

Esmaltes verdes de cobre.

Esmaltes verdes.

El color verde puede obtenerse empleando distintos cromóforos. El aspecto, tonalidad e incluso textura dependerán del cromóforo empleado y, lógicamente, de la composición del esmalte y del tipo de cocción. En la siguiente tabla se muestra una clasificación de verdes atendiendo al cromóforo empleado

Verdes obtenidos con óxidos	Verdes de cobre
	Verdes de hierro
	Verdes de níquel
	Verdes obtenidos con mezclas de óxidos
Verdes obtenidos con pigmentos	Verdes de cromo
	Pigmento Cr-Co
	Verde victoria

Los verdes de cobre se obtienen en esmaltes de gres empleando bases feldespáticas coloreadas con óxido o con carbonato de cobre. En estas fichas se dividen en esmaltes mates y brillantes. En ambos casos el [mecanismo de coloración](#) es la disolución del elemento cromóforo (Cu^{2+}) en el vidriado fundido, por lo que pasa a formar parte integrante de la propia red del silicato.

El cobre como cromóforo.

El cobre se añade a los esmaltes de alta temperatura de dos maneras posibles: formando parte de algún pigmento calcinado o como materia prima en la fórmula de carga. En este segundo caso, se suelen emplear dos materias primas, el **óxido de cobre negro** o el **carbonato de cobre**. El carbonato se dispersa bien en la suspensión de esmalte crudo, por lo que es apto para preparaciones de esmalte por desleído. En cambio el óxido no se dispersa fácilmente por lo que tiene tendencia a dar puntos negros. Por este motivo, es aconsejable molturar los esmaltes que contengan óxido de cobre.

Se emplea frecuentemente para obtener color verde en atmósfera oxidante y rojo en atmósfera reductora, aunque también pueden obtenerse con él colores rosas, azules, negros y lustres metálicos ⁽¹⁾. Mezclado con otros colores ayuda a cambiar la tonalidad de estos.

El óxido de cobre se disuelve con facilidad en los silicatos fundidos en una proporción entre el 3 y el 8 % ⁽²⁾ y es muy sensible a la atmósfera del horno, por lo que el color obtenido suele variar en función de esta:

- En los vidriados fundidos en **atmósfera oxidante** suele estar presente el catión Cu^{2+} que según su coordinación dará color azul o verde:
 - En vidriados de baja temperatura, con cantidades importantes de plomo, da tonalidades entre verde hierba claro a verde oscuro, según la cantidad de cobre introducida.
 - Con Pb y B da colores entre el verde azulado y el verde turquesa.
 - En vidriados con alcalinos y boro da también colores del verde azulado al verde turquesa.
 - En vidriados con porcentajes elevados de alcalinos desarrolla colores entre el azulado claro y el azul turquesa oscuro.
 - También puede obtenerse un azul turquesa en vidriados alcalinos opacificados con SnO_2 .
 - Con Ti y Mg vira hacia el pardo.
- En atmósfera oxidante o débilmente reductora, el ion Cu^{2+} es estable en el vidriado fundido, pero en los vidriados fundidos en atmósfera parcialmente reductora parte del Cu^{2+} pasa a Cu^+ que es incoloro, lo cual diluye el color, que dependerá ahora de la relación entre ambos iones ⁽³⁾. Sin embargo, en condiciones reductoras enérgicas se llega a la formación de cobre elemental (cobre metálico) que se dispersa en el vidrio en partículas coloidales dando los conocidos colores rojo de cobre ^{(3) (4) (5)}.

- Debe tenerse en cuenta que el cobre volatiliza a elevadas temperaturas, por lo que puede depositarse sobre la superficie de otras piezas próximas dando manchas de color rosa o rojizo, especialmente en esmaltes que contienen estaño ⁽¹⁾.

Esmaltes verdes brillantes de cobre.

Podemos distinguir entre esmaltes transparentes y opacificados.

Los **esmaltes transparentes verde brillante, de cobre** (figura 1) suelen recibir el nombre de **verdes Oribe**. Los actuales verdes Oribe son esmaltes feldespáticos, bajos en alúmina y con contenidos moderados o altos de calcio, coloreados con carbonato de cobre o con óxido de cobre negro. El carbonato de bario se emplea para intensificar el color verde. Se cuecen en atmósfera oxidante. Estos esmaltes algunas veces presentan a la salida del horno un brillo metálico oscuro que desaparece si se sumerge la pieza, por poco tiempo, en una solución ácida diluida, por ejemplo de vinagre ⁽⁶⁾. Debe tenerse en cuenta que estos esmaltes resultan bastante solubles en ácidos, por lo que no es recomendable su uso en productos destinados a contener alimentos. En reducción pueden presentar manchas rojas o incluso virar completamente a rojo.



Figura 1. Jarra de gres con esmalte de cobre tipo verde Oribe, (altura 58 cm). Autor: Rafa Galindo.

Los **esmaltes verde mate, de cobre** (figura 2) se consiguen mediante los mecanismos que se han descrito para los esmaltes mate en general, o en particular, para los esmaltes **blancos mate**, coloreándolos con óxido de cobre o con carbonato de cobre. La superficie mate puede obtenerse ⁽⁷⁾ ⁽⁸⁾ ⁽⁹⁾ mediante la fusión incompleta de uno o varios componentes del esmalte, como alúmina, cuarzo, caolín, etc. o bien mediante la desvitrificación de componentes. Gran parte de estas desvitrificaciones se obtienen en esmaltes de calcio, magnesio, cinc y, en ocasiones, bario.



Figura 2. Jarra de gres con esmalte verde mate de cobre, (altura 23 cm). Autor: Josep Monfort (Col·lectiu la Paterna).

Algunas fórmulas

Esmaltes verdes brillantes.

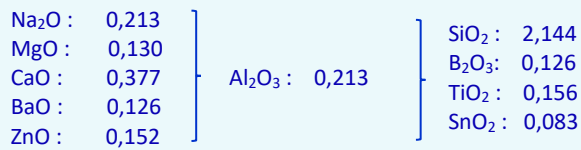
A continuación se muestran algunos esmaltes verde Oribe cocidos en horno de leña a 1280 °C en atmósfera oxidante. El primero (figura 3) está aplicado sobre un engobe blanco en la prueba y sobre el soporte, sin engobe en las jarras (figuras 4 y 5).

Materia prima	Fórmula de carga (%)
Feldespató sódico	38,6
Carbonato cálcico	5,7
Cuarzo	18,0
Carbonato de bario	8,6
Dolomita	8,3
Colemanita	6,0
Óxido de estaño	4,3
Óxido de cinc	4,3
Harina de rutilo	4,3
Óxido de cobre	2,0



Figura 3. Prueba de esmalte verde Oribe sobre engobe blanco. Autor: Rafa Galindo.

La fórmula Seger, sin cromóforo, es:



Este esmalte puede dar manchas rojizas en atmósfera reductora o incluso completamente rojo en atmósfera enérgicamente reductora. En las figuras 4 y 5 se muestra una jarra con este esmalte. En la figura 4 la pieza fue cocida a 1280 °C con atmósfera oxidante. En la figura 5 se muestra la misma jarra cocida por segunda vez, a la misma temperatura, ahora en atmósfera reductora. El esmalte se aplicó sin engobe.

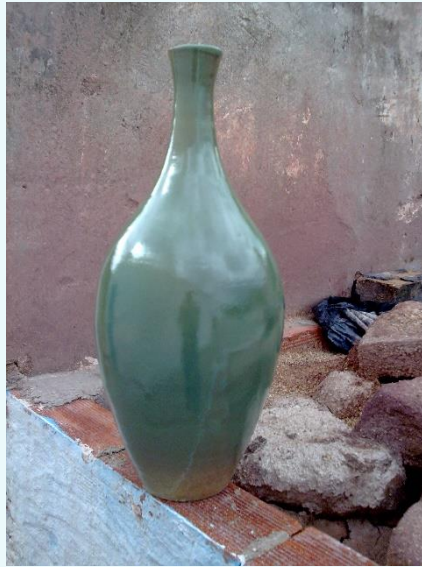


Figura 4. Jarra de gres con esmalte de cobre tipo verde Oribe, cocida en atmósfera oxidante (altura 43 cm).
Autor: Rafa Galindo.



Figura 5. Jarra de gres con esmalte de cobre tipo verde Oribe, cocida en atmósfera reductora (altura 43 cm).
Autor: Rafa Galindo.

El siguiente esmalte procede del libro de John Britt ⁽⁶⁾. Es un verde brillante con una cantidad elevada de calcio y una menor relación sílice alúmina. Obsérvese que cuando se aplica sobre una pasta roja con un contenido elevado de hierro, este reacciona también con el vidriado comportándose como un cromóforo más alterando la composición de este. El resultado conjunto de los iones Cu^{2+} y Fe^{3+} es un color pardo.

Materia prima	Fórmula de carga (%)
Feldespató potásico	45,6
Carbonato cálcico	19,4
Caolín	19,4
Ceniza de huesos	8,7
Talco	3,9
Carbonato de cobre	2,9

La fórmula Seger, sin cromóforo, es:

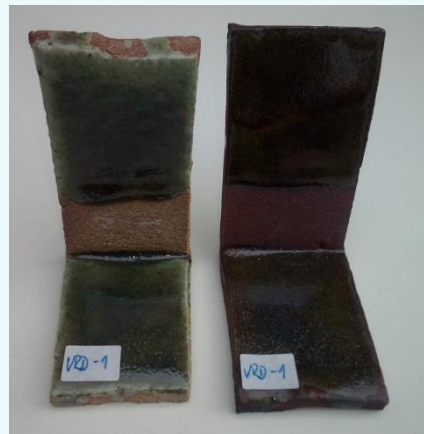
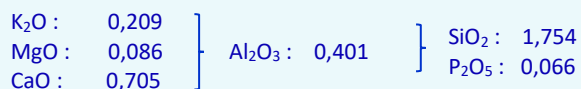


Figura 6. Pruebas en pasta blanca y pasta roja de un esmalte verde brillante de cobre.
Esmalte: BRITT, J.

Esmaltes verdes mate.

El esmalte cuya fórmula de carga puedes ver en la tabla, es un verde azulado de Cu-Ba. Cocido en atmósfera reductora, en horno de leña, da también manchas de rojo de cobre (figura 7). El efecto mate se consigue por la opacificación del óxido de estaño y la presencia de fases cristalinas de magnesio, calcio y, probablemente, bario. El esmalte tiene una baja viscosidad en fundido que podría evitarse, si se desea, aumentando la proporción de alúmina en la fórmula Seger.

Materia prima	Fórmula de carga (%)
Nefelina	43,9
Dolomita	21,9
Carbonato de bario	21,9
Óxido de estaño	6,1
Cuarzo	4,4
Óxido de cobre	1,8

La fórmula Seger, sin cromóforo, es:

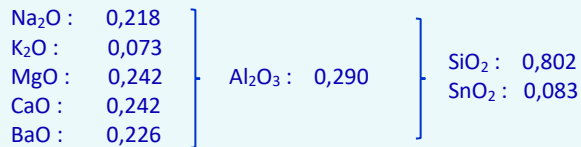


Figura 7. Jarra de gres con esmalte mate de cobre, cocida en atmósfera reductora (altura 72 cm).

Autor: Rafa Galindo.

Bibliografía

- (1) BRITT, J. "The complete guide to high-fire glazes. Glazing and firing at cone 10". Pg. 23. Lark Ed. 1ª Ed. New York, 2007.
- (2) ESCRIBANO, P.; CARDA, J.B.; CORDONCILLO, E. "Esmaltes y pigmentos cerámicos". Enciclopedia cerámica. Vol-1. Ed. Faenza Editrice Ibérica. Castelló, 2001.
- (3) FERNANDEZ NAVARRO, J. M. "El vidrio". Colección Textos Universitarios. Vol VI. 2ª Ed. Pgs. 492-493. Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). Madrid, 1991.
- (4) VITTEL, C. "Cerámica (pastas y vidriados)". Pgs. 119-122. Ed. Paraninfo. Madrid, 1986.
- (5) PARMELEE, C.W. "Ceramic glazes". Pg. 463-470. Ed. Cahners Publishing Company, Inc. 3ª Ed. Massachusetts, 1973.
- (6) BRITT, J. "The complete guide to high-fire glazes. Glazing and firing at cone 10". Pg. 99-102. Lark Ed. 1ª Ed. New York, 2007.
- (7) PARMELEE, C.W. "Ceramic glazes". Pg 373-375. Ed. Cahners Publishing Company, Inc. 3ª Ed. Massachusetts, 1973.
- (8) HEVIA, R. et al. (Editado, Alicia Durán). "Introducción a los esmaltes cerámicos". Pg. 162. Faenza Editrice. (sf).
- (9) MATTHES, W.E. "Vidriados cerámicos". Pg 222. Ed. Omega. Barcelona, 1990.