricas (Lámina 4C, D). La cantidad de este desgrasante es ocasional en uno de los casos, mientras que en la otra muestra su presencia es importante, estimándose su proporción en un volumen de más del 20%.

**Otras observaciones.** En estas cerámicas se han reconocido huecos de geometrías variables, en proporción inferior al 3%. Las observaciones petrográficas no permiten deducir con precisión el origen de estas oquedades. En ocasiones muy limitadas se han identificado rellenos tardíos de esta porosidad, generalmente por cuarzo, y rara vez por carbonatos.

## CARACTERIZACIÓN QUÍMICA

Se han realizado 17 análisis químicos de elementos traza de cerámicas seleccionadas de los poblados estudiados, repartidos como sigue: 5 corresponden a Monte Aguilar, 7 a Sansol y los 5 restantes a Aparrea. Los análisis químicos han sido realizados en la Universidad de Granada mediante un ICP-MS.

En la figura 2 se muestran los contenidos en los diferentes elementos. Obsérvese como para la mayoría de estos elementos las cerámicas de Sansol presentan contenidos diferentes a los de los otros dos poblados. Esto es observable en elementos de los diferentes grupos de afinidad química en sistemas geológicos (Litófilos o elementos de radio iónico elevado, p.e. Rb, y Cs; en los Elementos de transición o elementos compatibles, p.e. Sc, V, Co, Ni, Cr; en Elementos de alto potencial iónico, p.e. Th, U, tierras raras ligeras).

Resultados totalmente comparables han obtenido Sesma y Olaetxea (1997, in prep.) para un estudio con un mayor número de cerámicas, donde todas las cerámicas dibujan una distribución normal alejándose de esta campana las procedentes de Sansol (en algunos elementos como el Al, Zn, Ga, K y Rb).

El análisis de los componentes principales del conjunto de las muestras presenta cinco componentes principales, donde los dos primeros factores agrupan el 76.5 % de la varianza (Tabla 1). Estudiando la matriz rotada (Tabla 2) podemos observar la relación que presenta la variación química de los elementos en relación con el resto. Al primer factor contribuyen tanto los elementos de elevado radio iónico (con signo positivo) como los elementos de transición (con signo negativo). Obsérvese que los elementos de las tierras raras con mayor radio iónico (tierras raras ligeras, LREE) contribuyen a este factor. El segundo factor estaría marcado por la variación química de las tierras raras pesadas (HREE) y el Y. El tercer factor esta condicionado por el Sr y Ba, mientras que el cuarto factor esta condicionado por el Zr y Hf, mientras que al quinto factor contribuyen fundamentalmente los elementos invariantes. Estos factores pueden explicarse fácilmente desde el comportamiento de los elementos químicos en sistemas naturales.

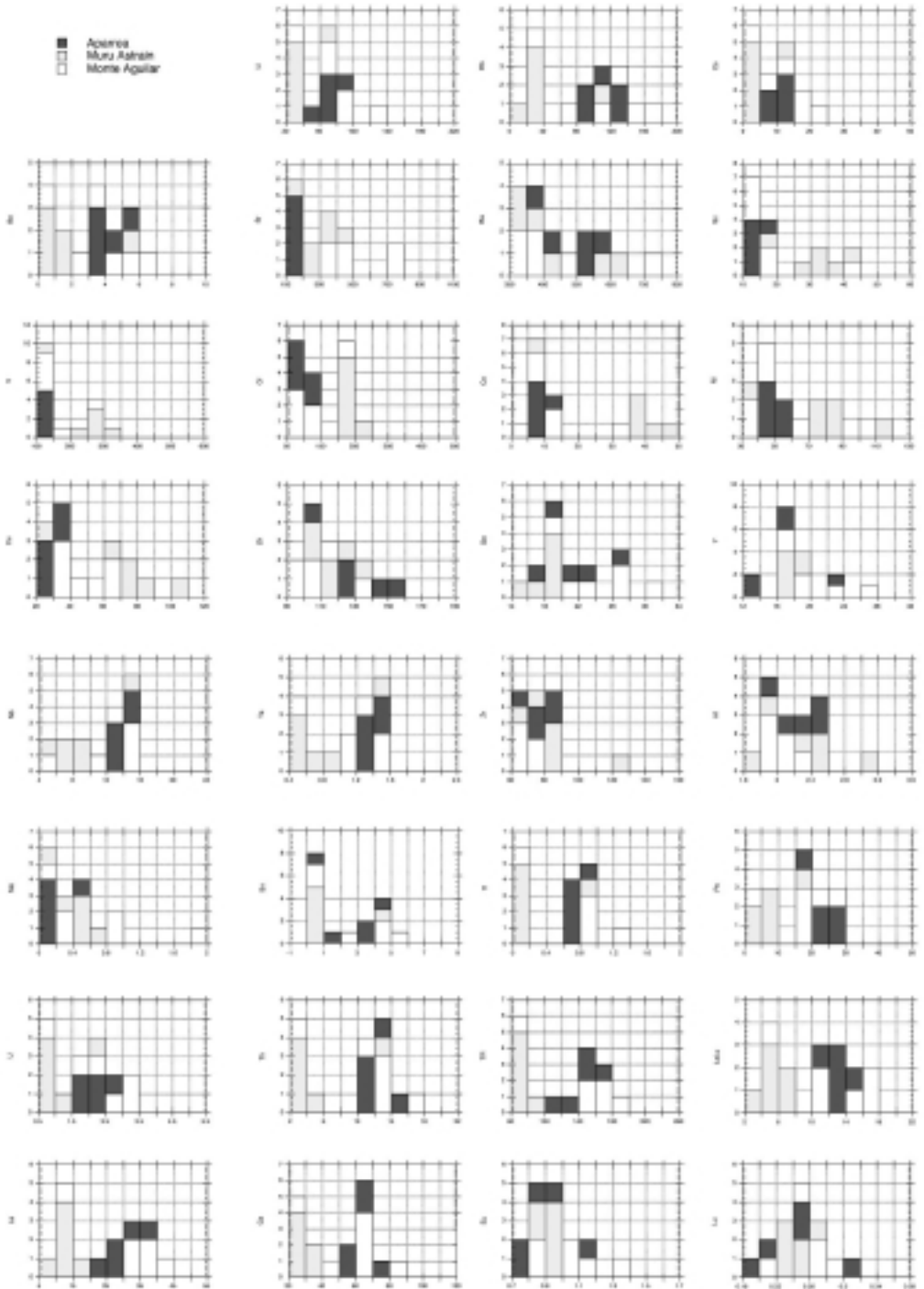
Tabla 1. Componentes principales de la matriz de varianza de la cerámicas estudiadas

	Magnitud	Prop de varianza
Valor 1	20.036	.514
Valor 2	9.79	.251
Valor 3	2.319	.059
Valor 4	2.222	.057
Valor 5	1.684	.043
Valor 6	.98	.025

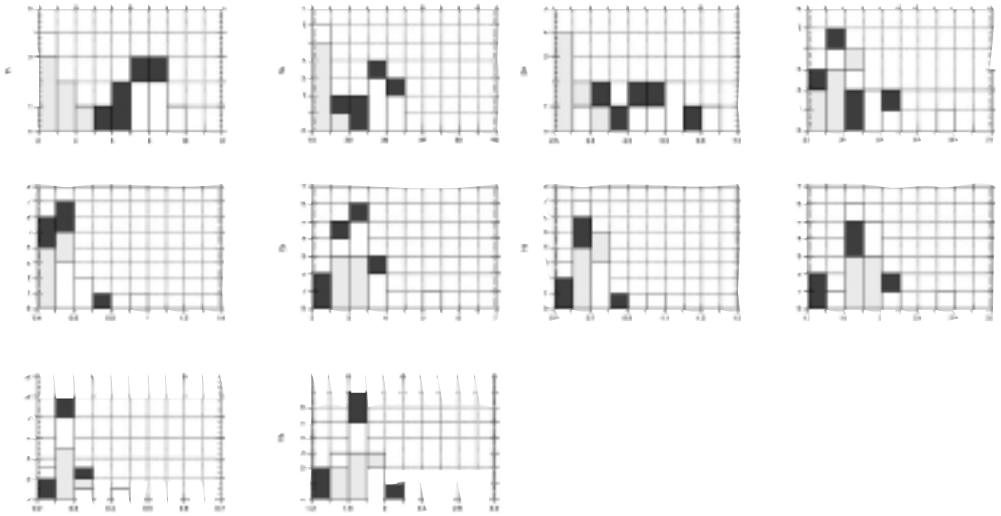
Tabla 2. Matriz rotada (Varimax) del análisis de componentes principales de las cerámicas estudiadas

	Factor1	Factor 2	Factor 3	Factor 4	Factor 5
Li	.829	.192	.341	-.044	.125
Rb	.938	-.154	.112	-.085	.214
Cs	.933	.025	-.147	-.131	.251
Be	.881	.201	-.304	-.169	-.142
Sr	-.099	.212	.662	-.246	.513
Ba	-.097	-.137	.816	.115	-.261
Sc	-.949	.035	.042	.034	.135
V	-.918	.009	-.025	.15	.206
Cr	-.902	-.026	-.178	.051	.061
Co	-.928	.037	.022	.329	.064
Ni	-.923	.142	.058	.058	-.021
Cu	-.883	.06	.283	.071	.191
Zn	.19	-.153	.185	.221	-.693
Ga	.669	.424	-.062	-.097	.305
Y	.1	.967	-.032	.001	.07
Nb	.94	.138	-.167	.085	-.12
Ta	.954	.089	-.186	.029	-.135
Zr	-.203	.154	-.029	.942	-.007
Hf	-.171	.15	.041	.961	-.021
Mo	.288	-.079	.049	.282	.861
Sn	.805	.093	-.362	-.1	.164
Tl	.892	.171	-.182	-.251	.039
Pb	.971	.056	-.122	.016	-.126
U	.954	-.028	.034	-.03	.143
Th	.981	.048	-.049	-.029	.032
La	.869	.312	.236	.066	.182
Ce	.902	.208	.236	.139	.142
Pr	.861	.365	.221	.06	.14
Nd	.833	.433	.208	.056	.118
Sm	.767	.581	.156	.025	.064
Eu	.152	.948	.09	.125	.092
Gd	.421	.891	.068	-.041	.055
Tb	.311	.944	.008	-.017	-.014
Dy	.072	.993	.013	-.031	-.014
Ho	-.049	.993	-.001	.03	.022
Er	-.121	.978	-.074	.023	-.036
Tm	-.041	.984	-.067	.078	.023
Yb	.012	.983	.038	.09	.024
Lu	.072	.977	-.041	.129	.048

Figura 2. a,b,c. Histogramas con los contenidos en diferentes elementos químicos de las cerámicas de los yacimientos estudiados.



...



El análisis de componentes principales permite diferenciar claramente las muestras de Sansol frente a las de los otros dos poblados estudiados (Figura 3). De manera similar se comportan las muestras de Sansol cuando el número de poblados estudiados es mayor (Sesma y Olaetxea, 1997).

Las variaciones químicas de las cerámicas pueden ser fácilmente estudiadas mediante la observación de diagramas multielementales normalizados, siendo la geometría de la curva indicativa de diferentes procesos (Wilson, 1989).

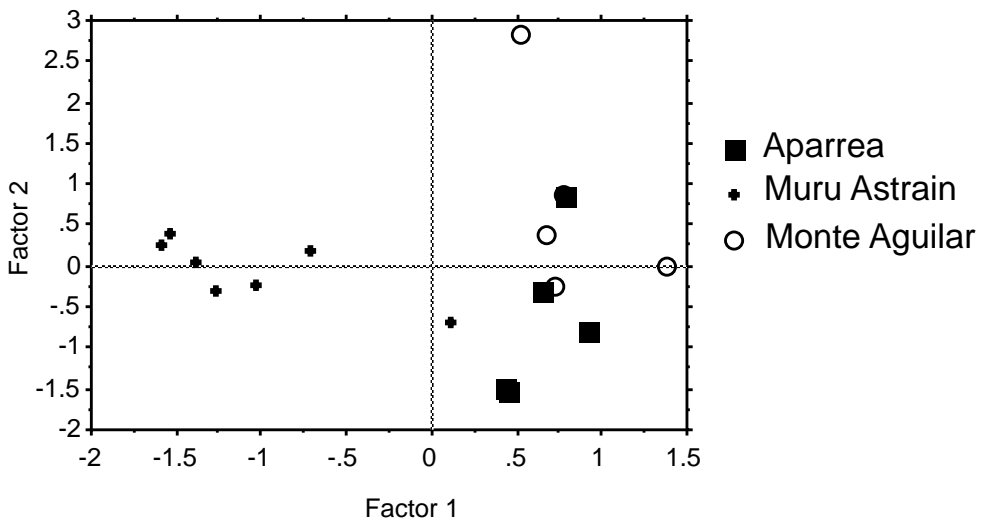


Figura 3. Representación de las muestras estudiadas en función de los factores obtenidos en el análisis de componentes principales.

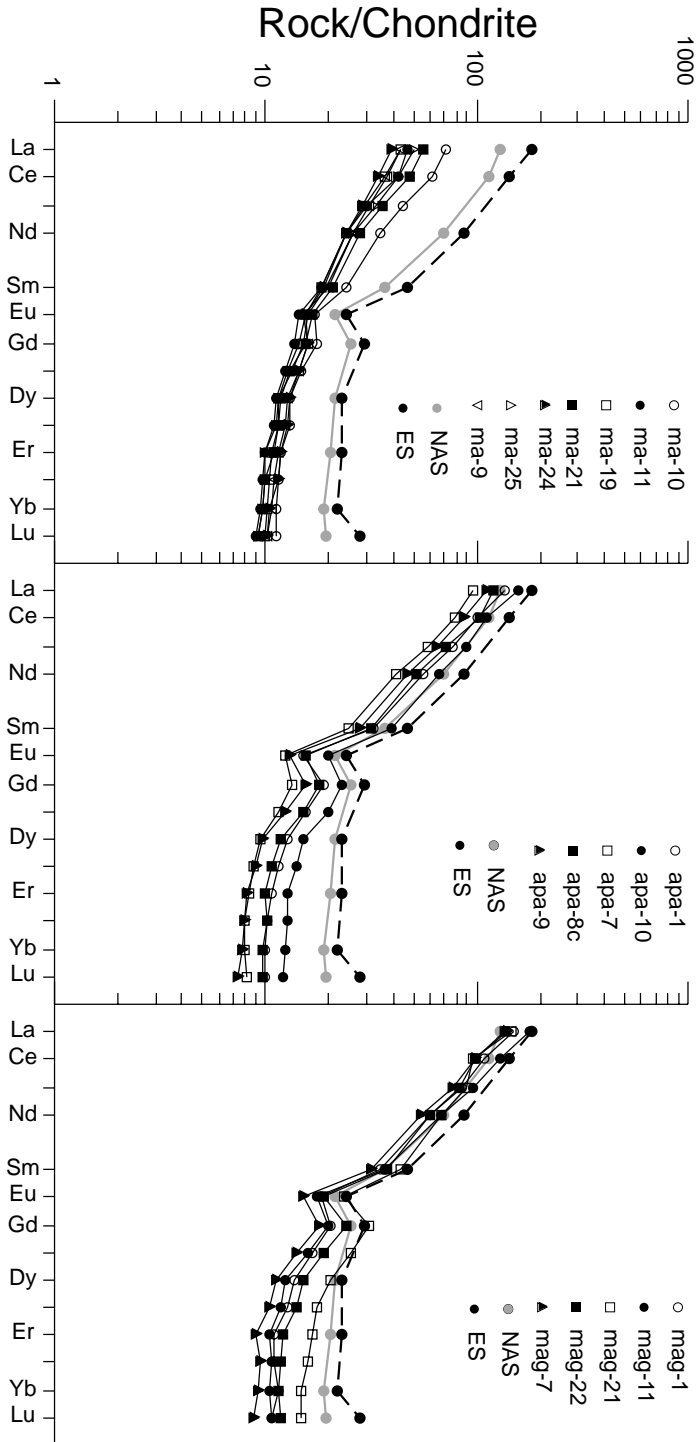


Figura 4. a,b,c. Representación de los contenidos en tierras raras normalizados a condrito de Evensen et al. (1978).

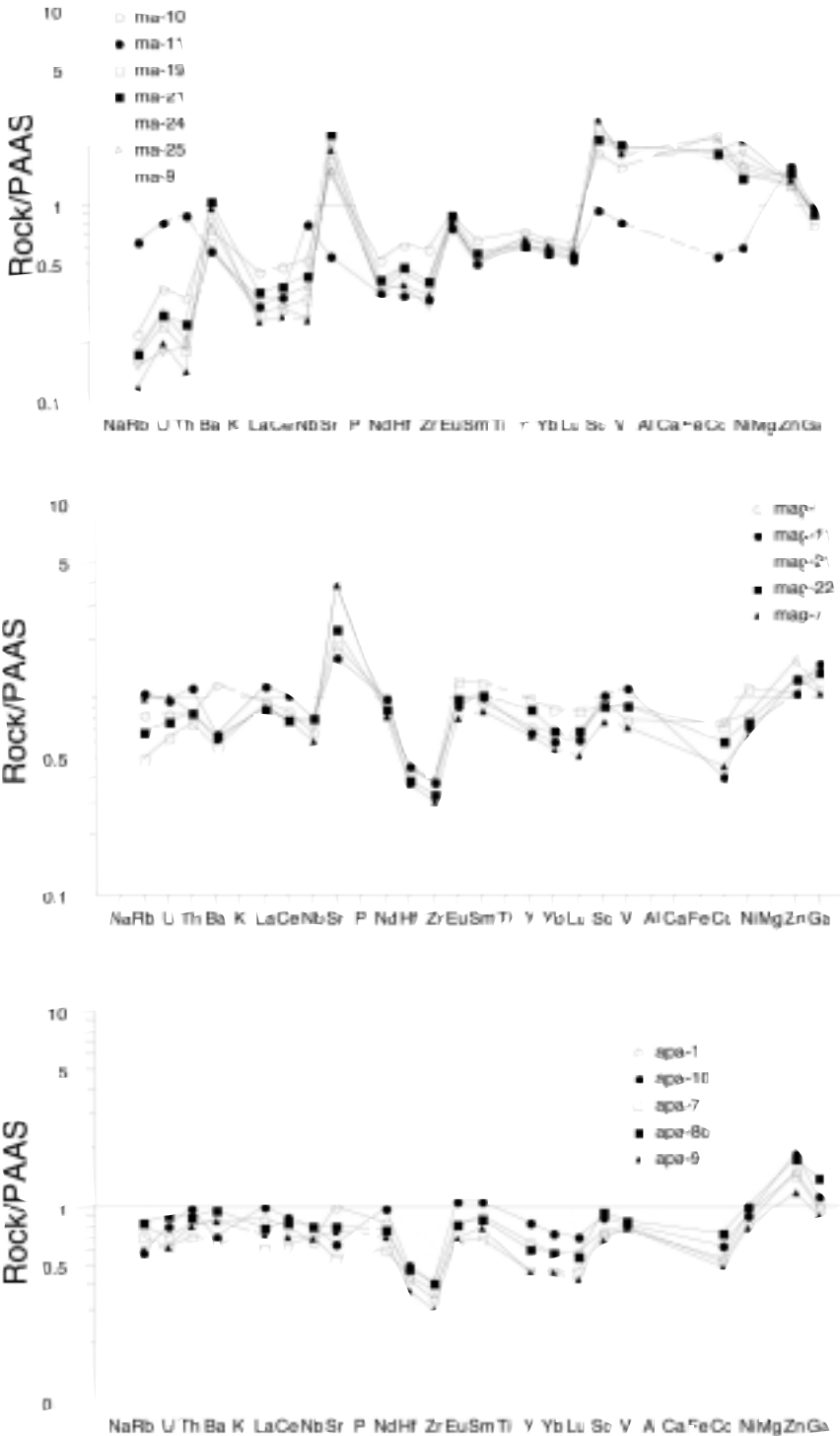


Figura 5. a,b,c. Diagramas multielementales normalizados frente a los valores del PAAS (pizarras post arcaicas de Australia) de Taylor y McLennan (1985).



Las cerámicas de los diferentes poblados presentan características específicas en los diagramas de tierras raras normalizados a condrito (Evensen et al., 1978). Así las muestras de Sansol (figura 4) corresponden a las que menor enriquecimiento en tierras raras presentan, especialmente en tierras raras ligeras. Mientras que las muestras de Aparrea y Monte Aguilar presentan mayores contenidos en tierras raras, y más próximas a los de la mayoría de arcillas naturales (ES: media de las pizarras europeas o NAS media de las pizarras de Norte América; Taylor y McLennan, 1985). Las características de tierras raras son los únicos elementos analizados que permiten separar correctamente las cerámicas de cada grupo mediante el estudio de componentes principales. En la figura 4 la muestra MA-11 se asimila a las cerámicas de Monte Aguilar y Aparrea. Este comportamiento diferenciado de tierras raras es importante, ya que estos elementos son considerados inmóviles en los procesos de alteración de las rocas (Vidal 1990) y por tanto en los procesos postdeposicionales de las cerámicas.

No obstante, el diagrama multielemental de la figura 5 normalizando los valores frente al PAAS (pizarras post arcaicas de Australia) es el que mejor refleja las variaciones químicas en las cerámicas y el que nos permite evidenciar las similitudes y las diferencias entre las muestras de los diferentes poblados. En este diagrama se observan varias peculiaridades reseñables:

Las muestras de Sansol presentan un fuerte empobrecimiento en elementos litófilos frente a la media de las pizarras fanerozoicas. Se observa una anomalía positiva en Sr y fuerte enriquecimiento en elementos de transición. Todas estas características deben estar condicionadas por la naturaleza de los desgrasantes. La naturaleza ofítica de los desgrasantes de estas cerámicas nos indican un enriquecimiento en los elementos más abundantes en las ofitas, es decir elementos de transición debido a la abundancia de fases ferromagnesianas (piroxenos). La presencia de plagioclasa en las ofitas nos permite explicar así mismo, el pico en Sr. Únicamente la muestra MA-11 exhibe características químicas diferentes, más semejantes a las propias de los poblados de Aparrea y Monte Aguilar.

Las muestras de Monte Aguilar y Aparrea ofrecen características químicas muy similares entre sí y muy próximas a la de las pizarras de referencia. Sólo las cerámicas de Monte Aguilar presentan un fuerte enriquecimiento en Sr que debe estar causado por la naturaleza calcárea de los desgrasantes.

## **CONCLUSIONES**

El estudio de cerámicas de varios yacimientos arqueológicos de Navarra, ha permitido reconocer tres etapas Prehistóricas: Bronce Medio-tardío, Bronce Final y I Edad del Hierro, cada una de ellas con unas características propias tanto en las tecnologías de fabricación como en la naturaleza de las materias prima elegidas en la confección de las masas cerámicas.

En cuanto a la metodología aplicada en el estudio de las cerámicas, se constata una total correspondencia entre las observaciones petrográficas de las cerámicas y sus características químicas. La petrografía, mediante la evaluación del grado de elaboración de la pasta cerámica junto con la identificación del desgrasante empleado en su fabricación, nos permite diferenciar los tipos de cerámicas pertenecientes a cada uno de los periodos prehistóricos reconocidos. Estas peculiaridades se traslucen en las características químicas que presentan las diversas cerámicas estudiadas, permitiendo establecer semejanzas/diferencias entre muestras de los diversos yacimientos.

## BIBLIOGRAFÍA

- ARMENDÁRIZ, J. (1991). *Avance del estudio arqueológico de la cuenca media-baja del río Arga (Navarra): prospecciones*. Cuadernos de Sección. Prehistoria-Arqueología. 4. pp. 41-60.
- CASTIELLA, A. (1991-92 a). *Consideraciones sobre el poblado y necrópolis de Sansol (Muru-Astráin, Navarra, Navarra). Campaña de 1988*. Trabajos de Arqueología Navarra. 10. pp. 225-287.
- CASTIELLA, A. (1991-92 b). *Informe de los trabajos arqueológicos realizados en los yacimientos de Allomendi (Salinas) y Machamendi (Ubani)*. Trabajos de Arqueología Navarra. 11. pp. 421-425.
- CASTIELLA, A. (1975). *Cata en el poblado del Hierro de Muru-Astráin*. Noticiario Arqueológico Hispánico. Prehistoria. 4. pp. 199-228
- CASTIELLA, A. (1986). *Nuevos yacimientos protohistóricos en Navarra*. Trabajos de Arqueología Navarra. 5. pp. 133-173.
- CASTIELLA, A. (1988). *Asentamiento protohistórico de Sansol (Muru-Astráin, Navarra). Memoria de excavación 1986-87*. Trabajos de Arqueología Navarra. 7. pp. 145-220.
- CASTIELLA, A. (1990). *Enterramientos en el contexto protohistórico de Sansol (Muru-Astráin, Navarra)*. II Simposio sobre celtíberos. pp. 149-157.
- CASTIELLA, A. (1995). *En los albores de la Historia. La Edad del Hierro*. Cuadernos de Arqueología de la Universidad de Navarra. 3. pp. 185-230.
- EVENSEN, M.M., HAMILTON, P.J., O'NIONS, R.K. (1978). *Rare earth abundances in chondritic meteorites*. Geoch. Cosmoch. Acta, 42, 1199-1212.
- HARRISON, R. (1986-89). *A Bronze Age cultural sequence from Moncín, Borja (Prov. Zaragoza)*. Empúries. 48-50. 384-391.
- HARRISON, R.; MORENO, G. y LEGGE, A.J. (1987). *Moncín: poblado prehistórico de la Edad del Bronce (I)*. Noticiario Arqueológico Hispánico. 29. pp. 7-102.
- HERNÁNDEZ VERA, J.A. (1986). *Difusión de elementos de la Cultura de Cogotas I hacia el Valle del Ebro*. I Coloquio de Historia de La Rioja. Cuadernos de Investigación Histórica. IX. Fasc. 1. pp. 65-79.
- MACKENZIE, W.S., DONALDSON, C.H., GUILFORD, C. (1982). *Atlas of igneous rocks and their textures*. Longman Ed., 148 pp.

- MAYA, J.L. y PETIT, M.A. (1986). *El grupo del Nordeste. Un nuevo conjunto de cerámicas con boquique en la Península Ibérica*. Anales de Arqueología y Prehistoria. 2. pp. 49-71.
- SESMA, J. (1991-92). *Monte Aguilar (Bardenas Reales). 1988-1989*. Trabajos de Arqueología Navarra. 10. pp. 412-414.
- SESMA, J. (1995). *Diversidad y complejidad: Poblamiento de Navarra en la Edad del Bronce*. Cuadernos de Arqueología de la Universidad de Navarra. 3. pp. 147-184.
- SESMA, J. y GARCÍA, M.L. (1993-94). *Monte Aguilar (Bardenas Reales de Navarra). Campañas de 1990-1991*. Trabajos de Arqueología Navarra. 11. pp. 276-280.
- SESMA, J. y GARCÍA, M.L. (1994). *La ocupación desde el Bronce Antiguo a la Edad Media en las Bardenas Reales de Navarra*. Cuadernos de Arqueología de la Universidad de Navarra. 2. pp. 89-217.
- TAYLOR, S.R. y McLENNAN, S.M. (1985). *The continental crust: its composition and evolution*. Backwell, Oxford, 312pp.
- VIDAL, PH. (1980). *L'évolution du Massif Armorican: apport a la geochemique*. Mem. Soc. Géol. Min. Bretagne, 21, 162pp.
- WILSON, M. (1989). *Igneous petrogenesis*. Unwin Hyman, Londres, 466 pp.

