6. CONCLUSIONES

Se realizó una extensa revisión bibliográfica, a fin de conocer los metales de estudio, las arcillas y los elementos conformadores del material cerámico en general.

Se estableció una técnica de ceramización, se diseñó un molde y se incorporaron figuras en los ladrillos, dado que es una de las nuevas tendencias. Se eligieron los metales de estudio y se determinó la composición del ladrillo, los parámetros de operación y finalmente se elaboró una metodología detallada para la correcta elaboración del cerámico.

Se logró incluir de manera exitosa todos los metales de estudio en la estructura cristalina del ladrillo. Dado que al someter los materiales cerámicos a las pruebas de extracción, ninguno resulto ser material peligroso. Además se analizaron las eficiencias de retención del metal dentro de la matriz cristalina y para la mayoría de los casos se alcanzaron eficiencias de alrededor de 99%.

La resistencia a la compresión mostrada fue excelente. El ladrillo sin metal alcanzó valores de hasta 435 kg / cm^2, la norma indica que debe de ser de 100 kg / cm^2.

Los ladrillos producidos tuvieron tres diferentes formas: círculo, cuadro y rectángulo. El ladrillo con espacios circulares tiene un área de 55.08 cm^2, el ladrillo con espacios cuadrangulares 52.04 cm^2 y por último los espacios rectangulares de 57.9 cm^2. La forma que mostró mayor resistencia fue el círculo seguido del cuadro y por último el rectángulo.

Por otra parte, la resistencia a la compresión de los ladrillos con metal es muy buena, rebasando las resistencias de trabajos anteriores y siendo muy superiores a los que especifica el Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación (ONNCCE), que dice que el material cerámico debe presentar una resistencia mínima bruta de 100 kg / cm^2 . El valor máximo obtenido fue de 308 kgf / cm^2 con Níquel y el menor de 28 kgf / cm^2 con Cromo.

El comportamiento de los metales que se encontró fue, que al ir incorporando metal a la estructura del ladrillo, la resistencia disminuye, así pues los mayores valores de resistencia a la compresión, se encontraron a las concentraciones más bajas. La mayor resistencia, la obtuvo el Níquel, seguido del Cobre y después el Zinc mientras que las menores resistencias las mostraron el Cromo, Cadmio y el Hierro.

Se lograron integrar de manera exitosa los metales en la matriz cerámica del ladrillo, ya que, al ser sometidos los ladrillos a la NOM-053-SEMARNAT-1993, se obtuvieron los extractos, se analizaron y se calcularon porcentajes de retención. Los porcentajes de eficiencia de retención se encuentran alrededor del 99% para todos los metales a todas las concentraciones. Sin embargo se encontraron valores bajos para el Cobre alrededor del 70% a 0.15 % y a 0.10% de concentración.

Por otra parte los extractos fueron analizados y comparados con la NOM-052-SEMARNAT-2005. En la mayoría de los casos resultaron ser materiales no peligrosos, lo cual indica que pueden ser utilizados en la industria de la construcción. Todos los ladrillos elaborados a excepción de los de Cobre a 0.10 % y 0.15 % resultan no peligrosos.

En conjunto la prueba de la capacidad de retención y la NOM-052-SEMARNAT-2005 nos permite validar la técnica. Ya que, con el procedimiento propuesto en esta investigación, se estaría dando una reutilización a materiales tóxicos, integrándolos a un producto y dicho producto no es peligroso.

Se concluye que la técnica de ceramización propuesta en este trabajo representa una solución al problema de los materiales peligrosos, pues logra encapsular eficazmente los metales antes mencionados en su estructura cristalina. Por tanto el uso de metales es muy factible, dado que, sí pueden ser utilizados como parte de la materia prima para la producción de ladrillos.

Además los ladrillos elaborados con Níquel, Cobre y Zinc, hechos en este trabajo pasaron y superaron sin problema el parámetro más importante en la industria de la construcción, la resistencia a la compresión. En el caso del Cadmio, Cromo y Hierro sus resistencias a la compresión son menores a la norma, por tanto, se sugiere

elaborar un material cerámico de decoración como tejas o macetas. Así pues los productos elaborados pueden ser utilizados en la construcción o en la decoración, asegurando el reuso de lo que para muchas industrias es un desecho y lograr la correcta disposición final de dicho desecho.

También es importante mencionar que esta materia prima, al ser un desecho de muchas industrias incluso podría ser obtenida de forma gratuita y en el mejor de los casos se podría hasta cobrar por remover dichos materiales peligrosos de las descargas de las industrias.

En trabajos posteriores se podría mejorar en el moldeo, al hacer un molde con un mejor de diseño, también antes de hacer toda la experimentación sería bueno poder llevar a cabo un estudio físico-químico de las arcillas, con la finalidad de conocer mejor la materia prima utilizada. A su vez, intentar solucionar los problemas de oxidación experimentados en esta investigación, tal vez, hacer una adaptación al horno o bien utilizar otro equipo. Por último se podría realizar un estudio de factibilidad económica, para saber si el proceso es o no viable a escala industrial.