

Informe de Resultados

Caracterización Cerámica Arcilla Simijaca

Objetivo

Determinar la composición mineralógica, química y el comportamiento cerámico de la arcilla identificada como: Arcilla Simijaca

Metodología

Para cumplir con el objetivo planteado se desarrolló la siguiente metodología:

Secado: Una vez recibida la muestra, ésta fue secada en el horno de secado a 110°C hasta que se alcanzó masa constante.

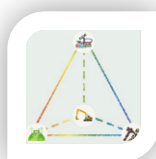
Molienda: Se realizó molienda en húmedo mediante molinos rápidos de jarras, con las siguientes condiciones: 65% de sólido, 35% de agua y 0,6% de defloculante, durante un tiempo de 5 minutos. Teniendo el material en barbotina se procedió a evaluar sus propiedades reológicas (Densidad y Viscosidad). Para determinar el residuo se utilizó la malla 230 - 63 µm, haciendo un lavado con agua hasta que ésta saliera completamente clara. El material contenido en la malla se puso a secar en el horno de secado a 110°C durante 2 horas hasta alcanzar masa constante, una vez seco, se tomó su peso en la balanza.

Humectación: Una vez molturada la muestra, se pasó a la etapa de humectación, en donde se humectó al 7,0%. Se dejó en homogenización durante 24 horas y se procedió con la etapa de prensado.

Prensado: La muestra fue prensada a 260 kg/cm², obteniendo probetas circulares de dimensiones aproximadas de 81 mm de diámetro y 6,5 mm de espesor.

Secado: Las probetas obtenidas fueron secadas en el horno de secado a 110°C durante 3 horas hasta alcanzar masa constante.

Cocción: Las probetas secas fueron sometidas a cocción a cuatro temperaturas, 1050°C, 1100°C, 1150°C y 1200°C, con permanencia en cada una de estas temperaturas de 30 segundos.



Determinación de la resistencia mecánica a la flexión: Una vez cocidas las probetas a cada una de las temperaturas, éstas se enfriaron hasta temperatura ambiente y luego fueron colocadas sobre las barras de soporte del equipo de flexión de tal manera que sobresalieran de cada barra por una longitud de 5 mm. Se colocó la barra central del equipo equidistante entre las barras de soporte y se aplicó la carga de forma pareja, con una velocidad de 30 N/s, hasta que rompió la probeta. El software utilizado permitió obtener el valor de la carga y el módulo de rotura.

Determinación de la absorción de agua: Las probetas fueron pesadas y se registró este valor como masa seca; a continuación se colocaron las probetas en un recipiente con agua, la cual se calentó hasta alcanzar punto de ebullición y se dejaron en esta condición durante 2 horas, una vez transcurrido éste tiempo, se llevaron las probetas a enfriamiento a temperatura ambiente, seguido de esto se colocaron cada una de las probetas sobre un paño absorbente y se secaron suavemente cada uno de sus lados, inmediatamente después, se pesaron las probetas y se registraron los resultados como masa húmeda. Ya teniendo el valor de las masas se procedió a calcular el valor de la absorción de agua.

Análisis químico: Se realiza por medio de Fluorescencia de Rayos X, utilizando un equipo FRX NEXQC+ de Rigaku bajo las condiciones instrumentales descritas a continuación:

Tubo generador de rayos X: Objetivo de Ag con voltaje máximo de 50 KV

Detector: SDD, resolución hasta 160 ev a 80.000 cps desde Na a U

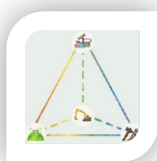
Atmósfera: Helio

Energías: 50 KV – 80 μ A, 30 KV – 84 μ A y 6.5 KV – 363 μ A

Se reporta la cantidad de elementos mayores en óxidos y los menores y traza en partes por millón (ppm).

Análisis mineralógico: Se realiza por medio de Difracción de Rayos X, utilizando un equipo marca Rigaku, modelo Miniflex 6GC con tubo de Cu. En un rango de barrido entre 2,5 y 70 $^{\circ}2\theta$, el cual permite la identificación de los principales planos cristalinos presentes en casi todos los minerales conocidos.

Para la determinación de los minerales arcillosos se utilizan tres tratamientos: Orientado natural, Etilen Glicol y Calcinación a 500 $^{\circ}$ C. La superposición de estos tres tratamientos, permite la identificación de los diferentes tipos de minerales arcillosos debido a las diversas reactividades de los mismos frente a cada tratamiento.



Resultados

La muestra recibida con su respectivo código de recepción e identificación dada por el cliente se muestra en la tabla 1:

CÓDIGO LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN CLIENTE
YC-00863	Arcilla Simijaca

Tabla 1. Identificación de la muestra

Análisis Químico (FRX)

Elemento	YC-0863
	masa%
SiO ₂	83,72
Al ₂ O ₃	12,39
Fe ₂ O ₃	1,39
K ₂ O	2,02
Na ₂ O	0,00
CaO	0,03
MgO	0,07
TiO ₂	0,37
MnO	0,00
P ₂ O ₆	0,00

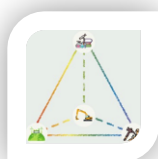
Tabla 2. Elementos mayores

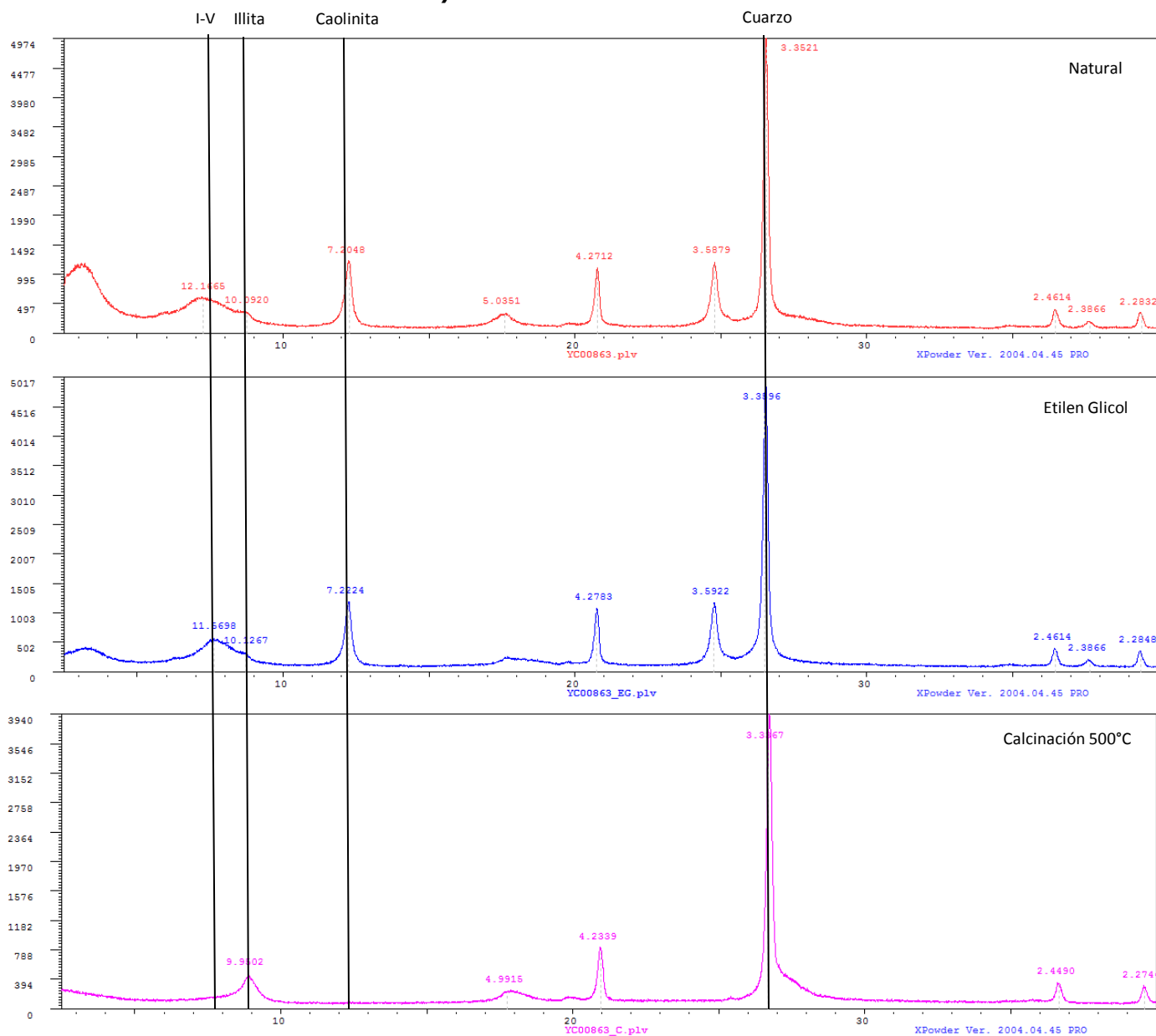
Elemento	YC-0863
	ppm
S	272
Cl	ND
Sc	ND
V	68,4
Cr	52,4
Co	ND
Ni	493
Cu	52,8
Zn	32,2



Ga	11,3
Ge	ND
As	4,89
Rb	65,6
Sr	87,6
Y	13,4
Zr	68,4
Nb	13,7
Mo	17,4
Cd	26,8
Sn	21,3
Sb	ND
Te	ND
Ba	408
La	ND
Ce	ND
W	ND
Hg	ND
Pb	17,5
Th	10,8
U	ND
Au	ND
Pt	ND
Pd	ND
Ir	ND
Os	ND
Re	ND
Ta	ND
Bi	ND
Rh	ND
Se	ND
Br	ND
I	ND

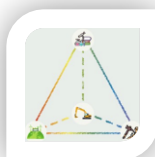
Tabla 3. Elementos menores



Análisis Mineralógico (DRX)

Mineral	%
Caolinita	18,97%
Illita	13,87%
Illita-Vermiculita	1,47%
Cuarzo	65,70%

Total 100,00%



Caracterización cerámica

En la tabla 4 se muestran los resultados de cada uno de los parámetros analizados en verde y seco

PARÁMETROS	ARCILLA SIMIJACA
Expansión Postprensado	0,62 %
Densidad Aparente en Crudo	2,05 g/cm ³
Resistencia Mecánica a la Flexión en Crudo	11,11 kg/cm ²
Contracción en Seco	0,12 %
Resistencia Mecánica a la Flexión en Seco	51,48 kg/cm ²

Tabla 4. Resultados caracterización en verde y seco

En la figura 1 se muestran las probetas cocidas de la Arcilla Simijaca a las cuatro temperaturas de cocción (1050°C, 1100°C, 1150°C y 1200°C)

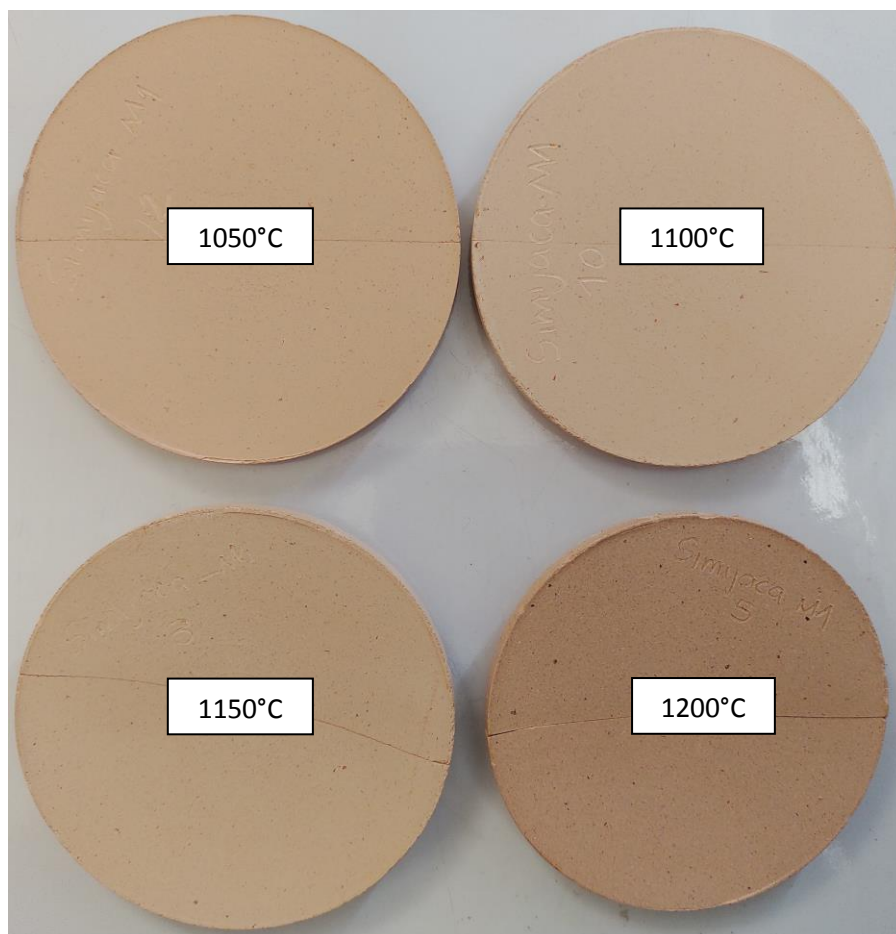
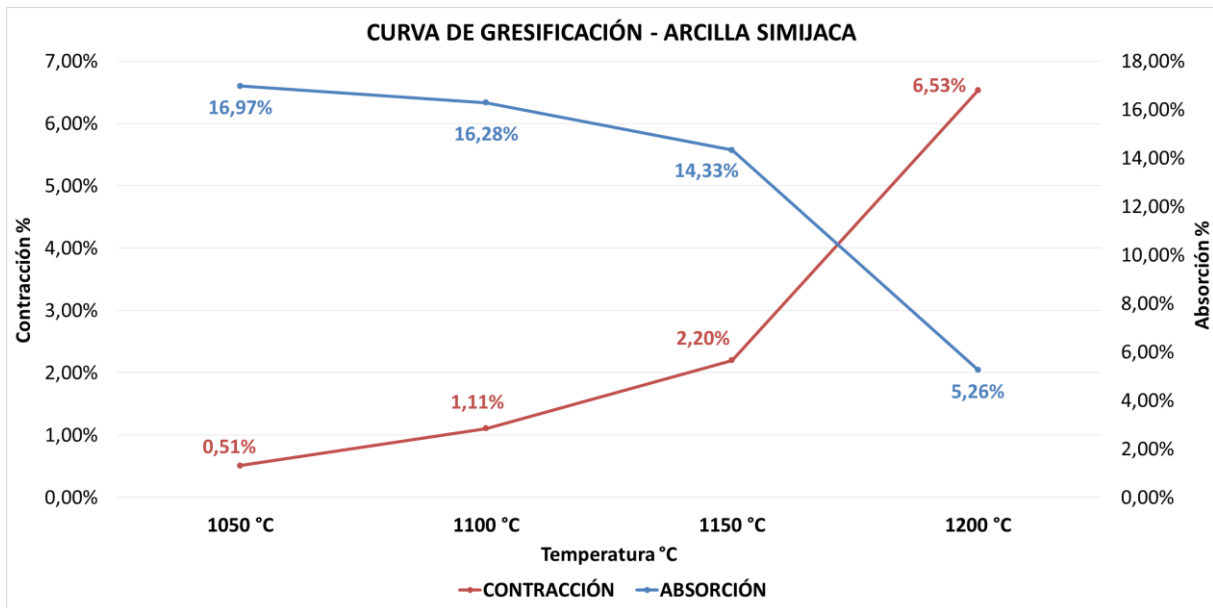


Figura 1. Probetas cocidas de la Arcilla Simijaca a las cuatro temperaturas de cocción

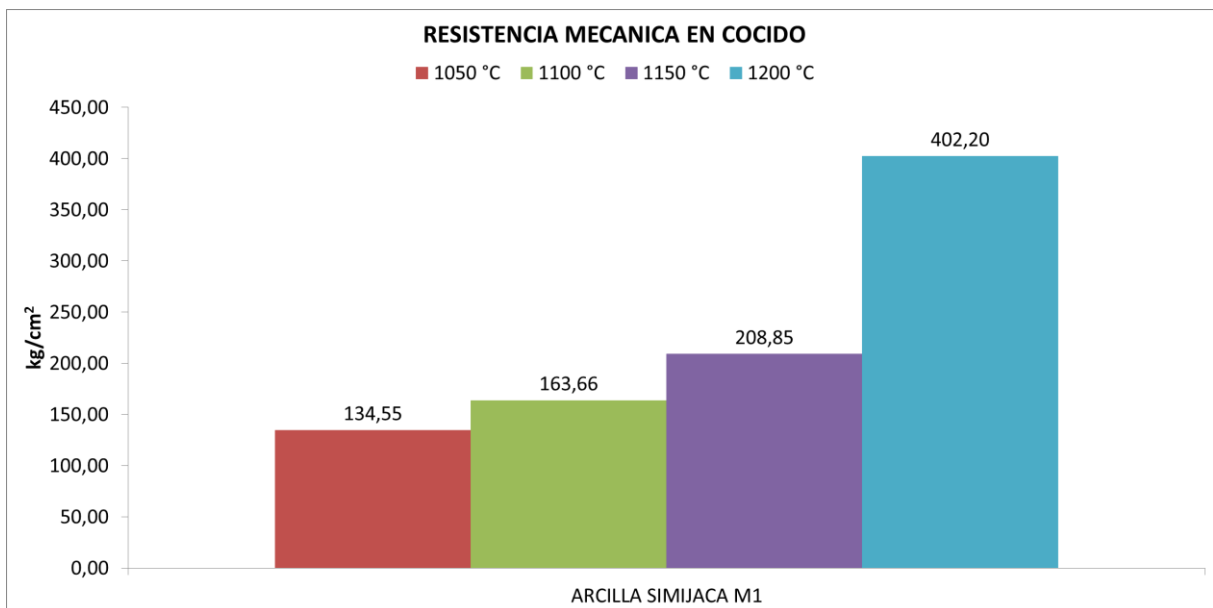


En la gráfica 1 se muestra la curva de gresificación de la Arcilla Simijaca a temperaturas de cocción de (1050°C, 1100°C, 1150°C y 1200°C)

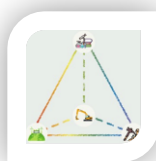


Gráfica 1. Curva de gresificación Arcilla Simijaca

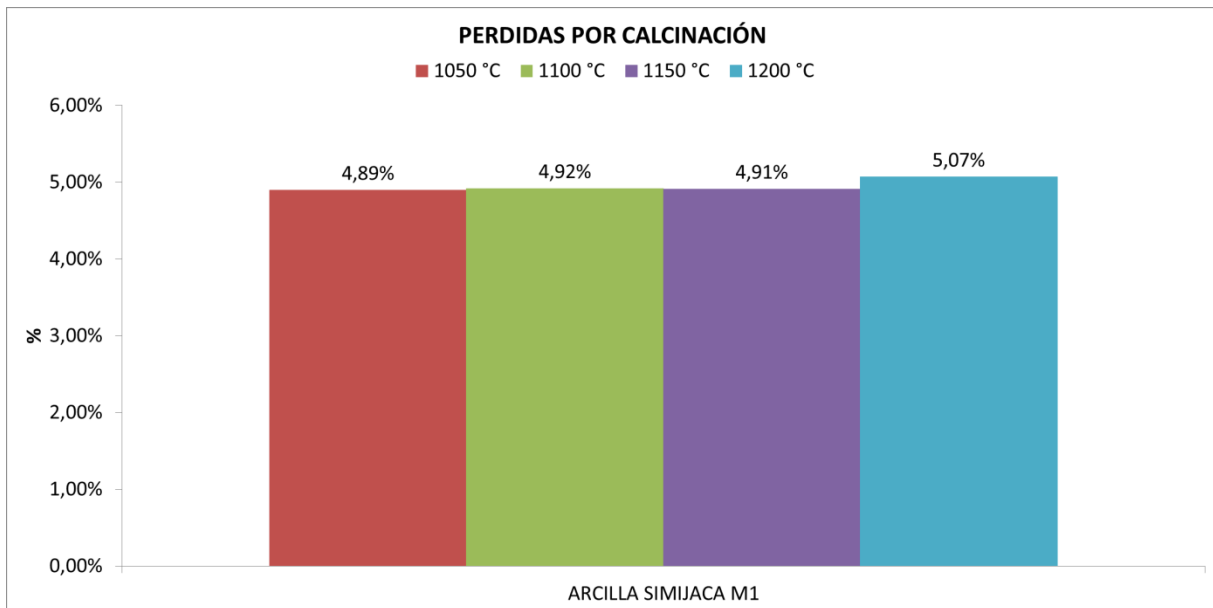
En la gráfica 2 se muestran los resultados de resistencia mecánica en cocido de la Arcilla Simijaca a temperaturas de cocción de (1050°C, 1100°C, 1150°C y 1200°C)



Gráfica 2. Resultados de resistencia mecánica en cocido de la Arcilla Simijaca

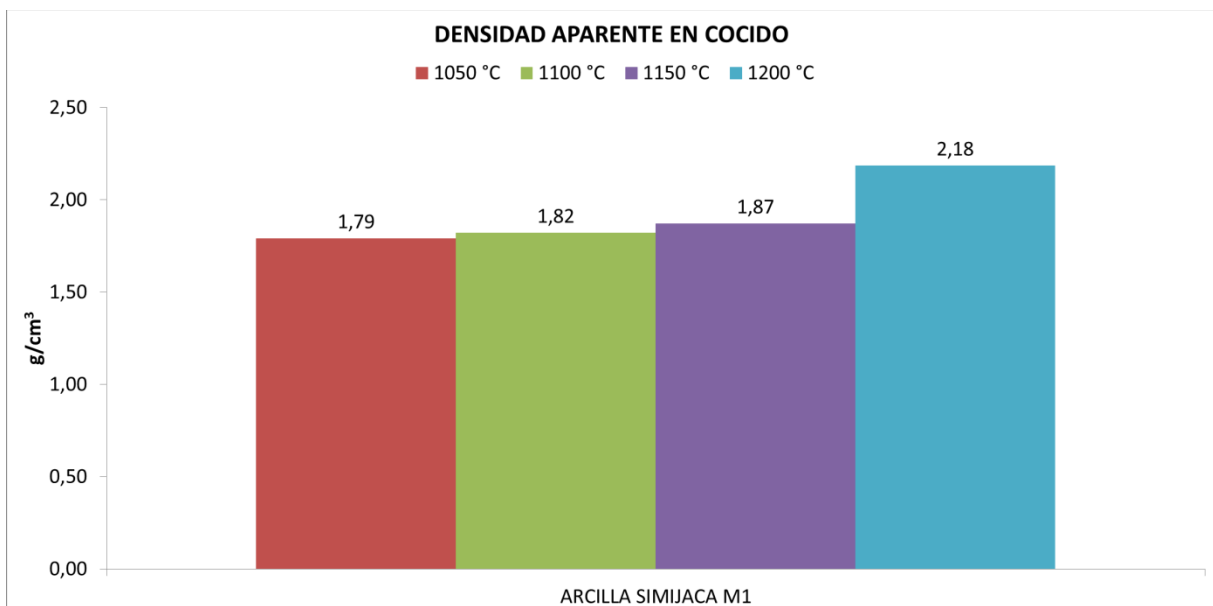


En la gráfica 3 se muestran los resultados de pérdida por calcinación de la Arcilla Simijaca a temperaturas de cocción de (1050°C, 1100°C, 1150°C y 1200°C)

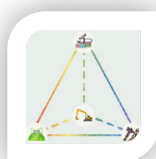


Gráfica 3. Resultados de pérdidas por calcinación de la Arcilla Simijaca

En la gráfica 4 se muestran los resultados de densidad aparente en cocido de la Arcilla Simijaca a temperaturas de cocción de (1050°C, 1100°C, 1150°C y 1200°C)



Gráfica 4. Resultados de densidad aparente en cocido de la Arcilla Simijaca



Análisis de resultados

La composición mineralógica muestra que la arcilla está compuesta principalmente de cuarzo (65%) y caolinita (19%) que son dos minerales de naturaleza principalmente refractaria que reaccionan a temperaturas superiores a los 1200°C.

La presencia del mineral de illita (14%) le aporta algo de fundencia a la arcilla, condición que ayuda a que muestre un buen comportamiento en la resistencia mecánica en cocido ($>180 \text{ kg/cm}^2$) a las temperaturas de los 1150°C.

La alta presencia de cuarzo explica que la arcilla presente un coeficiente de dilatación alto (89.9×10^{-7}) en las temperaturas de (25°C - 400°C), este valor de alto coeficiente puede producir tensiones entre el esmalte y la arcilla durante el proceso de cocción.

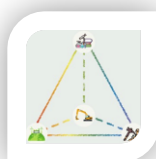
La arcilla analizada presenta una expansión postprensado baja, lo que evita que se generen fisuras al momento de salir de las condiciones de conformado.

Los valores de resistencia mecánica a la flexión en crudo y en seco son altos; con un valor promedio de $11,11 \text{ kg/cm}^2$ en crudo y un valor promedio de $51,48 \text{ kg/cm}^2$ en seco. Estos valores son positivos para la manipulación del material, evitando roturas de piezas.

Las contracciones en seco son bajas, con un valor promedio de 0,12%, condición que reduce las tensiones internas en la pieza, evitando la generación de fisuras de secado.

La curva de gresificación (gráfica 1) muestra que la Arcilla Simijaca tiene un comportamiento poco reactivo a las temperaturas comprendidas entre los 1050°C y 1150°C, esto se muestra por la forma casi plana de la curva de contracción y absorción. Esta condición hace de esta arcilla una materia prima útil para controlar los cambios dimensionales de las piezas al ser sometidas a cocción si se trabajan a temperaturas menores de los 1150°C. A temperaturas mayores a 1150°C la Arcilla Simijaca comienza su proceso de sinterización mostrando un comportamiento reactivo, evidenciándose en el cambio de pendiente de la curva, y en los valores de absorción de agua, pasando de tener un valor de 14,33% a los 1150°C a un valor de 5,26% a los 1200°C que equivale a una reducción del 63 %. En lo que respecta a la contracción, los valores son bajos hasta los 1150°C y a partir de esta temperatura incrementa rápidamente, pasando del 2.2% a los 1150°C al 6.53% a los 1200 °C con un incremento del 197%.

Las resistencias mecánicas en cocido de la Arcilla Simijaca (gráfica 2) son bajas a las temperaturas de 1050°C ($134,55 \text{ kg/cm}^2$) y 1100°C ($163,66 \text{ kg/cm}^2$), pero aumentan su valor a los 1150°C ($208,85 \text{ kg/cm}^2$) y a los 1200°C ($402,20 \text{ kg/cm}^2$);



con un incremento del 92% entre estas dos últimas temperaturas, esto es debido principalmente a que la arcilla ya se encuentra en un proceso de gresificación (formación de fases vítreas).

Las pérdidas por calcinación son inferiores al 7,0% (gráfica 3), con valores cercanos al 5,0% en las cuatro temperaturas de cocción, lo que es muy importante porque ayuda a bajar la probabilidad de generación de corazón negro.

La arcilla logra densidades aparentes en crudo altas, con valores de $2,05 \text{ g/cm}^3$, mostrando buena compactación. En cocido las densidades aparentes son inferiores a $2,00 \text{ g/cm}^3$ en las temperaturas comprendidas entre los 1050°C y 1150°C pero a los 1200°C aumenta su valor, alcanzando un valor de $2,18 \text{ g/cm}^3$.

Conclusiones generales

La Arcilla Simijaca es una materia prima óptima para ayudar a dar estabilidad dimensional a las piezas por su comportamiento refractario a temperaturas menores de 1150°C . A la temperatura de 1200°C la arcilla se vuelve más reactiva y presenta resistencias mecánicas altas en cocción.

La arcilla puede ser útil como materia prima para la fabricación de pisos y revestimientos cerámicos del grupo BIIb y BIII con temperaturas de trabajo de 1150°C y para la fabricación de pisos del grupo BIb (porcelanato) principalmente teniendo en cuenta su resistencia mecánica en cocido .

El color de cocción blanco rosa la hace aplicable para la fabricación de porcelanatos y productos de cerámica refractaria.

Yudi Ester Ramírez Calderón
PhD Ingeniería - Ciencia y Tecnología de Materiales
verc13@hotmail.com
320-2245417

Carlos Alberto Nieto Rangel
MSc Ciencias Geológicas
fossiln@hotmail.com
311-2215686

Quedamos a su disposición de cualquier tipo de aclaración que se considere necesaria, concerniente al presente informe.

