

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

153



## El Uso de Colorantes Inorgánicos en Cerámica

T E S I S

Que para obtener el título de :  
INGENIERO QUIMICO  
p r e s e n t a :  
MIGUEL ANGEL SANCHEZ LORRUTIA



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



LAB. TESIS 1979  
ABO M.T. 32H  
PCNA \_\_\_\_\_  
PRG \_\_\_\_\_  
\$ \_\_\_\_\_



**Jurado asignado originalmente  
según el tema**

**Presidente** Quím. Carlos Romo Medrano.  
**Vocal** Jorge A. Campos Robles.  
**Secretario** Pedro Villanueva González.  
**1er. Suplente** Roberto Contreras Reyes.  
**2do. Suplente** Benjamín Ortiz Mendoza.

**Sitio donde se desarrolló el tema:**

**Facultad de Química**

**Nombre completo y firma del sustentante:**

**Miguel Angel Sánchez Urrutia**

**Nombre completo del asesor del tema:**

**Quím. Carlos Romo Medrano.**

A MIS PADRES.

AL QUIMICO CARLOS ROMO,  
POR SU VALIOSA AYUDA EN  
ESTE TRABAJO.

A LA FACULTAD DE QUIMICA

A MIS HERMANOS

A MI ESPOSA

A MI HIJA

## S U M A R I O

	Pág.
PROLOGO	
CAPITULO I. INTRODUCCION Y DATOS HISTORICOS	1
CAPITULO II. GENERALIDADES SOBRE CERAMICA	6
2.1. Generalidades sobre cerámica	6
2.2. Tipos de arcilla	7
2.3. Defectos de la arcilla	17
2.4. Coloración de las pastas arcillosas	20
2.5. Preparación de la arcilla antes del uso.	22
2.6. Técnicas de moldeado	25
2.7. Estadíos de la arcilla desde barro crudo hasta barro cocido y acabado	31
2.8. Conos de Seger.	35
2.9. Elaboración del barniz	36
2.10 Barnizado	37
2.11 Atmósfera del horno	41
2.12 Defectos del barnizado	46

	Pág.
CAPITULO III. TIPOS DE COLORANTES	50
3.1. Técnica de decoración	50
3.1.0 Decoración en arcilla plástica/ húmeda.	51
3.1.1 Decoración en arcilla con du- reza de cuero.	51
3.1.2 Decoración debajo del barniz	54
3.1.3 Decoración sobre el barniz	62
3.1.4 Decoración con sales metáli- cas.	65
3.1.5 Decoración con cera-resisten- te.	68
3.2. Composición de los barnices	70
3.2.0 Composición química	71
3.2.1 Grupos ácidos	72
3.2.3 Grupos alcalinos	79
3.3. Elementos en la arcilla y en el bar- niz.	93
3.4. Barnices coloreados	129
3.4.1 Barnices amarillos	132
3.4.2 Barnices anaranjados	134
3.4.3 Barnices rojos	135

	Pág.
3. 4. 4. Barnices rojos cobrizos	136
3. 4. 5. Barnices verdes	139
3. 4. 6. Barnices azules	143
3. 4. 7. Barnices color castaño	145
3. 4. 8. Barnices de hierro	147
3. 4. 9. Barnices negros	148
3. 4. 10 Barnices coloreados a base de sales metálicas precipi tadas.	151
 CAPITULO IV. EL COLOR Y SU MEDICION	 154
4. 1. La estructura del ojo	154
4. 2. El mecanismo de la visión del co- lor.	155
4. 3. Absorción selectiva	157
4. 4. Reflexión	158
4. 5. Lustres	158
4. 6. Definición del color	159
4. 7. Medición del color	160
4. 8. La sensación del color	161
4. 9. Formación del color en los barni- ces.	163

	Pág.
CAPITULO V. EL USO DE LOS COLORANTES	167
5.1. En las pastas.	167
5.2. En los barnices.	169
 CAPITULO VI. CONCLUSION	 173
 BIBLIOGRAFIA	 174



P R O L O G O

## P R O L O G O

Este trabajo está dedicado a todos aquellos que se han adentrado al terreno de la alfarería y no contentos con los colores comerciales, han decidido emprender la difícil tarea de fabricar sus propios colores. Trabajar al lado de un buen maestro tiene un valor inestimable para alcanzar la meta.

CAPITULO I

**INTRODUCCION Y DATOS HISTORICOS.**

## CAPITULO I

### INTRODUCCION Y DATOS HISTORICOS

Se ha revelado por medio de estudios arqueológicos que la cerámica nace poco tiempo después de aparecer el hombre sobre la tierra.

El hombre primitivo aprende a dar forma a recipientes de paja y pastos, para después cubrirlos con arcillas con objeto de hacerlos herméticos. Dichos recipientes fueron primitivamente endurecidos, dejándolos simplemente a la intemperie bajo la acción del sol, poco después descubre el fuego y aprende que mediante éste, la arcilla moldeada con sus propias manos sufre cambios que la hacen permanentemente más durable.

La alfarería tiene comienzo en la Edad de Piedra. Han sido encontradas piezas de barro cocido pertenecientes a esta Edad en los lagos suizos.

Entonces la alfarería debe comenzar en una de las ciudades más antiguas del mundo, Babilonia, fundada 2600 años A. C. En las ruinas de esta ciudad se han encontrado fragmentos de ladrillos esmaltados, los cuales existen en Francia (MUSEO CERAMICO SEVRES). Es en Asia donde se desarro-

lla el primer avance de la cerámica.

En Egipto se encontraron fragmentos de ladrillos del año 3400 A.C., elaborados con arena y paja. Los egipcios son los primeros en usar el molde, el torno alfarero y el horno mufla.

En Grecia se encuentran cerámicas pintadas y barnizadas figurando entre las más famosas antigüedades.

En China también se descubren procedimientos para fabricar cerámica. Se han encontrado en algunas criptas, piezas de la "DINASTIA HAN".

De 1736 a 1796 se logran verdaderas obras de arte.

En Corea sobresale un tipo de decoración consistente en superficies hendidas cubiertas con arcillas blancas y negras.

En Japón se comienza a trabajar con arcillas en el siglo XVII, pero su alfarería data de 300 años A. C.

La cerámica europea surge del cercano oriente y Persia.

En España se empiezan a fabricar recipientes con esmaltes en el siglo VIII (ya que permanece más de siete siglos agobiada por los árabes). Y era Valencia el centro cerámico español.

En Italia las primeras cerámicas usadas proceden de Mallorca. Las cerámicas florentinas de pastas débiles y sutiles con lustres densos constituyen el nexo entre los de la - -

Edad Media y las del Renacimiento. Las primeras producciones de cerámica brillante datan del siglo XV.

En Francia se concibe la idea (siglo XII) de cambiar las piedras usadas en la arquitectura por ladrillos de tierra roja, cubierta por una ligera capa de arcilla blanca. Y lentamente va cobrando importancia la fabricación de cerámica.

Hay una transición entre la Edad Media y el Renacimiento. La figura más notable fue la de BERNARD PALISSY (siglo XVI), que dedicó su vida al estudio del esmalte.

En Alemania se produjo la primera gres de Europa. A principios del siglo XV aparece por primera vez el esmalte salino. La loza en el siglo XVI, se trata de un producto cocido a gran fuego casi completamente vitrificado. Aquí se emplea por primera vez los colores de mufla, como el azul de "NUREMBERG".

En Holanda se fabricaron azulejos o baldosas hacia el siglo XII. Sus centros cerámicos fueron Rotterdam y Harlem. Luego en Delft (1650) donde fue la perfección en materia cerámica.

En Inglaterra el arte cerámico se retrasó hacia la Edad Media. La influencia holandesa fue muy poderosa. Destacó --

JOSIAH WEDGWOOD, alfarero genial.

En Dinamarca en el siglo XVIII la porcelana recurrió a la coloración bajo esmalte.

La cerámica en América es encontrada en los niveles más bajos de las antiguas culturas. Se han encontrado restos de alfarería tosca y de aspecto primitivo, data del año 1000 A.C.

En Estados Unidos la cerámica no tuvo importancia desde el punto de vista artístico. Heredaron la cerámica de los ingleses.

En Argentina la cerámica no tuvo importancia desde el punto de vista artístico. Heredaron la cerámica de los ingleses.

En Argentina la cerámica no tuvo importancia. Fabricaron piezas de reducido tamaño, con pastas más o menos uniformes, abunda la arena y laminillas de mica. Las figuras eran lisas.

En Bolivia son pocos los ejemplares encontrados: vasos, botellas y escudillas.

En Brasil es extraordinaria la abundancia y riqueza de la alfarería hallada en la región del Amazonas: sonajeros, urnas funerarias, etc.

En Chile antes de la llegada de los Incas ya se fabricaban diversas clases de alfarería.

En Colombia la alfarería se puede comparar con la de -- México y Perú.

En México la primera gran cultura es la Teotihuacana, y su esplendor parece alcanzarse en los siglos V y VI. Destacan Copan y Palenque. La primera civilización fue la Maya, unos - 3100 años A.C. Los Aztecas elaboran lozas. Se admite que la cerámica Olmeca representa la más adelantada de la antigüedad americana.

En Perú las cerámicas producidas son las más interesantes de toda América. Destacan los Paracas, que son comparados con la civilización egipcia.



CAPITULO II

**GENERALIDADES SOBRE CERAMICA**

## CAPITULO II

### GENERALIDADES SOBRE CERAMICA

#### 2.1 GENERALIDADES SOBRE CERAMICA

Durante las últimas dos décadas la cerámica ha sufrido un enorme resurgimiento. En todo el mundo, el número de ceramistas se incrementa de año en año, y a través de escuelas y cursillos este oficio está llegando a ser el pasatiempo popular tanto entre jóvenes como adultos.

Teniendo a su disposición los medios modernos de nuestro tiempo, el ceramista está ahora mucho mejor dotado técnicamente que nunca. Pero el proceso en sí y, sobre todo, el material, han permanecido siempre inalterados. La arcilla se encuentra prácticamente en cualquier lugar de la tierra y, aunque siendo una materia poco estimada y barata, su capacidad para dejarse moldear, dejando así en libertad la inspiración del artista, ha sido mayor que la de muchos otros materiales naturales.

Sin embargo, una diferencia esencial entre la alfarería de antaño y la de nuestros días estriba en que los ceramistas -

contemporáneos tienen la posibilidad de adquirir un mayor conocimiento sobre la calidad de la materia y sobre sus posibilidades. Así como antes sólo se podía adquirir una experiencia cara y haciendo conjeturas, ahora, gracias a la investigación científica, tenemos la posibilidad de obtener conocimientos exactos. Por lo tanto, la base para todo cálculo es enteramente distinta.

Existe otra confusión de conceptos, hasta entre personas del oficio, que justifica el definir el concepto de cerámica. La palabra cerámica de origen griego y cubre el concepto de arcilla en todos sus aspectos: productos fabricados con arcilla bajo todas sus formas, como cacharros de barro, loza, loza fina y porcelana. Los ladrillos, tejas y tubos para cloacas esmaltados también son cerámica, ya que están fabricados con arcilla.

Por razones prácticas, esta tesis solo trata la cerámica de barro y de loza, de manera que quien quiera información sobre otros temas se verá obligado a buscarla en otro lugar.

## \* 2.2. TIPOS DE ARCILLA

Se puede definir a la arcilla como una sustancia mine--

ral, compuesta principalmente por silicatos de aluminio hidratados. Estando mojada, la materia adquiere plasticidad y se la puede moldear. Al ser luego secada y quemada, mantiene su forma; al ser quemada, la materia adquiere una mayor o menor resistencia y se vuelve dura, en el mejor de los casos como piedra.

La arcilla se puede describir como formaciones rocosas que se desintegraron bajo la influencia de diferentes factores: cambios de clima, presión de hielo, etc. En oposición a los tipos de arcilla de las eras terciaria y primaria, sedimentados al lado mismo de la roca progenitora, los que vamos a enumerar a continuación son de tipo secundario o sedimentario. La formación de esos tipos de arcilla tuvo lugar cuando el agua de deshielo en el período post-glacial transportaba grandes cantidades de variedades de rocas finamente descompuestas.

Al depositarse de esta manera natural los minerales, las partículas se redujeron a un tamaño muy pequeño, y es precisamente esta circunstancia la que da a la arcilla su caracteristica particular: la capacidad de ser moldeada. Cuanto más pequeño es el tamaño de la partícula, mayor es su capacidad --

para ser moldeada.

Durante su transporte con el agua del deshielo hasta el lugar de su sedimentación, la arcilla incorporó diferentes impurezas de origen mineral. Se trata de materias como mica, creta y hierro, para mencionar algunas. Estas materias colaboran para dar a la arcilla sus cualidades individuales y, por eso, según la roca progenitora y el lugar de sedimentación, existe una innumerable cantidad de clases de arcilla con variantes menores o mayores que, a pesar de su variabilidad, reciben todas el nombre común de arcilla.

La substancia arcillosa en su forma propia (silicato hidratado de aluminio) se llama también caolín, con la fórmula  $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$ . Es una materia blanca que se deja moldear con dificultad. El tamaño granular es grande y, por tanto, la plasticidad es escasa. Contrariamente, por ejemplo, a la arcilla roja y a la arcilla azul, el caolín es una arcilla primaria formada por la erosión del feldespató en el lugar del hallazgo.

Los tipos de arcilla que más interesan son aquellos en los que el caolín aparece en combinación con otras materias,

en proporciones adecuadas para dar una pasta que tenga la plasticidad requerida y un encogimiento razonables, y que sea adecuada para la temperatura a la que se desea cocer la arcilla. Una división a grandes rasgos dará dos grupos de arcilla según sus características: arcilla para cacharros de barro y arcilla para loza.

#### Arcilla para cacharros/Arcilla de alfarería.

Estos tipos de arcilla también se pueden describir como arcillas de cocción a baja temperatura (900-1050°C) y tienen en común el rasgo de tener partículas de fina granulación y, por lo tanto, una gran plasticidad. Según el contenido de calcio y hierro más otros minerales arcillosos, existen en Dinamarca principalmente dos tipos de arcilla, ambos muy apropiados para el uso del ceramista. La arcilla que contiene mucha cal se denomina arcilla azul, mientras que la arcilla con un gran contenido de hierro se llama arcilla roja. Ambos tipos de arcilla se encuentran en grandes cantidades en diversas localidades del mundo, en muchos casos, la arcilla, al ser extraída, es de una calidad tan pura, que puede ser empleada sin antes ser

lavada.

Arcilla azul: es la más plástica de los dos tipos que -- se encuentran al natural. Estando mojada tiene un color azul - grisáceo, de ahí su nombre. De todos modos, es un poco para- dójico, ya que el producto terminado de ninguna manera es azul, sino que al cocer adquiere un color amarillento que se conoce - bien por los ladrillos amarillos y otros productos de las fábric- cas de ladrillos.

A pesar de las cualidades plásticas excelentes de la arcilla azul, no se puede decir que ésta sea la arcilla ideal. La ar cilla cocida parece que no tenga carácter y que le falte color. - Estos defectos pueden ser subsanados al cubrir la arcilla con -- esmalte o barniz.

Arcilla roja: esta arcilla, que en estado húmedo es par- do grisácea, a causa de su elevado contenido de hierro (5-8% o más), adquiere al ser cocida un hermoso color rojo/pardorroji- zo según la temperatura del horno y la atmósfera. Parece tener una contextura algo más gruesa que la arcilla azul, si bien la superficie del objeto ya cocido tiene un aspecto de mejor ma- terial. La plasticidad es buena, sin llegar a ser la de la arci-

lla azul. Macetas corrientes, ladrillos rojos y tejas se fabrican con arcilla roja.

Para el ceramista este material es bueno para emplear a temperaturas hasta  $1100^{\circ}\text{C}$  aproximadamente; para temperaturas altas se aconseja añadir otros elementos menos plásticos para evitar encogimientos y para obtener un margen razonable de cocción.

Una molestia al emplear la arcilla roja son las manchas blancas que afean el producto terminado. Las manchas, debidas a la existencia de pirita de hierro más o menos descompuesta en la arcilla, pueden de todos modos ser eliminados al añadir carbonato de bario durante el lavado o el amasado (aproximadamente 25 g. por 10 Kg).

Todas las clases de arcilla sufren un encogimiento mayor o menor que empieza en el momento en que se pone a secar el objeto terminado y no termina hasta acabar la última cocción.

El encogimiento es mayor al principio, y aún mayor para las arcillas grasas que para las menos grasas. Por arcillas grasas o menos grasas se entiende tipos con un mayor o menor contenido de materiales no plásticos: arcilla grasa = poco conte-



nido de material no plástico; arcilla no grasa = gran contenido de materiales no plásticos.

Un factor común para la mayoría de los tipos de arcilla que se cuecen a baja temperatura es la porosidad. La loza y la porcelana tienen después de la cocción una superficie densa y vitrea, en cambio las arcillas para cacharros, como arcilla azul y arcilla roja, muestran una superficie abierta y porosa; con la denominación de corte se entiende la masa arcillosa, una vez sometida a la precocción o a la cocción final. Será, por lo tanto, necesario cubrir una superficie porosa con un barniz en caso de querer obtener un objeto impermeable.

Arcilla para loza o arcilla compacta: las arcillas para loza son tipos plásticos que se funden a temperaturas alrededor de  $1200-1300^{\circ}\text{C}$ . Existen un sinnúmero de variedades de estar arcillas según la localidad. En muy pocos casos el material natural será plenamente satisfactorio pero la calidad se puede mejorar al añadir, por ejemplo, feldespatos y arcilla de bola (ball clay) para ajustar la temperatura y la plasticidad respectivamente. El color de la arcilla natural puede variar mucho, desde tonos de blanco puro hasta gris pardo, y negro rojizo.

La capacidad de la arcilla compacta para fundirse y su rica posibilidad para ser barnizada y su densidad al ser cocida a altas temperaturas han contribuído durante los últimos años a que precisamente este tipo de arcilla se emplee ahora mucho más por los ceramistas que antes. Parece incluso que hay una tendencia a considerarla más "fina" que la arcilla corriente danesa para cacharrería, sea cual sea la causa.

La fusión es debida a la circunstancia de que los componentes más ligeros de la arcilla (feldespato, creta y otros), sometidos a temperaturas altas se funden y rodean a los componentes de punto de fusión más alto y refractarios.

El resultado es un producto duro como de piedra, de superficie completamente densa y que, por lo tanto, no necesita ser cubierta por un barniz para ser impermeable.

Otros tipos de arcilla: la arcilla de bola o ball clay es una arcilla de partícula fina, muy plástica y de origen secundario. Durante la sedimentación en el lugar definitivo, componentes orgánicos se incorporan a la arcilla; éstos, descompusieron las partículas de arcilla de manera que adquirieron una granulación aún más fina y de esta manera su plasticidad aumentó.

Generalmente, la arcilla de bola es de color grisáceo debido al contenido de diferentes carbonatos; al tacto da la sensación de estar extrañamente "grasienta". Puede resultar difícil conseguir el secado completo antes de que haya sido lavada con agua.

Por sí sola la arcilla de bola no es de gran utilidad, ya que su encogimiento es singularmente grande -hasta el 20%- , pero para aumentar la plasticidad de las arcillas compactas con las cuales se mezcla es extraordinaria.

Las arcillas refractarias constituyen un grupo difícil de definir, compuesto por varias clases de arcillas pero que en común tienen la característica de ser resistentes a temperaturas altas. Su plasticidad puede ser muy variable; igualmente su contenido de cuarzo y aluminio. El ceramista empleará principalmente la arcilla refractaria en forma de chamota, es decir, arcilla refractaria cocida y molida. Al añadir la chamota tamizada a granulación mayor o menor, se consigue que sea menos grasa una arcilla grasa y que el producto acabado tenga una mayor fuerza mecánica. Además, se le puede añadir chamota a la arcilla cuando se desee obtener una estructura más gruesa que la que ya posee. A causa de las impurezas que a menudo

existen en la arcilla refractaria, el añadirle chamota le proporcionará un carácter más rico de superficie; si la arcilla es compacta, las impurezas se manifiestan como manchas de herrumbre o -si la arcilla está cubierta por barniz- como "flores de hierro".

La greda es un tipo de arcilla de quema blanca y poca plasticidad. En el comercio se encuentra en forma de polvo o grumos que una vez se hayan sedimentado se emplean como engobe sobre cacharros de barro. Al cubrir un objeto de barro, por ejemplo de arcilla azul, con una capa de greda blanca se cambia el color de fondo para la decoración y el barniz.

La bentonita es una arcilla extraordinariamente plástica, de origen volcánico. Se emplea para hacer más plásticas otras arcillas; una parte de bentonita sustituiría cuatro partes de arcilla de bola. Las aptitudes de esta arcilla en este sentido se conocen ya desde los tiempos de los antiguos persas. Sus barnices turquesa requerían un fondo muy blanco y la arcilla fué elaborada con cuarzo casi íntegramente, con añadidura de un poco de bentonita.

Terracota es sólo otra denominación para la arcilla roja común; en general le ha sido añadida un poco de chamota para

proporcionarle un corte más poroso. Se emplea principalmente para objetos de tamaño grande, por ejemplo para relieves y jardineras.

### 2.3. DEFECTOS DE LA ARCILLA.

De vez en cuando es casi inevitable encontrarse con pequeños accidentes. La mayoría de estas cosas tienen remedio, pero en casos más complicados no hay otro camino que el de escoger otro tipo de arcilla y empezar de nuevo con ella.

**Agrietamiento:** Es fácil que surjan agrietamientos si los objetos se han secado de una manera demasiado rápida o de sigual. Esto sobre todo concierne a los objetos de tamaño grande o bien a aquellos en los que el grosor es distinto; en estos casos hay que tener sumo cuidado. El secado debe efectuarse en lugares no demasiado calientes, y el tapar los objetos con periódicos o con un plástico puede evitar que la superficie se seque demasiado de prisa.

Si el agrietamiento es debido a que la arcilla es de calidad demasiado grasa y que el encogimiento, por tanto, es dema-

siado grande, el remedio más eficaz consistiría en desengrasar la arcilla.

Uno mismo puede remediar el encogimiento demasiado -- grande al añadir arcilla chamota (durante el lavado o el amasado). Esta se encuentra en el comercio en forma de polvo de arcilla -- refractaria cocida y triturada, tamisada en varias granulaciones. Según el resultado anhelado se le añade polvo de chamota de mayor o menor granulación, y así, al mismo tiempo que se consigue un menor encogimiento, se obtiene también una mayor fuerza mecánica del producto terminado.

Falta de plasticidad: a veces en nuevas remesas de arcilla surge una falta de plasticidad en tipos que normalmente son estables; la arcilla nueva se muestra de plasticidad menor y -- más dificultosa de moldear. Aunque la nueva arcilla proceda -- del mismo lugar que la que se acaba de emplear, no obstante -- pueden surgir diferencias de composición de los distintos componentes. Muchas veces puede ser una cuestión de haber estado -- almacenada.

Almacenamiento: la arcilla muchas veces permanece al-

macenada algún tiempo, y durante ese lapso tiene lugar una con-  
tinuada descomposición de los componentes de la arcilla debido -  
al contenido de materiales orgánicos (también el clima tiene in--  
fluencia en este proceso, en caso de que el almacenamiento se\_  
efectúe al aire libre).

Burbujas de aire: otros defectos de la arcilla pueden te--  
ner su origen en un amasado deficiente antes de usarla. Aun--  
que esta parte del trabajo puede permanecer menos alentadora,=  
es de suma importancia el hecho de que la arcilla esté bien ama\_  
sada y sin burbujas de aire. Incluso burbujas pequeñas causa--  
rían problemas durante el torneado y, en el peor de los casos, -  
agrietamiento durante el secado o cocción.

Partículas de cal: en especial en lo que concierne a la -  
arcilla para la fabricación de chacharros de barro, y la existen--  
cia de partículas de cal puede causar rupturas o estropear una\_  
buena superficie. El único remedio contra accidentes de esta --  
índole es evitar el uso de arcillas que contengan partículas - -  
grandes de cal y, además, procurar durante el amasado quitar --  
todas las impurezas de tamaño grande que surjan.

#### 2.4. COLORACION DE LAS PASTAS ARCILLOSAS.

En ciertos casos puede ser deseable cambiar el color original de la arcilla. La arcilla para loza, al natural frecuentemente es de color triste, pálido y grisáceo; esto se puede remediar añadiendo diferentes óxidos metálicos. Por razones económicas se suelen mezclar con óxido de hierro ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) y dióxido de manganeso ( $\text{MnO}_2$ ), pero sin embargo también se pueden emplear otros.

La cantidad de óxido a emplear para conseguir un color determinado dependerá también de la temperatura y, por lo tanto, es difícil esbozar reglas fijas. La misma cantidad de óxido de hierro dará resultados completamente distintos en arcilla para cacharros o en arcilla para loza, a causa de la influencia de la temperatura. En general, serán necesarias cantidades mayores de óxidos para la arcilla de cacharros, en la que no tiene lugar fusión alguna de corte, contrariamente a lo que ocurre en la arcilla para loza. La atmósfera es otro factor esencial en el color.

En relación a una cantidad de arcilla seca, el 2-4% de



óxido de hierro proporcionaría a la arcilla para loza un color -- pardo-rojizo bonito, mientras que para dar a la arcilla para cacharros esta misma tonalidad sería necesario casi el doble. El dióxido de manganeso en cantidades del 2-3% proporcionan a la arcilla de cacharros un color rojo negrusco, pero hay que cerciorarse de que el dióxido de manganeso no sea de granulación demasiado gruesa, ya que formaría manchitas en vez de dar una coloración uniforme.

Otra cosa importante que hay que recordar al añadir óxidos es que se altera así la composición de la arcilla. El óxido de hierro, por ejemplo, tiene unas propiedades de fusión tan relevantes que la fusibilidad del corte se altera de manera esencial en caso de emplear grandes cantidades. La consecuencia sería una deformación durante la cocción del barniz sobre la loza. En la arcilla para cacharros, generalmente éste no cambiaría la estabilidad durante la cocción.

El proceso de la mezcla generalmente debe efectuarse al hacer una suspensión con la arcilla y el óxido deseado.

La coloración se puede efectuar también añadiendo a la ar

cilla diferentes clases de arcilla teñida. Algunas variedades de arcilla son ya en estado natural muy ricas en óxidos distintos; - por ejemplo, de la isla de Bornholm procede la arcilla de Rise--gaard, muy rica en hierro. Antes, esta arcilla se empleaba - mucho como mezcla para obtener pastas de arcilla de loza con colores cálidos pardorrojizos, pero parece ser que el yacimien--to se está vaciando. De todos modos, existen otros tipos de ar--cilla que están a la disposición del ceramista.

## 2.5. PREPARACION DE LA ARCILLA ANTES DEL USO.

Una condición importantísima para obtener un buen resul--tado del proceso de moldeado es que la arcilla esté bien trabaja--da, tanto si se trata de moldeado a mano como sobre torno.

Esto se obtiene por medio del amasado y aplastado con--cienzudo de la arcilla. En primer lugar para eliminar las bur--bujas de aire que pudiera haber en la pasta, pero también para obtener una humedad y consistencia homogéneas. Si no se elimi--nan las burbujas de aire, serían una continúa fuente de preocu--paciones. Especialmente durante el torneado serían molestas, -

y es fácil de imaginar cuál sería el efecto de una burbuja, incluso pequeñita, al tornear una fuente o un jarro de paredes delgadas.

Durante el secado que sigue, las burbujas pueden dar lugar a agrietamiento o ruptura del objeto. En lo que concierne a la arcilla para loza, también es corriente que se incapsule la burbuja durante la fusión; al dilatarse el aire por el calor fuerte, el objeto se deforma y adquiere una superficie desigual.

Los mejores métodos para tratar la arcilla son el amasado y el aplastado.

Amasado: si sólo se necesita una pequeña cantidad de arcilla, un amasado concienzudo es suficiente, pero, si se domina completamente la técnica. Es algo que consiguen la mayoría de los ceramistas con alguna práctica.

Existen varios métodos de amasado, pero quizá el más común sea el del "panadero" -ya que se parece a la forma de amasar de un panadero-. La pasta se forma como un pan alargado que se coloca sobre una mesa y en posición perpendicular

a la persona. Se empieza por el extremo más lejano al doblar la arcilla hacia uno mismo; se usa el peso del cuerpo para doblarla. Después de doblarla y enrollarla, ésta debe tener de nuevo la misma forma de pan alargado que al iniciar la operación, pero ahora perpendicular a la posición de salida. El terrón se gira 90 grados y se repite el proceso 20-25 veces hasta que la arcilla no contenga aire.

Aplastado: para asegurarse aún más contra las burbujas de aire, y en casos donde por determinadas razones se tiene que emplear arcilla de consistencia sumamente dura, éste método puede ser algo más eficaz que el del amasado. Generalmente se combinan los dos métodos de manera que después de haber amasado meticulosamente la arcilla, se termina aplastándola algunas veces a base de golpearla con la mano. Al efectuar el aplastado se coge un terrón de tamaño adecuado, 8-10 Kg, o los que se puedan manejar bien, y se pone en la mesa. Se forma la arcilla como un pan grande, se le coloca sobre un extremo, de forma inclinada hacia uno mismo. Con el alambre de cortar se efectúa un corte oblicuo de abajo arriba; la parte superior se gira y se junta con la inferior de manera que lo que antes --

era la superficie del terrón ahora se une aplastándolo. Se da la vuelta al terrón y se repite el proceso hasta haber eliminado todo el aire de arcilla.

## 2.6. TECNICAS DE MOLDEADO.

La arcilla tiene ciertas cualidades físicas especiales que son la causa principal de que sea moldeable y que después del secado conserve su forma.

Las partículas son cada una del orden de una millonésima parte de un milímetro, y al observarlo bajo el microscopio electrónico se ve que tienen la forma de escamas planas. Cuando la arcilla en suspensión adecuada con agua forma el producto que llamamos arcilla húmeda o plástica, las partículas que la componen estarán rodeadas por una membrana de agua. Si ahora la masa arcillosa se expone a la presión, la forma escamosa de las partículas hará que éstas se deslicen, y cuando cese la presión externa conservarán la posición que hayan adquirido. El tamaño de las partículas y la cantidad de agua determinan la capacidad de deslizarse: la plasticidad.

Yá hace miles de años que en la práctica, conocían estas cualidades especiales de la arcilla. Sin la ayuda de la ciencia - para explicar el porqué y el cómo, el hombre, desde tiempos -- prehistóricos, ha sabido encontrar en la arcilla una de las ma-- terias más moldeables de la Naturaleza.

Al principio seguramente se utilizó sólo para fabricar -- utensilios domésticos de diferente índole, pero más tarde también se descubrió que poseía cualidades para ser un método artístico. Sería tal vez presuntuoso querer llegar a la conclusión de que el hombre, en una colectividad de la Edad de la Piedra, tuviera -- ambiciones artísticas, de la misma manera que las concebimos\_ hoy. No obstante, es indiscutible que un sinnfn de productos -- que datan de aquella época son de una calidad artística que no ha sido superada por la cerámica actual. El ceramista de la Edad de Piedra era seguramente un buen artesano, pero al mismo - - tiempo la materia le inspiraba la necesidad de embellecerla, y - con palitos y piedras grabó muestras y figuras en la olla de - - barro.

En el transcurso de los siglos se han desarrollado varias técnicas de moldeado, pero esencialmente los principios básicos

no se han alterado mucho.

Técnica de rollos: El método más antiguo conocido para el moldeado de vasijas y recipientes es la técnica de rollos. -- Se necesita tener bastante experiencia para que los objetos estén bien moldeados, pero con alguna práctica se puede llegar a elaborar formas tan cilíndricas que difícilmente se distinguen de las torneadas. La alfarería de tiempos prehistóricos de Dinamarca fue elaborada de esta manera, y hasta época tan reciente como el siglo XIX los utensilios domésticos de la gente pobre generalmente fueron de este mismo tipo. Al ser usados varias veces, el corte poroso de estas vasijas se cerraba de manera que se podían emplear para hervir cosas.

La técnica de rollos se puede emplear tanto para elaborar fuentes pequeñas y jarros como formas tan grandes que ni siquiera se podrían efectuar sobre el torno. En el palacio de Cnosos, en Creta, existen tinajas antiguas con un tamaño de -- hasta 180 cm de altura; esta técnica también será la preferida actualmente si se tiene que trabajar en este formato.

Moldeado a mano: objetos pequeños, como los vasos de

Raku, se pueden formar en la mano con un poco de arcilla. Haciendo presión con los dedos, la arcilla se aplana hasta tener el grosor definitivo deseado, y se trabaja sin usar otras herramientas que las manos. Estas formas tal vez sean un poco toscas y desiguales, pero en cambio tendrán el sello evidente de estar hechas completamente a mano.

Moldeado sobre torno: el hecho de inventarse el torno debe haber representando una revolución para el alfarero. No sólo se hizo más fácil la elaboración y se aumentó la producción, sino que también se hizo posible dar al objeto la forma deseada; recipientes, vasos y jarros se podían fabricar completamente concéntricos, y si el alfarero tenía algún sentido de las formas, las posibilidades casi ilimitadas para conseguirlas flexibles y atrevidas estaban ahí.

La forma cilíndrica es el punto de partida de todos los volúmenes torneados; con el perfilado final, esta forma se puede convertir en un jarro, un florero, una tetera o lo que se quiera; principalmente se partirá de la forma cilíndrica y sólo cuando la arcilla esté uniformemente repartida se ensancharán los lados y estrechará el cuello según la forma deseada.



Torneado de formas planas: El procedimiento es distinto cuando se trata de fuentes, platos u objetos parecidos; aquí -- desde el principio se abre el terrón de arcilla y se continúa el aplanamiento hasta conseguir el perfil deseado.

Partiendo de las formas torneadas como base, se pueden elaborar formas combinadas. Recipientes muy grandes, -- por ejemplo, se pueden hacer juntando varias secciones cuando éstas estén en el estado de dureza de cuero. O bien la forma cilíndrica básica puede convertirse en otra forma irregular presionándola con la mano. La ventaja de partir de una forma básica torneada es evidente: se obtiene un objeto de buen volumen y grosor armónico, y por tanto de pocas tensiones.

Acabado: en objetos que no se han podido terminar del todo al ser torneados, la arcilla sobrante se debe eliminar durante el proceso del acabado. Esto se hace tanto para evitar que los objetos se revienten si el grosor es demasiado grande, -- como por razones de estética. Un recipiente muy alto, por ejemplo, no se puede tornear sin que el grosor de la parte inferior sea desproporcionadamente grande y no se puede conseguir

la forma definitiva hasta un estado posterior.

El acabado se efectúa cuando el objeto esté en el estado de dureza de cuero y cuando haya adquirido cierta fuerza; entonces se le coloca de nuevo sobre el torno, pero ahora al revés, ya que es el fondo el que se tiene que trabajar; la arcilla sobrante se elimina por medio de una rasqueta o un raspador.

Tapaderas, asas y boquillas: las tapaderas se tornean como formas de platos invertidos, con un perfil que corresponde a la abertura de la forma de la base. Durante el acabado se ajusta la tapadera y eventualmente se le puede proveer de asas o botón; en el último de los casos se coloca la tapadera de nuevo sobre el torno después del acabado, se centra y con papilla se le coloca un trocito de arcilla que se tornea en forma de botón.

Los diferentes elementos, como por ejemplo la tapadera y la boquilla de una tetera, deben ser torneados en el mismo momento, ser mantenidos al mismo grado de humedad hasta llegar a tener la dureza de cuero y, entonces ser ajustados y montados. Las asas se pueden elaborar de distintas maneras.

La manera más corriente es la de hacer el asa lateral estirando de un terroncito de arcilla una barra larga. Al estirar la barra, el asa puede ser perfilada con los dedos de la mano.

## 2.7. ESTADIOS DE LA ARCILLA DESDE BARRO CRUDO HASTA BARRO COCIDO Y ACABADO.

Lodo/papilla: es una suspensión densa de arcilla seca en agua. La elaboración de la papilla se efectúa rompiendo la arcilla en trozos hasta que tengan el tamaño de una avellana. Estos trozos se despositan en un recipiente o cubo y se les añade agua hasta que estén justo cubiertos. Al cabo de 1/2 a 1 horas, la arcilla con la condición de que antes estuviera bien seca - estará disuelta, y después de haber removido el lodo y haberlo pasado por un tamíz, ya estará lista la papilla.

Arcilla húmeda/arcilla plástica. La arcilla en forma húmeda/plástica debe tener una consistencia pastosa adecuada. Se debe poder tornear y moldear sin dificultad, pero al mismo tiempo poseer una resistencia suficiente como para poderse mantener durante estos procesos. Si la arcilla es demasiado

blanda se hundiría durante la elaboración, y en caso contrario - requeriría un esfuerzo demasiado grande el trabajar con arcilla demasiado dura.

Arcilla con dureza de cuero: si la arcilla es secada -- uniformemente, al cabo de medio día o de un día entero adquirirá la dureza de cuero. Esto quiere decir que la arcilla estará entre mojada y seca, lo suficientemente dura como para poder ser manejada pero al mismo tiempo lo suficientemente blanda como para poder ser trabajada. En este momento se efectúa el acabado final de la forma básica, se enganchan los elementos sueltos por medio de papilla, y también es el momento de hacer el acabado con engobes o la decoración con engobes. En algunos casos, en este estado se puede también efectuar el barnizado final, lo que se denomina el barnizado al engobe, el cual se detallará más adelante.

Secado: Después de acabar el objeto, éste se pone a secar. Se debe vigilar que el secado se efectúe teniendo en cuenta el tamaño del objeto y el grosor de forma. Por forma se entiende la masa arcillosa seca o en el estado de cuero aún --

sin quemar.

Durante el secado, el objeto se encoge a medida que el agua se evapora, hasta llegar a un límite del encogimiento. - - Mientras la arcilla no haya sido cocida, sino que siga siendo arcilla seca, puede ser disuelta de nuevo en agua. Es el momento apropiado para corregir algún defecto.

Precocción: si se quiere estar completamente seguro de que una pieza está lo suficientemente seca como para depositarse en el horno para la precocción, existe un método bueno para saberlo: el objeto se pesa -peso exacto en gramos- y se pone a secar en el lugar caliente aún algunas horas. Si después conserva el mismo peso al ser pesado de nuevo, entonces es que está lo suficientemente seca como para soportar un lento precalentado en el horno de precocción. Haciendo esto, teniendo en cuenta todas las precauciones, el peligro de roturas y agrietamientos se limite a los objetos de tamaño muy grande o de grosor desigual.

El corte después de la precocción: después de la precocción el corte tiene un carácter quebradizo, poroso, que se puede

comparar con el de una maceta corriente. El significado de la precocción estriba precisamente en obtener una porosidad y fuerza mayores antes de proceder a la decoración o el barnizado. Las desigualdades y los bordes cortantes se eliminan fácilmente con papel de lija y el objeto ya está listo para el barnizado.

Barnizado: es el proceso durante el cual el objeto de arcilla es sumergido en el barniz, o que éste se le aplica por riego o pulverización.

Cocción final/cocción de barniz: durante la última cocción se funde el barniz que se le haya puesto y la arcilla requiere una mayor fuerza. En lo que concierne a la loza, también tiene lugar una fusión de corte, cerrándose los poros. También cambia el color de la arcilla durante esta cocción y se madura, adquiriendo un carácter más material.

Engobes: para efectuar un engobe, se entiende sobreponer a una pieza de dureza de cuero una papilla coloreada. Se puede hacer en forma de decoración o dando a la pieza un nuevo

color global. Generalmente los engobes se deben cubrir con un barniz transparente, por esto es muy importante una composición correcta del engobe para asegurar una buena combinación con el barniz. Para preparar un engobe de buena calidad hay -- que tener en cuenta lo siguiente:

- a) Debe ser de opacidad suficiente para conseguir el color deseado.
- b) Debe ser de una composición tal que se evite el des--  
conchado a causa del encogimiento, y al mismo tiempo se debe asegurar una buena combinación con el --  
barniz.
- c) Los óxidos disueltos tienen que estar también incorporados en el engobe para evitar una posterior disolu--  
ción por el barniz que los cubra.

## 2.8. CONOS DE SEGER.

Los conos de seger están constituidos por mezclas de --  
barnices ajustados en forma de pirámides triangulares de unos --  
7 centímetros de altura. Al colocar el cono en el horno frente  
a una ventanilla se puede observar que éste se inclina (fusión) -

al llegar a la temperatura determinada. De este modo se sabe la temperatura en el horno. Los conos se encuentran en el comercio bajo el nombre de conos de Seger, aunque han aparecido algunos otros fabricados con nombre distinto. Los conos de Orton, norteamericanos, difieren algo de los conos de Seger: el mismo número de conos de Orton generalmente indica una temperatura más alta que la correspondiente al mismo número de conos de Seger. Casualmente, el número 9 de ambos tipos corresponde a la temperatura de  $1280^{\circ}\text{C}$ . Cada cono tiene un número que se refiere a la temperatura de su fusión; existen conos desde aproximadamente  $600^{\circ}\text{C}$  hasta  $2000^{\circ}\text{C}$  con intervalos de aproximadamente  $20^{\circ}\text{C}$ , así por medio de ellos se puede obtener un control riguroso de la temperatura. Para uso de laboratorio existen conos de tamaño reducido.

## 2.9. ELABORACION DEL BARNIZ.

Para ello es preciso disponer de una balanza y de un juego de pesas. Como cada pesada debe ser exacta, y más al tratarse de cantidades pequeñas.

Una vez pesados sus componentes se mezclan en seco re-



moviéndolos con una paleta de caucho o plástico; no es preciso efectuar una mezcla más concienzuda dado que más tarde habrá que pasarse todo por el tamíz. Y ahora sólo se pretende evitar que se formen grupos que después no pasarían por el tamíz.

Una vez mezclado de este modo, se vierte agua y se deja en reposo durante unos minutos. Igual que en la formación de la arcilla, el agua es absorbida lentamente por los ingredientes secos hasta formar como una especie de papilla espesa. Es preciso remover meticulosamente hasta que no quede ningún grumo seco y la papilla pueda ser tamizada (núm. 60 ó núm. 80), sobre un recipiente limpio. Este recipiente será marcado con el número del barniz correspondiente y hay que taparlo con una tapa adecuada para evitar la evaporación del agua que contiene el barniz; muchos barnices tienden a formar cortezas duras difíciles de volver a disolver. Para evitar que los barnices experimenten enmohecimiento debido a su posible contenido orgánico, es conveniente añadir a la mezcla un poco de cloramina.

## 2.10. BARNIZADO.

Para el empleo de barnices en suspensión y tamizados -

será preciso que tengan una consistencia semejante a la papilla o, en concreto, alrededor de los 45 baumé medidos con una -- balanza de flotación. Depende, por supuesto, de la porosidad -- del corte; si absorbe más o menos cantidad de líquido habrá que equilibrarlo con la correspondiente cantidad de agua.

Tanto si se trata de barnizar por inmersión, por verti- -- miento o por aplicación a presión o a pincel, deberá procurarse remover continuamente el barniz; porque algunas materias pre-- cipitan antes que otras, y la composición del barniz puede llegar a ser inestable si se dejan precipitar.

El mejor modo de obtener una capa uniforme de barniz -- es, sin duda, el de someter los objetos a inmersión. Es preci-- sa una cantidad suficiente de barniz para que al sumergir el ob-- jeto quede barnizado de una vez, y para evitar señales de los de-- dos es conveniente hacerlo con unas tenazas adecuadas; este tipo de tenazas, por ser muy afiladas apenas si dejan señales. Si el objeto, por su tamaño, no es fácil de manejar con tenazas, en-- tonces habrá que hacerlo a mano y las señales dejadas por los -- dedos habrán que barnizarse a pincel. La mayor parte de los -- barnices brillantes y transparentes funden tan bien que el pince-

lado a mano apenas si se notará; pero si se trata de barnices mates habrá que proceder con sumo cuidado hasta conseguir -- que las partes repasadas a mano alcancen la misma densidad -- que el barniz sumergido. Los objetos huecos que hay que barnizar tanto por dentro como por fuera, tienen que barnizarse -- primero por dentro; así se vierte el barniz en su interior y después, meneándolo, se procede a su vaciado hasta que haya quedado recubierta toda su superficie. Luego se barnizará su parte exterior bien por inmersión o por vertimiento; con recipientes de boca muy ancha es conveniente proceder a su inmersión con esta boca hacia arriba porque de lo contrario, debido a la presión se volvería a barnizar su interior.

Cuando se trate de objetos en los que su tamaño impida la inmersión, puede procederse a su barnizado por vertimiento. No se consigue una capa tan uniforme como por inmersión, pero con cierta habilidad pueden conseguirse buenos resultados. Con objetos de tamaño medio puede procederse a su vertimiento sujetándolos con una mano e imprimiéndoles un suave movimiento de giro, mientras que con la otra se procede al vertimiento; para barnizar objetos demasiado grandes es conveniente colocarlos sobre un caballete que sirva de soporte, el cual, a

su vez, estará colocado dentro de un cubo o palangana de plástico. Con una jarra se procede a verter el barniz sobre el objeto girando suavemente el caballete hasta haber conseguido el barnizado en su totalidad; de este modo el barniz que se vierte se deposita sobre la palangana y se puede volver a utilizar.

Los objetos demasiado grandes para barnizarlos por ninguno de los métodos anteriormente citados pueden barnizarse -- con pistola a presión. Este procedimiento no es nada económico ya que una gran parte del barniz se pierde pulverizado en el aire dentro de la cámara.

Es además muy difícil regular el espesor que se da al barniz; el grosor hay que conseguirlo casi por instinto, pero -- también es posible hacer una pequeña insición con la uña que -- marque el grosor.

Con el barnizado a pincel se obtienen frecuentemente unos tonos muy sólidos. Cuando se da una capa de barniz sobre -- otra, puede suceder que surjan burbujas en la capa inferior y -- hasta que ésta llegue a reventar. Para evitarlo habrá que proceder a aplicar la segunda capa antes de que la primera se haya secado totalmente; y esto indistintamente para cualquiera de los\_

métodos de inmersión o vertimiento.

Si se quiere que algunas partes o superficies de un objeto no queden barnizados, se procederá a recubrir las con una emulsión de cera antes de aplicar el barniz para evitar que éste se adhiera al corte. Esto es importante cuando se cuecen objetos con tapa, ya que si no se aplicara la cera en el borde de encaje del objeto con tapa se quedaría todo de una pieza.

Una vez barnizado un objeto y cuando ya está listo para su cocción es necesario ponerlo cuanto antes en el horno para impedir que sobre él se deposite cualquier impureza de polvo u otros corpúsculos.

## 2.11. ATMOSFERA DEL HORNO.

En el horno la atmósfera tiene tanta importancia como la temperatura.

Cuando se quema un trozo de papel o de madera se produce una combustión. Los carbonos del papel y de la madera se combinan con el oxígeno del aire durante esta combustión y

de esta reacción resulta la formación de dióxido de carbono y calor:



Si no hay suficiente oxígeno en la combustión se produce una liberación de carbono y entonces esta combustión produce humo. Si se supone este mismo proceso, en una cámara de horno cerrado, se verifica por la misma carencia de oxígeno (esto si el horno no tiene demasiados escapes). El carbono y el dióxido de carbono liberado tratarán de obtener el suficiente oxígeno de las fuentes más próximas. Y éstas serán los charros colocados en el interior del horno y, en consecuencia, los objetos reaccionarán químicamente. Este cambio originado por la pérdida de oxígeno se conoce con el nombre de reducción y, por su efecto, las materias reducidas cambian su color. Lo dicho de la pérdida de oxígeno es también válido cuando se trabaja con hornos eléctricos, y sus efectos hacen que las resistencias del horno, por estar compuestas de cromo y níquel, se hagan quebradizas y aplastadas. Por ello con este tipo de hornos es aconsejable la oxidación en vez de la reducción.

a) Oxidación:

En una combustión en la que existe el adecuado equilibrio entre el carbono y el oxígeno del aire no se produce el menor cambio ni en los elementos ni en los objetos del horno, y entonces se dice que se trata de una cocción oxidante. Puesto que el alcanzar el punto de ascuas tiene como único objeto el provocar la liberación del agua químicamente contenida en la masa de los cacharros y proporcionar al corte la debida porosidad, la reducción en este caso no tiene la menor importancia práctica.

En una cocción oxidante, con otros tipos de horno que necesiten combustibles fluídos o contínuos, es necesario mantener el adecuado equilibrio en la alimentación del combustible -- para evitar la reducción. Con toda rapidez es posible saber si se está reduciendo. Se quita el obturador de uno de los orificios de escape durante la cocción; si el escape es de humos o tufos, la cocción es reductora y será preciso inyectar más oxígeno -- hasta que las llamas adquieran la debida coloración azulada.

b) Reducción:

Trasladándonos con los antiguos chinos y japoneses se de

be admitir que nunca sus hornos fueron de una gran perfección. De tal modo que nunca tuvieron un control eficaz de su atmósfera. Para evitar las pérdidas del calor tenían que recurrir a cerrar el tiro y la puerta de la ventana de alimentación. En general, los hornos eran de propiedad colectiva y en ellos era posible cocer de una vez la producción de varios meses y de muchos talleres. La duración de la cocción era muy prolongada, y, sin duda, se hacía todo lo posible para alcanzar la máxima temperatura; esto se consigue cerrando el tiro y la puerta de la ventana de alimentación y permitiendo únicamente la entrada del aire necesario para conseguir una combustión adecuada de la madera. Quizás se producía una merma de oxígeno en el horno a consecuencia de ella la cocción resultaba reductora. En otras palabras, y como norma general, los objetos resultaban más o menos reducidos y, sin duda, el alfarero no pudo nunca contemplar cacharros completamente oxidados. Esta es una de las razones que explican la riqueza de la materia y de los bonitos colores que distinguen a los objetos de aquel tiempo y, por ello, no se debe extrañar que en un proceso con que se obtienen tan buenos resultados atraiga la atención de los ceramistas modernos. Siendo así que hoy se dispone de los hornos más seguros y que



los medios para controlarlos son más precisos, no debe de extrañar al alfarero de obtener, a veces, objetos de muy semejante calidad a la de los viejos maestros.

Tanto los barnices para cacharros de barro como para la loza es posible conseguirlos en una cocción reductora. En general esta reducción tiene lugar durante el calentamiento y en el momento en que el barniz comienza a fundirse y a burbujear, así se consigue una reducción a fondo y ni siquiera una breve oxidación a la temperatura máxima podrá alterar los colores obtenidos. Si también se quiere conseguir una reducción de la arcilla bajo el barniz, se tendrá que iniciar la reducción justo en el momento antes de que comience a cerrar sus poros el barniz; esto es de especial importancia, sobre todo en aquellos barnices que toman su color del corte subyacente como, por ejemplo, algunos tipos de barnices celedones.

Con barnices para cacharros, en general es suficiente una breve reducción entre los 880-980°C (CS 011a-06a), mientras que con la loza es más difícil precisar los márgenes de temperatura. Algunos barnices para loza exigen una fuerte reducción (celedón, barniz de hierro y negro de uranio), mientras

que otros requieren una reducción más moderada para conseguir óptimos resultados (barnices rojo cobrizo y azul cobalto).



## 2.12. DEFECTOS DEL BARNIZADO.

Los defectos del barniz se manifiestan de varios modos, siendo los más frecuentes los que se van a mencionar a continuación:

### a) Formación de grietas-rasguños:

Estos defectos aparecen cuando hay una diferencia muy acusada entre los coeficientes de contracción y distensión entre la arcilla y el barniz, y se manifiesta en su forma de agrietamientos profundos en el barniz. Este se presenta "justo" como si hubiera reventado en forma de craquelés grandes, y hasta se ve la arcilla. Para encontrar una explicación exhaustiva a este problema habría que referirse a la transformación del cuarzo en cristobalita y es preferible remitirse a lo expuesto sobre los elementos base sobre un barniz.

### b) Descascarillamientos:

Este defecto es el contrario del que se acaba de escribir

y se produce cuando el barniz está demasiado "holgado"; en tal caso se debe tratar de disminuir la contracción del corte y aumentar la del barniz.

c) "Sarpullidos" de cristal:

El horno, por alguna razón, puede enfriarse más lentamente de lo acostumbrado y entonces algunos de los objetos aparecerán con esta clase de "sarpullidos" que se manifiestan en forma de corpúsculos cristalinos manchados sobre la superficie del barniz. El efecto puede ser consecuencia de la cristalización de los óxidos durante el enfriamiento, o bien para la aparición de vapores de fósforos (son mayor frecuencia en los hornos a fuel-oil o a carbón) que durante el proceso de fusión hayan dado lugar a reacciones compuestas de calcio o plomo que se depositan sobre el barniz.

d) Arrugas o pliegues del barniz:

A veces sucede que un barniz, después de la cocción, se encoge y forma pliegues aislados entre los que se ve el corte de arcilla sin barnizar; no hay que confundir este defecto con el de agrietamiento, totalmente diferente.

La causa de que aparezcan estos pliegues es casi siempre el haber dado una capa de barniz demasiado espesa; también se produce este defecto cuando después de haber alcanzado el punto de ascuas, y antes de proceder a su barnizado, se ha dejado los objetos demasiado tiempo a la intemperie, con lo que se ha dado lugar a que se despositaran sobre su superficie impurezas o corpúsculos que impiden que el barniz se ajuste íntimamente al corte.

e) Ampollas, burbujas:

Estos defectos son bastante frecuentes en el barniz y sus causas se deben casi siempre a su composición. Pero en algunos casos también pueden ser originados porque el barniz no alcanzó su correcto punto de fusión porque el proceso quedó interrumpido en el momento de burbujeo por el que se debe pasar para su obtención, todos los barnices, en este caso en la masa del barniz aparecen como pequeños granos de arena y dará unos colores mates como si no fueran revelados.

f) Manchas:

Hay algunos ingredientes de barnices que, debido a sus -

componentes, tienden a liberarse en forma de carbonatos y sulfatos durante el proceso de cocción. Se trata de los compuestos del cobre y plomo, entre otros. Cuando un objeto haya sido barnizado con compuesto de esta clase y si durante su cocción ha estado al lado de otros de diferente color, se observará que aparecen como manchas o desteñidos por aquellas partes más próximas a los objetos citados.

g) Poco cocido o recocado:

Se sobreentiende que si un barniz no aparece debidamente cocido es porque no alcanzó su debida temperatura de fusión y, por el contrario, si se muestra recocado es porque rebasó la citada temperatura, produciendo en cualquier caso malos resultados. Un barniz que no haya sido correctamente cocido aparecerá, siempre mate o con ampollas según el grado de la temperatura, y un barniz requemado muestra una fuerte tendencia de dispersión con una superficie demasiado brillante.

CAPITULO III

TIPOS DE COLORANTES

## CAPITULO III

### TIPOS DE COLORANTES

#### 3.1. TECNICA DE DECORACION.

La decoración tiene una finalidad única: la de subrayar la forma de una manera tal que las dos cosas unidas formen un conjunto armónico. En lo que concierne a la materia y a la estrutura, los valores más importantes de los objetos deben estribar primordialmente en la arcilla misma o en el barniz; lo - que se añade, se sobreponga, sólo está justificado en la medida que sirva para subrayar los valores esenciales.

Algunos de los mejores ejemplos los encontramos en - trabajos chinos, coreanos y japoneses. Puede ser útil recor-- dar aquí el hecho de que estos trabajos frecuentemente son los los resultados de la práctica con los mismos pocos motivos duran-- te años; éstos han cultivado hasta llegar a una pureza que im-- prime el carácter de ligereza y precisión en el produ~~cto~~ termi-- nado.

### 3.1.0. Decoración en arcilla plástica/húmeda.

La forma más sencilla de decoración es la que dejan las huellas de los dedos al trabajar la arcilla; esto es válido -- tanto si se trata de formas moldeadas como torneadas.

Durante el torneado, al efectuar la elevación del objeto las uñas y los dedos también dejan rayas y líneas en espiral. En muchos casos ésta es la única y la más sencilla forma de decoración.

Una de las técnicas más conocidas en combinación con el torneado es la de trazar líneas onduladas en la arcilla húmeda, girando el torno. Con un punzón se puede hacer una ornamentación continuada en la superficie blanda de la arcilla, y se pueden desarrollar muchos otros métodos haciendo experimentos propios.

### 3.1.1. Decoración en arcilla con dureza de cuero.

En este estado, la arcilla es lo suficientemente dura -- como para aguantar un trato algo violento y, por tanto, éste es el momento en que se debe efectuar el acabado definitivo y



el eventual montaje de los componentes como asas, boquillas, - etc. Con un cuchillo se puede tallar la arcilla y de esta manera eliminar algo de grosor para que el objeto tenga una forma perforada.

Si el grosor es suficiente, por mediación de raspadores y rasquetas se puede hacer una superficie con carácter de un - - verdadero relieve. En recipientes y jarros se pueden tallar biseseles, y existen muchas otras posibilidades.

Se puede dar a la superficie un carácter de relieve pegando sobre la arcilla húmeda cintas, trozos o planos recortados del mismo material. Aquí, de nuevo se puede hacer la decoración con cuño sobre los elementos aplicados; esta técnica - es bien conocida en muchas partes del mundo y es muy expresiva en su sencillez.

Existen técnicas como:

- a) Mishima: es una técnica donde por mediación de - una rasqueta en forma de "U" o con un raspador - - dentado se talla un dibujo hundido en la arcilla de  dureza de cuero.

- b) **Satinado:** con un objeto liso, se pule/satina la superficie del objeto o bien en partes de ella.
- c) **Engobes:** que ya ha sido descrita en el capítulo anterior.
- d) **Esgrafiado:** con una rasqueta, cuchillo u otra herramienta para raspar se hace un dibujo atravesando la capa del engobe aplicada sobre el objeto de dureza de cuero.
- e) **Asta o pincel:** se trabaja con un solo barniz, éste se aplica después de la precocción y durante la siguiente cocción el barniz "revela" el color.
- f) **Pintura al asta:** para ésta se emplea un asta de vaca cuyo extremo agudo está provista de un tapón de corcho perforado por el cálamo de una pluma de ave. La punta del cálamo estará cortada según lo grueso o delgado que se desee que salga el trazo.
- g) **Jaspeado:** se consigue al golpear, presionar o hacer girar varias muestras superpuestas de engobe, éstas se derraman y forman dibujos más o menos complicados.

### 3.1.2. Decoración debajo del barníz.

La elaboración de la mezcla de colorantes es a grandes rasgos la misma: el óxido (óxidos) colorante (colorantes), se mezcla con diferentes materias de las cuales una generalmente es hidrosoluble.

Las cantidades pesadas se mezclan cuidadosamente por un tamizado, criba núm. 60 ó 80. Esta mezcla se pone en un crisol y se eleva a una temperatura tan alta que la mezcla se calcina (se descompone sin fundirse). El producto calcinado se lava a continuación repetidas veces con agua fría con objeto de eliminar las materias sobrantes hidrosolubles, y con el producto restante se seca y se muele en un molino a bolas hasta llegar a ser polvo fino. La mayoría de los colorantes después de este proceso ya se pueden emplear, pero para otros es necesario que después de la primera calcinación sean "diluídos" en la proporción de 1:1 con la fórmula que figura luego. Este hecho se mencionará en cada caso, lo mismo que figurará la temperatura adecuada para la calcinación y también si eventualmente se debe añadir un medio antes del uso. El medio de fusión en este caso puede ser el esmalte que se proyecta emplear luego.

go sobre el colorante; o bien puede consistir en la siguiente --  
fórmula:

Medio para colores debajo del barníz: núm. 1

57 partes por peso de bórax crist.

100 partes por peso de minio.

100 partes por peso de cuarzo.

30 partes por peso de espató calizo.

26 partes por peso de caolín.

Los componentes se frotan y se muelen en molino junto con el  
22% de feldespato y el 5% de caolín.

"Disolvente" para colores debajo del barníz: núm. 2.

40 partes por peso de óxido de estaño

40 partes por peso de cuarzo

20 partes por peso de espató calizo

Los componentes de la fórmula se mezclan y se muelen en el  
molino de bolas durante 4 horas.

Las siguientes fórmulas de colores debajo del barníz -  
son tanto para cacharrería como para loza:

Rojo obscuro:

50 partes por peso de óxido de estaño

25 partes por peso de cuarzo

3 partes por peso de bicromato potásico

Calcinación a cono de Seger 3-5, se lava, etc., y se diluye 1:1 con el núm. 2. Los componentes se mezclan cuidadosamente y se calcinan a cono de Seger 3-5, se lavan, se secan y se muelen. Se añade eventualmente el 15% de medio de fusión.

Azul rojizo:

75 partes por peso de óxido de estaño

20 partes por peso de espato calizo

8 partes por peso de bicromato potásico

4 partes por peso de bórax, deshidratado.

Se calcina a cono de Seger 3-5 y se puede emplear sin diluir. Se lava, se seca y se muele.

Naranja obscuro:

70 partes por peso de rutilo

30 partes por peso de caolín.

Cono de Seger 4-10, se lava, se seca y se muele. Se añade eventualmente el 10% de medio de fusión.

Ama rillo:

73 partes por peso de nitrato de plomo ( $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ )

33 partes por peso de óxido de antimonio

13 partes por peso de hidrato de aluminio

100 partes por peso de sal común

(cloruro de sodio)

Calcinación a cono de Seger 07-06, se lava, etc. Se diluye a 1:1 y se calcina de nuevo a cono de Seger 2-5. Se lava, se seca y se muele. Se añade eventualmente el 10% de medio de fusión.

Amarillo oscuro:

40 partes por peso de minio

20 partes por peso de cuarzo

15 partes por peso de óxido de antimonio

5 partes por peso de óxido de hierro.

Calcinación a cono Seger 09-08, y, por lo demás, como en la formación anterior.

Verde oscuro:

62 partes por peso de óxido de cromo

37 partes por peso de carbonato de cobalto

1 parte por peso de óxido de níquel, verde.

Calcinación a cono de Seger 4-8, se lava, se seca y se muele. Se añade eventualmente el 10% de medio de fusión.

Verde azulado:

40 partes por peso de óxido de cinc

27 partes por peso de óxido de cromo

29 partes por peso de óxido de cobalto

150 partes por peso de hidrato de aluminio.

Se prepara como la fórmula anterior.

Verde claro:

10 partes por peso de óxido de cromo

30 partes por peso de cuarzo

30 partes por peso de caolín

10 partes por peso de óxido de cinc

20 partes por peso de espato calizo

Calcinación a cono de Seger 02a-1a. Durante la calcinación se transforma en costras burbujosas, éstas se lavan cuidadosamente con agua y se calcina de nuevo a cono de Seger 03a-02a. Se lava, se seca y se muele. Se añade eventualmente el 15% de medio de fusión.

Azul obscuro:

45 partes por peso de hidrato de aluminio

20 partes por peso de carbonato de cobalto

Calcinación a cono de Seger 4-8, se lava, se seca y se muele. Se añade eventualmente el 15% de medio de fusión.

Azul:

20 partes por peso de óxido de cinc

22 partes por peso de carbonato de cobalto

70 partes por peso de hidrato de aluminio

6 partes por peso de cuarzo.



Preparación como en la fórmula anterior.

Azul turquesa:

40 partes por peso de óxido de cobre.

75 partes por peso de óxido de estaño.

2 partes por peso de carbonato de cobalto.

Calcinación a cono de Seger 1-2, se lava, se seca y se muele.

Se añade eventualmente el 10% de medio de fusión.

Pardo amarillento:

40 partes por peso de óxido de hierro.

38 partes por peso de óxido de cromo.

50 partes por peso de hidrato de aluminio.

18 partes por peso de óxido de cinc.

Calcinación a cono de Seger 02a-1a, se lava, se seca y se - -

muele. Se añade eventualmente el 12% de medio de fusión.

Pardo rojizo:

45 partes por peso de óxido de hierro.

38 partes por peso de óxido de cromo.

25 partes por peso de hidrato de aluminio.

121 partes por peso de óxido de cinc.

Preparación como en la fórmula anterior.

Negro:

42 partes por peso de óxido de hierro.

45 partes por peso de óxido de cromo.

5 partes por peso de peróxido de manganeso.

18 partes por peso de carbonato de cobalto.

Calcinación a cono de Seger 4a-8, se lava, se seca y se muele.

Se añade eventualmente el 10% de medio de fusión.

Gris:

40 partes por peso de caolín.

40 partes por peso de cuarzo.

20 partes por peso de feldespato.

10 partes por peso de óxido de cinc.

10 partes por peso de óxido de cobalto.

10 partes por peso de óxido de níquel, verde.

Calcinación a cono de Seger 1a-3a, se lava, se seca y se muele--

le. Se añade eventualmente el 10% de medio de fusión.

Debido a que el material empleado en la decoración bajo barniz está casi desprovisto de plasticidad, debe sostenerse en un medio conveniente que permita su fácil aplicación. Es común combinar el color en aceite espeso o en una mezcla de aceite esencial, mezclándolos en una placa de vidrio con una espátula. Mézclase a veces el color con goma arábiga y agua con objeto de obtener buena consistencia para el pincel; las soluciones de glicerina pueden usarse como vehículos.

### 3.1.3. Decoración sobre el barniz.

La decoración sobre el corte precocido también incluye la decoración con colores sobre el barniz. Como ya define la palabra, se trata aquí de efectuar una decoración sobre un objeto que está ya barnizado; generalmente se trata de chacharrería barnizada al estaño. Esta técnica se denomina mayólica y tuvo una gran aceptación especialmente en los países mediterráneos. En Faenza, ciudad de cerámica en Italia, existe una academia en la que esta disciplina es tema principal todavía en la actualidad; en su museo local existe una gran colección de ejem

plos de objetos elaborados con la técnica de mayólica a través - de los tiempos.

Los colores debajo del barniz antes descritos también - se pueden emplear con esta técnica, pero tratándose de un colorante que se pone debajo del barniz o esmalte se debe asegurar una fusión entre las dos cosas. Esto se consigue añadiendo al color una mayor cantidad de medio de fusión, en la forma de esmalte empleado o bien del medio núm. 1 antes descrito. La proporción entre el colorante y el medio debe ser de 1:4 aproximadamente.

Si el colorante se elabora en forma de producto frito-- do, con materias de punto de fusión bajo, se asegura una mejor unión y fusión con el esmalte.

Los colores para la técnica mayólica se pueden elaborar según los siguientes métodos y fórmulas:

Azul:

75 partes por peso de cuarzo.

45 partes por peso de carbonato potásico.

37 partes por peso de óxido de cobalto.

25 partes por peso de sosa.

Se fritan y muelen hasta convertirse en polvo fino.

Violeta:

75 partes por peso de cuarzo.

40 partes por peso de peróxido de manganeso.

45 partes por peso de carbonato potásico.

25 partes por peso de sosa.

Preparación como en la fórmula anterior.

Verde:

75 partes por peso de cuarzo.

48 partes por peso de carbonato potásico.

36 partes por peso de óxido de cobre.

33 partes por peso de sosa.

Preparación como en la fórmula anterior.

Amarillo:

75 partes por peso de cuarzo.

45 partes por peso de carbonato potásico.

10 partes por peso de óxido de hierro.

25 partes por peso de sosa.

Preparación como en la fórmula anterior.

El uso de colores sobre el barniz no se limita sólo a la cacharrería esmaltada al estaño. También los barnices coloreados -preferentemente los suavemente coloreados- tanto para cacharrería como para loza se pueden decorar con colores sobre el barniz.

En lo que concierne a la loza, óxidos de hierro y cobalto serán especialmente adecuados y aparecerán con gran claridad a pesar de la alta temperatura.

#### 3.1.4. Decoración con sales metálicas.

Las soluciones concentradas de sales metálicas son muy apropiadas como colores de decoración. Si los colores debajo del barniz fácilmente aparecen como duros y de poco matiz, la característica primordial de las sales metálicas es la de que las princeladas aparecen con contornos más o menos difuminados y de trazo más suave. Esto es debido al hecho de que parte de la sal metálica es absorbida por la capa inferior (la arcilla o la capa del engobe), y a veces es incluso difícil durante

el trabajo acordarse de los distintos colores. Aparentemente, algunos colores desaparecen totalmente para luego durante la cocción del barniz, ser "revelados".

Tanto para colores debajo del barniz como para las sales metálicas, el resultado definitivo depende mucho del grosor de la capa coloreada y de la naturaleza de la base. Generalmente la base mejor para los colores será un engobe claro o blanco, y se debe vigilar que la capa de color sea homogénea y suficiente.

La temperatura es, como ya se ha dicho, un factor importante para los óxidos colorantes y las combinaciones de éstos; la escala de colores más rica se encontrará a temperaturas alrededor de 900-1100°C (cono de Seger 010a-1a).

Ya que es difícil no dañar las partes decoradas al aplicar el barniz recubridor, es aconsejable fijar el color por medio de una precocción alrededor de 650°C (cono de Seger 021).

Los objetos sin protección decorados con colores debajo del barniz o sales metálicas, naturalmente deben ser precocidos como es norma.

Finalmente, se debe tener en cuenta la composición del barniz recubridor. Es esencial que éste sea de características tales que se eviten alteraciones de los colores a causa de algún componente del barniz. Se deben emplear preferentemente los barnices pobres de estaño o sin estaño; en cambio el calcio puede estar presente en el barniz en cantidades tan grandes como sea posible incorporar por la temperatura.

Las sales metálicas empleadas son en general nitratos y cloruros fácilmente solubles. La solución se efectúa en glicerina según las indicaciones siguientes:

Azul:

- 100 cc. de glicerina
- 100 g. de cloruro de cobalto.

Verde:

- 100 cc. de glicerina
- 100 g. de nitrato de cromo

Marrón:

- 100 cc. de glicerina
- 100 g. de cloruro de hierro



40 g. de cloruro de cromo

Amarillo:

100 cc. de glicerina

100 g. de nitrato de uranilo

Rojizo:

150 cc. de glicerina

100 cc. de agua

10.5 g. de cloruro de oro.

Es posible efectuar una decoración con barniz sobre -- barniz, pero es evidente que a causa de la violencia del proceso de fusión se hace difícil obtener la precisión necesaria y el control de los colores. Generalmente se derramarán en mayor o menor grado; sólo cuando se trata de objetos de cierto tamaño se puede esperar un resultado favorable.

3.1.5. Decoración con cera-resistente.

La cera resistente (inglés: wax-resist) es una forma de decoración que -adecuadamente ejecutada- puede resultar -- muy bonita. En castellano no se tiene ninguna denominación --

que cubra bien el método, debe ser algo como una técnica cera-resistente. El método consiste en pintar la decoración con cera o una emulsión de cera sobre el objeto precocido o barnizado. - En el primer caso, cuando se pinta con la cera directamente - sobre el corte, la arcilla aparecerá descubierta después de la - cocción; y en el segundo, cuando se emplea la técnica cera-re-sistente entre dos capas de barniz, el de la capa inferior apare- cerá como un dibujo contrastante. Además, se puede rasgar la capa de cera y la primera capa de barniz hasta llegar al corte, y de este modo se consigue otra posibilidad para obtener el jue- go entre el barniz y el corte.

Para la decoración a la cera se puede emplear cera de abeja corriente, que se funde en baño maría. La aplicación de la cera se facilita si antes se calienta un poco el objeto de arci- lla 30-40°C aproximadamente.

La emulsión de cera se puede elaborar según la receta siguiente (según Peder Hald): se funden 30 gramos de cera (de abeja) en 200 gramos de agua caliente y se le añaden 7 gramos de carbonato de amoniaco. Al añadir una mayor cantidad de -- agua se puede elaborar una emulsión más líquida, de manera -

que se disponga de cera líquida fría para la decoración. La sosa puede sustituir al carbonato de amoníaco. Se vende emulsión de cera en el comercio.

### 3.2. COMPOSICION DE LOS BARNICES.

Se puede describir el barniz como una mezcla de distintos minerales cristalinos que por medio de un proceso de fusión y enfriamiento subsiguiente forma sobre un objeto de arcilla una capa vidriosa, no cristalina.

Según la composición de los barnices y su contenido de cantidades mayores o menores de plomo, feldespato, cuarzo u óxidos colorantes por ejemplo, el resultado puede ser mate, brillante, cubriente, transparente o coloreado.

El barnizado también se llama "vidriado" y, como esto indica, está relacionado con el vidrio. La elaboración de ambas cosas tiene muchos puntos en común; el vidrio en sí es un producto moldeable y de utilidad variada y los barnices sirven para cubrir una superficie arcillosa y volverla impermeable, lisa o sólo bonita. Los dos productos cumplen funciones distintas aunque

los ingredientes básicos hasta cierto punto sean los mismos.

Para mayor claridad los barnices están divididos en -- barnices para cacharros (de punto de fusión bajo) y en barnices para loza (de punto de fusión alto).

### 3.2.0. Composición química.

Químicamente un barniz se compone de sales formadas\_ por reacciones entre ácidos y bases; toma parte en el proceso - el aluminio, pero el  $Al_2O_3$  puede reaccionar como ácido y como base (es anfótero). El componente básico para la elaboración - del barniz es el ácido silícico,  $SiO_2$ , que en sí mismo bastaría para formar un barniz. No obstante, su utilidad es limitada a\_ causa de su elevado punto de fusión ( $1713^{\circ}C$ ). Y para ajustar - esto se debe añadir un medio de fusión, es decir, un medio de\_ punto de fusión más bajo y más fácil para obtener un barniz ade\_ cuado a la temperatura deseada.

Tal medio de fusión lo encontramos en el gran grupo de\_ óxidos metálicos alcalinos. Puede ser, por ejemplo, el óxido - de plomo u óxido de calcio. Pero aún añadiendo uno de estos -

elementos, y obteniendo una bajada del punto de fusión del barniz, el resultado no sería satisfactorio. El barniz fácilmente se volvería demasiado líquido y se escaparía del objeto sobre el cual se aplica, al mismo tiempo que le faltaría carácter material.

Para reparar esto se le añade aluminio, generalmente en forma de caolín o feldespato. El aluminio añadido por medio de estos materiales actúa como estabilizador y asegura un mayor margen de fusión. Ahora, después de la cocción, el barniz conservará su grosor y la posición en que fue aplicado.

En la elaboración del barniz, por tanto, entran tres grupos de materiales, que según su cualidad y efecto se dividen en la siguiente manera:

- Grupos ácidos.
- Grupos del aluminio.
- Grupos alcalinos.

### 3.2.1. Grupos ácidos.

Contienen, además del ácido silícico o cuarzo ( $\text{SiO}_2$ ), algunos otros componentes. El óxido de boro ( $\text{B}_2\text{O}_3$ ) es uno de - -

ellos, pero por sus cualidades muy especiales juega un papel - - que podríamos llamar doble; en la fórmula se incluye en el grupo de los ácidos y en parte puede sustituir al cuarzo, pero la - fácil fusibilidad de la materia hace que su efecto también pueda ser el de un buen medio de fusión. El ácido bórico es hidrosoluble y cuando se le emplea en un barniz tiene que ser fritado - - (ser fundido para asegurar su insolubilidad). Además, se incluye en este grupo el óxido de titanio,  $TiO_2$ , el óxido de zirconio,  $ZrO_2$  y el óxido de estaño,  $SnO_2$ . Estos tres últimos se añaden al barniz más por su aptitud para formar barnices cubrientes - de color blanco que por ser realmente elementos que formen el barniz.

El ácido silícico,  $SiO_2$ , puede formar un barniz independiente si la temperatura es lo suficientemente alta. Esto es debido a la aptitud especial de la materia, después de un procesoo de fusión, de formar vidrio sin formación cristalina, con la - - condición de que el enfriamiento dure relativamente poco.

El ácido silícico se encuentra en la naturaleza en forma de cuarzo, arena y sílice, y se compone de yacimientos - - cristalinos como todos los demás productos del proceso de for-

mación de la tierra. Durante los inmensos procesos de fusión y subsiguiente enfriamiento que sufrió nuestro globo, ocurrió que los elementos (con el significado de materias elementales) y -- combinaciones de éstos, después de la fusión fueron enfriándose muy lentamente en el transcurso de milenios, y durante este enfriamiento tan lento se desarrollaron formaciones cristalinas de los distintos minerales. Nosotros conocemos este fenómeno, -- que se presenta de forma más sencilla en nuestra vida diaria: -- cuando el agua condensada sobre las ventanas durante el invierno sufre un enfriamiento, se hiela y forma una decoración hermosísima sobre la ventana: los cristales de hielo.

La mayoría de los yacimientos de minerales han continuado su tendencia a formar cristales bajo enfriamiento; una excepción de ello, sin embargo, es el ácido silícico. Cuando éste se funde, se transforma en una sustancia líquida transparente; después del enfriamiento habrá conservado este carácter de materia fundida subenfriada sin deformaciones cristalinas. Esta cualidad es la que se aprovecha en la elaboración de los barnices, y el ácido silícico/cuarzo es el elemento que forma el barniz más común. Entre otras buenas cualidades, existe su gran

fuerza después de la fusión: se obtiene un barniz de gran resistencia y dureza de superficie, difícilmente rayable.

Ya que la sílice, por sus cualidades reguladoras de - - punto de fusión, aparecerá en mayor cantidad al elevar la temperatura de cocción, se deduce que se obtendrá también una mayor fuerza; los barnices para loza tienen mayor resistencia al uso que el barniz para cacharros, que contiene una menor cantidad de cuarzo.

El ácido silícico no influye de manera ostensible en -- los óxidos colorantes del barniz, y se le puede incorporar en mayor o menor cantidad sin que se observe alteración alguna - del color. Así que este hecho no constituirá obstáculo alguno\_ para observar la regla básica siguiente: se debe añadir tanto - cuarzo al barniz como sea posible sin que se altere su fusibilidad.

**Cristobalita:** durante el calentamiento y enfriamiento de sílice/cuarzo tiene lugar una alteración que consiste en que algunos de los cristales recién formados necesiten un espacio mayor o menor respectivamente. Generalmente esto se llama - - transformación de cuarzo a cristobalita; siendo este hecho de -



influencia importante en los cálculos para arcilla y barnices se\_ mencionará en qué consiste. En lo que sigue se muestran los\_ estados de alteración que entre otras cosas, tienen importancia en los cálculos cerámicos:

	875°C		870°C	
Cuarzo Alfa	-----	Cuarzo Beta	-----	Betatridimita
1470°C		1713°C		
-----	Betacristobalita	-----	Punto de fusión	

En el tránsito de un estado a otro -hacia arriba o hacia abajo- tiene lugar en la temperatura indicada un aumento o una\_ disminución del volúmen. La alteración en el presente esquema entre cuarzo alfa y cuarzo beta es del 1%. En otras alteraciones (no mostradas aquí) tiene lugar una alteración del volumen aún - mayor: así existe una alteración de volumen entre la betacristo\_ balita y la alfacristobalita del 14.2%.

Lo que tiene importancia para el ceramista son las alte\_ raciones que tiene lugar en las temperaturas indicadas. El cuar\_ zo que durante un proceso de fusión no haya tomado parte en la\_ formación del barniz, no se alterará, durante el enfriamiento lo que también quiere decir que en estos puntos tendremos una dis-

minución de volumen. La transformación influye tanto sobre la temperatura de la precocción como sobre la de la cocción del barniz, y sobre el cuarzo tanto en la arcilla como en el barniz.

### 3.2.2. Grupo del aluminio.

Para mayor facilidad, generalmente se denominan grupos intermedios o neutros, ya que el aluminio, incorporado al barniz en forma de feldespato o caolín, es el óxido de este grupo que aparece más frecuentemente.

Algunas de las otras materias de este grupo son el óxido de hierro,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , óxido de antimonio,  $\text{Sb}_2\text{O}_3$  y óxido de cromo,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ . Pero éstos se añaden al barniz por otras razones que la que se refiere al aluminio y serán, por tanto, descritos en otro lugar.

La principal función del óxido de aluminio es la de actuar como estabilizador para la viscosidad del barniz. Cuando éste es incorporado se obtiene un barniz menos fluído y más estable. Además, tiene gran importancia, ya que el óxido de aluminio impide que los otros componentes del barniz recristalicen -

durante el enfriamiento. El aluminio colabora con la dureza y la fuerza del barniz; su punto de fusión es de 2020°C, e incorporado en cantidades mayores o menores regularán el punto de fusión del barniz.

Puesto que en la naturaleza los yacimientos de aluminio puro son relativamente pobres -de ahí su precio elevado- no se puede emplear óxido de aluminio puro en la composición del barniz. Por lo tanto se tendrán que usar productos naturales en los cuales el aluminio ya existe en combinación con otros elementos. En general, esto quiere decir en forma de caolín o feldespato.

De la fórmula para el caolín,  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , y la del feldespato,  $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$ , se ve que junto con el aluminio se incorporan algunos otros elementos, además de agua. Como se verá cuando se llegue al grupo alcalino, estos elementos que pueden entrar en el grupo alcalino y colaborar en la composición del barniz. Tanto el caolín como el feldespato existen en grandes cantidades como yacimientos naturales. Otras fuentes que contienen aluminio serían:

Hidrato de aluminio/tierra arcillosa,  $\text{Al}(\text{OH})_3$

Bauxita,  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

Aluminio sódico,  $\text{NaAlO}_2$

Fluoruro de aluminio sódico/criolita,  $\text{Na}_3\text{AlF}_6$

Sulfato aluminico-potáxico/alumbre,  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot \text{K}_2\text{SO}_4 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$ .

Y algunos otros,



### 3.2.3. Grupos alcalinos.

La siguiente relación contiene los elementos que se incluyen en los grupos alcalinos (o grupos de óxidos alcalinos).

Se subraya que como una excepción se trata de óxidos -- alcalinos que toman parte en la composición del barniz mismo, -- contrariamente a los óxidos colorantes. La excepción es el óxido de plomo que, cuando existe en cantidades mayores en barnices -- de punto de fusión bajo, además del efecto alcalino puede tener -- tendencia a dar un color amarillento.

óxido de litio	$\text{Li}_2\text{O}$
óxido de sodio	$\text{Na}_2\text{O}$
óxido de potasio	$\text{K}_2\text{O}$
óxido de calcio	$\text{CaO}$

óxido de magnesio	MgO
óxido de bario	BaO
óxido de cinc	ZnO
óxido de estroncio	SrO
óxido de plomo	PbO

Los elementos que acabamos de enumerar tienen características muy distintas; según el resultado deseado se puede -- emplear uno u otro, o combinaciones de varios. Esto último -- es lo más corriente. Además se debe tener en cuenta que los elementos alcalinos en combinación con los otros grupos, aluminio y ácido, son absolutamente decisivos para el aspecto del -- barniz. Las cualidades características de los elementos en sí -- deben ser estudiadas cuidadosamente, y para la mayoría de los ceramistas será necesario poseer una gran experiencia para em -- plearlas racionalmente en los cálculos de composición de barni -- ces.

Oxido de litio: es un elemento que el ceramista usa -- poco a causa de su elevado precio.

Es un medio de fusión útil y que, aunque se emplee en pequeñas cantidades, tendrá un efecto de fuerte descenso de la --

temperatura. Se le puede incorporar sin que tenga efectos importantes sobre los óxidos colorantes del barniz en sentido negativo; incluso en el caso de algunos barnices, sobre todo tratándose de algunos barnices turquesa, aún aumentará la coloración. Empleando el litio como medio de fusión es posible, incluso a temperaturas altas, conservar la calidad de colorante turquesa del óxido de cobre, con la condición de que el barniz tenga por lo demás un carácter alcalino adecuado. Se puede incorporar el litio en forma de óxido o de carbonato; además, existen algunos productos naturales con buen contenido de litio.

Oxido sódico: bien conocido del uso diario en diferentes combinaciones, como por ejemplo la sal común ( $\text{NaCl}$ ), carbonato de sodio ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) o bórax ( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ ), es un elemento muy empleado en la cerámica. Es tan útil como el litio como medio de fusión y como éste también el cobalto, el manganeso y el hierro forman buenos colores en barnices que contengan sodio, y a pesar de existir bastantes inconvenientes, esta materia se emplea mucho. Estos inconvenientes, entre otras cosas, se manifiestan en que los que se acaban de mencionar son hidrosolubles, y por tanto, no pueden ser incorporados al barniz sin --

ser fritos previamente. Además, posee un coeficiente muy alto de dilatación y muy poca fuerza cuando aparece en grandes cantidades.

Por tanto, los barnices, ricos en sodio, conocidos de la cerámica egipcia, persa y española/moruna, ostentarán generalmente un agrietado fuerte, y el aspecto rayado y a veces erosionado de la superficie demostrará la escasa resistencia al uso del barniz al sodio.

Ya que a veces es deseable, sin embargo, incorporar cierta cantidad de sodio, éste se puede añadir en forma del feldespato conteniendo sodio (llamado feldespato de sosa), en donde aparece en forma insoluble ( $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$ ) y puede ser introducido en el barniz sin ser frito.

Oxido potásico: tiene muchos puntos en común con el sodio; las ventajas e inconvenientes serán casi las mismas. El coeficiente de dilatación es un poco menor y también aparecen ciertos cambios en combinación con los óxidos colorantes. Cuando se añade a un barniz en cantidades grandes, debido a su efecto sobre un óxido colorante será necesario fritarlo. Igual

como ocurre con el sodio, el potasio se combina en su mayoría en formas hidrosolubles, pero por suerte también existe un feldespato con un contenido lo suficientemente alto de potasio para poder incorporarlo en cantidades considerables sin necesidad de fritarlo ( $K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$ ).

El feldespato con contenido de potasio -feldespato potásico- sustituye, junto con el feldespato de sosa, el medio de fusión para los barnices para loza de altas temperaturas de cocción. Los barnices con contenido relativamente alto de los elementos mencionados: litio, sodio y potasio, se dice que tienen un carácter alcalino y se denominan, por tanto, barnices alcalinos.

Oxido cálcico: es, junto con los dos tipos de feldespato antes mencionados, una de las bases que más frecuentemente existe en los barnices para loza, y generalmente también forma parte de los barnices para cacharros de barro. A pesar del alto punto de fusión del óxido de calcio ( $2572^\circ C$ ) también se le puede emplear como elemento activante de la fusión a bajas temperaturas. Esto es debido a su aptitud para formar combinaciones eutécticas junto con otras materias y de esta manera ac-



tuar como medio de fusión. En barnices al plomo, de punto de fusión bajo, puede sustituir parte del plomo y actuar como factor regulador de la temperatura. Además, posee una influencia beneficiosa sobre la fuerza de barnices altamente alcalinos.

La influencia sobre el contenido de óxido colorante en el barniz es escasa. En ciertos casos puede tener un efecto beneficioso; en primer lugar se trata de los barnices celedones. Un contenido bastante alto de calcio ha mostrado tener considerable influencia en la calidad del hierro para formar colores verdeceledón durante una cocción reductora.

El calcio se emplea mayormente en la forma de carbonato cálcico/creta ( $\text{CaCO}_3$ ). La materia es insoluble en agua y no necesita ser fritada.

Con un contenido máximo de calcio la mayoría de los barnices tendrán la tendencia a volverse mates y feos en la superficie; la formación de silicato cálcico ( $\text{CaSiO}_3$ ) puede promover la aparición de manchas cristalinas.

Finalmente se debe mencionar que el calcio, cuando se incorpora en forma de creta, durante el proceso de fusión despi

de bastante ácido carbónico y que esto puede ocasionar la formación de cráteres en el barniz enfriado. En casos graves esto se puede modificar quitando el barniz previamente, pero si no se trata de cantidades desmesuradamente grandes de calcio, muy raras veces hará falta hacerlo.

Oxido de magnesio: se encuentra más frecuentemente en los barnices para temperaturas altas y más raramente en los barnices para objetos de barro con punto de fusión bajo. Su punto de fusión es de  $2800^{\circ}\text{C}$ , y sólo por esta razón su aplicación, aún en cantidades pequeñas a temperaturas bajas, será bastante limitada. Si no es por querer obtener un efecto determinado, será rentable emplear otra de las materias del grupo alcalino.

A temperaturas altas, el magnesio puede servir como medio para la formación de un barniz de aspecto especialmente liso; será posible aplicar y cocer un grosor de barniz bastante considerable. Barnices del tipo claro de luna y Yüan generalmente tienen un contenido considerable de magnesio.

El óxido de magnesio es una de las mejores bases para

evitar rupturas que surgen bajo la influencia del calor. A los barnices con tendencia a formar agrietado, se les puede añadir una pequeña cantidad de óxido de magnesio como medio para evitar este defecto. En cantidades demasiado grandes, en cambio, puede ocasionar la formación de "punteado de aguja", o en casos más graves ser la causa de que el barniz se divida en zonas que no se juntan. El óxido de magnesio no tiene influencia alguna sobre los óxidos colorantes, y como ejemplo diremos que el cobalto en un barniz conteniendo magnesio, en vez de dar el color azul corriente dará colores púrpura azulado y violeta.

Oxido de bario: en un barniz tiene un efecto que en cierto modo puede compararse con el del calcio. Es un buen medio de fusión; especialmente en los barnices para loza juega un papel importante en la elaboración de tipos mates, aquí generalmente en combinación con el cinc.

El bario tiene una influencia sorprendente sobre la reacción colorante de muchos óxidos y, por ejemplo, junto con cobre puede dar barnices de color azul luminoso de gran belleza. Las combinaciones amarillas con uranio se activan con la

presencia del bario y, finalmente, tiene cierto efecto sobre los barnices de color celedón o azul ferroso en los barnices para loza reducido. El carbonato de bario ( $\text{BaCO}_3$ ) es la forma más empleada, ¡es tóxico!

Oxido de cinc: tiene algo de la calidad del bario para formar barnices mates. Si es incorporado en cantidades demasiado grandes puede dar lugar fácilmente a que tenga un aspecto algo "seco" en el barniz terminado. Sin embargo, en cantidades adecuadas, especialmente en los casos donde también haya bario, puede dar barnices mates sedosos y de gran belleza. Barnices de este tipo también se denominan barnices al cinc/bario.

El óxido de cinc actuará sobre las combinaciones con cobre y cobalto, mientras que la influencia sobre los otros óxidos colorantes será escasa o nula.

El cinc se incorpora en forma de óxido de cinc; es un polvo blanco que también se emplea en la industria de colores y de placas.

Oxido de estroncio: sólo a causa de su precio se emplea raras veces en combinaciones de barnices; el efecto, por lo demás, es muy parecido al del calcio; el efecto cuando se emplea como medio de fusión es algo mejor.

Oxido de plomo: sin comparación, es el medio de fusión más eficaz y más empleado en los barnices de punto de fusión bajos y medianos, es decir desde 800°C hasta 1150°C aproximadamente.

A través de los tiempos y en muchas culturas encontramos ejemplos de este tipo de barnices al plomo. Las ventajas de emplear el plomo son evidentes; forma fácilmente combinaciones con la mayoría de las demás materias y da barnices de gran claridad. Está a disposición una escala de colores muy rica al emplear los óxidos colorantes en un barniz al plomo, y es fácil elaborar tanto barnices mates como brillantes. El barniz al minio tradicional conocido de la antigua alfarería danesa, es brillante y a menudo aplicado sobre un engobe de color. Combinaciones plomo/boro que se hallan en el comercio como productos acabados reúnen todas las cualidades del plomo y la fuer

za y el mayor margen de cocción que aporta el boro. . Este tipo de fritas es muy empleado en la elaboración de barnices para cacharrería.

El minio, sin embargo, tiene algunos inconvenientes de los cuales su toxicidad es el más importante. Las combinaciones del plomo pueden ser ingeridas por el organismo en forma de polvo, a través de la piel o los órganos respiratorios o digestivos, y ya que es difícilmente eliminable puede causar intoxicaciones graves y enfermedad (invalidez). En las fábricas y en escuelas el minio al plomo está prohibido por la ley en su forma no fritada, pero incluso en la forma fritada -es decir también en gran cantidad de productos terminados de diferentes casas comerciales- una parte del plomo todavía se podrá disolver si es atacada por ácidos. Esto puede ser, por ejemplo, algo tan inocente como el ácido acético contenido en un adobe o el ácido tánico en el té; por tanto, los objetos barnizados al plomo no deben emplearse nunca para objetos que sean recipientes para comida o bebidas. En realidad es aconsejable evitar el empleo de combinaciones de plomo totalmente y siempre que sea posible.

Al comprar las fritas comerciales que contienen plomo

se debe al menos asegurar que cumplan las exigencias legales sobre toxicidad; es decir, que la insolubilidad del plomo debe estar bajada al mínimo ya establecido, pero incluso en tales fritas al mezclarlas con otras materias se pueden formar combinaciones en las que se libera una parte del contenido del plomo.

Otro inconveniente, menor, en los barnices al plomo, es que sólo difícilmente se dejan reducir con buen resultado. Al transformarse el plomo en plomo metálico, dará sombras grises o negras en el barniz definitivo.

El plomo que se necesita para un barniz cerámico se encuentra en distintas formas, de las cuales las más corrientes son:

Oxido de plomo,  $PbO$  - "piedra de plata" litargirio.

Oxido de plomo,  $Pb_3O_4$  - minio, minio al plomo rojo.

Carbonato de plomo alcalino,  $2PbCO_3 \cdot Pb(OH)_2$  - plomo blanco.

Sulfato de plomo,  $PbCrO_4$ .

Mucho más aplicables para los barnices al plomo corrientes, cuando no se trata de obtener un efecto determinado, son las fritas comerciales antes mencionadas. Son productos -

en los que el plomo junto con silicio o boro está fritado según se indica a continuación:

Monosilicato de plomo,  $\text{PbO} \cdot \text{SiO}_2$

Bisilicato de plomo,  $\text{PbO} \cdot 2\text{SiO}_2$

Sesquisilicato de plomo,  $2\text{PbO} \cdot 3\text{SiO}_2$

Frita al plomo/boro (ej.)  $\text{PbO} \cdot 1, 5\text{B}_2\text{O}_3 \cdot \text{O}, 5\text{SiO}_2$ .

Oxido de boro: juega un doble papel, ya que al mismo tiempo que puede sustituir parte del silicato del barniz, también tiene buenas cualidades como medio de fusión, algo que generalmente caracteriza a las bases. Su punto de fusión está al rededor de  $600^\circ\text{C}$  y un barniz constituido por boro, plomo y sodio puede llevarse a la fusión a una temperatura muy baja.

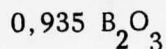
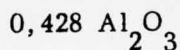
El boro posee además un coeficiente muy bajo de dilatación y de contracción y puede incorporarse a fin de disminuir la formación del agrietado.

Originalmente el boro fue incorporado como materia para barniz cerámico a fin de evitar el plomo tóxico en los barnices para cacharros. Es en este caso que el boro actúa como ácido; se ha demostrado que donde se deberían emplear cantida-



des desmesuradamente grandes de los otros óxidos alcalinos para, junto con el silicio, formar un producto fusible, el boro puede entrar como parte del ácido silícico, y al mismo tiempo que es un elemento constituyente del barniz asegura también una fusión a temperatura baja. En la fusión con otras materias formará una capa dura de barniz sin tendencia a la formación de agrietado.

En la mayoría de los casos se debe emplear una forma fritada, ya que existen pocas materias primas insolubles a nuestra disposición. Se recomienda emplear los productos terminados que se encuentran en el comercio bajo la denominación de frita al boro y frita al plomo/boro. La frita puede, por ejemplo, tener la composición siguiente:

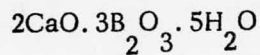


De materias que se deben fritar mencionamos las siguientes:

Acido bórico	$\text{H} \text{BO}_3$
	$\text{3} \quad \text{3}$
Bórax deshidratado	$\text{Na} \text{B} \text{O}$
	$\text{2} \quad \text{4} \quad \text{7}$

Mientras que la siguiente puede emplearse sin ser fritada:

Borocalcita/borato cálcico/colemanita



Y será muy aplicable, especialmente en barnices para loza. Además, se pueden emplear sin ser fritos los boratos de cinc, bario y estroncio.

### 3.3. ELEMENTOS EN LA ARCILLA Y EN EL BARNIZ.

En el apartado anterior sólo se ha tratado los principios puramente básicos para la elaboración de barnices; hasta ahora se ha tratado sólo de los elementos fundamentales que se necesitan para la formación de un barniz incoloro.

Aparte de los elementos básicos ya mencionados, existe un gran número de otras materias que se emplean frecuentemente. Un grupo especial lo constituyen los óxidos de metal colorantes. Aunque sean relativamente pocos los óxidos que --

están a disposición de los ceramistas, con ellos se puede obtener una amplia escala de colores, ya que muchos factores influyen en el efecto colorante de los óxidos. En primer lugar, se trata de la composición química del barniz; otros factores son la temperatura y atmósfera del horno, el color de la arcilla y algunos otros.

Siendo el óxido colorante crudo de un color muy distinto al que dará en un barniz, se requiere un conocimiento exacto sobre su efecto. Un metal, como por ejemplo el hierro, puede en sus muchas combinaciones, y en distintas composiciones del barniz, dar colores desde azules suaves, pasando por verdes (celedón), amarillos y rojos hasta castaño oscuro y negro. De la misma manera, varios de los otros óxidos tienen cualidades distintas, dependiendo de las materias con las cuales se combinan.

Además de los óxidos colorantes, seguidamente se mencionará una serie de otras materias que o bien influyen sobre el color y aspecto del barniz o son elementos de composición de barnices, aparte de los ya tratados.

Hidrato de aluminio,  $\text{Al}(\text{OH})_3$ : esta materia está constituida por una sal de aluminio y una base. A veces es empleada en el barniz para obtener un efecto mate, pero ya que el aluminio generalmente se puede introducir como feldespato, el hidrato no se emplea mucho.

Oxido de aluminio,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ : es conocido desde hace muchísimos años como "tierra arcillosa". La materia que es de punto de fusión alto se incorpora al barniz como un estabilizador activo con miras a la viscosidad; generalmente se introduce como caolín y feldespato.

Oxido de antimonio,  $\text{Sb}_2\text{O}_3$ : el color amarillo para los barnices de cacharros de barro que se denomina amarillo de Nápoles, está elaborado basándose en óxido de antimonio y estaño. Existe como producto comercial en el óxido de antimonio - ha sido fritado junto con plomo y estaño; también es posible - elaborar su propio color amarillo sin fritar:

15 g. minio

10 g. óxido de antimonio

4 g. óxido de estaño

Se pesan y se mezclan bien en forma seca. La mezcla se pone en un crisol y se calienta hasta  $920^{\circ}\text{C}$  (cono de Seger\_09a); el producto después de la quema se muele cuidadosamente antes de ser empleado en el barniz o como color de decoración. Aquí no se trata de un proceso de fritada, sino de un polvo calcinado (incinerado). Tanto el óxido de antimonio como el plomo son materias tóxicas que deben ser tratadas con la mayor precaución.

Borato de bario/metaborato de bario,  $\text{BaO} \cdot \text{B}_2\text{O}_3$ : puede emplearse para introducción de boro en barnices en los que también puede estar el bario. Se trata de barnices como el de azul ferroso de hierro y de los celedones, entre otros, donde tanto el bario como el boro tienen una influencia favorable sobre la formación de las combinaciones ferrosas de color azul suave/celedón.

Cromato de bario,  $\text{BaCrO}_4$ : en ciertos tipos de barniz puede dar colores amarillos o verdes amarillentos bonitos. El resultado depende mucho de los demás componentes y las proporciones de éstos. Concerniente a los barnices para cacharros de barro, el cromato de bario reacciona bastante pronto en un medio

alcalino, y tratándose de barnices para loza se pueden obtener buenos resultados junto con el 5% de cromato de bario en barnices sencillos de feldespatos sin cinc.

Bentonita,  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ : por sus cualidades enormemente plásticas es muy empleada en la fabricación de cerámica. Si los demás componentes de la arcilla dan un producto no plástico, añadiendo una cantidad de bentonita se puede aumentar la plasticidad por pequeña que sea.

La bentonita es de origen volcánico y generalmente contiene más materias que las incluidas en la presente fórmula. Sus cualidades plásticas son conocidas desde hace siglos, y en la cerámica persa, que por lo demás se compone mayormente de cuarzo, existen ejemplos de la aplicación de la bentonita en la pasta arcillosa.

En los barnices sólo existirá en cantidades muy pequeñas, generalmente para evitar la sedimentación del barniz en suspensión. 2-3% de bentonita bastan.

Carbonato de plomo alcalino,  $2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb(OH)}_2$ : se deno-

mina también blanco de plomo; es tóxico igual que el minio de plomo, y por esta misma razón no se emplea mucho. Esto es en realidad lamentable ya que es un producto al plomo destacable para barnices de cocción a bajas temperaturas; es fácil de trabajar y combina bien con otras materias.

Los objetos barnizados con barnices conteniendo blanco de plomo sin fritar tendrán cierta tendencia a desteñir y, por tanto, no deben ser empleados como recipientes de productos alimenticios. La materia debe ser fritada.

Cromato de plomo,  $PbCrO_4$ : esta materia se emplea frecuentemente en la elaboración de barnices amarillos de cocción a bajas temperaturas. La reacción amarilla es sobre todo muy acertada en barnices que contengan plomo, mientras que en los que contienen estaño daría colores rosas. En barnices sin plomo ni estaño daría colores verdes.

Oxido de plomo,  $PbO$ ,  $Pb_3O_4$ : el óxido en su forma primera  $PbO$ , se llama litargirio, mientras que la otra,  $Pb_3O_4$ , es conocida como minio de plomo/minio rojo. Esta última es el

medio de fusión más empleado a temperaturas bajas y se conoce y emplea desde hace siglos. Siendo el minio muy tóxico, hoy día se emplea mayormente en su forma fritada, combinado con cuarzo y formando silicatos de plomo.

Silicato de plomo,  $2\text{PbSiO}_2 \cdot \text{Pb(OH)}_2$ : el silicato alcalino del carbonato de plomo se emplea muy poco como fuente de plomo. De todos modos, puede ser un constituyente útil del carbonato de plomo en casos donde el ácido carbónico de esta materia sea la causa de formación de cráteres en el barniz.

Sulfuro de plomo,  $\text{PbS}$ : es conocido con el nombre de galena. Es una materia prima de la cual se hacen todas las combinaciones con plomo. Es un polvo negro que no se emplea en forma pura.

Bórax/deshidratado,  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ : al lado del plomo, es la materia más eficaz como medio de fusión en barnices de cocción a bajas temperaturas. Es hidrosoluble y debe ser fritado.

Al usar bórax, se incorpora al barniz tanto boro como sodio, y en estos barnices alcalinos se presenta la posibilidad



de obtener una gran riqueza de colores al combinar con los óxidos colorantes. En lo que concierne a los barnices para loza, esta materia se emplea poco, pero una cantidad reducida puede tener una buena influencia sobre los barnices que requieren una última y definitiva baja de la temperatura, y al mismo tiempo aumenta su fluidez.

En un engobe, una cantidad menor de bórax proporcionará a la superficie una mayor dureza, de manera que sea más fácil manejar el objeto.

Acido bórico,  $H_3BO_3$  o bien  $B(OH)_3$ : el ácido bórico es un polvo cristalino fácilmente hidrosoluble. Es una buena fuente para boro en barnices fritos.

Borato cálcico/borocalcita/colemanita: estando aquí presente el boro en forma casi hidrosoluble, puede ser introducido sin fritar.

La borocalcita ( $CaO \cdot 2B_2O_3 \cdot 6H_2O$ ), igual que la colemanita ( $2CaO \cdot 3B_2O_3 \cdot 5H_2O$ ), son minerales existentes al natural y la composición de las materias puede variar algo. El producto

técnico, el borato cálcico ( $\text{CaO} \cdot \text{B}_2\text{O}_3$ ), es algo estable. El contenido de borato cálcico en un barniz puede variar de 1-20%; en un barniz para loza con contenido alto se reflejará en la materialidad y color del barniz. En barnices coloreados, en las superficies verticales puede dar lugar a la aparición de partes teñidas, como rayas de color azul blanquecino, y dará frecuentemente a la superficie una materialidad característica (carácter grumoso).

Los barnices de contenido alto de hierro (con 10-15% de óxido de hierro o más) durante la cocción reductora se vuelven de color negro rojizo con un carácter cristalino que recuerda la piel de liebre (tenmoku), que al mismo tiempo estén presentes cantidades suficientes de borato cálcico en el barniz.

Fluoruro cálcico,  $\text{CaF}_2$ : se emplea algunas veces como fuente de calcio y tiene buen efecto como medio de fusión. El tamaño granular es bastante considerable y puede ser necesario moler al espato flúor en el molino a bolas para asegurar que pase a través de la criba.

En barnices para loza puede tener una influencia bene-

ficiosa sobre la formación de colores azul turquesa en barniz -- que contenga cobre, y además, preferentemente, algo de zinc.

Sulfato cálcico/yeso,  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ : esta materia no se emplea directamente en los barnices y las arcillas, al contrario, puede causar grandes destrozos si por equivocación se mezcla con el barniz, aún en una cantidad pequeña.

Piedra de Cornualles: este nombre indica un tipo de feldespato de origen inglés en el cual aparecen creta, sodio y potasio en cantidades casi iguales, mientras que la cantidad de silicio en relación a éstas es algo mayor que en otros feldespatos. Se puede establecer el siguiente análisis:

0,304 CaO		
0,355 $\text{K}_2\text{O}$	· 1,076 $\text{Al}_2\text{O}_3$	· 8,120 $\text{SiO}_2$
0,341 $\text{Na}_2\text{O}$		(según Rhodes)

y

0,185 CaO		
0,359 $\text{K}_2\text{O}$	· 1,162 $\text{Al}_2\text{O}_3$	· 8,950 $\text{SiO}_2$
0,437 $\text{Na}_2\text{O}$	0,0106 $\text{Fe}_2\text{O}_3$	0,0055 $\text{TiO}_2$
0,0185 MgO		(según Nelson)

Como se verá existen grandes posibilidades de variación.

Dolomita,  $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ : como se ve por la fórmula, esta materia es un carbonato doble de calcio y magnesio. Es muy efectiva como medio de fusión en barnices de punto de fusión tan alto como bajo, en los que entran ambos componentes.

Al sustituir parte del calcio del barniz por dolomita en general se obtiene una mejor fluidez del barniz, pero al mismo tiempo se rebaja el margen de fusibilidad.

También se puede emplear en la arcilla como medio de fusión (loza).

Feldespatos,  $(\text{K}, \text{Na})_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$ : es la denominación común para una serie de yacimientos naturales de productos rocosos demolidos. Durante la demolición las partículas se han gastado hasta llegar a tener un tamaño granular muy pequeño. En un producto tal de feldespatos existen tres grupos:

- a) sodio, potasio o calcio
- b) aluminio

c) silicio.

Ya que en muchas cantidades proporcionales entre sí va  
rían según la localidad, existen muchas combinaciones distintas.

En cerámica, generalmente bastan las siguientes:

Feldespato de sosa	$\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$
Feldespato de potasa	$\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$
Feldespato de creta	$\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$
Nefelina-sienita	$1,0 \text{ RO} \cdot 1,04 \text{ Al}_2\text{O}_3 \cdot 4,53 \text{ SiO}_2$

Todos entran como componentes esenciales en barnices en  
tanto para temperaturas de cocción altas como bajas. En lo que  
conciérne a la loza, también con uno de los feldespatos mencio-  
nados se obtiene un barniz que se funde alrededor de  $1250^\circ\text{C}$  --  
(cono de Seger 8), tal vez no demasiado interesante pero se le en  
puede alterar por mediación de otras materias.

Se debe considerar probable que la mayoría de los obje-  
tos de loza antigua chinos y japoneses fueron barnizados con --  
composiciones de feldespato existentes cerca del taller del alfa en  
rero. Existen muchos lugares en Japón donde estos feldespatos  
ajustados y de coloración natural existen y todavía son emplea--  
dos por los alfareros.

La piedra de Cornualles y la pegmatita son denominaciones para tipos de feldespatos existentes al natural.

Sílice,  $\text{SiO}_2$ : sílice auténtico quiere decir arena molida o piedras de sílice trituradas y calcinadas, y reacciona un poco más rápidamente en el barniz que el cuarzo. A causa de su escaso peso molecular el sílice sedimenta fácilmente y el cuarzo será por tanto mucho más fácil de tratar en la elaboración de un barniz. Los guijos de sílex se emplean como bolas de demolición en los molinos a bolas.

Ilemenita,  $\text{FeTiO}_3$ : se emplea a veces en arcilla o en barniz si se desea obtener un carácter punteado especial. La materia, que es un mineral natural, es de tamaño granular bastante grueso y, en ciertas cantidades, aparecerá en forma de puntos de color pardo negrusco en la arcilla, o, si la arcilla está cubierta por un barniz, como manchas ferrosas de color pardorrojizo en el barniz. Se emplea al 0,5-2%.

Cromato de hierro/cromoferrita/cromita,  $\text{FeCr}_2\text{O}_4$ : esta materia es muy eficaz en la elaboración de engobes grises, y

en algunos barnices dará colores grises buenos. A temperaturas por encima de 1020°C (cono de Seger 04a) tiene tendencia a desaparecer. En barnices conteniendo estaño puede dar colores rosa.

Oxido de hierro protóxido de hierro,  $\text{FeO}$ ; peróxido de hierro,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ; peróxido-protóxido de hierro,  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ : este óxido metálico es, sin comparación, una de las materias más valiosas. A través de las múltiples combinaciones del hierro tenemos la posibilidad de elaborar un sinnúmero de colores interesantes, desde el azul suave y los verdes celestinos, pasando por los amarillos, pardos y rojos, hasta los negros rojizos profundos de gran belleza.

Es debido al óxido de hierro que la arcilla roja tiene su color, y en innumerables combinaciones el hierro es la fuente de color. El ocre es una arcilla que se puede emplear en la elaboración de barnices celestinos en atmósfera de horno reductora; muchas otras materias en las cuales el hierro aparece en forma de impurezas, a menudo tiene una influencia definitiva sobre el resultado final.

Si en la arcilla se mezcla óxido de hierro, éste le puede proporcionar al corte un tono parduzco que muchas veces sirve para subrayar el barniz. El óxido de hierro se puede añadir al efectuar una suspensión con la arcilla, o bien mezclándolo -- con ella durante el amasado; al trabajar la mezcla cuidadosa- - mente, se puede conseguir una buena coloración sin que aparezcan manchas ni punteado, tanto en la arcilla para cacharros como en arcilla para loza. Si sobre un corte coloreados se aplica un barniz incoloro, éste, en cochura reductora puede incorporar -- algo de hierro de la arcilla y formar los suaves colores celedones.

Cuando se trata de cantidades muy grandes (más del 10%) en la arcilla puede ocasionar deformación de los objetos; el hierro es un medio de fusión muy activo y el margen de fusión de la arcilla debe ser aumentado, por ejemplo añadiendo chamota -- junto con el óxido de hierro. Burbujas en la arcilla y mala coloración del barniz pueden ser debidas a una dosis demasiado gran de de óxido de hierro.

En los barnices de temperaturas bajas, el óxido de hierro en barnices alcalinos podrá dar colores amarillos y pardos,



mientras que en barnices conteniendo plomo dará tonos pardorrojizos (dependientes de la atmósfera oxidante del horno).

En especial el óxido juega un papel importante en los barnices para loza. La arcilla para loza en sí tiene frecuentemente un carácter algo gris y triste, pero con cantidades de óxido de hierro adecuadas se puede elaborar pastas arcillosas según el propio gusto, con colores desde pardo suave a pardorrojizo oscuro. También aquí la atmósfera del horno tiene gran influencia sobre el color de la arcilla cocida. Si se mezcla con el barniz para loza dará una escala de colores según las circunstancias. El óxido de hierro se emplea generalmente en forma de peróxido de hierro, también denominado "óxido de hierro rojo".

La combinación de protóxido de hierro es un polvo negro con casi el mismo efecto que el peróxido. Empleando las mismas cantidades de peso, se consigue una coloración más fuerte con el protóxido, ya que éste contiene más átomos de hierro por parte de peso.

El peróxido-protóxido de hierro, también llamado mag-

netita, es muy empleado para decoración a princel cuando se quiere obtener un color más vivo y matizado que el que daría el óxido corriente. En atmósfera reductora de horno puede dar un aspecto metálico brillante como la plata, conocido de la cerámica japonesa, si se aplica sobre un barniz para loza. En atmósfera oxidante el color sería rojizo moderado; en ambos casos es aconsejable mezclar 10-20% de barniz empleado con el óxido de hierro.

Oxido de cadmio,  $\text{CdO}$ : es una de las pocas fuentes de colores rojos a temperaturas bajas. En su forma de sulfuro de cadmio junto con selenio puede dar colores anaranjados y rojos buenos, pero es muy poco refractario y desaparecerá a temperaturas superiores a  $900^{\circ}\text{C}$ . Es muy tóxico.

Feldespatos de potasa,  $\text{K}_2\text{CO}_3$ : ha sido mencionado antes como feldespatos. Posee las mismas cualidades que el feldespato de sosa; a causa de su punto de fusión un poco más elevado ( $1270^{\circ}\text{C}$ ) a veces puede emplearse para ajustar el punto de fusión de un barniz en sentido ascendente sustituyendo algo de feldespato. Esta sustitución sólo puede efectuarse si el cambio de

sodio a potasio por lo demás no influye en el aspecto del barniz.

Carbonato potásico,  $K_2CO_3$ : se introduce en las fritas cuando se desea obtener un contenido especialmente alto de potasa que no se consigue en cantidades suficientes a través del feldespato potásico. Barnices de alto contenido de potasio (alcalinos), dan, justo con combinaciones de cobre, colores sorprendentemente limpios y brillantes; cuanto más alto es el contenido de potasio, más azul turquesa. La materia es hidrosoluble y debe ser fritada.

Dicromato potásico,  $K_2Cr_2O_7$ : es una combinación de cromo/potasio que se emplea en la elaboración de colores verdes, y en cantidades menores (menos del 1%) puede además dar colores limpios amarillo de limón a temperaturas bajas. La materia es tóxica.

Nitrato potásico,  $KNO_3$ : la materia se conoce con el nombre de salitre o nitro y es una buena fuente para barnices fritos alcalinos. Este tipo de barniz tiene gran tendencia a formar grietas y esto debe evitarse añadiendo al mismo tiempo

materias que disminuyan este inconveniente. La materia es hidrosoluble y debe ser fritada. Debe conservarse en recipientes, ya que de lo contrario absorbería humedad y se petrificaría.

Caolín,  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ : es la fuente más importante de aluminio en los barnices. Ha sido ya descrita y solo se añadirá que la materia también se conoce por materia arcillosa o sustancia arcillosa (no debe confundirse con tierra arcillosa - óxido de aluminio).

Carbonato de cobre, básico  $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$ : constituye, junto con el óxido de cobre, la fuente más importante para colores verdes. El carbonato es de granulación más fina que el óxido y es preferible si se quiere evitar una coloración punteada o ligeramente manchada. La reducción de un barniz al cobre se facilita si se emplea el carbonato con preferencia al óxido.

Oxido de cobre,  $\text{CuO}$ : junto con los óxidos de hierro y de cobalto, el del cobre es una de las fuentes básicas para toda elaboración cerámica. Estos tres constituyen la base sobre la cual los ceramistas y alfareros han apoyado sus conocimientos

de decoración durante siglos y en culturas de muy distinta índole.

Como medio de coloración para barnices se conoce desde tiempos prehistóricos, y con sus ricas posibilidades ha sido siempre un estímulo para nuevos ensayos y expresiones. El cobre se haya en una forma natural mineral que se premuele fácilmente y que se emplea como color en la decoración o se mezcla al barniz. Hace más de 5000 años, los egipcios elaboraron con el cobre, barnices alcalinos de color azul brillante; ejemplos de ello serán conocidos por la mayoría de las personas. Para el ceramista contemporáneo el cobre es una materia que con sus muchas combinaciones ofrece la posibilidad de obtener una gran escala de colores verdes y azules. El cobre reacciona de muy distinta manera según el carácter del barniz; la misma cantidad daría un resultado muy diferente en un barniz al plomo o en un barniz alcalino.

El óxido cuproso es el más corriente y da buenos verdes en barnices plomo para cacharros de barro. En barnices alcalinos o con contenido de boro daría colores más o menos azul turquesa. Alrededor del 2% bastaría pero, naturalmente, -

el color dependerá además de la composición del barniz.

El óxido también es una excelente fuente de color en los barnices para loza; aquí tendrá importancia determinante la atmósfera del horno. Mientras que el óxido de cobre en atmósfera oxidante dará colores verdes o verdeazules, en reducción tiene lugar un proceso en el que el óxido de cobre verde se convierte en cobre metálico (que es rojo) y el resultado se conoce como barnices rojos cobrizos o rojos sangre de buey.

Al aumentar la temperatura se puede constatar cierta volatilidad del cobre. Se "evapora" y puede manifestarse en forma de destefimiento o vaho sobre los objetos más próximos en el horno. Para evitar que esto ocurra se debe mantener un espacio considerable entre los objetos. Estando presente en el barniz o borato cálcico o carbonato de bario aumentarán los colores verde-azules/azul turquesa, mientras que los barnices de feldespato menos complicados darían colores desde verde pálido hasta verde botella oscuro.

La capacidad de coloración del óxido de cobre puede moderarse al añadir otros óxidos, como por ejemplo de hierro,

cobalto (muy poco), rutilo o níquel.

Nitrato de cobre,  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , cloruro de cobre, --  
 $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ : son ambas sales metálicas hidrosolubles del cobre.  
 Se pueden emplear gránulos de color; aquí tiene lugar una pre-  
 cipitación de la sal metálica por una base (agua de amoniaco).

Carbonato de cobalto,  $\text{CoCO}_3$ : igual como ocurre con el  
 carbonato de cobre, también el de cobalto es de granulación --  
 más fina que el óxido y proporciona una mejor distribución del -  
 color.

Oxido de cobalto, ( $\text{CoO}$ , óxido cobaltoso,  $\text{Co}_2\text{O}_3$ , óxido  
 cobáltico): es una materia bastante costosa, pero gracias a su -  
 gran capacidad de coloración, incluso con pequeñas cantidades -  
 se obtienen barnices azules de color fuerte; cantidades peque- -  
 ñas como el 1/4-1/2% dan luminosos colores azules.

Junto con la gran potencia de coloración del cobalto, -  
 otra característica suya es que ni la temperatura ni la atmósfera  
 del horno tienen apenas influencia sobre esta potencia. A gran--

des rasgos, se obtiene un fuerte color azul con el 1% de cobalto como fuente de color, este color azul es un poco desagradable debido a su reflejo rojizo, y, por ello, se suele moderar un poco añadiendo distintos óxidos, por ejemplo de hierro, cromo o manganeso. Una excepción es el óxido de cobalto en barnices alcalinos; como ocurre con la mayoría de los demás óxidos, se manifiesta en una gran intensidad y luminosidad del color. El cinc y el bario pueden contribuir a la obtención de colores más moderadamente azules o azules grisáceos.

El bonito color azul que conocemos de la loza y porcelana chinas y japonesas también es debido al cobalto. Aquí se trata de un producto mineral natural en donde existe el cobalto en un 10-30% y en combinación con otras materias como hierro y manganeso. Un análisis químico del mineral bien puede proporcionarnos información sobre su composición, pero es muy difícil reproducirlo fritando los mismos elementos.

Nitrato de cobalto,  $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ,

Sulfato de cobalto,  $\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ : son ambas sales metálicas hidrosolubles del cobalto. Se emplean donde se desea una coloración total del barniz, exento del punteado producido por -



el óxido. La materia se introduce en forma disuelta y después de revuelta con el barniz se precipita con una base (agua de amoniaco).

Oxido de cromo,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ : el cromo, junto con el cobre, es otra fuente para obtener barnices verdes, tanto para objetos de barro como para loza. No da colores tan limpios y brillantes como el cobre y por su refracción tendrá generalmente - - cierta tendencia a tapar y volver "polvoriento" al barniz. En barnices para loza, el material se emplea moderadamente. Incorporado a un barniz de feldespato daría un color verde grisáceo no muy interesante, y aunque esté presente como único colorante, el resultado será más o menos este mismo. Su misión principal, por tanto, será la de actuar como moderador sobre otros óxidos que solos dominarían demasiado en un barniz, por ejemplo el cobalto y el cobre. Junto con el cobalto da colores verdeazules buenos en barnices que no contengan cinc. Las combinaciones con cinc darían colores pardos, y varios colores para debajo del barniz y encima del barniz están elaborados de estas dos materias.

Aparte de los colores verdes y pardos, en ciertos casos,

y sólo en barnices para objetos de cacharrería, también daría colores anaranjados y rojos de gran intensidad. El barniz básico debe en este caso contener algo de plomo y el contenido de aluminio debe ser bajo; los resultados mejores se consiguen a temperaturas por debajo de 1000°C.

Si en un barniz existen cantidades pequeñas de óxido de cromo junto con estaño, darán colores rosas. El óxido de cromo, igual que el manganeso, tiene tendencia a formar cráteres y burbujas en la superficie del barniz, y en caso de emplearlos deben ser calcinados antes de usarlos a una temperatura superior a la de la cocción del barniz.

El cromo también puede introducirse en forma de:

Cromato de plomo	$PbCrO_4$
Dicromato de potasio	$K_2Cr_2O_7$
Cromato de bario	$BaCrO_4$

Creta/carbonato cálcico,  $CaCO_3$ : como se ha mencionado, el calcio es una de las materias básicas más importantes. Su capacidad para formar combinaciones eutécticas con otras materias le convierte en un medio de fusión eficaz, tanto en

barnices para cacharrería como para loza.

Criolita,  $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ : una manera para introducir el sodio en un barniz sin fritar es empleando criolita%fluoruro sódico -- alumínico; de esta manera el barniz se vuelve más alcalino.

El fluór que se introduce al mismo tiempo puede ocasionar ciertas molestias en forma de una ebullición violenta durante el proceso de fusión, y por tanto se debe mantener una buena distancia entre objetos al cargar el horno.

Cuarzo,  $\text{SiO}_2$ : la regla básica dice que se debe introducir tanto cuarzo como sea posible sin que influya en la fusibilidad del barniz. El silicio es el elemento fundamental para la formación del barniz, y cuanto más de él se puede introducir en un barniz -en forma de cuarzo- tanta mayor estabilidad y fuerza se conseguirá. Los barnices para loza tienen un contenido relativamente más alto que los barnices para cacharrería y tienen, por tanto, una superficie más dura y de mayor resistencia al uso.

En la elaboración de un corte de carácter especialmente

duro y limpio el cuarzo puede constituir una parte importante de la masa arcillosa. Al mismo tiempo se le añade una cantidad adecuada de bentonita para conservar la plasticidad. Al cubrir un corte de gran contenido de cuarzo con un barniz alcalino, éste adquirirá colores de gran fuerza y luminosidad. Esto es conocido, por ejemplo, a través de las fayenzas persas donde barnices turquesa frecuentemente han sido aplicados sobre un corte de esta clase.

Carbonato de litio,  $\text{Li}_2\text{CO}_3$ : si a causa de la temperatura de cocción en un barniz alcalino se hace imprescindible tener un contenido alto de aluminio y silicio, la mala influencia de estas materias puede ser disminuída al introducir al mismo -- tiempo carbonato de litio. Este medio de fusión tiene una acción neutralizadora sobre el aluminio y sobre los ácidos, de -- manera que se puede conservar, por ejemplo, el color de un barniz al cobre.

La materia es costosa y por esta razón su uso será limitado. Existen, sin embargo, combinaciones eutécticas naturales que contienen el litio en cantidades considerables y empleando una de ellas se puede obtener litio en forma mucho más bara-

ta. Se trata de materias como espudúmeno y petalita.

Carbonato de magnesio/magnesita,  $MgCO_3$ : es la principal fuente para la introducción de magnesio en un barniz. El carbonato es una materia muy ligera que difícilmente se mezcla con el barniz. Antes de tamizar flotará sobre el agua, pero si se deja que todo repose algunos minutos, la materia se mezcla luego más fácilmente con los otros ingredientes.

Carbonato de manganeso,  $MnCO_3$ : es un producto de manganeso, de granulación más fina que el dióxido de manganeso. Para la decoración a pincel o al engobe se emplea el carbonato con preferencia por no dar lugar a punteado de color.

Dióxido de manganeso,  $MnO_2$ : pirolusita o dióxido de manganeso es un óxido muy empleado en la elaboración de cacharros. Se emplea tanto en barniz, y en engobe como en colores debajo del barniz y encima del barniz, y es una buena fuente para colores pardos. Se recomienda emplear cantidades moderadas; la materia fácilmente puede causar una ebullición del barniz con formación consiguiente de burbujas. En cierto modo

puede evitarse al calcinar la materia previamente junto con una parte del cuarzo del barniz.

Los colores pardos conseguidos a través del dióxido de manganeso son tonos distintos, desde pardo claro hasta pardo -- oscuro según la cantidad empleada. Además, en barnices alcali nos existe la posibilidad de obtener colores violeta azules y vio leta rojizos; en este caso también debe estar presente en el -- barniz una pequeña cantidad de cobalto.

A causa del gran tamaño granular del dióxido de man ganeso puede ser necesario premoler el barniz, o el óxido junto con una parte del barniz, para evitar el punteado de color.

Minio,  $Pb_3O_4$ : el minio al plomo rojo es conocido por - la mayoría de las personas como medio de protección anti-he-- rrumbe en la industria de lacas y colores. Pero incluso antes\_ de conocer esta cualidad, desde hacía siglos el minio se emplea ba ya como ingrediente de los barnices en las alfarerías. El - - plomo metálico se quemaba en un horno especial hasta formar ce nizas que, junto con arena, (cuarzo) premolida y cola de harina, componían el barniz de los alfareros daneces.

Actualmente también se emplean mucho los barnices al plomo, a pesar de que la materia tiene bastantes inconvenientes. Primeramente, es muy tóxica, y al inhalarlo o ingerirlo se incorpora al organismo y difícilmente se elimina.

Bicarbonato sódico,  $\text{NaHCO}_3$ : se conoce como sosa carbonatada. Al precipitarlo con sulfato de cobalto se forma un colorante azul que se puede emplear como colorante para debajo del barniz o encima del barniz.

Carbonato sódico, crist,  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$

Carbonato sódico, anhidro,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ; la materia se conoce como soda o sosa. Junto con el bórax es uno de los medios de fusión más eficaces en barnices y fritados alcalinos.

Al suspender la arcilla se le puede añadir 1-2% de sosa, lo cual hará que se emplee menos agua y se obtendrá un menor encogimiento y un producto más resistente antes de la precocción.

Cloruro sódico,  $\text{NaCl}$ ; al efectuarse el barnizado de loza, al acercarse a la temperatura final, se echa sal en el inte

rior del horno caliente, provocando así la liberación de los cloruros; éstos desaparecen luego junto con los vapores de agua a través de la chimenea. La sosa sobrante se combina con el silicio de la arcilla y forma silicatos que aparecerán sobre el objeto enfriado como capas más o menos gruesas de barniz. La capacidad del cloruro sódico para formar silicatos de esta manera es muy grande y se necesitan cantidades muy pequeñas para obtener una buena capa de barniz (aproximadamente 2 Kg de sal para 1 tonelada de losa).

Oxido de níquel I, NiO (níquel verde)

Oxido de níquel III, Ni<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (níquel negro); se emplea, igual que el óxido de cromo, como medio para moderar a los demás óxidos con mayor fuerza de coloración, para conseguir tonos más suaves.

En la mayoría de las combinaciones el níquel solo en un barniz (en cantidades de 1-2%) daría colores castaños variados que no brillan por su belleza. Pero cuando la composición es de carácter más determinado, el óxido de níquel también puede dar colores suaves azul grisáceos sorprendentes; en este caso se trata de barnices del tipo cinc/bario. En combinaciones



con magnesio pueden surgir buenos colores verdeazules. Si el óxido de níquel es introducido en cantidades grandes, puede causar la formación de cristales en el barniz.

Ocre: es un producto arcilloso con gran contenido de óxido de hierro y otros en cantidades menores. Igual que algunas materias parecidas, como la tierra de siena y la umbra, se emplea en engobes y en colores para decoración, donde da buenos y suaves tonos castaños. Se emplea muy poco en barnices, pero debe tenerse en cuenta que el ocre puede ser un colorante excelente para los barnices verdeceledones; la distribución del color es muy fina, incluso sin premolido en molino de bolas.

Oxido de estaño,  $\text{SnO}$  (óxido estannoso)

Oxido de estaño,  $\text{SnO}_2$  (óxido estánnico); a causa de la dificultad del estaño para disolverse con otros elementos; después de enfriado se hallará en un barniz como partículas libres en él. Si está presente en cantidad suficiente, dará un barniz blanco y cubriente. El producto se llama barniz al estaño y se emplea mucho este tipo, especialmente para objetos de cacharre-

ría. Los barnices al estaño se pueden teñir con otros óxidos o - sustituir la base para una decoración sobrepuesta con la técnica mayólica (véase decoración encima del barniz).

El óxido de estaño tiene bastante influencia sobre los -- otros óxidos (colorantes) y se pueden elaborar muchos matices - según la proporción variada de la mezcla. Esto se aprovecha - en la elaboración de productos en serie que se cuecen a tempe- raturas bajas, entre otras calcinaciones de estaño y otros óxi- dos.

La capacidad para cubrir de color blanco es válida para cacharrería como para loza, mientras la cocción del barniz se\_ haga en atmósfera oxidante; el efecto cubriente disminuye con -- temperaturas elevadas. Si la cocción es reductora, se constatará que el efecto cubriente disminuye; este hecho se puede corregir\_ añadiendo mayores cantidades de estaño o bien otra materia cu-- briente, como rutilo o titanio.

Rutilo: es un producto mineral constituído principalmente por titanio en combinaciones con una cantidad pequeña de hierro y vanadio. Existen en cantidades desiguales y es, por lo tanto,-

aconsejable compararlo en cantidades grandes para asegurar un resultado homogéneo.

En lo que concierne a la loza, el rutilo es una de las mejores fuentes para la elaboración de barnices cubrientes blancos o blanquiazules. Si se emplea junto con otros óxidos colorantes su efecto puede ser un poco aguado y dar colores pastel. Un 5% de rutilo y 1/2% de cobalto dará un barniz de color lavanda suave, y en combinación con otros óxidos se observará una suavización correspondiente del color.

Si se emplea solo en barnices para loza con contenido de boro puede dar barnices llamados blanquiazules con gran materialidad; es necesario que el corte inferior sea teñido con óxido de hierro. Esto proporciona al barniz una transparencia que hace oscilar los colores entre tonos blancos y azules, según el grosor de aquél. En cantidades grandes, la materia puede ocasionar la cristalización del barniz.

Dióxido de titanio,  $TiO_2$ : este producto y el de titanio impuro, el rutilo, son ambos buenos óxidos para barnices cubrientes blancos; su efecto cubriente no llega a la altura del de

estaño.

El dióxido de titanio no se incorpora bien al barniz y aparece como manchitas sobre él. Junto con los óxidos colorantes puede dar efectos de color con carácter muy especial.

Oxido de uranio,  $U_3O_8$ : incluso a temperaturas altas, con esta materia se pueden obtener buenos barnices amarillos o verdeamarillentos. En barnices para cacharrería dará además bonitos colores rojos de gran intensidad. Donde otros óxidos colorantes de amarillo fallan por ser las temperaturas altas, el óxido de uranio u otras combinaciones con uranio (uranato de potasio o de sodio) conservan esta cualidad. Combinaciones con bario tienen una influencia favorable, e igualmente es bueno su efecto en barnices alcalinos; implica que la cocción sea oxidante.

Al efectuar la reducción de un barniz con contenido de uranio se puede elaborar un barniz negro auténtico. La expresión de "auténtico" se debe entender de manera que el color obtenido es debido al efecto de un solo óxido cuya reacción es negra, en contraste al color negro que se obtiene mezclando al barniz varios óxidos que juntos tiñen al barniz de negro.

El uranio también se consigue en forma de sal metálica, el nitrato de uranilo  $\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , que puede emplearse como colorante negro en la decoración al lustre.

Oxido de vanadio,  $\text{V}_2\text{O}_5$ : para barnices de cocción a - - temperaturas bajas esta materia puede sustituir al óxido de uranio que es más costoso. La materia en sí no tiene mayor fuerza como colorante, pero junto con el estaño forma un fuerte color amarillo que en el comercio se conoce como amarillo de vanadio. Este producto se emplea tanto para decoración como para coloración del barniz y no altera el color en reducción.

Oxido de cinc,  $\text{ZnO}$ : esta materia a menudo forma parte de barnices tanto para cacharrería como para loza. La función de esta materia puede ser muy variada ya que reacciona según el contenido de otras materias en el barniz. De este modo, y según las circunstancias, puede ser componente tanto en barnices brillantes como mates.

Se sabe que el óxido de cinc tiene una buena influencia sobre óxidos colorantes y que en muchos casos aumentará las --

cualidades de éstos.

Generalmente, se puede considerar que el óxido de cinc no debe ser la única base en un barniz. Su efecto como medio\_ de fusión depende mucho de la cantidad; con grandes cantidades de cinc el efecto de fusión es contrario al deseado; el barniz se volvería mate y tendría un aspecto seco y polvoriento. En el - - mejor de los casos se formaría un barniz cristalino.

En cambio, el efecto como medio de fusión es bueno en barnices que contienen cinc junto con plomo, boro o feldespato, y lo más corriente será emplearlo junto con una de estas mate- rias.

### 3. 4. BARNICES COLOREADOS.

Los barnices se pueden clasificar en distintos grupos se\_ gún sus cualidades y características.

Hay una gran variedad de barnices entre los cuales se\_ exponen los siguientes:

Barnices básicos

Barnices a base de boro  
Barnices de plomo  
Barnices de feldespato  
Barniz a la ceniza  
Barnices de engobe  
Barniz "craquelé" (agrietado)  
Barnices cristalinos  
Barnices al lustre  
Barnizado salino  
Barnices cubrientes  
Barnices de Rakú  
Barnices coloreados.

En esta tesis sólo nos ocuparemos de los barnices coloreados.

Añadiendo a los barnices cantidades moderadas de uno o varios óxidos coloreados se obtiene una amplia y variada gama de colores. Se dispone prácticamente de toda la amplitud del espectro, y el trabajo con los barnices coloreados es uno de los más emocionantes que se presentan en el manejo de la ce-

rámica.

Jugando debidamente con la forma, el color y la materia se puede llegar a obtener los mejores resultados en la obtención de barnices; cuantas más posibilidades se tengan de obtener muchos colores, más precisa resultará la elección del color adecuado a la forma del objeto a decorar.

En general, para obtener colores fuertes y chillones -- hay que trabajar con temperaturas bajas y habrá que tener en cuenta que la acción colorante de los óxidos disminuye al aumentar la temperatura. Por esto, aplicando la temperatura adecuada a la loza se consigue una gama de colores más moderada -y a menudo más armónica- que los obtenidos en la terracota.

Someramente se va a considerar algunos óxidos colorantes relacionados con el efecto de color que producen:

Antimonio:	amarillo
Hierro:	amarillo, pardo-rojizo, castaño, negro y verdeceledón.
Cadmio:	naranja, rojo.
Cobre:	verde, azul turquesa (cobre rojizo)



Cobalto:	azul
Cromo:	verde, rojo
Manganeso:	castaño
Níquel:	gris
Uranio:	amarillo, naranja, rojo (negro)
Vanadio:	amarillo

Es necesario subrayar que estas posibilidades de color\_ son meramente indicativas, porque también influye considerable\_ mente en el resultado la composición de los barnices usados.

También hay que considerar como factores importantes la cantidad de óxido, la temperatura y la atmósfera del horno. - Debido a ésta última se han señalado entre paréntesis los colo-- res subsidiarios que se pueden producir.

#### 3.4.1. Barnices amarillos:

Las bajas temperaturas son muy propicias para conse-- guir colores amarillos y se dispone para ello de muchos mate-- riales. Los más módicos entre ellos son el hierro, el antimo-- nio y el vanadio, en tanto que el uranio se encuentra entre los\_

más caros.

Para barnices de un fuerte contenido alcalino deberán emplearse concentraciones de un 1-2% de óxido de hierro que producirán una tonalidad de un amarillo intenso. La proporción de los componentes será mejor si el óxido se fritá con el barniz.

Los barnices cocicos a baja temperatura compuestos de cinc y magnesio producen un color amarillo limón muy bonito pero habrán de contener un 0,5-1% de cloruro de cromo que precipita en el barniz. Para obtener colores amarillos de recubrimiento, se recomienda emplear compuestos de antimonio y vanadio con una proporción de 10-20% y de 2-10% respectivamente. Hay que observar que los compuestos de antimonio son fuertemente venenosos.

En el uranio se tiene un elemento para un amarillo muy bueno y, usándolo adecuadamente, se puede obtener una gran gama de amarillos que va desde el amarillo pálido hasta el amarillo naranja.

Hay que suponer que la cocción deberá ser oxidante - puesto que si es reductora se obtiene colores de tonalidades gri

ses y negras. Es preciso usar considerables cantidades para conseguir un buen amarillo a base de uranio, pero si se usa uranato de sodio o potasio también se conseguirá un buen tono de amarillo; con unas cantidades que oscilan entre el 5-15% se consiguen varias clases de amarillos.

A temperaturas adecuadas para la loza, el uranio es prácticamente el único elemento que proporciona las mejores calidades de amarillo, y si no se ven frecuentemente trabajos de esta clase se debe únicamente al hecho de que su obtención requiere el empleo de demasiada cantidad de una materia tan cara como es el uranio. Con barnices mates de cinc/bario se obtienen preferentemente colores amarillos intensos, mientras que para conseguir los amarillos pálidos habrá que emplear barnices alcalinos.

#### 3.4.2. Barnices anaranjados:

Estos barnices sólo se consiguen a bajas temperaturas; los colorantes resisten tan poco el calor que se consumen alrededor de los  $1000^{\circ}\text{C}$  (CS 05a). Por ejemplo, el cadmio se puede emplear difícilmente a temperaturas superiores a los  $900^{\circ}\text{C}$

(CS 010a) y por lo tanto su uso es muy limitado. Obsérvese que el óxido de cadmio es altamente venenoso.

Existen en el mercado combinaciones de vanadio de las que también forma parte el estaño; este barniz será de recubrimiento y al mismo tiempo producirá un aumento de la acción colorante. Si se emplea el óxido de vanadio puro en una proporción del 5-10% se obtendrá un buen color naranja en un barniz neutro o alcalino. El óxido de cromo o el cromato de plomo dan colores anaranjados en barnices ricos en plomo con bajo contenido de aluminio. Es necesario el 1-2% de cromo.

### 3.4.3. Barnices rojos:

En la misma forma y con los mismos tipos de barniz que antes se han indicado para los barnices anaranjados, el cadmio, el uranio y el cromo sirven para producir muy buenos rojos para barnices de terracota. Simplemente con añadir un poco más de óxido se avivará la intensidad de color hasta conseguir el rojo vivo. El cadmio, por tener un punto de fusión muy bajo sólo puede emplearse con temperaturas inferiores a 900°C (CS 010a) y produce barnices de color coral y rojo vivo. Para evitar

que los materiales sean consumidos a causa del calor se aconseja enfriarlos bruscamente. Para ello puede emplearse un producto que existe a la venta compuesto de cadmio y selenio; con una mezcla de 1-4% aproximadamente se obtienen varias clases de rojo.

Los barnices rojos férricos para terracota son los llamados del tipo aventurina y su color en general tiende más al rojo parduzco que al rojo propiamente dicho. Para obtenerlos será preciso el empleo de un barniz base con bajo contenido de aluminio y de un 7-10% aproximadamente de óxido de hierro. La cocción deberá ser oxidante y, habrá que tenerse en cuenta muy principalmente la gran influencia que tiene el enfriamiento en la formación de los colores.

Los barnices de color rojo púrpura y violeta rojizo se obtienen con combinaciones a base de manganeso en barnices alcalinos. Con temperaturas al alza el color tiende hacia tonalidades color castaño, y los mejores resultados se obtienen a una temperatura alrededor de los 1000°C (CS 05a).

#### 3.4.4. Barnices rojos cobrizos:

Los barnices rojo cobrizos conocidos con el nombre - -

"sang de boeuf", rojo china y otros ejercen una verdadera atracción mística sobre los ceramistas y fueron necesarios tiempo y esfuerzo para conseguir este color tan solicitado.

Su color es tan especial e intenso que no puede combinarse con otros barnices para loza. En general, los más bellos - - ejemplares se consiguen aplicando este barniz a objetos pequeños y de forma sencilla. Se ha discutido mucho sobre la obtención de estos barnices y hay muchas teorías para lograr los mejores resultados. Muchos de los intentos estaban basados en el empleo de fritas y barnices complejos, pero la química moderna a base de silicatos parece que ha venido a demostrar que el color rojo parece no tanto el producto de uno u otro proceso complicado de barnices, sino más bien se trata de un asunto relativo a la cocción; cuando se dispone de un horno con atmósfera controlada (gas, carbón, fuel) se pueden conseguir estas piezas maestras sin gran trabajo.

Bastará para ello, si el barniz base es suficientemente neutro, añadiendo 0.1-2% de óxido de cobre con carbonato de cobre y a una temperatura entre los 1080-1300°C (CS 01a-10) se producirá el rojo cobrizo en el supuesto de que la cocción se ha

ya verificado en una atmósfera reductora.

Reduciendo el  $\text{CuO}$  (óxido de cobre) se transforma en  $\text{Cu}_2\text{O}$  (anhidrido de cobre), que produce el cobre metálico de color rojo. Los barnices en los que el cobre reacciona de este modo se conocen como barnices de transmutación y ello porque el color resultante es justamente el contrario de lo que podría esperarse de un óxido en una atmósfera oxidante.

Los barnices base responden, en general, a las siguientes características: son de carácter neutro pero, eventualmente, pueden tender a alcalinos; no tienen demasiado contenido de boro para asegurar la mejor fluidez en temperaturas extremas; tienen abundancia de creta, mientras que son pobres en magnesio, bario y aluminio.

Además de cobre, estos barnices contienen frecuentemente cantidades algo menores de óxido de hierro y de estaño. La cantidad de hierro puede oscilar entre 1/4-1%; da colores rojos muy intensos y en algunas combinaciones tonos violetas/azules.

El óxido de estaño tiene buenas propiedades como re-

ductor del cobre y al mismo tiempo actúa como un buen recubrimiento impidiendo que el corte subyacente se vea y debilite los tonos del color. En cortes blancos o de tonos muy claros se --  
obtienen las mejores coloraciones; buen ejemplo de estas las --  
tenemos en las porcelanas chinas barnizadas de rojo cobrizo.

#### 3. 4. 5. Barnices verdes:

Una muy diversa gama de colores verdes se consiguen con cobre, cromo, níquel, hierro y otros compuestos de ellos. Desde el verde vivo del cobre, pasando por los verdes grisá- -  
ceos del cromo y níquel hasta el verde pálido del hierro encon- -  
tramos una infinidad de combinaciones.

El cobre, que es el elemento más indicado para conseguir barnices verdes, reacciona de modo distinto si se emplea -  
sobre un barniz de plomo o sobre otro de carácter alcalino. En el primer caso de unos tonos verdes planta amarillentos, mientras que sobre barnices alcalinos produce tonos turquesa azulada. En general los barnices alcalinos son producto de fritas, -  
y al fritar el cobre con el resto de la frita se obtiene la mejor\_  
distribución y uniformidad del color. Es preciso tener en cuenta



que el cobre es un medio de fusión muy activo y por ello subordinar el barniz a esta propiedad, pues de lo contrario el barniz se bifurca. Se prefiere el carbonato de cobre al óxido por ser más granulado; para conseguir tonalidades de verde pálido a verde vivo debe emplearse 1-3% en el barniz. Con barnices alcalinos usados en la misma proporción se consiguen tonos turquesa de la misma intensidad.

En barnices para loza que contengan bario/cinc con un 1-4% de carbonato de cobre se consiguen unos tonos tenues de verde; estos tonos se pueden moderar añadiendo óxido de hierro y estos verdes se prefieren a los otros de un tono verde botella pesado que produce el cobre en barnices brillantes. Los verdes a base de cromo son, en general, un poco pesados y grises; el óxido de cromo, por ser refractario, tiene buenas propiedades para recubrimiento. Tanto el cromo como el hierro pueden usarse para rebajar los tonos dominantes del verde del cobre. Si mezclamos el cromo, en forma de cromato de plomo, con un barniz ya rico en plomo, obtendremos barnices muy bellos de tonalidades verde pálido; se debe emplear en proporciones de 1-3% aproximadamente. El cromato bórico da unos tonos pareci

dos y además con él se obtienen muy buenos verdes en barnices para loza sin cinc.

El níquel reacciona más o menos con el cromo; aunque su color es más grisáceo, si la capa de barniz es demasiado fina resulta translúcido el corte subyacente y el color del barniz sale de color pardo en lugar de verde. El óxido de níquel, como el de cromo, son usados para rebajar los tonos.

Los barnices verdes del hierro abarcan un gran número de barnices que en general se conocen bajo el nombre de barnices celedón. Estos barnices también pueden contener una débil tonalidad azul, pero tanto en éstos como en los verdes su coloración procede de las pequeñas cantidades de óxido de hierro producidas durante el proceso reductor por el cambio de  $Fe_2O_3$  en  $FeO$ . Este último es gris/negro o verdoso y de él proviene el color característico del barniz. Resulta impropio hablar de los colores verde-celedón como si se tratara de una tonalidad verde determinada. No hay en realidad otra denominación que abarque una tan amplia gama de tonos verdes y azules.

Para que un celedón pueda calificarse de bueno será pre

ciso que tenga una tonalidad moderada verdosa, azul, gris verdoso o gris oliva uniformemente repartida por todo el barniz. Debe tener cierto grosor y superficie amable y suave, sin reflejar demasiado la luz (brillantes). Es frecuente que el "craquelé" aparezca en los celedones, pero sus veteados deberán tener cierta hondura y no limitarse a un "craquelé" superficial. Aumentando el contenido del álcali en un barniz puede provocarse la formación de "craquelé" (agrietado).

Los barnices bases de celedón son en general de tipo feldespato y por ello sus posibilidades de obtención quedan limitadas a los barnices de altas temperaturas -loza y porcelana- porque es muy difícil obtener estos barnices a temperaturas inferiores a los 1200°C (CS6a).

Si una buena parte de los barnices celedones pueden confundirse a veces con barnices de recubrimiento, ello se debe a que en estos barnices se encuentra una infinidad de minúsculas burbujas que aparecen en suspensión en la masa del barniz; si las capas de barniz fueran gruesas dan, sin ninguna duda, un carácter de mayor solidez, pero también resultan más como barnices de recubrimiento.

Condición imprescindible en la obtención de celedones es que su cocción haya sido correcta. Es necesaria una reducción distinta y más brusca para estos tipos que la requerida para los barnices rojos cobrizos y por esta razón nunca deberán cocerse piezas para ser barnizadas con estos dos tipos de barniz en la misma horneada. Los barnices de hierro son más semejantes a los dos de celedón, y por ello pueden cocerse en una misma horneada.

#### 3.4.6. Barnices azules:

La mayor intensidad del azul se consigue por medio del cobalto. No importa si empleamos óxido o carbonato en proporciones del 1-3% para que en casi todos los tipos de barniz consigamos un fuerte azul intenso. El que no sea siempre de la mejor calidad ya es otra cuestión, pues el cobalto tiende a dar a los colores azules un reflejo rojizo desagradable si ha sido el único componente del barniz o si en ella se encuentra otro óxido colorante por moderado que sea, es posible conseguir azules de gran belleza e intensidad.

No es frecuente emplear el cobalto en cantidades supe--

riores al 2-3%, y hasta con un 1/10% se consiguen buenas coloraciones, lo cual indica el alto poder colorante de este elemento.

Entre otras de las sustancias que pueden reducir la intensidad colorante de cobalto podemos citar algunos óxidos, como los de cobre, hierro, manganeso y níquel, empleados en cantidades reducidas de 0,2-1%. El rutilo, el estaño, y el circonio tienden a formar colores lavanda y rosáceos de aspecto poco agradable.

Por el contrario, tanto el bario como el cinc y el manganeso, si son parte integrante del grupo alcalino del barniz forman barnices azules de cobalto de aspecto muy agradable. Con barnices mates de cinc y bario se consiguen muy buenos colores azules mezclados al óxido de cobalto y hierro (en proporciones respectivamente, de 1 a 1%), que, en verdad, son algo fuertes, pero al propio tiempo resultan muy agradables por el aspecto sedoso del barniz. Podremos conseguir tonos azules/verde añadiendo al barniz un 1% de óxido de cobre y un 0,1% de carbonato de cobalto.

### 3.4.7. Barnices color castaño.

La mayor parte de los barnices, trabajando a temperaturas para terracota y loza, producirán tonos de color castaño - si se les mezclan cantidades del 2-10% de óxido de hierro. - - Siempre se conseguirá colores castaños, pero sus tonos variarán según la cantidad de óxido, grado de temperatura, atmósfera del horno y composición del barniz. Con un bajo contenido de - hierro se obtienen en general tonos claros que se intensifican al emplear una mayor cantidad hasta que, empleando el máximo - hagamos variar por completo la calidad del barniz. Este punto máximo se encuentra precisamente en el momento en que al - - añadir una mayor cantidad de hierro se lleguen a formar cristales en la superficie del barniz en el ulterior enfriamiento.

El óxido de hierro produce en general muy buenas distribuciones del color y, en cocción oxidante, da un pardorrojizo cálido, mientras que en atmósfera reductora de tonos castaños - más finos. Empleando mayores proporciones de este óxido, y - por ser un buen medio de fusión habrá que tenerlo muy presente para la composición del barniz.

El dióxido de manganeso/pirolusita tan empleado en los

barnices para terracota producen también unos muy buenos tonos castaños, que resultan un tanto deteriorados a causa de unas manchas de colores que provoca el grueso granulado de la pasta. -- Usando el carbonato de manganeso, de granulado más fino, se -- puede disminuir este inconveniente; si se quiere suprimir total-- mente la aparición de estas manchas tendremos que moler pre-- viamente el colorante con una parte del barniz en un molino a - bolas o bien el óxido hasta que sea absorbido por el barniz.

Un 2-8% es suficiente para conseguir varios tonos de - castaño en barnices normales a base de plomo; en barnices al-- calinos la misma proporción producirá unos tonos castaños con re-- flejos violeta. El hierro mezclado con el manganeso suele dar - unos tonos de castaño muy oscuros e intensos.

El rutilo, producto impuro del óxido de titanio con indi-- cios de hierro y manganeso, puede mezclarse en proporciones - del 207% si se quiere obtener barnices de recubrimiento de co-- lor castaño claro. Por contener pequeñas cantidades de hierro y manganeso, las propiedades del óxido de titanio de formar recu-- brimientos blancos serán decisivas y darán barnices de recubri-- miento de tonos más bien castaño claro y, en el peor de los ca--

sos, color crema.

#### 3.4.8. Barnices de hierro.

Se incluyen bajo esta denominación los barnices de loza con un gran contenido de óxido de hierro; en cantidades casi - siempre tan grandes que da lugar a la formación de cristales o bien les confiere un brillo metálico.

Los barnices básicos son en general barnices sencillos de feldespato o a base de una arcilla con alto contenido de hierro; si añadimos de un 6-10% de óxido de hierro, en cocción reductora a menudo el óxido de hierro no será absorbido totalmente en la pasta fundida del barniz y se sedimentará sobre la superficie en pequeñas agrupaciones en forma cristalina durante su enfriamiento. Durante este proceso se produce una reoxidación de las partículas cristalinas y el color del barniz resulta frecuentemente de tono pardorrojizo-negrorrojizo. Si el barniz base es una arcilla muy rica en hierro con contenido de óxido de hierro las propiedades fusibles de la arcilla proporcionarán una mejor fusión manifestada en un más intenso esparcimiento del barniz; en este momento las partículas cristalinas se rami-



fican en forma de un rayado metálico en la superficie del barniz.

Cantidades del orden hasta de un 10% de óxido de hierro pueden producir el cambio del punto de fusión del barniz y para evitar sorpresas desagradables habrá que educarlo con otros elementos.

Los barnices cristalinos de hierro se obtienen mejor en altas temperaturas, si bien es posible conseguir un efecto parecido usando barnices de aventurina para terracota; su consistencia, sin embargo, nunca será comparable.

#### 3.4.9. Barnices negros.

Los barnices negros, en general, se dividen en dos grandes grupos: a) los que forman su color a base de varios oxidantes colorantes que, en su conjunto, dan al barniz su color negro, y b) los negros a base de uranio.

a) Eligiendo tres cualesquiera de los siguientes óxidos y mezclando cada uno de ellos a la pasta del barniz en una proporción del 2-3%, se conseguirá casi siempre un color negro:

Oxido de hierro

Oxido de cobre

Oxido de cobalto

Oxido de manganeso

El efecto de su belleza podrá ser discutible y será necesario adecuarlo ajustadamente. Los efectos de la fusión podrán ser muy acusados en algunos casos y los barnices presentarán con frecuencia un carácter demasiado fluido.

En cambio, estos barnices, si el óxido empleado es muy refractario, presentarán unos tonos mates y poco brillantes; en alguna ocasión se forman superficies cristalinas en el barniz y, si se quiere lograr una superficie uniforme, se tiene que disminuir la cantidad de óxido.

En general, los barnices negros para terracota deben conseguirse a base de esta coloración, y entre ellos encontramos un buen ejemplo en el conocido por el nombre de "negro de Seeland". Finn Lynggaard (famoso ceramista) indica que algunos de sus primeros trabajos los hizo a base de esta clase de barnices y, si, por alguna involuntaria reducción, se le produjeron

formas cristalinas en la superficie, ello contribuía a dar más so  
lidez y belleza al barniz.

Con este procedimiento es casi imposible conseguir - -  
barnices totalmente negros para loza, puesto que, a causa de --  
los óxidos empleados, siempre los tonos tienen una tendencia --  
azulada o verdosa. Si se emplea hierro y cobre en proporciones  
del 6% de cada uno, se obtendrá unos barnices negros brillantes \_  
con reflejos metálicos de superficies brillantes como las de un \_  
espejo.

b) El negro de uranio no suele emplearse comúnmente,  
y ello es debido a su excesivo precio. Lo peculiar de estos ne-  
gros de uranio es que, al contrario de lo que se acaba de indi--  
car, por ser más transparentes dan una mayor intensidad del -  
color. Este negro es llamado "genuinamente negro"; la explica\_  
ción habrá que buscarla en que quizás el hecho de producirse un\_  
tono negro está en el empleo de un solo óxido y no del empleo -  
de varios de ellos, pues con su acumulación tienden a provocar -  
reacciones de tono distintas.

El óxido de uranio, empleado en proporciones de 6-10%,

produce tonos que van del gris al negro si se cuece reduciendo intensamente según el procedimiento ya indicado al hablar de los barnices de hierro y caledón.

El barniz base deberá estar constituido por un feldespatito brillante y semibrillante.

### 3.4.10. Barnices coloreados a base de sales metálicas precipitadas.

Una sal metálica es el resultado de una reacción en la que un ácido incide en cantidad suficiente en un óxido metálico. En esta reacción se liberan hidrógeno y oxígeno (agua) y las formaciones de sal por evaporación se depositan en forma cristalina soluble en agua. Hay otras combinaciones salinas, pero las que, hoy por hoy, pueden interesar al ceramista, se basan en óxidos metálicos colorantes. A causa del ácido se producen cloruros, sulfuros, nitruros y otros.

Si una sal metálica se precipita sobre una base, por ejemplo de agua de amoníaco o de hidróxido de sodio, se forma un hidróxido metálico insoluble.

Si se toma una sal metálica y se le añade a un barniz se conseguirá que el colorante, removiéndolo, se distribuya totalmente en el barniz; si entonces precipitamos una sal sobre éste, el color quedará firmemente fijado al barniz, de tal modo que dé una coloración exenta de partículas de color visibles.

Las sales metálicas más comunes son:

Cadmio:	sulfato	$\text{CdSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$
	sulfuro	$\text{CdS}$
Cobalto:	nitrato	$\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
	sulfato	$\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$
	fosfato	$\text{Co}_3(\text{PO}_4)_3 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$
Cromo:	sulfato	$\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$
	cloruro	$\text{CrCl}_3$
Cobre:	cloruro	$\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
	nitrato	$\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
	sulfato	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
Hierro:	cloruro	$\text{FeCl}_3$
	sulfato	$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$
	fosfato	$\text{FePO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

Manganeso:	cloruro	$\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$
	sulfato	$\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$
Cloruro de níquel:		$\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
Sulfuro de antimonio:		$\text{Sb}_2\text{S}_3$
Nitrato de uranilo:		$\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

CAPITULO IV

**EL COLOR Y SU MEDICION**

## CAPITULO IV

### EL COLOR Y SU MEDICION

Uno de los grandes encantos de las piezas cerámicas con siste en la amplia extensión de los posibles colores; es interesante saber que esos colores, comparados con pinturas o tintas, son permanentes.

#### 4.1. LA ESTRUCTURA DEL OJO.

La Fig. 4-1 muestra un simplificado corte transversal - del ojo humano. Parécese a una pequeña cámara fotográfica, pro visto de un lente que afoca imágenes en la retina, situada en el - fondo del globo del ojo. La retina es una finísima red de células es peciales, cada una de ellas adherida a una fibra del nervio ópti co. Hay aproximadamente un millón de tales células y de corr espondientes fibras nerviosas que transmiten impulsos al cerebro. El ojo no solamente descompone los más pequeños detalles sino que actúa eficientemente sobre un sorprendente campo de inten sidad lumínica; por ejemplo, la proporción de intensidad de - luz entre un soleado desierto y la que prevalece en una noche -



estrellada es de un millón a uno. Esta adaptación se lleva a cabo mediante la dilatación y la contracción de la pupila del ojo, - la cual regula la cantidad de luz que entra en el ojo; asimismo, - la retina posee un amplio campo de adaptación.

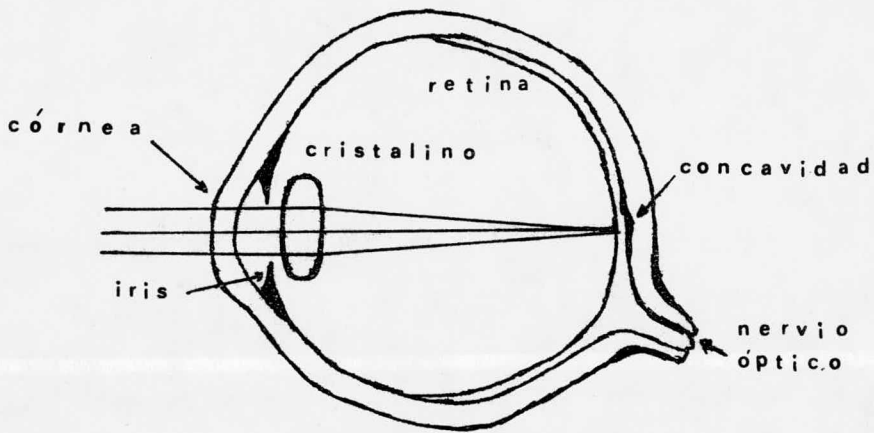


Fig. 4-1. Sección transversal del ojo humano.

#### 4.2. EL MECANISMO DE LA VISION DEL COLOR

Hasta donde sabemos, solamente el hombre, los grandes primates, los pájaros, los lagartos, las tortugas de mar y los -- peces poseen la facultad de distinguir colores. El gato y el perro,

por ejemplo, todo lo ven gris. El mecanismo gracias al cual somos capaces de distinguir colores no se conoce completamente, aunque se supone que algunas de las células cónicas de la retina reaccionan al rojo, otras al amarillo verde, y otras al azul. Si no existe uno o más de esos grupos receptores que reaccionan al color, sobreviene la ceguera parcial o total por los colores. No obstante, el ojo no es igualmente sensible a todos los colores. Según indica la Tabla 4-1, el amarillo verde es el que más brillante aparece al ojo normal.

TABLA 4-1

Sensibilidad del ojo normal ante el color

COLOR	Porcentaje de reacción del ojo humano.
Rojo	20
Naranja	50
Amarillo	80
Amarillo-verde	100
Verde	70
Azul	15
Violeta	5

También sabemos que precisamos de considerable luz si queremos que el ojo reaccione debidamente ante distintos colores. Por ejemplo, en una noche de luna todos los colores, salvo los más fuertes, aparecen grises en un lecho de flores.

#### 4.3. ABSORCION SELECTIVA

En realidad, la luz es un movimiento de onda, muy parecida a las ondas de radio. La luz diurna consiste de un amplio campo de longitud de ondas que, separadas por un prisma, muestran el espectro del arco iris. Las ondas largas dan la sensación del rojo, y las cortas las del violeta. Cuando se mezclan todas esas ondas, se produce la luz "blanca".

Ciertos materiales transparentes, llamados filtros, son capaces de detener algunas de esas longitudes de onda y permitir el paso de otras a través suyo. Por ejemplo, si observamos una nube blanca a través de un vidrio rojo la vemos de este color porque el naranja, el amarillo, el verde, el azul y el violeta han sido absorbidos, o detenidos (fig. 4-2). En otras palabras, el color de un objeto depende de la absorción selectiva de alguna de las longitudes de onda de la luz blanca.

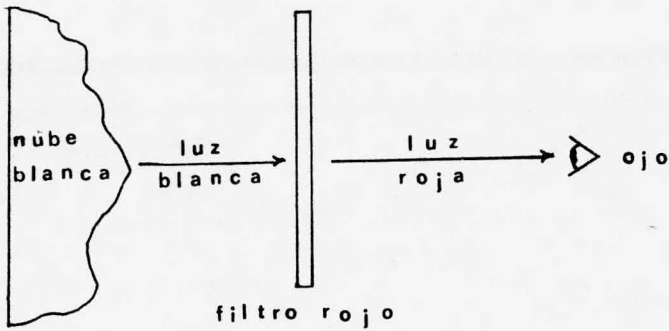


Fig. 4-2. Acción de un filtro de luz.

#### 4. 4. REFLEXION.

Un barniz rojo transparente aparece rojo porque la luz pasa a través de la capa y se refleja luego en el ojo, según indica la fig. 4-3. Dicho de otro modo, la capa de barniz actúa como un filtro que todo lo absorbe salvo las ondas rojas. Las fibras transparentes de un papel colorado o de un paño actúan asimismo como filtros que detienen ciertas longitudes de onda.

#### 4. 5. LUSTRES.

Son la única excepción a la regla general de que los co-

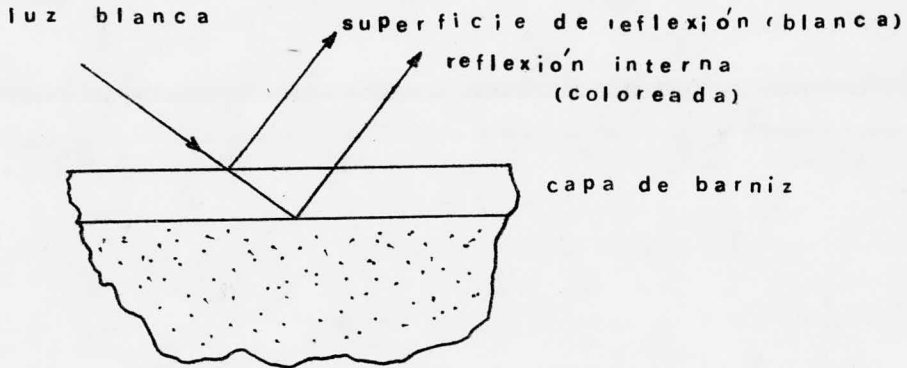


Fig. 4-3. Un barniz coloreado actúa como filtro

lores de barniz se producen por absorción de toda otra luz. En ese caso, refleja únicamente la luz la película metálica.

#### 4.6. DEFINICION DEL COLOR.

Tras haber intentado dar una simple explicación del por qué vemos el color, tratemos ahora de definirlo desde distintos puntos de vista. Para el ceramista, el color es una mancha; para el fisiólogo, el color es un estímulo de la retina; para el físico, el color es cierta longitud de onda vibratoria; para el pintor, el color es una sensación basada en la experiencia. El pintor y el ceramista definen a menudo determinado color comparándolo con algún objeto natural: el melocotón, el lila, el turquesa, etc.

#### 4.7. MEDICION DEL COLOR

##### a) Métodos fotométricos.

Puede medirse el color con precisión científica mediante un instrumento llamado espectrofotómetro, el cual compara la transmisión de reflexión de una muestra con una medida normada. De esta medición surge el conocimiento de las especificaciones exactas de un color determinado. Dicho instrumento es caro y no es realmente necesario al ceramista.

##### b) Medición del color por comparación.

Otro sistema de medir el color consiste en compararlo con una serie de muestras tipo.

No olvidar que los colores varían en su apariencia cuando se les expone a distintas fuentes de luz. Las que a la luz diurna parecen casar, pueden resultar completamente disímiles bajo la iluminación artificial.

#### 4.8. LA SENSACION DEL COLOR.

El color aparente de un barniz cerámico está materialmente influenciado por diversos factores de definición o medición nada fácil. Son esos factores los que conceden variedad y encanto a un barniz cuando se le compara, por ejemplo, con superficies pintadas.

##### a) Textura de la superficie.

La Fig. 4-3 explica cómo se produce el color de un barniz debido a la absorción y a la reflexión de la luz a través de la caja de dicho barniz. Sin embargo, parte de esa luz no resulta absorbida y se refleja como luz blanca, con la cual se mezcla y diluye el color aparente. La reflexión de la superficie es dirigida por el carácter del barniz; un barniz mate, por ejemplo, no aparecerá tan brillante como otro claro, aun contando con la misma cantidad de color.

##### b) Translucidez.

La Fig. 4-3 muestra cómo penetra la luz a través del -

barniz hasta la superficie de la pasta para ser luego reflejada al origen. Cuando el barniz contiene partículas finamente suspendidas que lo convierten en más o menos opaco, parte de la luz resalta - reflejada por dichas partículas, según indica la Fig. 4-4, y, en consecuencia, la sensación de color dependerá hasta cierto punto del espesor de la capa de barniz y del número y tamaño de las partículas. El encanto de muchos barnices débese a esa reflexión interna, la cual agrega profundidad y calidad.

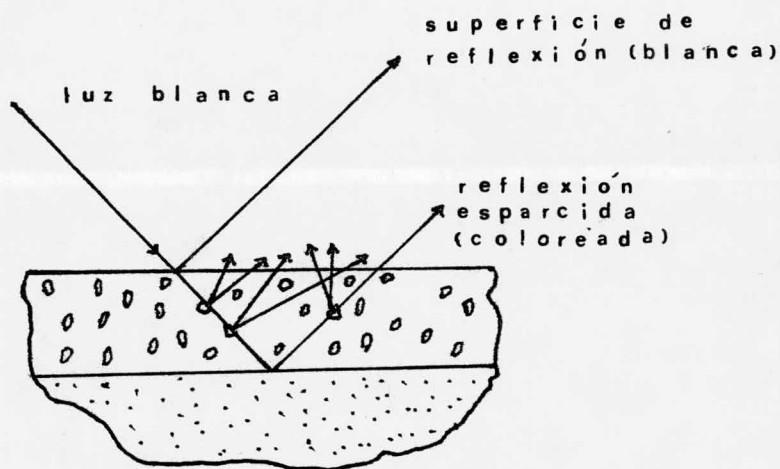


Fig. 4-4. Modo en que un barniz opaco despiende color.

c) Colores contiguos.

El color aparente de determinada zona, según sabe todo



pintor, está influenciado por el color de zonas contiguas, y este es un factor que debe tomarse en cuenta tanto en lo que respecta a la cerámica como a la pintura.

#### 4.9. FORMACION DEL COLOR EN LOS BARNICES

Con objeto de trabajar inteligentemente en la obtención de los colores deseados, el ceramista debe tener algún conocimiento acerca del mecanismo de la formación del color en los barnices.

##### a) Colores de solución.

La mayor parte de los colores empleados en los barnices pertenece a los denominados colores de "solución", es decir, que son sustancias como el óxido férrico ( $\text{FeO}_3$ ), que se disuelven completamente en el barniz claro. Sólo unos pocos elementos naturales producen color cuando se les emplea de ese modo; en consecuencia, vése limitado el ceramista a los elementos llamados de "transición". Sin embargo, el color producido por un elemento determinado puede en algo variarse con la alteración

de la mezcla a la cual se agrega. Por ejemplo, el cobre produce un verde brillante cuando se le agrega a un barniz rico en plomo, pero da un azul intenso en un barniz alcalino. La Tabla 4-2 indica los distintos colores producidos por los elementos de transición en solución en dos diferentes hornadas de barniz.

No debe olvidarse que un elemento de transición producirá el mismo color de solución en determinado barniz, no importa en qué forma se agregue el elemento. Por ejemplo, se producirá el mismo azul si el aditivo es equivalente a 0.1 del óxido de cobalto o el equivalente a 0.1 del carbonato de cobalto.

Un barniz determinado es solamente capaz de disolver -- cierta cantidad de elemento colorante; si se le agrega una mayor cantidad, se formarán cristales al enfriar la pieza, y el barniz no quedará transparente. Hácese a veces deliberadamente tal cosa con objeto de obtener un efecto especial.

#### b) Colores de cristal.

El efecto de cristal que se acaba de mencionar, constituye un modo de colorear mediante el uso de cristales. Otro método

TABLA 4-2  
Colores en solución

Elemento	En barniz de plomo	En barniz de porcelana
Cobalto	Azul-purpúreo	Azul purpúreo
Cromio	Amarillo profundo	Verde
Hierro	Canela	Rojo coral
Níquel	Amarillo-verde pálido	Castaño oliváceo
Manganeso	Lila	-----
Cobre	Verde pasto	-----
Uranio	Naranja brillante	Negro

es el de agregar, cuando la cochura del barniz, cristales de color estable que permanecen intactos en la cocción. El uso de tales cristales permite a veces un mayor campo de efectos que el proporcionado por colores de solución.

c) Colores coloidales.

Algunos colores, particularmente los rojo dorados, se deben a la muy fina suspensión de partículas de metal que produ-

cen un color, del mismo modo que las gotitas de agua en las --  
nubes provocan los colores que vemos en las puestas de sol. Esos  
colores coloidales son difíciles de dominar, y se necesita saber --  
mucho más de ellos de lo que actualmente conocemos.

CAPITULO V

**EL USO DE COLORANTES**

## CAPITULO V

### EL USO DE COLORANTES

#### 5.1. EN LAS PASTAS.

Se usan pastas coloreadas en propósitos tan diversos como azulejos de piso (no barnizados); servicio de mesa, donde se desea obtener un color uniforme, como el de marfil; y en piezas de arte. La intensidad del color puede cambiar, claro está, variando la cantidad de colorante empleado; un 1% es una cantidad promedio de colorante, aunque esas cantidades pueden oscilar entre el 1 y 20%.

Para obtener un color uniforme debe mezclarse completamente el colorante con la pasta. Las vitreas se colorean moliendo en mojado la hornada en molino a bolas después de que el colorante ha sido agregado a las materias primas; en el caso de la loza común, se agrega el colorante en la mezcladora.

El color varía a menudo con la composición de la pasta, con la temperatura de quema y con el grado de vitrificación. La Tabla 5-1 indica algunos colorantes de pasta común y sus condiciones de cochura.

TABLA 5-1

Colorantes de pasta comerciales

Color	Tipo de colorante	Estab. límite °C	Comentarios
Rojo	Hierro	1050	Blanqueado con cal
Rosa	Aluminato manganeso	1400	
Rosa	Oro	1500	Color gelatinoso
Naranja	Antimonio-titanio cromo	1300	
Café	Hierro-cromo-zinc	1300	
Café	Hierro	1100	
Canela	Titanio-cromio	1300	
Canela	Hierro-cromo-zinc	1300	
Canela	Hierro-antimonio	1300	
Amarillo	Antimonio-titanio-cromo	1300	Varía con vid.
Amarillo	Estaño-vanadio	1300	
Amarillo	Zirconio-vanadio	1300	
Verde	Cromio	1500	
Verde	Vanadio-cromo	1300	
Azul	Cobalto	1500	
Azul	Cobalto-aluminato	1500	

Color	Tipo de colorante	Estab. límite °C	Comentarios
Azul	Vanadio-zirconio	1300	
Negro	Cobalto-cromio-hierro	1500	

## 5. 2. EN LOS BARNICES.

Quando el colorante de barniz se disuelve en éste, resulta la solución de color producida por el elemento de transición. La composición de colorante no surte efecto en el matiz. Por ejemplo, un barniz de plomo dará verde cuando se le agrega cobre en cualquiera de las siguientes formas:

1.0% de CuO

12.4% de CuO. 4B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. 3PbO (frita)

1.4% de CUCO<sub>2</sub>

Por otra parte, si el colorante es relativamente insoluble, su color característico persistirá en el barniz. En la tabla 5-2 se indican algunos colorantes de barniz y sus condiciones de



cochura.

TABLA 5-2

Colorantes comerciales de barniz

Color	Tipo de colorante	Estab. límite °C	Tipo de barniz recomendado
Rosa	Estaño-cromo	1300	Sin zinc
Castaño	Estaño-cromo	1300	Sin zinc
Café	Hierro-cromo-zinc	1300	Mejor con zinc
Canela	Antimonio-cromo-titanio	1050	Alto plomo
Marfil	Hierro-antimonio		Alto plomo
Ante	Cromo-titanio	1050	Baja temperatura
Amarillo	Estaño-vanadio	1300	Cualquiera
Amarillo	Plomo-antimonio	1050	Alto plomo + zinc
Verde	Calcio-cromo	1300	Sin est. ni zinc
Verde	Estaño-vanadio-cobre	1250	Con cont. de zinc
Verde	Cobalto-cromo	1300	Sin zinc
Verde	Cromo	1300	Sin zinc
Verde	Cobre	1050	Alto plomo
Azul	Cobalto-aluminio	1300	Cualquiera

Color	Tipo de colorante	Estab. límite °C	Tipo de barniz recomendado
Azul	Cobalto-zinc-estaño	1300	Cualquiera
Azul	Cobalto-silíce	1300	Cualquiera
Turquesa	Cobre	1250	Alcali
Turquesa	Vanadio-zirconio	1300	Cualquiera
Negro	Cobalto-hierro-manganeso	1300	Cualquiera
Negro	Cobalto-hierro-cromo	1300	Cualquiera

a) Bajo-barniz.

Los colorantes usados en bajo-barniz deben ser resistentes al ataque del barniz durante la quema y deben poseer alta estabilidad. Los colorantes bajo barniz se encuentran en el capítulo III.

b) Sobre-barniz.

Debido a que esos colores son generalmente una mezcla de colorante y fundente que se convierte en barniz a temperatura relativamente baja en corto período de tiempo, pueden --

usarse muchos que no sean suficientemente estables a altas --  
temperaturas. Los colorantes sobre-barniz se encuentran en el  
capítulo III.

CAPITULO VI

**CONCLUSION**

## CAPITULO VI

### C O N C L U S I O N

"Ni las grandes empresas alfareras fabrican actualmente sus colores, ya que los vende el comercio muy uniformes y a precio razonable. La fabricación de ellos equivale a un trabajo de exactitud".

F. H. NORTON

Es una buena idea el comenzar a experimentar con los elementos que componen los colorantes, ya que se pueden llegar a obtener buenos resultados. Teniendo en cuenta a tantos alfareros que actualmente realizan su oficio y que generalmente compran en el comercio los colores, se puede pensar en fabricar estos colores y venderlos. Creando así una industria y por lo tanto fuentes de trabajo.

B I B L I O G R A F I A

## BIBLIOGRAFIA

1. - Hald, Peder: Técnica de la cerámica. Ediciones Omega, S. A., Barcelona, 1973 (2a. ed.).
2. - Lynggaard, Finn: Tratado de cerámica. Ediciones Omega, S. A., Barcelona, 1976.
3. - Norton, F. H.: Cerámica para el artista alfarero. Editorial Continental, S. A., México, 1976 (12a. ed.).
4. - Rothenberg, Polly: Manual de cerámica artística. Ediciones Omega, S. A., Barcelona, 1976.
5. - Artigas, P. Llorens: Formulario y prácticas de cerámica. Editorial Gustavo Gili, S. A. Barcelona, 1961.
6. - Leach, Bernard: A Potters Book. Faber and Faber, London, 1953.