

SERVICIO DE INVESTIGACION PREHISTORICA

DIPUTACION PROVINCIAL DE VALENCIA

SERIE DE TRABAJOS VARIOS

Núm. 45

ANALISIS POR DIFRACCION DE RAYOS X
DE CERAMICAS IBERICAS VALENCIANAS

por

GABRIELA ANTON BERTET



VALENCIA

1973

SERVICIO DE INVESTIGACION PREHISTORICA

DIPUTACION PROVINCIAL DE VALENCIA

SERIE DE TRABAJOS VARIOS

Núm. 45

ANALISIS POR DIFRACCION DE RAYOS X
DE CERAMICAS IBERICAS VALENCIANAS

por

GABRIELA ANTON BERTET



VALENCIA

1973

ISSN 1989-0540

DIPUTACION PROVINCIAL DE VALENCIA — INSTITUCION ALFONSO EL MAGNANIMO
SERVICIO DE INVESTIGACION PREHISTORICA
SECCION DE PREHISTORIA EN VALENCIA DEL PATRONATO SAAVEDRA FAJARDO DEL C.S.I.C.

SERIE DE TRABAJOS VARIOS

Núm. 45



I. S. B. N. 84-300-5.971-7. — Depósito legal V. 4.450-1973

Imp. F. Domenech, S. A. - Mar, 31 - Valencia

NOTA PRELIMINAR

Queremos expresar nuestro agradecimiento al doctor don José Ignacio Fernández Alonso, catedrático de Química Física de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Valencia, en las fechas en que realizábamos este estudio, y actualmente en la Universidad de Madrid, por el consejo y estímulo que en todo momento nos brindó.

A doña Carmen Aranegui, profesor adjunto de la cátedra de Arqueología de la Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad de Valencia y a don Domingo Fletcher, director del Servicio de Investigación Prehistórica de la Excelentísima Diputación Provincial de Valencia, por la ayuda prestada en la aportación y selección de muestras para nuestro estudio y por su colaboración y orientación en la parte arqueológica de este trabajo.

Asimismo, agradecemos a los señores Vila y Vitoria, del Laboratorio de Silicatos del Departamento de Química Física, el consejo e instrucción que nos prestaron durante la parte técnica de este trabajo.

I

INTRODUCCION

En el presente trabajo se pretende lograr un conocimiento más profundo y real del que se tiene actualmente de la composición, cocción, pigmentos y técnicas de elaboración de las cerámicas ibéricas valencianas.

Queremos hacer constar que este estudio no es, en modo alguno, la meta de este tipo de investigación, sino más bien debe considerarse como el comienzo de una posible más estrecha colaboración entre la Facultad de Ciencias y el Servicio de Investigación Prehistórica y la cátedra de Arqueología de la Facultad de Filosofía y Letras.

Hemos dispuesto para nuestro estudio de un conjunto de muestras cerámicas procedentes de «La Serreta» (Alcoy), «La Bastida de les Alcuses» (Mogente) y plaza de la Reina, de Valencia, que nos han sido facilitadas por doña Carmen Aranegui, profesora adjunto de la cátedra de Arqueología de la Facultad de Filosofía y Letras y por el director del Servicio de Investigación Prehistórica de la Excelentísima Diputación de Valencia, don Domingo Fletcher.

Los objetivos que nos hemos propuesto en nuestra investigación son:

- A) Comparar los espectros de difracción de rayos X de las piezas de cada localidad, para conocer si su composición es idéntica o no y, en consecuencia, proceder a establecer su clasificación.
- B) Estudio técnico de las cerámicas grises: temperatura y atmósfera de cocción, etc.
- C) Piezas engobadas: sus características.
- D) Análisis de las muestras arcaizantes.
- E) Composición de los pigmentos.

II

CONSIDERACIONES GENERALES DE LA QUIMICA DE LOS SILICATOS ARCILLOSOS

La materia prima de una pasta cerámica está integrada por:

- A) Un material arcilloso compuesto de silicatos hidratados (caolinita, montmorillonita, illita, cloritas, etc.)
- B) Sílice en forma de cuarzo, bien en estado libre o combinado con la alúmina formando los silicatos.
- C) Hierro en forma de óxidos o silicatos, que actuará coloreando la arcilla, aunque el color puede modificarse por la presencia de titanio, manganeso, etc.
- D) Sales de calcio y magnesio.
- E) Alcalis, que provienen de los feldespatos y forman parte del retículo cristalino de la illita y montmorillonita.
- F) Elementos diversos, como rutilo y materia orgánica.

Cuando se calienta una arcilla, pierde agua de diversos orígenes, que depende del intervalo térmico en que nos encontremos, fenómeno que es preciso para comprender el mecanismo de la transformación de las arcillas. A continuación indicamos los tres tipos de agua contenida por una arcilla.

1. *Agua de absorción o higroscópica.* — No aparece en la fórmula química, pues es el agua retenida por las partículas arcillosas por adherencia.

Esta agua se pierde, sin que se modifique el retículo cristalino, al calentarla a 105-110°C.

2. *Agua de constitución.* — Viene indicada en la fórmula. Se forma por la pérdida de los hidróxilos de la arcilla, cuando se calienta por encima de una cierta temperatura, variable para cada tipo.

El edificio cristalino se modifica considerablemente y la arcilla se vuelve amorfa. El proceso es netamente endotérmico, y la temperatura a que se produce caracteriza los diversos tipos de arcilla.

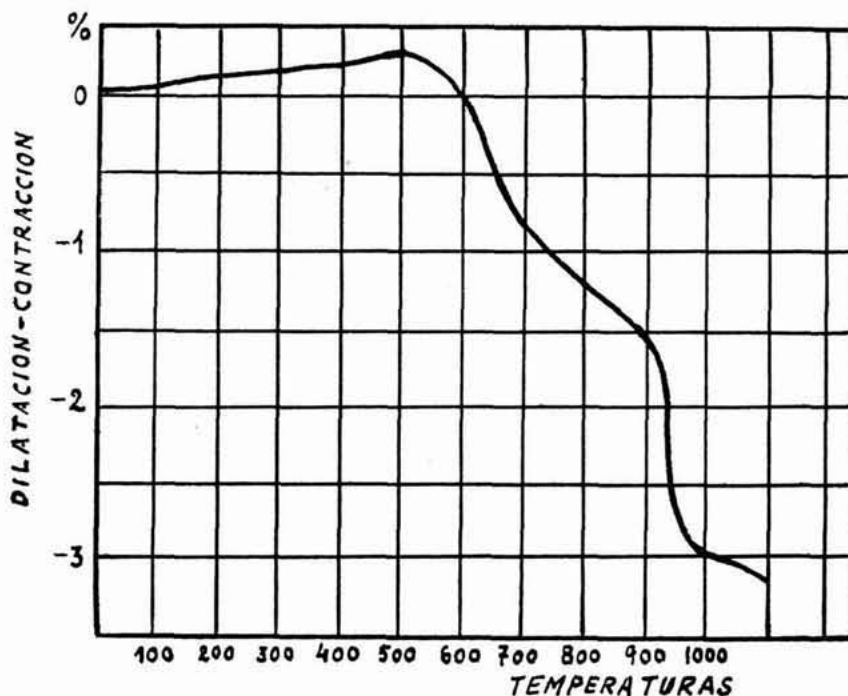


Fig. 1.—Variación de longitud de la Caolinita

3. *Agua zeolítica.* — No existe más que en cierta clase de arcillas y ocupa los huecos simétricos que quedan entre los átomos. Sólo se pierde a temperaturas superiores a los 120°C. con ligera modificación del retículo cristalino. Se indica en la fórmula con nH_2O .

Al calentar una arcilla caolinítica a 110°C., pierde el agua higroscópica, lo que provoca una contracción. Al seguir calentando y en virtud de una reacción endotérmica sufre una dilatación regular hasta una temperatura entre 450 y 600°C., correspondiente a la pérdida del agua de constitución de la caolinita, y una contracción rápida (fig. 1).

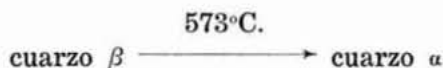
A partir de 600°C., hay una inflexión y la contracción es menos rápida; a esa temperatura, tenemos la descomposición de sulfatos. Se admite que hay primero una disociación de la caolinita, en SiO_2 y Al_2O_3 , con formación inmediata de un silicato anhidro o metacaolín $2\text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ amorfo.

La sílice libre, que junto con la arcilla es la materia prima más importante de las pastas cerámicas, se presenta casi siempre en forma de cuarzo; además, existen sus formas cristalinas de tridimita y cristobalita.

Las tres formas cristalinas y sus estados polimórficos, son estables a diferentes intervalos de temperaturas.

Junto a las formas cristalinas y sus estados polimórficos, deben citarse las sílices amorfa y vítrea.

El cuarzo sólo es estable hasta 870°C., y en este rango de temperatura experimenta la transformación:



La tridimita, cristobalita y sílice vítrea son inestables por encima de 870°C.

Si se calienta el cuarzo por encima de 870°C., no pasa directamente a tridimita, sino que primeramente se forma un vidrio síliceo amorfo.

Hacia 800°C., el metacaolín antes mencionado, experimenta una contracción importante, con un punto de inflexión a 930°C., y entre 950° y 1.000°C. una débil contracción, con una reacción exotérmica brutal y de corta duración que para muchos supone la formación de mullita, y para otros la de alúmina γ , que reacciona enseguida para formar mullita:



La sílice liberada, queda en forma amorfa, pero la mayor parte formará con las impurezas (fundentes) un vidrio complejo que englobará a la mullita.

Es importante señalar que las sales ferrosas presentan carácter básico energético y son capaces de formar silicatos; las férricas de carácter ácido, no reaccionan con la sílice libre.

Los feldespatos se emplean como fundentes en los procesos cerámicos. Existen tres tipos fundamentales:

Feldespato potásico...	...	$K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$ (ortoclasa)
Feldespato potásico férrico ...	$K (AlFe) Si_3O_8$	(ortoclasa férrica)
Feldespato sódico ...	...	$Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$ (albita)
Feldespato cálcico ...	...	$CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$ (anortita)

Los tres presentan varios estados polimórficos y pueden formar cristales mixtos, por lo que su comportamiento frente al calor es intermedio respecto a los cristales puros.

Generalmente, inician su descomposición a 1.160°C. y la terminan a 1.290°C.

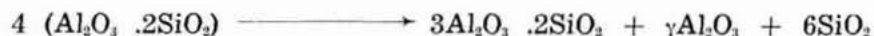
En cuanto a los minerales micáceos, como la illita, pierden agua en el intervalo 200-600°C., manteniendo su carácter micáceo hasta su total destrucción a 850°C., con formación de una espinela en virtud de su contenido en magnesio, $MgAl_2O_4$.

En resumen, podemos decir que los cambios que se producen en una arcilla cuando se calienta, se deben a:

1. Reacciones de descomposición a temperaturas relativamente bajas: de una parte, se produce el desmoronamiento de los minerales de la arcilla por pérdida de sus grupos OH^- ; de otra, reacciones entre los componentes básico, sílice y alúmina de la arcilla. Asimismo, inician su descomposición los carbonatos.

Además ocurren los procesos denominados de oxidación de la pasta, que hacen referencia a la combustión de los compuestos orgánicos que se carbonizan dando otros volátiles y un residuo carbonoso difícil de quemar.

2. Cristalización primaria, en virtud de reacciones en estado sólido; es el período que comienza a partir de los 900°C. En general, tienen lugar reacciones de recombinación, fusión parcial y recristalización. Si la temperatura es suficientemente alta y prolongada, se produce algo de vidrio, mullita primaria y alúmina γ , así como sílice amorfa:



Al calentar el cuarzo por encima de los 870°C. no pasa directamente a tridimita, sino que primero se forma un vidrio sílice amorfo.

3. Este último período, que ocurre entre 1.200°-1.250°C. de formación de líquido, no fue logrado por los ceramistas íberos. El líquido al enfriarse origina vidrios y productos de cristalización secundaria:



III

MUESTRAS ANALIZADAS

A) LOCALIZACIÓN

Disponemos de un número considerable de fragmentos cerámicos encontrados en «La Serreta» (Alcoy), «La Bastida de les Alcuses» (Mogente) y la plaza de la Reina, en Valencia, y puesto que los tres yacimientos son distintos geológica y geográficamente, empezaremos por dar un breve resumen de sus principales características (fig. 2).

1.—*La Serreta (Alcoy)*

Poblado ibérico situado en las proximidades de la ciudad de Alcoy, en la provincia de Alicante, ocupando la cima y laderas del monte de La Serreta, a 1.000 m. s. n. m. Conocido de antiguo, fue comenzado a excavar en 1920, por don Camilo Visado, prosiguiéndose en años posteriores, habiéndose llevado los trabajos últimamente por don Vicente Pascual, director del Museo Arqueológico de Alcoy, y posteriormente el catedrático de Arqueología de la Universidad de Valencia, doctor Tarradell, con la colaboración del citado señor Pascual.

El yacimiento ocupa un área de unos 300 m. de longitud por unos 90 de ancho. Los materiales, obtenidos en gran cantidad, se conservan en el Museo de Alcoy, destacando las ricas cerámicas ibéricas decoradas

con temas florales, zoomorfos y humanos y las inscripciones en alfabeto jónico e ibérico (siete en total), aparte de las abundantes vasijas de importación áticas y suditálicas.

La cronología de este poblado parece alcanzar desde el siglo IV al I a. C.

Existe una amplia bibliografía de este yacimiento, la más importante de la cual reseñamos en el correspondiente apartado.

2.—*La Bastida de les Alcuses (Mogente)*

Se halla situado en la cumbre de un elevado cerro, a 740 m. s. n. m., ocupando una zona de unos 150 m. de anchura por 650 de longitud, estando rodeado de profundos barrancos que sólo permiten el fácil acceso por su parte occidental, por donde aún puede rastrearse un serpenteante camino que llega hasta la primera línea de murallas.

Su existencia era conocida desde principios de siglo, pero no comenzó a excavar hasta 1927, al crear la Diputación Provincial de Valencia su Servicio de Investigación Prehistórica. Los trabajos se suspendieron en 1931, cuando solamente se llevaban excavadas unas 245 habitaciones, equivalentes a una cuarta parte, aproximadamente, del poblado.

Sus materiales son abundantísimos, entre ellos cerámicas ibéricas con decoraciones geométricas, cerámicas de importación de diversas procedencias y momentos, una larga inscripción ibérica sobre plomo, armas, aperos de labranza, etcétera, todo ello «in situ» ya que la ciudad parece que fue abandonada repentinamente, quedando las cosas en su sitio, sin que nadie volviera a recuperarlas. El poblado que ya debía existir a fines del s. V a. C., sería destruido en la segunda mitad del s. IV a. C.

En el apartado correspondiente se detalla la bibliografía más destacada referente a este yacimiento.

3.—*Plaza de la Reina (Valencia)*

En las excavaciones efectuadas por la cátedra de Arqueología de la Universidad de Valencia, con la colaboración del Ayuntamiento de la ciudad, y bajo la dirección técnica del doctor Tarradell, en la plaza de la Reina, frente a la fachada barroca de la Catedral, fueron hallados abun-



Fig. 2

dantes fragmentos cerámicos, en el mismo nivel de las cerámicas romanas republicanas, hecho fácilmente explicable si se tiene en cuenta que la cerámica ibérica siguió fabricándose en la región hasta mucho después de la conquista romana y que gran parte de las vasijas ibéricas de esta

zona son posteriores, no ya al momento de la conquista, en la segunda guerra púnica, a fines del s. III a. C., sino incluso a la misma fundación de Valentia, casi un siglo después.

Es importante señalar que las muestras a estudiar, deben ser del mismo nivel de excavación para que todas se encuentre en igualdad cronológica y que las diferencias observadas no se deban a una variación en la composición de la arcilla, como consecuencia del transcurso del tiempo.

B) TRATAMIENTO DE LAS MUESTRAS Y CLASIFICACIÓN

Entre las piezas analizadas fue preciso hacer una distinción atendiendo al aspecto externo, principalmente al color, no de la superficie, sino de la línea de fractura, en consecuencia establecimos la siguiente clasificación.

1.—*La Serreta*

Grupo A (8)	... ..	Color rojizo.
Grupo B (2)	... ..	Color rosado.
Grupo C (5)	... ..	Color gris.
Grupo D (2)	... ..	Arcaizantes.
Grupo E (6)	... ..	Dos colores en la línea de fractura (rojo y gris).

2.—*La Bastida de les Alcuses*

Grupo A (3)	... ..	Color rojizo.
Grupo B (2)	... ..	Color gris.
Grupo C (6)	... ..	Arcaizantes.
Grupo D (6)	... ..	Pardas.

3.—*Plaza de la Reina*

Grupo A (6)	... ..	Color rosado.
Grupo B (6)	... ..	Dos colores en la línea de fractura (rojo y gris).
Grupo C (3)	... ..	Tres piezas distintas.

Los números entre paréntesis después de cada grupo, indican el número de muestras analizadas.

Todas las piezas ibéricas están fabricadas a torno, y excepto las arcaizantes, son de paredes más o menos delgadas, pero de grano fino. Ninguna tiene esmalte, sino que el motivo ornamental está aplicado sobre la superficie porosa.

Los dibujos son muy simples, geométricos o zoomorfos siempre de color rojizo, aplicados con pincel y compás.

Algunas piezas no presentan dibujo ni adorno, al menos en el fragmento analizado.

Antes de hacer los espectrogramas, las muestras se limpiaron cuidadosamente, raspando las incrustaciones calcáreas que con el tiempo se habían producido y se eliminó el pigmento por medio de una cuchilla de afeitar, para analizarlo después.

Libres de sustancias extrañas y del pigmento, se trituraron en mortero de ágata, y luego se introdujeron en un micromolino RESTCH-MUHLE tipo M. M., donde se mantuvieron treinta minutos, para lograr una pulverización lo más homogénea posible, a fin de evitar errores en la difracción por la orientación preferente.

Las piezas que en su fractura presentaban dos colores muy definidos, se separaron ambos componentes por medio de un esmeril para analizarlos por separado.

Se prepararon, asimismo, algunos portamuestras con agregados orientados en agua que, una vez analizados, se comprobó la inutilidad de estos ensayos, puesto que al ser piezas cocidas y carecer, por tanto de caolinita y montmorillonita, no aparece ningún pico desplazado en el espectrograma del agregado orientado, y éste resulta idéntico al de la muestra en polvo.

Después de los tratamientos previos ya citados, se hicieron los espectros de difracción de todas ellas, así como de los pigmentos y los espectros de fluorescencia de los mismos.

Una vez determinados los espectrogramas de difracción de rayos X, algunas muestras se introdujeron en una mufla SIMON MULLER D. R. P., donde se mantuvieron por un período de dos horas a 1.000°C., con el fin de llegar a la completa descomposición de las calizas, y que apareciesen cristalizaciones de anortita sintética, wollastonita y gelenita, lo que nos permitió diferenciar con más claridad aquellos espectros que en su primera difracción eran dudosos y no resultaba fácil clasificarlos.

IV

TECNICA DE DIFRACCION DE RAYOS X

El análisis por difracción de rayos X de las muestras se realizó utilizando la magnífica instalación de que dispone nuestra Facultad. Se trata de un aparato Philips tipo PW 1.010/30, provisto de un goniómetro tipo PW 1.050.

El tubo utilizado fue el de Cu, cuyas características son:

Tipo con cátodo de cobre	2.5623
Intensidad máxima del filamento... ..	3'8 A
Voltaje máximo del filamento... ..	11'2 V
Potencia máxima.. ...	1 Kw.
Transmisión de la ventana para la radiación	
Cu K α	82 %
Radiación media Cu K α	1.54178 Å

Las condiciones experimentales de trabajo fueron:

Difracción:

Voltaje de alta tensión	40.000 volt.
Intensidad... ..	22 mA.
Voltaje de la rejilla del triodo del contador ...	1.600 volt.
Velocidad del goniómetro	1 grado p. min.
Velocidad del papel	20 mm. p. min.
Constante de tiempo... ..	4.
Factor de multiplicidad... ..	8 $\times$ 1.

Fluorescencia:

Voltaje de alta tensión	40.000 volt.
Intensidad..	22 mA.
Voltaje de la rejilla del triodo del contador ...	950 volt.
Velocidad del goniómetro	2 grados p. min.
Velocidad del papel	22 mm. p. min.
Constante de tiempo... ..	4.
Factor de multiplicidad... ..	64×1 .

La ausencia de picos característicos de la caolinita y la presencia de cuarzo α , en todas las muestras analizadas indican que la temperatura de cocción fue superior a 550°C., punto en el que se verifica la transformación:



Por otra parte, como en todas las muestras no aparece mullita, ello indica que no alcanzaron los 1.200°C., temperatura a la que se produce la reacción:



Estamos, por tanto, en un intervalo térmico caracterizado por la presencia de metacaolín.

V

RESULTADOS EXPERIMENTALES

Como ya hemos indicado anteriormente, el número de muestras analizadas fue de 55 y el de espectrogramas obtenidos de 76. Esto quiere decir que se hicieron uno por muestra menos en aquellos casos en que las muestras presentaban dos coloraciones. A estos debemos añadir, los espectrogramas determinados después de una cocción previa (S. III-4) y los de los pigmentos.

En el apéndice indicamos los espectrogramas más característicos obtenidos.

Con el fin de facilitar la interpretación de los espectrogramas, hemos construido la tabla I, en la que se incluyen los tres picos principales de todas las posibles sustancias que pueden ser componentes de todas las muestras analizadas. Para esta construcción nos hemos basado en los resultados consignados en el libro de Fang y Donald Bloss y en el fichero A. S. T. M.

De entre todos los compuestos que aparecen en las piezas analizadas, hay algunos que se hallan en todas (sílice, illita, rutilo, feldespato), y otros diferenciadores (calcita, óxidos de hierro y anortita) que sirvieron para clasificar las pastas como diferentes o idénticas, en este último caso con diferencia de cocción. Vamos a fijarnos en estas últimas.

TABLA I

DATOS UTILIZADOS PARA LA INTERPRETACION DE LOS ESPECTROGRAMAS DE RAYOS X

Datos de Rayos X:	θ	d	I/I ₀	θ	d	I/I ₀	θ	d	I/I ₀
Compuestos									
Cuarzo α :									
SiO ₂	26'60	3'34	100	20'80	4'26	35'—	50'20	1'80	17
Calcita:									
CO ₃ Ca	29'40	3'03	100	39'40	2'28	18'—	43'40	2'10	18
Dolomita:									
CaMg (CO ₃) ₂	31'—	2'88	100	51'30	1'70	13'50	50'70	1'80	13
Feldespato	27'70	3'20	100	21'90	4'05	35'—	24'20	3'60	25
TiO ₂	25'30	3'50	100	30'70	2'90	90'—	25'60	3'90	80
Fe ₂ O ₃ γ	35'50	2'50	100	62'30	1'48	53'—	30'30	2'90	34
Fe ₂ O ₃ α	33'10	2'70	100	54'20	1'69	60'—	35'60	2'51	50
FeO	41'90	2'20	100	36'—	2'49	80'—	60'70	1'52	60
Illita:									
K-Na-Mg-FeAl-Si-O-H ₂ O	19'80	4'46	100	26'50	3'36	100'—	34'80	2'57	100
Al ₂ O ₃ γ	45'60	1'98	100	6'67	1'40	100'—	37'60	2'39	80
Fayalita-Olivino:									
2 (Fe-Mg) O.SiO ₂	31'50	2'80	100	35'80	2'50	70'—	34'80	2'57	50
Diopsido:									
CaMg (SiO ₃) ₂	29'70	2'90	100	35'30	2'53	40'—	30'80	2'89	30
Gelenita:									
Ca ₂ Al ₂ SiO ₇	31'20	2'80	100	52'20	1'75	35'—	29'—	3'07	25
Wollastonita:									
CaSiO ₃	30'—	2'90	100	23'10	3'83	80'—	25'20	3'52	80
Espinela de Mg.:									
MgAl ₂ O ₄	33'60	2'44	100	24'80	2'02	58'—	65'—	1'40	58
Mica-Paragónito:									
NaAl ₂ (AlSi ₃ O ₁₀) (OH) ₂	35'50	2'52	100	30'20	4'39	90'—	27'90	3'20	80

1. La calcita, Co_3Ca , es un compuesto que se descompone a 650°C .; pero, según sean las condiciones del horno, pueden alcanzarse los 800°C .:



El óxido de calcio libre se combina con los silicatos anhidros, procedentes de la descomposición de la materia arcillosa, para formar silicatos cálcicos o cálcico-magnésicos, si existe magnesia libre (MgO) procedente de la dolomita.

2. El óxido férrico γ (hematites roja), muy frecuente en la Naturaleza, se transforma en el férrico α a 1.000°C ., lo que comprobamos cuando hicimos los espectrogramas de las piezas salidas del horno eléctrico.
3. El óxido ferroso, por no existir en la Naturaleza, nos indicará si la pieza (gris) se ha cocido en atmósfera reductora.
4. Por último, otros compuestos, que junto con los anteriores, nos ayudaron a establecer nuestras hipótesis sobre sus características de cocción, atmósfera del horno, etc., son: la espinela del magnesio, producto de descomposición de la montmorillonita e illita (cuando se desmoronan sus retículos cristalinos a 870°C .) y la anortita sintética, formada a partir del CaO libre y los silicatos anhidros.

Con todos estos datos, vamos a clasificar las piezas de las tres localidades, según sus similitudes de pasta, cocción, etc.

VI

DISCUSION

Con el fin de realizar un estudio sistemático de las muestras analizadas, que nos permita resaltar las semejanzas y desemejanzas que pueda haber, nuestra discusión comprenderá los apartados siguientes:

1. Piezas de La Serreta.
2. Piezas de La Bastida de les Alcuses.
3. Piezas de Valencia.
4. Piezas grises.
5. Piezas engobadas.
6. Piezas arcaizantes.
7. Pigmentos.

1. *Piezas de La Serreta*

En la tabla II se indican los números de las muestras analizadas. A, B, C, D y E indican la clasificación hecha previamente, según lo dicho en la pág. 18. Con * indicamos el grupo a que pertenece cada pieza y con $\square$ que la altura del pico de ese compuesto tiene el valor 100. Las alturas de los picos menores que 100, se indican numéricamente. Esta nomenclatura es aplicable a las restantes tablas.

El análisis de la tabla II pone de manifiesto lo difícil que resulta agrupar las muestras estudiadas dadas las diferencias de los espectrogramas obtenidos.

No obstante, las dividiremos en:

- A) Piezas arcaizantes, de grano grueso y con alto contenido en calcita, siendo ésta, junto con el cuarzo α , los desgrasantes de la pieza.

Su cocción debió realizarse a una temperatura relativamente baja (600-700°C.) puesto que no se descompuso la calcita.

- B) Fragmentos grises —de los que nos ocuparemos más adelante— con algo de óxido ferroso y calcita, lo que hace pensar que la *cocción fue reductora* y a baja temperatura, como en el grupo anterior.
- C) Muestras de color ocre claro, con algo de calcita y diópsido ($\text{CaMg}[\text{SiO}_3]_2$) en bastante cantidad, lo que puede significar una síntesis de este compuesto a partir del óxido de calcio procedente de la calcita y de la magnesia (MgO).
- D) Piezas de color rojizo más o menos acentuado.

Todas tienen óxidos férricos α y γ , a los que deben su color. El óxido férrico α se forma a partir del γ si la temperatura de cocción es suficientemente alta, cerca de 1.000°C.

El contenido en espinela de magnesio, $\text{Al}_2\text{O}_3\text{Mg}$, producto de descomposición de la illita y montmorillonita (870°C.), es, a su vez, más elevado que en las restantes piezas.

- E) En último lugar, tenemos unos fragmentos con aspecto de «emparedado» que, como veremos más tarde, se trata de un engobe.

Las dos porciones, roja y gris, de dichas muestras pueden tener la misma composición (S-26-3 y S-26-6) o distinta (S-26-1).

TABLA II

COMPUESTOS DE LAS PIEZAS PROCEDENTES DE LA SERRETA

	A	B	C	D	E	Calcita	Cuarzo	Gelenita	Diopsido	Al_2O_3 Mg	Fayalita	Feldespato	Illita	$Fe_2O_3 \gamma$	$Fe_2O_3 \alpha$	FeO	Mica	TiO_2
S-23-2			*			30	H	—	—	60	40	40	H	—	—	—	H	H
S-26-7			*			10	H	—	20	—	80	50	H	—	—	H	H	H
S-26-5			*			20	H	—	80	60	H	H	—	—	—	H	H	H
S-26-2			*			70	H	—	—	—	H	H	50	—	—	—	H	H
S-14-1			*			30	H	—	40	60	—	—	H	—	—	—	H	H
S-14-2		*				10	H	—	H	H	—	50	H	H	—	—	H	H
S-26-4		*				50	H	—	80	H	—	30	—	50	—	—	H	H
S-23-3	*					—	H	—	H	—	20	60	H	50	—	—	H	H
S-14-3	*	*				60	H	H	50	60	—	20	70	50	60	—	H	H
S-23-5	*	*				—	H	—	—	60	H	20	80	—	80	—	H	H
S-4-1	*	*				—	H	H	20	40	—	30	70	60	—	—	H	H
S-29-1	*	*				—	H	—	50	H	—	H	—	—	90	—	H	H
S-29-2	*	*				—	H	H	20	60	60	80	80	30	40	—	H	H
S-23-1	*	*				—	H	—	—	70	—	30	60	—	80	—	H	H
S-23-6	*					—	H	H	—	—	—	20	—	—	H	—	H	H
S-26-3 G.					*	20	H	—	50	—	—	H	—	70	—	—	H	H
S-26-3 R.					*	10	H	—	50	—	—	H	—	70	H	—	H	H
S-26-1 G.					*	—	H	H	20	60	—	—	H	40	—	—	H	H
S-26-1 R.					*	10	H	—	20	60	—	—	H	—	90	—	H	H
S-26-6 G.					*	20	H	—	—	—	—	—	H	—	—	—	H	H
S-26-6 R.					*	—	H	—	—	—	—	30	H	20	—	—	H	H
S-14-A				*		H	H	—	—	—	—	—	H	—	—	—	—	H
S-26-8				*		H	H	—	—	—	—	10	H	—	—	—	—	H

ANÁLISIS DE CERÁMICAS IBÉRICAS VALENCIANAS

2. Piezas de La Bastida de les Alcuses

Podemos agrupar todos los fragmentos (tabla III) en:

- A) Grupo formado por cuatro piezas (B-1, B-13, B-14 y B-15), de aspecto externo semejante y con relativa cantidad de calcita y de óxido férrico γ . Son piezas de paredes algo gruesas que debieran ser *cocidas en atmósfera oxidante* y a temperatura no muy elevada.
- B) Otro grupo bien caracterizado lo forman aquellas que por su aspecto visible han sido denominadas arcaizantes (B-3, B-4, B-5, B-11 y B-12), con granos de calcita (desgrasante) apreciables en su línea de fractura y cocidas a baja temperatura, sin que podamos especificar la naturaleza de la atmósfera dado su bajo contenido en óxidos de hierro.

La B-5, pese a tener las mismas características, discrepa algo por su aspecto externo oscuro, debido sin duda a un residuo carbonoso difícil de quemar.

- C) Las B-6, B-7, B-9 y B-10, aunque no se asemejan visualmente sus espectrogramas son bastante similares; seguramente, se trata de pastas iguales, pero cocidas a temperatura distinta.

La B-8, no tiene óxido férrico γ , pero sí α , porque está más cocida que las otras.

- D) Podemos hacer un cuarto grupo con B-2, B-17 y B-16, parecidas entre sí. Son piezas con cierta cantidad de óxidos férricos y apenas calcita. En líneas generales, se asemejan a las de Valencia (grupo 3).

3. Piezas de la plaza de la Reina

Estudiando los componentes de las piezas indicados en la tabla IV, se advierte, que excepto las tres primeras, que forman un grupo heterogéneo, las restantes son muy semejantes y debieron haber sido cocidas en atmósfera oxidante, siendo el cuarzo α el desgrasante de las piezas.

TABLA III

BASTIDA DE LES ALCUSES

	A	B	C	D	Calcita	Cuarzo	Diopsido	Al ₂ O ₃ Mg	Feldespato	Fayalita	Fe ₂ O ₃ γ	Fe ₂ O ₃ α	Illita	FeO	MgO	TiO ₂
B-1				*	50	∩	—	—	40	60	80	—	∩	—	—	—
B-13				*	70	∩	40	—	∩	∩	80	—	∩	—	—	∩
B-14				*	70	∩	40	—	∩	80	∩	—	∩	—	—	∩
B-15				*	40	∩	40	—	30	50	80	—	∩	∩	—	∩
B-10		*			20	∩	∩	∩	80	80	—	—	∩	—	—	∩
B-8	*				20	∩	60	—	60	20	—	∩	∩	—	—	∩
B-9				*	30	∩	20	∩	∩	50	80	—	∩	—	—	∩
B-4			*		∩	∩	—	—	—	—	60	—	∩	—	—	—
B-12			*		∩	∩	—	—	—	—	80	—	∩	—	—	—
B-3			*		∩	∩	—	—	—	—	—	—	∩	—	—	∩
B-11			*		∩	∩	—	—	—	—	—	—	∩	—	—	∩
B-6			*		∩	∩	—	—	—	30	—	—	∩	—	—	∩
B-5			*		∩	∩	—	—	—	30	80	—	∩	—	∩	∩
B-16	*				10	∩	30	∩	80	—	—	∩	∩	—	—	∩
B-17				*	10	∩	30	∩	80	—	90	—	∩	—	—	∩
B-2	*				—	∩	∩	∩	∩	—	∩	—	∩	—	—	∩
B-7		*			20	∩	60	∩	∩	—	—	—	∩	∩	—	∩

ANÁLISIS DE CERÁMICAS IBERICAS VALENCIANAS

El contenido en illita es más alto, en general, que en las muestras de La Serreta, y no hay piezas arcaizantes.

Las piezas de color rosado tienen algo de óxido férrico γ , pero seguramente la temperatura del horno no fue suficientemente alta para que se produjera óxido férrico α , por esta razón, también existe cierta cantidad de calcita.

Los emparedados o engobes presentan tanto entre sí como entre las dos porciones del fragmento, bastantes analogías.

En resumen, todas las piezas deben proceder de pastas de parecida composición, que fueron cocidas en atmósfera oxidante y con cuarzo α como desgrasante.

Las muestras analizadas de esta localidad puede clasificarse en los tres grupos siguientes:

- A) Las de color rosado, tienen cierto contenido en óxido férrico γ y no aparece el α a la vez que poseen cierta cantidad de calcita sin descomponer.
- B) Los emparedados o engobes, tiene tanto entre sí como entre las dos porciones, bastantes analogías, con las diferencias consiguientes a una distinta cocción.
- C) Hay además tres piezas distintas entre sí. Una de ellas debió haber sido cocida a atmósfera reductora, a juzgar por la cantidad de óxido ferroso que posee y debió tener mucha calcita, dada la que aún tiene la gellenita que ha sintetizado.

4. *Estudio de las piezas grises*

Hemos visto anteriormente que aparecen en las tres localidades unas piezas de color gris, más o menos acentuado, que tienen unos espectros diferentes a las demás muestras.

Cabe pensar que estuviesen fabricadas con una pasta diferente o que la cocción fue distinta, aún tratándose de la misma pasta en crudo.

TABLA IV

PLAZA DE LA REINA (VALENCIA)

	A	B	C	Calcita	Cuarzo	Diópsido	Al ₂ OMg	Fayalita	Feldespato	Illita	Fe ₂ O ₃ γ	Fe ₂ O ₃ α	Gelenita	Mica	Dolomita	FeO	TiO ₂
V-B-512	*		*	—	⌘	80	⌘	10	—	⌘	⌘	⌘	—	⌘	—	—	⌘
V-B-510			*	30	⌘	—	⌘	20	—	—	—	—	—	⌘	⌘	—	⌘
V-853			gris	⌘	⌘	⌘	⌘	⌘	—	50	⌘	—	⌘	⌘	—	⌘	⌘
V-C-626			blanca	10	⌘	70	—	10	—	⌘	⌘	—	—	⌘	⌘	⌘	⌘
G.																	
V-C-626				10	⌘	70	⌘	10	—	⌘	—	60	—	⌘	—	—	⌘
R.																	
V-C-615				—	⌘	70	⌘	10	60	⌘	20	20	—	⌘	⌘	—	⌘
G.																	
V-C-615				—	⌘	⌘	⌘	20	60	⌘	⌘	60	—	⌘	⌘	—	⌘
R.																	
V-C-630				30	⌘	—	—	20	70	50	50	—	—	⌘	⌘	—	⌘
G.																	
V-C-630				10	⌘	—	⌘	20	—	50	—	80	—	⌘	⌘	—	⌘
R.																	
V-C-620	*			⌘	⌘	⌘	20	60	⌘	—	—	20	—	⌘	—	—	⌘
V-C-631	*			10	⌘	70	⌘	—	⌘	⌘	70	—	—	⌘	⌘	—	⌘
V-C-628	*			10	⌘	⌘	⌘	—	70	⌘	70	—	—	⌘	⌘	—	⌘
V-C-622	*			10	⌘	50	⌘	10	70	⌘	80	—	—	⌘	⌘	—	⌘
V-C-624	*			10	⌘	⌘	50	⌘	10	70	⌘	60	—	—	⌘	⌘	—

ANÁLISIS DE CERÁMICAS IBÉRICAS VALENCIANAS

Para estudiarlas, además de analizar el espectrograma obtenido directamente de las muestras hemos cocido de nuevo en horno eléctrico a 1.000°C . durante dos horas, las piezas tratadas fueron: S-26-2, S-23-2, S-26-5 y S-23-3. Las tres primeras grises y la última inicialmente rojiza.

Después de analizarlas, por difracción se han obtenido los siguientes resultados (tabla V). Esta tabla difiere de las tres primeras en que aquí no consignamos los valores relativos de los picos, sino únicamente si hay o no el componente correspondiente.

1. Piezas grises antes de cocerlas a 1.000°C .

Tienen las siguientes características:

- A) Están cocidas a baja temperatura, insuficiente para descomponer los carbonatos.
- B) En algunas aparecen los picos del FeO , que implica una cocción reductora, aunque la presencia de dibujos rojizos y una capa externa de color rosado hace pensar que sufrieron una segunda cocción en atmósfera oxidante para fijar el pigmento, puesto que éste (compuesto principalmente de óxido férrico γ) sería negro por formación de Fe_3O_4 si la atmósfera del horno hubiera sido reductora.

2. Tres piezas grises y una rojiza después de la cocción a 1.000°C .
Resultado del análisis:

- A) Las grises cambian de color y se vuelven rojas, la roja, permanece inalterable.
- B) En cuanto a sus espectrogramas, en los de las grises aparecen los picos de los óxidos férricos α y γ , como consecuencia de la oxidación del FeO , y del óxido férrico γ que queda libre a partir de la descomposición de la fayalita-olivino y ortoclasea férrica. También se sintetiza anortita a partir del CaO y de los silicatos anhidros liberados por la materia arcillosa.

El espectrograma de la roja no varía.

TABLA V

COMPONENTES DE LAS PIEZAS GRISES

	Calcita	Cuarzo	Dolomita	Diópsido	Al_2O_3Mg	Fayalita	Feldespato	Gelenita	Illita	FeO	$F_2O_3 \gamma$	$F_2O_3 \alpha$	TiO_2	Wollas- tonita	Clinoen- tatita
S-26-2	*	*	—	—	—	*	*	—	*	—	—	—	*	—	—
S-26-2 cocido a 1.000°	—	*	—	*	*	—	* (*)	*	—	—	*	*	*	—	—
S-23-2	*	*	*	—	*	*	*	—	*	—	—	—	*	—	—
S-23-2 cocido a 1.000°	—	*	—	—	*	—	* (*)	—	—	—	*	*	*	*	*
S-26-5	*	*	—	*	*	*	*	*	—	*	—	—	*	—	—
S-26-5 cocido a 1.000°	—	*	—	*	*	—	* (*)	—	—	—	*	*	*	—	—
S-23-3	*	*	—	—	—	*	*	—	*	—	*	*	*	—	—
S-23-3 cocido a 1.000°	—	*	—	—	*	—	* (*)	—	—	—	*	*	*	*	*

(*) Aumenta la cantidad de feldespato por la cocción.

- C) Desaparece el pico de la calcita en las piezas grises y aparecen los picos de los silicatos sintéticos; gelenita ($\text{Ca}_2\text{Al}_2\text{SiO}_7$), wollastonita (SiO_3Ca) y diopsido ($\text{CaMgSi}_2\text{O}_6$), según el contenido en óxidos cálcico y magnésico de las piezas.
- D) Un hecho importante es que después de la cocción a 1.000°C ., los espectros de S-23-3 (pieza roja inicialmente) y S-23-2 (gris) se igualan visiblemente, lo que indica que ambas pastas tienen la misma composición, y que las diferencias primitivas se debieron a una cocción distinta.

En resumen, las piezas grises no son, al parecer, ni cocciones defectuosas, ni materia prima diferente, sino que simplemente están cocidas a menor temperatura y en atmósfera reductora, con la posible intención de conseguir una coloración distinta de la pieza.

5, *Estudio de las piezas engobadas*

Al hacer la clasificación de las piezas (pág. 18) hemos hablado de algunas en cuya línea de fractura aparecían dos colores claramente delimitados, rojo y gris.

Examinándolas con detenimiento, se observa que:

- A) El color rojo aparece en medio de dos porciones grises (S-26-1) o en la parte interna del fragmento (S-26-6).
- B) La capa gris está emparedando a la roja (S-26-1) o a continuación de la roja y hacia fuera, pero el exterior de la muestra presenta un color rosado con motivos ornamentales en rojo.

Haciendo los espectrogramas de las dos partes (roja y gris) y de la capa externa del fragmento, de color rosado, se encuentra que:

1. La parte roja debió cocerse a temperatura más alta, porque tiene óxido férrico α y un menor contenido de calcita o total carencia, que la gris.
2. La capa gris, debió cocerse a temperatura menor (contiene calcita).

3. La parte externa del fragmento, de color rosado, tiene la misma composición que la gris, pero además contienen óxidos férricos y anortita sintética.

De todo esto, se deduce que las diferencias no pueden deberse a un gradiente térmico decreciente hacia el interior del fragmento, porque de ser así, la capa roja debería hallarse en el exterior de la pieza por ser la más cocida.

Aventuramos como explicación más factible, la siguiente:

1. Se coció primero la capa roja en atmósfera oxidante y a bastante temperatura.
2. Después se engobó por ambos lados (S-26-1) formando la parte gris de la pieza y se coció a menor temperatura.
3. La naturaleza de la capa externa de color rosado puede interpretarse según las dos formas siguientes: Una de ellas, consiste en suponer que está constituida por la misma pasta que la gris, en la que la parte más externa, por el hecho de serlo, se coció a una temperatura mayor que el resto de la masa. En favor de esta hipótesis diremos que al cocer nosotros de nuevo la pasta gris a 1.000°C., el espectrograma obtenido a continuación fue similar al de la porción rosada externa.

La otra explicación consiste en suponer que se aplicó a continuación de la capa gris una película arcillosa de menor tamaño de partícula que el resto de la masa, obtenida por decantación de la suspensión arcillosa en agua, y que al ser cocida, lo hizo con una mayor rapidez debido a su tamaño de partícula menor, llegando incluso a conseguir las primeras cristalizaciones sintéticas de anortita.

De las dos hipótesis, nos inclinamos por la primera, pues en el segundo caso se debiera haber producido un barniz como el que recubre la terra sigillata. Si hubiéramos determinado el tamaño de partícula de las piezas, esto nos ayudaría a dilucidar la cuestión.

Cociendo en horno eléctrico a 1.000°C. las dos muestras roja y gris de las siguientes piezas: S-26-3, S-26-1, V-C-615 y V-C-630, se observa que:

1. En todas ellas, la capa gris toma color rojo (estaba por tanto menos cocida).
2. La roja queda como estaba o se oscurece algo (fueron cocidas a la misma temperatura aproximadamente).
3. El espectrograma de la gris, concuerda bastante con el de la capa rosada del exterior.

En cuanto a la comprobación de que la pasta que integra ambas capas sea la misma o no, se efectuó mediante la comparación de los espectros de difracción antes y después de su cocción a 1.000°C. en horno eléctrico.

1. La S-26-3 (roja y gris), está formada por la misma pasta, puesto que las diferencias que existían entre las dos capas debidas a una cocción distinta, desaparecen al cocerlas en horno eléctrico durante dos horas a 1.000°C.
2. La S-26-1 (roja y gris), está formada por dos pastas diferentes a saber:

S-26-1 roja después de cocida a 1.000°C. sintetiza dióxido a partir de los óxidos de calcio y magnesio que dejan libres los carbonatos, más abundantes que en la parte gris.

En cuanto a los engobes de Valencia, ya hemos dicho que todas las piezas son muy semejantes; no obstante, su parte gris tiene menos illita, feldespatos y óxidos férricos, que la parte roja incluso después de su cocción.

En resumen, todas las piezas que su línea de fractura presenta dos colores, rojo y gris, y siempre que el primero está en la parte interna, se trata de un engobe, y por tanto, de una doble cocción con dos pastas iguales o distintas.

6. *Estudio de las piezas arcaizantes*

Hemos dicho que a las piezas que presentan un aspecto tosco, se las denomina arcaizantes.

El espectrograma de todas ellas es muy semejante; gran cantidad de cuarzo α y de calcita, y apenas illita ni feldespato. Es un espectrograma propio de una pasta integrada por una materia arcillosa (principalmente caolinita, porque no hay espinela de magnesio; por tanto no había montmorillonita ni mica), arena y calcita (groseramente molida y en la misma proporción que la arena), haciendo ambas de desgrasante de la pieza.

Se han escogido dos muestras, S-14-A, y B-4, que se introdujeron en el horno eléctrico durante dos horas a 1.000°C., y después se hicieron los respectivos espectrogramas.

Con ellos se comprueba, una vez más, que están formadas por sílices y que la calcita desaparece después de la cocción, apareciendo en su lugar los picos de los silicatos cálcicos sintéticos; gelenita y wollastonita. Además, la S-14-A, tiene una cierta cantidad de CaO, como consecuencia de la descomposición de los carbonatos y carece de óxido de titanio y de illita, y tampoco sintetizó anortita después de su cocción a 1.000°C. La B-4 es algo diferentes, contiene illita y algo de óxidos de hierro, y no aparece CaO tras su cocción a 1.000°C.; en cambio, sintetizó anortita, gelinita y wollastonita y queda libre algo de alúmina γ .

Se trata como hemos dicho de piezas de composición y fabricación distinta, materia prima formada casi exclusivamente por caolinita y calcita junto con arena poco molida. Fueron cocidas a baja temperatura, superior no obstante, a los 550°C., porque no se encuentra caolinita en ninguna de ellas.

7. Pigmentos

La decoración de los fragmentos analizados, de color ocre, es muy simple, a base de motivos geométricos (líneas en zig-zag o semicircunferencias concéntricas) y zoomorfos (caballitos).

Debió aplicarse seguramente con pincel o compás y después se coció en atmósfera oxidante porque, de lo contrario, el pigmento sería negro por formación de magnetita (Fe_3O_4).

Para analizarlos, hemos eliminado las impurezas de las piezas raspándolas, y separado el pigmento, se analizó por difracción y fluorescencia, con cristal de FLi.

En la difracción, el ruido de fondo es muy grande, como corresponde a la presencia de un metal pesado en gran proporción; aparecen picos muy intensos de los óxidos férricos α y γ , los demás corresponde a los elementos corrientes de la pasta, debido a que es imposible separar el pigmento sin contaminación alguna de las capas contiguas de la muestra.

En el análisis por fluorescencia, se encuentra fundamentalmente hierro, algo de manganeso y plomo, éstos en tan pequeña cantidad que se les puede considerar como impurezas del hierro.

De todo esto, se deduce que el pigmento es fundamentalmente hematites roja γ que pasa a α dada la elevada temperatura del horno que, según nuestros conocimientos actuales, debió ser del orden de los 1.000°C.

VII

CONCLUSIONES

De todo lo dicho en las páginas precedentes, cabe deducir las siguientes conclusiones:

1.º *La Serreta*

Las piezas analizadas muestran las características siguientes:

- Enorme variedad de las mismas, lo que hace difícil su clasificación.
- Las cocciones debieron realizarse en el rango de temperaturas 550-1.000°C.
- En atmósfera oxidante las piezas rojas, en atmósfera reductora, las grises.
- Piezas con engobe; por tanto, con dos cocciones.
- Piezas arcaizantes, con calcita como desgrasante, poco molidas y debieron cocerse a baja temperatura.

2.º *La Bastida de les Alcuses*

Según sus espectros hemos clasificado cuatro grupos de pastas.

- En general debieron cocerse en atmósfera oxidante.
- Abundancia de piezas arcaicas, con calcita como desgrasante y poco cocidas.
- No hay engobes.

3.º *Plaza de la Reina de Valencia*

Un sólo tipo de pasta, con pequeñas diferencias.

- Desgrasante: sílice (no hay piezas arcaizantes).
- Las piezas rojas debieron haber sido cocidas en atmósfera oxidante.
- Piezas engobadas: por tanto, con dos cocciones.
- En general, todas las piezas debieron ser cocidas a temperaturas más altas que en los dos poblados anteriores.

4.º *Piezas grises*

Las pastas de estas piezas en los tres yacimientos no difieren de las correspondientes a las restantes piezas.

- Debieron ser cocidas a baja temperatura, superior, no obstante, a 550°C.
- Debieron ser cocidas a atmósfera reductora.
- Si tienen pigmento, debió haber una segunda cocción oxidante.

5.º *Piezas engobadas*

Parte interna de color rojo, que debieron haber sido cocidas a mayor temperatura y en atmósfera oxidante.

6.º *Piezas arcaizantes*

- Calcita como desgrasante.
- Poco molidas.
- Cocidas a baja temperatura.

7.º *Pigmentos*

- Fundamentalmente, óxidos férricos.
- Cocidos en atmósfera oxidante.
- Temperatura elevada, que debió alcanzar los 1.000°C. aproximadamente.
- Manganeso como impureza.
- Trazas de Ti, Pb y otros elementos.

VIII

BIBLIOGRAFIA

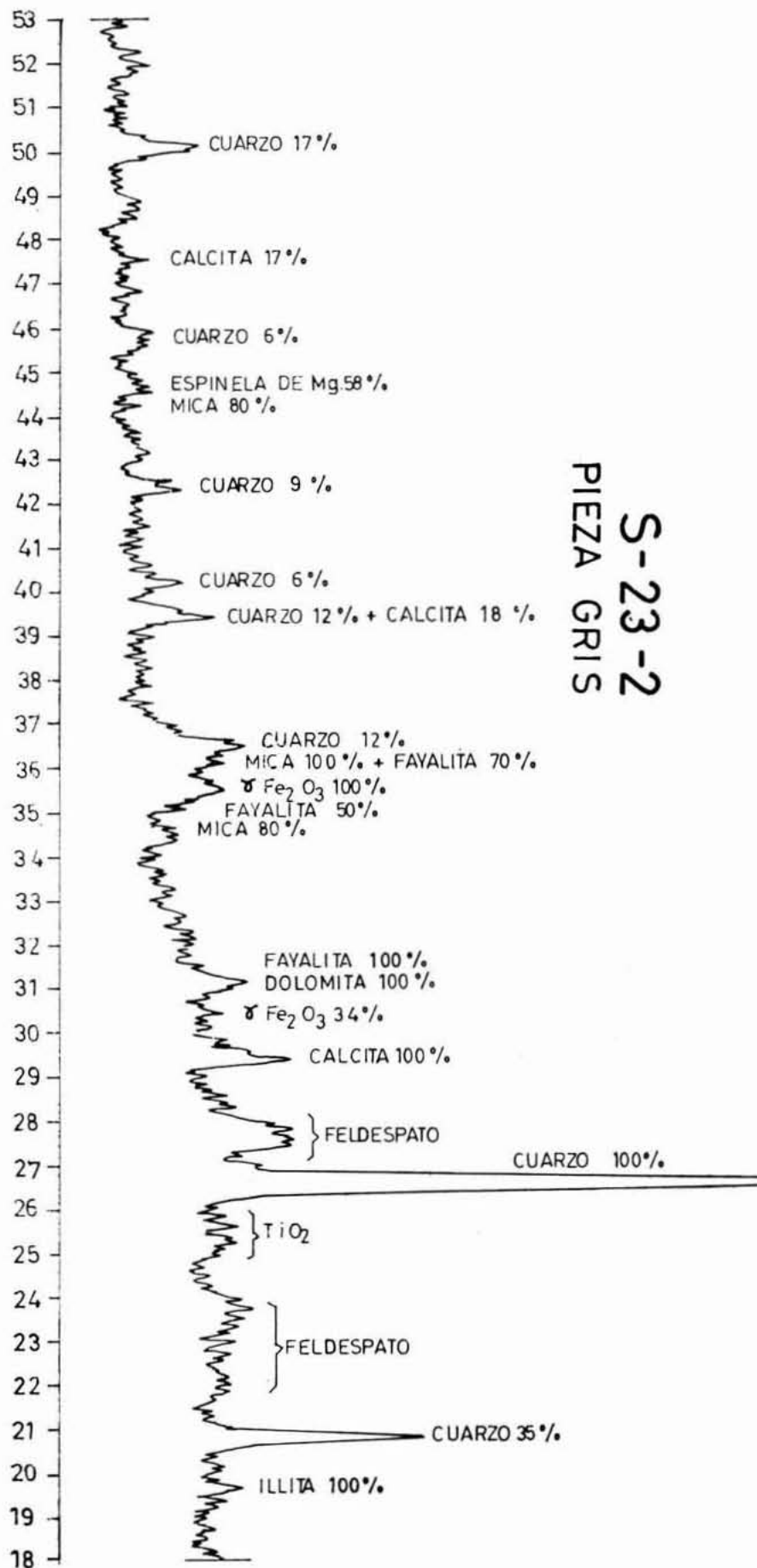
- W. F. COLE y D. N. CROOK: «A study of Ferid-clay Bodies from Roman Times.» — Trans. Brit. Ceram. Soc., 61, págs. 299-315. 1962.
- W. EITEL: «The Physical chemistrys of Silicates.» — The University of Chicago Press. 1954.
- D. FLETCHER: «Problemas de la Cultura Ibérica.» — Trabajos Varios del S. I. P., núm. 22, págs. 66-84. Valencia, 1960. En ellas se abordan las cuestiones técnicas de fabricación de la cerámica ibérica y los problemas de su cronología.
- D. FLETCHER, E. PLA y J. ALCACER: «La Bastida de les Alcuses (Mogente, Valencia) I.» — Trabajos Varios del S. I. P., núm. 24. Valencia, 1965.
- D. FLETCHER VALLS, E. PLA y J. ALCACER: «La Bastida de les Alcuses (Mogente, Valencia) II.» — Trabajos Varios del S. I. P., núm. 25. Valencia, 1969.
- U. HOFFMAN: «Chemical Basis of Ancient Greek Vase Painting.» — Angew. Chem. Intern. (ed. Engl.), 1, págs. 341-350. 1962.
- A. JOURDAIN: «La technologie des produits ceramiques refractaires.» — Gauthier-Villars. París, 1966.
- N. LAMBOGLIA: «La ceramica precampana della Bastida.» — Archivo de Prehistoria Levantina, V, págs. 105-140. Valencia, 1954.
- E. LLOBREGAT: «Contestania Ibérica.» — Alicante, 1972.

- S. NORDSTROM: «Excavaciones en el poblado ibérico de La Escuera (San Fulgencio, Alicante).» — *Trabajos Varios del S. I. P.*, núm. 34, págs. 61-63. Valencia, 1967. Reseña un análisis hecho sobre cerámicas ibéricas de dicho yacimiento, por el I. C. F.
- F. OBERLLES y N. KOPPEN: «Investigations on terra sigillata and Greek Vases.» — *Ber. Deut. Keram. Ges.*, 30, págs. 102-110. 1953.
- O. PASCUAL y KAPANAN: «Exploratory trace Elements in Ancients Pottery.» — *Sci. Bul. Sci. Found Philippiners*, 10, págs. 22-25. 1966.
- H. SALMANG: «La cerámica. Fundamentos Físico Químicos.» — Barcelona, 1955.
- M. TARRADELL: «Ensayo de estratigrafía comparada y de cronología de los poblados ibéricos valencianos.» — *Saitabi*, XI, págs. 3-20. Valencia, 1961.
- C. VISEDO: «Alcoy. Geología. Prehistoria.» Págs. 60-68. — Alcoy, 1959.
- A. del VITA: «Sigillata Vases.» — *Ind. Ceram. e Silicati*, 2, págs. 2-10. 1949.

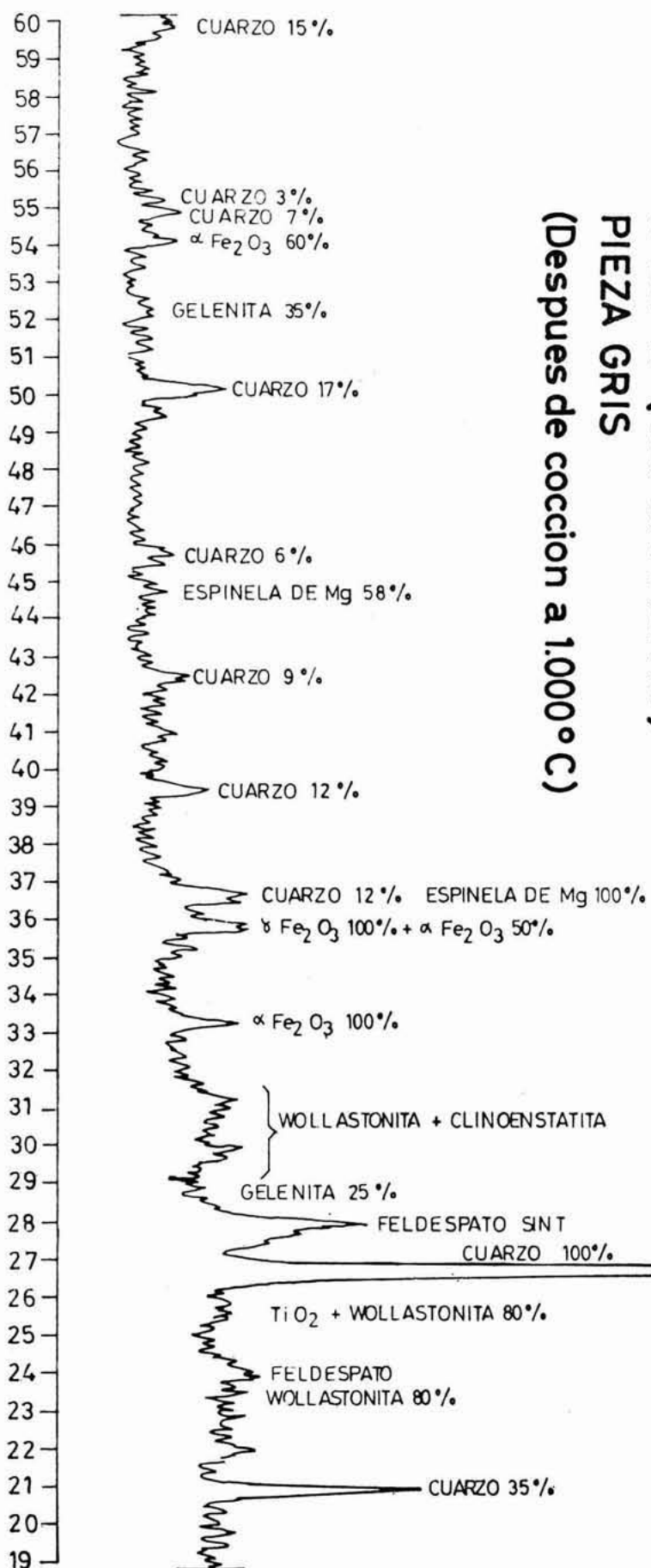
IX

A P E N D I C E

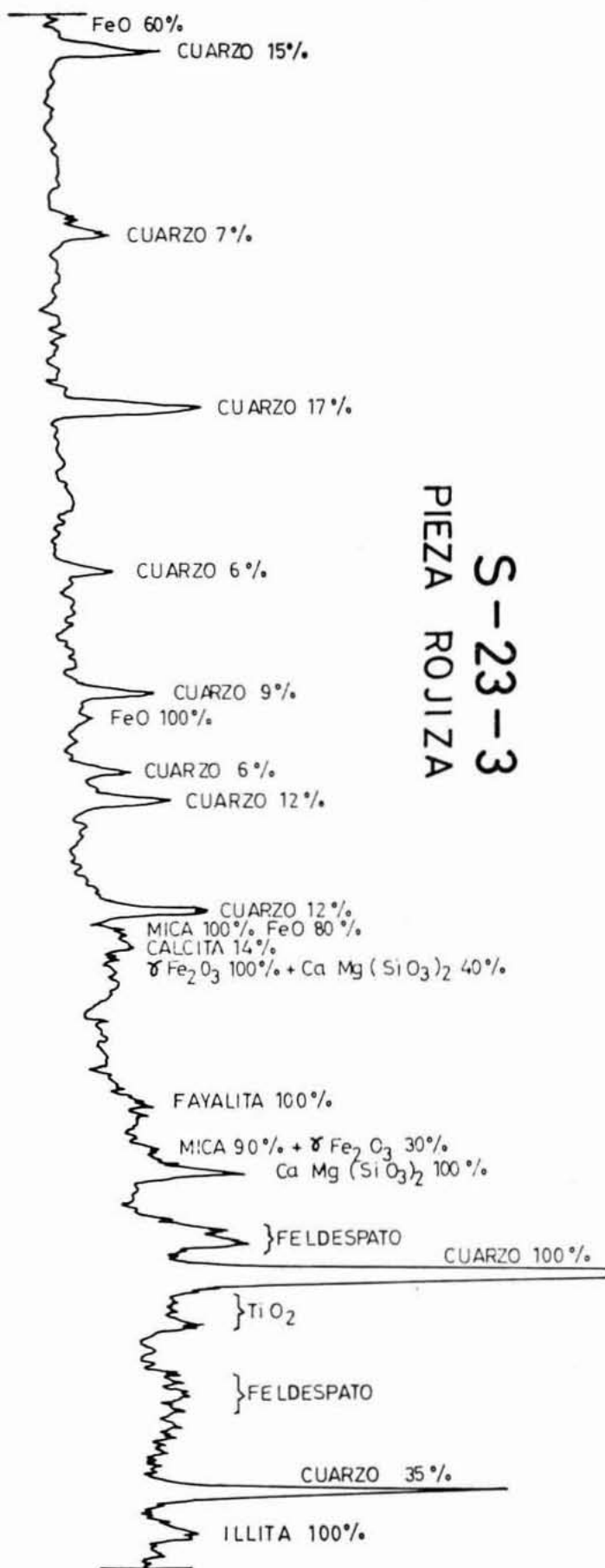
ALGUNOS ESPECTROGRAMAS DE RAYOS X



S-23-2 (Cal en horno) **PIEZA GRIS** **(Despues de coccion a 1.000°C)**

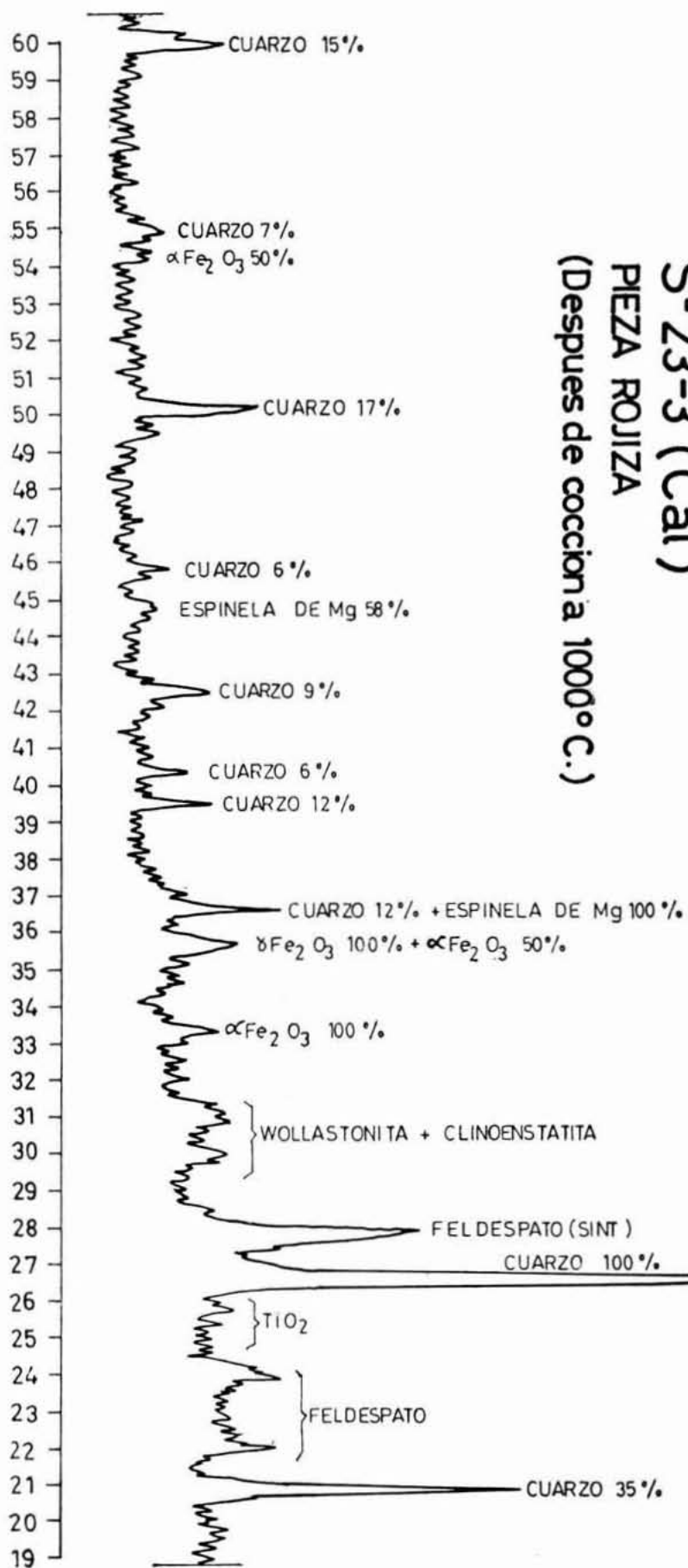


61
60
59
58
57
56
55
54
53
52
51
50
49
48
47
46
45
44
43
42
41
40
39
38
37
36
35
34
33
32
31
30
29
28
27
26
25
24
23
22
21
20
19

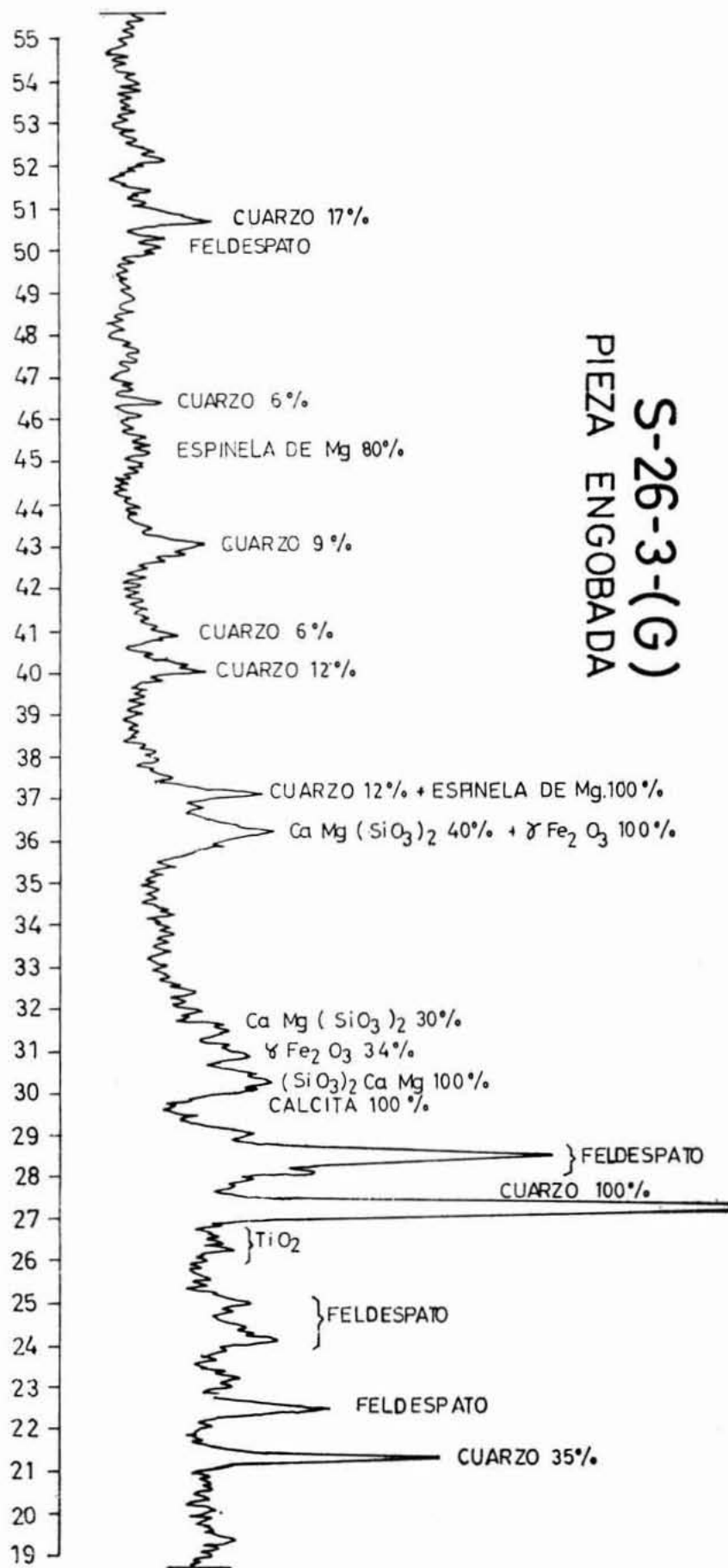


S-23-3
PIEZA ROJIZA

S-23-3 (Cal)
PIEZA ROJIZA
(Despues de coccion a 1000° C.)

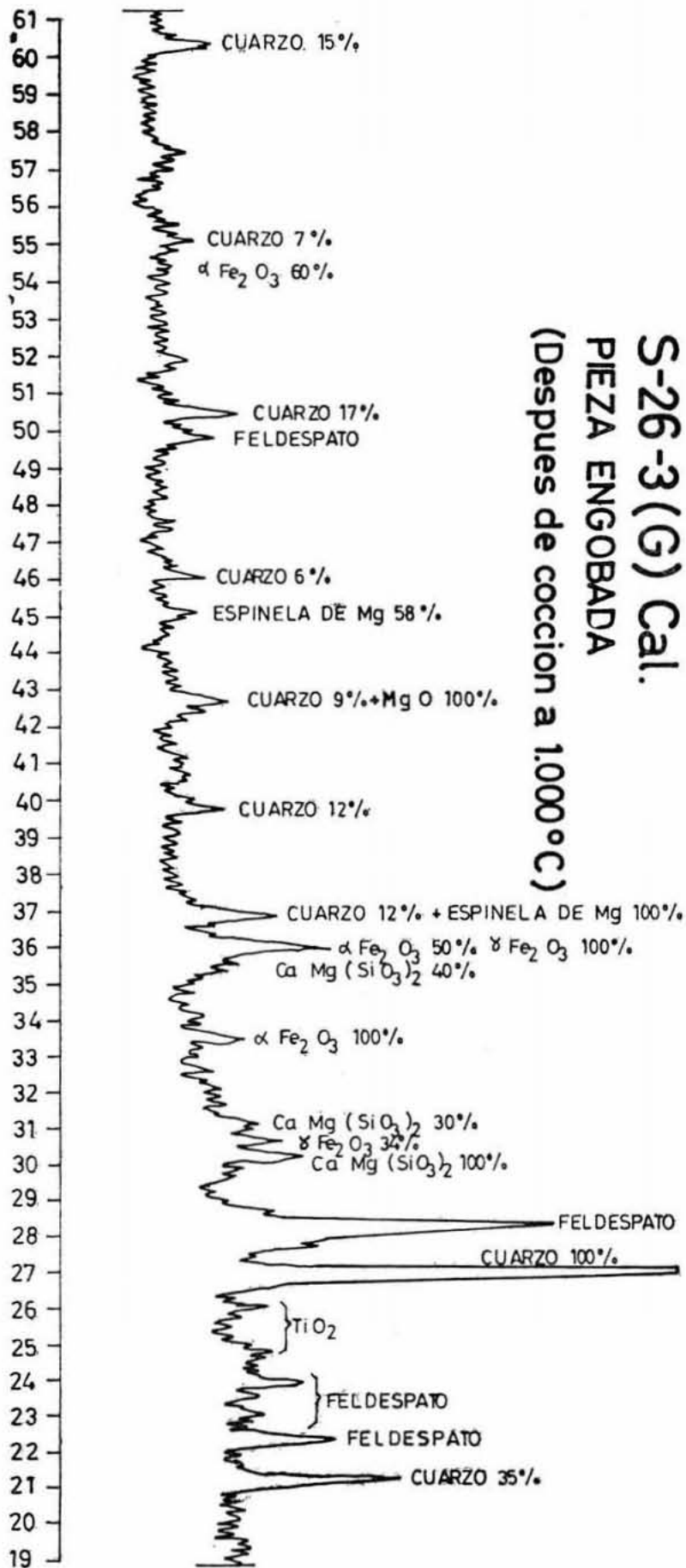


S-26-3-(G) PIEZA ENGOBADA

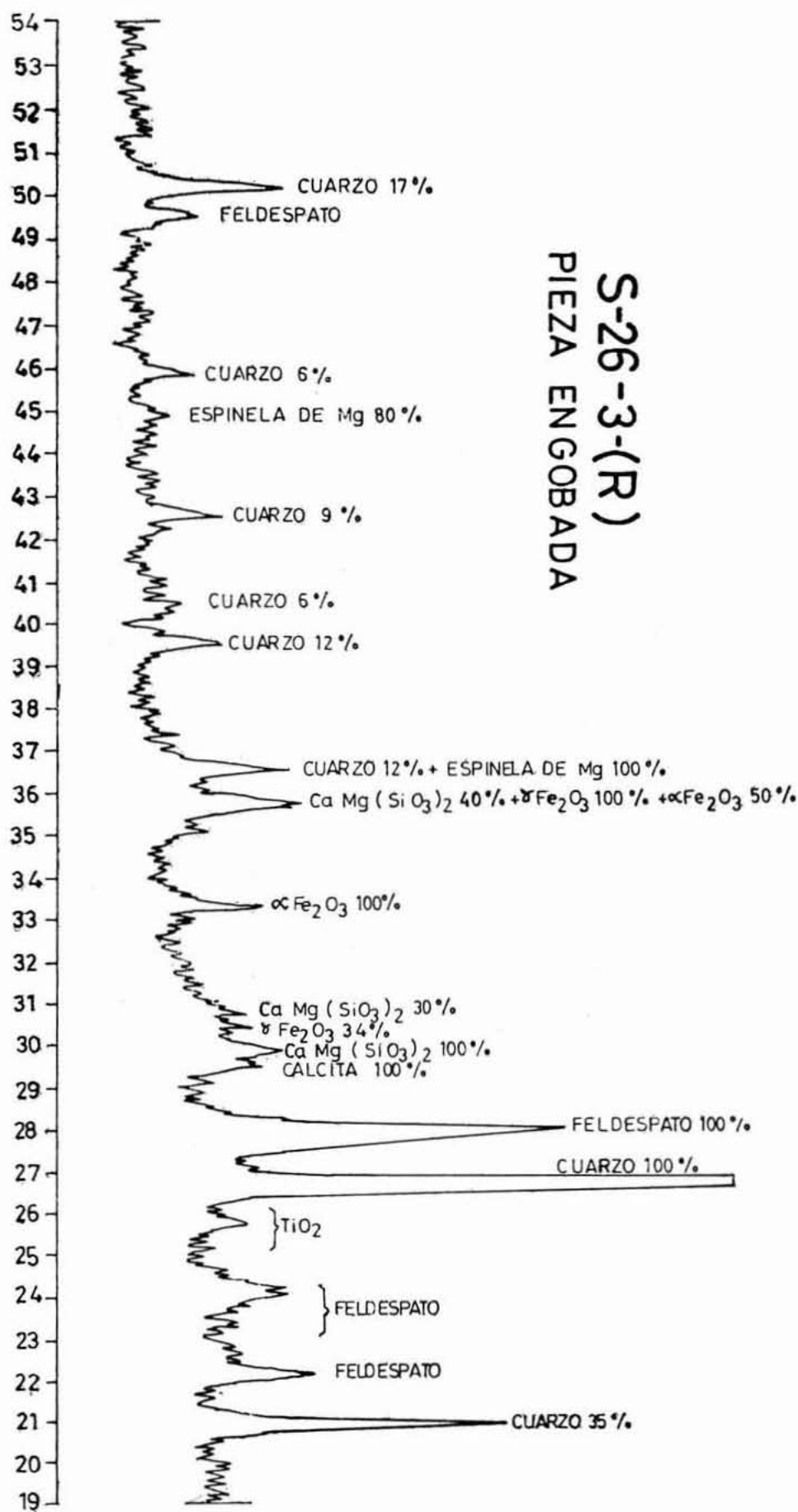


S-26-3(G) Cal. PIEZA ENGOBADA

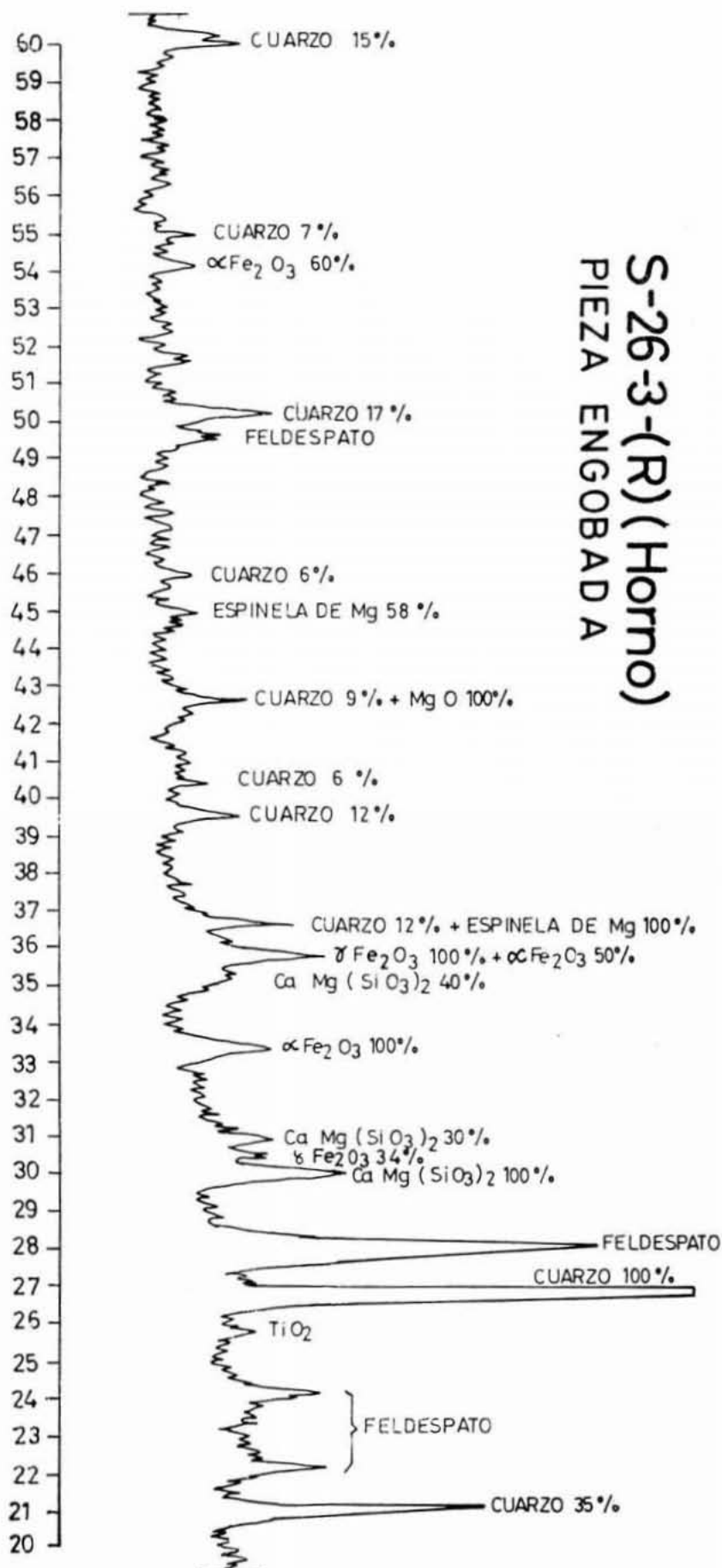
(Despues de coccion a 1.000°C)

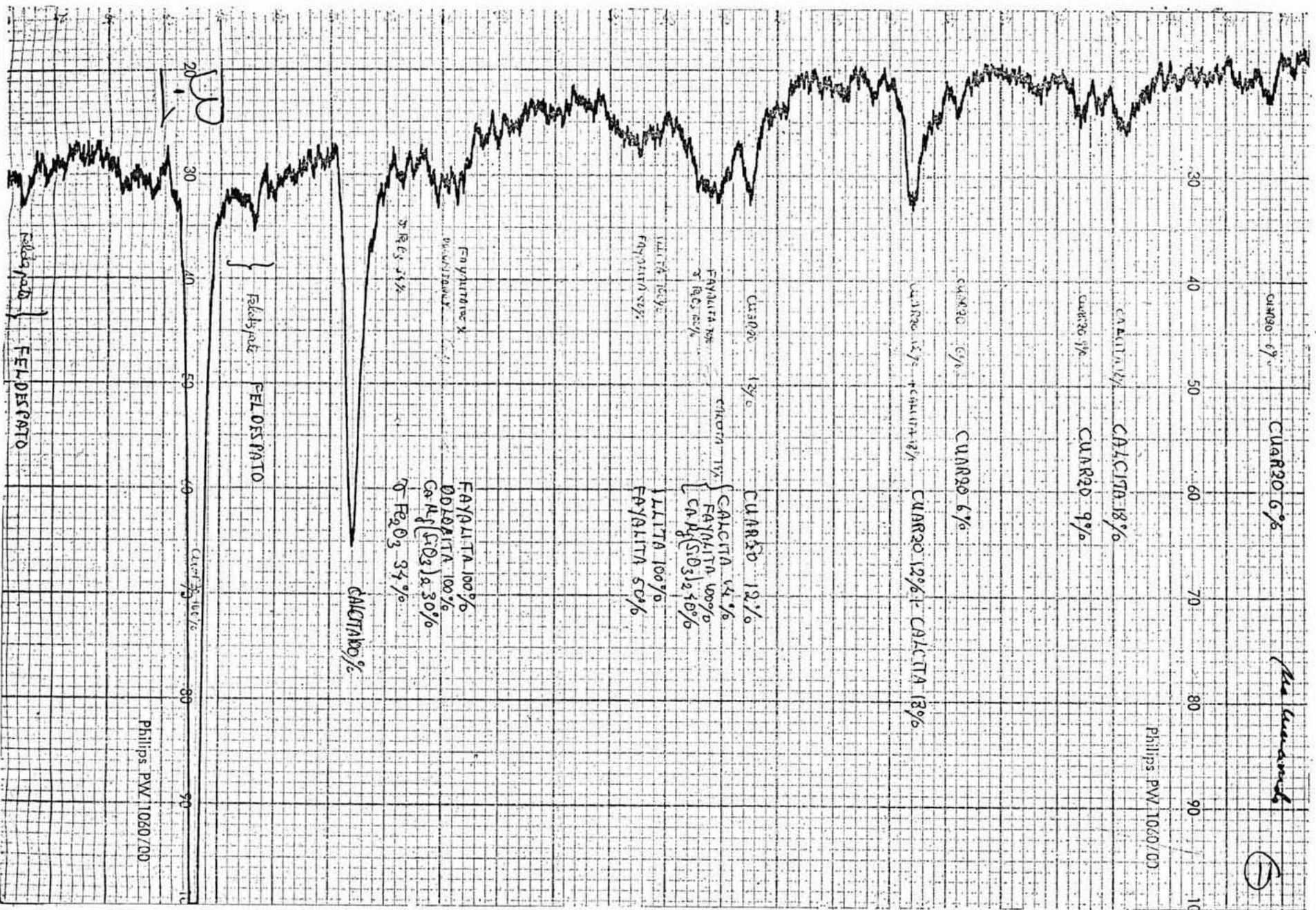


S-26-3-(R) PIEZA ENGOBADA

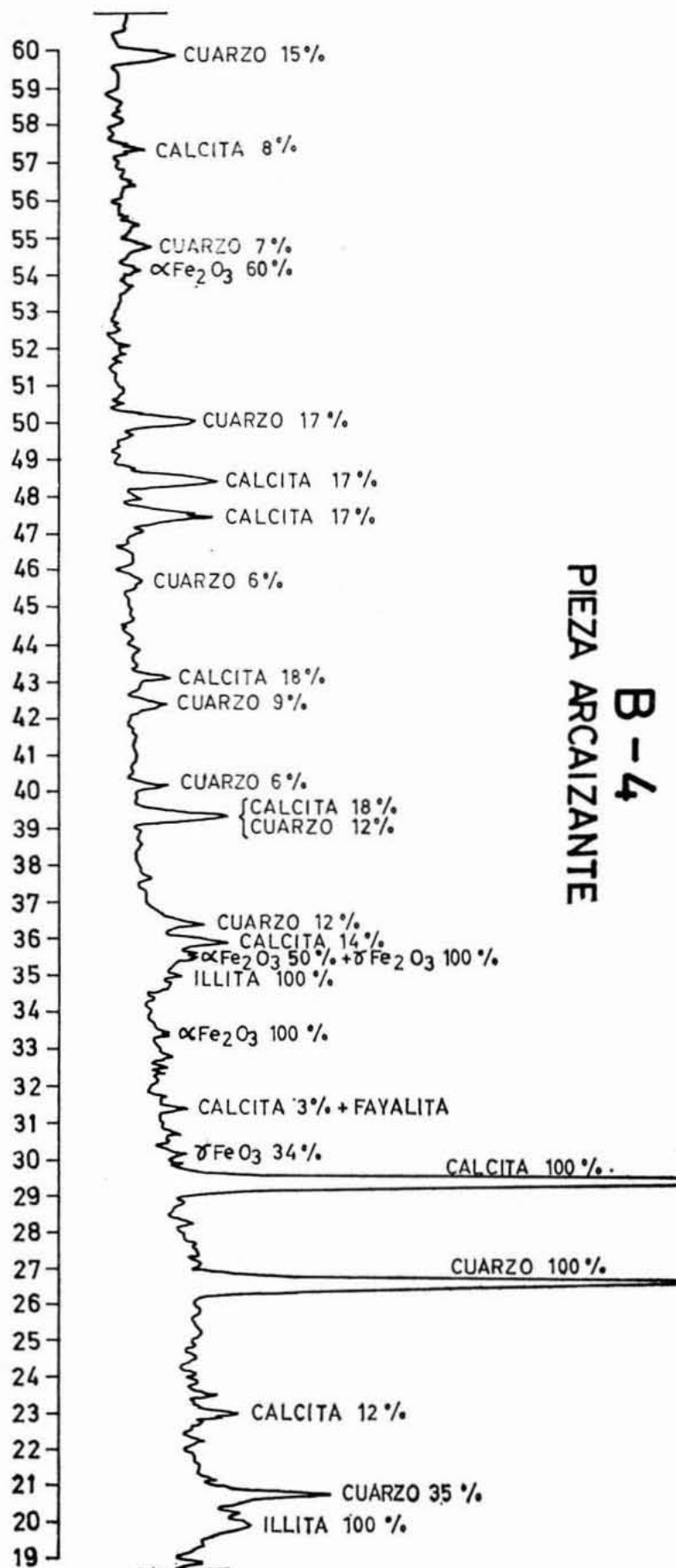


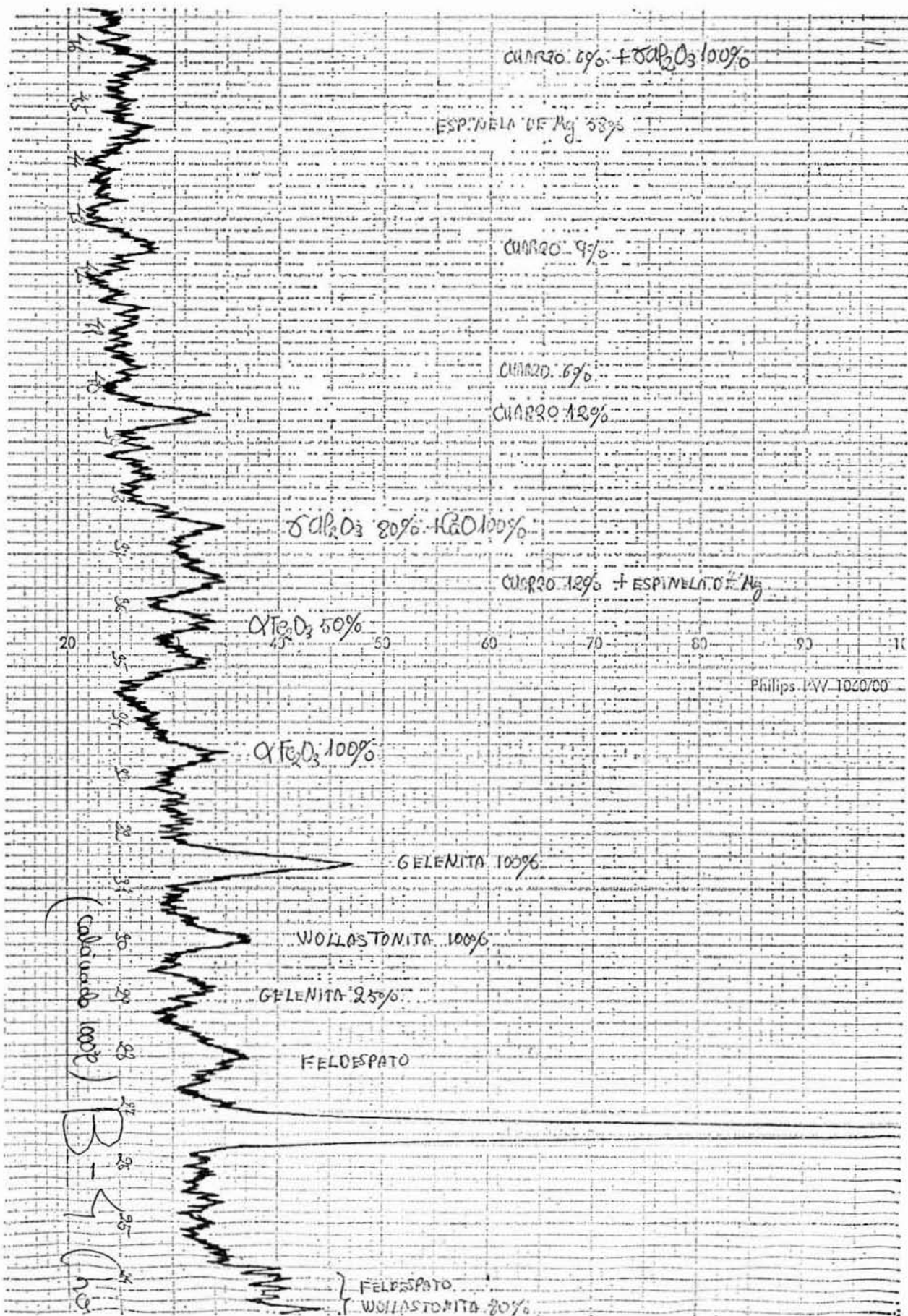
S-26-3-(R) (Horno) PIEZA ENGOBADA

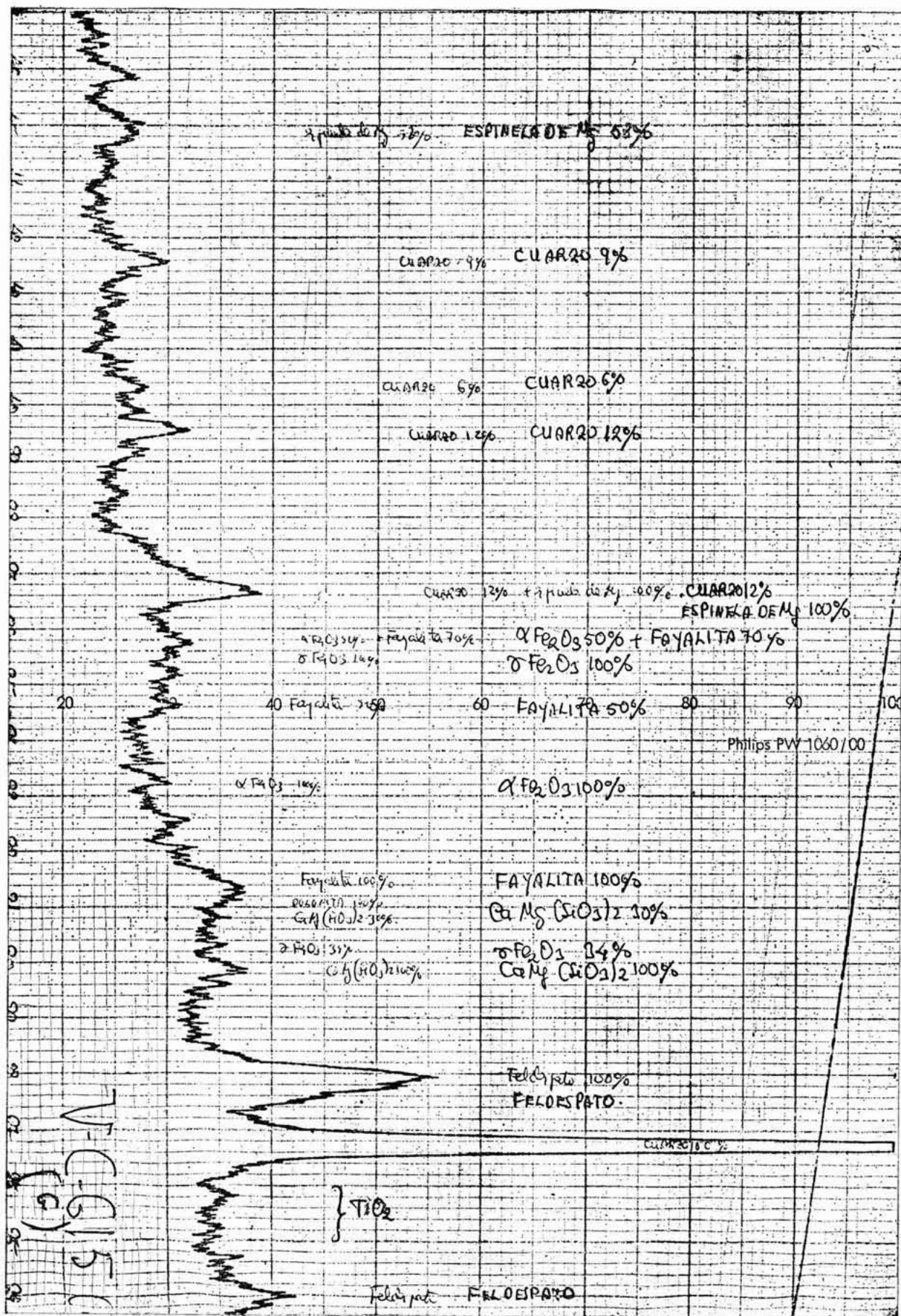


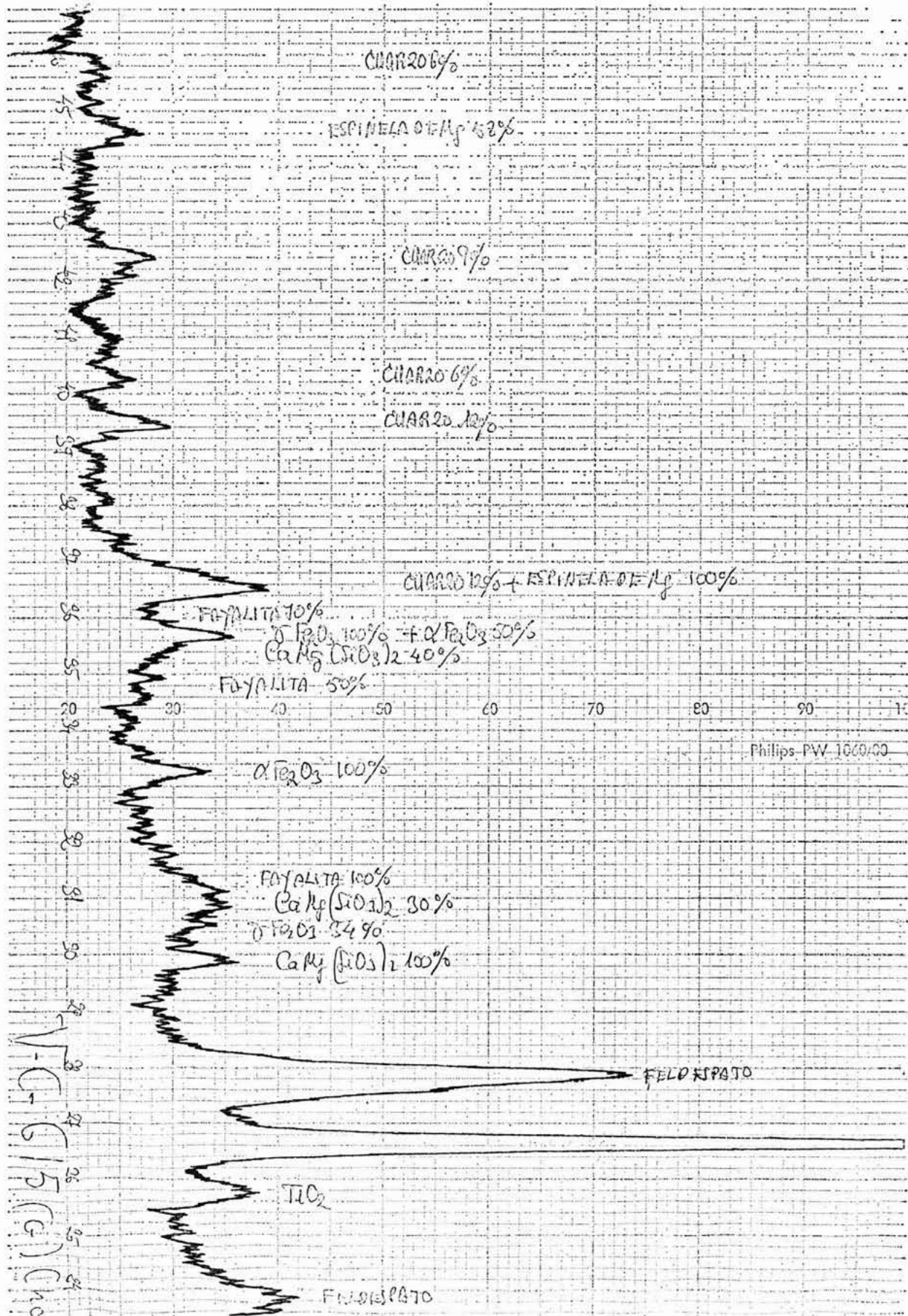


PIEZA ARCAIZANTE B-4









INDICE

	<u>Pág.</u>
Nota preliminar	5
I.—Introducción	7
II.—Consideraciones generales de la química de los silicatos arcillosos	9
III.—Muestras analizadas	15
A) <i>Localización.</i>	
1.—La Serreta (Alcoy)	15
2.—La Bastida de les Alcuses (Mogente)	16
3.—Plaza de la Reina (Valencia)	16
B) <i>Tratamiento de las muestras y clasificación</i>	18
IV.—Técnica de difracción de rayos X	21
V.—Resultados experimentales	23
VI.—Discusión	27
VII.—Conclusiones	41
VIII.—Bibliografía	45
IX.—Apéndice. Algunos espectrogramas de rayos X	47

