

## Esmaltes verdes de hierro

### 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

### El hierro como cromóforo.

En los esmaltes que emplean como cromóforo materias primas que introducen óxido de hierro, suele estar presente una mezcla de los cationes  $Fe^{2+}$  y  $Fe^{3+}$  en los vidriados fundidos y además, cada uno de los iones puede intervenir en más de un estado de coordinación <sup>(1)</sup>. El color resultante es muy sensible a la atmósfera del horno y depende de la cantidad de hierro presente y de la proporción entre ambos cationes, que a su vez depende de la composición del vidriado, de la temperatura - ciclo de cocción y de la atmósfera del horno <sup>(1) (2) (3)</sup>.

En general el ion  $Fe^{2+}$  actúa como fundente enérgico y da coloración azul, mientras que el ion y el  $Fe^{3+}$  da preferentemente colores pardo – rojizos, y no tiene un carácter fundente tan enérgico. El color resultante dependerá del equilibrio entre ambos iones <sup>(2)</sup>. La combinación entre ambos, cuando se tienen cantidades pequeñas de hierro, puede dar coloraciones verdes. La coloración rojiza de muchos esmaltes de hierro se debe a la permanencia de  $Fe_2O_3$  sin disolver en el vidriado fundido <sup>(4)</sup>.

Aunque el hierro, como cromóforo, se emplea frecuentemente para obtener una amplia gama colores rojizos, marrones, amarillos, etc. puede emplearse también, en algunas composiciones y bajo unas determinadas condiciones de cocción, para obtener tonalidades verdes.

Los **colores verdes de hierro** con una tonalidad verde oliva, se obtienen en esmaltes ricos en Ca y/o Mg <sup>(2) (5)</sup> y en atmósferas preferentemente reductoras, para que prevalezca el ion  $Fe^{2+}$ , y con bajos o moderados contenidos de óxido de hierro (inferiores al 3 %).

En cerámica suelen emplearse como aportadores de hierro dos materias primas <sup>(6)</sup>:

- Óxido de hierro rojo:  $Fe_2O_3$
- Óxido de hierro amarillo:  $FeO(OH) \cdot nH_2O$

### Verdes celadón.

Los celadón son esmaltes cuyo color se obtiene por la reducción de vidriados coloreados con hierro. Desarrollan una amplia gama con colores como el gris verdoso, verde oliva, verde amarillento, verde pardo azulado o incluso azul claro. Se pueden obtener celadones en esmaltes de todo tipo: brillantes o mate, opacos o transparentes <sup>(5)</sup>.

Como en todos los esmaltes de hierro, el color de los esmaltes celadón, depende de la cantidad y de iones  $Fe^{2+}$  y  $Fe^{3+}$  presentes en el vidriado y de la proporción relativa entre ambos. Si predominan los iones  $Fe^{2+}$  la

tonalidad desarrollada será verde azulado. Si se hallan a partes iguales, aproximadamente, será un verde puro y si predominan los iones  $Fe^{3+}$ , verde amarillento. Estos colores pueden verse alterados si parte del hierro presente en la composición no se disuelve en el vidriado fundido. Así pues, si permanece sin disolver parte de  $FeO$ , se oscurece el color resultante y si es parte del  $Fe_2O_3$  el que permanece sin disolver, aporta una pigmentación pardo-rojiza. Debe tenerse en cuenta que el  $Fe_2O_3$  es más insoluble en silicatos fundidos que el  $FeO$  y que una temperatura elevada facilita la disolución de los óxidos de hierro, por lo que los mejores celadones se obtienen a temperaturas elevadas <sup>(5)</sup>.

Por otra parte, dado que los álcalis disminuyen la viscosidad en fundido y aumentan la reactividad del vidriado en fusión, la presencia de alcalinos en la composición facilita la obtención de buenos celadones.

El titanio vira el color del hierro y el calcio lo blanquea, permitiendo obtener colores tenues <sup>(7)</sup>. Los esmaltes con bajos contenidos en alúmina permiten obtener colores intensos.

Con reducciones muy enérgicas pueden obtenerse celadones azulados.

### Algunas fórmulas

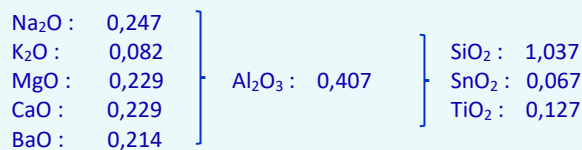
En la ficha "[verdes de níquel](#)" tienes un esmalte coloreado con óxidos de **hierro y níquel**. Una fórmula semejante (solo se ha cambiado harina de rutilo por anatasa) puede dar un **verde mate** en atmósfera reductora, en esmaltes aplicados con capa gruesa, empleando solo hierro como cromóforo (figura 1) por lo que este esmalte puede ser considerado también un celadón.

Materia prima	Fórmula de carga (%)
Nefelina	42,2
Dolomita	17,6
Carbonato de bario	17,6
Óxido de estaño	4,2
Cuarzo	3,5
Caolín	8,4
Anatasa	4,2
Óxido de hierro rojo	2,1



Figura 1. Prueba de esmalte verde de hierro.  
Autor: Rafa Galindo.

La fórmula Seger, sin cromóforo, es:



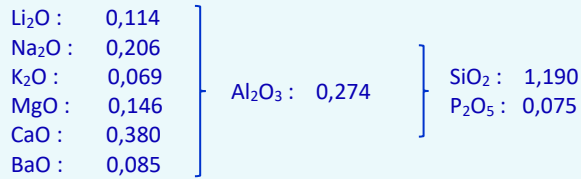
Puede obtenerse un tenue verde brillante (figura 2) empleando oligisto micáceo ( $Fe_2O_3$ ) como materia prima cromófora en un esmalte con presencia de fósforo:

Materia prima	Fórmula de carga (%)
Nefelina	42,7
Cuarzo	17,1
Dolomita	12,8
Carbonato de bario	8,5
Carbonato de litio	4,3
Ceniza de huesos	12,8
Oligisto micáceo	1,7



Figura 2. Prueba de esmalte verde de hierro.  
Autor: Rafa Galindo.

La fórmula Seger, sin cromóforo, es:



Como se ha indicado, pueden obtenerse algunos celadones verdes mediante bases feldespáticas que dan esmaltes claros o casi transparentes, coloreados con óxido de hierro y cocidos en reducción. Uno de los más sencillos, que además da un excelente resultado (figura 3), es el ya conocido esmalte 4/3/2/1 de Leach. Parecidos resultados pueden obtenerse con otras bases del tipo celadón con las que se consiguen bellos celadones verdes con hierro <sup>(7)</sup>.

Materia prima	Fórmula de carga (%)
Feldespato potásico	39,2
Cuarzo	29,4
Carbonato cálcico	19,6
Caolín	9,8
Óxido de hierro rojo	2,0

La fórmula Seger, sin cromóforo, es:

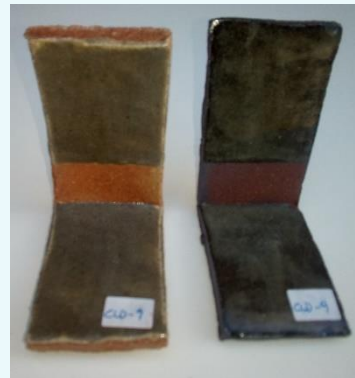
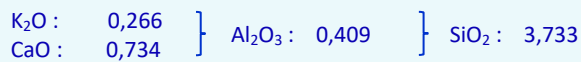


Figura 3. Prueba de esmalte verde de hierro.  
Referencia (7).

### Bibliografía

- (1) FERNANDEZ NAVARRO, J.M. "El vidrio". Pgs. 488-490. CSIC. 2ª Edición. Madrid, 1991.
- (2) PARMELEE, C.W. "Ceramic glazes". Pg. 71. Ed. Cahners Publishing Company, Inc. 3ª Ed. Massachusetts, 1973.
- (3) ALGORA, E. "Apuntes de esmaltes y colores cerámicos". Pg. 90. Ed. Conselleria de Cultura, Educació i Ciència. Generalitat Valenciana. València, 1991.
- (4) MATTHES, W.E. "Vidriados cerámicos". Pg. 297. Ed. Omega. Barcelona, 1990.
- (5) MATTHES, W.E. "Vidriados cerámicos". Pg. 346. Ed. Omega. Barcelona, 1990.
- (6) SANCHEZ-MUÑOZ, L.; CARDA, J.B. "Materias primas y aditivos". Pgs 194-195, Enciclopedia cerámica. Vol-2.1. Ed. Faenza Editrice Ibérica. Castelló, 2002.
- (7) BRITT, J. "The complete guide to high-fire glazes. Glazing and firing at cone 10". Pg. 65-69. Lark Ed. 1ª Ed. New York, 2007.