

AULA DE CERÁMICA

Esmaltes

Joaquim Chavarría



Esmaltes

Joaquim Chavarria



EDITORIAL LA ISLA



Dirección editorial: María Fernanda Canal

Textos: Joaquim Chavarria

Realización de los ejercicios: Joaquim Chavarria

Diseño de la colección: Carlos Bonet

Diagramación: SET, Serveis Editorials i Tècnics

Maqueta: Pedro González

Fotografía: Nos & Soto

Archivo iconográfico: M^a Carmen Ramos

Primera edición argentina 1998

© 1998 Parramón Ediciones, S.A.

Gran Via de les Corts Catalanes, 322-324

08004 Barcelona (España)

© 1998 Editorial La Isla S.R.L., Buenos Aires

Dirección de producción: Rafael Marfil

ISBN: 950-637-089-3

Queda hecho el depósito que marca la Ley 11.723

Impreso en España

Prohibida la reproducción total o parcial de esta obra mediante cualquier recurso o procedimiento, comprendidos la impresión, la reprografía, el microfilm, el tratamiento informático o cualquier otro sistema, sin permiso escrito de la editorial.

Derechos de esta edición para Argentina, Chile, Paraguay y Uruguay

SUMARIO

Introducción	5	Esmaltes de baja y media temperatura	38
Esmaltes cerámicos. Materiales	6	Esmaltes de alta y muy alta temperatura	40
Óxidos colorantes básicos	8	Esmaltes cristalinos	42
Cálculo de los esmaltes	10	Rakú	44
Clases de esmaltes	12	Esmaltes salinos	46
Utensilios para esmaltes	13	Esmaltes de cenizas	48
Preparación de los esmaltes	14	Esmaltes craquelados	50
Pigmentos y esmaltes cerámicos comerciales	16	Esmaltes de venturina	52
Los hornos. Accesorios	18	Atmósfera del horno	53
Colocación de las piezas esmaltadas en el horno. La cocción	22	Esmaltes celadón	54
Medición de la temperatura. Color de la cocción	24	Esmaltes sangre de buey	56
Esmaltado por inmersión	26	Monococción	58
Esmaltado por sistema de bañado	28	Lustres	60
Esmaltado a pincel	30	Frita, crisol, horno y molino de bolas	62
Esmaltado por pulverización	32	Glosario	64
Defectos y corrección de los esmaltes	34		



INTRODUCCIÓN

Entre el 2000-1000 a.C., los ceramistas de Mesopotamia produjeron un vidriado (esmalte transparente), que fue utilizado para recubrir ladrillos y después vasijas. Posteriormente se decoraron ladrillos y azulejos con vidriado de plomo, que se volvía blanco y opaco añadiéndole óxido de estaño. Después, de forma natural, se encontraron otros tipos de esmaltes, como el de cenizas, que fue desarrollado por ceramistas chinos. El hombre no sólo aprovecha lo que encuentra casualmente, también lo investiga, estudia y experimenta. Esta parte de la cerámica es la de las pruebas y éstas, buenas y malas, si se saben analizar pueden ayudarnos a comprender mejor todo lo concerniente a los esmaltes.

En este libro se explica, de manera sencilla, todo un conjunto de procesos, empezando por los materiales necesarios para componer un esmalte, seguidos del cálculo de los mismos, para luego conocer los diferentes tipos y cómo prepararlos. Siguen los hornos y la técnica de la cocción. A continuación los diferentes sistemas de aplicación de los mismos sobre las piezas, los defectos y su corrección. A partir de aquí, cuando ya se tenga una idea clara del trabajo, estudiaremos los diferentes tipos de esmaltes, los más conocidos y que dan lugar a una visión general de ellos, para que al combinarlos sugieran otros no sólo más complicados, sino también más personales.

Las fórmulas que se muestran serán útiles en la medida en que también lo sean lo que se lea y aprenda, se practique e investigue mediante la preparación de las pruebas y de su cocción posterior. Hace muchos años, al inicio de mi andadura como ceramista, escuché en una conferencia la siguiente frase: «en cerámica el torno es a la forma lo que el horno al esmalte». Con el tiempo comprendí lo que quería decir el conferenciante.

Algunos de los objetos que hemos modelado, en una primera fase demandan una cubierta que deberá prepararse cuidadosamente, con dosis calculadas, exactas y bien mezcladas para, después de aplicadas, introducir las piezas en el horno.

Muchas de las cerámicas que se muestran las he realizado exclusivamente para una mejor comprensión de lo que se explica, otras en cambio fueron

hechas en años anteriores, pero sirven como ejemplo. La información que se da es sencilla y rigurosa, sólo requiere un mínimo de conocimientos técnicos fácilmente asequibles. No es necesario tener muchas fórmulas, lo importante es que sean buenas y seguras, que fundan dentro de los márgenes de temperatura adecuados y que el resultado sea el deseado. Por lo general se trabaja con unas cuantas fórmulas básicas, que pueden variarse, cambiando y combinando los materiales y los porcentajes y añadiendo los óxidos colorantes en tantas y tan variadas proporciones que no tendría fin.

En un principio, todo lo concerniente al esmalte resulta complicado, después no lo será tanto. Con el esmalte culmina un proceso que dará el acabado final a la obra o la arruinará. Estudiar y entender las características de los componentes de un esmalte, pesarlos, mezclarlos, aplicarlos y cocerlos es elemental; la investigación de nuevos esmaltes nos llevará, sin duda, a conocer mejor cómo reaccionan entre sí. Es conveniente comprender, después de madurar la idea, cuál es el proceso en el que mejor se desarrollará, no sólo técnica sino plásticamente.

Si ya se puede modelar cualquier objeto, porque se conocen todos los procesos del modelado y después pueden tornearse vasijas simétricas, éste es el momento de la "prueba del fuego" y nunca mejor dicho, pues es éste el que nos dará el acabado definitivo a todo aquello que tanta ilusión y esfuerzo nos ha costado. No hay que pensar que el fuego hace milagros. El fuego hace lo que queremos, por lo que es necesario aprender a controlarlo.

Espero que los principiantes tropiecen el mínimo de veces, reduciendo las malas experiencias, que tampoco lo son, pues también sirven para aprender y sobre todo les recomiendo que no se desanimen. El estudio, el esfuerzo y la voluntad, les ayudarán a conseguir los mejores resultados. El ceramista, además de talento, imaginación y sentido artístico, debe poseer un sólido conocimiento técnico del oficio. A todos los que quieren seguir este camino y a los que están en él mis mejores deseos.

ESMALTES CERÁMICOS. MATERIALES

Los esmaltes cerámicos están compuestos por materiales seleccionados, preparados con dosis adecuadas y mezclados, a los que se les añade agua y se aplican sobre la superficie de las piezas crudas o bizcochadas, cubriéndolas. Esta mezcla, al fundirse durante la cocción, forma una pasta vítrea que se adhiere a aquellas.

En la formación del esmalte son necesarios varios elementos indispensables, pero como mínimo se necesitan dos: uno vitrificante, como la sílice, y otro fundente, como el plomo o el bórax. La unión de estos materiales produce un vidrio transparente, incoloro y brillante.

El principal ingrediente del esmalte es la sílice, que presenta una temperatura de fusión muy alta (1.700 °C - 3.092 °F), y se obtiene a partir del pedernal y del cuarzo, molidos y calcinados.

En los esmaltes de bajo punto de fusión se usan diversos materiales como fundentes: los compuestos de plomo (minio, litargirio, galena y carbonato de plomo) y los compuestos alcalinos (bórax, ácido bórico, carbonato de sodio y colemanita);

mientras que los esmaltes de alto punto de fusión tienen el feldespato como su principal fundente.

Materiales

Son productos, naturales o no, que se utilizan para fines industriales y que el ceramista usa en la preparación de las pastas y los esmaltes. Los materiales que se describen a continuación son algunos de los más usuales en la preparación de esmaltes.

Alúmina. Al_2O_3 . Óxido de aluminio, Pm 102. Se introduce en los esmaltes en un porcentaje muy pequeño. Aumenta su viscosidad, dureza y resistencia a las tensiones e impide que se escurran. Es un óxido anfótero, situado en la columna central de la fórmula de Seger (véanse págs. 10-11). Produce superficies mate si se añade en porcentajes elevados e incluso impide la fusión del esmalte. Es insoluble. Puede encontrarse como hidrato de alúmina, $Al_2(OH)_6$, Pm 156.

Carbonato de bario. $BaCO_3$, Pm 197,3. Se usa combinado con otros fundentes y es refractario en esmaltes de baja temperatura, por lo que debe usarse en porcentajes pequeños, produciendo texturas mate. Es un fundente muy activo en esmaltes de alta temperatura, opacificante, insoluble y tóxico.

Carbonato de calcio. $CaCO_3$, Pm 100. Introduce en los esmaltes óxido de calcio. También recibe el nombre de creta. Puede hacer burbujear los esmaltes de baja temperatura, por lo que resulta conveniente calcinarlo. La calcinación lo transforma en óxido de calcio (CaO), Pm 56, por lo que deberá tenerse en cuenta en la fórmula de preparación del esmalte. Es insoluble y muy fundente en altas temperaturas. También

puede actuar como opacificante. Otros minerales del calcio:

Wollastonita. $CaSiO_3$, Pm 116.
Espato-flúor. CaF_2 , Pm 78.
Dolomita. $CaCO_3 \cdot MgCO_3$, Pm 184.

Carbonato de litio. Li_2CO_3 , Pm 74. Introduce litio en los esmaltes y es muy fundente en altas temperaturas. Reemplaza al plomo en temperaturas medias, favorece los esmaltes cristalinos, rebaja la dilatación térmica de los esmaltes y aumenta su resistencia. Es insoluble. Otros materiales del litio: Petalita. $Li_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 8SiO_2$, Pm 612.
Espodumeno. $Li_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 4SiO_2$, Pm 372.
Lepidolita. $(LiNaK)_2 \cdot (FOH)_2 \cdot Al_2O_3 \cdot 3SiO_2$, Pm 472. El flúor que contiene puede

originar burbujas en el esmalte durante la cocción.

Carbonato de magnesio. $MgCO_3$, Pm 84. Actúa como refractario en baja temperatura y como fundente en temperaturas altas. Mejora la adhesión de los esmaltes y reduce la fluidez en aquellos que tienen tendencia a escurrir. Es volátil y poco soluble y debe mezclarse en seco con los demás componentes del esmalte.

Carbonato de plomo. $2PbCO_3 \cdot Pb(OH)_2$, Pm 775 y Pe 258. También se le conoce como plomo blanco, albayalde o cerusa. Introduce óxido de plomo en forma insoluble en los esmaltes. Es muy tóxico.

Carbonato de potasio. K_2CO_3 , Pm 138. Introduce óxido de potasio. De base alcalina muy fundente, se usa en forma de frit. Se trata de un material delicuescente y soluble.

Ceniza de huesos o fosfato tricálcico. $Ca_3(PO_4)_2$, Pm 310 y Pe 103. Es opacificante en esmaltes de alta temperatura. Se obtiene por la calcinación de huesos de animales. También se utiliza en pastas cerámicas llamadas porcelana de huesos, en las que actúa como fundente. También actúa como opacificante.

Colemanita. $2CaO \cdot 3B_2O_3 \cdot 5H_2O$, Pm 412 y Pe 206.



- A. Óxido de circonio.
- B. Petalita.
- C. Carbonato de litio.
- D. Minio.
- E. Ilmenita.
- F. Bórax.
- G. Litargirio.
- H. Fosfato tricálcico.
- I. Mullita.
- J. Óxido de cinc.

Borato cálcico hidratado. Introduce boro. Es insoluble. Para evitar que produzca ampollas en los esmaltes, debe calcinarse a 820 °C.

Criolita. Na_3AlF_6 , Pm 210. Fluoruro sódico aluminico. Se usa como proveedora de sosa insoluble. Durante la cocción el fluoruro puede hacer burbujear el esmalte.

Cuarzo. SiO_2 . Óxido de silicio, Pm 60. Material básico para la preparación de las pastas y los esmaltes, en los que introduce la sílice. Los esmaltes de baja temperatura se componen en sus dos terceras partes de este material, mientras que en los de alta temperatura, la sílice entra en su composición en tres cuartas partes.

Dolomita. CaCO_3 , MgCO_3 , Pm 184. Carbonato de calcio y magnesio. Provee de óxido de calcio y de magnesio en forma insoluble a los esmaltes. También se usa en la preparación de las pastas.

Espato-flúor. CaF_2 , Pm 78. Fluoruro de calcio o fluorita. Se usa en los esmaltes como opacificante y fundente. Introduce calcio y flúor de forma insoluble. Puede hacer burbujear el esmalte si se utiliza en porcentajes superiores al 5 %. Es un material opacificante.

Esteatita. 3MgO , 4SiO_2 , H_2O , Pm 379 y Pe 126. Silicato de magnesio hidratado, derivado del talco. Aporta magnesia y sílice.

Feldespatos. Silicatos de alúmina anhidro, con sodio y potasio. Material básico para la preparación de pastas y esmaltes, en especial de alta temperatura. En su composición presenta una parte alcalina (sodio y potasio), alúmina y sílice. En otras, calcio y litio. Es insoluble.

Existen diferentes variedades según su composición: Potásico u ortoclasa. K_2O , Al_2O_3 , 6SiO_2 , Pm 556. Sódico o albita. Na_2O , Al_2O_3 , 6SiO_2 , Pm 524. Cálcico o anortita. CaO , Al_2O_3 , 2SiO_2 , Pm 278. Lítico o espodumeno. Li_2O , Al_2O_3 , 4SiO_2 , Pm 372. Petalita. Li_2O , Al_2O_3 , 8SiO_2 , Pm 612.

Galena. PbS , Pm 239. Sulfuro de plomo. Poco usado en la actualidad.

Ilmenita. TiO_2 , FeO , Pm 152. Titanato ferroso. Mineral impuro de titanio y hierro. Motea los esmaltes de alta temperatura con puntos negros, si es aplicado en capa gruesa.

Litargirio. PbO , Pm 223. Monóxido de plomo. De color amarillo claro. Se usa para preparar fritas de plomo y también crudo. Es insoluble y tóxico.

Minio. Pb_3O_4 , Pm 685 y Pe 228. Óxido de plomo, de color rojo fuerte. Material básico para preparar esmaltes crudos de plomo. Es insoluble y muy tóxico. Estos esmaltes se hornean en atmósfera oxidante.



A. Carbonato cálcico. B. Óxido de estaño. C. Espato-flúor. D. Óxido de titanio. E. Bicromato potásico. F. Carbonato de bario. G. Talco. H. Wollastonita. I. Criolita. J. Carbonato de magnesio.

Óxido de antimonio. Sb_2O_3 , Pm 291. Es muy tóxico y opacificante. En una base plúmbica produce amarillos, y en una alcalina, blancos, pero en ambos casos opacos. Puede hacer que burbujeen los esmaltes de plomo.

Óxido bórico. B_2O_3 , Pm 69,6. Es soluble. Se utiliza tanto crudo como fritado. Debe usarse después de su preparación. El bórax también proporciona óxido bórico. Debe utilizarse el calcinado o anhidro, Na_2O , $2\text{B}_2\text{O}_3$, Pm 202. No es tóxico. No posee la calidad de los esmaltes plúmbicos. La colemanita es uno de los boratos insolubles que introduce boro en los esmaltes.

Óxido de cinc. ZnO , Pm 81. Es un fundente muy poderoso a temperaturas altas. Aumenta el intervalo de maduración de los esmaltes. Puede producir estructuras cristalinas en esmaltes con

poco contenido de alúmina. Resulta insoluble y puede usarse en esmaltes de baja temperatura como fundente. Actúa como opacificante junto con el titanio. Modifica los colores de los óxidos colorantes.

Óxido de circonio. ZrO_2 , Pm 123. Se usa como opacificante en los esmaltes en sustitución del estaño, pero no tiene la calidad de éste. Es insoluble y con el cinc matiza los esmaltes.

Óxido de estaño. SnO_2 , Pm 151. Óxido estánnico. Es el opacificante más efectivo. En cantidades del 5 al 7 % produce un esmalte blanco completamente opaco. Se añade a los esmaltes crudos como a los fritados. Es insoluble. Su poder opacificante aumenta junto con el titanio y el cinc.

Rutilo. TiO_2 . Se trata de la forma natural del óxido de

titanio. Puede estar impurificado con óxido de hierro.

Talco. Su fórmula varía desde 3MgO , 4SiO_2 , H_2O , Pm 379 y Pe 126, a 4MgO , 5SiO_2 , H_2O . Silicato de magnesia hidratado. Introduce en los esmaltes magnesia y sílice (como la esteatita). Debe mezclarse en seco con los otros componentes del esmalte.

Titanio. TiO_2 , Pm 80. Óxido de titanio. Actúa en los esmaltes como opacificante. Modifica el color de algunos óxidos colorantes. Junto con el cinc produce esmaltes cristalinos y se usa en esmaltes de alta y baja temperatura.

Wollastonita. CaO , SiO_2 , Pm 116. Metasilicato cálcico. Puede utilizarse para introducir calcio en los esmaltes. Produce cristales. También matiza y opacifica los esmaltes.

ÓXIDOS COLORANTES BÁSICOS

La coloración de los esmaltes se produce añadiéndoles óxidos metálicos como antimonio, cobalto, cobre, cromo, hierro, manganeso, níquel, vanadio y otros menos usuales. Estos óxidos producen colores característicos que los demás componentes del esmalte pueden modificar. Tales cambios pueden deberse a la temperatura de cocción, a la atmósfera del horno y también a los otros óxidos colorantes, con los que pueden mezclarse. Algunos óxidos, como el cobalto, el cobre, el hierro y el manganeso rebajan la temperatura de fusión de los esmaltes, mientras que otros la aumentan, como el antimonio, el cromo, el estaño y el níquel.

Antimonio. Sb_2O_3 , Pm 291,5. Trióxido de antimonio. Es muy venenoso. Con esmaltes de plomo produce amarillos (1 al 2 %). Debe calcinarse a $900\text{ }^\circ\text{C}$ ($1.641\text{ }^\circ\text{F}$) para que no burbujee. Con esmaltes alcalinos da blancos (4 al 6 %). Resulta poco soluble en agua y se volatiliza a partir de los $1.000\text{ }^\circ\text{C}$ ($1.915\text{ }^\circ\text{F}$).

Cadmio. CdS , Pm 144,4. Sulfuro de cadmio. Se utiliza en esmaltes de baja temperatura. Mezclado con selenio (Se) produce rojos y anaranjados, y con azufre (S), amarillos.

Cobalto. CoO , Pm 75. Óxido cobaltoso. Co_2O_3 , Pm 165,8.

Óxido cobáltico. Tienen color negrozco y son insolubles. Es el óxido con mayor poder colorante. En esmaltes

de baja temperatura producen colores azules (0,1-1 %) pero en los de alta temperatura deben usarse en mayo-

res porcentajes. Mezclado con cinc, hierro, manganeso y titanio resultan azules más suaves. Si se calcinan

a $1.000\text{-}1.040\text{ }^\circ\text{C}$ ($1.915\text{-}2.014\text{ }^\circ\text{F}$) producen carbonato de cobalto, $CoCO_3$, Pm 119, con una menor

Es importante recordar que las elevadas proporciones de los óxidos colorantes producirán colores negros (metalizados) y también que en los esmaltes de altas temperaturas se deberá aumentar el porcentaje de óxido, que puede ser muy distinto del utilizado en esmaltes de baja temperatura.



concentración de colorante. Es insoluble.

Cobre. CuO , Pm 79,5. Óxido cúprico. Cu_2O , Pm 143. Óxido cuproso. CuCO_3 , Pm 123,5. Carbonato de cobre.

Produce color verde en esmaltes plúmbicos y turquesa en los alcalinos. En atmósfera reductora da colores rojos (sangre de buey). Las proporciones varían del 1,5 al 3 % en bajas temperaturas,

mientras que en las altas, aumentan desde el 2,5 al 5 %. Es insoluble.

Cromo. Cr_2O_3 , Pm 152. Óxido crómico. Produce colores verdes. Con esmaltes de plo-

mo da color rojo entre 930 y 950 °C (1.706 y 1.742 °F), en una proporción del 2,5 % y naranja con el 1,5 %. Al subir la temperatura da verdes muy duros; con estaño y calcio, rosados claros; con cinc y en bases plúmbicas, marrones y con titanio y en esmaltes alcalinos, marrones oscuros. Es insoluble.

Bicromato potásico. $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, Pm 294. Material soluble y de color rojizo. Desarrrolla amarillos, naranjas, rojos y verdes. Es soluble y muy venenoso.

Cromato de plomo. PbCrO_4 , Pm 323. Da colores amarillos-anaranjados en esmaltes plúmbicos. Es soluble en agua caliente.

Hierro. Fe_2O_3 , Pm 160. Óxido férrico (de color rojizo) y FeO , Pm 72. Óxido ferroso (gris-negro). En esmaltes plúmbicos y en proporciones del 2 al 3 % da un color dorado. En esmaltes alcalinos se obtiene color beige y en atmósfera reductora y alta temperatura, verde grisáceo (celadón). Combinado con otros óxidos, como el cobalto, cobre y manganeso, produce negros. Es insoluble.

Cromato de hierro. Fe_2O_3 , Cr_2O_3 , Pm 759,7. Produce colores amarronados y grisáceos.

Manganeso. MnO_2 , Pm 87. Dióxido de manganeso (de color negruzco). Debe calcinarse a 1.000-1.040 °C (1.915-2.014 °F). Con es-

maltos plúmbicos produce colores morados, violáceos, marrones y pardos (0,5 al 2 %). También pueden obtenerse tonalidades rosáceas. En proporciones más altas (10-15 %) dan negros metalizados iridiscentes. Con el cobalto se obtienen negros. Con fundentes alcalinos pueden obtenerse tonos rojizos y púrpuras. Es insoluble.

Níquel. NiO , Pm 75. Óxido níqueloso (de color gris-verduzco). Ni_2O_3 , Pm 166. Óxido níquelico (gris). Si actúa solo produce colores verde-grisáceos y negro-verdosos. Según el fundente empleado y la proporción de alúmina pueden obtenerse diversos colores; con cinc, es azul; con bario, color café y con magnesio, verde. Modifica el color de otros óxidos. La proporción es del 1 al 3 %. En altas temperaturas produce marrones. Es insoluble.

Uranio. UO_2 , Pm 270. Óxido uranoso. Es de color amarillo y produce rojos y anaranjados en esmaltes plúmbicos. Si se eleva más la temperatura proporciona amarillos.

Vanadio. V_2O_5 , Pm 182. Pentóxido de vanadio (de color ocre-amarillento). Produce colores amarillos débiles y anaranjados en proporciones del 2 al 10 %, pero estos mismos colores suben de tono combinados con óxido de estaño y titanio. Con circonio (Zr) da colores turquesa; con hierro (Fe) ocreos y con manganeso (Mn) marrones amarillentos.



- A. Pentóxido de vanadio.
- B. Óxido de cobalto.
- C. Óxido de cromo.
- D. Carbonato de cobalto
- E. Óxido de uranio.
- F. Óxido de níquel.
- G. Óxido de cobre.
- H. Óxido de antimonio.
- I. Bióxido de manganeso.
- J. Cromato de hierro.
- K. Cromato de plomo.
- L. Carbonato de cobre.

CÁLCULO DE LOS ESMALTES

Para calcular un esmalte es necesario conocer el comportamiento de los materiales que lo forman. Como ya se ha explicado en el tema de materiales (véanse págs. 6-7), los esmaltes cerámicos están compuestos por al menos dos elementos: uno vitrificante, como la sílice, y otro fundente. También se puede añadir un elemento refractario, como la alúmina.

Para aprender a componer las recetas de los esmaltes es necesario adentrarse en el campo de las fórmulas químicas, saber "leer" y entender los símbolos químicos de los elementos y conocer los pesos atómicos de los mismos.

La tarea de calcular las fórmulas y componer las recetas resulta fácil si se aplica la clasificación de los óxidos que forman los esmaltes, que hizo en la segunda mitad del siglo pasado el químico alemán Herman Seger. Seger ordenó los óxidos que forman parte de la composición de los esmaltes en tres grupos: óxidos básicos (fundentes), óxidos neutros y óxidos ácidos.

En el grupo de los **básicos** se encuentran los óxidos de las fórmulas químicas RO/R_2O , siendo R, el elemento químico que se combina con el oxígeno formando óxidos. Están en este grupo los óxidos de litio (Li_2O), sodio (Na_2O), potasio (K_2O), calcio (CaO), magnesio (MgO), bario (BaO), cinc (ZnO), estroncio (SrO) y plomo (PbO).

En el grupo de los **neutros**, la fórmula es R_2O_3 . Se encuentran en este grupo los óxidos de aluminio (Al_2O_3) y de boro (B_2O_3). El óxido bórico puede actuar como básico o como ácido, pudiendo reemplazar parcialmente al silicio y bajar la temperatura de fusión sin alterar prácticamente el esmalte. También se introduce en forma insoluble, como la colemanita y la hidroboracita (borato de calcio y magnesio).

La fórmula del grupo de los **ácidos** es RO_2 . Forma parte de este grupo el óxido de silicio (SiO_2).

La fórmula de Seger siempre se debe plantear en tres columnas de la siguiente manera:

básicos	neutros	ácidos
RO/R_2O	R_2O_3	RO_2

Hecha esta clasificación, la fórmula establece que los óxidos no se expresan como peso, sino como moles o fracciones de mol.

Es necesario tener en cuenta lo siguiente:

a) Los óxidos básicos (fundentes), de la forma RO/R_2O , se escriben a la izquierda de la fórmula de Seger, expresados en fracciones molares y es condición indispensable que su suma sea igual a 1, es decir, que la fórmula sea unitaria.

b) Los óxidos neutros ocupan la parte central de la fórmula de Seger y el más utilizado es el óxido de aluminio. La proporción de este óxido puede variar desde 0,1 a 1,5 moléculas y es, idealmente, la décima parte de la cantidad de moléculas de la sílice.

c) La columna de óxidos ácidos se escribe a la derecha de la fórmula de Seger y puede variar desde 1,5 a 15 moléculas de silicio.

Finalmente, hay que recordar que en el grupo RO/R_2O están los agentes fundentes; en el R_2O_3 , los elementos refractarios y en el RO_2 , los formadores de vidrio.

Los óxidos colorantes, que se añaden en pequeñas cantidades, no forman parte de la fórmula porque no alteran el proceso químico de la misma.

A continuación, ilustraremos todo lo expuesto con un ejemplo, en el que asumiremos los siguientes elementos y cantidades:

básicos	neutros	ácidos
PbO 0,5	Al_2O_3 0,5	SiO_2 1
CaO 0,5		

En el ejemplo escogido, hay una molécula de silicio por cada media molécula de óxido de plomo, de calcio y de aluminio.

Determinación de la fórmula unitaria a partir de una receta

Para determinar la fórmula vamos a partir de una receta de un esmalte de baja temperatura (960 °C). Supongamos una receta formada por:

Litargirio	55 partes
Sílice	35 partes
Creta	10 partes

En primer lugar, hay que saber cuáles son los óxidos que cada uno de los materiales de la receta aporta a la fórmula: el litargirio es óxido de plomo (PbO); la sílice es óxido de silicio (SiO_2) y la creta es carbonato cálcico ($CaCO_3$). Se calcula el peso molecular (Pm):

Litargirio	Pm = 223
Sílice	Pm = 60
Creta	Pm = 100

Conociendo la participación de cada uno de los componentes en la receta y su peso molecular, la división de aquella por éste dará los moles o su fracción presente en la receta:

Litargirio	$55 \div 223 = 0,246$ moles de PbO
Sílice	$35 \div 60 = 0,583$ moles de SiO_2
Creta	$10 \div 100 = 0,1$ moles de CaO

Después es necesario establecer la fórmula unitaria según la fórmula de Seger:

básicos	neutros	ácidos
PbO 0,246	no hay	SiO_2 0,583
CaO 0,1		

Se suman las fracciones de la primera columna, que dan como resultado 0,346, y como esta suma no es igual a la unidad, para conseguirlo se ha de dividir por sí misma y también se dividirá la sílice.

PbO	$0,246 \div 0,346 = 0,710$
CaO	$0,1 \div 0,346 = 0,289$
	$= 0,999 \approx 1$

$$SiO_2 \quad 0,583 \div 0,346 = 1,68$$

Por lo tanto, la fórmula unitaria de la receta expresada en moles quedará así:



Jarrón. 1980. 31,5 x 10 cm de diámetro. Gres torneado. Esmalte feldespático con bióxido de titanio y carbonato de cobalto al 1%. Temperatura de cocción: 1.260 °C.

básicos	neutros	ácidos
PbO 0,710	---	SiO ₂ 1,68
CaO 0,289		

Otro ejemplo

Para comprender mejor el proceso anterior, vamos a calcular otra fórmula, pero esta vez partiendo de la receta de un esmalte de alta temperatura.

Feldespato potásico	80 partes
Carbonato cálcico	20 partes
Feldespato potásico	K ₂ O.Al ₂ O ₃ .6SiO ₂ Pm 556
Carbonato cálcico	CaCO ₃ Pm 100

Se dividen los pesos de los componentes por el Pm respectivo:

Feldespato potásico	80 ÷ 556 = 0,14
Carbonato cálcico	20 ÷ 100 = 0,2

Colocados según la fórmula de Seger, quedan de la siguiente manera:

básicos	neutros	ácidos
K ₂ O 0,14	Al ₂ O ₃ 0,14	SiO ₂ 0,14
CaCO ₃ 0,2		

Dado que el feldespato potásico tiene seis moléculas de silicio, es necesario multiplicar los moles por seis: 6 × 0,14 = 0,84

Como la suma del grupo de los básicos tiene que ser igual a 1, se dividen cada uno de los componentes de este grupo por el resultado de su suma y también los componentes de los otros grupos. La suma de los óxidos básicos es: 0,34

K ₂ O	0,14 ÷ 0,34 = 0,41
CaCO ₃	0,2 ÷ 0,34 = 0,58
Al ₂ O ₃	0,14 ÷ 0,34 = 0,41
SiO ₂	0,84 ÷ 0,34 = 2,47

La fórmula queda de la siguiente forma:

básicos	neutros	ácidos
K ₂ O 0,41	Al ₂ O ₃ 0,41	SiO ₂ 2,47
CaCO ₃ 0,58		

Determinación de la receta a partir de una fórmula

Vamos a hacer la operación inversa: partir de una fórmula empírica para determinar la receta de un esmalte de baja temperatura. Supongamos una

fórmula unitaria sencilla, sin óxidos neutros:

PbO 0,8	---	SiO ₂ 1
CaO 0,2		

Primero se escogen los materiales brutos con los que se trabajará. Por ejemplo: minio, carbonato cálcico y silicio, que aportan el óxido de plomo, de calcio y de silicio. También conocemos sus pesos moleculares.

PbO	0,8 × 223 = 178,4 partes de minio
CaO	0,2 × 100 = 20 partes de carbonato cálcico
SiO ₂	1 × 60 = 60 partes de silicio
	258,4

Para reducir la receta a partes centesimales se multiplica el resultado de cada componente por 100 y se divide por la suma total:

Minio	178,4 × 100 ÷ 258,4 = 69,0 partes
Carbonato cálcico	20 × 100 ÷ 258,4 = 7,7 partes
Sílice	60 × 100 ÷ 258,4 = 23,3 partes

Las cifras obtenidas expresan las cantidades en peso que se necesitan de cada material para componer la receta. Habiendo reducido la receta a cantidades centesimales la adición de los óxidos colorantes u otro material es sencilla.

Otro ejemplo

Vamos a calcular la receta de un esmalte de alta temperatura partiendo de una fórmula química:

K ₂ O 0,2	Al ₂ O ₃ 0,3	SiO ₂ 3
MgO 0,8		

Se determinan los materiales:

Feldespato potásico	K ₂ O.Al ₂ O ₃ .6SiO ₂
Caolín	Al ₂ O ₃ .2SiO ₂
Talco	3MgO.4SiO ₂
Sílice	SiO ₂

Como un mol de talco tiene 3MgO, aplicando una sencilla regla de tres se calcula la cantidad que corresponde a 0,8 MgO de la fórmula:

$$\frac{1}{\times} \frac{3}{0,8} \times = 0,8 \times 1 \div 3 = 0,27 \text{ moles de talco}$$

Este material tiene además 4SiO₂, por lo que se multiplicará el resultado obtenido anteriormente por cuatro: 4 × 0,27 = 1,08 moles de SiO₂

En los otros materiales se repite el cálculo y paso a paso se construye una tabla, como la adjunta, para controlar el aporte de los distintos materiales.

El feldespato aporta:

0,2 moles de K ₂ O
0,2 moles de Al ₂ O ₃
1,2 moles de SiO ₂ (6 × 0,2 = 1,2)

El caolín aporta:

0,1 moles de Al ₂ O ₃
0,2 de SiO ₂ (2 × 0,1 = 0,2)

Para calcular la receta se multiplican los resultados por el Pm respectivo:

Talco	0,27 × 370 = 99,90
Feldespato	0,2 × 556 = 111,2
Caolín	0,1 × 258 = 25,8
Sílice	0,52 × 60 = 31,20
	268,10

Para obtener una receta centesimal se multiplican los resultados por 100 y se dividen por la suma:

Talco	99,9 × 100 ÷ 268,10 = 37,262
Feldespato	111,2 × 100 ÷ 268,10 = 41,477
Caolín	25,8 × 100 ÷ 268,10 = 9,623
Sílice	31,2 × 100 ÷ 268,10 = 11,637

Se redondean los decimales superiores a 5 y la receta queda como sigue:

Talco	37
Feldespato	41
Caolín	10
Sílice	12

óxidos	MgO	K ₂ O	Al ₂ O ₃	SiO ₂
materiales	0,8	0,2	0,3	3
Talco 0,27	0,8 - 0,8 = 0			3 - 1,08 = 1,92
Feldespato 0,2		0,2 - 0,2 = 0	0,3 - 0,2 = 0,1	1,92 - 1,2 = 0,72
Caolín 0,1			0,1 - 0,1 = 0	0,72 - 0,2 = 0,52
Sílice 0,52				0,52 - 0,52 = 0

CLASES DE ESMALTES

Hay muchas maneras de clasificar los esmaltes cerámicos y seguramente cada ceramista tiene una diferente, aunque, como es lógico, habría en algún momento puntos de contacto. Esta clasificación agrupa los esmaltes, según su preparación, los componentes químicos, la temperatura, la atmósfera del horno, las pastas, el brillo, la transparencia y la textura.

Crudos, fritos y mixtos. Los esmaltes crudos se preparan con materiales cerámicos mezclados y molidos que, después de hidratarse, se aplican tanto sobre piezas crudas como bizcochadas, y su temperatura de madurez abarca todas las temperaturas.

En los fritos entran materias solubles en agua, que no pueden aplicarse crudas, como el sodio, el potasio, el bórax, etc. Estos materiales, que se mezclan con otros, deben fritarse en un horno para fritas. Este proceso se explicará en la última parte del libro. Otros esmaltes se preparan con mezclas de materiales crudos y fritas y se denominan mixtos.

Plúmbicos, alcalinos, feldespáticos, etc. En baja temperatura los esmaltes se dividen en plúmbicos y alcalinos, según sea el fundente, que en los primeros será el plomo y en los segundos los materiales alcalinos, como el



Tetera. 1997.
24 × 14 × 13 cm de diámetro.
Gres torneado.
Esmalte feldespático con óxido de cobalto al 3 %.
Temperatura de cocción: 1.280 °C.

sodio, potasio, etc. En cambio, en altas temperaturas, si el fundente principal es el feldespato, será feldespático.

Temperatura baja, media, alta y muy alta. Los esmaltes según su composición pueden madurar a temperaturas muy variadas, de manera que pueden clasificarse en los cuatro grupos enunciados al principio, aunque éste es un criterio muy personal. Los esmaltes de baja temperatura estarían comprendidos entre 920 °C (1.688 °F) y 1.050 °C (1.922 °F).



Cilindro. 1998.
7,5 × 10,5 cm de diámetro.
Temperatura de cocción: 1.280 °C.

Los de media temperatura a partir de la anterior y hasta 1.150 °C (2.102 °F).

Los de alta temperatura desde 1.150 °C (2.102 °F) hasta 1.280 °C (2.336 °F) y los de muy alta temperatura entre la anterior y 1.400 °C (2.552 °F).

Oxidantes y reductores. Estos esmaltes presentan dos grupos definidos: de atmósfera oxidante y de atmósfera reductora. Los primeros pueden obtenerse, especialmente, en hornos eléctricos y también en hornos de gas. Los esmaltes de atmósfera reductora, sin oxígeno, deben hacerse en hornos de gas, leña o petróleo. Los más prácticos son los de gas, con cuyos que-



Jarrito. 1975.
12 × 12 cm de diámetro.
Gres torneado.
Atmósfera oxidante.
Temperatura de cocción: 1.280 °C.

madores puede regularse la entrada de aire y de combustible. En los hornos eléctricos no es conveniente producir atmósfera reductora porque va en detrimento de las resistencias, llegándose a fundir.

Pastas de arcilla ferruginosa, loza, gres y porcelana.

Son esmaltes que se adecuan al bizcocho que deben cubrir, por lo que abarcan toda la gama de posibilidades en cuanto a los materiales y a las temperaturas a las que serán sometidos.

Brillantes, mates y semimates o satinados. Son brillantes aquellos esmaltes que tienen brillo en su superficie y reflejan la luz proyectada sobre ellos. Los esmaltes mates no tienen brillo superficial y pueden ser transparentes y opacos, como los anteriores. Los semimates o satinados están entre los dos anteriores, es decir, sin ser del todo mates,



Bol. 1982. 8 × 12 cm de diámetro.
Arcilla ferruginosa y loza mezcladas y torneadas.
Esmalte transparente.
Temperatura de cocción: 960 °C.



Copa. 1985.
10 × 7 cm de diámetro.
Gres con chamota fina modelado en plancha.
Esmalte mate.
Temperatura de cocción: 1.280 °C.

presentan una cierta brillantez apagada y por lo general son opacos.

Transparentes y opacos. Son transparentes aquellos que permiten ver el color de la pasta bizcochada sobre la que están aplicados. Los opacos, en cambio, no dejan ver el bizcocho. En estos esmaltes hay mezcladas materias opacificantes. Dentro de esta variedad de esmaltes se podrían incluir los translúcidos, que no son transparentes ni opacos, transmiten la luz pero no llegan a ser transparentes y los opalescentes.

Lisos, ásperos y rugosos. Los esmaltes, según sea la composición y la temperatura de cocción pueden presentar diferencias texturales en la superficie. Estas texturas pueden buscarse expresamente añadiendo al esmalte aquellos materiales que eleven su punto de fusión, como la alúmina. Por lo general son esmaltes mates.

UTENSILIOS PARA ESMALTES



Morteros. Recipientes de porcelana o vidrio, de diferentes tamaños, que se utilizan para moler y mezclar materiales cerámicos. Tienen forma semiesférica y las paredes muy lisas. Están provistos de un "majadero" o mano de mortero, del mismo material.



Cabina de esmaltado. Compartimento de paredes metálicas o de madera y que lleva acoplado, en una de las paredes o en el techo, un ventilador-extractor conectado a un tubo chimenea o salida de aire. Se utiliza para aplicar los esmaltes a pistola. Es necesario un compresor.

Cedazo. Está fabricado con un aro y una malla de hilo metálico (latón) o de nailon. Se usa para filtrar los esmaltes y las pastas líquidas. En su elaboración se emplean muchos tipos de tramas con un número que indica el número de hilos por pulgada o por centímetro cuadrado; 40 a 60 para materias gruesas, 80 a 100 para esmaltes y materiales en polvo, 150 a 200 para esmaltes más finos. Los cedazos más tupidos o finos se llaman tamices.



Tubos de ensayo. De vidrio o plástico, están cerrados por uno de sus extremos. Suelen estar graduados por centímetros cúbicos y son muy útiles para calcular los volúmenes exactos de agua que hay que añadir tanto a los esmaltes como a las pastas.

Pera. Pequeño recipiente de goma, con forma de pera y que se utiliza para impulsar líquidos o aire. En cerámica se usa en aplicaciones de esmaltes y engobes.

Balanza de platos. Instrumento para pesar, equilibrando con pesas, el material que se pesa.



Balanza de precisión. Instrumento que se utiliza para realizar pesadas muy exactas y pequeñas. Desde centésimas de gramo a 50 gramos. Las pequeñas cantidades de materiales deben ser manejadas con espátulas o cucharillas.



PREPARACIÓN DE LOS ESMALTES

Antes de la preparación de un esmalte hay que disponer de los materiales necesarios y de los utensilios que se vayan a emplear. Se partirá de una receta y se tendrán en cuenta tres fases: el pesaje de los materiales, la molienda y la hidratación de los mismos.

Antes de empezar a preparar el esmalte, es preciso anotar todos los materiales necesarios, así como su peso. Deberá disponerse de una balanza, de un mortero de vidrio o de porcelana, de una probeta graduada y de un cedazo de malla del nº100 o más tupido. A continuación se pesan los componentes que deberán molerse.



Para explicar el proceso voy a preparar una pequeña cantidad de esmalte, que me servirá para cubrir dos muestras.

1. Sobre la mesa agrupo todos los materiales que voy a necesitar, así como los utensilios que emplearé. Utilizo la balanza de precisión para pesar los siete materiales que formarán el esmalte. En este proceso resulta conveniente que todos los utensilios que se utilicen estén muy limpios.

2. Habiendo pesado sejs de los componentes que he echado en el mortero empiezo la molienda. Remuevo la mezcla con la mano de almirez o majadero, hasta que los materiales estén bien mezclados. A continuación añado el óxido colorante y continúo removiendo la mezcla hasta conseguir un color uniforme y una mezcla perfecta.



3. Después de finalizar el proceso anterior me preparo para echar el agua necesaria. En el tubo de ensayo o en una probeta graduada, mido el agua que voy a necesitar. Hay que recordar que, por regla general, se añaden entre 400 y 500 cm³ de agua por kg de material en seco. Vierto en el mortero una parte del agua, removiendo a continuación la mezcla. Después echo el agua que faltaba y continúo hasta observar que no hay grumos en el esmalte, lo que indicará que está correctamente mezclado.

4. Preparado el esmalte, lo echo en otro mortero, en el que he colocado un cedazo, de malla del nº 100. Este tamizado es para comprobar si el esmalte ha quedado bien mezclado, aunque no era necesario, ya que tengo que preparar dos muestras y aplicaré el esmalte a pincel. Pero si aquél tuviera que ser aplicado a pistola sería preciso pasar la mezcla por un tamiz de malla del nº 200.

5. Con una brocha, acabo de hacer pasar el esmalte por el cedazo, por lo que ya está preparado para aplicarlo sobre las muestras de gres bizcochado.

6. Con óxido de hierro disuelto en agua, escribo la referencia del esmalte en el reverso de la muestra de pasta bizcochada. Con el pincel aplico el esmalte sobre el anverso de la muestra que estará limpia y seca. El espesor de la capa de esmalte será de unos 2 mm aproximadamente.

7. Diferentes tipos de muestras, cuyas formas resultan prácticas para observar si el esmalte se mantiene o no durante la cocción.



PIGMENTOS Y ESMALTES CERÁMICOS COMERCIALES

En las tiendas de productos cerámicos se encuentra una gran variedad de pigmentos cerámicos (colorantes), que pueden colorear las bases de los esmaltes e incluso mezclarse con ellos. Estos colorantes, preparados en polvo, se utilizan frecuentemente en las decoraciones de bajo y sobrecubierta. Para usarlos hay que mezclarlos con agua, aplicándose, después, a pincel o pistola, directamente sobre la superficie de la pieza bizcochada, generalmente de loza (color blanco marfileno después de la cocción) y también sobre el esmalte crudo.

Antes de su aplicación pueden mezclarse con un 10 % de un esmalte o cubierta transparente, que ayuda a su fusibilidad. Cuando se utilizan para decoraciones de bajocubierta, se cubrirán con un esmalte transparente. En el sistema de decoración de sobrecubierta, la pieza bizcochada está cubierta por un esmalte opaco, por lo general de color blanco y el colorante se aplica sobre aquél. Este sistema de decoración debe ser muy preciso, pues no se puede rectificar. El esmalte de la cubierta absorbe el color con rapidez, actuando como un secante.

La temperatura de cocción depende del barniz de la cubierta, entre 940-980 °C (1.751-1.830 °F). Estos colo-



rantes también pueden ser aplicados sobre piezas esmaltadas y cocidas, pero en este caso el producto cerámico necesitará tres cocciones. Una para el bizcochado, otra para el esmalte de la cubierta y una última para la decoración.

Esmaltes comerciales

Son preparados industriales que se encuentran en las tiendas de productos cerámicos. Ofrecen una amplia y variada gama de colores, con resultados seguros, dentro de los márgenes de temperatura para la que están preparados. Estos esmaltes se expenden en polvo y para prepararlos, igual que cualquier esmalte, deben hidratarse, en una proporción entre el 40 y el 50 % de su peso en seco. Se les añade agua, removiéndolos hasta que quede una mezcla fluida y se aplican. Como están triturados perfectamente, no es necesario molerlos ni tamizarlos, salvo que se desee esmaltar por aspersión (pistola). Estos barnices,

Muestras de pigmentos cerámicos. Se fabrican en una extensa gama de colores, subdividiéndose en tonalidades para cada color. Pueden mezclarse entre sí.



Muestras de esmaltes comerciales preparados con agua y aplicados directamente sobre plaquitas de arcilla ferruginosa y de loza. Temperatura de cocción: 960 °C (1.760 °F).

compuestos por fundentes de baja temperatura, sílice y pigmentos, contienen poca alúmina o casi ninguna. Son mezclables entre sí, con lo que aumentan su extraordinaria gama de colores, produciendo a la vez efectos muy interesantes. Además de mezclarse con agua, estos

esmaltes aceptan otros fluidos, como aceites especiales para serigrafía.

También se fabrican esmaltes de media y alta temperatura. Si se desean esmaltar piezas destinadas a uso doméstico es conveniente consultar con el suministrador o fabricante y seguir sus

indicaciones, pues algunos de estos esmaltes pueden no cumplir las normas de seguridad exigidas a las piezas de uso cotidiano y de contención de alimentos. Algunos de estos esmaltes, de baja y media temperatura, pueden ser atacados por los ácidos de las bebidas y de los ali-

mentos y también por los álcalis de los detergentes.

Estos esmaltes son muy prácticos en obras seriadas que necesiten de colores idénticos, especialmente cuando hay que reponer piezas que forman parte de un conjunto (juegos de café, té, vajillas, etc.). También cuan-

do se trabaja con niños, pues éstos "ven" el color que están aplicando, lo que no ocurre cuando se trabaja con esmaltes preparados. Pero aunque es necesario conocer estos tipos de esmaltes, siempre resulta aconsejable que cada ceramista se prepare los suyos.

LOS HORNOS. ACCESORIOS

El horno es la herramienta básica y necesaria para cualquier ceramista, pero antes de comprar o construir un horno, teniendo en cuenta el cuantioso gasto que representa, es conveniente realizar un estudio detallado de lo que se necesita, en el que se considerarán las ventajas y los inconvenientes. En este estudio entrarán las piezas u obras que se van hacer, la cantidad, sus medidas, la temperatura de cocción, el combustible, el espacio disponible en el estudio o taller, las disposiciones legales, etcétera.

Para el ceramista urbano hay dos tipos de horno: el eléctrico y el de gas.

Horno eléctrico

Estos hornos están contruidos con una estructura metálica, de forma prismática, cúbica o cilíndrica, en la que están ubicados los ladrillos refractarios.

La parte exterior de la estructura está recubierta por una chapa de hierro y entre ésta y aquéllos hay un material aislante que también impide la pérdida de calor. Por lo general presentan una puerta de carga frontal aunque también los hay de carga superior. De este tipo de hornos, algunos se construyen por secciones superpuestas y cada sección tiene sus propias resistencias, independientes, que se conectan a las de la sección anterior. Es-



1. Horno eléctrico de carga superior, práctico y de bajo consumo, capaz de obtener temperaturas de 1.260 °C. Tiene resistencias en dos de las paredes interiores. En este tipo de hornos es fácil comprobar la separación de las piezas desde arriba, pero

no su altura. Para evitar que durante la cocción de los esmaltes las piezas puedan quedar pegadas en los estantes, se coloca una varilla de madera sobre dos columnas para verificar la altura de las piezas, antes de ubicar las placas-estantes.

los hornos, pues pueden agrandarse o empequeñecerse, según sea el número de piezas que se quieran cocer.

El horno eléctrico de estudio, de pequeño tamaño, puede colocarse sobre un bastidor con ruedas, lo que facilita su transporte, aunque es conveniente ubicarlo en un lugar fijo, porque debe estar conectado a la toma de energía. Antes de adquirir el horno, se ha de comprobar si se dispone de suficiente energía eléctrica. En la actualidad muchos de estos hornos funcionan con energía doméstica, pero cuando se necesite un horno de ciertas medidas,

2. Horno eléctrico de carga frontal con elementos de calentamiento en paredes laterales, pared trasera, base y puerta. Está equipado con pirómetro de platino-rodio y sistema de regulación automático de mando electrónico. Temperatura hasta 1.340 °C. Este horno es uno de los más versátiles, cómodo, seguro y de mayor duración.



se precisará una instalación extra, generalmente trifásica, que puede encarecer mucho el coste.

Algunos de estos hornos están revestidos de fibra cerámica aislante, con lo que no necesitarán tanta potencia eléctrica para alcanzar la temperatura deseada.

Los hornos eléctricos cuecen en una atmósfera muy limpia, oxidante. No deben usarse en cocciones que necesiten una atmósfera reductora aunque se puede hacer, pero es conveniente saber que son perjudiciales para las resistencias, pues la atmósfera reductora corroe el metal de las mismas, por lo que su duración se acorta.

Las resistencias se vuelven quebradizas durante las cocciones, por lo tanto es conveniente que, al cargar o descargar el horno, las piezas no las toquen ni golpeen. También hay que manejarlas con cuidado si hay que sacar algún trozo de pasta cerámica incrustada en ellas, debido a la explosión de las piezas en el horno.

Para limpiarlas es suficiente pasarles por encima, con suavidad, un pincel o un pequeño aspirador, comenzando por las superiores. Al finalizar se sacará todo el polvo acumulado en la base del horno o solera. Para que se mantenga en buenas condiciones de funcionamiento, resulta necesario cuidarlo, pues se trata de una herramienta indispensable en el proceso cerámico.

Los hornos eléctricos tienen un funcionamiento sencillo y son como un armario

con resistencias. Éstas pueden estar colocadas en ranuras hechas en los ladrillos o enrolladas sobre tubos de porcelana u otros materiales refractarios. Hay resistencias en la puerta, paredes laterales y trasera y en la base del horno (debajo de la solera).

Para mayor seguridad, el horno lleva un interruptor de contacto en la puerta, de manera que se desconecta de forma automática cuando se abre. Las resistencias para temperaturas de hasta 1.100 °C están fabricadas con aleaciones de níquel y cromo, y tienen una gran durabilidad, siempre que no se sobrepase esta temperatura. En temperaturas más altas se usan resistencias de kantal, que aunque superiores a las aleaciones de nicrom, son muy blandas a altas temperaturas y muy frágiles cuando están frías.

Las resistencias son fáciles de reemplazar cuando se funden o rompen. La corriente eléctrica pasa por ellas, lo cual genera un calor por radiación que se transmite por el interior y también a las piezas por conducción y radiación.

Debido a su automatismo, este horno permite una cierta despreocupación durante su funcionamiento, pero es necesario verificar el aumento de la temperatura y prestar atención al final de la cocción, pues aunque la medición pirométrica sea muy exacta, la colocación de conos pirométricos en su interior ayudará a conocer si el proceso de la cocción ha sido correcto.

Horno de gas

El horno de gas es uno de los preferidos por los ceramistas. Es polivalente, pues permite hacer todo tipo de cocciones. Funcionan con gas natural, propano y butano. Estos hornos necesitan mantener unas estrictas medidas de seguridad, tanto si se trabaja con canalización directa como con bombonas. Éstas deben estar aisladas y por lo tanto separadas del horno, instaladas en el exterior y protegidas por un grueso muro. Esta ubicación de las bombonas puede afectar la presión del gas, por lo que será necesario duplicar el número de aquéllas, para el buen funcionamiento del horno.

Al igual que los eléctricos, están contruidos con una armadura metálica, donde están colocados los ladrillos refractarios más ligeros en las paredes y los más pesados en la base.

También pueden estar recubiertos con fibra aislante, con el consiguiente ahorro de combustible y mayor rapidez de cocción, aunque deberán mantenerse las pautas de calentamiento. El enfriamiento puede ser más rápido, pero deberá controlarse para evitar que las piezas puedan romperse.

La construcción de estos hornos no es difícil, siempre que se disponga de los elementos necesarios, pero es muy importante la distribución y colocación de los quemadores, que estarán instalados en las paredes laterales o en la base del horno y también el sistema de tiro,

que podrá ser directo o invertido.

Para que las llamas de los quemadores no toquen las piezas, se estudiará su disposición o se construirá en el interior del horno una pared o cámara.

Las piezas esmaltadas de-

ben estar separadas de la pared alrededor de 5 cm para que el aire caliente circule con libertad, y también hay que mantener el espacio suficiente entre dos pisos. La quema del gas se hace mediante el quemador atmosférico o de aspiración.

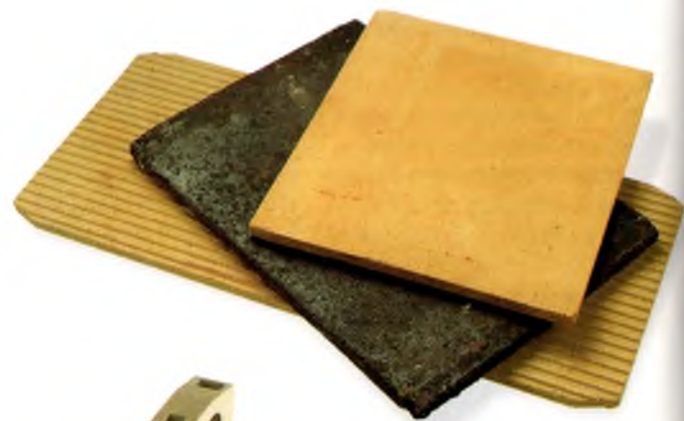


3. Horno de gas de tiro superior provisto de seis quemadores, colocados de tres en tres en las paredes laterales. Alimentado con gas butano o propano, pueden realizarse cocciones con atmósferas oxidantes y reductoras, llegando a temperaturas de 1.300 °C (2.372 °F) y cocción a fuego directo.

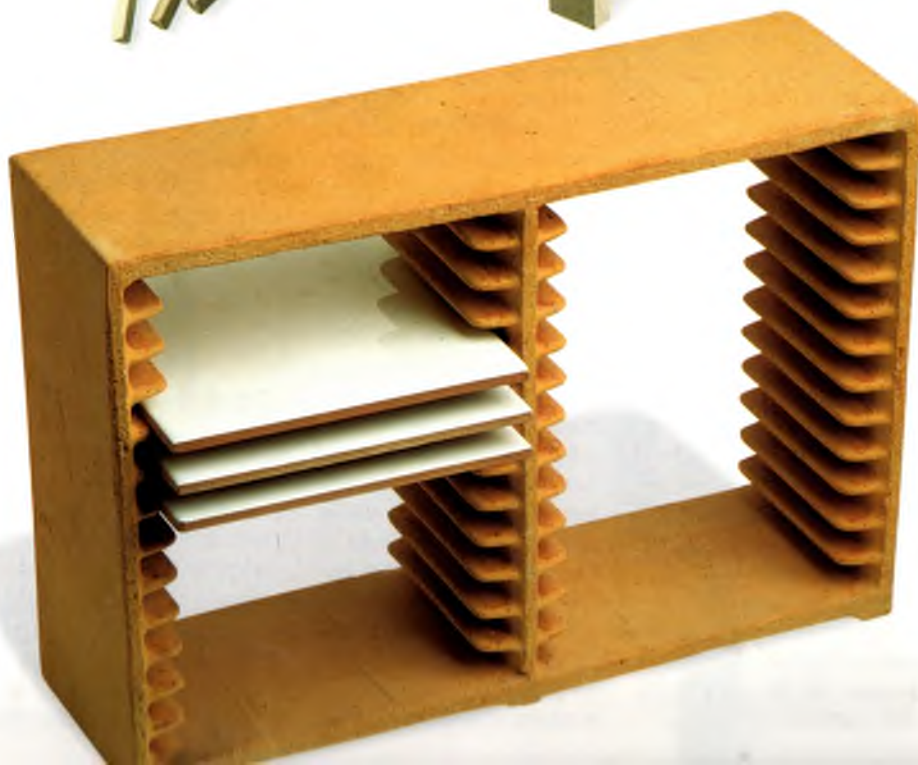


Atifles, sillas y puntas. Son pequeños utensilios que se colocan en la base de las piezas esmaltadas durante la cocción del esmalte. Los atifles (espolones y trípodos) tienen forma de estrella de tres puntas con los extremos puntiagudos. Las sillas, alzas o cuchillas tienen la sección triangular y de 2 a 3 cm de longitud. Las puntas son de forma cónica de 1 cm de altura y de diámetro.

Gacetas para platos. Se utilizan para hornear platos. Al ser apilables se aprovecha mucho el espacio del horno. También están fabricadas con materiales refractarios y deben soportar temperaturas muy altas. Son necesarias y útiles si la producción de platos es muy elevada.



Placas o estantes. Se utilizan para aguantar las piezas en el horno y para formar los pisos de estiba. Se fabrican con arcillas compactas muy aluminosas, silimanita, carburo de silicio y otros materiales de alta resistencia térmica.



Gacetas para baldosas. Sirven para hornear baldosas en muy poco espacio, permitiendo que el calor circule entre ellas. Se fabrican con materiales refractarios y son apilables.



Soportes de carburo de silicio. Están fabricados con carburo de silicio y tienen una gran resistencia, refractariedad y conductividad térmica.

Pilares o columnas.

Fabricados con pasta chamotada y arcillas refractarias, sirven para aguantar las placas de estiba en el horno.



Pilares o columnas. Son de porcelana y tienen la misma función que los anteriores. Los casquetes de la izquierda se incrustan en los pilares para aumentar la superficie de contacto a la vez que aguantan más peso.



Sistema de colocación de columnas. En este caso la distancia diagonal es mayor. Su fijado no es tan firme como el otro sistema y, para estabilizar los estantes, hay que colocar en la parte superior de las columnas bolas o rollos de arcilla.

Otro sistema de colocación de columnas en las placas. Permite un fijado firme y acorta la distancia diagonal en aquéllas. Obsérvense las alturas de los pisos siempre de menor a mayor para que tengan la máxima estabilidad.

COLOCACIÓN DE LAS PIEZAS ESMALTADAS EN EL HORNO. LA COCCIÓN

Antes de la colocación de las piezas en el horno debe planearse cómo se dispondrán. En primer lugar, se prepararán las columnas de soporte y las placas de estibado. Esta operación es importante, ya que la ubicación de las columnas prefija la colocación de las piezas. Se pueden colocar tres o cuatro columnas de soporte en cada placa, teniendo en cuenta que las placas con tres columnas ofrecen una mayor estabilidad. Si se utilizan cuatro columnas, deberá colocarse un rollo de pasta cerámica, acorde con la temperatura de la hornada, en la parte superior de las columnas antes de colocar la placa, de este modo, quedará asentada. Todas las columnas deben coincidir en su vertical, en todos los pisos. Se empezará la carga del horno, introduciendo primero las piezas de menor altura, para terminar con las más altas.

Preparar una hornada de piezas esmaltadas requiere ser más cuidadoso que con una de piezas crudas. Antes de su introducción en el horno, se limpiarán las bases de todas las piezas, de manera que no queden restos de esmalte. Las piezas se colocarán sobre los atifles sin que toquen la placa de soporte. En los esmaltes con poco margen de fusión y si existe peligro de chorretones, se situarán, además, sobre baldosas bizcocha-



das recubiertas con alúmina hidratada o con una lechada de sílice y caolín. Este sencillo y barato recubrimiento evita que las placas de sopor-

te se estropeen si hay chorreos de esmalte.

Durante la carga, en estas hornadas, las piezas estarán separadas, sin que se toquen, dejando unos 3 cm entre ellas y a la misma distancia como mínimo de las resistencias, si se hornean en un horno eléctrico. Hay que recordar que durante la cocción se funde el esmalte, con lo que si dos piezas se tocan quedarán pegadas y también para que el color de los esmaltes más volátiles, no influya en los más cercanos.

Cuando los esmaltes están llegando a su temperatura de fusión, hierven, por lo que conviene no apagar el horno en ese momento, ya que el esmalte quedaría con burbujas. Pero si se sobrepasa la temperatura de fusión, el esmalte puede llegar a chorrear o escurrirse, con lo que la pieza quedará pegada a la placa soporte o a la base del horno.



Aspecto del horno cargado, después de la cocción. Se observan las baldosas recubiertas con alúmina, colocadas debajo de las piezas. En la parte inferior, central, una columna sostiene un cono pirométrico doblado, que indica que la cocción ha llegado a la temperatura adecuada.

La cocción

Todas las piezas, antes de su colocación en el horno, estarán secas, tanto si es para una hornada de bizcocho como para una de esmalte. En el horno no hay que introducir nunca piezas húmedas, ya que al aumentar la temperatura, la presión del vapor de agua las haría estallar, si son piezas crudas; mientras que si se trata de piezas esmaltadas, el vapor podría apartar el esmalte, por lo que la pieza saldría del horno, después de la cocción, con el esmalte saltado.

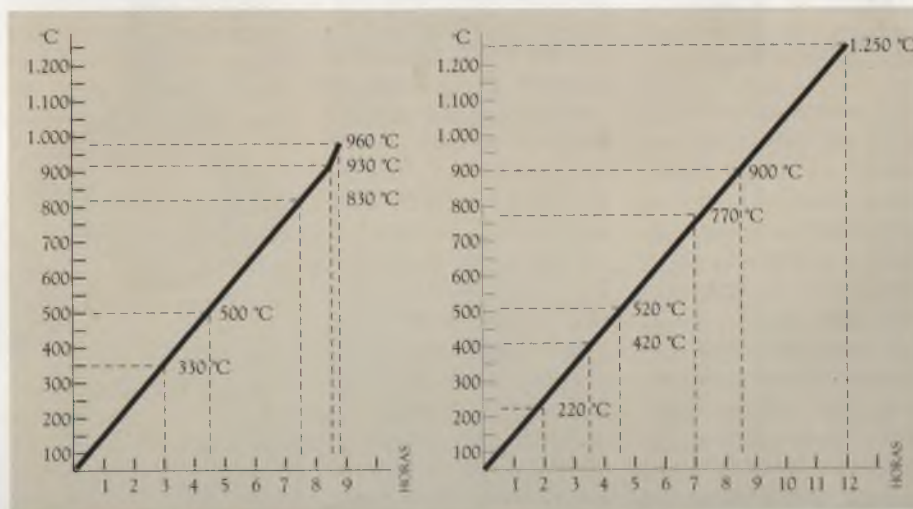
Hay que recordar que todos los procesos cerámicos son lentos, desde la preparación de las pastas, el envejecimiento de las mismas, el amasado, el modelado, el secado, la preparación y la aplicación de los esmaltes, etc., y que durante la cocción puede echarse a perder todo el trabajo y el esfuerzo realizado

por querer economizar tiempo, kilovatios u otro combustible. La cocción de los esmaltes debe ser pausada, aunque es más rápida que la cocción de las piezas crudas.

Por lo tanto, cargado el horno eléctrico y cerrada la puerta, se empezará con una marcha lenta y con las entradas y salidas de aire abiertas, para que el vapor de agua pueda salir. Si el horno es de gas, se puede dejar la puerta entreabierta. A los 200 °C (392 °F), los esmaltes pierden el agua de aplicación, a la vez que se queman los adhesivos, si los hay. Esta marcha lenta debe mantenerse, pues alrededor de los 300 °C (572 °F) la cristobalita se dilata y a los 500 °C (932 °F), es el cuarzo el que lo hace. Hacia los 600 °C (1112 °F), el ritmo de calentamiento puede ser más rápido y se seguirá de este modo hasta llegar al punto de fusión del esmalte.

Por lo general el ciclo de cocción de un esmalte de baja temperatura, en un horno de 50 × 50 × 50 cm, puede durar alrededor de 8 horas, dependiendo de la carga; mientras que en el mismo horno, una cocción de gres esmaltado a 1.280 °C (2.336 °F) necesitará 12 horas como mínimo.

Al llegar a la temperatura de fusión del esmalte se apaga el horno, produciéndose una caída rápida de la temperatura, que después se estabiliza. En la cocción de piezas esmaltadas, el tiempo de enfriamiento es más largo que el de calentamiento. Habrá que tener especial cuidado cuando se llegue a las zonas críticas de la subida, puesto que al enfriarse se invierte el proceso. Dejar que el horno se enfríe por completo y no abrirlo hasta que puedan tocarse las piezas con las manos, sin quemarse, es una buena solución.



Gráficas de cocción de dos hornadas de baja y alta temperatura en un horno eléctrico. Temperaturas finales: 960 °C y 1.250 °C.

MEDICIÓN DE LA TEMPERATURA. COLOR DE LA COCCIÓN

Es necesario controlar la temperatura del horno en cualquier tipo de cocción, pero sobre todo en la de los esmaltes; este control debe hacerse con la máxima exactitud. Para ello podemos utilizar varios sistemas de medición: el pirómetro, los conos pirométricos y el color del fuego. Otro método, poco utilizado en la actualidad con el que se puede calcular la temperatura, es la colocación en el horno de pequeñas muestras de pasta cerámica esmaltada, que se van sacando para comprobar si el esmalte está fundido. Este sistema requiere que en el horno haya una abertura, en la que pueda introducirse una varilla de hierro que permita tener acceso a las muestras.

El pirómetro

El pirómetro es un instrumento que mide la temperatura del interior del horno. Se prepara con dos hilos de metal distintos, soldados en uno de sus extremos y que se conoce como par termoeléctrico o termopar.

Para cocciones a alta temperatura deben ser de una aleación de platino o platino-rodio, mientras que para las de baja temperatura, se utilizará una aleación de níquel y cromo (nicrom). Estos hilos se colocan en una funda de porcelana, de forma



Procesador de temperatura con programa digital, ajustable para: tiempo de calentamiento, temperaturas de conmutación y de servicio, y mantenimiento de la temperatura.

truncocónica y cerrada por la parte que se introduce en el horno. Los extremos del termopar que salen por la parte posterior de la funda se conectan a un indicador por medio de un cable, con lo que el circuito queda cerrado. Al calentarse la unión del termopar, se produce un pequeño voltaje que se mide en el indicador, llamado milivoltímetro y que puede estar equipado con una escala graduada que marca los grados de temperatura.

También hay pirómetros equipados con un mecanismo automático que desconecta el horno, al alcanzar la temperatura que se ha marcado al inicio de la cocción.

En la actualidad casi todos los hornos están equipados con pirómetros electrónicos con sistema de lectura digital y que permiten preestablecer programas de cocción.

Conos pirométricos

Los conos pirométricos permiten conocer con gran exactitud, además de la temperatura del horno, la relación temperatura tiempo. Estos medidores, de forma troncopiramidal y base trian-

gular, llevan una numeración en una de sus caras, que va del 022 (600 °C - 1.112 °F) al 42 (2.000 °C - 3.632 °F). Se fabrican con materias cerámicas calculadas para doblarse a una temperatura determinada y fueron creadas en el siglo XIX por Hermann Seger, químico alemán.

Los conos Seger se usan en Europa y los conos pirométricos Orton en EE.UU. y su área de influencia. Ambos son de numeración parecida, pero con equivalencias de temperatura distintas. Los conos preparados para bajas temperaturas contienen materiales fundentes, mientras que para altas temperaturas, se han reemplazado por otras más refractarias. Al colocar el cono pirométrico en el

El cono pirométrico en el



Los conos pirométricos están fabricados con una mezcla de materiales cerámicos que se doblan al alcanzar una temperatura determinada. Tienen forma troncopiramidal y están preparados para una velocidad de 150 °C por hora. Es recomendable usar tres conos de números correlativos en las cocciones.

Conos Seger			Conos Orton	
Nº	Temperatura °C	Temperatura °F	Temperatura °C	Temperatura °F
022	600	1.112	600	1.112
021	650	1.202	614	1.137
020	670	1.238	635	1.175
019	690	1.274	683	1.261
018	710	1.310	717	1.323
017	730	1.346	747	1.377
016	750	1.382	792	1.458
015 a	790	1.454	804	1.479
014 a	815	1.499	838	1.540
013 a	835	1.535	852	1.566
012 a	855	1.571	884	1.623
011 a	880	1.616	894	1.641
010 a	900	1.652	894	1.641
09 a	920	1.688	923	1.693
08 a	940	1.724	955	1.751
07 a	960	1.760	984	1.803
06 a	980	1.796	999	1.830
05 a	1.000	1.832	1.046	1.915
04 a	1.020	1.868	1.060	1.940
03 a	1.040	1.904	1.101	2.014
02 a	1.060	1.940	1.120	2.048
01 a	1.080	1.976	1.137	2.079
1 a	1.100	2.012	1.154	2.109
2 a	1.120	2.048	1.162	2.124
3 a	1.140	2.084	1.168	2.134
4 a	1.160	2.120	1.186	2.167
5 a	1.180	2.156	1.196	2.185
6 a	1.200	2.192	1.222	2.232
7	1.230	2.246	1.240	2.264
8	1.250	2.282	1.263	2.305
9	1.280	2.336	1.280	2.336
10	1.300	2.372	1.305	2.381
11	1.320	2.408	1.315	2.399
12	1.350	2.462	1.326	2.419
13	1.380	2.516	1.346	2.455
14	1.410	2.570	1.366	2.491
15	1.435	2.615	1.431	2.608

Tabla de los conos Seger y Orton, con indicación del número de referencia y equivalencias de temperatura en grados centígrados y Fahrenheit.

horno, debe formar un ángulo de 8°, con la placa en la que se asienta, de manera que esta pequeña inclinación permita su doblado en el momento que llegue a la temperatura para la que ha sido preparado. Cuando la base superior del cono doblado toque la placa del suelo se apagará el horno. El cono debe verse por la mirilla del horno, pero es peligroso, porque el color y calor del fuego pueden dañar los

ojos, por lo que es conveniente disponer de un cristal para luz infrarroja.

Los conos están preparados para tener un ritmo de calentamiento de 150 °C por hora, pero si se acelera este ritmo, el cono tarda más en doblarse, mientras que si la cocción ha sido muy lenta, se dobla antes de alcanzar la temperatura indicada. Es de gran importancia conocer este proceso cuando la cocción es de esmalte, pues aun-

que el pirómetro indique que faltan grados, es conveniente apagar el horno si el cono se dobla. La fusión de los esmaltes no ocurre a una temperatura exacta y, aquellos que han estado sometidos a una cocción prolongada fundirán antes de tiempo.

El cono es un indicador del proceso de la cocción. Un cono hinchado y oscuro puede ser producto de una cocción demasiado rápida y en una atmósfera poco oxidante, mientras que un exterior rugoso y con las aristas cortadas, puede ser producido por la emisión de vapores sulfurosos del combustible durante la cocción, o deberse a un exceso de vapor de agua a su inicio.

Los conos funcionan en una atmósfera oxidante pero no en una reductora, y los conos usados que no se han doblado no pueden volver a utilizarse.

En las primeras cocciones que se realizan en un horno, se deben colocar varios conos en los diferentes pisos. De este modo, se podrán conocer las diferencias de tempe-

ratura existentes dentro de él. Al principio y para tener un control exacto de la temperatura de la cocción, los conos pueden colocarse de tres en tres y de numeración correlativa.

Así, si se quiere comprobar una cocción de 960 °C, se colocará primero el 08a (940 °C), en medio el 07a (960 °C) y finalmente el 06a (980 °C). El primer cono deberá doblarse e incluso hundirse un poco; el segundo, se doblará perfectamente y el tercero se mantendrá erguido. De esta forma se sabe con exactitud que la temperatura de la cocción ha sido la correcta.

En la escala Celsius o centígrada, la temperatura de fusión del hielo corresponde a 0° y la de ebullición del agua a 100°. En la escala Fahrenheit ambas temperaturas son de 32° y de 212° respectivamente.

Color de la cocción

Durante la cocción, la interpretación de la temperatura

del horno por el color del fuego puede resultar muy práctica, pero sólo puede aprenderse con la observación y la experiencia. Sin embargo, cuando deban hacerse cocciones con esmaltes que precisen de una temperatura exacta, es aconsejable utilizar cualquiera de los métodos descritos anteriormente, el pirómetro o los conos pirométricos.

Estos colores son visibles, únicamente, en una atmósfera oxidante. Hasta los 500 °C (1.022 °F) no se observa ningún color en el interior del horno. Entre los 550-600 °C (1.022-1.112 °F) se empieza a colorear con un tono rojizo (rojo naciente), que se va oscureciendo entre los 600-700 °C (1.112-1.292 °F) y llega a rojo oscuro hacia los 790 °C (1.454 °F). A partir de esta temperatura, este rojo oscuro va convirtiéndose en rojo cereza, color que alcanza hacia los 880 °C (1.616 °F). A los 980 °C (1.796 °F), la tonalidad es rojo cereza claro, tendiendo hacia el naranja, que es naranja brillante entre los 1.000-1.080 °C (1.832-1.976 °F). Alrededor de los 1.180 °C (2.156 °F), es naranja claro y se aclara aún más a los 1.250 °C (2.282 °F). A los 1.280 °C (2.336 °F), el color pasa del amarillo claro al blanco. Entre los 1.300 °C (2.372 °F) y los 1.350 °C (2.462 °F) es blanco amarillo llegando a blanco deslumbrante a los 1.380 °C (2.516 °F). Hacia los 1.480-1.500 °C (2.696-2.732 °F) el color es un blanco muy brillante, deslumbrante y azulado.

Fórmula de conversión

Grados centígrados a grados Fahrenheit
Ejemplo: $100\text{ °C} \times 9/5 = 180$
 $180 + 32 = 212\text{ °F}$

Grados Fahrenheit a grados centígrados
Ejemplo: $212\text{ °F} - 32 = 180$
 $180 \times 5/9 = 100\text{ °C}$

La relación entre los grados centígrados y los grados Fahrenheit viene dada por la fórmula:

$\text{°C}/100 = \text{°F} - 32/180$
Ejemplo:
 $800/100 = \text{°F} - 32/180$
 $800 \times 180 = 100\text{ °F} - 3.200$
 $144.000 + 3.200 = 100\text{ °F}$
 $147.200 = 100\text{ °F}$
 $\text{°F} = 147.200 \div 100 = 1.472$
 $800\text{ °C} = 1.472\text{ °F}$

ESMALTADO POR INMERSIÓN

Introducción

Hay cuatro procesos para la aplicación de los esmaltes: inmersión, bañado, a pincel (paletina) y pulverización. Cualquier pieza puede barnizarse con todos estos métodos, pero la práctica nos hará entender cuál es el mejor sistema. También la forma y el tamaño, así como el tipo de esmalte necesario hará que apliquemos el proceso que mejor convenga.

Además de utilizar la técnica correcta, resulta conveniente saber el espesor de los esmaltes, ya que si se aplican formando una capa muy gruesa, se cuartean, se escurren o chorrean. Pero si el espesor es deficiente, los esmaltes no vitrifican.

Los esmaltes transparentes necesitan de una capa muy fina, entre 0,7 y 1 mm. Deben transparentar el motivo o la decoración, si lo tienen. Un espesor superior produciría un esmalte lechoso, perdiendo transparencia.

Los esmaltes opacos necesitan un mayor espesor, alrededor de 1,5 mm, mientras que los cristalinos, que deben desarrollar los cristales, deben aplicarse en espesores superiores, de 2 a 4 mm.

Esmaltado por inmersión

Es un sistema muy adecuado para esmaltar piezas seriadas, ya que produce un esmalto uniforme en toda la su-

perficie de la pieza. Se trata de un proceso de trabajo rápido, sencillo y sin pérdida de esmalte. Debe prepararse en la densidad adecuada y aplicarse con el grosor suficiente. Se estudiará el modo de agarre, para cada pieza, si son diferentes y el tiempo que estará sumergida en el esmalte; experiencia que se aprende con rapidez.

El esmaltado de una pieza con cualquier método requiere, primero, esmaltar su interior y para hacerlo se echa el esmalte directamente con ayuda de un recipiente pequeño (vaso). Este esmalte interno deberá llenar la mitad o un poco menos del volumen interior de la pieza. Con las manos se gira la pieza de manera que el esmalte bañe y se adhiera en toda la superficie y se vierte el sobrante en el recipiente. El borde de la pieza quedará esmaltado al rotar la pieza mientras se vierte el esmalte. Después se sujeta la pieza por el cuello con los dedos y se la sumerge en el esmalte, perpendicularmente, dejándola así durante unos segundos y realizando un movimiento de sube y baja, sacándola a continuación. Se coloca sobre la mesa de trabajo hasta que el esmalte se seque, mientras repetimos la operación con otras piezas.

Al observar que el esmalte está mate, sin brillos de humedad, con las manos limpias se cogerá la pieza por la parte esmaltada y se

introducirá la parte que queda por esmaltar en el recipiente del esmalte, hasta llegar a la zona esmaltada. Se vuelve a repetir el proceso de la misma manera que en la parte anterior y después se deja la pieza sobre la mesa hasta que el barniz está seco. Cuando esto ocurra, se limpiará la base con un cepillo para que no queden restos de esmalte.

El esmaltado de piezas altas por este método es poco práctico, pero puede hacerse si son estrechas y seriadas. Será necesario disponer de un recipiente adecuado en el que quepan no sólo la pieza, sino también la mano y la parte del brazo que la aguenta, la otra mano queda en el exterior.

Sin embargo se tendrá en cuenta que al empujar la pieza hacia abajo, dentro del esmalte, el nivel de éste aumenta, debido al volumen de la misma pieza. El recipiente deberá ser lo suficientemente grande como para poder contener ese aumento de nivel.

El borde de las piezas donde tocan los dedos se repasa después con un pincel. Es importante controlar el tiempo de inmersión, ya que si es muy prolongado, se formará una capa gruesa de esmalte; sin embargo, a veces este tiempo en el que la pieza está sumergida lava el esmalte y por exceso de humedad no se adhiere a ella, por lo que no forma una capa con el grosor suficiente.

También resulta necesario remover el esmalte después de cada inmersión, con el fin de evitar que sedimente,

lo que daría lugar indudablemente a un esmalte aguado en la parte superior del recipiente.



1. Preparo el esmalte en un recipiente en el que quepa el jarrón que voy a esmaltar. He tamizado el esmalte para evitar la formación de grumos. Como el cuello del jarrón es estrecho, coloco un embudo en la pieza y vierto por él el esmalte con una jarrita de plástico, llenándolo hasta la mitad.

2. Hago girar el jarrón con las manos, procurando que el esmalte cubra el interior y tiro el sobrante en el recipiente. El giro barniza el borde del cuello. Con la espátula de goma remuevo el esmalte para evitar su sedimentación.



3

3. Con los dedos de la mano derecha cojo el jarrón por el cuello y lo introduzco en el esmalte, sin que éste llegue a tocar los dedos. Repito el proceso dos veces, hasta que el esmalte alcanza el espesor necesario. Dejo el jarrón sobre la mesa hasta que el esmalte está seco al tacto.

4. Remuevo el esmalte otra vez y, sujetando la pieza por la base, la sumerjo también dos veces, hasta llegar a la línea esmaltada.

5. Vuelvo a dejar el jarrón sobre la mesa hasta que está seco al tacto. Obsérvese cómo la humedad hace brillar el esmalte.

6. Cuando el esmalte está seco al tacto, procedo a limpiar la base con un pequeño cepillo de pelo duro. Coloco el jarrón sobre un atifle, situado sobre una pequeña baldosa bizcochada. De este modo, cuando tenga que hornearlo, no será necesario tocar el jarrón. Conviene recordar que el esmalte seco se desprende con facilidad, por lo que no debe manipularse en este estado.

7. Aspecto de la pieza esmaltada.



6



4



5

Azúl verdoso, 1998.
24,5 × 11 cm
Arcilla ferruginosa torneada.
Barniz comercial y pigmentos azul y verde.
Temperatura de cocción: 980 °C.



7

ESMALTADO POR SISTEMA DE BAÑADO

El esmaltado de piezas por este sistema es de los más usados por los ceramistas, sobre todo por la rapidez y el ahorro de esmalte. Al comenzar el esmaltado y después de preparar el esmalte, se procederá a esmaltar el interior de la pieza, llenándola hasta la mitad y haciéndola girar con las dos manos, para que el esmalte cubra toda la superficie interior. A continuación, se verterá el esmalte sobrante, procurando que salga fluido y sin interrupción. Después se prepara un recipiente plano, ancho y limpio, sobre el que se colocarán dos listones de madera (de sección triangular) o dos varillas de hierro. Este recipiente puede situarse sobre una torneta, para poder girarlo, junto con la pieza mientras se echa el baño de esmalte.

Si la pieza es un jarrón, se bañará primero el cuello y puede hacerse por inmersión del mismo en el esmalte, colocándolo después, de pie, sobre los listones o las varillas de hierro. Se empezará a echar el esmalte a partir de la zona bañada del cuello, mientras se va girando la torneta con la otra mano y procurando que el pico de la jarra, que contiene el esmalte, no toque la superficie de la pieza. Mientras se baña, debe procurarse que el esmalte fluya de manera uniforme sobre la superficie de la pieza, cubriéndola y sin

formar chorreaduras, a no ser que se busque este efecto expresamente. En algunas piezas de cierto tamaño, la capa de esmalte no llegará a tener el grosor necesario para un buen acabado, con una sola capa o baño, por lo que requerirá de otra capa de esmalte sobre la anterior, y ésta será aplicada cuando la primera se haya secado al tacto. Es conveniente dar esta segunda capa en este momento, porque si la primera estuviera demasiado seca, la humedad producida por la segunda podría hacer burbujear y cuartear el primer esmalte. La segunda capa puede ser aplicada con el mismo esmalte o con otro distinto, para conseguir un resultado diferente al superponer dos esmaltes.

Con este segundo baño se consigue un esmaltado más grueso que intentándolo con una sola capa y con el esmalte más espeso. Las piezas deberán estar limpias y secas, antes del esmaltado, para que el esmalte quede bien adherido y, cuando aquél se haya secado al tacto, se limpiará la base de la pieza. Por otra parte, dejar demasiado grueso cerca de la base puede resultar peligroso, sobre todo en esmaltes que tienen poco margen de fusión.

Las piezas bizcochadas, que no se han de esmaltar después de salir del horno, se guardarán, si es posible, en

un lugar libre de polvo, o deberán cubrirse. Antes del esmaltado se limpiarán las piezas con una brocha, y si éstas tienen relieves o zonas de difícil limpieza, se utilizará aire comprimido, que quitará el polvo y también pequeñas partículas de pasta sueltas. Durante la limpieza se procurará no tocarlas demasiado con las manos, que

deberán estar limpias, aunque también pueden usarse guantes, puesto que el sudor puede hacer que el esmalte no se adhiera. Antes del esmaltado las piezas de paredes gruesas pueden humedecerse con una esponja o bien lavarse bajo el chorro de agua (rápidamente). De esta manera se evita que el bizcocho absorba con rapidez el es-

malte y la formación de capas espesas.

Finalmente, hay que recordar que las piezas de gran tamaño se manejan mejor con el esmalte seco al tacto, por lo que pueden colocarse en el horno, inmediatamente después del esmaltado y dejar que se sequen en su interior, antes de iniciar la cocción.



1. Después de preparar el esmalte, lo vierto con una jarrita en el interior del cilindro, hasta la mitad.

2. Agarro la pieza, con ambas manos, que están limpias y secas, y la hago girar, de manera que el esmalte vaya cubriendo toda la superficie interna. Este movimiento debe ser rápido, para evitar que se forme una capa gruesa de esmalte en el fondo de la vasija. Continúo girando el cilindro, para que al verter el esmalte, éste cubra todo su borde. Este movimiento debe hacerse sin interrupciones, para que el esmalte no gotee ni chorree por la superficie externa, a no ser que se busque precisamente provocar chorreos.

3. En otro recipiente limpio coloco dos varillas de hierro y sobre éstas, la pieza boca abajo. Con la jarrita voy vertiendo el esmalte sobre la superficie externa, sin llegar a la base y dejando que fluya de modo uniforme para conseguir el grosor adecuado. Cuando he recubierto toda la vasija, dejo que se seque al tacto.

4. Doy la vuelta al cilindro y vuelvo a bañarlo con esmalte desde el borde, procurando que no caiga esmalte en el interior de la pieza. Con esta segunda capa ha quedado esmaltada. Vuelvo a dejar que se seque al tacto antes de manejarla.

5. Sujeto la vasija con una mano, mientras que con una rasqueta quito el esmalte del pie de la base. Después acabo de limpiar el resto con una esponja húmeda.

6. Aspecto del cilindro esmaltado después de salir del horno.



Vasija. 1998.
21 × 11 cm de diámetro.
Gres torneado.
Esmalte feldespítico con óxido de hierro al 3 %
y dolomita.
Temperatura de cocción: 1.260 °C.

ESMALTADO A PINCEL

Este sistema de esmaltado es con el que debe comenzar el principiante. La aplicación del barniz se efectuará con una brocha plana o paletina, de unos 3 centímetros de anchura, especialmente en aquellas piezas que deben ser esmaltadas con un solo color.

El uso del pincel es adecuado para las piezas a las que se apliquen varios colores, como en el ejemplo siguiente, y también durante la decoración.

Tanto las paletinas como los pinceles deben cargarse de barniz, ya que para cubrir bien las piezas se pueden necesitar dos o tres capas. Éstas se aplicarán cuando la anterior esté seca al tacto, y así se evitarán las burbujas y el descascarillamiento. Las paletinas y los pinceles no se usarán como si se pintara, ni se correrá por la superficie de la pieza, sino que se irá avanzando lentamente para que el bizcocho absorba el barniz; éste deberá tener un grueso parejo, procurando que no se produzcan goteos ni chorreaduras, aunque si esto ocurriera se puede pasar la yema del dedo por encima del barniz hasta alisarlo, o un pincel de pelo más basto.

La aplicación de las capas del barniz se hará en direcciones contrarias, así una vertical y la siguiente horizontal hasta cubrir la superficie de la pieza, procurando no dejar ninguna zona, por pequeña que sea, sin esmaltar, puesto que se hará evidente después de la cocción.

Cuando queramos producir efectos superficiales de decoración, utilizaremos reservas, que se explican en el libro *Decoración de esta misma colección, Aula de cerámica*.

Durante el proceso de esmaltado hay que remover continuamente el barniz, para evitar que se deposite en el fondo del recipiente, de lo contrario la paletina o el pincel podrían sacar un barniz muy aguado.

Esta técnica es muy adecuada en el esmaltado de murales, esculturas y otras piezas con barniz cristalino, que necesita más espesor; así como en los murales y relieves cerámicos, porque por lo general se deben combinar diferentes barnices y con la aplicación de este sistema se logra que el barniz quede perfectamente delimitado. Lo mismo ocurre con las esculturas y con los relieves.

Es conveniente aplicar una primera capa o "lechada" con barniz ligeramente aguado, de esta manera el bizcocho absorbe esta preparación y la superficie queda preparada para la aplicación del barniz. Esta primera mano deberá aplicarse de modo que toda la superficie del bizcocho quede bien cubierta, procurando llenar todos los huecos. Antes de dar la segunda capa, es conveniente que la anterior esté seca al tacto, y a la vez procurar que el pincel o la paletina no arrastren el barniz aplicado previamente.

Antes de esmaltar es absolutamente necesario quitar el polvo de las piezas, por lo que es una buena solución hacerlo cuando se sacan del horno, después del bizcocho, y a continuación también pueden humedecerse ligeramente, con lo que evitaremos



2

que el bizcocho absorba con rapidez el barniz, lo que impedirá que la paletina o pincel dejen el grosor adecuado sobre la superficie de la pieza.

El uso de la paletina y el pincel es un poco difícil al principio, pero con la práctica se controla mejor, y este dominio se acrecentará a medida que se esmalte con este sistema.

En aquellos lugares de difícil acceso con la paletina o con la brocha, pueden usarse pinceles más finos. Es necesario que en cada momento del proceso, el ceramista sepa utilizar los utensilios que puedan servirle mejor de ayuda en la realización de su trabajo. Con la experiencia se aprende la cantidad de barniz necesaria que debe aplicarse en cada caso y, por otra parte, la utilización de las pruebas de barniz es indispensable para estudiarlo, observar y aprovechar mejor las posibilidades que ofrece cada uno de ellos.





3



4



5



6



7



8



9

1. Bodegón con todo lo necesario para esmaltar la pieza cilíndrica, modelada a mano y con pequeños relieves añadidos. Torneta, paletinas y pinceles, pera con agua y morteros con sus colores: blanco brillante para el interior de la pieza, blanco mate para el fondo exterior, dos azules, claro y oscuro, granate y amarillo anaranjado.

2. Limpio el polvo de la pieza y la humedezco. A continuación introduzco el barniz en el interior de la pieza.

3. Giro la pieza con las manos, de modo que el barniz cubra todo el interior, y con el mismo movimiento de rotación saco el barniz sobrante.

4. Aplico el barniz blanco mate con el pincel nº 16 en el fondo de la superficie exterior. No utilizo la paletina porque la cantidad de relieves me dificultaría su uso.

5. Coloco la pieza sobre una baldosa en la torneta, aplicando el amarillo anaranjado preparado con óxido de hierro (Fe_2O_3) en uno de los relieves.

6. Aplico el barniz azul claro con óxido de cobalto (CoO) al 2%. Durante el proceso del esmaltado es necesario utilizar tantos pinceles o paletinas como colores se usen.

Al finalizar el esmaltado se sacarán de los recipientes y se lavarán cuidadosamente guardando el barniz sobrante en recipientes cerrados y con agua para evitar que se sequen.

7. Vista de la pieza cilíndrica totalmente esmaltada y a punto de introducirla en el horno.

8 y 9. Vistas de la pieza esmaltada al salir del horno.

Sin título, 1992.
27 × 11 cm de diámetro.
Gres chamotado modelado con planchas y relieves añadidos.
Cocción: 1250 °C.

ESMALTADO POR PULVERIZACIÓN

Este sistema de esmaltado requiere un utillaje más complicado, ya que se necesita una cabina de esmaltar con un extractor, un compresor, la pistola de esmaltar y una torneta. Cuando se barniza mediante esta técnica, se pulveriza el esmalte sobre la pieza. El esmalte que se use debe estar tamizado, como mínimo en una criba de malla n.º 100 para evitar que la pistola se obstruya. El esmalte deberá estar en buena suspensión, para que no se decante en el depósito de la pistola; también puede taparse la boquilla con un dedo y mientras se aprieta el gatillo el aire comprimido pasará al depósito, removiendo el esmalte. La boquilla de la pistola puede proporcionar chorros planos, verticales, horizontales y redondos. Siempre se barnizará manteniendo perpendicular la pistola con la pieza a una distancia de unos 30 cm. Si la distancia fuera mayor, las gotas de esmalte pulverizado se secarían en el aire antes de entrar en contacto con la pieza, y no quedarían pegadas a ésta.

La utilización de la torneta en este proceso es práctica, pues la pieza preparada para recibir el esmalte, situada sobre aquélla, se hace girar con la otra mano a medida que se barnice, de este modo el esmalte encontrará, siempre, una superficie absorbente. Si se acerca demasiado la pistola a la pieza se pueden provocar chorreaduras o que el

esmalte quede muy mojado y entonces no hay que vaporizar por encima. Se dejarán pasar unos minutos, pocos, para que el bizcocho absorba la humedad y se continuará el esmaltado.

Este proceso de esmaltado es el que tiene mayor desperdicio, entre 50-70 %, pero el esmalte, si tiene la misma composición, puede recuperarse y aprovecharse para esmaltar interiores de piezas, como jarrones de cuellos muy cerrados, pues la mezcla de tantos óxidos producirá

colores oscuros. Pero si el esmalte sobrante es el producto de un esmaltado de piezas seriadas, antes de empezar, se limpiará y adecuará la cabina, para recuperar el esmalte que ha quedado pegado en las paredes de aquélla. La utilización de una lámina de plástico semirrígido ayuda en la recuperación.

La utilización de la pistola exige llevar mascarilla de protección y es necesario recordar que no deben barnizarse, nunca, con este sistema los esmaltes crudos de plomo.



1. El comienzo es el mismo que en los demás sistemas. Preparación del esmalte, tamizado y bañado interior de la pieza, en este caso una copa. Echo el esmalte, llenando un tercio del volumen interno.

2. Hago girar la copa con las dos manos, de manera que el esmalte cubra toda la superficie interior, pero procurando que no se vierta y gotee en la parte externa, que en este caso no provocaría ningún problema, pues toda la pieza se barnizará con el mismo esmalte.

3. Continuando con la rotación de la copa, hago que el esmalte cubra el borde de la misma.

4. Coloco la pieza sobre la torneta boca abajo, sobre dos trípodes triangulares, que tienen el mínimo contacto con el borde de la copa. Con una máscara me cubro la boca y la nariz, lleno el depósito de la pistola, pongo en marcha el extractor y el compresor, por este orden, apunto hacia la pared de la cabina y aprieto el gatillo. Enseguida dirijo el chorro hacia la pieza y comienzo el esmaltado, haciendo girar la torneta con la mano izquierda. En la base de la copa he colocado un papel recortado, que agunto con un trozo de baldosa bizcochada. Este papel

evita que la base quede esmaltada.

5. Dejo que se seque el esmalte al tacto, antes de darle la vuelta y continúo el esmaltado, cubriendo totalmente la superficie de la pieza. En el esmaltado por este sistema, siempre doy seis capas de esmalte para que quede el grosor necesario; pero esto depende del grado de espesor que tiene el esmalte cuando se prepara y no debe tomarse como una regla. Cada ceramista tiene su personal manera de esmaltar. Una vez esmaltada la pieza y con el esmalte seco al tacto, limpio el pie de la base, puesto que la parte interna ha quedado resguardada por el papel.

6. Vistas de la pieza esmaltada al salir del horno.



3



4



5

Copa. 1998.
32 x 30 cm de diámetro.
Gres con chamota de grano fino, torneado.
Esmalte feldespítico con óxido de cobalto al 4%.
Temperatura de cocción:
1.260 °C.



6

DEFECTOS Y CORRECCIÓN DE LOS ESMALTES

Antes de aplicar los esmaltes sobre las piezas es necesario estudiar su comportamiento, y para hacerlo, además de calcular la fórmula y mezclar los componentes también deberán cocerse. Se preparará una plaquita con la pasta o pastas con las que se trabajará, de 3 a 5 mm de grosor y de 6 x 4 cm de superficie aproximada, aunque no es necesario, como se ha mostrado en páginas anteriores, que tenga una forma determinada, y después de bizcochado se cubrirá con el esmalte que debe probarse.

Se dejará secar y se introduce en el horno, en el que se cocerá hasta su temperatura de madurez. La realización de las pruebas evitará muchos problemas, ya que su observación y estudio proporcionarán los datos necesarios para la corrección o no de los esmaltes.

Si con las pruebas sabemos los posibles problemas que podemos tener, a veces, incluso conociendo el resultado de los esmaltes, podemos encontrarnos con sorpresas inesperadas al abrir el horno. alguna o varias piezas no han quedado como era nuestro deseo. Estas cerámicas son defectuosas.

Un rápido análisis de las mismas, cuando se tiene práctica, indicará si tienen o no corrección posible. Dejaremos de lado las que no pueden retocarse, sin tirarlas, para una posterior y más detallada observación, y nos dedicaremos a las que tienen solución.

Varios de los defectos que podemos encontrarnos: puntos o picado, burbujas, cuarteados, chorretones, esmaltes con poco o demasiado espe-

sor, poco o demasiado cocidos, manchas, separación y corrugado, saltado, etc.

Puntos o picado

Al evaporarse el agua, al inicio de la cocción, atraviesa la capa de esmalte y deja poros semejantes a pinchazos de aguja. Una cocción demasiado rápida también los puede provocar, al igual que los gases que puedan existir en la pasta y que al desprenderse apartan el esmalte.

Los puntos, si se deben a una infracocción, pueden subsanarse volviendo a hornear y cocer la pieza a la temperatura de madurez del esmalte, e incluso elevándos-

la un poco, o también puede aumentarse el porcentaje del fundente que entra en la composición del esmalte.

Burbujas

Pueden ser debidas al exceso de agua, tanto en el bizcocho como en el esmalte. También el barnizado por vaporización puede producir burbujas, sobre todo si se aplica sobre una capa de esmalte seco, por lo que hay que aplicar las capas de esmalte siempre en húmedo.

Los esmaltes hierven antes de fundirse, por lo tanto,

si se apaga el horno durante el proceso, aparecerá una gran cantidad de burbujas, como cráteres abiertos, en la superficie de la pieza al salir del horno. Otras veces algunos óxidos,

Detalle de un esmalte cuarteado.



Detalle del picado en una cerámica cocida a su temperatura, pero que fue horneada con el esmalte recién aplicado.





Detalle de un esmalte con burbujas.

como el bióxido de manganeso, pueden hacer burbujear el esmalte, por lo que deberán calcinarse antes de mezclarse con los otros componentes.

En esmaltes aplicados en capa gruesa pueden producirse burbujas, sobre todo en el interior de las piezas, esto puede evitarse con una capa de esmalte más fina y con una cocción más lenta.

Cuarteado

Sobre la superficie del esmalte se forman grietas debido a que su dilatación es mayor que la de la pasta. Puede suceder que un esmaltado de capa gruesa provoque este defecto o que se produzca si el horno se enfría con rapidez.

La corrección consiste en ajustar la dilatación de la pasta y del esmalte. Así se

modificará la pasta para que se contraiga más o el esmalte para que contraiga menos.

No obstante, los esmaltes "craquelés" no son defectuosos, pues precisamente se busca en ellos este resultado.

Escurrido

Por lo general se escurren los esmaltes que han superado su temperatura de madurez, es decir que han estado sobrecocidos, por eso resulta conveniente, cuando se hacen las pruebas de los esmaltes, estudiar este descolgamiento en muestras verticales, sobre todo en aquellos que no se han comprobado.

Otra causa importante es el exceso de capa de esmalte, que se escurrirá incluso si la temperatura de cocción es la correcta. Todos estos problemas pueden evitarse horneando piezas con esmaltes que presenten un margen

de fusión parecido, de lo contrario mientras unos se han fundido otros no habrán llegado a su temperatura de madurez, por lo que podremos encontrar piezas escurridas y al lado otras con burbujas.

En los esmaltes con tendencia a escurrirse hay que modificar la fórmula introduciendo alúmina, con lo que se elevará su margen de fusión y se evitará el problema.

También hay que recordar que una cocción muy lenta hará que el esmalte madure antes, mientras que una rápida retardará la fusión. Es práctico utilizar conos pirométricos en estas cocciones, que indicarán con mayor exactitud cuándo se ha llegado a la temperatura óptima.

El problema del escurrimiento es enorme, pues pueden arruinarse las piezas si se pegan a las placas-soporte

del horno, e incluso el horno puede quedar inutilizado si el chorreo alcanza las resistencias. Por tal motivo es una medida práctica y cuidadosa, colocar debajo de las piezas cubiertas con estos esmaltes, que pueden escurrirse, placas recubiertas con alúmina o con una lechada de arcilla y caolín. También puede dejarse un margen de la pieza sin esmaltar, alrededor de la base.



Pote de arcilla ferruginosa torneada. La colocación de la pieza sobre la placa cubierta con alúmina evitó que se pegara. Obsérvense el chorreo sobre las paredes y la placa de soporte y también la zona en la que casi no hay esmalte (parte inferior izquierda).



Barniz aguado.
Se aplicó por el sistema de bañado.

Esmaltes con poco o demasiado espesor

A veces puede suceder que al aplicar el esmalte quede una capa muy fina, sobre todo cuando se hace con pincel y se tiene poca práctica. También durante los procesos de inmersión y bañado puede ocurrir que el esmalte se haya sedimentado y en la parte superior quede un esmalte aguado, por lo que hay que remover continuamente la masa de esmalte. También sucederá lo mismo cuando se esmaltan piezas poco bizcochadas, que al ser muy porosas absorberán más esmalte en algunas partes, por lo que la capa superficial quedará despareja. Para evitar este problema, resulta importante hornear el bizcocho a temperatura superior que el esmalte, salvo en las piezas de alta temperatura.

Las piezas con poco esmalte tienen arreglo si se vuelven a esmaltar y cocer. No obstante el retoque sobre piezas esmaltadas requiere un

trabajo cuidadoso, pues el esmalte no se aguanta, debido a que la pieza no tiene porosidad, por lo que debe calentarse entre 150-200 °C (302-360 °F) y hay que vaporizar esmalte por encima. El calor que desprende la pieza hará evaporar el agua del esmalte,

Detalle de un esmalte infracocido.



pero éste se mantiene adherido. Este esmalte, deshidratado, salta con facilidad, por lo que no debe ser tocado con las manos, y es conveniente situar la pieza, antes del reesmaltado, sobre una plaquita-soporte que también será colocada en el horno. La aplicación del esmalte con el pincel no es positivo en este caso, pues arrastra el esmalte nuevo y no se repara bien.

Pero si el espesor del esmalte es considerable, aparte de que ha podido escurrirse y cuartearse, tiene poca o ninguna solución. En cualquier caso habrá que hacer un buen estudio de la pieza y efectuar una comparación calculando si el resultado del arreglo será correcto o es mejor hacer otra de nuevo.

Poco o demasiado cocidos

Si el esmalte no ha llegado a su temperatura, estará infracocido y su aspecto será mate, áspero, duro e incluso con burbujas; tampoco el color será el propio. Por eso

es importante conocer la temperatura de cocción del esmalte que se usa y también el horno utilizado, pues entre un horno grande y uno pequeño habrá diferencias en la cocción y, dentro del grande, las habrá entre los pisos superiores y



Aspecto de una mancha no prevista, pero que en el conjunto de la pieza queda integrada, por lo que siendo producto de un defecto, el resultado es bueno.



Arriba y abajo, detalle de los dos defectos. En ambos casos se aplicó una capa de esmalte demasiado gruesa.

los inferiores, por lo que el control de la temperatura deberá ser muy exacta. En estas hornadas se necesita trabajar con esmaltes que presenten un margen de fusión bastante amplio, para que todos tengan tiempo de madurar pero sin que se manifiesten defectos.

Estos esmaltes pueden volver a cocerse hasta llegar a su temperatura de maduración y en principio el resultado tiene que ser óptimo. Si por el contrario el esmalte ha quedado sobrecocido, es fácil que se haya escurrido, por lo que cuenta con escasas posibilidades de arreglo.

Manchas

Pueden deberse a productos contaminantes en el interior del horno, que se volatilizan y afectan a los esmaltes; también durante la mezcla de los componentes, tanto en seco como en húmedo, al pincel con el que se aplican, a la pistola, etc. Estos inconvenientes pueden evitarse fácilmente si se controlan las mezclas y se limpian los utensilios y herramientas con los que se trabaja.

Existen óxidos colorantes que se volatilizan durante la cocción y pueden manchar o afectar el color de los esmaltes de las piezas que están a su alrededor. Para evitar este problema, deben separarse las piezas e incluso pueden realizarse otras hornadas por separado cuando se trata de esmaltes, cuyos componentes son susceptibles de manchar.

Separación y arrugado

Aquí, el esmalte, después de cocido, deja sin cubrir zonas de la superficie del bizcocho y también pueden producirse como gotas de esmalte.

La introducción en el horno de piezas recién esmaltadas y su inmediata cocción puede dar lugar a este defecto, así como el esmaltado sobre piezas polvorientas y sucias.

La aplicación del esmalte en capas gruesas puede hacer que se separe o arrugue.

Estas piezas son complicadas de retocar porque no puede preverse el resultado final, por lo que el esmaltado que mejor puede aplicarse es el del calentamiento de la pieza y la aplicación del esmalte pulverizado. Sin embargo, para evitar que ocurra esto, se ha de limpiar el bizcocho antes de esmaltarlo y se dejará secar el esmalte de las piezas antes de su cocción.

Hay que aplicar adhesivos en el esmalte, evitando que se agriete durante su aplicación y se mantenga adherido a la superficie del bizcocho. Hay que rebajar el grosor y la capa de esmalte y en especial en el interior de las piezas, donde tiene tendencia a acumularse cuando se bañan.



Aspecto de una placa de muestra en la que saltó la mitad del esmalte.

Saltado

En este defecto el esmalte salta o se separa de la pasta bizcochada y se debe a que ésta se encoge más que aquél. Se puede evitar modificando la pasta, aumentando la proporción de feldespato y rebajando la de cuarzo, horneando la pasta a mayor temperatura y rebajando la proporción de carbonato cálcico.



ESMALTES DE BAJA Y MEDIA TEMPERATURA

Esmaltes de baja temperatura

Los esmaltes de baja temperatura se dividen en dos clases: plúmbicos y alcalinos.

El plomo es el principal fundente de los esmaltes plúmbicos. Este material que funde a 410 °C, junto con

otros componentes, forma esmaltes que funden desde el cono 018 (710 °C) hasta el cono 2a (1.120 °C). Los fundentes de estos esmaltes son: el óxido de plomo (minio) Pb_3O_4 , el carbonato de plomo (plomo blanco) $2PbCO_3 \cdot Pb(OH)_2$. Estos materiales son muy tóxicos y su manipulación exige gran cuidado, ya que debe evitarse su inhalación, ingesta y tacto.

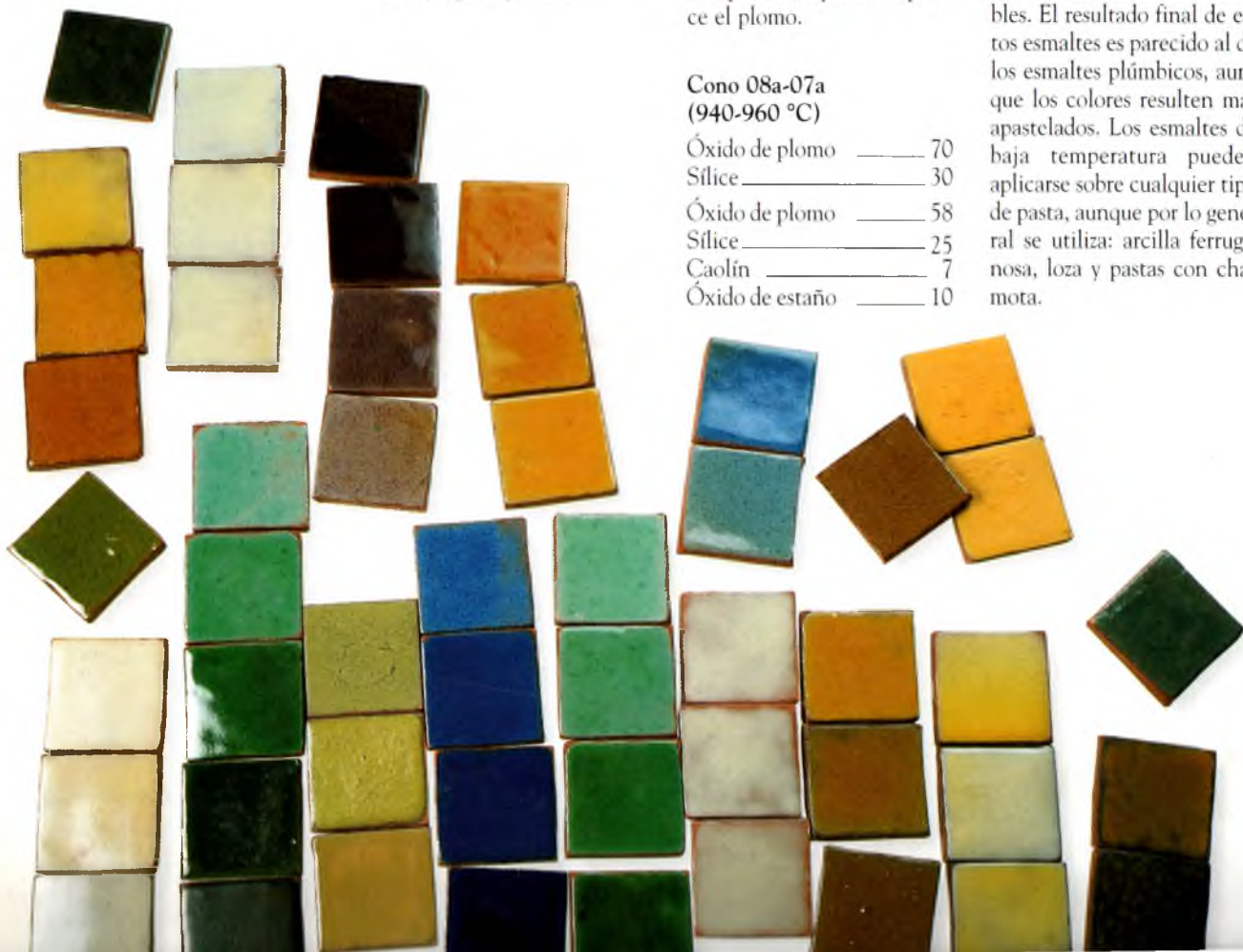
Por ello el plomo se fritá, con lo que se transforma en un silicato de plomo. Durante la fritá, se funden a la vez plomo y sílice, que se pulverizan, obteniéndose siempre un esmalte menos tóxico e insoluble en el agua.

Siempre deben extremarse las precauciones habituales cuando se trabaja con esmaltes en los que en su composición química aparece el plomo.

Los esmaltes alcalinos son parecidos en su temperatura a los de plomo, del cono 016 (750 °C) al 02a (1.060 °C). Su fundente principal lo constituyen sustancias alcalinas como el bórax, la colemanita (borato cálcico) y el carbonato de sodio. Los componentes alcalinos son muy solubles, por lo que se fritan para obtener silicatos insolubles. El resultado final de estos esmaltes es parecido al de los esmaltes plúmbicos, aunque los colores resulten más apastelados. Los esmaltes de baja temperatura pueden aplicarse sobre cualquier tipo de pasta, aunque por lo general se utiliza: arcilla ferruginosa, loza y pastas con chamota.

Cono 08a-07a (940-960 °C)

Óxido de plomo	70
Sílice	30
Óxido de plomo	58
Sílice	25
Caolín	7
Óxido de estaño	10



Bol. 1997.
12,5 x 21 cm de diámetro.
Loza modelada con tiras y recortes de pasta producidos con el vaciador, colocados en un recipiente de plástico que hacía la función de molde.
Temperatura de cocción:
1.160 °C.

Conos 05a-03a (1.000-1.040 °C)

Sílice	55
Carbonato de litio	28
Caolín	15
Bentonita	2
Colemanita	40
Nefelina sienita	35
Carbonato de bario	15
Sílice	10

Esmaltes de media temperatura

Estos esmaltes están situados entre los conos 02a y 6a (1.060-1.200 °C) y pueden cubrir pastas cerámicas más compactas, en las que pueden

Muestras de esmaltes plúmbicos, coloreados con óxidos y aplicados sobre arcilla ferruginosa. Temperatura de cocción 960 °C.

Botella I. 1987.
24 × 7 cm de diámetro.
Arcilla ferruginosa.
Modelada en macrozo
y abuecada.
Óxido de cobalto al 3
y 5 % y color natural de la
base plúmbica.
Temperatura de cocción:
1.000 °C.



Botella II. 1987.
25,5 × 8 × 8 cm.
Arcilla ferruginosa.
Modelada con planchas.
Bióxido de manganeso al 3
y 5 % y color natural de la
base plúmbica.
Temperatura de cocción:
1.000 °C.



Copa. 1997.
13 × 12,5 cm de diámetro.
Loza. Modelada con planchas.
Temperatura de cocción: 1.160 °C.



incluirse la arcilla ferruginosa a cono 02a, así como las de loza y pasta chamotada.

Para componer estos esmaltes pueden utilizarse tanto fundentes de baja temperatura, el plomo y alcalinos, así como de alta temperatura, el feldespato. Estos fundentes deberán ajustarse, añadiendo materiales más refractarios en los primeros y rebajando el punto de fusión en los segundos, para que fundan dentro de los márgenes de temperatura señalados. Entre los componentes que pueden incluirse en estos esmaltes,

además de los citados se encuentran: bórax, carbonatos de bario y cálcico, magnesio, colemanita, criolita, dolomita, espo-

dumeno, espato-flúor, lepidolita, óxidos de cinc, circonio, titanio, petalita, talco y wollastonita, entre otros.

Cono 1a (1.100 °C)

Óxido de plomo (minio)	60
Sílice	25
Caolín	15

Cono 4a (1.160 °C)

Nefelina sienita	45
Sílice	27
Caolín	10
Carbonato cálcico	8
Carbonato de magnesio	5
Óxido de cinc	5

Cono 6a (1.200 °C)

Feldespato potásico	46
Caolín	19
Sílice	17
Talco	10
Carbonato cálcico	4
Óxido de cinc	4

Nefelina sienita	64
Carbonato cálcico	15
Caolín	13
Talco	4
Óxido de cinc	4

Bandéja. 1997.
33 × 25 × 11 cm.
Loza modelada con planchas y tiras.
Temperatura de cocción: 1.160 °C.



ESMALTES DE ALTA Y MUY ALTA TEMPERATURA

Esmaltes de alta temperatura

Se aplican sobre pastas que vitrifican, como el gres y se cuecen a temperaturas que van desde el cono 6a al 9 (1.200-1.280 °C). Se pueden componer esmaltes con muy pocos elementos y su principal fundente es el feldespato, por lo que también se llaman esmaltes feldespáticos, aunque otros materiales como el carbonato cálcico, el óxido de cinc, la dolomita y el talco, entre otros, se utilizan como fundentes. Estos esmaltes siempre incluyen la sílice y la alúmina, contenidas en el caolín o la

arcilla, que da resistencia al esmalte y eleva su punto de fusión, son muy duros a la abrasión y resistentes a los ácidos. Como funden a la misma temperatura que vitrifica la pasta, se establece entre ambos una estrecha relación que no existe en los esmaltes de baja temperatura.

Cono 6a (1.200 °C)

Feldespato potásico	40
Carbonato de bario	20
Óxido de cinc	12
Caolín	10
Sílice	10
Colemanita	8
Nefelina sienita	55
Dolomita	18

Carbonato de bario	17
Óxido de cinc	10

Cono 8 (1.250 °C)

Feldespato potásico	65
Carbonato cálcico	18
Caolín	17

Feldespato potásico	35
Caolín	30
Carbonato cálcico	15
Sílice	13
Óxido de titanio	7

Feldespato potásico	46
Sílice	34
Carbonato cálcico	10
Caolín	10

Feldespato potásico	45
Sílice	23
Carbonato cálcico	17
Caolín	15

Feldespato potásico	46
Sílice	26
Carbonato cálcico	20
Caolín	8



Copa. 1980. 11 × 11 cm de diámetro.
Gres torneado. Esmalte feldespático, colemanita, cinc y óxido de cobalto al 2%.
Temperatura de cocción: 1.250 °C.



Menhir VI. 1984. 53,5 × 8,5 × 8 cm.
Gres chamotado modelado en macizo y abuecado. Esmalte feldespático.
Temperatura de cocción: 1.280 °C.

Esmaltes de muy alta temperatura

Son básicamente los que cubren pastas de porcelana y ya fueron utilizados por ceramistas chinos de la dinastía Sung (960-1279).

Muestras de esmaltes feldespáticos de alta temperatura, 1.250 °C, aplicados sobre plaquitas de gres.



Escultura. 1985.
28 × 13 × 5,5 cm.
Gres chamotado modelado con plancha.
Esmalte feldespático y dolomita.
Temperatura de cocción: 1.260 °C.



Estos esmaltes se aplican, en cualquiera de las técnicas de esmaltado, sobre pastas, como la porcelana, que vitrifican a una temperatura más elevada que las pastas de gres.

Estas pastas están compuestas por caolín, feldespato y sílice, y la receta de una pasta de este tipo podría ser:

Caolín (o arcilla de China) _____	50
Feldespato _____	25
Sílice o cuarzo _____	25

La sílice puede reducirse hasta el 15 %, aumentando las proporciones de los otros componentes.

La composición de estos esmaltes es sencilla, al igual que la del gres. Hay una estrecha relación entre la pasta y el esmalte, puesto que en-

tran prácticamente los mismos componentes, tanto en una como en el otro.

Estos esmaltes proporcionan superficies brillantes, satinadas y mates. Son muy resistentes a los ácidos, aunque son atacados por el ácido fluorhídrico, el ácido fosfórico y por vapores calientes del ácido sulfúrico. Tienen un

bajo coeficiente de dilatación, por lo que se adaptan muy bien a las pastas. Resisten, también la abrasión, el rayado y tienen una gran resistencia mecánica, lo que favorece la duración de las piezas.

Estas pastas deben bizcocharse a una temperatura aproximada de 1.000 °C y los esmaltes funden entre 1.280-1.320 °C, aunque algunas porcelanas duras llegan a alcanzar los 1.400-1.450 °C.



Piedra. 1986.
27 × 12,5 × 11,5 cm.
Reproducción en molde
de colada. Pasta de porcelana.
Esmalte feldespático.
Temperatura de cocción: 1.280 °C.

Conos 9-10 (1.280-1.300 °C)

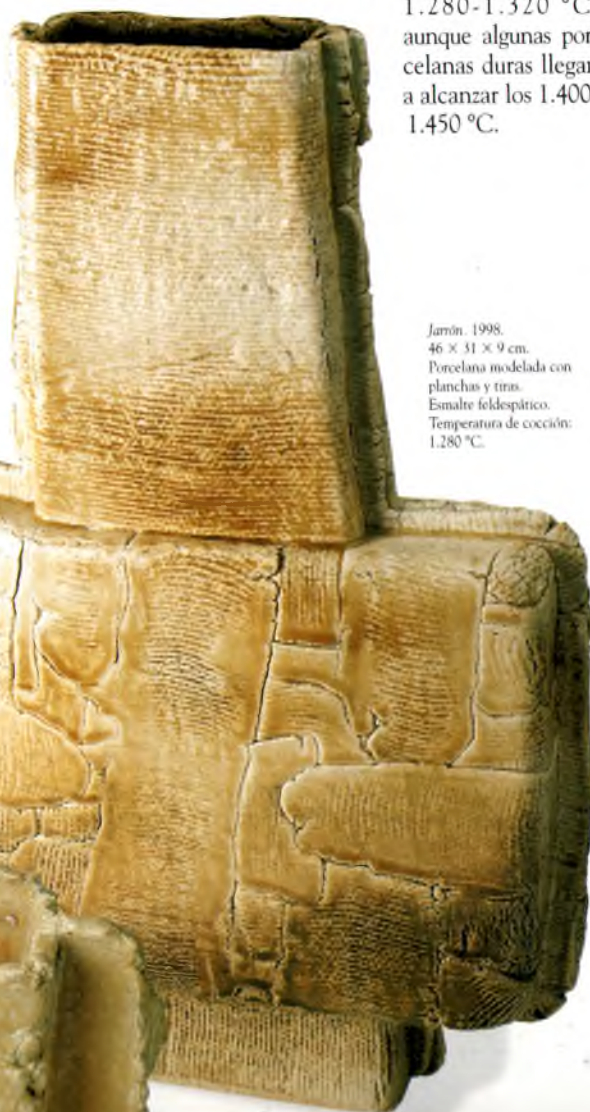
Feldespato potásico _____	43
Caolín _____	25
Sílice _____	15
Carbonato cálcico _____	10
Óxido de cinc _____	4
Bióxido de titanio _____	3

Sílice _____	46
Feldespato potásico _____	20
Carbonato cálcico _____	18
Talco _____	16

Feldespato potásico _____	45
Sílice _____	25
Carbonato cálcico _____	15
Arcilla blanca _____	10
Caolín _____	5



Vasija-tronco. 1998.
25 × 9 cm de diámetro.
Porcelana modelada con tiras.
Esmalte feldespático.
Temperatura de cocción: 1.280 °C.



Jarrón. 1998.
46 × 31 × 9 cm.
Porcelana modelada con
planchas y tiras.
Esmalte feldespático.
Temperatura de cocción:
1.280 °C.

Bol prismático. 1998.
16 × 10,5 × 5 cm.
Porcelana modelada
con planchas y tiras.
Esmalte feldespático.
Temperatura de
cocción: 1.280 °C.



ESMALTES CRISTALINOS

Son aquellos que en su composición incluyen unas materias que hacen cristalizar el esmalte durante el enfriamiento.

Los óxidos de cinc y de titanio, entre otros, favorecen la formación de cristales. Algunos de estos cristales son microscópicos y otros de mayor tamaño que se ven con facilidad. Estos materiales dan brillantez al esmalte, y la adición de óxidos colorantes, como el cobalto, cobre y hierro, colorearán los cristales.

Tienen una cocción normal, como cualquier otro esmalte, desde el inicio hasta la temperatura de maduración. A partir de ese momento, empieza el ciclo de enfriamiento, hay que hacer cambios, que consisten en bajar la temperatura rápidamente, mantenerla después durante períodos de tiempo determinados, volver a enfriar y mantenerla para conseguir el crecimiento de los cristales.

Esta temperatura, un poco por debajo del punto de fusión, alrededor de 100 °C, deberá experimentarse en cada caso, por lo que las pruebas son muy necesarias. Así, si se mantiene el enfriamiento lento, en los ciclos adecuados y la composición del esmalte es correcta, debe producirse una buena cristalización.

Estos esmaltes, con poco contenido de alúmina, se aplicarán sobre la superficie de la pieza con grosor de 3-4 mm, y como son muy fluidos, la pieza se colocará sobre un so-

porte-vasija que recoja el exceso de esmalte que se escurre al llegar a su punto de fusión. El mismo grosor de la capa y algunos de los componentes pueden cuartear el esmalte en seco, por lo que es conveniente añadir goma arábiga en la mezcla.

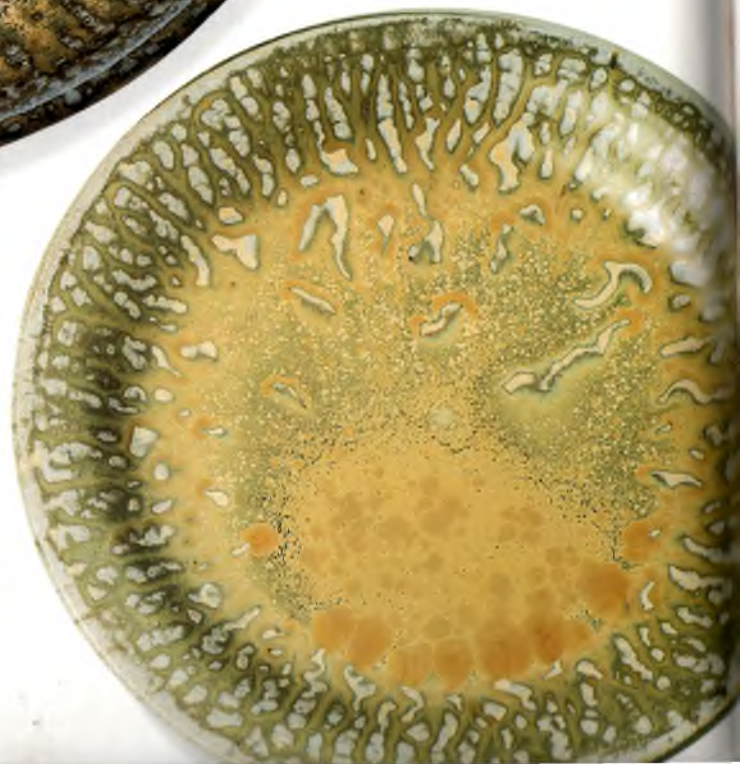
La manipulación de las piezas esmaltadas se hará inmediatamente después de la aplicación del esmalte, cuando aún mantiene un poco de humedad, colocándolo rápidamente sobre el soporte o sobre una baldosa, también recubierta con alú-

mina y con la que será introducida la pieza en el horno. Al manipular el esmalte, éste puede cuartearse y desprenderse, sobre todo si se manejan piezas grandes; los retoques son siempre molestos y a veces complicados.

Tanto la base de la pieza como este soporte deberán cubrirse con una espesa capa de alúmina con agua, para que no queden pegados si el esmalte chorrea. Si esto ocurre, como el esmalte es muy frágil, deben separarse con cuidado, ya que pueden descascararse y romperse.



Plato. 1982.
5,5 × 35 cm de diámetro.
Cres torneado.
Esmalte feldespítico.
Temperatura de cocción: 1.250 °C.



Plato. 1982.
4,5 × 28 cm de diámetro.
Cres torneado.
Esmalte feldespítico.
Temperatura de cocción: 1.250 °C.

Después tendrá que pulirse la base con una piedra de amolar de carburo de silicio de grano fino, manipulando la pieza con precaución. No obstante, puede dejarse la zona inferior de la pieza con poco esmalte, de manera que el que escurra de la parte superior lo compense. También esta zona podrá dejarse limpia de esmalte.

En piezas como bandejas, boles y platos no es necesaria ninguna precaución, puesto que el recipiente mantendrá el esmalte cristalino.

La cocción debe hacerse en una atmósfera oxidante, por lo que el horno eléctrico es el que dará mejor resultado, aunque también puede utilizarse uno de gas.

El ciclo de la cocción será el normal en un esmalte de alta temperatura, pero al llegar a 900-950 °C, procurará acelerarse la marcha del horno hasta llegar a 1.250 °C en el menor tiempo posible, para evitar su escurrido si se continúa manteniendo una cocción lenta.

Cuando se ha llegado a la temperatura de fusión del esmalte, es necesario que ésta baje con rapidez, hasta 1.180-1.150 °C, en 10-15 minutos, manteniéndola dentro de estos límites durante unas dos horas (dependiendo de la capacidad del horno). Pasado este tiempo la temperatura deberá volver a bajar hasta 1.080-1.050 °C (10-15 minutos), en que volverá a repetirse el ciclo de mantenimiento otras dos horas o más. Después se deja enfriar normalmente hasta la temperatura ambiente.

Una vez apagado el horno, después de llegar el esmalte a su punto de fusión, la temperatura baja, pero podemos acelerar este proceso, abriendo la entrada del aire del horno e incluso aflojando los cierres de la puerta sin abrirla.

La utilización de pirómetros digitales hace más fácil el control y mantenimiento de la temperatura durante un tiempo determinado.

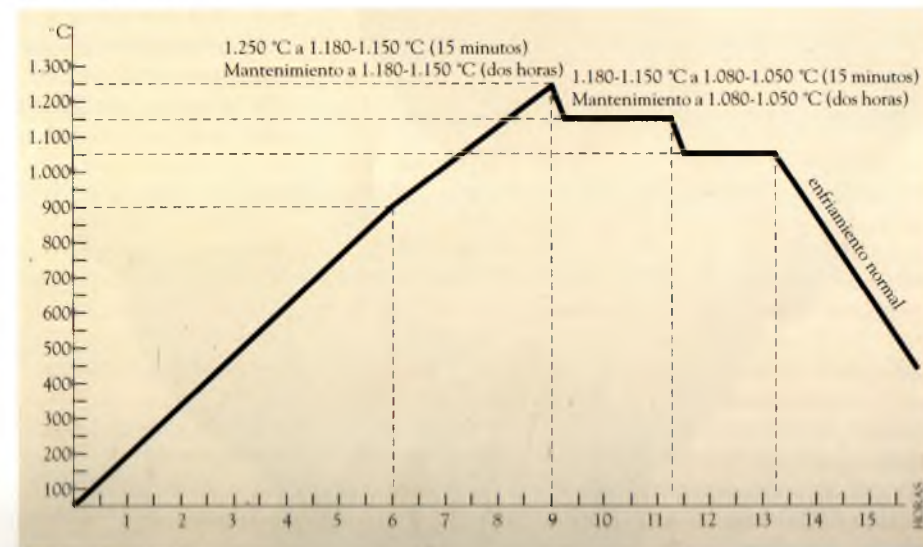
No obstante el ciclo de cocción puede ser complicado, por lo que requerirá muchas pruebas que deberán anotarse, pues cada fórmula puede hacerlo variar y el mantenimiento de la temperatura puede ser diferente (una, dos, tres, cuatro horas); estos ciclos deben respetarse, porque un enfriamiento rápido impedirá el crecimiento de los cristales.

Para estos esmaltes se usan pastas de gres y de porcelana.



Plato. 1982.
4,5 x 27,5 cm de diámetro.
Gres torneado.
Esmalte feldespático.
Temperatura de cocción:
1.250 °C.

Gráfico de la cocción, de una hornada de esmaltes cristalinos en un horno eléctrico de 50 x 50 x 40 cm.



Conos 8-9 (1.250-1.280 °C)

Feldespato potásico	— 46
Carbonato cálcico	— 13
Caolín	— 12
Colemanita	— 7
Carbonato de litio	— 11
Óxido de cinc	— 11

Feldespato potásico	— 46
Carbonato cálcico	— 13
Caolín	— 12
Colemanita	— 9
Bióxido de titanio	— 10
Carbonato de magnesio	— 10

Feldespato potásico	— 50
Sílice	— 15
Óxido de cinc	— 15
Caolín	— 10
Bióxido de titanio	— 10

RAKÚ

La cerámica Rakú se desarrolla en la segunda mitad del siglo XVI y está considerada como la esencia de la cerámica japonesa.

Es una técnica del proceso del modelado, esmaltado y cocción de las cerámicas, (boles y teteras), que se utilizan durante la ceremonia japonesa del te. Estas piezas tienen unas características especiales de color y textura, que las hacen diferentes a cualquier otra cerámica y se realizan con pastas que pueden aguantar choques térmicos muy fuertes, que tienen un alto porcentaje de chamota (entre el 10 y el 50 %) y están compuestas con arcillas refractarias y otros materiales utilizados en pastas de alta temperatura, como las de gres.

Los materiales con los que pueden prepararse las pastas son: arcilla (ar-

cillas refractarias y plásticas), caolín, chamota, feldespato, sílice y talco, entre otros.

Las arcillas refractarias, la chamota y la sílice, proporcionan porosidad a la pasta y junto con el talco aguantan el choque térmico que se produce al sacar la pieza del horno y enfriarla al ser introducida en agua o dejarla al aire. La resistencia al fuego se la proporcionan el caolín, el feldespato y la sílice. Las arcillas plásticas ayudan durante el proceso del modelado.

Pueden utilizarse también las pastas de gres, preparadas, a las que se deberá introducir, si no lo llevan, el porcentaje de chamota ade-

cuado y si además en la preparación añadimos talco, en un 5 %, la pasta tendrá menor contracción.

Los hornos de Rakú no deben ser muy grandes y pueden ser eléctricos, a gas, a gasoil, a carbón o a leña. Es preferible que tengan la puerta frontal, porque es mucho más cómodo sacar las piezas que en un horno que tenga la puerta en la parte superior. Tanto la base del horno como las placas estantes estarán recubiertas con una lechada de hidrato de alúmina o por una mezcla al 50 % de arcilla y caolín.

La técnica del Rakú tiene dos sistemas de realización: uno, en donde la pieza se modela a mano, se calienta



alrededor del horno y cuando está seca se esmalta, es por lo tanto una monococción. A continuación se introduce en el horno, que está casi a la temperatura de fusión del esmalte y cuando se comprueba que éste ha fundido, se extrae, con unas pinzas largas de hierro, de 70 a 90 cm de longitud y se la echa dentro de un cubo con agua o en un recipiente con serrín, papel de periódico, hierbas, hojas, ramitas, virutas, trapos... y se cierra herméticamente. Estos materiales, en contacto con la pieza incandescente, se queman, produciendo una cocción reductora, que influirá tanto en la pasta como en el

Copa 1. 1998.
10,5 x 12 cm de diámetro.
Gres con chamota fina,
modelado con planchas y tiras.
Esmalte alcalino.
Temperatura de cocción: 950 °C.

esmalte. Entre 10 y 15 minutos después, este proceso se interrumpe volviendo a extraer la pieza y echándola en el cubo de agua, que la enfría con rapidez y también puede dejarse al aire.

En el segundo sistema, la pieza, realizada con cualquiera de las técnicas del modelado (pellizcos, rollos, placas, tiras) y torneado, después de seca, se bizcocha y se esmalta, introduciéndose en el horno, en una cocción normal hasta la temperatura de fusión del esmalte. A partir de este momento el proceso es idéntico al explicado en el párrafo anterior.

Al salir del horno, las piezas sufren un choque térmico muy fuerte, por lo que las



Ideograma del Rakú.
Su significado podría ser:
alegría, gozo, liberación,
felicidad, satisfacción.

Bol 1. 1998.
17,5 x 10 x 5,5 cm.
Gres con chamota fina,
modelado con planchas
y tiras. Esmalte alcalino.
Temperatura de cocción:
950 °C.

楽焼



Bol II. 1998.
14,5 x 14 x 7 cm. Gres con
chamota fina, modelado con planchas.
Esmalte alcalino.
Temperatura de cocción: 950 °C.

pastas deben estar preparadas para poder resistir el cambio brusco de temperatura. También el color de la pasta se ha de tener en cuenta, puesto que los esmaltes resaltarán mejor con pastas de color blanco después de la cocción.

Recetas de pastas

Arcilla refractaria (blanca) _____	45
Chamota _____	35
Caolín _____	15
Talco _____	5

Arcilla refractaria (blanca) _____	60
Chamota _____	20
Caolín _____	10
Feldespato _____	5
Talco _____	5

Arcilla refractaria (blanca) _____	34
Feldespato _____	25

Caolín _____	25
Chamota _____	10
Talco _____	5
Bentonita _____	1
Pasta de gres _____	65
Chamota _____	30
Talco _____	5

Los esmaltes de Rakú son de baja temperatura y pueden prepararse tanto con bases plúmbicas como alcalinas. Como las pastas deben ser porosas, los esmaltes tendrán un punto de fusión bajo, alrededor de 950 °C.

Los esmaltes podrán ser aplicados con cualquiera de las técnicas, aunque el esmalteado con el pincel, permite controlar mejor el espesor del mismo y a la vez esmaltar zonas de la pieza con distintos colores. El esmalte puede llevar un 5-10 % de goma arábiga, para impedir que salte al entrar de forma súbi-

ta en el horno, si realizamos el proceso de monococción.

Es conveniente dejar la parte baja de las piezas, sin esmaltar, para evitar que el esmalte fundido pueda chorrear y pegarse a las placas soporte.

La práctica nos indicará el tiempo que necesita cada esmalte en la reducción, dentro del recipiente, teniendo en cuenta que más tiempo equivale a una reducción más completa. Así el óxido de cobre quedará rojizo en una reducción lar-



Copa II. 1998.
15 x 10 cm de diámetro.
Gres con chamota fina,
modelado con planchas
y tiras.
Esmalte alcalino.
Temperatura de cocción:
950 °C.

óxidos tenderán a reoxidarse, con lo que los colores serán los naturales de una hornada oxidante.

Los porcentajes de los óxidos colorantes deben mantenerse bajos, para evitar que durante la reducción se ennegrezcan.

Recetas de esmaltes

800-900 °C	
Bórax _____	50
Colemanita _____	50

900 °C	
Colemanita _____	80
Nefelina sienita _____	20

930-950 °C	
Óxido de plomo (minio) _____	70
Sílice _____	25
Caolín _____	5

Carbonato de plomo _____	50
Sílice _____	25
Feldespato potásico _____	12
Carbonato cálcico _____	8
Arcilla blanca _____	5

Colemanita _____	65
Feldespato potásico _____	25
Carbonato de plomo _____	10
Óxido de plomo _____	50
Sílice _____	30
Bórax anhidro _____	15
Caolín _____	5

La coloración de los esmaltes se realizará mediante la adición de los óxidos metálicos correspondientes y teniendo en cuenta que en esta técnica se efectúan cocciones reductoras, podrán salir rojos con el óxido de cobre, e incluso colores de lustres, dorados (bismuto) y plateados (nitrito de plata).

ga y verde si ha estado poco o mal reducido.

Dentro del recipiente puede dejarse la pieza semicubierta, por lo que podrán producirse efectos de reducción-oxidación, variando el color y también cuarteados, metalizaciones, ennegrecimientos, etc.

La inmersión en agua fría, (enfriamiento rápido), hace que los colores se mantengan igual que al salir del recipiente, mientras que si se dejan las piezas al aire (enfriamiento lento), algunos

ESMALTES SALINOS

En el siglo XV, en algunos pueblos con tradición cerámica de la cuenca del Rin, se empezó a utilizar la sal para producir un esmalte transparente, hasta entonces desconocido, que se aplicaba sobre jarros redondos de cuello pequeño y asa en forma de lazo y sobre vasos y tarros, decorados con relieves superpuestos o estampados, que dejaba ver el cuerpo cerámico y mostraba una textura típica de piel de naranja.

Durante este siglo y el siguiente, esta técnica se perfeccionó y se difundió con rapidez por Inglaterra y el norte de Europa, pasando posteriormente a las colonias de América del Norte (EE.UU. y Canadá).

El proceso es sencillo. La cocción de piezas con esmaltes salinos es idéntica a una de bizcocho, puesto que aquéllas se colocan crudas y secas en el horno, aunque también pueden hornearse bizcochadas, elevando la temperatura del mismo hasta la maduración de la pasta, pues es necesario alcanzar este estado para salar la pieza. Es en este momento que son saladas con sal común, cloruro sódico (ClNa), que se echa dentro del horno por unos conductos preparados para este fin y que están al lado de los quemadores o bien en la parte superior del horno. El cloruro sódico se evapora y se combina con la sílice de la arcilla, formando silicato sódico, un esmalte



Detalle ampliado de la textura típica, arrugada, de piel de naranja del esmalte salino.

vitréo, que cubre la pieza. La sal, húmeda, puede introducirse en el horno envuelta en pequeñas bolsas o paquetes de papel. En procesos industriales y en hornos de gran capacidad un operario introducía la sal con una pala.

Se repiten los salados hasta que el esmalte alcance el grosor necesario.

La temperatura del esmalte depende de la pasta utilizada. Así pueden esmaltarse piezas realizadas con pastas de baja temperatura, aunque es sobre pastas de gres sobre las que se emplea habitualmente.

Las piezas destinadas a ser saladas pueden realizarse con

cualquiera de los sistemas de modelado y también torneadas.

Las piezas que se esmaltan con sal tienen el color natural de las pastas, aunque éstas también pueden colorearse. Las piezas pueden decorarse con engobes de alto contenido de sílice, coloreados con óxidos. También podrán aplicarse óxidos con agua sobre la pieza cruda o bizcochada. En este caso el resultado será como una decoración de bajocubierta. Los óxidos de cobalto, cobre, hierro y manganeso, son utilizados en este proceso, pero si se mezclan con la sal, también se depositan en las paredes interiores del horno,

pudiendo afectar el color de las piezas en otras cocciones, por lo que es más práctico aplicar el color a cada pieza.

La gama de colores es limitada por la cocción reductora. También pueden decorarse las piezas con relieves, texturas, incisiones, tallado, etc., que pueden remarcar mediante la aplicación de engobes y óxidos, aunque el mismo esmalte, al rellenar estos huecos, hará que resalten mejor los volúmenes.

Pero este esmalte tiene un pequeño inconveniente y es que el interior de las piezas de cuello estrecho no quedará esmaltado por los vapores salinos, por lo que antes de su introducción en el horno, se esmaltarán.

Los hornos para esmaltes salinos sólo sirven para cocciones de este tipo, pues de la misma manera que el sala-

do esmalta las piezas, también recubre el interior del horno.

Estos hornos utilizan como combustible gas, gasóleo o leña. La utilización de la leña como combustible, aunque poco práctica, produce resultados interesantes en el esmalte, debido a que la ceniza se mezcla con los vapores salinos. Los eléctricos no sirven, pues el esmalte salino atacaría las resistencias.

Jarrón. 1984. 24,5 × 11 cm de diámetro. Gres torneado. Temperatura de cocción: 1.280 °C.



Botella. 1980. 12 × 7 cm de diámetro. Gres torneado con decoración incisa y bióxido de manganeso. Temperatura de cocción: 1.250 °C.





Plato. 1984.
4,5 x 17 cm de diámetros.
Gres torneado y decorado con engobes.
Temperatura de cocción: 1.280 °C.

En la construcción de estos hornos, que son muy sencillos, deben utilizarse ladrillos con bajo contenido de sílice, pero con alto porcentaje de alúmina.

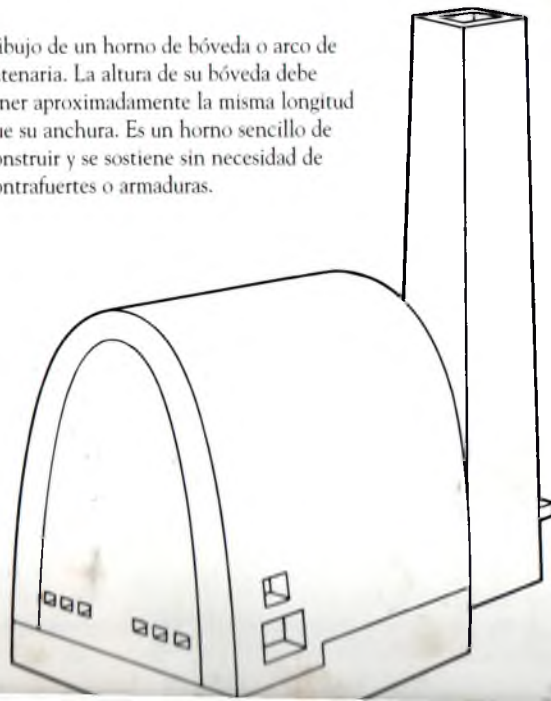
En el proceso de construcción del horno hay que recordar que deben dejarse uno o varios agujeros, por los que se echará la sal.

Antes de cada cochura y de la colocación de las piezas, el horno debe ser revisado, para comprobar el estado de la cámara de cocción. También las placas estantes y los soportes, que se utilizarán durante la cocción deben cubrirse con una espesa capa de alúmina y agua que impedirá que queden esmaltadas. La puerta o los ladrillos que cierran el horno también se recubrirán con esta lechada aluminosa.

Las bases de las piezas también estarán cubiertas con alúmina que impedirá

que queden pegadas a las placas estantes y las piezas con tapa, a diferencia de otras cocciones de alta temperatura, no se cocerán juntas. Las tapas se colocarán sobre atifles o sobre una placa, recubiertas también con alúmina.

Dibujo de un horno de bóveda o arco de catenaria. La altura de su bóveda debe tener aproximadamente la misma longitud que su anchura. Es un horno sencillo de construir y se sostiene sin necesidad de contrafuertes o armaduras.



Los vapores salinos tienen que poder circular libremente por el interior del horno, por lo que las piezas estarán colocadas, distanciadas entre 3 y 5 cm.

En estas hornadas la medición de la temperatura es diferente, pues si se utilizan conos pirométricos, servirán para conocer la temperatura de maduración de la pasta, pues una vez iniciado el primer salado, quedan inservibles, por lo que es conveniente conocer la temperatura por el color de la cocción. También puede usarse el pirómetro, que se colocará después del salado y cuando los vapores salinos hayan desaparecido, de lo contrario la caña del pirómetro quedará esmaltada y lo que es peor, sellada en el

orificio por donde se la introduce en el horno. Otro método de comprobar el grosor de la capa de esmalte, sería la colocación de muestras-testigos de pasta, en el interior del horno, colocadas en línea, delante de una mirilla y que se extraen con una varilla de hierro y deberá haber una, como mínimo, para cada salado.

La temperatura para comenzar el salado dependerá del tipo de pasta, pero

Antes de volver a salar es necesario esperar que suba otra vez la temperatura. Una vez comprobado el grosor del esmalte salino en una de las muestras-testigos extraída del horno, se cerrarán las válvulas de combustible, en el caso de hornadas de gas o gasoil o dejará de echarse leña, dejando que se enfríe normalmente.

Los vapores procedentes de la combustión de la sal, hidróxidos de cloro, son no-



Plato. 1983.
3 x 21 cm de diámetro.
Gres torneado y decorado con óxidos colorantes.
Temperatura de cocción: 1.280 °C.

como por lo general se trabaja con pastas de gres, la sal se introduce en el interior del horno hacia los 1.200 °C, varias veces. Después de echada la sal, se cerrarán las aberturas del horno y el regulador de tiro de la chimenea, para impedir la salida de los gases salinos. Estas aberturas volverán a abrirse cuando los humos, del interior del horno, se aclaren. Cada vez que se sala se produce una reducción de la temperatura, unos 100 °C.

civos, por lo que es necesario una chimenea de 5-6 metros de altura y una buena ventilación en la habitación donde esté situado el horno. Este tipo de hornos es aconsejable colocarlos, cubiertos, en el exterior.

La cantidad de sal es proporcional al tamaño del horno y a la cantidad de piezas que hay que salar.

Estos esmaltes son muy duros y resistentes a los ataques químicos y no presentan toxicidad alguna.

ESMALTES DE CENIZAS

Los esmaltes de cenizas se empezaron a utilizar en Oriente hace muchos siglos y se supone que fue un descubrimiento casual, al quedar esmaltadas unas piezas que en principio sólo debían ser bizcochadas. La ceniza, transportada durante la combustión, se depositó sobre las piezas formando un esmalte.

Las cenizas de madera incluidas en un esmalte, en cantidades superiores al 25 %, dan un resultado muy especial.

La obtención de cenizas requiere una gran cantidad de madera quemada, ya que se pierde alrededor del 90 % del material durante

el proceso de preparación, pues una parte de los materiales que forman la ceniza son alcalinos y se disuelven en agua y otros como el carbón se tiran.

Antes de empezar es conveniente recordar que la ceniza con agua es cáustica, por lo que durante su manipulación se protegerán las manos con guantes de goma.

Después de quemar la madera se echa la ceniza en un cubo de agua, dejando que se deposite en el fondo, mientras que el carbón flotará en la superficie. Estas impurezas se sacarán del cubo y se tirarán. Se cambiará varias veces el agua hasta que las sustancias alcalinas se disuelvan. Se tamizan las cenizas y se echan

en un trapo limpio que se habrá colocado sobre una superficie absorbente o en una bolsa de tela que puede colgarse y se deja secar.

La ceniza también puede utilizarse sin lavar, por lo que se tamizará en seco, al aire libre o en una cámara con extracción de aire.

Como la ceniza es una materia muy cáustica, es necesario extremar el cuidado cuando se manipule, evitando que vuele; es conveniente llevar máscara durante la prepara-



Jarrón, 1998.
18 x 14 cm de diámetro.
Cires con chamota de grano mediano modelado con planchas y decoración añadida.
Esmalte de cenizas variadas.
Temperatura de cocción: 1.250 °C.



Muestras de cenizas: A. Madera de cañas.
B. Eucalipto. C. Árboles frutales
y D. Variadas.

ción de estos esmaltes y por lo general sería una buena costumbre llevarla siempre que se manejen materiales cerámicos en polvo.

Las cenizas pueden extraerse de cualquier madera, paja, cañas, cáscaras de frutos secos, etc. Tiene una composición química muy

diversa, pero con un alto contenido de sílice, alúmina, calcio y otros materiales como el potasio, sodio y magnesio.

Como tienen mucha sílice no se utilizan en esmaltes de baja temperatura, pero sí en los de alta, en porcentajes del 40 %. Una receta típica es la siguiente:

Ceniza	_____	40
Feldespato potásico	_____	40
Carbonato cálcico	_____	20

El análisis químico de las cenizas revela que contienen:

30-70 % de sílice
10-15 % de alúmina
15 % de potasio
30 % de cal

También contienen óxido de hierro, fósforo, magnesio, junto con otras materias.

Muchas cenizas funden hacia 1.260 °C y proporcionan un esmalte fluido. Como siempre, antes de su utilización, es necesario hacer pruebas para conocer el comportamiento del material.

Se puede componer un esmalte con:

2 partes de ceniza
2 partes de feldespato
1 parte de arcilla

Si el esmalte es muy fluido se aumentará el porcentaje de caolín y si es demasiado duro, la proporción de la ceniza, o se añadirán otros fundentes como el carbonato cálcico. Así, en la composición del esmalte estos materiales entrarán en las siguientes proporciones:



Vasija. 1998.
24 × 11 cm de diámetro.
Gres con chamota de grano mediano modelado con planchas y decoración añadida.
Esmalte de cenizas de eucalipto.
Temperatura de cocción: 1.250 °C.

Bol. 1998. 14 × 14 cm de diámetro. Gres con chamota de grano mediano modelado con planchas y decoración añadida.
Esmalte de cenizas de cañas.
Temperatura de cocción: 1.250 °C.



Botella. 1998.
27 × 10 cm de diámetro.
Gres con chamota de grano mediano modelado con planchas y decoración añadida.
Esmalte de cenizas de árboles frutales.
Temperatura de cocción: 1.250 °C.

Ceniza	_____	20-70 %
Feldespato	_____	20-70 %
Carbonato cálcico	_____	5-20 %
Sílice	_____	15-25 %
Arcilla	_____	5-20 %

Pueden mezclarse otros materiales, como: talco, bióxido de titanio, colemánita, dolomita, caolín, etc., y también pueden colorearse con óxidos, aunque son más interesantes y auténticos los colores naturales que proporciona cada ceniza.

Recetas de esmaltes

Cono 8 (1.250 °C)

Feldespato	_____	35
Cenizas de madera	_____	35
Caolín	_____	25
Arcilla	_____	5

Nefelina sienita	_____	40
Cenizas de madera	_____	40
Caolín	_____	10
Carbonato de magnesio	_____	5
Carbonato cálcico	_____	5

Feldespato	_____	40
Cenizas de madera	_____	40
Caolín	_____	20

Nefelina sienita	_____	45
Cenizas de madera	_____	40
Sílice	_____	5
Caolín	_____	5
Dolomita	_____	5

Feldespato	_____	35
Cenizas de madera	_____	35
Talco	_____	10
Caolín	_____	10
Dolomita	_____	6
Carbonato de magnesio	_____	4

ESMALTES CRAQUELADOS

Son aquellos esmaltes cuya superficie está surcada por finísimas grietas y son, en principio y técnicamente, un defecto, provocado por el desajuste entre la pasta y el esmalte. Toman el nombre de la palabra francesa y cuyo significado sería , agrietado, cuarteado, resquebrajado...

Estos esmaltes se llaman así por su tendencia al cuarteamiento, que es producido por sustancias alcalinas, como el sodio y el potasio, en bajas temperaturas, o del feldespato en altas temperaturas, que tienen un coeficiente de dilatación alta. Cuando el esmalte se dilata mucho más que la pasta, el cuarteado será muy numeroso y de pequeñas dimensiones, mientras que si la pasta y el esmalte tienen un coeficiente de dilatación igual, éste no se cuarteará.

Estos esmaltes son más interesantes cuando producen un tupida red de cuarteaduras y esta red es producto de las diferencias de contracción entre la pasta y el esmalte durante la expansión de la pasta o en el proceso de enfriamiento.

Para obtener un esmalte de este tipo, se deberá preparar o utilizar una pasta que tenga muy poca dilatación térmica, y aplicar sobre ella un esmalte que, por el contrario, tenga una gran dilatación. Esta diferencia provocará la aparición del craquelado. También la aplicación de un esmalte en capa gruesa puede producir

el cuateado, así como la introducción, en la fórmula, de sodio y potasio, que favorecen la dilatación, harán que el esmalte se cuarte. Por lo que el aumento de la

proporción de los materiales alcalinos en un esmalte, a la temperatura correspondiente, provocará el cuarteado. A la vez, se rebajará el carbonato de bario, el carbona-



Bol. 1984.
8,5 x 22 cm de diámetro.
Gres torneado y decoración incisa
con engobe de óxido de hierro.
Esmalte feldespático.
Temperatura de cocción: 1.280 °C.

to cálcico y el óxido de cinc.

Estos esmaltes pueden ser transparentes y opacos y también brillantes o mates.

Una bajada rápida de temperatura en el horno, durante el enfriamiento, puede hacer cuartear los esmaltes y este cuarteamiento puede provocarse, sacando la pieza muy caliente del horno y sumergiéndola en agua fría o de-



jando que se enfríe a temperatura ambiente. La diferencia de temperaturas hará craquelar el esmalte, pero será necesario adecuar la fórmula de la pasta, para evitar que la pieza no se rompa. Este agrietamiento es típico de los esmaltes de Rakú, que se enfrían súbitamente al sacarlas del horno e introducir las en un balde de agua, pero en este caso la pasta con la que se han modelado estas piezas está preparada para aguantar el choque térmico.

Estos esmaltes producen una red muy fina de cuarteaduras, que se resaltarán con la aplicación de óxidos colorantes, disueltos en agua, que pueden volver a cocerse, haciendo que penetren mejor en el cuarteado. Otro sistema es esperar la aparición de nuevas grietas y volverlas a teñir de color diferente, haciendo contrastar la finísima red agrietada. También se puede hervir la pieza en té muy saturado, durante unas dos horas, que penetrará en la red, destacándola. La aplicación de

Figura sentada (apunte). 1972.
31,5 × 15,5 × 16 cm.
Pasta con chamota de grano grueso, modelada en macizo. Esmalte alcalino.
Temperatura de cocción: 960 °C.



Botell. 1998.
28,5 × 21,5 × 8,5 cm.
Pasta con chamota de grano mediano, modelada con planchas y tiras. Esmalte alcalino.
Temperatura de cocción: 1.000 °C.



Jarrón. 1998.
27 × 18 × 7,5 cm.
Pasta con chamota de grano mediano, modelada con planchas y tiras. Esmalte alcalino.
Temperatura de cocción: 1.000 °C.



tintas u otros colorantes con agua también harán resaltar el craquelado. No es conveniente la aplicación de sustancias colorantes grasas debido a su mala penetración en el cuarteado.

Estos esmaltes son muy adecuados en piezas realiza-

das con pastas de alta temperatura, como el gres y la porcelana y también en las de baja temperatura. Pero es necesario que haya una perfecta integración de aquél con el diseño de la pieza para producir y realzar los efectos estéticos y artísticos.

Estos esmaltes no deben ser utilizados en piezas cerámicas de uso doméstico y utilitario, como vajillas, juegos de café o té, floreros, y un largo etcétera, pues los líquidos se filtrarían por las grietas producidas por el cuarteado.

ESMALTES DE VENTURINA

Estos esmaltes se llaman así por tener parecido con una roca con ese nombre, de cuarzo pardo amarillento con láminas de mica dorada en su masa. Los primeros esmaltes conocidos de este tipo tienen su origen en la antigua China.

Los esmaltes de venturina son transparentes y brillantes y se producen por una saturación del óxido de hierro y contienen muy poca alúmina. Producen pequeños cristales brillantes que están uniformemente repartidos por toda la masa y no deben producir enturbamientos, que podrían deberse a la sobresaturación de óxido. El fundente puede ser el plomo o también materiales alcalinos como el sodio o el potasio.

El porcentaje de óxido de hierro oscila entre el 3 y el 15 % y se cristaliza durante el enfriamiento, produciendo cristales de color rojo brillante, pardo rojizos y dorados. Este porcentaje es importante, porque una saturación del mismo impediría la transparencia del esmalte, volviéndolo opaco.

Deben hornearse a la temperatura adecuada, para que tengan una buena fusión en atmósfera oxidante, tanto en baja como en alta temperatura, por lo que es adecuada la cocción en un horno eléctrico. Hay que tener mucho cuidado durante el enfriamiento, que deberá ser muy lento y controlado, en especial durante el proceso de cristalización del óxido

de hierro. Estos esmaltes, al igual que los cristalinos, requieren muchas pruebas hasta encontrar el tiempo de enfriamiento adecuado.

Pueden aplicarse sobre cualquier tipo de pasta, pero se obtienen los mejores resultados sobre las de arcilla ferruginosa y en especial si sobre el bizcocho se ha apli-

cado una capa de cromato de hierro.

Siempre se harán las pruebas necesarias hasta conseguir que la formación de los cristales sea la adecuada, partiendo de los porcentajes de óxido de hierro, antes citados.

Este esmalte se aplicará en capa gruesa, alrededor de 3-4 mm o no se desarrollarán los cristales, que se encuentran suspendidos en el esmalte y reflejan la luz. Son muy fundentes, por lo que será necesaria la colocación de una vasija-soporte, debajo de las piezas, que recoja el exceso de esmalte. También puede dejarse una zona sin esmaltar próxima a la base.



Vasija. 1998.
28 x 10 x 9 cm.
Gres con chamota de grano fino modelado con planchas.
Temperatura de cocción: 1.260 °C.



Bol. 1998.
9 x 14 cm de diámetro.
Gres con chamota de grano fino modelado con planchas.
Esmalte feldespático.
Temperatura de cocción: 1.260 °C.

Jarrón. 1980.
15 x 18 cm de diámetro.
Arcilla ferruginosa torneada.
Esmalte alcalino.
Temperatura de cocción: 1.060 °C.



Recetas de estos esmaltes

Cono 02a (1.060 °C)

Bórax	43
Feldespato	20
Sílice	20
Carbonato de plomo	12
Caolín	5

Cono 01a (1.080 °C)

Óxido de plomo	58
----------------	----

Feldespato sódico	26
Sílice	13
Carbonato cálcico	3

A esta fórmula se le añadirá entre un 5-10 % de óxido de hierro.

Cono 8 (1.250 °C)

Feldespato potásico	40
Colemanita	40
Sílice	20

A esta fórmula se le añadirá entre un 10-15 % de óxido de hierro.

Feldespato potásico	40
Colemanita	20
Caolín	20
Carbonato cálcico	10
Sílice	10

ATMÓSFERA DEL HORNO

La atmósfera reductora es la que quema con poco oxígeno y se produce en hornos de gas, leña o gasóleo. Los hornos eléctricos no son apropiados para este tipo de cocciones, a no ser que dispongan de una caja hermética en el interior del horno, donde se colocarían las piezas. Esta caja debería tener una salida directa al exterior, como una pequeña chimenea, por la que se introducirían los materiales que provocan la reducción, como bolas de naftalina.

El principio de la reducción es simple. Cuando se quema gas, madera o gasóleo, el carbono se combina con el oxígeno y produce anhídrido carbónico y calor.

Este carbono y el anhídrido carbónico son muy activos, sobre todo en altas temperaturas, y buscan combinarse con el oxígeno en el interior del horno, pero al no encontrarlo, se combinan con el oxígeno que tienen las pastas y los esmaltes.

En esta atmósfera hay dos óxidos colorantes que desprenden oxígeno: el óxido férrico (Fe_2O_3) y el óxido cúprico (CuO). El primero se reduce a óxido ferroso (FeO), mientras que el segundo a óxido cuproso (Cu_2O). En las dos reacciones hay una reducción del oxígeno, siendo la del hierro de 3:2 a 1:1 y la del cobre de 1:1 a 1:2. Estos óxidos metálicos se reducen a metal y cambian el color.

La atmósfera reductora está enrarecida, contrastada con la claridad y brillantez de la oxidante y se produce cuando se cierra parcialmente la entrada del aire para que no haya oxígeno en el interior del horno.

Plato. 1998.
17,5 x 17,5 x 6,5 cm.
Gres con chamota de grano mediano y engobe de porcelana, con relieves incisos y añadidos.
Esmalte celadón.
Temperatura de cocción: 1.250 °C.



En esta atmósfera la gama de colores disminuye, los esmaltes cambian de color y pueden ser muy diferentes a los obtenidos con la misma fórmula en atmósfera oxi-

dante. En otros esmaltes se observa una transformación notable en la superficie, que se convierte en satinada y untuosa al tacto.

La hornada se comienza siempre con atmósfera oxidante, y se inicia la reducción cuando los esmaltes están llegando a su temperatura de fusión, continuando después con cocción oxidante.

Escultura (masqueta). 1983.
14 x 13 x 13 cm.
Gres con chamota fina modelado con planchas y tiras.
Esmalte rojo de cobre.
Temperatura de cocción: 1.250 °C.



Plato. 1980.
4,5 x 20,5 cm de diámetro.
Gres torneado.
Lustre metálico.
Temperatura de cocción: 1.000 °C.

ESMALTES CELADÓN

Estos esmaltes, como tantos otros, tienen su origen en China y alcanzaron su máxima perfección durante la dinastía Sung (960-1279).

Son esmaltes feldespáticos y en su composición entran tanto el caolín, como el calcio y la sílice. También con cenizas de huesos, vegetales y volcánicas, dolomita y talco. El óxido férrico que se incluye en pequeños porcentajes al hornearse en atmósfera reductora varía su color dando tonalidades gris verdosas, azuladas, amarronadas y verde oliva. El color variará por el grosor de la capa del esmalte, la reducción

Plato, 1998.
7 × 27 cm de diámetro.
Porcelana modelada con planchas y relieves tallados.
Esmalte feldespático.
Temperatura de cocción: 1.250 °C.



Bot. 1982.
8 × 14 cm de diámetro.
Gres torneado.
Temperatura de cocción: 1.280°C.



(más o menos larga) y el enfriamiento. Este color se distingue fácilmente de los verdes de cobre producidos en atmósfera oxidante

La temperatura de cocción está entre 1.200-1.280 °C.

Los esmaltes celadón necesitan de una pasta blanca

feldespática que vitrifique bien como el gres y también la porcelana y se aplican en capa gruesa.

Es un esmalte transparente que cubre la pasta y parece demandar un tratamiento de tallado en la superficie de la pieza, de manera que el esmalte penetra por entre los relieves, acentuándolos, debido a los diferentes grosores de la capa de esmalte y, también, sobre superficies lisas produce un efecto especial.

Los celadones pueden opacificarse con óxido de es-

taño o de circonio, aunque son difíciles de obtener y el color varía al gris y gris verdoso.

El óxido férrico cocido en esta atmósfera, se convierte en ferroso durante la reducción. Este óxido se incluye en el esmalte en proporciones de 0,5-1 %, y proporciona colores verdosos claros. Pero a partir del 1 %, verde medio, 1,5 % verde oliva y con un 2 %, verde oscuro. Si se aumentan estos porcentajes, el color va oscureciéndose hasta producir marrones.

Jarrón, 1998.
17 × 14 cm de diámetro.
Porcelana modelada con
planchas
y relieves incisos.
Temperatura de cocción:
1.250 °C.



Botella, 1998.
27 × 12,5 × 11 cm.
Porcelana modelada con tiras.
Temperatura de cocción: 1.250 °C.

Estos esmaltes se reducen hacia los 800 °C y al final de la cocción, cerrándose las entradas de aire y de gas, dejando que el horno se enfríe normalmente.

Si se satura el óxido de hierro entre el 7-10 %, produce "rojos de hierro", en atmósfera reductora.

Recetas

Cono 8 (1.250 °C)

Feldespato	60
Sílice	25
Carbonato cálcico	10
Arcilla blanca	5

Feldespato	34
Sílice	30
Cenizas de huesos	17
Arcilla blanca	15
Carbonato cálcico	4

Feldespato	50
Sílice	20
Carbonato cálcico	17
Caolín	13

Cono 9 (1.280 °C)

Feldespato potásico	38
Sílice	25
Carbonato cálcico	13
Caolín	11
Fosfato tricálcico	8
Carbonato de magnesio	5

Sílice	30
Feldespato potásico	27
Carbonato cálcico	23
Caolín	20

ESMALTES SANGRE DE BUEY

En el año 1368, Hung Wu, expulsado a los mongoles de China y funda la dinastía Ming (1368-1644). Durante esta época los ceramistas chinos produjeron formas y decoraciones extremadamente complicadas y descu-

Se cuecen en atmósfera oxidante hasta la maduración del esmalte, reduciendo fuertemente a partir de este momento y manteniendo la temperatura durante un tiempo indeterminado que variará con el tipo de horno

A partir de 1.260 °C, el cobre comienza a volatilizarse, por lo que puede desaparecer el color rojo del esmalte.

Las pastas, sobre las que aplicar este esmalte, deben ser muy blancas (gres y por-

Recetas de engobes:

Gres

Arcilla blanca	_____	40
Feldespato potásico	_____	30
Caolín	_____	30

Porcelana

Caolín	_____	54
Feldespato potásico	_____	26
Sílice	_____	18
Bentonita	_____	2

El esmalte se aplicará en capa gruesa, 2-3 mm y puede



Bandeja. 1998.
30 × 15 × 8 cm.
Gres con chamota de grano medio con engobe de porcelana modelado con planchas y tiras.
Temperatura de cocción: 1.250 °C.

brieron los esmaltes rojos, obtenidos por el óxido de cobre, en cocción en atmósfera reductora. A estos esmaltes también se les conoce con el nombre de rojos de cobre y de China, entre otros.

El óxido de cobre, que en atmósfera oxidante da colores verdes, produce tonos rojos en atmósfera reductora, que van del rojo sangre al pardo rojizo, al naranja, al bermellón o al púrpura.

Estas tonalidades de rojos se producen por la reducción del óxido de cobre, que pasa de cúprico (CuO) a óxido cuproso (Cu₂O) y después a cobre metálico (Cu), de color rojo.

utilizado, por lo que será preciso efectuar varias hornadas de pruebas hasta determinar el tiempo exacto. Pero hay que añadir que estos esmaltes son muy sensibles al fuego, por lo que su idéntica reproducción en otras hornadas es difícil.

La adición en el esmalte del 0,5 al 1,5 % de óxido de hierro, puede dar buenos resultados. También un esmalte transparente aplicado por encima, hace resaltar el rojo, pues impide que se vuelva a oxidar durante el enfriamiento.

El óxido de estaño añadido en un 3% ayuda, asimismo, a la formación del color.

celana) y compactas, con muy poco o ningún contenido en hierro. Sobre piezas modeladas con pastas chamotadas, es conveniente aplicar un engobe de gres o de porcelana.

También pueden realizarse rojos de cobre en un horno eléctrico y en atmósfera oxidante, mediante la introducción en el esmalte de carburo de silicio, molido a 200-300 mallas, que hace reducir el cobre. Las cantidades de este material que se utilizan son del 0,1 al 4 %, pues adiciones mayores pueden hacer burbujear el esmalte, por una reducción muy fuerte.



Jarrón. 1983.
20 × 16 cm de diámetro.
Gres torneado.
Temperatura de cocción: 1.250 °C.

usarse cualquier método de esmaltado, aunque será necesaria la adición de goma arábiga, debido a su grosor, para que se mantenga en la superficie de la pieza bizcochada.

Por lo mismo, durante la cocción puede tener tendencia a descolgarse, por lo que se colocará la pieza sobre un recipiente para recoger el exceso si funde demasiado. Sin embargo, el adecuado grosor, la temperatura correcta y dejar un espacio alrededor de la base sin esmaltar, evitará el colocar continuamente recipientes debajo de las piezas. Las piezas deben salir del horno, sin problemas de escurridos innecesarios, que pueden ser frecuentes al empezar, pero no con una cierta práctica, aunque a veces pueden acaecer fallos, lógicos por otra parte en cualquier proceso.

Recetas de esmaltes

ATMÓSFERA REDUCTORA

Cono 03a (1.040 °C)

Bórax anhidro	27
Arcilla	19
Óxido de plomo	15
Feldespató	15
Sílice	14
Carbonato cálcico	7
Carbonato sódico	2
Óxido de estaño	1

Cono 02a (1.060 °C)

Bórax anhidro	25
Sílice	22
Feldespató	15
Óxido de plomo	15
Carbonato cálcico	10
Carbonato sódico	5

Botella. 1998.
13 x 17 x 12,5 cm.
Porcelana modelada con
planchas y tiras.
Temperatura de cocción:
1.250 °C.



Bol. 1998.
18,5 x 11 cm de diámetro.
Gres con chamota de grano mediano y engobe
de porcelana modelado con tiras.
Temperatura de cocción: 1.250 °C.



Óxido de cinc	4
Caolín	3
Óxido de estaño	1

ATMÓSFERA OXIDANTE

Cono 8 (1.250 °C)

Feldespató	40
Sílice	30
Carbonato cálcico	15
Caolín	10
Óxido de cinc	3
Óxido de estaño	1
Talco	1
Carburo de silicio	0,2

Cono 8 (1.250 °C)

Feldespató	46
Colemanita	18
Sílice	16
Carbonato de bario	11
Caolín	4
Creta	3
Óxido de estaño	2

Feldespató	50
Sílice	20
Carbonato cálcico	15
Caolín	6
Óxido de cinc	5
Óxido de estaño	4
Feldespató	53
Sílice	27
Carbonato cálcico	10
Colemanita	9
Óxido de estaño	1
Carburo de silicio	0,8

MONOCOCCIÓN

La monococción es una técnica que se utilizó con mucho provecho durante largo tiempo en la realización de piezas de cerámica popular. En la actualidad todavía continúa en uso, pero en menor medida que la doble cocción, aunque se utiliza en procesos industriales.

Se entiende por monococción el proceso que consiste en cocer de una sola vez la pasta y el esmalte. El Rakú y el esmaltado salino, aunque hay ceramistas que realizan dos cocciones, son ejemplos de este modo de cocción.

Este método de trabajo tiene la ventaja de permitir el ahorro de una cocción, es decir, tiempo y combustible. Es el sistema más económico de realizar piezas cerámicas, siempre que los resultados sean satisfactorios; esto es, que la proporción de piezas con defectos o rotas no supere aquellas ventajas.

Los esmaltes, aplicados sobre piezas crudas, se integran con la pasta, con efectos extraordinarios, y no hay limitaciones en cuanto al color y temperatura, salvo las normales en el proceso cerámico. Pero también tiene inconvenientes, como: lograr el perfecto ajuste de la pasta y el esmalte; la adecuación del sistema de esmaltado en cada pieza, que debe ser más cuidadoso que sobre piezas bizcochadas; la manipulación de las piezas, crudas y esmaltadas, mucho más frágiles y su colocación en el horno.

Los esmaltes de monococción pueden ser de baja, media y de alta temperatura y se adaptan a cualquier tipo de pasta, pero es necesario hacer pruebas hasta lograr resultados satisfactorios. Estos esmaltes, para que se adapten a la pasta deben ser arcillosos, por lo que es conveniente añadir arcillas muy plásticas, como las de bola y bentonita, entre sus componentes.

El esmalte puede aplicarse tanto sobre las piezas secas como en dureza de cuero, pero siempre se limpiará el polvo de las mismas antes del esmaltado. Puede utilizarse cualquiera de las técnicas de esmaltado, sin embargo es necesario estudiar previamente el proceso que mejor se adecue a cada pieza. Durante el esmaltado, como la pasta cruda tiene menos porosidad que la bizcochada, es más difícil que el esmalte se aguante sobre la superficie de las piezas, con el problema añadido de que en éstas hay que dar mayor espesor al esmalte, pues durante la cocción, la pasta puede absorber parte de él y si se aplica el grosor natural de las bizcochadas, al salir del horno la pieza quedará corta de esmalte. Hay que tener en cuenta que aplicando el esmalte en capa gruesa pueden producirse escurrimientos, por lo que será conveniente, además de limpiar la base de la pieza, colocarla sobre atifles o situarla sobre una vasija-soporte, que recoja el esmalte



Estas piezas fueron esmaltadas en estado de dureza de cuero con sulfuro de plomo (galena). En el interior utilicé el sistema de bañado, mientras que por el exterior apliqué el esmalte a pincel, en varias capas, con la pieza girando sobre una torneta.

que pueda caer. En esta vasija se aplicará un recubrimiento de alúmina o una papilla de arcilla y caolín. Otra solución, mucho más práctica, es dejar alrededor de la base un espacio sin esmaltar.

La aplicación del esmalte, tanto en el interior como sobre la pieza cruda y seca

puede ser una tarea muy delicada, debido a que ésta absorbe el agua del esmalte y se debilita, entonces puede romperse, por lo que hay que esmaltar con mucho cuidado pero con rapidez. También la humedad puede producir grietas en la pieza que quizás no se vean en el primer momento, pero sí se verán después de la cocción.

Si el esmalte se aplica sobre las piezas en dureza de cuero, su misma humedad la hará más impermeable a la del esmalte, reduciéndose el peligro de roturas y grietas. En la composición de este esmalte habrá un porcentaje alto de arcilla.

Los esmaltes deben calcularse muy bien, de manera que su encojimiento sea el mismo que el de la pasta. De no ser así, el esmalte puede saltar de la pieza durante las primeras fases de la cocción. A la vez, tendrán que ser fluidos y con buena fusibilidad. Los que se utilicen sobre piezas bizcochadas pueden adaptarse a las pastas crudas, modificando alguno de los componentes.

Estas piezas estarán totalmente secas antes de hornearlas y el ciclo de la cocción deberá ser muy lento, como si se hiciera una hornada de bizcocho. A partir de 600 °C, podrá continuarse como en una hornada normal de esmalte.

La colocación de las piezas en el horno será igual a la de una hornada de esmal-

te, evitando que se toquen y dejando la separación adecuada, de modo que circule el aire caliente entre ellas.

Con esmaltes plúmbicos se obtienen buenos resultados. No hay que olvidar que en muchos países las cerámi-

cas populares, de uso doméstico, estaban esmaltadas con este tipo de esmaltes y cocidas una sola vez.

Sobre arcilla ferruginosa, recubierta con engobe, he utilizado la siguiente fórmula con excelentes resultados:

Litargirio	61
Arcilla blanca	20
Feldespato	14
Sílice	5

La temperatura de cocción entre 1.040-1.080 °C (conos 03a-01a).

También sobre pasta de gres he usado la siguiente combinación satisfactoriamente. No obstante aconsejo que se pruebe antes de su aplicación directa sobre una pieza. La temperatura de cocción entre 1.250-1.280 °C (conos 8 y 9):

Feldespato	36
Sílice	25
Creta	18
Caolín	17
Bentonita	4



Popular II, III y V. 1974.
II. 25,5 × 17 cm de diámetro.
III. 18,5 × 12 cm de diámetro.
V. 19 × 15 cm de diámetro.
Arcilla ferruginosa tornada y con decoración de engobes.
Esmalte plúmbico.
Temperatura de cocción: 950 °C.



Canto a la esperanza VII.
1994.
26 × 14 × 9,5 cm.
Gres con chamota de grano medio modelado en macizo y abuecado.
Esmalte feldespático.
Temperatura de cocción: 1.250 °C.

LUSTRES

Los ceramistas árabes utilizaron para la obtención de lustres el alumbre con vinagre, cinabrio, óxido de hierro y el sulfuro de plata, entre otros materiales.

Los lustres pueden producirse de dos maneras, según se mezclen los productos en el esmalte en crudo o se apliquen sobre éste cocido. El primer sistema se realiza utilizando una base alcalina o una base plúmbica, en la que se mezclan diversos componentes, como subni-

trato de bismuto, nitrato de plata, óxido y sulfato de cobre, etc., y se cuece en atmósfera reductora. Estos esmaltes producen iridiscencias de colores, por la composición de las sales y óxidos metálicos, que se reducen durante la cocción, haciendo notar la presencia del metal.

En este proceso se utilizarán pastas muy blancas, como la loza; si se trabaja con pastas ferruginosas, se cubrirán con un engobe blanco, que deberá aplicarse

Detalle de lustre sobre arcilla ferruginosa con engobe. Atmósfera reductora. Temperatura de cocción: 1.000 °C.



Jarrón 1. 1985.
20 × 13 cm de diámetro.
Loza torneada.
Temperatura de cocción: 800 °C.



Jarrón 1. 1985.
10,5 × 10 cm de diámetro.
Loza torneada.
Temperatura de cocción: 800 °C.

sobre la pieza cuando ésta tenga dureza de cuero, cubriéndola bien. Este engobe deberá tener el mismo coeficiente de dilatación de la pasta, para evitar que se cuartee, a no ser que se busque expresamente este efecto.

Con el segundo sistema, los lustres se obtienen con preparados líquidos a partir de sales y óxidos metálicos

(bismuto, cinc, cobalto, cobre, cromo, hierro, plata, plomo, etc.), que se aplican sobre una pieza esmaltada y cocida. Esta pieza vuelve a cocerse en atmósfera oxidante, pues la preparación lleva una resina que actúa como agente reductor. Durante la cocción, las sales y los óxidos quedan fijados sobre el esmalte, dando lugar a colores

iridiscuentes. Este proceso puede considerarse una decoración sobrecubierta.

Las piezas esmaltadas, sobre las que se aplicará el lustre, estarán limpias de polvo y grasa, que repelerían el producto que se va a aplicar.

La aplicación se hará con el pincel, en capas



Otro detalle de lustre sobre arcilla ferruginosa con engobe. Atmósfera reductora. Temperatura de cocción: 1.000 °C.

muy finas, cubriendo partes o toda la superficie de la pieza esmaltada. Se dejará secar y después se horneará en atmósfera oxidante a una temperatura inferior a la de madurez del esmalte sobre el que se ha aplicado. Por lo general estas cocciones se realizan a 800 °C e incluso menos.

Estos materiales, que se secan con facilidad, deben guardarse en frascos bien cerrados para evitar su endurecimiento, aunque pueden diluirse con esencia de trementina y disolventes específicos.

Fórmula de engobe

Arcilla blanca	50
Feldespató	30
Caolín	20

Fórmulas de esmaltes lustres

Conos 07a-06a (960-980 °C)

Frita alcalina	100
Nitrato de plata	2

Frita alcalina	100
Subnitrato de bismuto	2

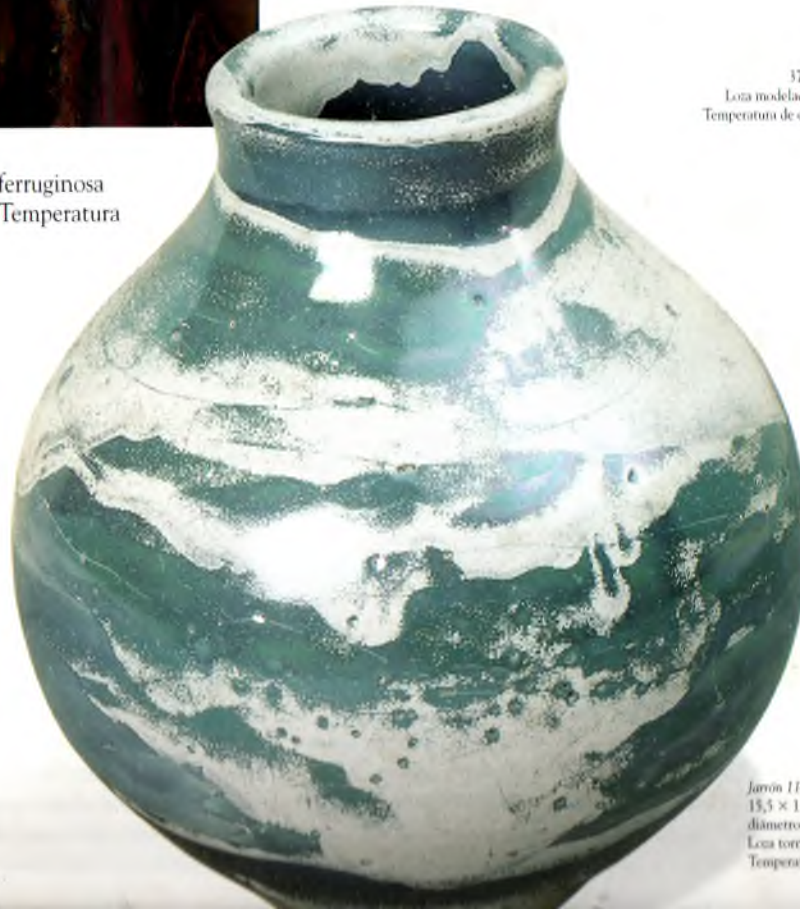
Frita alcalina	100
Óxido de cobre	3
Subnitrato de bismuto	2

Cono 05a (1.000 °C)

Carbonato de plomo	58
Sílice	24
Caolín	10
Carbonato cálcico	8

Carbonato de plomo	60
Sílice	20
Feldespató	15
Caolín	5

A estas fórmulas debe añadirse nitrato de plata o subnitrato de bismuto u óxido de cobre, por separado o entremezclados. El carbonato de plomo presenta una tendencia a oscurecerse en atmósfera reductora.



Forma 1997.
37 × 13 × 10 cm.
Lota modelada con planchas.
Temperatura de cocción: 800 °C.



Jarón 11, 1985.
15,5 × 11 cm de
diámetro.
Lota torneada.
Temperatura de cocción: 800 °C.

FRITA, CRISOL, HORNO Y MOLINO DE BOLAS

Frita

Es una mezcla de materiales que se han fundido y enfriado y que después de reducidos a polvo, forman parte de la composición de algunos esmaltes.

La frita insolubiliza las materias alcalinas, solubles en agua (bórax, ácido bórico...) y baja la toxicidad de los materiales plúmbicos (carbonato de plomo), proporcionando compuestos estables que, junto con otras materias, producen esmaltes muy controlados, en cuanto a su resultado final.

Los componentes de la frita se calcularán, se pesarán y mezclarán, de manera apropiada, antes de colocarse en el crisol.

Esta mezcla se pone en el interior de un crisol, que después se ubicará en el interior del horno. Al llegar a una temperatura determinada, alrededor de 1.000 °C, la preparación se funde y cae a un recipiente con agua situado debajo del horno. El choque térmico, debido al enfriamiento súbito, que se produce al caer la mezcla en el agua, hace que aquélla se fragmente y desmenuce, haciendo más fácil la molienda en el molino de bolas.

Crisol

Es el recipiente, de forma tronco-cónica y realizado en

material refractario, que contiene los materiales que después formarán la frita. Los crisoles que se utilizan en un horno de frita tienen un agujero en la base, mientras que los usados en un horno normal no lo tienen y sí un pico en la parte superior, que ayuda en el vertido de la frita. Cada crisol sólo se utilizará para un tipo determinado de frita, puesto que una parte de ella quedará en las paredes.

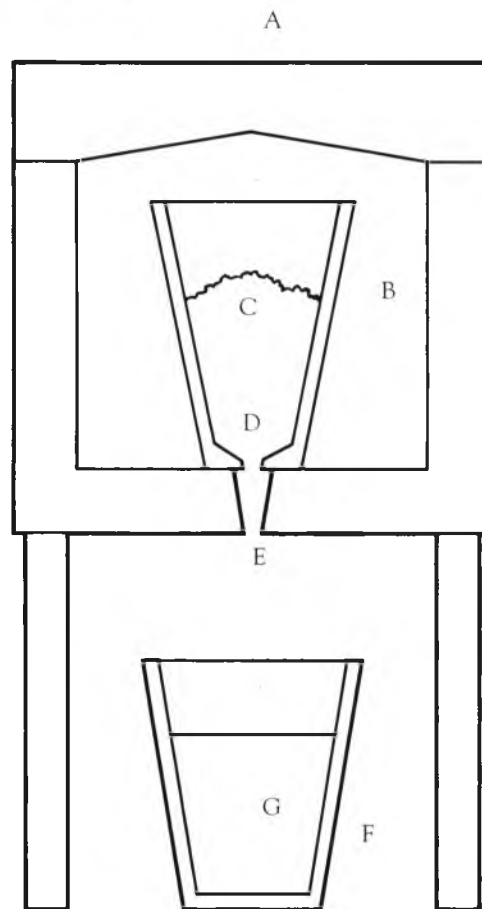
En los crisoles con agujero se tapaná éste con un poco del material que se desea fritar humedecido, que fundirá al llegar a la temperatura adecuada.

Si por alguna causa, la frita no fluye o se obtura el agujero del crisol, puede introducirse un alambre acodado de resistencia eléctrica, nunca uno recto, removiendo la mezcla hasta que la frita vuelva a caer.

La carga del crisol no superará las 2/3 partes de su volumen, para evitar que se despare durante el proceso de cocción, en especial cuando se utiliza bórax, por lo que se usará bórax anhidro.

Horno

El horno para fritado es idéntico al utilizado para la cocción de piezas cerámicas, pudiendo ser eléctrico o de gas. La diferencia está en el agujero practicado en la sofera o base del mismo.



Sin embargo, no es necesario tener un horno especial para fritas si sólo se utiliza de vez en cuando. Un horno normal puede tener la misma utilidad si se trabaja con crisoles sin agujero. Éstos se sacarán del horno con ayuda de unas pinzas metálicas largas y apropiadas para abrazar el crisol sin que éste resbale (a la manera de los fundidores de bronce) y vertiendo la

totalidad del contenido del crisol en un recipiente de agua fría.

El otro sistema, más práctico, vierte la frita fundida por los agujeros superpuestos del crisol y del horno directamente al balde con agua que está situado debajo del horno. En los dos procesos, la masa fundida, al entrar en contacto con el agua, se romperá, desmenuzándose.

Dibujo de la sección de un horno de fritado, con el crisol cargado en su interior. Por los agujeros de la base del crisol y del horno, la frita fundida cae al interior del recipiente con agua fría.

- A. Horno
- B. Crisol
- C. Carga
- D. Agujero en la base del crisol
- E. Agujero en la base del horno
- F. Recipiente
- G. Agua

Molino de bolas

Con el molino terminamos la preparación de los esmaltes, convirtiéndolos en polvo, más o menos fino, y logrando una mezcla perfecta con los demás componentes.

También podemos moler la frita a mano, en un mortero, pero el molino de bolas produce una mezcla más homogénea y ahorra tiempo y esfuerzo.

El molino se acciona con un motor eléctrico y hace girar los recipientes o jarras de porcelana donde está la frita o el esmalte.

Estos recipientes, cerrados herméticamente durante su funcionamiento, tienen en su interior varias decenas de bolas de porcelana o de sílice, que giran con el molino, triturando los componentes del esmalte.



Molino de bolas utilizado para mezclar materiales cerámicos: arcillas, óxidos, fritas, esmaltes, etc., en seco o en húmedo. También para molidura de estas materias. Un motor eléctrico acciona dos cilindros rodantes entre los que se colocan las jarras, con tapa hermética, de material refractario o porcelana y en cuyo interior hay bolas de este material.

Las bolas podrán ser de diferentes tamaños, para que muelan mejor, y ocuparán junto con la carga y el agua entre el 50 y el 60 % del volumen total de la jarra. Los materiales que forman el esmalte se introducirán en las jarras en seco y se añadirá el agua en un porcentaje aproximado del 50 % del peso de aquél. Es importante comprobar la cantidad de agua, pues si el esmalte se espesa, por defecto de aquélla, no se molerá bien y si hay exceso quedará aguado y tampoco quedará bien molido.

Durante la molienda es necesario calcular la velocidad de giro, que puede oscilar entre 70 y 90 revoluciones por minuto (en recipientes pequeños de hasta 5 litros). Las bolas deben caer en cascada desde la parte superior de la jarra, moliendo los materiales que forman el esmalte. Si la velocidad es muy rápida, las bolas, debido a la fuerza centrífuga, quedarán adheridas a las paredes y no caerán, por lo que no molerán las materias que componen el esmalte. En cambio, si la velocidad es lenta, girarán en el fondo del recipiente sin lograr moler. Después de la molienda se vaciará el contenido del recipiente sobre un cedazo de malla ancha, que retendrá las bolas, éstas se limpiarán minuciosamente antes de volver a introducir las en la jarra, sobre todo cuando se cambia el color para que no se produzcan contaminaciones cromáticas en la nueva mezcla.

Las bolas que se desgasten con el uso deberán reemplazarse.

GLOSARIO

Ácido. En cerámica, materiales como la sílice y el ácido bórico, que al combinarse con óxidos metálicos forman un esmalte fusible.

Acodado. Doblado en forma de codo.

Albayalde. Nombre del carbonato de plomo, cerusa o plomo blanco.

Alcalí. Sal soluble que rebaja el punto de fusión de algunos esmaltes.

Alumbre. Sulfato doble de alúmina y potasa. Se usaba en la preparación de lustres metálicos.

Anhidro. Se aplica a los cuerpos en cuya formación no entra el agua o que la han perdido si la tenían.

Aspersión. Aplicación del esmalte mediante una pistola de esmaltar y un compresor.

Átomo. Partícula más pequeña de un elemento. Se combina para formar moléculas.

Bañado. Sistema de esmaltado en el que se echa el esmalte por encima de las piezas, por lo general, bizcochadas.

Bizcochado. Horneo preliminar para cocer las piezas antes del esmaltado.

Bizcocho. Objetos y piezas realizados con pastas cerámicas, que han sido horneadas una sola vez y están desprovistas de esmalte.

Cabina de esmaltado. Está equipada con ventilador-extractor de polvo y se utiliza en la aplicación de esmaltes por aspersión.

Cal. Óxido de calcio.

Calcínación. Tratamiento mediante el cual un mineral cerámico o una mezcla se cuece a una cierta temperatura.

Carburo de silicio o carborundum. Material muy refractario y duro. Se emplea en la fabricación de placa de estiba para los hornos. Puede usarse en polvo para dar texturas a los esmaltes y

también para obtener rojos de cobre en atmósfera oxidante.

Cargar el horno. Colocar en su interior las piezas crudas o esmaltadas, distribuyéndolas correctamente y eficazmente, sin impedir la circulación del aire caliente.

Cedazo. Tamiz, criba.

Celadón. Esmalte producido por el óxido de hierro en cocción reductora a alta temperatura y cuyo color oscila del verde al gris verdoso.

Cenizas. En general de leña, paja, etc., que se usan como componentes de algunos esmaltes de alta temperatura.

Cinabrio. Mineral compuesto de mercurio y azufre, muy pesado y de color rojo oscuro. Se usaba en la preparación de lustres.

Cocción. Calentamiento de un objeto modelado o torneado con arcilla u otra pasta cerámica hasta una determinada temperatura.

Cocción oxidante. Combustión rica en oxígeno, en la cámara de combustión.

Cocción reductora. Cocción en la que no hay bastante oxígeno que consuma el carbono que emana del esmalte y la arcilla, formándose monóxido de carbono. Este compuesto usa el oxígeno de la pasta y del esmalte, haciendo cambiar el color de algunos óxidos colorantes.

Compuesto químico. Resultado de la combinación química de dos o más elementos.

Creta. Carbonato cálcico (CO_3Ca).

Cuarteado. Grietas en la superficie del esmalte debidas a las diferentes dilataciones de la pasta cerámica y del recubrimiento (esmalte).

Desvitrificación. Paso de un estado vítreo a uno cristalino. El esmalte puede desvitrificarse parcialmente durante un enfriamiento lento.

Dureza de cuero. Estado de la arcilla u otra pasta cerámica parcialmente endurecida pero que todavía conserva una cierta humedad.

Elemento. Sustancia química que no puede descomponerse en otras más sencillas.

Esencia de trementina. Sustancia casi líquida que fluye de los pinos y otros árboles y que se emplea como disolvente.

Espolvorear. Esparcir sobre una cosa otra hecha polvo.

Expansión térmica. La que experimentan los materiales al ser calentados y que se invierte cuando se enfrían.

Fórmula. Expresión de la combinación química de una sustancia.

Fórmula empírica. Fórmula de un esmalte expresada en proporciones moleculares.

Gres. Cerámica esmaltada en la que la pasta y el esmalte se han fundido completamente, dando lugar a una pieza vitrificada y no porosa, resultante de una cocción a una temperatura superior a 1.200°C .

Hermético. Cerrado. Que no deja pasar el aire u otros fluidos.

Holgado. Ancho y sobrado para lo que ha de contener.

Inmersión. Esmaltado en el que se sumerge la pieza en un recipiente con esmalte y se saca rápidamente.

Iridiscente. Que muestra o refleja los colores del iris. Que brilla y produce destellos.

Lustre. Es una mezcla de sales metálicas y resinas que se aplica sobre una pieza esmaltada y se vuelve a hornear a una temperatura más baja.

Mate. Esmalte opaco de buen tacto.

Mezcla. Unión de dos o más elementos, pero que no forman un nuevo compuesto, pudiéndose

volver a separar los componentes por procedimientos químicos.

Mirilla. Abertura en la puerta del horno para poder observar los conos pirométricos colocados en el interior de aquél y también el color del fuego durante la cocción.

Molécula. Parte más pequeña de un elemento o compuesto que puede existir en estado libre.

Monococción. Cocción de la pieza cruda con el esmalte.

Mufla. Cámara construida en el interior del horno y que protege a las piezas esmaltadas de la acción del fuego.

Opacificante. Materia que se introduce en un esmalte volviéndolo opaco. El óxido de estaño es el mejor opacificante, pero también se usan otros óxidos.

Opalescente. Que parece de ópalo o irisado como él.

Óxido. Combinación de un elemento con el oxígeno. Muchos de los materiales utilizados en cerámica son óxidos o combinaciones de óxidos.

Peso atómico (Pa). Representación del peso relativo de un átomo de un elemento, al compararlo con el peso de un átomo de hidrógeno.

Peso específico (Pe). Es el peso de la unidad de volumen de un cuerpo.

Peso molecular (Pm). Suma de los pesos atómicos que entran en la fórmula molecular de un compuesto.

Piedra de amolar. Piedra especial para afilar objetos y para limar.

Pinceles. Utensilios que se usan en los procesos de esmaltado para aplicar el esmalte y decorar las piezas.

Pirómetro. Instrumento para medir la temperatura del horno.

Pistola de esmaltar. Herramienta necesaria para el esmaltado por vaporización. Está unida

mediante un tubo al compresor que produce el aire necesario para su funcionamiento.

Pruebas de esmalte. Plaquitas de arcilla o pasta cerámica bizcochada sobre las que se prueba el esmalte antes de aplicarlo en las piezas.

Punteado o picado. Defecto del esmalte cuando en su superficie aparecen puntitos.

Quemar. Cocer una pieza en el horno.

Reacción química. Combinación de dos o más sustancias que dan lugar a otra nueva.

Receta. Relación de materiales utilizados para la preparación de un esmalte, indicando la cantidad de los mismos.

Refractario. Material muy resistente a la fusión y capaz de soportar altas temperaturas.

Sedimentar. Formar sedimento las materias suspendidas en un líquido.

Sedimento. Materia que, habiendo estado suspensa en un líquido, se posa en el fondo por su mayor gravedad.

Silimanita. Material altamente refractario utilizado en los hornos por su resistencia al calor y su alta conductividad térmica.

Soluble. Que se disuelve en agua.

Tamizar. Pasar una materia en estado líquido, en polvo o en forma de papilla por un tamiz, criba o cedazo.

Tóxico. Material nocivo para la salud.

Translucidez. Característica de un cuerpo que deja pasar la luz, pero no deja ver nítidamente los objetos.

Vinagre. Líquido producido por la fermentación ácida del vino y que se utilizaba en la mezcla de algunos esmaltes.

Viscosidad. Propiedad del esmalte que impide que resbale sobre la superficie de la pieza.

Esmaltes

Este volumen es un compendio de los aspectos y procesos en la utilización del esmalte en la cerámica. El cálculo, la fórmula de Seger, la clasificación y preparación de cualquier esmalte, así como las formas de aplicación, la cocción, los defectos y su corrección, dan paso a un exhaustivo apartado sobre las clases de esmaltes: cristalinos, Rakú, celadón, con atmósfera reductora, y otros.

La colección Aula de cerámica, de la que forma parte este libro, se caracteriza por compendiar en seis títulos todo lo referente a la cerámica, de manera sencilla y amena, con un marcado carácter didáctico, de gran utilidad tanto para el estudiante y el principiante, como para el profesional.



LA ISLA



9 788490 517082