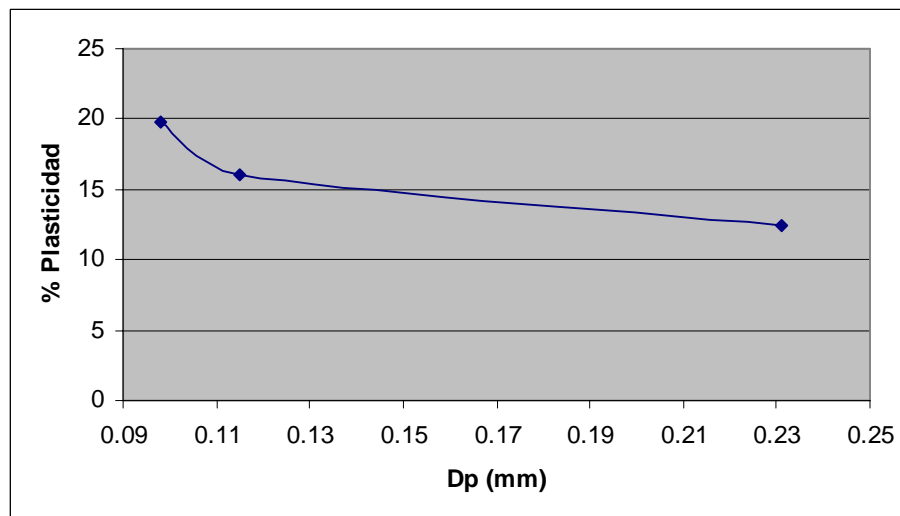


## 6 CONCLUSIONES

El primer objetivo de este trabajo era caracterizar las características de las arenas de desecho. Conforme a los diferentes análisis a los que fueron sometidas, se concluye que estas arenas de desecho son aptas para su utilización como materia prima para la cerámica ya que no contienen una alta cantidad de metales tóxicos conforme a la norma puesto que contienen menos del 1% del límite máximo permisible y por lo tanto son consideradas residuos no peligrosos.

Las arenas de desecho también pueden ser usadas como materia prima porque su diámetro de partícula no es muy grande el cual varía desde 0.098 a 0.231 mm. (160 a 65 MESH). Debido a este diámetro de partícula, las reacciones entre los Óxidos de Silicio pueden llevarse a cabo satisfactoriamente sin dejar grandes espacios sin reaccionar, ya que existe menos espacio entre cada molécula y así se evita la acumulación de carbón dentro del ladrillo a causa de una oxidación incompleta del material.

**Ilustración 6-1 Diámetro de Partícula contra Porcentaje de Plasticidad.**



## CONCLUSIONES

Con la ilustración 6-1 se concluye que entre menor sea el diámetro de partícula, mayor es el porcentaje de plasticidad. Debido a que la plasticidad es la cantidad de agua que se debe añadir a la mezcla para que sea moldeable, entre mayor sea el porcentaje mayor será el porcentaje de metales añadidos en esa mezcla. Estos resultados también nos demuestran que las arenas de desecho son aptas como materia prima ya que tienen un diámetro de partícula lo suficientemente pequeño, para que se pueda añadir una alta cantidad de metales en solución.

Los ladrillos o cerámicas varían de porcentaje de absorción desde el 15% al 20 %, que es una absorción baja de agua y la cual es muy favorable para la retención de metales en las cerámicas, puesto que los resultados demuestran la absorción de agua u otros componentes que pueden ser agentes lixiviantes de los metales retenidos en las cerámicas es mínima.

Con base a las gráficas de Porcentaje de Metal Añadido contra la Concentración de Metal en el Lixiviado, se concluye que la mezcla con más alta eficiencia es la arena dos, la cual tiene el menor tamaño de partícula, posee la más alta plasticidad y por lo tanto contiene el mayor porcentaje de metal añadido.

Tabla 6-1 Porcentaje de Plasticidad, Metal añadido y Diámetro de Partícula en la Arena 2

% de Metal Añadido			% Plasticidad	Dp (mm.)
<b>S1</b>	<b>S10</b>	<b>S15</b>	19.84	0.098
0.50	4.75	6.95		

La mezcla con eficiencia media es la que contiene arena tipo tres con un diámetro de partícula un poco menor a la arena tipo dos, sin embargo también tiene una alta eficiencia.

Tabla 6-2 Porcentaje de Plasticidad, Metal añadido y Diámetro de Partícula en la Arena 3

% de Metal			% Plasticidad	Dp (mm.)
Añadido				
S1	S10	S15	16.04	0.115
0.44	4.26	6.26		

La mezcla con menor eficiencia comparada con las dos mezclas anteriores es la que contiene arena tipo uno con el tamaño de partícula más grande, por lo que requiere menos líquido para obtener su hidratación y por lo que la eficiencia de cocción es menor ya que el tamaño de partícula hace que la fusión de los óxidos no sea la adecuada y se necesiten más altas temperaturas para su correcta fusión.

Tabla 6-3 Porcentaje de Plasticidad, Metal añadido y Diámetro de Partícula en la Arena 1

% de Metal			% Plasticidad	Dp (mm.)
Añadido				
S1	S10	S15	12.48	0.231
0.38	3.70	5.45		

Al saber que la mezcla con la arena tipo dos fue la mezcla con el más alto porcentaje de metal retenido, se realizaron las siguientes tablas:

Tabla 6-4 Porcentaje de Metales Retenidos en la Mezcla con Arena tipo 2

Metal	Metal Retenido (%)		
	Máximo	Mínimo	Promedio
Níquel	99.96	99.80	99.88
Cromo	99.60	96.50	98.05
Plomo	99.98	99.85	99.91
Cadmio	99.80	99.70	99.75
Cobre	99.96	99.60	99.78
Fierro	99.98	99.65	99.81

Con la tabla 6-4 se concluye que el mínimo porcentaje de metal retenido es del 96.50% que corresponde al cromo, llegando a un máximo de 99.98%

de metal retenido en el caso del Plomo, lo que demuestra una gran eficiencia de las cerámicas en retención de metales a altas concentraciones.

**Tabla 6-5 Concentración Máxima de Metal en Agua Residual (Arena tipo 2)**

Metal	Límite Máximo Permisible (ppm)	Máximo % de Metal en Ladrillos S/c	Plasticidad (%)			Concentración Máxima de Metal en Agua Residual (mg/L)
			Max.	Min.	Prom.	
Cromo	5	1.00	49.55	46.34	47.78	20,929
Níquel	5	0.25				5,232
Plomo	5	0.86				17,999
Cadmio	1	1.48				30,975
Fierro	10*	4.99				104,437
Cobre	10*	2.32				48,556

\*. Valor establecido arbitrariamente ya que no existe un límite máximo permisible en la normatividad mexicana al momento de la realización de este trabajo.

El valor de Máximo porcentaje de Metal en Ladrillos S/C se obtuvo realizando una regresión en cada una de las gráficas de Porcentaje de Metal Añadido contra Concentración de Metales en el Lixiviado. Con estos valores y el Límite Máximo Permisible se obtiene la Concentración Máxima de Metal en Agua Residual que se puede solidificar para estar dentro del rango del Límite Máximo Permisible.

Estos valores muestran que el método de ceramización puede ser viable para solidificar aguas residuales con altas concentraciones de metales y así su posibilidad para ser consideradas como residuos no peligrosos.

En base a los resultados obtenidos, se concluye que el método de ceramización para la solidificación de metales tóxicos y algunos considerados no tóxicos es muy efectivo ya que se presenta un porcentaje de retención mayor del 96 % del metal añadido el cual es muy alto tomando en cuenta la gran concentración de metales que se añadieron a la mezcla y

porque puede ser utilizado para la solidificación de aguas residuales con altas concentraciones de metales.

La ceramización es un nuevo método de solidificación, el cual se encuentra en proceso de estudio. Esta tesis es el inicio de ese estudio ya que se aportó la metodología para la ceramización de metales, que implica establecer las concentraciones de metales que se añadirán a la muestra, el rango de temperaturas para la cocción de las cerámicas y la figura de la cerámica. Se estableció un plan de experimentos para la caracterización de las arenas de desecho el cual implicó la determinación de humedad mediante gravimetría, la granulometría determinada con mallas MESH, la realización de la extracción de metales (lixiviación) conforme a la NOM – 053 –SEMARNAT - 1993 y la determinación de la concentración de los metales en el lixiviado mediante espectrofotometría de absorción atómica (Varian SpectrAA 220 FS). Teniendo la metodología para la extracción y determinación de metales, se ocupó para obtener los resultados finales de retención en las cerámicas fabricadas.

Conforme a los experimentos realizados en la tesis, y a los resultados obtenidos sería de importancia establecer otros experimentos donde se varíe la cantidad de materias primas en la mezcla, incluso añadiendo mezclas de metales y no solo un metal en la cerámica; si se varia la cantidad de materia prima en la mezcla, se tiene que variar las temperaturas de cocción y así obtener las condiciones óptimas para una mejor retención de metales de las cerámicas.