

EDS de Rayos X:



Método efectivo para la
cuantificación de metales
en piezas de TALavera

Juana Deisy Santamaría Juárez
Nallely Ramírez Romero
Mayté Juárez Meneses

deisy.santamaria@correo.buap.mx

Para brindar a los talaveranos resultados completos y precisos, así como, facilitar al analista un mejor aprovechamiento de tiempo y recursos se utilizó la espectroscopía de dispersión de energía de rayos X (EDS por sus siglas en inglés energy-dispersive X-ray spectroscopy) en la cuantificación de plomo y estaño y otros metales que pueden estar presentes en la producción de piezas de talavera, las cuales pueden ser utilizadas para contener alimentos.



Se realizó el mapeo elemental en corte axial y superficial después del tratamiento térmico de dos piezas de azulejo blanco procedentes de dos talleres

certificados por el Consejo Regulador de Talavera, identificándose como principales elementos el Oxígeno (O), Silicio (Si), Plomo (Pb), Aluminio (Al), Sodio (Na), Potasio (K), Estaño (Sn) y Calcio (Ca).

ANTECEDENTES

La talavera poblana es un distintivo de nuestra identidad en el estado, y su origen en México, se remonta alrededor del siglo XVI, dos décadas después de la conquista. Sin embargo, la actividad de alfarería surge desde que el hombre primitivo descubrió que la mezcla de las arcillas del suelo con agua podía moldearse de diferentes formas, aunque se desconoce el momento preciso en que se reveló que al cocerla a fuego adquiriría la dureza de los materiales cerámicos. El origen de la talavera podría atribuirse a una mezcla de las diferentes cerámicas realizadas en Arabia, China, España y en el México prehispánico, donde cada cultura aportaba mejoras a los materiales.

La cerámica de tipo mayólica fue elaborada por los italianos alrededor del siglo XIV, fue así como esta cerámica recibió su nombre derivado de la Isla de Mallorca. La talavera poblana es considerada como mayólica, puesto que, el esmalte base es elaborado principalmente de Pb y Sn, los cuales proporcionan a la pieza un vidriado que es opacificado,

dándole un tono característico que no es cien por ciento blanco; se decora con óxidos metálicos como el óxido de cobalto (CoO) para el azul, óxido de cobre (CuO) para el verde, óxido de hierro (Fe₃O₂) para el marrón, y antimonio (Sb) para el amarillo. A lo largo de los años, los artesanos adquirieron conocimientos del oficio y esto les permitió abrir nuevos talleres de talavera en la ciudad de Puebla, esto provocó el fortalecimiento de la industria, por lo que nació la necesidad de proteger el origen e historia de la cerámica y fue así como en 1993 los artesanos comenzaron a organizarse y buscar la denominación de origen de la talavera. Hoy día, en el diario oficial de la federación se encuentra la declaración general de protección y se estableció la zona talavera de Puebla que incluye los distritos judiciales de Atlixco, Cholula, Puebla y Tecali.



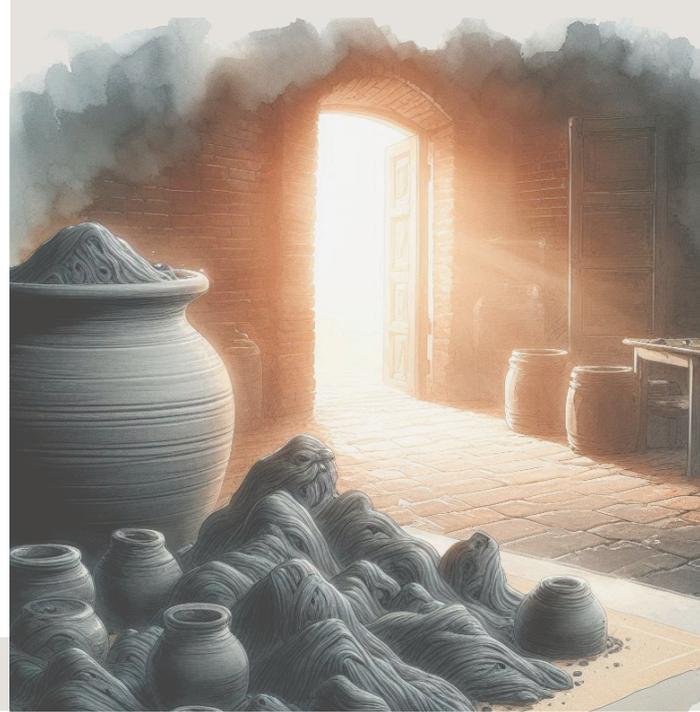
Proceso de producción de la TALAVERA



1

Preparación de barro

El cual es una pasta homogénea con humedad suficiente para el formado de piezas, este preparado puede partir de dos tipos de arcilla cuya extracción debe ser de la zona de talavera para proteger la autenticidad; arcilla negra, la cual le proporciona maleabilidad por su contenido de silicatos y arcilla blanca, la cual le proporciona dureza por su contenido de calcita (CaCO_3).



2

Formado de piezas

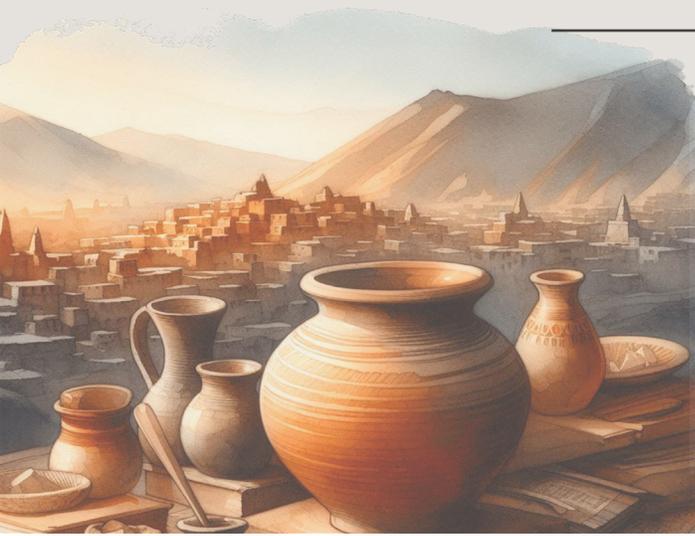
Se realiza manualmente mediante la técnica de torno o moldeado.

3

Secado de las piezas formadas

Dentro de cuartos cerrados libres de radiación solar o corriente de aire, para prevenir que las piezas se rompan o tengan defectos.





4

Primera cocción

A temperatura mínima de 800 °C por 8 horas, con rampas de calentamiento para que no exista deformación o ruptura de las piezas. Surge el **jahuete**.



5

Esmaltado

Debe existir evidencia de la preparación de la alarca (una mezcla de plomo y estaño que al someterse a un tratamiento térmico se funden y crean un material con tonalidad amarilla). Cada taller tiene su propia receta y proceso de producción, algunos añaden piloncillo o miel de panela para que se adhiera mejor al jahuete.



6

Decoración de las piezas con esmalte aplicado en crudo

Pintado a mano por el artista. Aquí se debe incluir el anagrama D04 en el relé de la pieza pues indica que tiene denominación de origen.



7

Segunda cocción

A temperaturas superiores de 800 °C por 16 horas para que los colores plasmados cobren vida.

Análisis elemental por espectroscopía de dispersión de energía de rayos X (EDS)

El ensayo se llevó a cabo en dos muestras de azulejo blanco tipo tala-vera, provenientes de dos talleres. El azulejo 1 (taller 1) se analizó tanto en su corte axial como el esmalte base superficial, mientras que para el azulejo 2 (taller 2) sólo el esmalte base superficial. Cada trozo de azulejo con dimensiones de 1 cm², se limpió con alcohol isopropílico y se colocó en el

porta muestras del instrumento SEM EDS de manera vertical para ser analizadas en tres regiones de interés (véase figura 2). La medición tiene una duración de 3 min por muestra, se emplea para ello una energía de 20 kiloelectronVolts, una distancia de trabajo entre la muestra y el detector de 10 mm y spot size de 60.

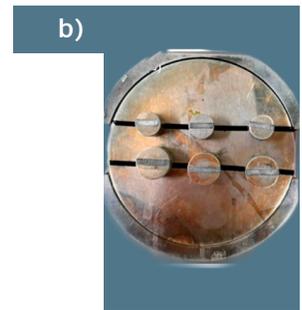


Figura 2. Equipo SEM-EDS modelo JEOL JSM-6610LV (a) y portamuestras (b).

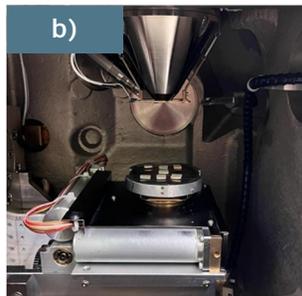
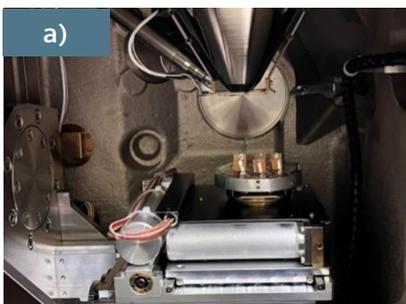


Figura 3. Muestras en el equipo SEM-EDS para análisis de la muestra A1-axial (a) y A1-superficial (b).

Se realizó el análisis del corte axial y superficial del azulejo 1 (véase figura 3), con la intención de verificar la distribución del contenido elemental del esmalte base (A1-axial y A1-superficial).

El análisis para A1-axial arrojó la presencia de diez elementos: O(53.29)>-Si(20.49)>Pb(13.64)>Al(4.75)>Sn(2.93)>Na(2.16)>K(1.75)>Ca(0.42)>Fe(0.30)>As(0.28), identificándose la presencia de plomo y estaño (véase figura 4).

En la figura 5, se representa la micrografía de A1-superficial, de acuerdo al mapeo químico elemental O(66.73)>-Si(19.48)>Al(4.24)>Pb(3.95)>-Na(2.99)>K(1.34)>Sn(1.27).



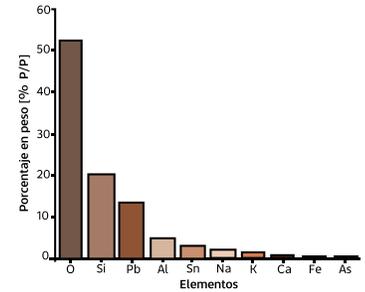
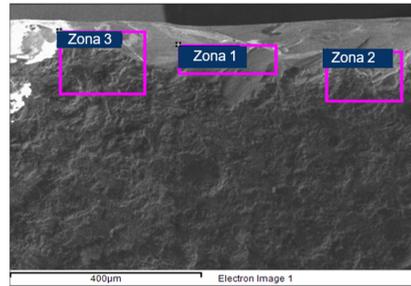


Figura 4. Micrografía de A1-axial y mapeo elemental EDS.

El Pb y Sn se encuentran presentes en el corte axial y en la superficie, esto se debe a la alarca (aleación Pb/Sn) que se fabrica en cada taller; el Si, O, Al y Fe se atribuye a la presencia de la arena silica y, la presencia de K, Na y Ca se atribuye a impurezas que puedan adherirse al material durante el proceso de preparación o a la presencia del jahuete que se presenta en la interfase.

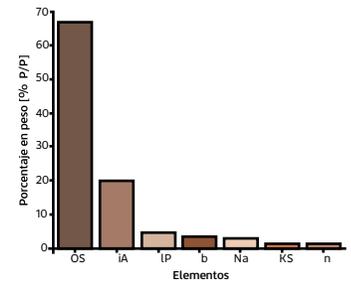
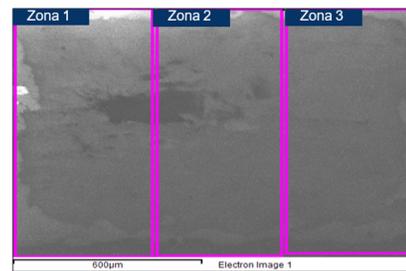


Figura 5. Micrografía de A1-superficial y mapeo elemental EDS.

Para el azulejo 2, el análisis se llevó a cabo en la cara vidriada que es la superficie (A2), (véase figura 6). Se pueden observar las delimitaciones de las tres zonas analizadas, así como el promedio porcentual que se ilustra en el mapeo elemental.

En esta muestra, se encontró la presencia de siete elementos: O(66.73)>Si(19.48)>Al(4.24)>Pb(3.95)>Na(2.99)>K(1.34)>Sn(1.27). De la misma manera, el plomo y estaño se atribuyen a la alarca; el alto contenido de Si, O y Al se relaciona con la presencia de la arena de sílice, la cual desarrolla un papel importante en la vitrificación del esmalte base. Por último, la presencia de K y Na son posibles impurezas del proceso de preparación.

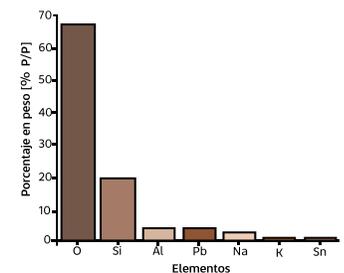
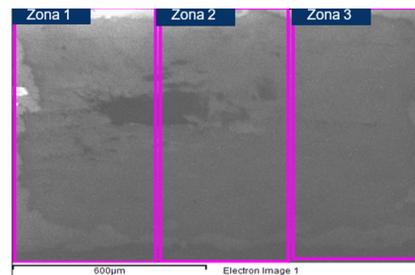


Figura 6. Micrografía del esmalte base después de hornear (A2) y mapeo elemental EDS.



CONCLUSIONES

Con la técnica SEM-EDS se puede confirmar que el esmalte base analizado fue elaborado a partir de los tres elementos principales de la talavera: Si, Pb y Sn. Puede contener otros elementos como el Na, Al y K además de Ca y Fe, sin embargo, estos dos últimos se presentan en menor cantidad.

En la superficie vidriada del esmalte de talavera, el contenido de O y Si es mayor en comparación al corte axial, y el Pb disminuye. Por lo tanto, se puede decir que el Pb queda encapsulado en el interior del esmalte, tal como se puede observar en el mapeo. Cabe destacar que la presencia del Pb, implica extender la recomendación de que las piezas empleadas para contener alimentos, no sean utilizadas si es que éstos tiene carácter ácido, ya que puede liberarse e ingresar a la cadena trófica.



REFERENCIAS

Extracto tomado de Nallely Ramírez Romero, M. J. M. J. R. C. C., 2024. *Análisis de la normatividad del proceso de producción de talavera enfocado en la caracterización del esmalte estano-plumífero*, Puebla: s.n.

