

**CURSO DE INICIACIÓN
A LA CERÁMICA**

NOCIONES BÁSICAS

DESARROLLO DE LOS CONTENIDOS

CONTENIDOS:

¿QUÉ ES LA ARCILLA?

Origen de la arcilla.- Tipos de arcilla .

TRABAJO A MANO

Herramientas para el trabajo a mano .- Enrollado .-
construcción con placas .- Modelado.

TORNEADO

Las herramientas de tornear.- Posiciones.- Centrado .-
Elevado.

DECORADO

Incisión.- Impresión.- Calado.- apliques de arcilla.-
Engobe.- Coloreado.- Bruñido.

VIDRIADO

¿qué es un vidriado?.- Preparación de un vidriado.-
Aplicación de un vidriado.

COCCIÓN

Hornos.- Oxidación y Reducción.- Registro de la
temperatura.

¿QUÉ ES LA ARCILLA?

-Orígenes de la arcilla: Las arcillas provienen de la descomposición de las rocas feldespáticas, tales como el granito. Esta descomposición se lleva a cabo mediante la intervención de agentes atmosféricos a través de grandes periodos de tiempo. Si tenemos en cuenta que estas rocas son muy abundantes en la naturaleza, no nos extrañaría que las arcillas constituyan las rocas sedimentarias más difundidas en la corteza terrestre. Cuando las arcilla permanecen en el lugar de origen, se llaman arcillas primarias, éstas son de grano grueso, poco plásticas y muy puras. Cuando son arrastradas geológicamente por las aguas a otros lugares donde se sedimentan, se llaman arcillas secundarias que son de grano fino, plásticas y con impurezas. Las impurezas que contienen estas arcillas actúan como fundentes, es decir rebajar la temperatura de fusión.

-Tipos de arcillas: Las dos arcillas primarias, o residuales, que más interesan al ceramista son los caolines y la bentonita, una arcilla pegajosa de partículas muy finas y en consecuencia muy plásticas. Todas las otras se llaman arcillas secundarias sedimentarias, incluyen las arcillas rojas de baja temperatura de cocción, adecuadas para el barro cocido, así como las arcillas refractarias y las arcillas para loza, que resisten temperaturas mucho más altas. De hecho la capacidad de cocerse sin deformación a determinadas temperaturas, es otra manera de clasificar las arcillas.

- Los tres tipos principales de arcillas o cerámica son: barro cocido o terracota, cocido desde 800° hasta cerca de mil cien, cuando comienzan a vitrificar. Loza, cocida desde 1900 grados a mil trescientos grados. Es un material duro y no poroso que sólo necesita el vidriado por razones higiénicas o estéticas. Y la porcelana, también dura y no porosa, cocida entre 1950° y 1 400 grados. La porcelana tiene caolines, feldespato y cuarzo, con algo bentonita.

TRABAJO A MANO.

- Herramientas: Algunos ceramistas sólo utilizan sus manos, pero la inmensa mayoría se provee de útiles para realizar su trabajo. en primer lugar se necesita un tablero de madera, puede servir cualquier superficie lisa fina, y ligeramente absorbente. Las herramientas más utilizadas son el rodillo, un cuchillo, el cortador, palillos de modelar, y todos los utensilios y útiles que no sirvan para hacer improntas e incluso cortar y modificar la estructura de barro.

- Enrollado: Parece que cada será mixta que trabaja a mano tiene alguna manera personal para cada método. Sin embargo el método más corriente de hacer rollos, colombiano o churros, haciendo rodar un trozo de arcillas sobre una superficie ligeramente lisa, la tabla de una mesa y con los dedos y las palmas de la mano a hacer una ligera presión hasta obtener un rollo. Una vez obtenidos varios rollos se colocan sobre un paño húmedo para que no se nos sequé. Partiendo de una base, de la forma que quiera, se pasa a enrollar los churro sobre el borde, la unión de cada churro por separado y los anillos entre sí, deben fijarse bien entre ellos, por dentro y por fuera apretando bien con el palillos. (según fotos).

- Construcción con placas.- Las placas de arcilla, duras o blandas, pueden hacerse aplanando una pella a mano o laminandola con un rodillo; o con un palo redondo; bien sea juzgando con el espesor a ojo, utilizando dos palos iguales, entre los cuales se lámina,. Las placas también pueden cortarse partiendo de una gran pella de arcilla, utilizando un arco con una alambre que puede ajustarse al espesor necesario, cortadas las placas, puede usarse blandas o dejarlas endurecer un poco. Se pasa después a la unión de las placas, todas las uniones se hacen fácilmente, incluso se ha de añadir interior rollos de arcilla para revisar y fortalecer la unión



92 Paliizque entre si la junta de la
colla laminada



93 Recorte el exceso con un alfiler.



94 Cierre la abertura.



95 La forma terminada, pintada con
cobre y cocida, de Mary Rogers.



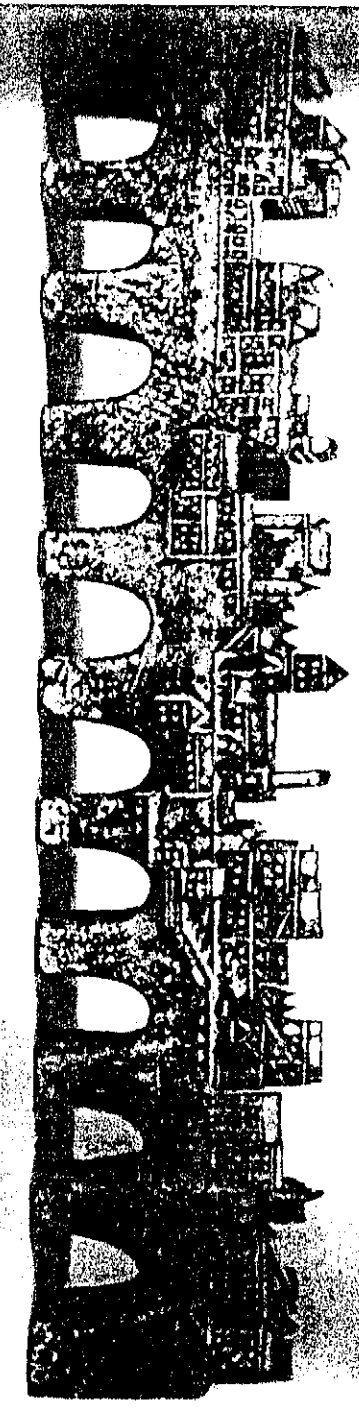
96 Corre alrededor de las plantillas de papel.



97 Bisele los bordes, rasque, unte las uniones. Las
paredes sobre la base evitan alabeos y grietas.



98 Refuerce las uniones con un rollo blando.



entre la base y las paredes. Para las uniones de las aristas vivas deberá biselar los ángulos darle abundante barbotina y unidas entre sí colocándole el churo que fortalece en estos ángulos. No solamente se pueden hacer vasijas cuadradas sino también esculturas cerámicas barcos, puentes, edificios, etcétera.

- Modelado.- existen dos maneras diferentes para llevar a cabo un modelado un no es el de las formas ahuecadas y el otro es el modelado clásico.

Formas ahuecadas: con este método tome simplemente una pella de arcilla, bien preparada y golpea para formar una figura maciza , puede ser lisa o textura o ambas cosas. Una vez hecha la figura y está terminada, abríala con un sedal y pasar al vaciado. Esto se hace con una herramienta que se llama vaciador y las hay de varios tipos según sea la pieza que se vaya vacías y utilizando unas u otros. Es importante marcar el espesor del borde para que toda la figura vaciada tenga un grosor muy parecido.

Este método también es muy bueno para hacer piezas con tapadera, para hacer piezas modeladas y una vez hechas se pasa a abrirlas por el centro, en dos partes, una vez que las dos partes se hayan vaciado se procede al pegado de las mismas rallando el grosor de las paredes con un palillo y untadas de barbotina y vueltas a pegar apretando bien con el palillos para que no se note nada la unión.

El modelado clásico: Se parte de una pella de arcilla a la que le daremos la forma deseada partiendo de una base y haciéndola con churros. Esta es una forma ahuecado a la vez que se va modelando. Pero hay otra fórmula que es hacer la maciza y una vez terminada se le puede sacar un molde en escayola, una vez obtenido el molde de escayola y seco, partiendo de una plancha de arcilla se coloca sobre el molde y se va apretando ligeramente hasta que la arcillas se meta en todos los rincones de nuestra figura, separado el molde, en cuántas partes haya sido necesario hacerlo, obtendremos una figura de barro con las paredes del grosor deseado.

Otro sistema de obtener figuras de barro es el industrial, que se obtiene partiendo de moldes de escayola muy complicados por un sistema que se llama de colada. Este sistema consiste en verter la arcilla líquida pero suficientemente espesa en el hueco del molde esperar a que la arcilla pierda la humedad y vaciar el barro sobranste, una vez obtenido el grosor necesario se pasa a quitar la escayola y nos quedará la pieza en barro. Este es el método industrial habitualmente utilizado para obtención de cerámica industrial.

TORNEADO.

Para este tipo de trabajo, se utilizan dos tipos de torno de alfarero uno llamado de pie que es el que se utilizado hasta que aparecido el torno eléctrico. estos dos tonos proporcionan una sensación diferente; pero fundamentalmente la diferencia principal entre uno de mano o de pie, y un amortizado, es que los primeros proporcionan una comunicación directa, inmediata y en consecuencia infinitamente sutil entre el cuerpo y el cerebro mientras que los tornos motorizados tienen velocidades, precisión y proporcionan al ceramista la capacidad de manejar grandes cantidades de arcilla con mayor facilidad en comparación. En ambos tipos pueden buenas vasijas.

Las herramientas que utilizan los torneos para dar forma a la arcilla sobre las ruedas son una colección de útiles muy personales, pero hay algunos que pueden encontrarse en la mano de casi todos los torneos: la esponja, el alambre, rodetes, herramientas de pulir, devastadores (éstos pueden ser de madera metal, pizarra etcétera), dispositivos de medición herramientas de tallar, etcétera.

POSICIONES, CENTRADO Y ELEVADO (fotos)



139 Humedezca el rodete y plante firmemente la pella de arcilla para torneár.



140 Centrado: I aplique igual presión con las dos manos.



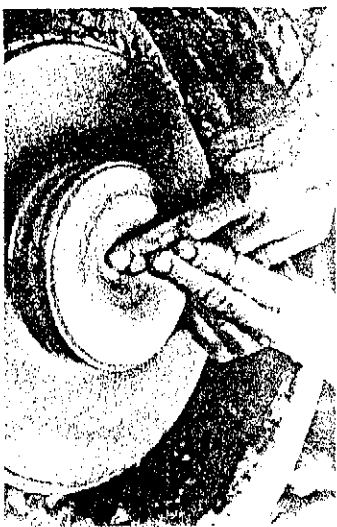
141 Centrado: II Deje el brazo izquierdo verticalmente sobre la arcilla.



142 Centrado: III Aplique una presión extra con la muñeca derecha.



143 Centrado: IV Una mano sobre la otra. El pulgar derecho ayuda a mantener la arcilla hacia adentro.



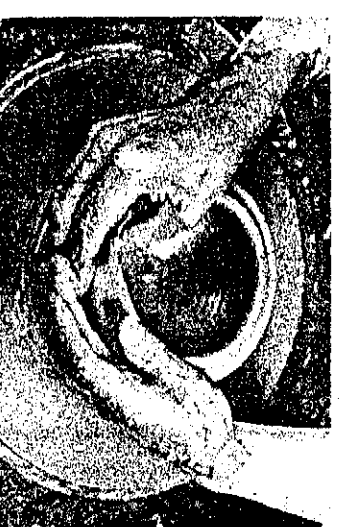
144 Abertura de la pella de arcilla centrada: con un dedo ayudado por la otra mano.



145 Abertura de la pella de arcilla centrada: con todos los dedos ayudados por la otra mano.



146 Abertura de la pella de arcilla centrada: utilice el pulgar acunando la arcilla en las manos.



147 Vaya hacia afuera y hacia arriba, disminuyendo la velocidad de la rueda a medida que se ensancha.



148 Repita la acción desde la base hasta el borde.

DECORADO.

Cuando hacemos una marca en arcilla estamos decorando por eso hay varios tipos de decoración. Las vasijas más antiguas que conocemos están decoradas con un simple dibujo que imita a un tejido de cestería.

Más tarde los dibujos geométricos dieron un paso adelante para dar paso a figuras concretas como animales, plantas, etcétera.

Como se decora: antes de la cocción de bizcochado y después de la cocción de bizcochado.

La incisión es una forma de decorar cuando el barro aún está tierno, incluso en estado de dureza de cuero se puede tallar superficies completas. D..

La impresión es otra técnica en la que no se quita arcilla, simplemente se prensa sobre la forma. Se pueden hacer las herramientas de imprimir, tallándolas en el extremo o contra fibra de la madera, una madera de grano fino, escayola, haciendo un modelado de yeso escayola a partir de la arcilla. Probablemente la manera más fácil es tallar y grabar sellos de arcilla que después se cuecen a temperatura de bizcocho. Los cerámicas utilizan este método para hacer los ellos con su nombre que identifican su trabajo. Trozos de corteza, de cordel, cuerda cartón, trenzado, dan resultados más suaves. La decoración impresa es una cuestión de seleccionar el elemento marcador a elegir.

La incrustación: lo mejor es comenzar esta técnica de incrustación cuando las formas de arcillas están todavía razonablemente húmedas, de manera que el material de incrustación sea el más fácilmente aplicable. El material incrustado se puede coloreada con oxidos colorantes aplicados a pastas blancas con colores y añadirse a la vasija aun tierna.

Las cerámicas incrustadas llamadas Mishima de Corea, del siglo XIII en adelante, se cuentan entre los mejores y más finos de la historia de esta técnica.

La decoración calado a puede ser extremadamente eficaz en la unión visual del interior y exterior de las superficies de las formas, tanto torneadas a mano, se puede inutilizar toda una batería de herramientas que incluyen cuchillos de hojas finas, brocas de todos los tamaños, agujas y tubos metálicos. La perforación de la arcilla puede comenzar cuando aún estaba blanda. La rebabas hechas por la cuchilla causarían problemas, éstas se elijan aun cuando estén bien se cas o bien pasándole una esponja cuando aún están húmedas.

El engobe. Es arcilla ablandada con agua hasta hacer una pasta que cremosa y espesa. El engorde fue el principal método decorativo durante muchas centurias, antes de la aparición del vidriado. Los engobes pueden hacerse a partir de arcillas blancas. Todo tipo de engobes pueden aplicarse a las piezas de arcilla cuando están en estado de dureza de cuero. Estos engobes se pueden también colorear con óxidos metálicos y colorantes. cosidos más corrientes empleados para hacer un engobes o colorear los:

óxido rojo de hierro en un 2% da marrón oscuro.

Bióxido de manganeso en un 2% al 8% de la color marrón púrpura claro a oscuro.

óxido de cobre desde 2,5 % hasta un 5% da diferentes colores de verde.

óxido de cobalto desde un la 0,5% a 1,5% de el azul claro oscuro

colorante de vanadio de 6% a10% da amarillos.

rutilo desde un 4% a un 8% da colores cremas

, cromato de hierro desde 1% a un 2% da colores grises claros.

Se puede aplicar el engobe pintando vertiéndolo sobre la pieza, suemrgiendo la pieza. En este momento cuando aún existe húmeda la aplicación, es cuando usted puede trazar dibujos rápidamente con la esponja, los dedos una peina. Puede usted también aplicar capas de engobes una

sobre otra, con tal de que deje secar cada una de ellas a dureza de cuero.

Existen otros métodos interesantes de decorar con engobes utilizando el contraste de tonos colores del cuerpo de la pieza y el engobes para producir un efecto decorativo, esto se hace como la reserva con cera y la reserva comparte.

Bruñido: Cuando una pieza alcanzado la dureza de cuero puede pulirse y compactarse frontando con un objeto duro, tal como el dorso de un cuchillo, un hueso un guijarro, hasta que la decoración resalta como zonas brillantes algunas vasijas primitivas fueron trabajadas de esta manera.

El trabajo de pintar y bruñir es laborioso, pero los resultados pueden ser espectaculares. Parece ser que la cerámica cocida a fuego bajo, por debajo de 1000°C, retienen mejor el bruñido y se han hecho muy buenas vasijas cocidas con hornos simples de serrín..

Chorreado de engobes: de todos los procedimientos aplicación de engobes, para obtener un dibujo con decoración sobre la arcilla, el más tradicional en Gran Bretaña ha sido siempre la manga. Esta herramienta hecha en tiempos pasados con recipientes parecidos a los biberones para los niños, con una caña en un extremo de un recipiente plástico o elástico en el otro, produce en líneas, puntos incluso pequeñas coronas de espesor variable, según el tamaño de la abertura de la caña o boquilla. Ahora se puede hacer con una perla en bolsa de goma, de boquillas de cristal de distintos tamaños. La propia técnica requiere práctica en cada detalle. El engobes mismo debe estar bien colado, de manera que no haya grumos que impidan un flujo continuo. Decoraciones más controladas se producen chorreado líneas paralelas con engobes sobre el fondo de engobes húmedo y dibujando cuidadosamente unos puntos finos a través de estas medidas, para dar a la superficie una apariencia de en plumazo. Combinando alguno de estos métodos, por ejemplo, peinado o esgrafiado, se muestra la rica fuente de decoración que representan los engobes.

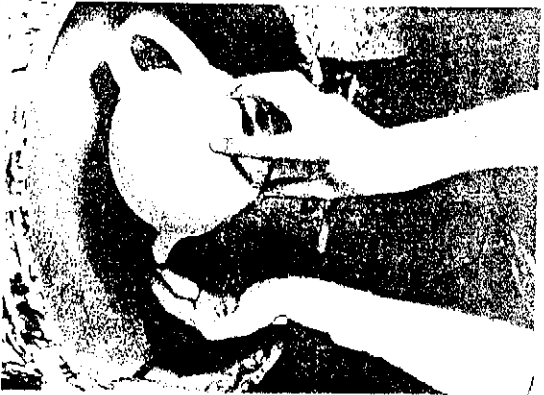
variar considerablemente según el tipo de atmósfera existente en el horno.

Preparación de un vidriado. Todos los materiales necesarios pueden comprarse en forma de polvo muy fino en los distintos proveedores. Los óxido colorantes, especialmente los fuertes, tales como el óxido de cobalto, deben pesarse en una balanza muy sensible y precisa. Después de pesados se mezcla con agua hasta obtener una consistencia cremosa, cuando se mezclan gentes fundentes colorantes en el vidriado es una buena idea molerlos en un mortero junto con unas cuantas cucharadas del vidriado base antes de añadir los restos de la mezcla y finalmente tamizar toda la partida del vidriado. La mayoría de los vidriados deben pasarse a través de un tamiz de número ciento veinte. El vidriado queda así listo para su uso. La aplicación del vidriado es sencilla ser pueda hacer por inmersión vertido proyección, sobre la pieza bizcochada.

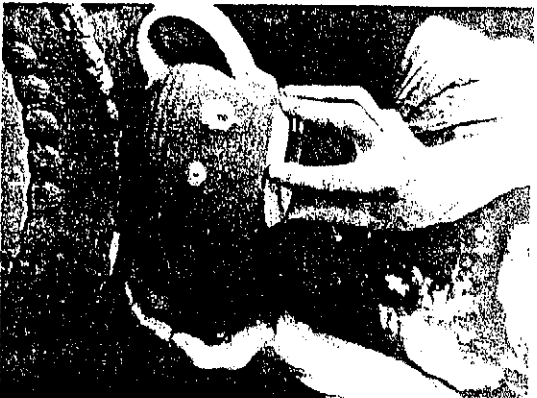
Por inmersión: La mayoría de los ceramistas toma la vasijas con una mano sumerge la vasijas en el baño boca abajo para evitar que vidriado entre inicia así la presión del aire impedirá que vidriado llegue al interior de la vasijas. Para sumergidas piezas grandes complicadas primero por un lado y luego por el otro, pero recuerde que la mayoría de los criados, especialmente los opacos, pueden mostrar la a superposición si se deja que se formen dos capas.

El vertido en este caso es casi imposible evitar capas dobles con las señales del cordel y divertido, pero puede hacerse de ellos un efecto decorativo de trabajo. El pintado es otra manera de aplicar el vidriado.

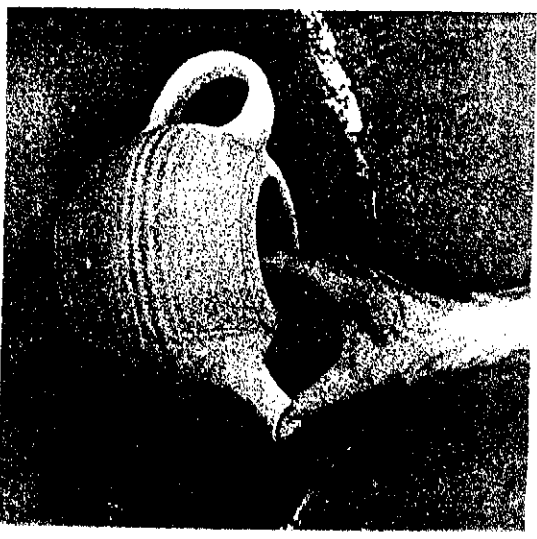
Esmaltado a pistola: Para poder utilizar este sistema es necesario tener una pistola de esmaltado y un compresores. La pieza se coloca en una cabina de esmaltar donde puede recogerse el vidriado restantes después de haberse aplicado a la pieza. Para proyectar hay que tener en cuenta la distancia correcta de la pistola, de manera que no aparezcan chorreras de vidriado, no déjé que las piezas se saturen y los aparatos al terminar el vidriado mantenerlos limpios es importante o de lo contrario tendrá problemas la próxima vez. Esta forma de vidriado permite difuminar las piezas y cambia de colores en una misma pieza.



385 Inmersión (I): encerre el borde de la tetera, con el dedo sobre el caño para evitar que el vidriado entre en el recipiente.



386 Sáquelo lentamente y sosténgalo.



387 Inmersión (II): con la base encerrada y el pulgar sobre el caño, para evitar que el vidriado entre dentro.



388 Suméjralo hasta el borde, observe que el caño está cubierto.



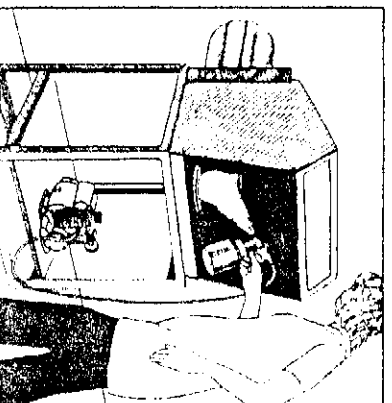
389 Eche el vidriado en la tapa.



390 Vierta el exceso de vidriado, limpie el borde de la tapa inmediatamente, la base de la tapa se vidriará mas tarde. El conjunto del borde, arriba y por debajo, se deja sin vidriar, de manera que pueda cocerse puesta sobre el recipiente.

no deje que las piezas se saturen y limpie los aparatos al terminar el vidriado o de lo contrario tendrá problemas la próxima vez. Ciertos efectos de sombreado solo pueden obtenerse por proyección y ésta también puede ser de gran ayuda para vidriar grandes piezas cocidas con formas delicadas y complicada preparación; de lo contrario yo diría que la inmersión, el vertido, e incluso el piniado son métodos mejores económica y estéticamente en la mayoría de los casos.

Recuerde hacer pruebas poniendo un vidriado sobre otro, posiblemente utilizando métodos de aplicación diferentes: por ejemplo, un vidriado vertido y piniado encima de un vidriado por inmersión. De esto pueden obtenerse resultados interesantes y aumentará en gran manera su repertorio de vidriados.



392 Cámara con ventilador, compresor y pistola de pulverizar.



391 Vertido: la vasija se apoya sobre alambre fuerte, la base está encerrada.

COCCIÓN

Cocemos la cerámica para hacerla permanente, porque incluso la arcilla fuertemente tostada por el Sol puede deshacerse y utilizarse de nuevo machacándola y mezclándola con agua. Pero una vez que la arcillas ha cocido, aproximadamente a más de 600 grados, las variaciones químicas y físicas que se producen hacen irreversible el cambio de arcilla a cerámica.

Esta subida de temperatura se tiene hacer muy lenta hasta que la arcilla pierda su grado de humedad. Generalmente se cuecen las piezas dos veces, una es la llamada cocción de bizcochado y la otra cocción del vidriado. Esto no es esencial también se puede hacer en monococción pero hay que tener mucho más cuidado.

De cualquier manera la obra en bizcocho es más fácil de manejar para aplicación del vidriado y para ciertos procesos de decoración.

LOS HORNOS: Históricamente en los hornos comenzaron probablemente como fogatas encendidas de bajo y alrededor de un montón de cacharos secos. Tan pronto como se utilizaron pozos del suelo cortos en los taludes del terreno, se hicieron posibles temperaturas más elevadas. El simple horno de tiro en forma de botella puesta en pie, en el que el calor simplemente pasan a través de las cargas y sale por la parte superior del horno, sirvió a los ceramistas de occidente durante siglos, pero en oriente el horno de tiro bajo que permite aumentar el calor mientras las llamas se produce nacía bajo a través de la carga y salen por la chimenea en las partes traseras del horno, significó que podían obtenerse temperaturas mucho más altas. En la actualidad los combustibles como al gas y la electricidad sirven para alcanzar estas grandes temperaturas.

Actualmente hay una gran gama de hornos en el mercado la los hay eléctricos y de gas pero a su vez pueden ser de fibro.a de vidrio ó de ladrillo refractario.

Oxidación y reducción- El ceramistas se enfrenta a la elección de las atmósferas en el interior del horno, la de oxidación y la reducción. Estas dos atmósferas tienen una importancia crucial sobre la apariencia final del trabajo. La oxidación significa cocer con la cantidad de aire adecuado, para que se produzca la combustión total y limpia. En la reducción se escasea el aire ajustando las entradas de este y las chimeneas. Si la combustión tiene continuar debe tomar oxígeno de algún lugar y puesto que no puede tomarlo del exterior del horno, lo tomara del oxígeno presente en la arcilla y en los vidriados. Los hornos eléctricos no admiten fácilmente la atmósfera reductora, mientras que la madera y el carbón no son fácilmente manejables, por ello parece sensato quedarse con la extensa gama que puede dar un atmósfera oxidante en un horno eléctrico o usar gas o derivados de petróleo para lograr la reducción.

Los ciclos de cocción pueden durar de 6 a 7 horas en una cocción con el horno lleno. La curva de cocción es importante, hasta los 600 grados centígrados hay que darle muy poca presión para que el horno suba lentamente para darle tiempo a las piezas a perder el agua que todavía conserva. Pasando de 600 grados ya puede darle más presión al horno hasta llegar a la altura deseada.

Se llama cocción de baja temperatura cuando la temperatura de cocción final no sobrepasa los mil cien grados. Se llama de alta temperatura cuando la cocción oscila entre los mil doscientos grados y mil trescientos. Esta última cocción se suele aplicar en las porcelanas.

INTRODUCCIÓN A LAS PASTAS Y ESMALTES CERÁMICOS

Rosalba Fuentes, Omar Mejía, Bartolo Caudillo y Guadalupe de la Rosa
Facultad de Química

Resumen

En este trabajo se enmarca la importancia que tiene la formulación de pastas, esmaltes cerámicos y las pruebas para determinar sus características. Se busca familiarizar con diversos términos empleados en la industria cerámica mientras se describe la secuencia del proceso y las pruebas que se realizan. Todo lo anterior en un contexto de la importancia de esta industria en el país y el papel que deberían tomar las instituciones de educación.

Introducción:

Tabiques, floreros, vajillas, pisos, lavabos y sanitarios, entre otros, son productos de cerámica. En la actualidad, esta industria en nuestro país enfrenta una dura competencia en el mercado mundial, ya que a pesar de que la cerámica popular tiene una gran tradición a nivel industrial, no ha logrado un buen desarrollo. La mayoría de las líneas de negocios de este sector enfrentan una fuerte competencia en el mercado, por lo que se deberían buscar estrategias para que los productores de cerámica invirtieran en nuevas plantas, en automatización y capacitación de personal, con el objetivo de lograr una mayor calidad y reducir las pérdidas económicas. La capacitación continua permitirá a pequeños productores conocer la forma de manipular las pastas y los esmaltes de manera más técnica, ya que la comprensión de su comportamiento y el conocimiento sobre las pruebas para conocerlo son esenciales si se quiere fomentar el desarrollo. A continuación se explica que es y como se prueban las pastas y esmaltes cerámicos.

Pasta Cerámica

Ésta se obtiene de la mezcla de distintas arcillas y sustancias. Una vez que se han elegido las materias primas que conformarán la pasta, se mezclan, se trituran y se efectúa la conformación o moldeado de piezas. En el conformado se añade agua a las arcillas con el fin de plastificar la mezcla para poder moldear, cuidando siempre de mantener la rigidez necesaria para evitar que las piezas sufran fractura, figura 1. Luego viene la fase de cocción, en donde se pretende conseguir la máxima densidad aparente que proporcione a la pieza cerámica las características físicas, químicas y térmicas que de ella se espera. Así pues, y a grandes rasgos, el proceso cerámico es sinónimo de densificación, la cual, se logra con el conformado y la cocción

Para diseñar correctamente la pasta se debe tener información sobre las materias primas disponibles, las propiedades del producto a fabricar y las características del proceso de fabricación. El acabado depende de:

- a) la composición y estructura de la arcilla
- b) las condiciones de cocción: temperatura y su perfil en tiempo y atmósfera del horno.



Fig 1 -Moldea con pasta

- c) el colorante añadido (si se usa esta técnica). Las arcillas que contienen óxido férrico, (Fe_2O_3), tienen un color rojo. A medida que se aumenta la temperatura de cocción el color se oscurece, en parte porque una parte del óxido férrico se convierte en magnetita (Fe_3O_4), que es de color negro.

En las arcillas calcáreas, la alteración del color (del rojo hacia amarillo) depende del contenido en carbonato de calcio ($CaCO_3$). La tabla 1 muestra los tipos de arcillas con su composición química.

ESTRUCTURA	DESIGNACIÓN	COMPOSICIÓN QUÍMICA
LÁMINAR	CAOLINITA	$Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$
	HALOSITA	$Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$
	MONTMORILLONITA	$Al_2O_3 \cdot 4SiO_2 \cdot FeO + 2H_2O$
	BEHNTONITA	$Al_2O_3 \cdot 4SiO_2 \cdot MgO + 2H_2O$
FIBROSA	ILLITA	$Al_2O_3 \cdot 3SiO_2 \cdot Fe_2O_3 \cdot Ca_2 \cdot 2H_2O$
	SEPIOLITA	$9MgO \cdot 13SiO_2 \cdot 5H_2O$
	ATAPIULITA	$9MgO \cdot 13SiO_2 \cdot 5H_2O$

Tabla 1. Clasificación de arcillas.

En la tabla 2 se presenta una relación de propiedades y como cambia dicha propiedad con la presencia de tres de las arcillas más abundantes y comúnmente usadas.

Propiedad	Caolinita	Illita	Montmorillonita
Superficie específica	Baja	Intermedia	Altísima
Tamaño de partícula	Grande	Intermedio	Pequeña
Difusividad	Buena	Regular	Difícil
Resistencia mecánica	Baja	Buena	Altísima
Plasticidad	Baja	Intermedia	Altísima
Contracción en secado	Baja	Baja	Altísima
Temperatura de cocción	Alta	Baja	Baja
Rango de cocción	Áncho	Estrecho	Estrecho

Tabla 2. Propiedades esperadas para caolinita, illita y montmorillonita.

Secado

Cuando la pasta cerámica ha sido moldeada con la forma deseada, debe tratarse para eliminar el exceso de agua. Para ello se somete a un secado, el cual es un fenómeno en donde el agua de humedad emigra a la superficie para su evaporación. A medida que avanza el secado, las partículas se van aproximando y la contracción aumenta. Entonces, se va eliminando el agua que se encontraba tanto absorbida como en los poros, van apareciendo poros vacíos. La suma del volumen de poros más el volumen de arcilla seca

equivale a la dimensión final de la pieza.

El ceramista no suele tomar en cuenta el volumen, sino la contracción lineal que a efectos prácticos es lo mismo. Para ello, utiliza distintas pruebas, una de ellas consiste en moldear una pieza en forma de paralelepípedo y hacer marcas antes y después del secado con el fin de medir la contracción, como se observa en la figura 2. También pesa la pieza antes y después del secado con lo cual puede estimar la plasticidad.



Figura 2. Briqueta de pasta.

Durante el secado, también puede ser determinada la curva de Bigot. Estas curvas permiten conocer el comportamiento al secado (ubicación del punto crítico, declive de la curva % contracción contra %humedad). Una vez determinada la curva de Bigot, el cruce entre las prolongaciones de los tramos correspondientes a la primera y segunda etapa de secado corresponde a la llamada humedad crítica. Este punto depende únicamente de la pasta y debe determinarse en cada caso.

Cocción

La cocción cerámica es un proceso de densificación. El calor que llega a la pasta sirve para desencadenar todo un conjunto de reacciones, entre las que cabe distinguir: Reacciones químicas, porosidad, Transformaciones cristalinas polimórficas, Producción de microgrietas.

El proceso de cocción se inicia con reacciones en estado sólido: rotura de enlaces químicos, descomposición de minerales y formación de puentes de unión. Más tarde se inicia la generación de líquido, ya que una parte de los componentes funden. Todo ello conduce a una densificación de la masa y el cuerpo adquiere una rigidez que le confiere las propiedades esperadas.

En la etapa de calentamiento de la pieza, la periferia está más caliente que el interior, así pues, existe un gradiente de temperatura que provoca una deformación. Durante el enfriamiento, el fenómeno es el contrario. Ahora la temperatura mayor se haya en el núcleo y las fuerzas exteriores quedan sometidas a tracción, esfuerzo mecánico que la cerámica resiste con mucha dificultad. De ahí el hecho que sean más frecuentes las roturas en el enfriamiento que en el calentamiento.

A la salida del horno el producto cerámico presenta una porosidad cerrada y una porosidad abierta. La calidad, cantidad y distribución de los poros condiciona y clasifica los productos cerámicos, así como también lo hizo la composición de la arcilla, como puede verse en la figura 3.

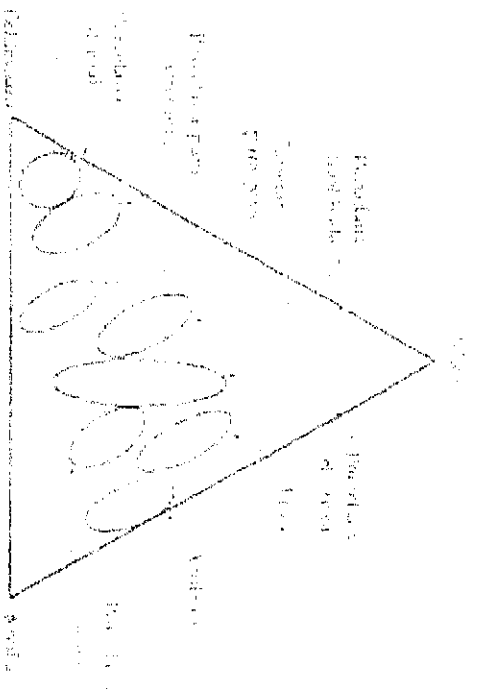


Figura 3. Ubicación de productos de arcilla en diagrama de fases sílice-arcilla-feldespato (Askeland, 1998).

Esmalte

El esmalte o barniz es una suspensión líquida de minerales muy finamente molidos, y que se aplica a las piezas cerámicas, por lo general una vez que ésta han tenido un precoccido por medio de pincel, baño de inmersión, o aspersión con algún tipo de pistola, spray o soplete. Estas piezas barnizadas se queman nuevamente en el horno, hasta la temperatura necesaria para obtener la fusión de la mezcla de los ingredientes, la mezcla se convierte entonces en un recubrimiento vítreo firmemente adherido al cuerpo de arcilla. Existen diversas maneras de clasificar los esmaltes: de alta o baja temperatura, según la temperatura a que deban llegar para alcanzar su punto de madurez; plúmbicos (de plomo), alcalinos o feldespáticos según los fundentes utilizados en su preparación; también podemos distinguirlos según su textura, aspecto visual o táctil, en barnices mates, cristalinos, transparentes, opacos, semimates, satinados, iridiscuentes y otros.

Para diseñar un esmalte se prueba con distintas fórmulas Seger para conocer el comportamiento del esmalte. La fórmula de Seger se utiliza para expresar la composición de los esmaltes cerámicos. Para calcularla los óxidos se clasifican en básicos (M_2O , MO), anfóteros (M_2O_3) y ácidos (MO_2) y se indica la cantidad de sustancia de cada tipo de óxido con respecto a un mol de óxidos básicos totales.

Con cada fórmula se fabrica un botón que se coloca sobre la pasta cerámica formulada y se somete a cocción en el horno a la temperatura escogida, para conocer la respuesta. Puede observarse en la figura 4, un botón de los polvos que formulan el esmalte, antes y después de su cocción en el horno.

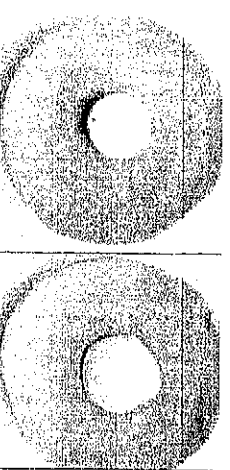


Figura 4. Botón de material para esmalte antes y después su cocción.

Los esmaltes para ser utilizados deben ser mezclados con agua y su cantidad dependerá de las características del esmalte y de la naturaleza y porosidad del soporte. En líneas generales se utiliza un 60/80 % de agua. Es muy conveniente después del mezclado pasarlo por un tamiz de 80 o 100 # para eliminar partículas que no estén bien molidas y homogeneizar el esmalte. Es importante dejar reposar la suspensión de esmalte antes de su aplicación, debido a que las espumas formadas en el mezclado pueden dar origen a

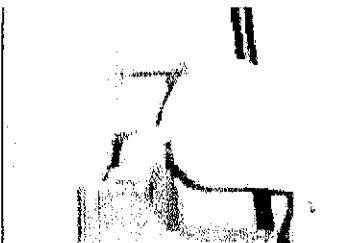


Figura 5. Aplicación de Esmalte

defectos de ampoliado.

Una vez aplicado, debe darse tiempo para que seque antes de someterlo a la cocción; en caso contrario la humedad superficial al evaporarse bruscamente puede provocar que el esmalte se abra, separe, desconche o se formen burbujas.

La Frita es un Barniz parcial o completo, fundido en el horno hasta alcanzar la condición de vidrio, enfriado y luego molido. Luego se usa para esmaltar piezas o en la preparación de otros barnices. Con este procedimiento se elimina la toxicidad del plomo y la solubilidad de los fundentes alcalinos.

El Fundente se agrega al esmalte además de la sílice y la alumina, para lograr que el punto de fusión sea más bajo, esto es, reduce la temperatura de maduración de las dos primeras. Según las temperaturas que se deseen alcanzar, los compuestos que se agregan como fundentes varían: el plomo y los álcalis para las temperaturas más bajas, y el sodio y el potasio de los feldespatos para las altas.

Algunos defectos que se presentan en los esmaltes son:

Cuarteo: Se caracteriza por la aparición de finas rajaduras en la superficie vidriada. Este defecto se debe a que el coeficiente de dilatación del esmalte utilizado es excesivamente alto respecto al coeficiente de la pasta cerámica.

Salto del esmalte: Es el defecto inverso del cuarteo y es producido cuando el coeficiente de dilatación del esmalte es muy bajo respecto a la pasta. Se detecta por partes de vidriado que saltan o se despegan, particularmente en superficies curvas y bordes. Este problema, generalmente es causado por defecto de la pieza previamente cocida, por alto contenido de cuarzo o por estar muy firmemente molido.

Recogido del esmalte: El esmalte se recoge dejando ver la pasta como si este no hubiera sido "mojado" por el esmalte. El problema es debido, a veces, a que el tamaño de partícula de esmalte es muy pequeño respecto al de los granos sintetizados de la pasta previamente cocida.

Pinchado del esmalte: Se detecta como pequeños poros en la superficie ya vitrificada. Es muy frecuente por causas de contaminación de pequeñas partículas de suciedad. Pero en muchos casos son varios los motivos que producen este problema. Así, aparece pinchado cuando la pieza de pasta esta excesivamente cocido; cuando el caolín o arcillas como aditivo de molienda en el esmalte contienen laminillas de mica, si el agua es muy dura, cuando hay gases en el horno, cuando se utilizan esmaltes muy viscosos.

Reventado del esmalte: ocurre cuando el esmalte ya vitificado salta como si reventara en pequeñas áreas o zonas, dejando ver el bizcocho. El defecto se debe siempre a que la pasta contiene granos de cal.

Piel de Naranja: La superficie vitrificada no esta lisa, presenta un defecto como de pequeños granos u olas, similar al efecto que le da nombre.

Este problema la mayoría de las veces aparece cuando el esmalte es aplicado por pistola. El volumen del aire de atomización por unidad de volumen de esmalte es el factor predominante, también puede influir en el ángulo de incidencia, que debe ser de 60° o más.

Se puede identificar fácilmente cuando la pieza quedo cruda o fue sobrecoocida. Las piezas crudas se caracterizan por: (a) Presentar pequeños cráteres en la superficie del vidriado como consecuencia de un hervido incompleto; (b) Pinchado, indicando de falta de maduración del esmalte; (c) Falta de brillo; (d) Falta de estirado; (e) Mal desarrollo de los colores de los esmales si estos son coloreados; y (f) Cuarteo. Las piezas sobrecoocidas se caracterizan por: (a) Pobre desarrollo de colores o colores atacados por el esmalte muy fluido; (b) Esmalte corrido por exceso de fluidez; (c) Piezas deformadas por exceso de temperatura; y (d) Superficie del esmalte con pequeñas burbujas, ampollas, falta de brillo, piel de naranja.

Comentarios Finales

La industria Cerámica, es de vital importancia para el desarrollo de un país. Para lograr la comodidad para el humano, en todo tiempo es indispensable el uso de ladrillos, vajillas, sanitarios, pisos, etc. Por tal motivo, debería analizarse a mayor profundidad esta área en las universidades y con ello trabajar para impulsar su desarrollo. Existen diversas pruebas para determinar tanto el comportamiento de una pasta como de un esmalte. En general, los pequeños productores no están capacitados para aplicarlas, por eso es indispensable desarrollar programas de capacitación, solo así podrán en un futuro entrar a un plano de competencia.

Agradecimientos:

A Concyteg por el apoyo a través del convenio 06-16-K117-96 A02

Bibliografía Recomendada

- Introducción a la tecnología de la cerámica, Paul Rado, Ed. Omega, S. A., 1990.
Tecnología de los materiales cerámicos, Juan Morales Güeto, Editor Díaz de Santos, 2005.
Esmales, Joaquin Chavarría, Parramón, 1998.
Cerámica, A.I. Avgustinsk, Editorial Reverté, 1983.
Ciencia y tecnología de Materiales, D. Askeland, Grupo Editorial Iberoamericano, 1998.

RECEIVED

REVISED

ACCEPTED