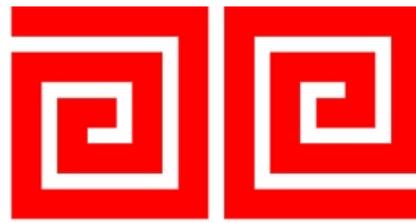


Contrato No. O-0457-06
CONVENIO No.001/06 – OE I - ARTESANIAS DE COLOMBIA
A.C.BK – 006028



Ministerio de Comercio, Industria y Turismo
artesanías de colombia.s.a



**Pruebas físicas y análisis cualitativo de arcilla Mina Villa Cecilia
del Municipio de Momíl, Córdoba**

Este documento hace parte del proyecto
Aplicación de planes de innovación y desarrollo tecnológico en las unidades productivas indígenas, rurales y
urbanas del país, que desempeñan los oficios de la cerámica, la alfarería, la cestería y la madera
ejecutado por Artesanías de Colombia, S.A.
como contrapartida al Convenio SENA - FONADE

Diego Antonio Añez Yépez
Ceramista
Diseñador Industrial

Artesanías de Colombia S.A.

Bogotá, D.C., Noviembre 30 de 2006

**Pruebas físicas y análisis cualitativo de arcilla Mina Villa Cecilia
del Municipio de Momíl, Córdoba**

Artesanías de Colombia S.A.

Gerente General

Paula Andrea Muñoz Jurado

Subgerente Administrativo y Financiero

Juan Carlos Cabrera Córdoba

Subgerente de Desarrollo

Jose Fernando Iragorri López

Coordinadora del Proyecto

María Gabriela Corradine Mora

Asesor

Diego Antonio Añez Yépez

Ceramista

Diseñador Industrial

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN A LAS PASTAS CERÁMICAS

2. PRUEBAS FÍSICAS PARA EMPASTES DE MOMIL

2.1. Plasticidad

2.2. Porcentaje de Contracción

2.2.1. Ejemplo de formula para calcular porcentaje de contracción

2.2.2. Contracción específica

2.3. Porcentaje de absorción de agua.

3. PRUEBAS FÍSICAS DE LA ARCILLA DE VILLA CECILIA

3.1. Arcilla Villa Cecilia Sin Arena (VC)

3.1.1. Prueba en seco

3.1.2. Pruebas en húmedo

3.1.3. Pruebas de impurezas

3.1.4. Pruebas de cocción 750 grados c.

3.2. Arcilla Villa Cecilia Con Arena (VCA)

3.2.1. Prueba en seco

3.2.2. Pruebas en húmedo

3.2.3. Pruebas de impurezas

3.2.4. Pruebas de cocción 750 grados c.

3.2.5. Pruebas de cocción 950 grados c.

3.2.6. Pruebas de cocción 1040 grados c.

1. INTRODUCCIÓN A LAS PASTAS CERÁMICAS.

La gran abundancia de material arcilloso sobre el subsuelo del territorio Colombiano, especialmente en la Costa en el Departamento de Córdoba hacen de esta zona una de las más apropiadas del país en relación a la explotación de este material para la producción artesanal de un sinnúmero de objetos tanto decorativos como utilitarios.

Sin embargo esto se debe principalmente a que los materiales poseen una gran contenido de ciertos elementos químicos como los cuarzos, feldespatos y arcillas, que existen en la naturaleza hecho que justifica que la cerámica desde sus orígenes haya estado basada en el empleo de estas materias primas naturales. Sin embargo después de la larga evolución histórica de la cerámica en los últimos años, el cuarzo, los feldespatos y las arcillas siguen siendo los componentes esenciales de casi todo el tonelaje de la cerámica que hoy se fabrica.

Sobre las arcillas existen toneladas de papel impreso tratando de justificar sus propiedades plásticas, su resistencia mecánica en seco, el singular comportamiento de sus suspensiones acuosas y la secuencia de sus transformaciones térmicas. El artesano práctico no conoce su fundamento científico de ninguno de esos fenómenos, pero tiene sobrados motivos para agradecer que sus pastas arcillosas puedan modelarse fácilmente, tanto en su estado plástico como en estado líquido (Barbotina), pudiendo adoptar y mantener las formas más caprichosas.

La producción de cerámica tradicional de Colombia es muy común que la arcilla no se use en su estado puro, es decir tal y como sale de la mina, ya que este material arcilloso no contiene los elementos necesarios para ser un cuerpo cerámico por lo tanto a este material se le conoce con el nombre de greda o barro, para la producción de cerámica es necesario que se formule un cuerpo cerámico es decir un balance entre el material arcillosos (Plástico) y un Refractario (Arena de río). Este descubrimiento formo la punta de innovación en tecnología tradicional utilizada desde tiempos ancestrales en nuestra historia de allí que las ollas, mollos, mucuras y demás objetos elaborados por nuestros antepasados solo hayan contenido estas dos materias primas.

De acuerdo con los últimos avances tecnológicos para la producción de cerámica se ha descubierto que la composición de una pasta cerámica básica debe tener tres elementos, arcilla, cuarzo y feldespato, este trigrama de combinación de estas materias primas se le conoce como formula ternaria. Cada combinación de los mismos debe dar el 100 % de la misma es decir para una formula inicial es:

Arcilla 60 %
Cuarzo 20 %
Feldespato 20 %

TOTAL 100 %

Puesto que las arcillas presentan características diferentes de una mina a otra, de esta manera se pueden evaluar tras la cocción, las zonas donde la mezcla es más adecuada: no se presentan fisuras, tiene buena resistencia, lo cual indica que tienen buena plasticidad etc. Este ensayo se puede efectuar para temperaturas entre 750 y 1040 grados Celsius.

Los feldespatos desempeñan el papel de fundentes en las masas cerámicas y proveen las primeras fases líquidas que aparecen durante la cocción, en cuyo seno tiene lugar importantes fenómenos de disolución y precipitación, la mismo tiempo constituyen la base química de la composición del vidrio residual, que de modo tan directo condiciona las fases finales del producto cerámico cocido. La fase vítrea es responsable así mismo de modificar gradualmente la porosidad abierta inicial de las piezas cerámicas crudas hasta llegar finalmente a texturas cerradas en las cuales solo existe una pequeña cantidad de porosidad abierta a cerrada, gobiernan así mismo la marcha de los procesos de difusión gaseosa en el interior de la pieza que son esenciales para controlar las reacciones de oxidación reducción de algunos componentes de la masa.

El cuarzo, en estado de mayor a menor grado o menor división, interviene como ingrediente de gran número de composiciones cerámicas. En algunos casos, como el la porcelana, lozas y algunas composiciones del gres se añade intencionalmente al componer la pasta. El cuarzo disminuye la plasticidad de las masas y su contracción en secado y cocción. Al mismo tiempo ejerce un control sobre la porosidad y aumenta la velocidad de secado de las piezas modeladas. La disminución de la contracción de secado reduce el riesgo de agrietamiento y deformación de las piezas, las cuales pueden ser secadas sin peligro a velocidades mayores.

La forma como se procede, es fabricando piezas de ensayo como hicimos para el presente informe, partimos de las primeras pruebas para este, de la arcilla pura de las 2 muestras de la Mina de Villa Cecilia aportadas por Artesanías de Colombia S.A. y evaluando cada una de estas a diferentes temperaturas. Las pruebas realizadas se hicieron con los dos tipos así:

- 1. Villa Cecilia Pura (VC)**
- 2. Villa Cecilia con Arena (VCA)**

La presentación de dichas muestras fue en material Húmedo y en seco, para realizar las respectivas pruebas de laboratorio.

2. PRUEBAS FISICAS PARA EMPASTES DE MOMIL

Para conocer cual es el punto óptimo de trabajo de una pasta cerámica a partir de las minas de Arcilla del Municipio de Momil es recomendable realizar ensayos a diferentes temperaturas, de algunas piezas (Tabletillas , probetas , etc.) de ensayo de la mezcla y componentes y observar : la contracción , el % de absorción de agua , deformación piro plástica , color , etc. para definir la temperatura óptima de trabajo .



Foto 1 Probetas de laboratorio (Placas, vasos, rollos)
(Foto Diego Añez)

Para realizar las pruebas de utilizamos las muestras de las arcillas de la mina de villa Cecilia en sus dos estados, por vía húmeda y seca; procedimos a homogenizar el material, por amasado para la unificación y mezcla de sus componentes.

En primer término, una vez unificado el material procedimos hacer por medio de la técnica de rollo diferentes muestras en cordones, para observar el grado de plasticidad específica, la cual arrojó los siguientes resultados:

2.1 Plasticidad

Villa Cecilia Pura (VC)	Villa Cecilia con Arena (VCA)
Buena	Buena

Este resultado de plasticidad nos determina que el material no presenta cuarteduras o fisuras al someterlo al doblamiento mínimo y máximo, esta prueba primaria de comportamiento de plasticidad es indispensable para determinar su grado de elasticidad al flectarlo. Después de

efectuado esta prueba se deja secar hasta dureza de hueso para verificar en el secado si este comportamiento permanece durante la evaporación de agua y cambio de color y tamaño, para estas piezas su comportamiento fue estable.

Para la producción de objetos en la técnica de rollo es recomendable una adición de arena o chamota, del 15 al 50 % dependiendo del tipo de pieza y tamaño que se quiera hacer, es muy común dentro de los sectores artesanales que por tradición han agregado material desgrasante a las arcillas (Arena) para aumentar su resistencia física y térmica, sin embargo como a veces no se consigue una arena específica que se quiere utilizar se puede reemplazar con Chamota de la misma arcilla es decir, que se toma la arcilla o arcillas de las minas específicas y se pasan por un tamiz y luego se separan en polvos: fino, medio y grueso. Estos diferentes chamotes se pueden quemar en lo posible a mayores temperaturas que las arcillas (950°C) para luego ser adicionados a la arcilla cruda, estas mezclas deben realizarse siempre en polvo ya que las mezclas o adiciones de chamota o arena por vía húmeda dificultan la mezcla homogénea de sus componentes, una vez mezcladas se adiciona agua en un recipiente que va en proporción 1.1. el polvo se va agregando al agua y mezclando continuamente hasta lograr la dureza de la pasta para rollos.

2.3. Porcentaje de Contracción

El porcentaje de contracción es la capacidad que tiene la arcilla de contraerse o reducirse al ser sometido al calor tras la quema en el horno, para verificar su grado o capacidad de contracción en porcentaje realizamos dos muestras específicas representadas en placa de 12 cms. de largo por 3 cms. de ancho con un grosor de 8 mm rectangulares, para el segundo caso se hicieron placas de 10x10 cms. de 8 mm de espesor cada una de ellas con una marca en cruz de 10 cms. de largo para observar la contracción en sus dos sentidos, estas dos tipos de placas para muestras son indispensables para observar el grado de contracción y comportamiento al secar en primera acción y para verificar tras la cocción a las tres temperaturas de cocción a: 750° (quema tradicional Momil) a 950° quema de bizcocho (Tradicional producción de alfarería nacional) y a 1040° quema sugerida para producción tipo Bristol Media temperatura.

Para las pruebas de contracción se hicieron tres juegos de cada una de las muestras de las pruebas de laboratorio ver (Foto 1), adicionalmente a las placas de prueba se realizaron tres juegos de vasos en la técnica de torno para observar su comportamiento con esta técnica que según tenemos entendido es nueva para los artesanos de Momil, sin embargo la incluimos en el respectivo informe para que los artesanos sepan que esta técnica es posible de hacer.

Cuando quemamos los vasos de prueba de la arcilla de Villa Cecilia (VC) a 750° estas se rajaron ya que el material de esta mina en su estado puro no es recomendable para la técnica de torno de levante, mientras que los vasos de Villa Cecilia con Arena, si dieron buenos resultados sin embargo al retornarlas para la elaboración de las patas y acabados, presenta una superficie rugosa que puede ser usada como tipo de acabado diferente a lo tradicional, para la VCA en técnica de torno de levante es necesario que los artesanos formulen su propia pasta para torno ya que cada técnica cerámica para la producción de objetos requiere una pasta específica para el fin o usos en los diferentes productos cerámicos, recomendamos que a los artesanos tradicionales de Momil se les dicte un curso intensivo sobre formulación y preparación de empastes cerámicos.

2.2.1. Ejemplo de formula para calcular porcentaje de contracción

El porcentaje de contracción o merma del material se puede hacer sobre dos tipos de tableta una rectangular de 12 cms. de largo por 3cms. de ancho y otra cuadrada marcando con una regla o calibrador, 2 líneas en cruz de 10 CMS. sobre una tableta de 10X10X1 , recién amasada la mezcla. Después de secar bien y llevar a una temperatura de ensayo se determina nuevamente la longitud de las dos líneas en X .

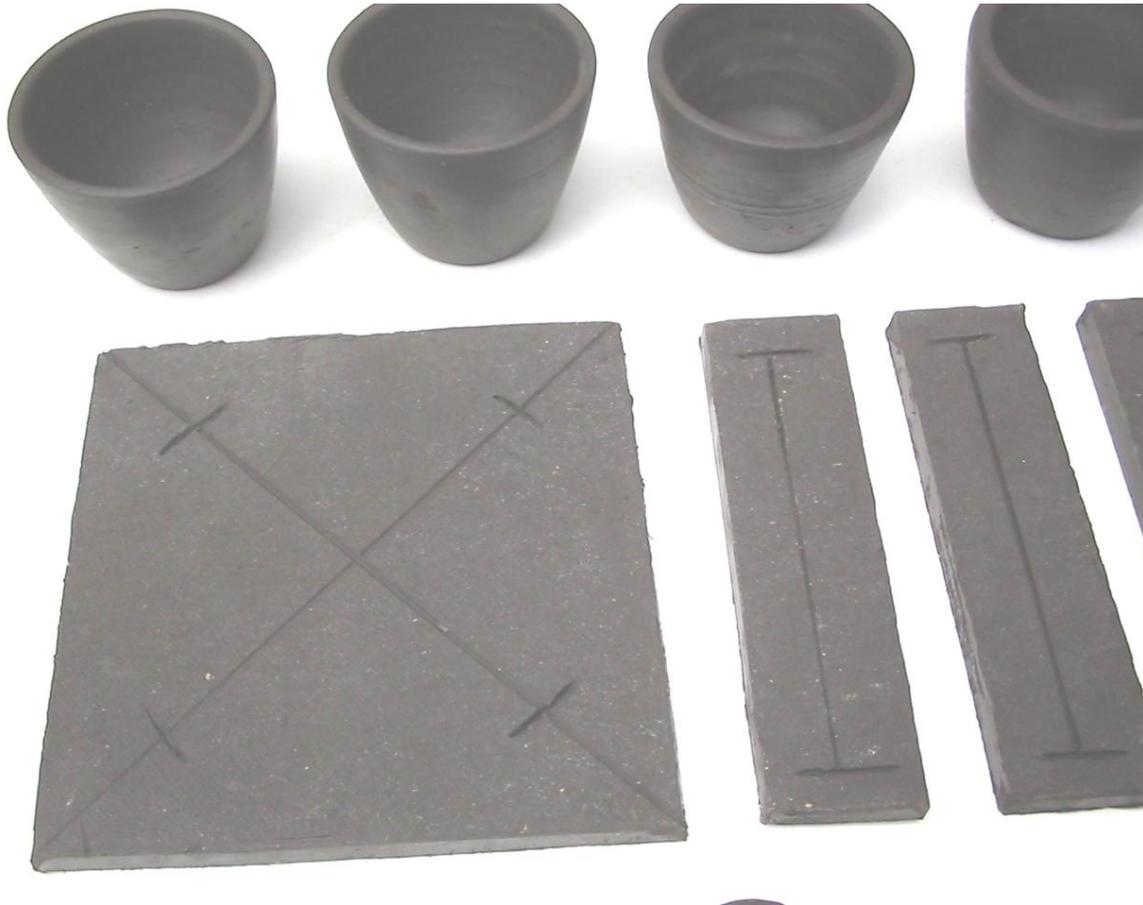


Foto 2 Muestra de Marcas de placas para contracción arcilla Villa Cecilia con Arena
(Foto Diego Añez)

Por ejemplo, al llevar a 750°C la distancia entre las marcas iniciales de 10 cms. se midió en 9.4 cm., eso quiere decir que el porcentaje de contracción fue:

$$\frac{10.00 - 9.4}{10.00} = x 100 = 6.0 \%$$

Para las tres pruebas realizadas los porcentajes de contracción fueron:

2.2.2. Contracción específica

Villa Cecilia sin Arena (VC)		Villa Cecilia con Arena (VCA)	
Placa 1 a 750 Grados	10 %	Placa 1 a 750 Grados	5 %
Placa 2 a 950 Grados	11 %	Placa 2 a 950 Grados	7%
Placa 3 a 1040 Grados	X	Placa a 1040 Grados	8%

Los comentarios específicos de resultados de las tres pruebas de cada una de las arcillas de Villa Cecilia nos demuestran que los porcentajes de contracción están dentro de los rangos establecidos de soporte que van desde el (10 al 2 %), para las placas de Villa Cecilia Sin Arena (VC) donde presentan % de contracción mayores a 10 demuestra que esta arcilla contrae demasiado mas allá del rango y además en la prueba presentó cuarteaduras y doblamiento excesivo por lo que no se realizaron las pruebas a 1040.

Para la Arcilla de Villa Cecilia con arena (VCA) los porcentajes de 5 al 8 % están dentro de los rasgos y características de comportamiento Regular es decir, contracción moderada estándar de acuerdo a las diferentes temperaturas

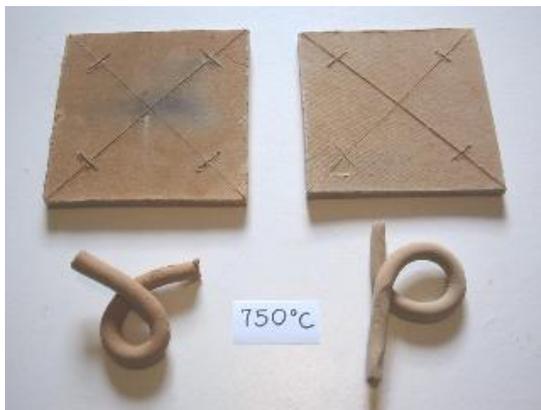


Foto Placas Cuadradas a 750 Grados
(Foto Diego Añez)



Foto Vasos Torno Placas Rectangulares
(Foto Diego Añez)

2.3. Porcentaje de absorción de agua

Es el porcentaje o capacidad que tienen las pruebas de arcilla para absorber agua tras la quema de las pruebas de laboratorio, también mide la capacidad de retener líquidos dentro de las arcillas (

Ejemplo para Floreros que no se les evapore o trasmine el agua no resuma o sude) para su calculo se toman las pruebas de cada una de las arcillas y se pesan en una gramera donde da el peso 1 (P1) Peso en Bizcocho , luego de tomar este peso estas placas se sumergen en agua por 24 Horas, luego se secan con un trapo para quitar el exceso de agua y se pesan en la gramera (P2) peso en Húmedo



Foto 3 Gramera para peso
(Foto Diego Añez)

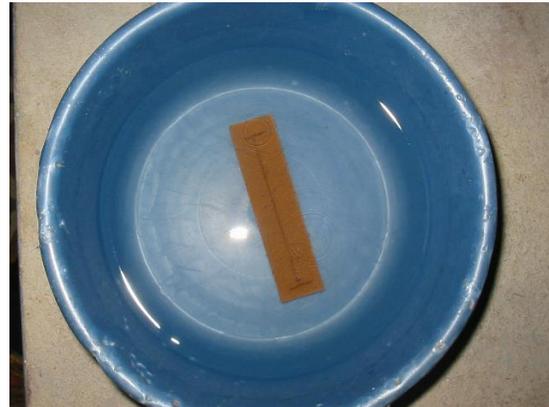


Foto 4 Recipiente con agua
(Foto Diego Añez)

(P1)= Peso en Bizcocho
(P2)= Peso en Húmedo

La fórmula para calcular el porcentaje de absorción de agua es :

$$\% A = \frac{P2 - P1}{P1} \times 100$$

Minas Arcilla	Grados Temp..	Peso P1	Peso P2	% Absorción
VCA	750	46 grms	50.1 grms	8.91 %
VCA	950	44.2 grms	50 grms	13.12 %
VCA	1040	43.7 grms	49.8 grms	13.95 %

Los valores de absorción de agua determinan el grado de transminación del material, es decir la capacidad que contiene el material de absorber el agua agregada durante 24 horas de ensayo, esto se relaciona, con la tabla de contracción para observar que a mayor grado de temperatura será mayor el grado de contracción y a mayor temperatura será menor el grado de absorción de agua.

Esta variación puede determinarse en la tabla # 1 donde se pueden observar, la variación de las mismas temperaturas en cada uno de sus aspectos físicos, este dato es de suma importancia a la hora de tener en cuenta para los usos de los materiales que se le darán a la hora de elaborar objetos para su utilización, ya que cada objeto creado debe corresponder a sus características físicas.

Por ejemplo para las baldosas de piso se debe crear una formula especifica del material para determinar su grado de contracción y resistencia mecánica suficiente para que al elaborarla no se doblen las placas y así evitar cuarteaduras.

Así mismo sucede con los objetos que vana a contener agua estas formulas de composición del material deben ser quemadas a una mayor temperatura para que el material liquido que contengan pueda ser mantenido por un tiempo suficiente para que garantice su capacidad de retención de liquido mientras esta en uso y así evitar la transminación de agua presentes muy comúnmente en los tiestos porosos y de baja temperatura.

Tabla # 1

% CONTRACCION VS TEMPERATURA .

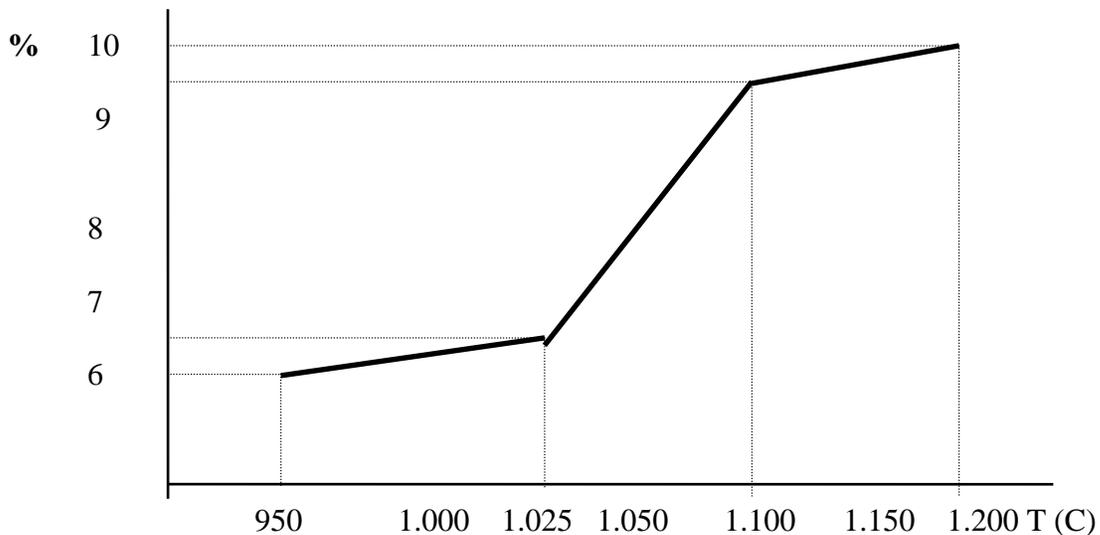
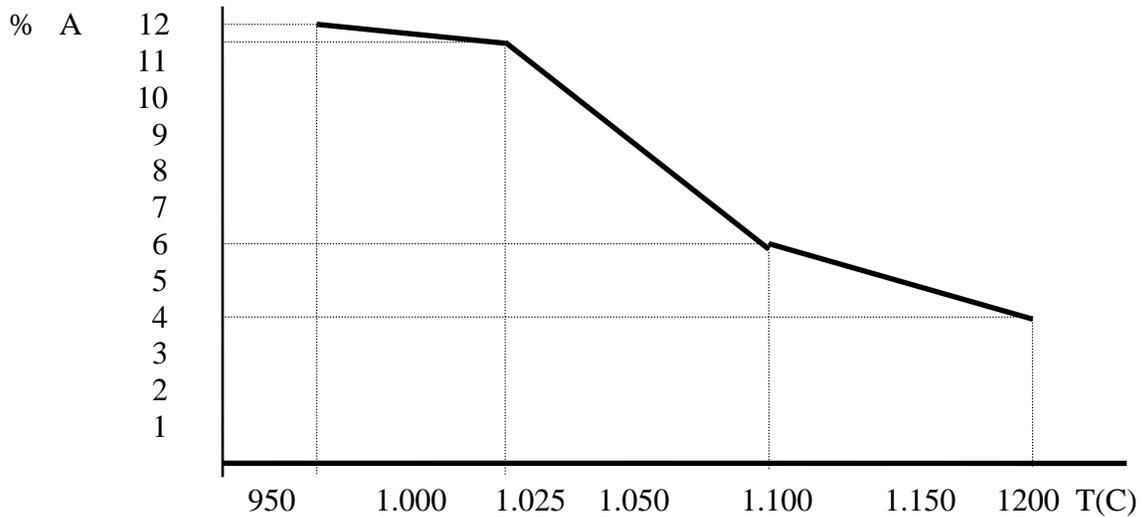


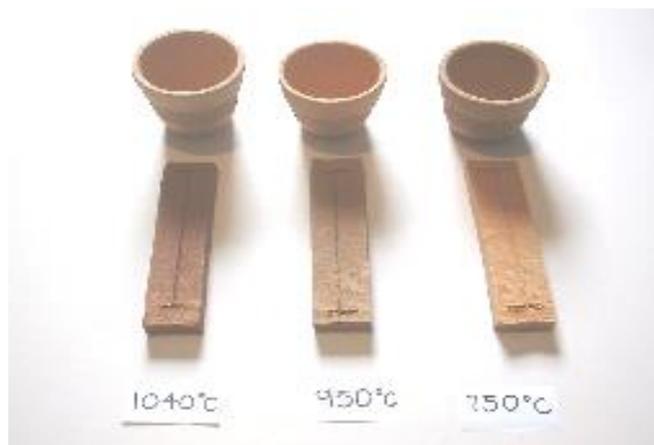
Tabla # 2

% DE ABSORCION DE AGUA Vs. TEMPERATURA



Estos valores que se relacionan en la curva Tabla # 1, Comparando ambas figuras se puede ver que a medida que aumenta el % de contracción con el aumento de temperatura, el % de absorción de agua o la porosidad de la pieza disminuye. Cuando la temperatura ha llegado a 1.100 X C se tiene el máximo valor de contracción y la absorción de agua va disminuyendo, lo que significa que el material adquirió un excelente grado de vitrificación.

Al contrario de las pastas rojas cuyo grado de vitrificación es excelente cuando se tiene valores de absorción de agua menores del 4 % , y las pastas blancas como la porcelana y el gres adquieren valores de absorción de agua del 0 % entre 1.200 y 1.300°C de acuerdo con la composición lograda Caolín- Cuarzo- Feldespato .



3. PRUEBAS FISICAS DE LA ARCILLA DE VILLA CECILIA

Arcilla del Municipio de Momil Córdoba fuente: Villa Cecilia sin arena y Villa Cecilia con arena es recomendable realizar ensayos a tres temperaturas (750°C, 950°C y 1040°C.).

Las pruebas realizadas son:

a. Pruebas en seco

- Prueba del ácido clorhídrico

b. Pruebas en húmedo

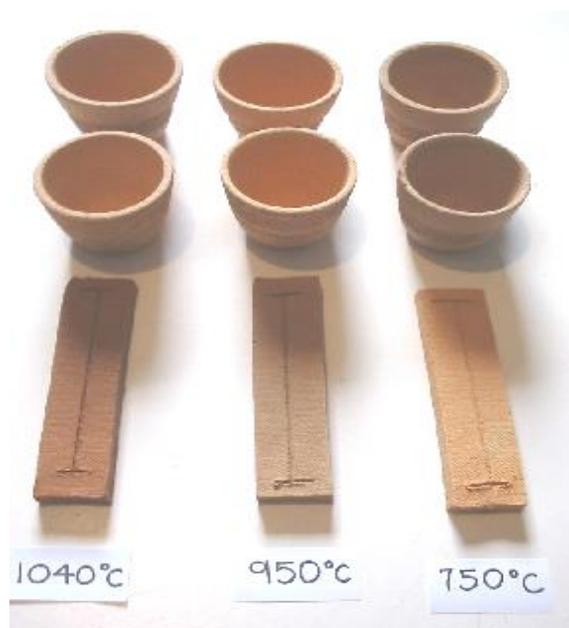
- Plasticidad
- Textura
- Color
- Trabajabilidad
- Prueba de Técnicas: rolo, planchas y torno

c. Pruebas de impurezas

- Azul de metileno
- Tolueno

d. Pruebas de cocción

- Contracción
- Absorción
- Resultados físicos
- Resultados de las técnicas empleadas



3.1. Arcilla Villa Cecilia Sin Arena (VC)

3.1.1. Prueba en seco

No reaccionó con ácido clorhídrico lo cual indica que no contiene cal libre

3.1.2. Pruebas en húmedo

- Plasticidad: Muy Plástica
- Textura: Viscosa
- Color: Marrón oscuro
- Trabajabilidad: Regular, un poco pegajosa.
- Técnicas empleadas:
- Rollo: No presentaron fisuras el secado
- Planchas: Se presentó una leve flexión durante el secado
- Torno: Las piezas se cuartearon durante el secado, separándose en varias partes.

3.1.3. Pruebas de impurezas

- **Azul de Metileno:** Material arcilloso: 50 % Impurezas 50 %
- **Tolueno :** partículas gruesas: 0,2 ml = 0.2
Partículas finas: 0,6 ml = 0.6

No contiene sustancias orgánicas

3.1.4. Pruebas de cocción 750 grados c.

Se realizaron planchas de 12 x 3 cm. y 8 m.m de grosor, con un indicador de 10 c.m. de longitud, se llevaron al horno de pruebas a gas en atmósfera oxidante a **750** grados Celsius. Los resultados fueron los siguientes:

Contracción: 5%

Absorción: 8.91%

Resultados físicos:

Temperatura:	750 grados Celsius
Aspecto:	liso
Color:	amarillo ocre oscuro
Sonido:	Timbre seco
Dureza:	Se raya con facilidad
Deformación:	Se flexionó notoriamente
Porosidad:	Alta

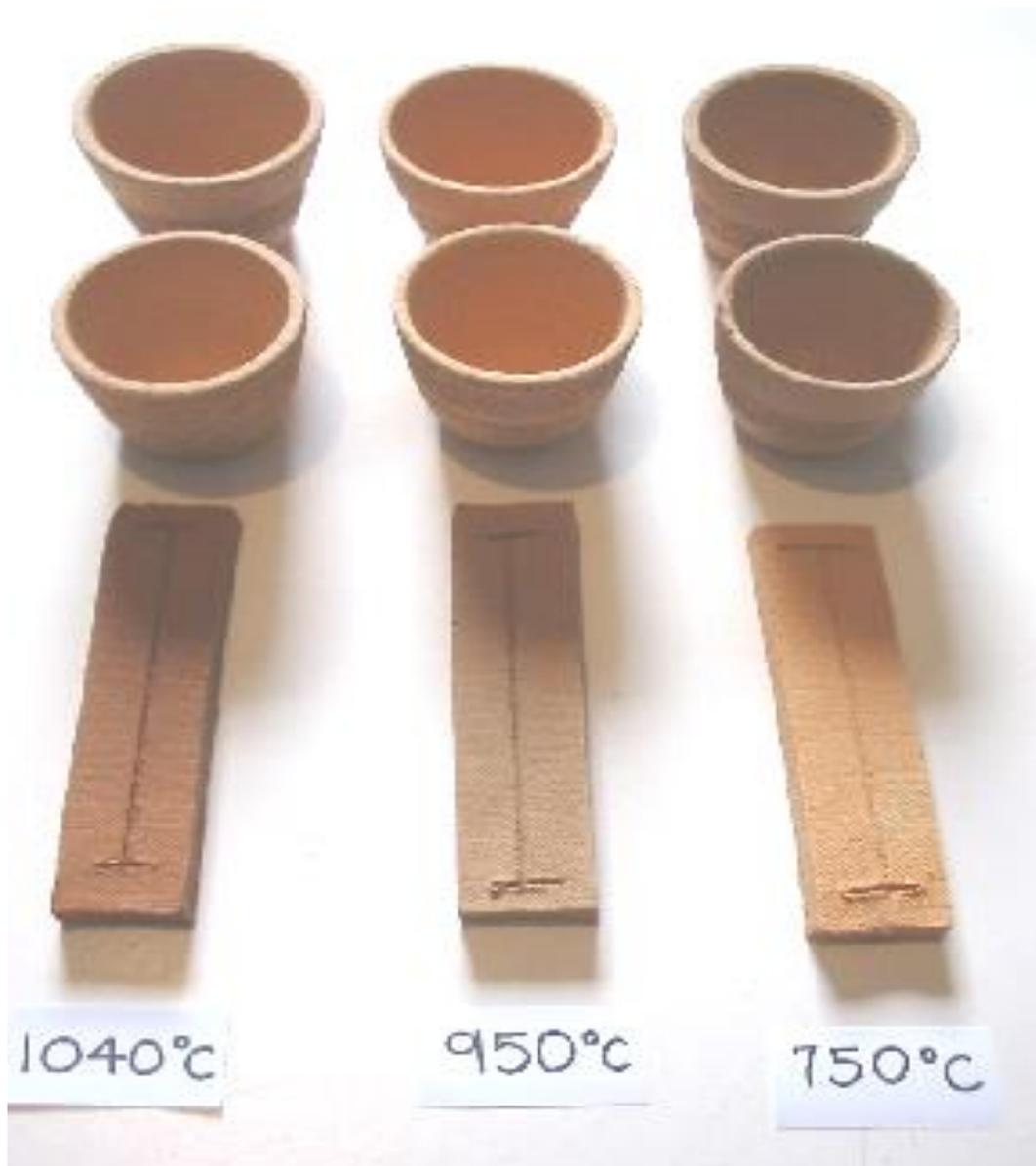
Resultados de las técnicas empleadas:

Rollo: se cuarteó

Planchas: Presentó flexión notable

Torno: se cuarteó, separándose en varias partes

Nota: No se realizaron pruebas de cocción de más de 750 grados c. con la arcilla villa cecilia sin arena debido a que presentó roturas y deformaciones lo cual indica que esta arcilla, necesita de la adición de antiplásticos en este caso la arena, para obtener una trabajabilidad, y refractareidad aceptables



3.2. Arcilla Villa Cecilia Con Arena (VCA)

3.2.1. Prueba en seco

No reaccionó con ácido clorhídrico lo cual indica que no contiene cal libre

3.2.2. Pruebas en húmedo

- Plasticidad: Aceptable
- Textura: No tan pegajosa
- Color: Marrón oscuro
- Trabajabilidad: Buena
- Técnicas empleadas:
- Rollo: No presentó fisuras el secado
- Planchas: Se presentó una leve flexión durante el secado
- Torno: No se presentaron fisuras ni deformaciones durante el secado

3.2.3. Pruebas de impurezas

- **Azul de Metileno:** Material arcilloso: 40 % Impurezas 60 %
- **Tolueno :** partículas gruesas : 0,4 ml = 0.4
partículas finas : 0,8 ml = 0.8

3.2.4. Pruebas de cocción 750 grados c.

Se realizaron planchas de 12 x 3 cm. y 8 m.m de grosor, con un indicador de 10 c.m. de longitud, se llevaron al horno de pruebas a gas en atmósfera oxidante a **750°** Celsius. Los resultados fueron los siguientes:

Contracción: 5%

Absorción: 8.91%

Resultados físicos:

Temperatura:	750 grados Celsius
Aspecto:	liso
Color:	amarillo ocre oscuro
Sonido:	Timbre seco
Dureza:	Se raya con facilidad
Deformación:	Se flexionó parcialmente
Porosidad:	Alta

Resultados de las técnicas empleadas:

Rollo: No se cuarteó

Planchas: No Presentó Flexión

Torno: Buen Comportamiento, Mucha Textura debido a la arena.

3.2.5. Pruebas de cocción 950 grados c.

Se realizaron planchas de 12 x 3 cm. y 8 m.m de grosor, con un indicador de 10 c.m. de longitud, se llevaron al horno de pruebas a gas en atmósfera oxidante a **950°** Celsius. Los resultados fueron los siguientes:

Contracción: 7 %

Absorción: 13.12 %

Resultados físicos:

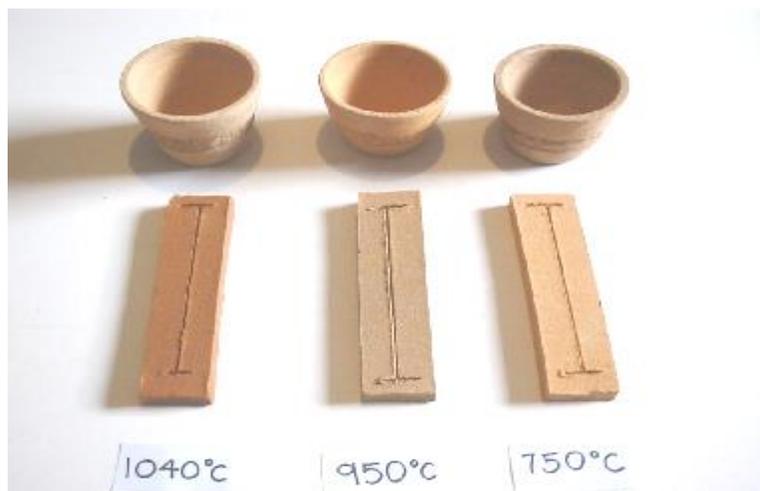
Temperatura:	950 grados Celsius
Aspecto:	Liso
Color:	Amarillo ocre claro
Sonido:	Timbre seco medio
Dureza:	Difícil de rayar
Deformación:	No se Flexionó
Porosidad:	Media

Resultados de las técnicas empleadas:

Rollo: no se cuarteó

Planchas: No Presentó Flexión

Torno: Buen Comportamiento, Mucha Textura debido a la arena.



3.2.6. Pruebas de cocción 1040 grados c.

Se realizaron planchas de 12 x 3 cm. y 8 m.m de grosor, con un indicador de 10 c.m. de longitud, se llevaron al horno de pruebas a gas en atmósfera oxidante a **1040°** Celsius. Los resultados fueron los siguientes:

Contracción: 8 %

Absorción: 13.95 %

Resultados físicos:

Temperatura:	1040 grados Celsius
Aspecto:	liso
Color:	amarillo ocre medio
Sonido:	Timbre seco medio
Dureza:	Difícil de rayar
Deformación:	No se Flexionó
Porosidad:	Media

Resultados de las técnicas empleadas:

Rollo: no se cuarteó

Planchas: No Presentó Flexión

Torno: Buen Comportamiento, Mucha Textura debido a la arena.

