

182

# INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY

## ESCUELA DE INGENIERIA

ESMALTADO DE FIERRO GRIS CON ESMALTES  
A BASE DE OXIDO DE TITANIO POR  
EL PROCESO HUMEDO.

EDUARDO RODRIGUEZ GARCIA DE ALBA

TESIS PROFESIONAL

INGENIERO QUIMICO

MONTERREY, N. L.

MAYO DE 1954.

040.66  
TEC.14  
1954

**INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES  
DE MONTERREY**

**ESCUELA DE INGENIERÍA**

**ESMALTADO DE FIERRO GRIS CON ESMALTES  
A BASE DE ÓXIDO DE TITANIO POR  
EL PROCESO HÚMEDO.**

**EDUARDO RODRIGUEZ GARCIA DE ALBA**

**TESIS PROFESIONAL**

**INGENIERO QUÍMICO**

**MONTERREY, N. L.**

**MAYO DE 1954.**

# TESIS

ESMALTADO DE FIERRO GRIS CON ESMALTES  
A BASE DE OXIDO DE TITANIO POR  
EL PROCESO HUMEDO.

EDUARDO  
RODRIGUEZ  
GARCIA DE ALBA.

El presente trabajo fue llevado a cabo en la Cía. Industrial del Norte, S. A., de Saltillo, Coah., bajo la dirección del Sr. Ing. Ramón García Leal M. S., a quien le estoy muy agradecido por sus consejos e indicaciones.

# INDICE

	Pag.
INTRODUCCION .....	1
FIERRO GRIS UTILIZADO .....	3
FORMULACION .....	4
FORMULAS .....	5
TECNICAS EMPLEADAS .....	6
EXPERIMENTACION .....	8
RESULTADOS .....	9
CONCLUSIONES .....	10
BIBLIOGRAFIA .....	11

## **INTRODUCCION:**

Los esmaltes para fierro gris se pueden procesar por dos métodos: El proceso seco y el proceso húmedo. Existen formulaciones comerciales para ambos procesos, esmaltes duros con resistencia de ácido, hasta esmaltes suaves con baja resistencia a la abrasión y a ácidos. La variación de colores que se puede obtener es tan amplia como para los esmaltes sobre lámina.

## **ESMALTES DE PROCESO HUMEDO:**

Los esmaltes de proceso húmedo se usan generalmente para piezas pequeñas y de poco peso. Los esmaltes base no son indispensables y no necesitan contener óxido de cobalto, ya que la adherencia en estos casos, es el resultado de una acción mecánica y no de una acción química.

Los esmaltes de proceso húmedo se pueden separar en dos categorías: Los esmaltes sin plomo, cuya composición es muy semejante a los esmaltes para lámina y los esmaltes que contienen plomo, que son más suaves y tienen menos resistencia al ácido y a la abrasión.

Los esmaltes sin plomo se pueden opacificar por medio de antimonio, zirconio o titanio. De estos tres, los únicos que no necesitan opacificador como adición de molino son los de Titanio.

Los esmaltes con plomo tienen la ventaja de ser más suaves, lo que los hace más

fáciles de trabajar. Las superficies de estos esmaltes, son más brillantes pero por ser más suaves no puede soportar abuso mecánico. Además estos esmaltes son muy solubles y por lo tanto no se pueden utilizar en artículos que van a estar en contacto con comestibles.

**FIERRO GRIS UTILIZADO:**

El fierro gris utilizado tiene la siguiente composición:

	%
C -----	3.18
Si -----	3.70
Mn -----	0.32

La estructura de este fierro visto al microscopio se clasifica como:

Tipo B Agrupaciones en roseta, al azar (4).



### FORMULACION:

Las fórmulas de esmaltes a base de Titanio, son sencillas debido a que entran pocos componentes en su formulación.

Para obtener un buen esmalte a base de titanio se ha visto, por experiencia anterior, que es conveniente formular dentro de los siguientes límites.

$\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$	11 a 25 %
$\text{B}_2\text{O}_3$	11 a 25 %
$\text{SiO}_2$	35 a 65 %
$\text{Al}_2\text{O}_3$	0 a 5 %
$\text{TiO}_2$	15 a 25 %
$\text{F}_2$	2 a 8 %

No todas las composiciones que se pueden obtener dentro de los límites anteriores serán vidrios de alta resistencia química. Las composiciones de más alta resistencia de ácido serían altas en contenido de Sílice y Oxido de Titanio.

La capacidad de estos esmaltes se debe a la precipitación del Oxido de Titanio dentro de la matriz del vidrio. Un vidrio puede disolver aproximadamente 30% de Oxido de Titanio a 1200°C, el óxido de Titanio precipitará cuando el vidrio se enfría despacio a una temperatura de 1000°C. Cuando un vidrio fundido se vacía en agua, el Titanio permanece en solución y al recalentar la frita formada precipita el Oxido de Titanio a 700°C aproximadamente, dependiendo de la viscosidad y composición del Vidrio y de la concentración del Titanio.

**FORMULAS:**

	E-1	E-2
Sílice -----	4.170 Kg.	3.500 Kg.
Borax -----	2.560 Kg.	3.230 Kg.
Nitrato de Sodio -----	.200 Kg.	.200 Kg.
Nitrato de Potasio -----	.480 Kg.	.480 Kg.
Fluorsilicato de Sodio -----	.820 Kg.	.820 Kg.
Oxido de Titanio -----	1.570 Kg.	1.770 Kg.
Litargirio -----	.200 Kg.	-----

SiO <sub>2</sub>	44.9 %	38.0 %
K <sub>2</sub> O+Na <sub>2</sub> O	14.4 %	16.5 %
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17.8 %	22.5 %
PbO	2.0 %	--
TiO <sub>2</sub>	15.9 %	18.0 %
F <sub>2</sub>	5.0 %	5.0 %

### **TECNICAS EMPLEADAS:**

Los esmaltes se prepararon en la siguiente forma: Se pesaron los ingredientes y se revolvieron a mano.

Esta mezcla se introdujo a un horno tipo reverbero calentado por medio de un quemador de aceite diesel. Este horno se mantuvo a 1180°C y se mantuvo esta temperatura con variaciones de no más de 7°C durante la operación.

La temperatura se midió por medio de un pirómetro óptico Leeds Northrup.

La temperatura se mantuvo constante con control manual.

Una vez que todos los ingredientes hayan pasado a solución, lo cual tarda aproximadamente media hora, se saca la carga. Este punto se determina sacando un hilo de esmalte fundido y viendo si tiene burbujas o pequeños granos de material no fundido.

La carga fundida se saca sangrando el horno y dejando que escurra a una tolva con agua. El esmalte obtenido en estas condiciones y seco se le denomina Frita.

Esta Frita se pone en una jarra de porcelana, se le agregan las adiciones al molino y se muele a finura de 2 o 3 gramos de residuo sobre una malla 200 por cada 100 gramos de esmalte molido.

A este esmalte se le agrega el agua necesaria para obtener una densidad de 1.60.

La pieza de fierro, previamente sometida a una limpieza con soplo de arena, se le aplicó el esmalte molido con pistola de aire o bañada a mano.

La pieza se seca a 180°C y se quema en un horno de mufla eléctrico a 815°C, obserando la temperatura por medio del pirómetro óptico.

### EXPERIMENTACION:

Se hicieron dos formulaciones la  $E_1$  y  $E_2$  con objeto de obtener las condiciones óptimas para esmaltar el Fierro gris con esmaltes de Titanio.

Se boñaron varias placas con estas Fritas y se hicieron las siguientes observaciones al quemar estas placas.

1).—Por un espacio aproximado de 3 minutos no se nota ningún cambio visible en la superficie esmaltada. En este espacio de tiempo la pieza llega a  $745^{\circ}\text{C}$  aproximadamente.

2).—Al llegar a  $745^{\circ}\text{C}$  el esmalte empieza a fundirse. Tan pronto como se ha fundido el esmalte empiezan a aparecer puntos en toda la superficie que crecen hasta formar burbujas.

3).—Al llegar el esmalte a  $815^{\circ}\text{C}$  las burbujas se revientan y la superficie va quedando quieta. La placa se debe sacar cuando haya quedado quieta la superficie. Este punto es 15 minutos después de haber introducido la placa.

La temperatura fue determinada por medio del pirómetro óptico.

Se aplicaron las fórmulas  $E_1$  y  $E_2$  a los espesores de 5, 10, 15, 20, milésimas de pulgada, midiendo el espesor por medio del elcometer.

## RESULTADOS:

1.—RESISTENCIA DE ACIDO: La resistencia de ácido se determina poniendo unas gotas de solución de ácido Cítrico al 10% sobre la superficie esmaltada, por espacio de 15 minutos (T-7 P. E. I.)

Si después de estos 15 minutos no se percibe mancha alguna donde estaba el ácido cítrico, se clasifica como clase AA.

Si después de estos 15 minutos se percibe mancha sin que la superficie pierda el brillo, se califica como clase A.

Si se mancha y pierde el brillo, se clasifica como clase B.

Si se mancha, pierde el brillo y pierde el color del esmalte se clasifica como clase C.

Los esmaltes  $E_1$  y  $E_2$  tienen resistencia de ácido clase A.

2.—COLOR: Los esmaltes  $E_1$  y  $E_2$  son ambos blancos, siendo el  $E_1$  blanco con tinte crema y  $E_2$  blanco puro.

3.—RESISTENCIA IMPACTO: Se midió en el medidor de resistencia a impacto (CS100-47 E. U. M. C.)

La resistencia al impacto que presentaron los esmaltes  $E_1$  y  $E_2$  pasó de las 32 pulgadas máximas que tiene el aparato de resistencia a impacto fabricado por la H-W Mfg. Co. de Urbana Ill.

4.—APLICACION: Los mejores resultados se obtuvieron con 10 milésimas de espesor aplicado con pistola de aire.

### CONCLUSIONES:

1.—La velocidad de calentamiento influye en la cantidad de gases que salen durante el quemado. Una muestra quemada hasta 815°C estando el horno a 925°C tuvo defectos por burbujas. Otra muestra quemada también hasta 815°C pero estando el horno a 815°C estaba casi exenta de burbujas.

2.—Siempre aparecen burbujas durante el quemado de las piezas. Conforme más alta sea la temperatura a la cual es necesario quemar un esmalte, más largo será el tiempo necesario para que termine la emisión de gases.

3.—Es conveniente mantener el espesor del esmalte lo más delgado posible, sin que se sobrequeме el esmalte, con objeto de facilitar el escape de gases, evitando en esta forma las burbujas.

4.—La superficie que se va a esmaltar no debe tener grietas o aberturas, debido a que estos defectos producen burbujas difíciles de extirpar.

## BIBLIOGRAFIA

(1) Andrews A. I. "Enamels" The Garrard Press, Champaign, Ill. 10-16, 56-65, 188-191 (1935).

(2) Hansen J. E. "A Manual of Porcelain Enameling" The Enamelist Publishing Co. Cleveland, Ohio. 31-50, 268-270 (1950).

(3) Stedfeld R. L. "A Designer's Guide to Vitreous Coatings". The Porcelain Enamel Institute, Washington 6, D. C. 8-19, (1953).

(4) American Foundryman's Association "Cast Metals Handbook" Mc Graw Hill Book Company, New York, N. Y. 350-357 Gráfica No. 2, (1944).





Muestra de E-1 bañada sobre base en lámina



Muestra de E-1 bañada sobre Fierro Gris.  
Temperatura de quemado 815°C.  
Tiempo de quemado 15 minutos.



Muestra de E-1 bañada sobre base en lámina



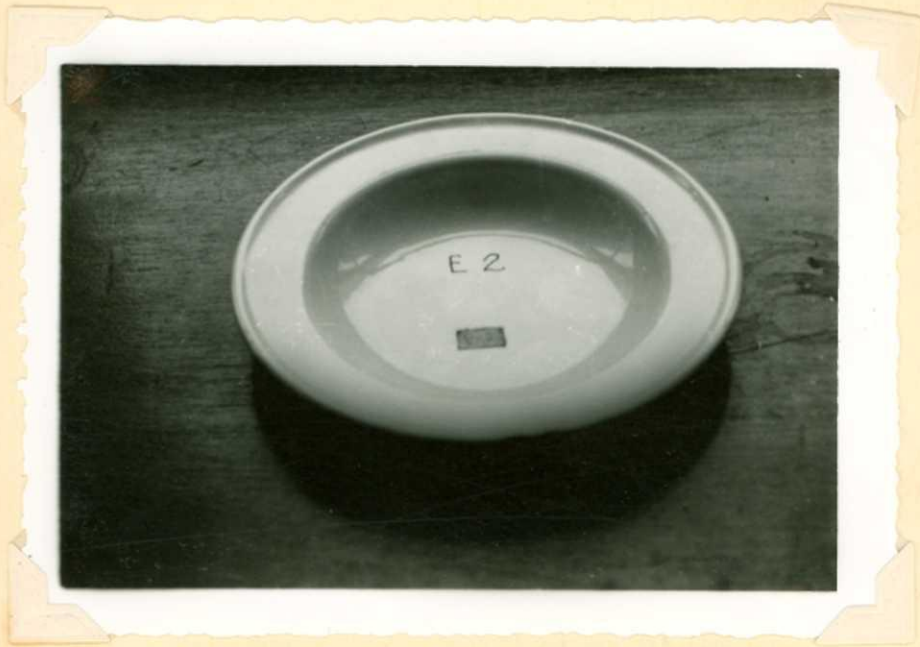
Muestra de E-1 bañada sobre Fierro Gris.  
Temperatura de quemado 815°C.  
Tiempo de quemado 15 minutos.



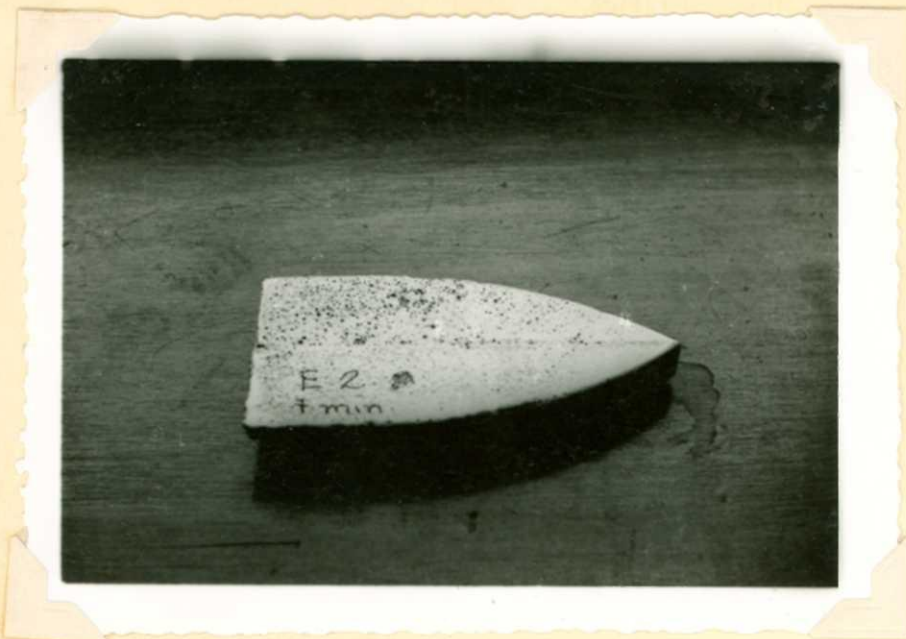
Muestra de E-2 bañada sobre base en lámina



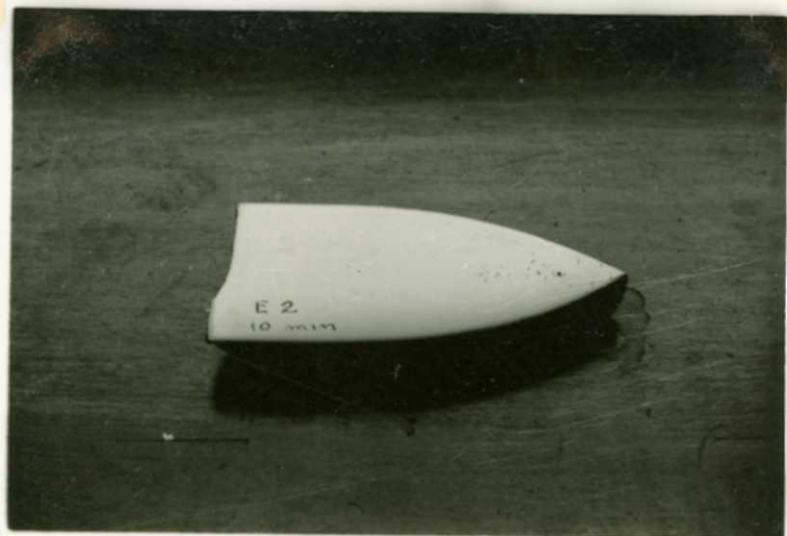
Muestra de E-2 bañada sobre Fierro Gris.  
Temperatura de quemado 815°C.  
Tiempo de quemado 7 minutos.



Muestra de E-2 bañada sobre base en lámina



Muestra de E-2 bañada sobre Fierro Gris.  
Temperatura de quemado 815°C.  
Tiempo de quemado 7 minutos.



Muestra de E-2 bañado sobre Fierro Gris.  
Temperatura de quemado 815°C.  
Tiempo de quemado 10 minutos.



Muestra de E-2 bañado sobre Fierro Gris.  
Temperatura de quemado 815°C.  
Tiempo de quemado 15 minutos



Muestra de E-2 bañado sobre Fierro Gris.  
Temperatura de quemado 815°C.  
Tiempo de quemado 10 minutos.



Muestra de E-2 bañado sobre Fierro Gris.  
Temperatura de quemado 815°C.  
Tiempo de quemado 15 minutos

Centro de Información-Biblioteca



38802005380763