

# **GENESIS DE LA VARIACION DE TONALIDADES EN LAS BALDOSAS CERAMICAS Y ALGUNOS REMEDIOS QUE SE RECOMIENDAN**

**K. D. Sharma**

Senior Vice-President - MURUDESSHWAR CERAMICS LTD. (INDIA)

**“LAS VARIACIONES DE TONO Y DE TAMAÑO SON INHERENTES EN TODOS LOS PRODUCTOS DE CERAMICA COCIDA; VARIACIONES DE TONO Y DE TAMAÑO QUE SE TIENEN QUE PRODUCIR: MEZCLAR BIEN ANTES DE UTILIZAR”**

Los dos títulos de arriba se encuentran en las cajas de algunos de los fabricantes mejor conocidos del mundo - ya sea de España, Italia, Alemania, Reino Unido, Brasil o incluso de países en vías de desarrollo como la India. Dependiendo de la perspectiva, estas variaciones se consideran como propiedades, características y/o defectos.

Debido a estas propiedades inherentes (el escritor prefiere el término de propiedades y no el término de defectos) diferentes países/grupo de países desarrollaron cierto conjunto de tolerancias como BS, ASTM, DIN y a continuación para baldosas cerámicas, las normativas europeas o las normativas CEN. Es interesante observar que mientras que la mayoría de las propiedades se cuantificaron y sus límites de tolerancia se especificaron, no se mencionó ningún estándar para las variaciones de tonalidad, la razón de esto es clara, ya que comportaría una ecuación adaptada por cada usuario. Lo que un individuo considera una variación de tonalidad inaceptable, a menudo se considera como algo de extraordinaria belleza y buen gusto por otro. Otro punto que debemos comentar aquí es la calidad de la instalación, esto puede proporcionar a baldosas colocadas que sean de color uniforme, una apariencia más insípida que un mantel de cuadros, o por otra parte, puede hacer que baldosas con tonos muy diferentes entre si y de la misma apariencia, el aspecto de una unidad agradable y armoniosa aunque **NI SIQUIERA HAYA DOS BALDOSAS IGUALES ENTRE SI**. Por lo tanto, los instaladores de baldosas pueden hacer que las mejores baldosas del mundo presenten un aspecto de mala calidad o pueden hacer que las baldosas de mala calidad presenten un aspecto digno de admiración debido a su colocación.

## **CONTRIBUCION DE LOS PIGMENTOS:**

Quizas el factor que más contribuye a la variación de tono puede ser el mismo pigmento cerámico. De acuerdo con la experiencia del escritor en una empresa de fabricación de esmalte

cerámico y de color, está bien establecido que los lotes del mismo sistema de color varían a menudo dentro de cierta escala de intensidad, a veces incluso la tonalidad. Por lo tanto, estos lotes se deben "corregir" (diluir o concentrar o ajustar, según sea necesario) para poder hacer que cumplan los estándares de ventas. Por lo tanto, sería recomendable el tener una relación muy estrecha entre el cliente y la empresa de fabricación de esmalte, de tal manera que el fabricante mantenga un gran stock de colores estándar para un cliente particular, o dependiendo de la situación y deseos económicos del cliente puede mantener grandes stocks de los pigmentos estándares que se tienen utilizar. No es necesario mencionar que sería aconsejable que el cliente vuelva a mezclar los diferentes suministros del mismo pigmento, procedentes del mismo proveedor para tener una constancia de tono sobre un largo período de tiempo.

### **CONTRIBUCION AL ESMALTE DE COLOR:**

El imputar la variación de tono de las baldosas a un esmalte coloreado formulado o aplicado incorrectamente sería una simplificación. Incluso con el esmalte de mismo color y utilizando la misma aplicación, se puede comprobar que las baldosas varían mucho cuando se cuecen en el mismo horno. De acuerdo con la experiencia del que suscribe este texto, experiencia adquirida en Johnson Tiles en India - para evitar la variación de tono tanto como sea posible - las baldosas coloreadas sólo se cocieron en ciertas posiciones en la sección transversal del horno-túnel. Ejemplo: sólo en la posición interior y superior externa. De hecho, esto llevaba consigo una carga del carro del Horno muy aburrida, en la que era necesario emplear mucha mano de obra adicional, a pesar de esto, Johnson se molestó en segregar estas posiciones para la cocción de baldosas coloreadas. Además, el punto que se discute aquí se refiere a un proceso de dos cocciones, que en cualquier caso es más estable que una sola cocción. A pesar de estas precauciones tan minuciosas, cada día llovían las quejas sobre la variación de tonos.

Sin ninguna duda, el factor que más contribuye es la composición del esmalte coloreado, que se debe seleccionar de tal manera que tenga estabilidad cerámica - esto quiere decir que cuando se produzcan variaciones de temperatura y en las condiciones atmosféricas del horno, no se altere el tono básico del color. En el sentido más amplio de la palabra, los esmaltes coloreados compuestos por manchas cerámicas estabilizadas u óxidos colorantes son más estables que los óxidos naturales. Por lo tanto los esmaltes que utilicen, por ejemplo, óxido de hierro, bióxido de manganeso, óxido de cobre etc, tenderían a ser más inestables que los esmaltes que utilicen manchas u óxidos estabilizados (ejemplo: blanco mate, beiges y marrones manufacturados a partir de óxido de hierro y manganeso, además de manchas, son definitivamente más inestables que el rosa, gris y verde Zi-Si-Pr-V wur que sólo utilicen colorantes y no utilicen óxidos metálicos naturales - Siendo igual otras cosas como el color de fondo y la aplicación). Pero es una cuestión de buena suerte que al menos en el caso del marrón, estas diferencias de tono se mezclan muy bien para proporcionar una apariencia general agradable. Otro factor muy favorable en el caso del marrón vaporizado es el esmalte con un fondo muy coloreado, con casi 6 % de colorantes para formar una Base Amarilla. En el contexto de composición y de la combinación, para una empresa de alguna relevancia, sería recomendable comprar una balanza electrónica muy precisa para el pesaje de los colorantes. Esta balanza podría tener una capacidad de 50 kilos con una precisión de 0.01 % o 5.0 gramos. Esto asegurará la eliminación de una de las variables más fundamentales, precisión de la combinación.

Desde el punto de vista de los materiales que se utilizan para la combinación, quizás lo más lógico sería el substituir el óxido de hierro, el bióxido de manganeso, el óxido de cobre, etc con colorantes cerámicos estables tanto como sea posible, para obtener el mismo tono en el esmalte coloreado. Aunque esto comportaría esfuerzos de Investigación y Desarrollo fundamentales que consumirían muchísimo tiempo para la toba iniciada en el momento oportuno.

Además para conseguir homogeneidad en un gran número de lotes de esmalte coloreado, sería recomendable realizar lotes de esmalte coloreado tan grandes como sea posible, particularmente para esmaltes por vaporización. De hecho, lo mejor sería mezclar 2 a 3 toneladas de esmalte coloreado en estado seco y después lotes de 100-200 kilos procedentes de este LOTE MAESTRO se podrían moler y utilizar, dependiendo de las necesidades. Esto también anularía el efecto de las variaciones en los constituyentes individuales del esmalte coloreado: ejemplo, las manchas y el mismo esmalte portador.

## **CONTRIBUCION DEL FONDO**

No es necesario repetir que el mismo fondo (que comprende el cuerpo más frecuentemente un engobe) juega un papel muy importante en la contribución o en el control de la variación de tono, sin importar lo precisa o estable que pueda ser el esmaltado coloreado. El fondo en el caso de baldosas cerámicas normalmente está compuesto por tres sustancias diferentes, el cuerpo, el engobe y el esmalte base blanco o coloreado, para los colores pulverizados y para el esmalte coloreado opacificado para colores de unidades o TINTE-UNITE. Los cambios en el color del cuerpo tienen lugar debido a gran variedad de razones, la razón más importante son los cambios en la composición química de los constituyentes del cuerpo. Quizás en el caso de un cuerpo MONOCOTTURA rojo, el constituyente más importante es el óxido de hierro que contribuye a los cambios de color del cuerpo. Esta afirmación se debe autorizar siempre con la frase "SI LOS DEMAS FACTORES PERMANECEN IGUAL" por la simple razón que muchas veces un aumento repentino del contenido de sílice o de óxido de aluminio del cuerpo (lo que se evidencia por el diferencial de alta temperatura entre las temperaturas de la parte superior e inferior para obtener una baldosa plana) el color del cuerpo se vuelve más claro y la absorción de agua es más alta incluso en altas temperaturas. La otra posibilidad es que el contenido de hierro en la arcilla portadora de hierro disminuya (lo que se puede confirmar subsecuentemente por los análisis químicos) como color resultado de lo cual, el óxido de aluminio y el sílice aumentan proporcionalmente.

Por lo tanto, para asegurar que el cuerpo posee una composición química y mineralógica constante, es necesario que los materiales se mezclen en unos cuantos miles de toneladas, en el terminal de la mina o en el emplazamiento del proveedor. La situación ideal sería la de controlar minas de materiales que necesite una empresa, particularmente en la ausencia de proveedores fiables/propietarios de mina. Aunque esto representaría una cantidad bastante considerable de costes de capital, particularmente para el equipo de mezcla, ejemplo: equipos de desplazamiento de tierras, excavadoras, explanadoras de cucharón y de cadena y mezcladoras. Otra alternativa que tienen los fabricantes de baldosas sería la de financiar/formalizar contratos con grandes proveedores/propietarios de mina para hacer que los gastos sean efectivos.

Una consecuencia del material de premezcla, adecuado para una producción de 2 - 3 años, sería que las temperaturas del horno para tanto la parte superior como la inferior permanecerán razonablemente constantes sobre un largo período de tiempo, para obtener la misma absorción de agua, lisura y tamaño lo que tendría un efecto muy positivo sobre la calidad debido a la consistencia de color dentro de unos límites razonables, si los esmaltes se han combinado correctamente y con precisión.

## **CONTRIBUCION DEL ENGOBE:**

El engobe es una capa intermedia que se utiliza en el proceso de monococción, que adopta el cuerpo rojo o blanco mate e incluso a veces para el cuerpo blanco, para enmascarar el color del cuerpo y también para servir como una capa intermedia refractaria de protección que suprime la evolución de los gases e impedir los defectos de superficie, como cavidades y poros en la superficie.

Aunque el engobe nunca puede enmascarar completamente el color del cuerpo, sería muy deseable desde el punto de vista de minimizar la variación de tono, tener un engobe que sea tan alto en opacidad y blancura como sea posible. Obviamente esto implicaría la utilización más alta posible de (white burning ball clay) como WBB de BWS-SP y Zircobit de Bitossi MO. De hecho incluso la frita puede contribuir en gran manera a la opacidad y blancura del engobe y por lo tanto es buena idea el utilizar esta frita como un componente del engobe. Para hacer que esto sea más comprensible y simple, sólo se debería utilizar engobe de alta opacidad para minimizar las variaciones de tono provocados por cambios poco importantes en el tono del cuerpo. No estaría fuera de lugar el resaltar que el coeficiente de la expansión termal de la frita de engobe y de la arcilla se debe evaluar cuidadosamente, antes de combinar el engobe para impedir características de doblado incontrolables de la baldosa cocida, debido al antagonismo en la dilatación entre el cuerpo y el engobe.

## **CONTRIBUCION DEL ESMALTE BASE:**

Con el más blanco de los engobes, la opacidad del mismo esmalte base aún posee un papel importante en la contribución a la variación de tono. El siguiente ejemplo procede de la experiencia del escritor:

Debido a la alta incidencia de Derechos de Importación que tienen que sufrir los materiales de esmaltado que entran en la India, el escritor llevó a cabo un desarrollo intensivo - utilizando la experiencia pasada del escritor en Ferro-India para desarrollar un esmalte de base blanca como primera capa para el color de vaporización y como portador para el TINTE-UNITE. Una sustitución de la frita italiana por una frita india equivalente, que desarrolló una baja opacidad en el esmalte final, provocó enormes problemas de variación de tono, tanto en COLORES DE VAPORIZACION & TINTE UNITE". La sustitución de los aditivos de los minerales naturales por materiales indios en conjunción con la frita italiana no provocó problemas tan importantes. Aquí sería importante enfatizar que el constituyente más importante es la calidad del silicato de circonio que puede hacer o romper la calidad de consistencia del tono del esmalte final, ya sea blanco o coloreado. Por lo tanto, sólo se debería utilizar un opacificante de alta calidad como Zirco-bit MO o Zircosil.

Aunque en el contexto indio (debido a los altos derechos de importación) las fórmulas de esmalte base se deben de seleccionar de manera que se utilicen las cantidades mínimas de materiales importados, se debe entender y apreciar claramente que ningún precio es lo suficientemente alto para pagar el orgullo y el placer que proporciona ser el líder del mercado como el LIDER DE MARCA. Por lo tanto, a no ser que las convulsiones económicas de la industria de baldosas india en general y/o una unidad de fabricación de baldosas específica en particular garanticen otra cosa, no se debe dudar a la hora de utilizar la frita de mejor calidad y el opacificante de fuentes importadas para poseer una esmalte de alta calidad y por lo tanto el evitar variaciones.

## **CONTRIBUCION DE LA APLICACION DEL ENGOBE Y DEL ESMALTE:**

Una vez se ha desarrollado un sistema de engobe y de esmalte satisfactorio, para mantener la constancia de la aplicación, - se debe supervisar constantemente la densidad del esmalte y el peso de (pick-up) (recogida) de las baldosas. Pero en climas muy calientes, particularmente en los países tropicales como la India, estos dos parámetros tienden a cambiar en intervalos más cortos. Para contrarrestar el efecto de un secado rápido, la cantidad de CMC se puede incrementar por alrededor del 50% en verano. Se sabe que CMC retarda la tasa de secado y también controla hasta cierto punto la aparición de poros de gas. También se debe mantener con rigidez la viscosidad del engobe y el esmalte dentro de márgenes muy estrechos, para que posea la aplicación de superficie correcta, que a veces puede aparecer para alterar el tono del color. Pero se debe mantener cierta flexibilidad con respecto a la aplicación para obtener una superficie suave o para evitar poros de gas.

Como una mejora adicional del procedimiento de comprobar los pesos periódicamente, se puede utilizar una balanza electrónica precisa como la Mettler PM-4600 que se puede conectar a un ordenador de laboratorio centralizado y a un grabador, de manera que los pesos se pueden supervisar continuamente incluso en base de auditoria por el laboratorio central.

Debido a que el color final que el ojo humano puede ver es una suma cumulativa - total de todas las aplicaciones, engobe más base de esmalte más color de vaporización (cuando se utiliza) todos ellos se tienen que supervisar frecuentemente y con precisión. Es obvio que la aplicación más crítica es la aplicación del esmalte de color que se ha de controlar muy precisamente (utilizando el tipo de equipo electrónico que se menciona aquí). La densidad del esmalte de color juega también un papel muy importante en la intensidad y textura de superficie del color final.

Mientras que estamos tocando el tema de la aplicación del esmalte de color de vaporización, sería muy importante el mencionar la importancia de tanto la cantidad como la calidad del aire comprimido. En la ausencia de un compresor separado o un receptor/depósito de aire comprimido para las cabinas de pulverización, incluso con un flujo uniforme de esmalte de vaporización, la aplicación varía siempre que otros puntos extraigan el mismo de la línea. Esta variable, aunque no es crítica,

después de todo contribuye al efecto acumulativo. La solución sería el poseer un compresor separado para las cabinas de pulverización y/o un gran receptor/depósito que aseguraría tanto la presión necesaria y la cantidad del aire comprimido.

En cuanto a la calidad del aire comprimido, debe haber conformidad de opiniones sobre el hecho de que el aire comprimido debe estar completamente libre de agua y aceite (de hecho, esto es un requisito para todos los sistemas hidráulicos y neumáticos en una buena planta de baldosas de cerámica, para la longevidad del equipo costoso como prensas, controladores neumáticos e incluso bombas como secadoras de vaporización, limpiadores de rodillo m/c etc).

Con el costo de desviarnos un poco del tema - de la misma manera en que se discutió bajo la cabecera de los materiales de cuerpo, de manera similar para el engobe, esmalte base (ya sea blanco o coloreado) y también de esmalte de vaporización - sería muy ventajoso poseer tanques de almacenamiento de 8 a 10 toneladas para el engobe mas el esmalte base y tanques de alrededor de 2 toneladas métricas para los esmaltes de vaporización, de manera que los cambios en un lote de esmalte se diluyan por el stock que se encontraba anteriormente. Incluso desde el punto de vista de una reserva, esto colocaría al usuario en muy buen rumbo, en caso de avería o de tener que arreglar el molino de bolas.

### **PAPEL DEL COCCION:**

La prueba decisiva más conocida en caso de las cerámicas es la prueba de cocción. La operación final de la cocción puede hacer o romper todo el esfuerzo que se ha dedicado hasta esa etapa.

El principio cardinal en el caso de un proceso de monococción es el de mantener el tamaño y lisura de la baldosa. Al tratar de alcanzar estas características deseables, muy a menudo las temperaturas están tan ajustadas que pueden provocar una variación en el tono del color que se está cociendo. La cocción es la operación en donde tiene lugar la interacción de todo el conjunto de factores como materias primas con cuerpo consistente, composición constante del cuerpo, combinación correcta y aplicación de los esmaltes y cantidad y calidad del aire. Por lo tanto, el tener materias primas consistentes pero combinadas incorrectamente, puede conducir a variaciones en el tono debido a la necesidad de ajustar las temperaturas del horno para obtener una baldosa blanca que cumple con el tamaño verdadero dentro de la escala aceptable.

Se pueden realizar declaraciones similares sobre cualquiera de las variables, cuando cualquiera de estas varía suficientemente cuando el resto permanece constante, puede provocar variación de tono. Por ejemplo, el cambio en la aplicación, con el resto de los factores constantes provocan variaciones.

### **CONTRIBUCION DE LA CLASIFICACION**

El procedimiento normal de clasificación - de acuerdo con la experiencia del escritor y especialmente con respecto a la tonalidad - es el de coger las baldosas que se descargan del horno a una zona separada y a continuación clasificarlas detenidamente en comparación con los Estándares Maestros. Incluso con un color en particular, basado en la tonalidad, es una práctica común el tener 2 a 3 tonos de tonalidad que se separan y se venden como tales para evitar que se mezclen entre sí.

La iluminación (tipo de iluminación) tanto en el momento de comparar la tonalidad por el hombre del esmalte - y en el momento de la clasificación por el clasificador debe ser exactamente la misma, si no es así, el gris se puede mezclar con facilidad con el blanco, el rosado con el (offwhite) y el marfil con el verde claro y así sucesivamente. Los colores que se ven durante la luz nocturna artificial son completamente diferentes de los que se ven durante el día.

Aunque se incluya aquí bajo la cabecera de - cocción/clasificación, otra causa constante pero menos de la alteración de la temperatura en el horno es la composición del esmalte y del engobe y las cantidades que se utilizan. Para ser más específico, los esmaltes que utilicen los engobes con los coeficientes de dilatación más altos necesitan ajustes completamente diferentes, en comparación con

engobes con un coeficiente de dilatación más bajo o engobes mezclados. Adicionalmente algunos colores necesitan composiciones de portador de esmalte definitivamente diferentes, como resultado,, sus coeficientes de dilatación se alteran de manera importante y como consecuencia, es necesario alterar los ajustes de temperatura del horno para hacer una baldosa plana con el tamaño correcto. Como resultado de estos cambios de ajuste, pueden tener lugar y tienen lugar variaciones de tono poco importantes tanto en los colores premium y estándar.

## **ACCIDENTES Y NEGLIGENCIA**

Por último pero no menos importante, operador y en última instancia del supervisor y del director de producción, tienen la responsabilidad de mantener las densidades y pesos de aplicación de los diferentes esmaltes. Debido a algunas razones, como por ejemplo, la escasez de mano de obra, la urgencia de ejecución de cierto pedido y a veces incluso negligencia, la densidad y la aplicación cambian de manera importante, provocando variaciones en los tonos. Muy a menudo y debido a la obturación de las pistolas de vaporización, la aplicación y el patrón cambian completamente y antes de que el operador note o se de cuenta de lo que ha pasado, unos cuantos metros cuadrados ya se han dirigido al carro de almacenamiento, lo que no deja otra opción que no sea la de realizar la cocción. La (onus) de rectificar la situación descansará entonces en una carga interior de clasificación para separarlas. A veces, en una situación como esta, los colores como gris (flamed) tendrán unas cuantas filas de blanco raso o normal que se mezclaría en estas en ausencia de suficiente vigilancia, que se tendría que minimizar hasta donde sea humanamente posible.

## **RESUMEN**

Para recapitular y resumir los puntos que hemos discutido hasta ahora, la VARIACION DE TONO aunque es una propiedad inherente de todos los productos de cerámica cocida, se puede controlar dentro de unos límites aceptables por medio de asegurar lo siguiente:

- A) **PREMEZCLA DE GRANDES LOTES DE ESMALTE COLOREADO PARA LA VAPORIZACION DE LOTES DE 2 A 3 TONELADAS. SE PUEDE REALIZAR EN EL EMPLAZAMIENTO DEL PROVEEDOR O POR EL USUARIO EN UNA INSTALACION SEPARADA. DE ESTA MANERA, INCLUSO LAS COMPOSICIONES DE LOS USUARIOS PERMANECEN EN PROPIEDAD.**
- B) **PREMEZCLA DE MATERIAS PRIMAS DEL CUERPO INDIVIDUALES EN LA MINA/ EN EL EMPLAZAMIENTO DEL PROVEEDOR, PARA CUBRIR LOS REQUISITOS DE 2 A 3 AÑOS.**
- C) **MANTENER UNA FORMULACION CONSTANTE PARA EL ENGOBE Y EL ESMALTE BASE, PARA PODER ASUMIR LAS PEQUEÑAS VARIACIONES EN SU INTERIOR. DE MANERA IDEAL, DEBERIAMOS UTILIZAR UN ENGOBE TOTALMENTE OPACIFICADO Y ESMALTE BASE QUE INCORPORA LAS MEJORES FRITAS, PIGMENTOS Y OPACIFICADORES PARA CUMPLIR ESTE OBJETIVO.**
- D) **VOLVER A FORMULAR LOS ESMALTES DE COLOR PARA EXCLUIR OXIDOS NATURALES COMO OXIDOS DE HIERRO, DIOXIDO DE MANGANESO DE LAS FORMULAS DE (OFF WHITE), BEIGE Y MARRON Y EL OXIDO DE COBRE Y OXIDO DE CROMO DE LOS VERDES. NATURALMENTE, ESTA SOLUCION NO SE PODRIA APLICAR EN EL CASO DE LOS "EFECTOS ESPECIALES"**
- E) **MANTENER UNA BALANZA DE PESAJE MUY PRECISA PARA EL PESAJE DE OXIDOS DE COLOR Y DE MANCHAS (COLORANTES), CON UNA PRECISION DE 0.01 %.**