

ESMALTES CERAMICOS PARA LOZAS⁽¹⁾

M. C. GUILLEM

J. USO

C. GUILLEM

Departamento de Química Inorgánica
Facultad de Químicas
Universidad de Valencia

RESUMEN

Se han estudiado las características de siete fritas comerciales y se han obtenido los espectros UV-Visible y los difractogramas de rayos X de ocho pigmentos cerámicos comerciales, de distintos fabricantes. Con tales fritas se han preparado esmaltes incoloros, que luego se han coloreado con los pigmentos cerámicos estudiados y también con los óxidos de cobre, de níquel y de hierro. Los esmaltes se han aplicado sobre probetas de pasta de loza feldespática, que se han cocido en monococción a 1.050, 1.100 y 1.150°C, y también sobre pastas de loza calcárea, probetas que se han sometido a bicocción: bizcochado previo a 1.100°C y cocción de esmaltado a 950 y 1.050°C. Se ha comparado el comportamiento de ambos tipos de esmaltes en los dos procesos de cocción; se han obtenido los espectros de reflectancia difusa de las superficies esmaltadas y se han comparado con los de los pigmentos y los de los óxidos metálicos, en polvo; se ha visto la influencia de la naturaleza de las fritas sobre los cambios de color del esmalte.

Ceramic enamels for crockery

The characteristics of seven commercial frittes have been studied obtaining the visible U-V spectra and the X-ray diffractograms of eight commercial ceramic pigments from different manufacturers.

These frittes were prepared with colourless enamels, subsequently coloured with the ceramic pigments studied and also with oxides of copper, nickel and iron. Enamels have been applied on specimens of feldspar crockery paste, monofired at 1050, 1100 and 1150°C and also on pastes of calcareous crockery, specimens subjected to bifiring: prior bisque at 1100°C and enamel firing at 950 and 1050°C. The behaviour of both types of enamels in the two firing processes have been compared. Diffused reflectance of enamelled surfaces have been obtained and compared with those of pigments and also those of powder metallic oxides. Influence of the nature of frittes on enamel colour changes has been observed.

Emaux céramiques pour faïences

On a étudié les caractéristiques de sept frittes commerciales et on a obtenu les spectres ultraviolets et visibles et les diffractogrammes de rayons X de huit pigments céramiques commerciaux de différents fabricants. Avec ces frittes, on a préparé des émaux incolores qui ont ensuite été colorés avec les pigments céramiques étudiés ainsi qu'avec les oxydes de cuivre, de nickel et de fer. On a appliqué ces émaux sur des éprouvettes de pâte de faïence feldspathique, auxquelles on a fait subir une cuisson simple à 1050°, 1100° et 1150° C, et également sur des éprouvettes de pâte de faïence calcaire, qui ont été soumises à une cuisson double: un biscuitage préalable à 1100° C et une cuisson d'émaillage à 950° et 1050° C. On a comparé le comportement des deux types d'émaux au cours des deux processus de cuisson; on a obtenu les spectres de réflectance diffuse des surfaces émaillées et on les a comparés à ceux des pigments et à ceux des oxydes métalliques en poudre; on a constaté l'influence de la nature des frittes sur les changements de couleur de l'émail.

Keramikglasuren für Steinzeug

Es wurden die charakteristischen Eigenschaften von 7 handelsüblichen Fritten untersucht und die UV- und sichtbaren Spektren sowie die Röntgen-Diffraktogramme von 8 handelsüblichen Keramikpigmenten verschiedener Hersteller aufgenommen. Mit diesen Fritten wurden farblose Glasuren hergestellt, die später mit den untersuchten Keramikpigmenten sowie mit Kupfer-, Nickel- und Eisenoxyd gefärbt wurden. Die Glasuren wurden auf Probekörper aus Keramikmasse zur Herstellung feldspathaltigen Steinzeugs aufgebracht, die einer einmaligen Brennung bei 1.050, 1.100 bzw. 1.150° C unterzogen wurden; ferner wurden mit diesen Glasuren auch kalksteinhaltige Steinzeugmassen überzogen, die zweimal gebrannt wurden: bei 1.100° C erfolgte die Vorbehandlung zur Erstellung von Biskuit mit anschließender Emaillierung bei Brenntemperaturen von 950 bzw. 1.050° C. Die Spektren der diffusen Reflektanz der glasierten Oberflächen wurden aufgenommen und mit denen von Pigmenten und pulverförmiger Metalloxyde verglichen. Hierbei wurde der Einfluß der Beschaffenheit der Fritten auf die farblichen Veränderungen der Glasuren ermittelt.

1. INTRODUCCION

El objetivo de este trabajo es dar cuenta de los resultados obtenidos con una serie de esmaltes preparados a base de unas fritas comerciales y coloreados con

colorantes cerámicos también disponibles en el comercio, además de con óxidos metálicos.

Para ello se ha efectuado un estudio previo de las fritas, de los colorantes sintéticos y de los óxidos metálicos de uso industrial. Los esmaltes preparados con estos materiales se han aplicado sobre dos tipos de soportes cerámicos: loza feldespática y loza calcárea.

Con ello se ha pretendido aportar datos para un mejor conocimiento del comportamiento de los esmaltes

(1) Original recibido el 16 de mayo de 1988.

preparados con las fritas utilizadas, bien incoloros o coloreados, y establecer las posibilidades de utilización en las condiciones que se describen.

2. PARTE EXPERIMENTAL

2.1. Fritas utilizadas

Han sido las siete siguientes:

1. Transparente conteniendo un 10 % de PbO.
2. Opaca brillante.
3. Transparente exenta de plomo.
4. Transparente con un 20 % de PbO.
5. Mate de Zn-Pb.
6. Borácica alcalina con PbO.
7. Borácica alcalina con calcio y bario.

Con las fritas en polvo se hicieron unas series de cilindros o botones que se cocieron a 850, 900, 950 y 1.000 °C, con lo que se obtuvieron unos perfiles.

2.2. Esmaltes fritos

Su preparación se llevó a cabo molturando en un molino de corindón, con 200 g de bolas de porcelana, una mezcla de 90 g de fritas y 10 g de caolín blanco. Las condiciones de las barbotinas de esmaltes se dan en la tabla I.

TABLA I

BARBOTINAS DE ESMALTES INCOLOROS

Esmalte	% agua	Densidad, g/cm ³
E-1	80	1,50
E-2	80	1,51
E-4	90	1,53
E-5	110	1,52
E-6	80	1,49
E-7	80	1,51

2.3. Soportes cerámicos

Para soportes cerámicos sobre los que aplicar los esmaltes se han utilizado dos tipos de pastas: una de loza feldespática, para procesos de monococción, y otra de loza calcárea, para bicocción. Sus composiciones de carga y analíticas pueden verse, respectivamente, en las tablas II y III.

Ambas pastas se han preparado en forma de barbotina para colaje y la P-1, además, en estado de polvo para prensado.

Se han elaborado tres tipos de probetas: unas pequeñas columnas, estriadas por una cara y unas plaquetas cuadradas, ambas por colaje; unas pastillas redondas de 5 cm de diámetro y 0,5 cm de espesor, por prensado a 2 tm/cm².

La aplicación de los esmaltes se han hecho por inmersión.

TABLA II

COMPOSICIONES DE CARGA DE LAS PASTAS

Pasta	P-1	P-2
Arcilla	25	—
Caolín A	—	20
Caolín B	33	29
Feldespato K	15	—
Feldespato Na	5	—
Cuarzo	22	20
Creta	—	30
Bentonita	—	1

TABLA III

COMPOSICIONES ANALITICAS DE LAS PASTAS

Pasta	P-1	P-2
SiO ₂	70,0	56,0
Al ₂ O ₃	25,1	22,5
Fe ₂ O ₃	0,5	0,3
TiO ₂	0,3	0,06
CaO	0,3	20,9
MgO	0,1	0,22
Na ₂ O	1,0	—
K ₂ O	2,7	0,22

2.4. Cocción

Los esmaltes de la tabla I se han aplicado sobre probetas de la pasta P-1, que se han sometido a monococción a 1.050, 1.100 y 1.150 °C, en un horno eléctrico con ciclos de cocción de 6-7 horas.

Las propiedades observadas de los esmaltes, cocidos, en las probetas cocidas a 1.150 °C, se resumen en la tabla IV.

TABLA IV

PROPIEDADES DE ESMALTES COCIDOS, MONOCOCCION, 1.150 °C

	E-1	E-2	E-4	E-5	E-6	E-7
Burbujas	—	—	Alguna	No	No	No
Color	A	B	A	B	BA	BA
Tacto	S	S	S	S(1)	S	S
Deslizamiento	N	N	E	N	N	N
Cuarteo	N	N	N	N	Algo	Algo
Transparencia	Bu	N	Bu	N	Bu	Bu
Coef. dilat., calculado (2), 10 ⁻⁷	172	156	171	228	161	142

A = amarillento; B = blanco; BA = blanco amarillento; S = suave; N = nulo; = escaso; Bu = buena.

(1) Tiene aspecto mate.

(2) Calculado según la composición y con los factores de Winkelman-Schott.

2.5. Pigmentos cerámicos utilizados

Han sido los siguientes: gris azulado (I), negro (II), azul celeste (III), verde victoria (IV), dos amarillos (V y VI), rosa (VII) y marrón (VIII).

Se han obtenido los espectros de absorción en la zona visible (800-400 nm) (fig. 1) y los difractogramas de polvo de rayos X (figs. 2 y 3).

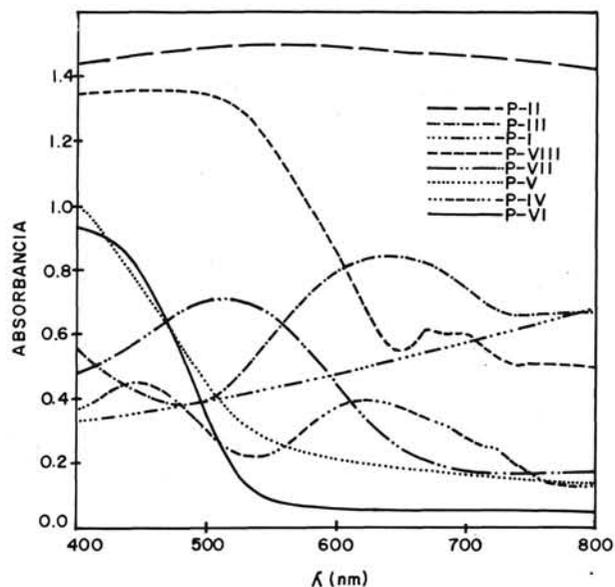


Fig. 1.—Espectros de reflectancia difusa de los pigmentos estudiados.

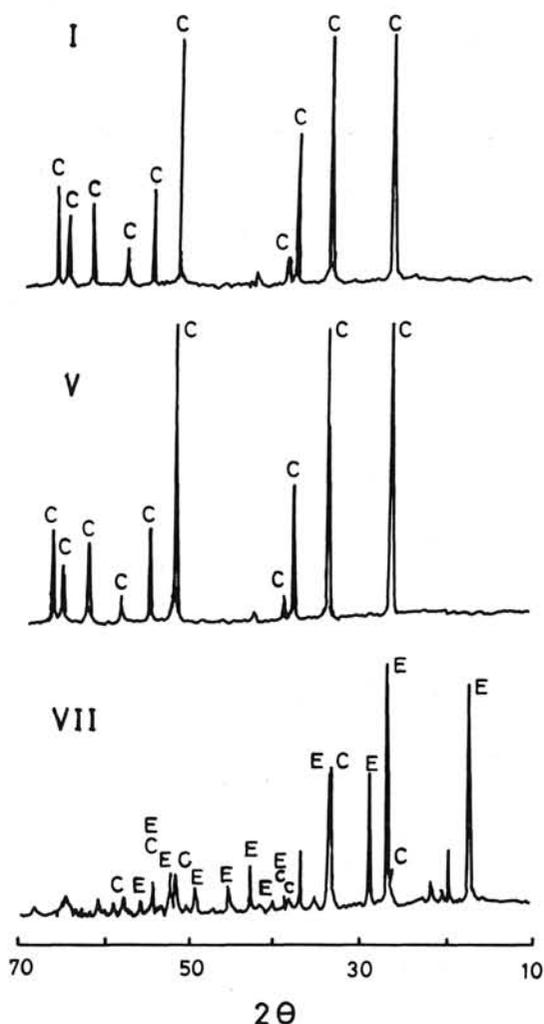


Fig. 2.—Diffractogramas de rayos X de los pigmentos I, V y VII en polvo; C=casiteria, E=esfena.

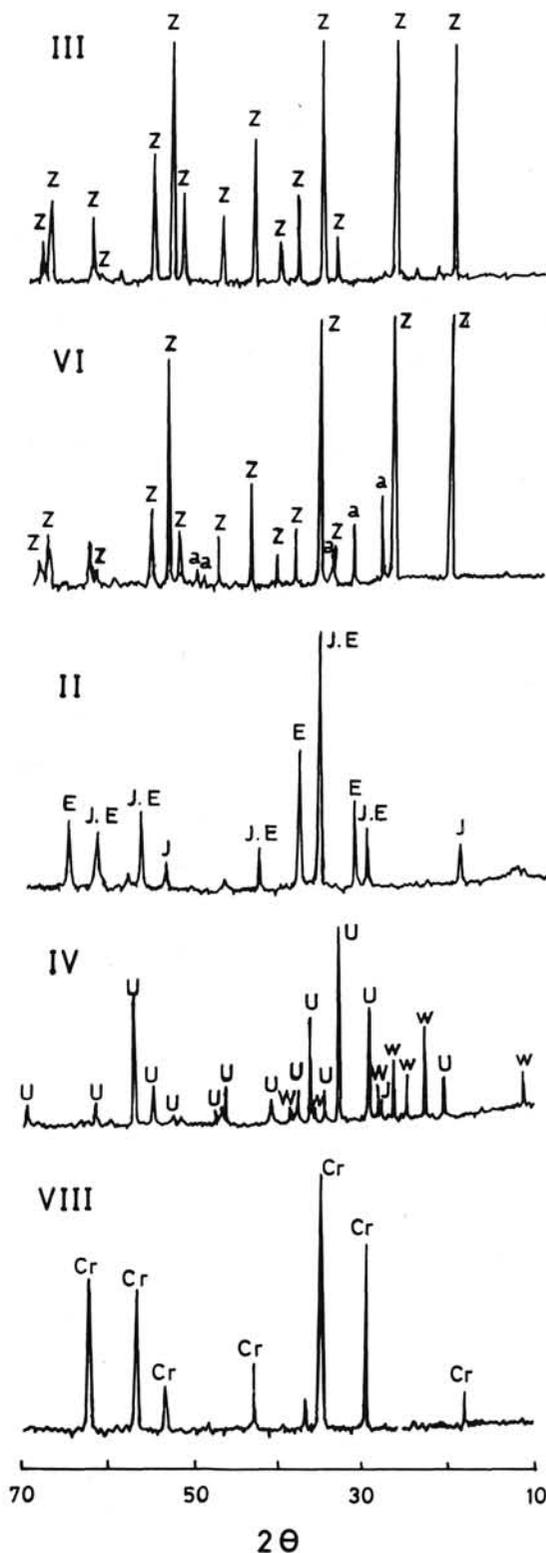


Fig. 3.—Diffractogramas de rayos X de los pigmentos II, III, IV, VI y VIII en polvo; Z=circón, a=circona, J=jacobsita, E=espinela Cu-Cr, U=uvarovita, W=wollastonita, Cr=cromita.

2.6. Esmaltes coloreados

Se han preparado con dos concentraciones: 3 y 6 % de pigmento sobre cien de esmalte base (§2.2) y su elaboración se han hecho como ya se ha indicado. Las referencias se han tomado, por ejemplo, así: E-2I (3),

que representa al esmalte E-2 coloreado con pigmento I con el 3%.

Así se han obtenido un total de 96 esmaltes, en forma de barbotina con una densidad aproximada de 1,50, que se han aplicado por inmersión sobre todos los tipos mencionados de probetas, tanto de la pasta P-1 como de la P-2.

Las probetas de la pasta P-1 se han cocido a monococción a 1.050, 1.100 y 1.150° en ciclos de 5 a 7 horas; las de la pasta P-2 se bizcocharon previamente a 1.100° C y la cocción de esmaltado se llevó a cabo a 950 y 1.050° C, con ciclos de 4-5 horas.

2.7. Espectros de reflectancia difusa de las probetas esmaltadas

Se han obtenido los espectros UV-Vis entre 800 y 400 nm para las distintas probetas. En las figuras 4 y 5 se muestran los correspondientes a los esmaltes IV y VII

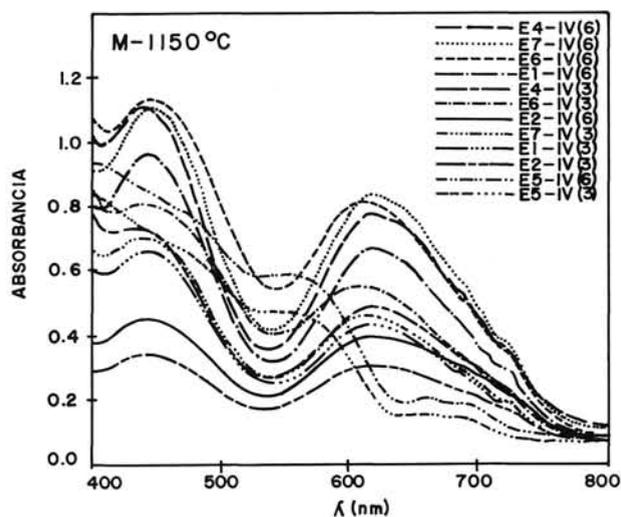


Fig. 4.—Espectros de reflectancia difusa de probetas esmaltadas, esmaltes con pigmento IV, monococción a 1.150° C.

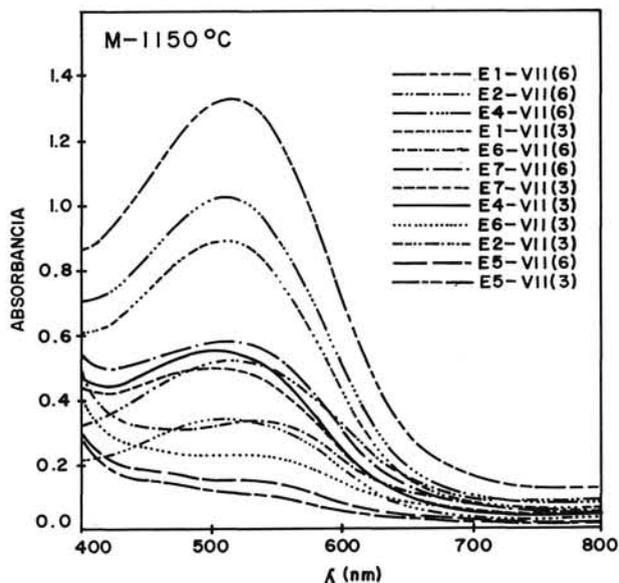


Fig. 5.—Espectros de reflectancia difusa de probetas esmaltadas, esmaltes con pigmento VII, monococción a 1.150° C.

cocidos a 1.150° C en monococción que se han escogido como representativos. Los de bicocción a 1.050° C dan espectros similares, si bien las bandas de absorción son más intensas.

2.8. Esmaltes coloreados con óxidos metálicos

Se han empleado tres óxidos: de cobre (CuO), de níquel negro y de hierro (Fe₂O₃ rojo), todos ellos de calidad industrial.

Se han preparado barbotinas de esmaltes con cada una de las fritas, añadiendo los siguientes porcentajes: CuO (3%), NiO (3 y 5%), Fe₂O₃ (5 y 10%).

La aplicación de los esmaltes se ha hecho de manera análoga a lo dicho hasta ahora.

También en este caso se han obtenido los espectros UV-Vis entre 800 y 400 nm de todas las probetas, si bien sólo se han escogido para su representación los de óxido de níquel. En la figura 6 se hallan los correspondientes a

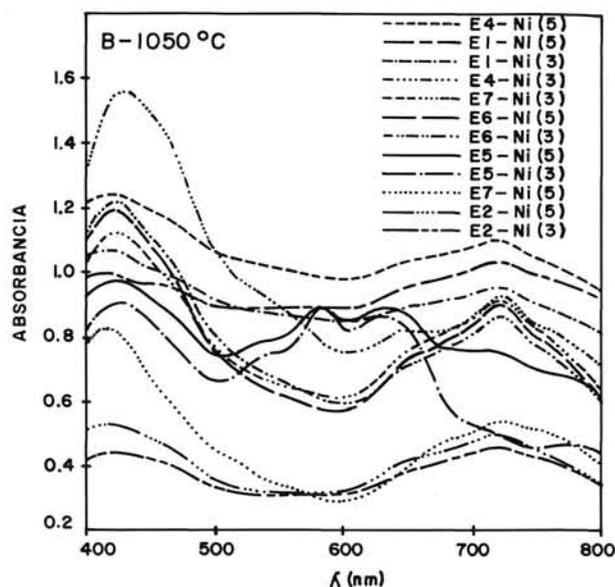


Fig. 6.—Espectros de reflectancia difusa de probetas esmaltadas, esmaltes con óxido de níquel, bicocción a 1.050° C.

las superficies esmaltadas cocidas a 1.050° C, en bicocción, y en la figura 7, los de las probetas esmaltadas cocidas a 1.150° C, en monococción.

3. RESULTADOS Y DISCUSION

A la vista de los perfiles de los botones de fritas cocidas a las temperaturas indicadas, se estableció el orden relativo de fusibilidad, de mayor a menor: 3 > 4 > 6 > 7 > 5 > 1 > 2.

La frita 3 dio esmaltes muy fluidos a dichas temperaturas, por lo que no se utilizó en las demás experiencias. Las otras fritas dieron esmaltes transparentes las 1, 4, 6 y 7; la 5 dio aspecto mate y la 2, opaco brillante.

En los difractogramas de rayos X de los pigmentos (figs. 2 y 3) se observa que:

— Los pigmentos I y V, gris y amarillo de Sn-V, presentan el espectro completo de la casiterita, SnO₂.

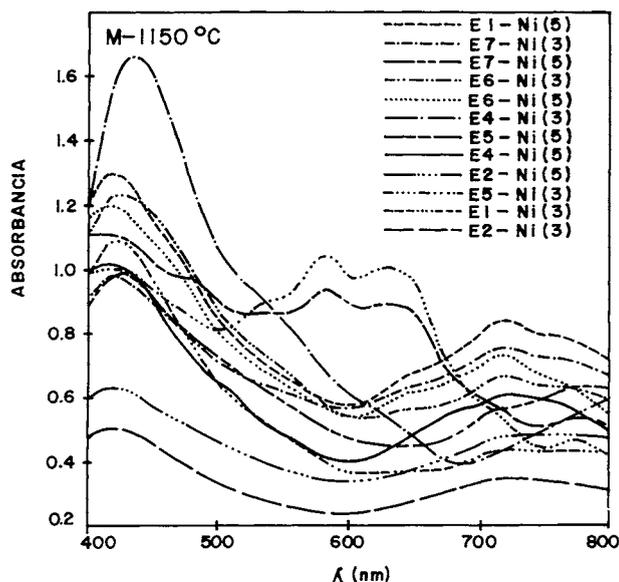


Fig. 7.—Espectros de reflectancia difusa de probetas esmaltadas, esmaltes con óxido de níquel, monococción a 1.150°C.

— El VII, rosa de Cr-Sn, tiene como estructura cristalina principal la esfena de estaño CaSnSiO_5 , y también alguno de los picos más importantes del SnO_2 .

— Los III y IV, azul de V-Zr y amarillo de Zr-Pr-Si, presentan una estructura típica de circón, ZrSiO_4 , quedando algunos picos del pigmento amarillo atribuibles a la circona, ZrO_2 .

— El II, negro de Cu-Cr-Fe-Mn, presenta estructura de espinela de Cu-Cr principalmente, junto con algunos picos atribuibles a la jacobsita MnFe_2O_4 .

— El IV, verde victoria, tiene estructura de granate, la uvarovita.

— Finalmente, el pigmento VIII, marrón de Cr-Fe-Zn, posee estructura de cromita de hierro, FeCr_2O_4 .

Con estos datos y las características mencionadas de los pigmentos estudiados, se les puede asignar la numeración que consta en la tabla V, de acuerdo con el sistema DCMA (Dry Color Manufacturers Associa-

TABLA V

CLASIFICACION PIGMENTOS ESTUDIADOS
SEGUN SISTEMA DCMA

Pigmento	Núm. DCMA	Pigmento	Núm. DCMA
I	11-6	V	11-4
II	13-38-9	VI	14-43-4
III	14-42-2	VII	12-25-5
IV	4-07-3	VIII	13-33-7

tion's Identification) dado en USA para la identificación de los óxidos metálicos mixtos (1,2).

Los esmaltes incoloros cocidos a 1.150°C presentan, en general, buen aspecto, particularmente E-1, E-2 y E-5; el E-4 tiene alguna burbuja y una ligera tendencia al corrimiento; los E-6 y E-7 dieron algún cuarteo.

Los esmaltes coloreados con los pigmentos ofrecen algunas características comunes, salvo los del pigmento II.

En la bicocción, las probetas esmaltadas cocidas a 950°C quedan cortas de fuego, excepto las de la frita 4 (20% PbO), cuya superficie está bien desarrollada. La correcta maduración de los esmaltes se logra a 1.050°C.

En la monococción, a 1.050°C los esmaltes quedan inmaduros y presentan cuarteo, cosa que no ocurre en la bicocción. A 1.100 y sobre todo a 1.150°C alcanzan un buen grado de maduración, disminuyendo mucho el cuarteo al aumentar la temperatura. Este defecto se acusa menos en las probetas prensadas.

Generalmente, para temperaturas de maduración análogas, los esmaltes a monococción son más transparentes que los aplicados sobre probetas bizcochadas.

Los esmaltes preparados con el pigmento II (negro) han dado muchos defectos, tanto en monococción como en bicocción. Aparecen ampollas y cráteres, además de pinholes y burbujas en el seno del esmalte. En ambos tipos de procesos de cocción, a las temperaturas bajas de los correspondientes intervalos, estos defectos mejoran, pero los esmaltes quedan inmaduros.

En general, la coloración obtenida en los esmaltes cocidos responde a la esperada para cada pigmento, si bien cabe hacer algunas puntualizaciones. Así:

Con el pigmento III (azul turquesa) se obtiene la mejor coloración con el esmalte E-4, aproximándosele los E-1, E-6 y E-7; con la base E-2 el azul es notablemente más claro y con la E-5, el aspecto es mate.

El pigmento IV (verde victoria) con la frita 5 (mate) da coloración marrón verdosa cuando la temperatura de maduración ha sido la adecuada. Este cambio de coloración se debe a la presencia de cinc en la frita y de cromo en el pigmento. Con las demás fritas conserva su calidad y su intensidad de color.

Con los pigmentos amarillos, las mejores coloraciones se obtienen con las fritas 4, 1, 6 y 7. La base E-2 da amarillos pastel y la E-5, mates. El amarillo de Sn-V es un poco más oscuro.

Con el pigmento VII (rosa de Cr-Sn) la anomalía se produce con la base E-5, en cuyo esmalte desaparece el color en la monococción a partir de 1.110°C. No obstante, los espectros UV-Vis de las superficies esmaltadas (reflectancia difusa) (fig. 5) siguen presentando las mismas bandas que los demás esmaltes rosas, si bien con unas intensidades mucho menores. Cabe pensar que la presencia de cinc interfiere en las transiciones electrónicas de los iones cromo del pigmento disminuyendo la intensidad del color rosa, pero sin llegar a crear nuevas situaciones en la coordinación y en el estado de oxidación del cromo.

En los espectros de reflectancia de las probetas esmaltadas (figs. 4 y 5) aparecen las bandas de absorción aproximadamente donde aparecían para los pigmentos solos (fig. 1), salvo pequeños desplazamientos en las longitudes de onda. En el caso de esmaltes transparentes, las bandas sufren modificaciones si el cuerpo cerámico es coloreado. Esto se ha comprobado usando bizcocho rojo de azulejos de tipo industrial. En este caso, se ha observado o la aparición de bandas de absorción en la zona del rojo (hacia los 400 nm) o un aumento de las mismas, si ya existían en el pigmento.

En los esmaltes coloreados con óxidos pueden desta-

carse algunas características. En las probetas de monococción se reduce mucho el cuarteo comparativamente con los esmaltes coloreados con pigmentos, siendo prácticamente inexistente a 1.100 y 1.150°C. La coloración ofrece más contrastes, más efectos decorativos, particularmente en los esmaltes coloreados con Fe_2O_3 .

Los esmaltes coloreados con CuO presentaron problemas relacionados con el ampollado y los cráteres en la superficie del esmalte. La coloración va desde un verde victoria a uno verde hierba, según la frita y la temperatura de cocción. En la bicocción las tonalidades son más oscuras.

Con el óxido de níquel negro se obtiene una variedad de colores (figs. 6 y 7), según la frita base, la temperatura de cocción y la proporción de óxido colorante, que va desde un verde hierba a un amarillo verdoso muy claro. En las probetas bizcochadas, las tonalidades verdes agradables y las superficies lisas y brillantes se logran a 1.050°C, salvo con la frita E-5 que da esmaltes de aspecto mate. En monococción los esmaltes ofrecen mayor transparencia. A 1.150°C dan color marrón claro muy parecido en todos.

En los esmaltes coloreados con Fe_2O_3 , la coloración es muy variable, desde el marrón rojizo a amarillo pálido, con contrastes. En algún caso también se observa una cierta desvitrificación. En bicocción la mejor temperatura de cocción de esmaltado ha sido 1.050°C y la mayor parte de fritas da color marrón rojizo oscuro. En monococción, los colores rojizos van oscureciéndose con el aumento de la temperatura hasta que a 1.150°C pasan a ser marrones muy oscuros y menos transparentes.

4. CONCLUSIONES

Con los pigmentos utilizados la frita que mejores resultados ha dado, presentando tonalidades más agradables a la vista y mayor brillo y transparencia, ha sido la E-4. Sin embargo, cuarteo en monococción, incluso a 1.150°C, aunque no en bicocción.

La frita E-5 proporciona colores de aspecto mate de tonalidad agradable, salvo con aquellos pigmentos que contienen cromo en los que, o bien desaparece el color (caso del pigmento VII, rosa de Cr-Sn) o bien cambia (como con el verde victoria).

La frita E-2 da coloraciones muy tenues con todos los pigmentos, de brillo elevado y opacas.

Las demás fritas (E-1, E-6 y E-7) originan colores vivos y de buena transparencia, aunque sin alcanzar las calidades obtenidas con la frita E-4.

Los esmaltes coloreados con pigmentos han dado películas vítreas de muy buenas características, en bicocción a 1.050°C. En monococción, a 1.150°C, se han obtenido vidriados con coloraciones más agradables que los cocidos en bicocción, si bien con alguna tendencia al cuarteo.

Los esmaltes preparados con fritas transparentes conservan mejor la transparencia cocidos en monococción que en bicocción.

Con respecto a la coloración de los esmaltes cerámicos con los óxidos metálicos, pueden hacerse las siguientes consideraciones:

— En general, los colores que se obtienen son poco reproducibles, por lo que sólo son recomendables en aquellos casos en que se desean efectos decorativos.

— El óxido de cobre crea problemas de color y de calidad superficial de la película vítrea.

— Los esmaltes coloreados con óxido de níquel forman películas vítreas homogéneas, uniformes y bien desarrolladas, siendo los colores más agradables los similares al verde hierba.

— Con el óxido férrico el vidriado posee buenas características y sus efectos decorativos son variados e interesantes para cerámica artística.

En los espectros UV—Visible de las superficies esmaltadas con esmaltes coloreados con pigmentos, en general, lo único que varía de una frita a otra es la intensidad de las bandas, pero no cambia la forma de éstas ni se observa desplazamiento de las mismas.

Por el contrario, en los esmaltes coloreados con óxidos, la frita utilizada, en algunos casos, ha modificado apreciablemente el color, especialmente en el caso del Fe_2O_3 , como se ve en los respectivos espectros UV—Visible.

BIBLIOGRAFIA

1. BURGIAN, A.: Characterization and identification of the mixed metal oxides and ceramic pigments Manufactures in the U. S. *Inter-ceram* (1979), 1, 30-32.
2. DCMA Classification and Chemical Description of the mixed metal oxide inorganic colored pigments, 2nd Edition. Metal Oxides and Ceramic Colors Subcommittee Dry Color Manufacturer's Association, Alexandria, Virginia (USA), 1982.

**VIII CONGRESO EXPOSICION
ARGENTINO Y II IBEROAMERICANO
DE CERAMICA VIDRIO Y REFRACTARIOS**

CELVYR '88

**Congreso exposición de Cerámica, Vidrio
y Refractarios.**

A
T
A
C



BUENOS AIRES - REPUBLICA ARGENTINA - NOVIEMBRE 1988

PUBLICACIONES EDITADAS POR LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE CERAMICA Y VIDRIO

PRECIO

	PRECIO	
	Socios	No socios
I Semana de estudios cerámicos (Madrid, 1961)	600	800
II Semana de estudios cerámicos (Madrid, 1963)	600	800
III Semana de estudios cerámicos (Madrid, 1965)	600	800
IV Semana de estudios cerámicos (Madrid, 1967)	600	800
XI Congreso Internacional de Cerámica (Madrid, 22-28 septiembre 1968)	2.000	2.000
Terminología de los defectos del vidrio (Madrid, 1973)	800	1.000
Horno eléctrico de arco (I Reunión Monográfica de la Sección de Refractarios, Marbella, 28-30 mayo, 1973)	500	700
El caolín en España (Madrid, 1974) E. Galán Huertos y J. Espinosa de los Monteros.	1.200	1.500
Refractarios en colada continua (Madrid, 1974)	500	700
Refractarios en la industria petroquímica (III Reunión Monográfica de la Sección de Refractarios, Puerto de la Cruz, 2-3 mayo, 1976)	500	700
Refractarios para la industria del cemento (Madrid, 1976)	500	700
Refractarios para tratamiento de acero y cucharas de colada, incluyendo sistemas de cierre de cucharas (XX Coloquio Internacional sobre Refractarios, Aachen, 13-14 octubre 1977)	3.000	3.500
Refractarios para incineradores industriales y tratamiento de residuos urbanos (XXI Coloquio Internacional sobre Refractarios, Aachen, 19-20 octubre 1978)	3.000	3.500
1. ^{as} Jornadas Científicas. El color en la cerámica y el vidrio (Sevilla, 1978)	800	1.200
Pastas Cerámicas (Madrid, 1979) E. Gippini (Agotado)	2.000	2.500
2. ^{as} Jornadas Científicas. Reactividad de sólidos en cerámica y vidrio (Valencia, 1979). ...	800	1.200
3. ^{as} Jornadas Científicas (Barcelona, 1980)	1.300	1.600
4. ^{as} Jornadas Científicas (Oviedo, 1981)	1.500	2.000
Separación de fases en vidrios. El sistema $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{B}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$ (Madrid, 1982) J. Rincón y A. Durán	1.500	2.000
I Congreso Iberoamericano de Cerámica, Vidrio y Refractarios (dos volúmenes) (Torremolinos, 7-11 junio 1982 (Madrid, 1983)	4.500	4.500
5. ^{as} Jornadas Científicas (Santiago de Compostela, 1984)	1.500	2.000
Tablas cerámicas (Instituto de Química Técnica Universidad de Valencia)	3.000	3.000
Vocabulario para la industria de los materiales refractarios (español-francés-inglés-ruso) UNE 61-000 (Madrid, 1985)	4.500	4.500
Jornadas sobre materiales refractarios y siderurgia (Arganda del Rey, 4-5 mayo 1984, Madrid, 1985)	4.500	4.500
Diccionario cerámico científico-práctico (español-inglés-alemán-francés) C. Guillem Monzonís y M. ^a C. Guillem Villar (Valencia, 1987)	4.000	4.000
Curso sobre materias primas para cerámica y vidrio (Edit. J. M. ^a González Peña, M. A. Delgado Méndez y J. J. García Rodríguez, Madrid 1987)	4.800	6.000
Processing of Advanced Ceramics (Edit. J. S. Moya y S. de Aza, Madrid, 1987)	4.800	6.000
Glasses and Glass-ceramics for Nuclear Waste Management (Edit. J.Ma. Rincón, Madrid, 1987).	4.800	6.000
(También disponible en microficha)	1.200	1.500

Los precios no llevan incluido el IVA

Los pedidos deben dirigirse a: **SOCIEDAD ESPAÑOLA DE CERAMICA Y VIDRIO**
Ctra. Valencia, km. 24,300
ARGANDA DEL REY (Madrid)

SERVICIOS DE DOCUMENTACION DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE CERAMICA Y VIDRIO

La Sociedad Española de Cerámica y Vidrio ofrece a sus socios los siguientes servicios de documentación:

- Fotocopias de artículos
- Traducciones de artículos
- Perfiles bibliográficos
- Revisiones monográficas