

FABRICACIÓN DE GRES PORCELÁNICO EN COLOMBIA: UNA ESTRATEGIA PARA EL MERCADO CERÁMICO NACIONAL

C.M. Ríos

Eurocerámica, Colombia. crios@euroceramica.com

O.J. Restrepo

Universidad Nacional de Colombia. Medellín. ojrestre@unal.edu.co

E. Barrachina y E. Cerisuelo

Tierra Atomizada S.A. Alcora, España. esther@tierraatomizada.com

J.B. Carda

Universidad Jaume I. Castellón, España. carda@qio.uji.es

RESUMEN

Este estudio permitió la evaluación de arcillas colombianas provenientes de minas locales a las cuales se les efectuó caracterización mineralógica por difracción de rayos X; caracterización química a partir de fluorescencia de rayos X, análisis térmico ATD-TG, análisis dilatométrico, análisis microestructural por microscopia electrónica (MEB), análisis de la distribución de tamaños de partículas por difracción de la radiación láser y medidas de las coordenadas cromáticas, mediante el sistema CIE-Lab.

De la misma forma se realizó una evaluación de propiedades físico cerámicas, después de someter las materias primas a temperaturas de cocción comprendidas entre 1090°C y 1220°C; determinando la contracción lineal, porosidad (absorción de agua), resistencia mecánica, plasticidad y deformación pirolástica.

A partir de estos resultados se hizo una evaluación y estimación de la probabilidad de uso para la fabricación de baldosas cerámicas para pavimento y revestimiento, con desarrollo de formulaciones de pastas con características de gres, semigres, porosa y gres porcelánico. De esta forma se logró obtener composiciones que alcanzaron una absorción de agua, acorde del uso, en un intervalo de temperaturas de 1045°C a 1220°C, con ciclo de cocción de 60 min.

1. INTRODUCCIÓN

El mercado colombiano durante los últimos 5 años, ha sufrido unos cambios radicales en cuanto a las variables en la toma de decisiones para la remodelación y construcción. Las viviendas se han convertido en una extensión de la personalidad, y la tendencia generalizada es invertir una mayor cantidad de tiempo y de dinero en el momento de tomar una decisión de compra que involucre artículos para el hogar.

Los ciclos de remodelación han pasado de 7 a 4 años, las bajas tasas de interés y las facilidades para obtener créditos hipotecarios han catapultado el sector de la construcción de viviendas en Colombia con especificaciones de decoración que satisfagan las nuevas necesidades del consumidor colombiano, que cada vez es más educado en el momento de realizar sus decisiones de compra.

Dentro de estos cambios se encuentra el gres porcelánico, el cual en el mercado nacional, ha logrado posicionarse en el consumidor como un producto de tendencia, con características técnicas y decorativas superiores a la cerámica. El gres porcelánico en el mercado colombiano se ha convertido en un producto de futuro con mayor valor añadido, que en muchos de los casos puede superar ampliamente el precio de la cerámica tradicional.

En Colombia existen 4 empresas de producción de pavimento y revestimiento cerámico en pasta de porosa y gres, las cuales distribuyen a la mayor parte del territorio y cuya fabricación asciende a 54 millones de m²/año. A pesar de esto las necesidades del mercado nacional no alcanzan a ser abastecidas en su totalidad, y más aún, añadido a las tendencias mundiales, ha dado lugar a que el 20% de las ventas sea ocupado por productos importados. A nivel general el gres porcelánico es desde el punto de vista estratégico un segmento del mercado con alto crecimiento a nivel nacional y con buen potencial de exportación a los países vecinos y del caribe, centro América y Estados Unidos.

Por todo lo expuesto, se ha planteado como objetivo principal en este trabajo, el desarrollo de formulaciones de gres porcelánico a partir de materias primas nacionales colombianas. Para ello, se lleva a cabo en primer lugar, la caracterización de materias primas nacionales, mediante el análisis físico-químico como es la fluorescencia de rayos-X, difracción de rayos-X y microscopia electrónica de barrido, principalmente, para después poder desarrollar formulaciones de pasta de gres porcelánico que permitan obtener como producto innovador, baldosas con altas prestaciones técnicas, como son: resistencia a la abrasión, baja porosidad, elevadas características mecánicas, impermeabilidad y resistencia al ataque químico y a las heladas.

Dichas formulaciones se prepararon para ser probadas mediante los correspondientes diagramas de gresificación (%contracción lineal; %absorción de agua frente a la temperatura). De las formulaciones seleccionadas, se pretende además optimizar el proceso para continuar hacia el escalamiento a nivel industrial para

poder ofrecer este producto en el mercado nacional e internacional, posibilitando así reducir parte de la importación de gres porcelánico a Colombia.

2. DESARROLLO EXPERIMENTAL

Se llevó a cabo la consecución de muestras de materias primas colombianas de diferentes formaciones geológicas distribuidas en diferente zona de Colombia (Antioquia, Caldas, Boyacá, Santander y Tolima), en las cuales se incluyen provenientes de minas de la empresa Eurocerámica, materiales de exploración y de explotación comercial. Todos los análisis se realizaron tanto en España (Laboratorios del Servicio Central de Instrumentación Científica de la Universidad Jaume I de Castellón y la empresa Tierra Atomizada S.A. de Alcora) y en Colombia (Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín y la empresa Eurocerámica S.A.)

2.1. Caracterización mineralógica

La composición de fases cristalinas en los polvos de los materiales de partida así como en los productos cocidos se determinó a través de la difracción de rayos-X (DRX), empleando un difractómetro X'pert PRO MPD Panalytical de la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín, con ánodo de Cu y a un voltaje de 40 kV con una intensidad de 40 mA. Los difractogramas se realizaron en un rango 2θ de 5 a 80°.

2.2. Caracterización química

El análisis químico se llevó a cabo en la Universidad Jaime I de España y la empresa Tierra Atomizada S.A.; lo cual se hizo a los polvos de los materiales de partida a través de fluorescencia de rayos X (FRX). Se determinaron las pérdidas por calcinación al someter las arcillas a 900 °C durante 1 hora.

2.3. Caracterización físico-cerámica

Para las materias primas individuales y las formulaciones propuestas se determinó comportamiento reológico, plasticidad, expansión postprensado, absorción de agua, contracción en seco, contracción en la quema, distribución de tamaño de partícula (DTP). De igual forma se construyeron curvas de gresificación. Esta caracterización se realizó tanto en Eurocerámica, como en la Universidad Jaime I y también con el apoyo el CIMEX de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín y la empresa Tierra Atomizada S.A.

2.4. Análisis térmico

Se identificaron los cambios físicos y/o químicos producidos durante la cocción y las transformaciones que pueden alterar la composición química. Para esto se efectuó análisis térmico diferencial (ATD) y termogravimétrico (ATG) y el análisis

dilatométrico. El análisis térmico diferencial (ATD) se efectuó en la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, el análisis conjunto térmico diferencial (ATD) y termogravimétrico (ATG) en la Universidad Jaume I de Castellón y el análisis dilatométrico en la empresa Eurocerámica de Medellín.

3. RESULTADOS

Se presentan los resultados del proceso de caracterización de las materias primas seleccionadas. Las muestras estudiadas fueron: Formación Amagá, Formación La Soledad-Amalfi, Formación Abejorral, Formación Cumbre-Santander y Formación Arcabuco – Boyacá. A todas las muestras se les realizó caracterización mineralógica, análisis térmico y caracterización físico-cerámica.

3.1. Arcilla de la formación Amagá:

Se encuentra que es una arcilla montmorillonítica, con alto contenido en cuarzo, presenta picos endotérmicos a 126°C y 298°C debido a la eliminación del agua adsorbida (agua física).

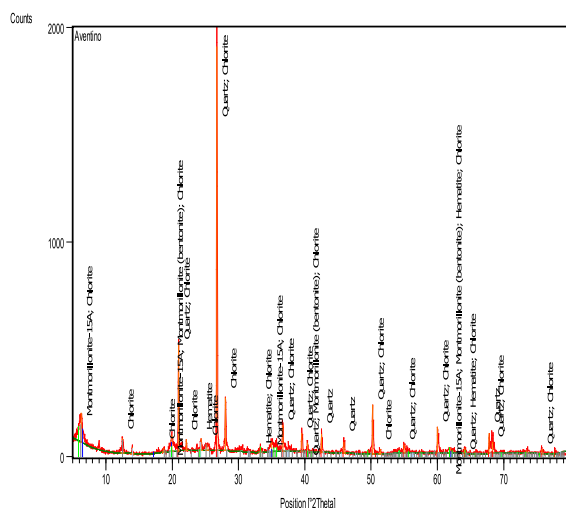


Figura 1. Difractograma formación Amaqá

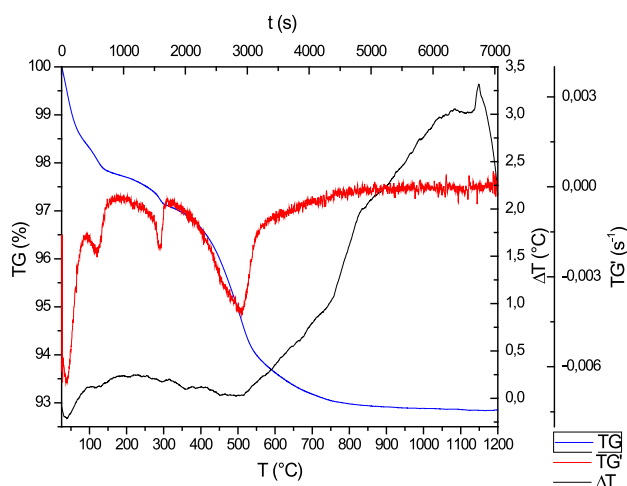


Figura 2. Curvas de ATD – TG – DTG formación Amagá

3.1.1. Caracterización físico cerámica

Es un material plástico (22,65%), con resistencia mecánica en quema cercana a los 300 kg/cm²; con el cual se obtiene buena densidad aparente (2,04 g/cm³) con presión de prensado de 250 kg/cm²

Presenta mínima absorción de agua a 1165°C con una contracción lineal no estable del 5,5%, a partir de ahí presenta una expansión fuerte debido a gases ocluidos dentro de la muestra.

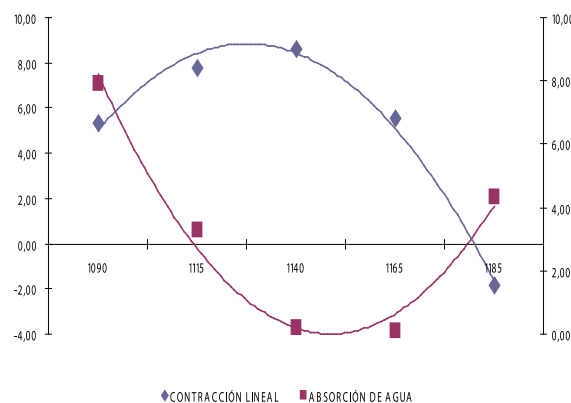


Figura 3. Curva de gresificación formación Amagá

3.2. Formación La Soledad-Amalfi

Según los análisis de Difracción de Rayos X, corresponde a una composición comprendida por Illita y Cuarzo.

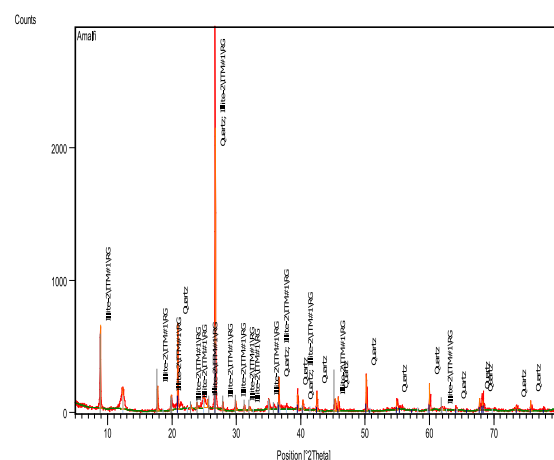


Figura 4. Difractograma La Soledad-Amalfi

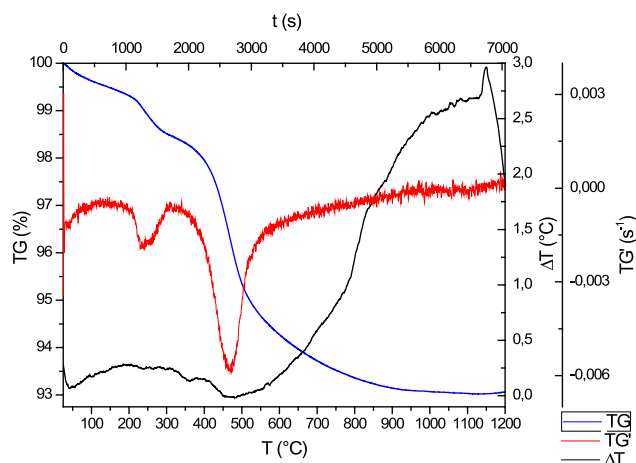


Figura 5. Curvas de ATD – TG – DTG La Soledad-Amalfi

3.2.1. Caracterización físico cerámica

Debido a la composición característica de este material, no se presenta gresificación en el intervalo de temperaturas hasta 1200°C, donde tiene todavía una absorción de agua de 7,5%. A pesar de ser una arcilla plástica (23% IP) y de fácil conformación, por ser tan refractaria no permite obtener valores de resistencia mecánica en cocido superiores a 75 kg/cm².

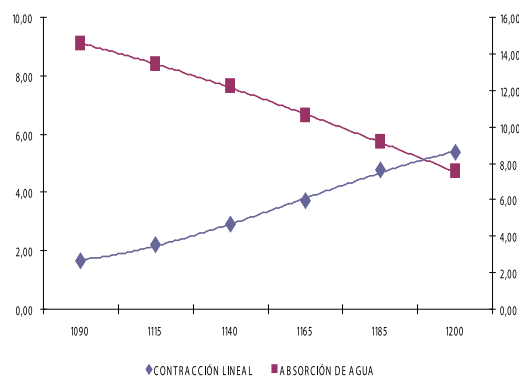


Figura 6. Curva de gresificación La Soledad-Amalfi

En cuanto a su composición química tiene una relación SiO₂/Al₂O₃ de 55,8/23,8 con un contenido de Potasio de 2,64%, los demás son muy bajos.

3.3 Formación Abejorral

Se encuentra en este material que tiene una composición distribuida principalmente en Cuarzo e Illita.

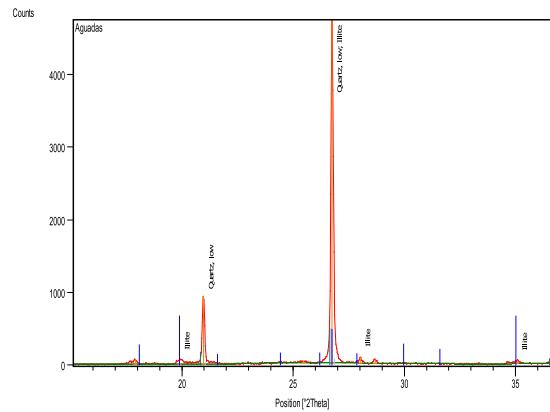


Figura 7. Difractograma Abejorral - Caldas

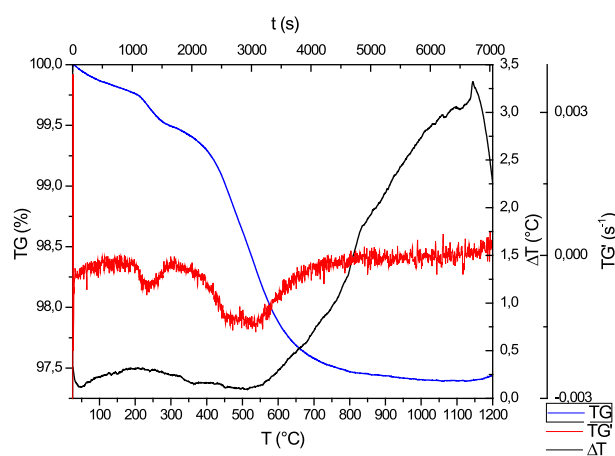


Figura 8. Curvas de ATD - TG - DTG Abejorral - Caldas

3.3.1. Caracterización físico cerámica

Debido a su alto contenido en cuarzo este material tiene un comportamiento refractario y presenta una baja contracción lineal con porosidad abierta alta en el rango de temperatura de la curva de gresificación. Aporta una estabilidad térmica en amplio rango de temperatura.

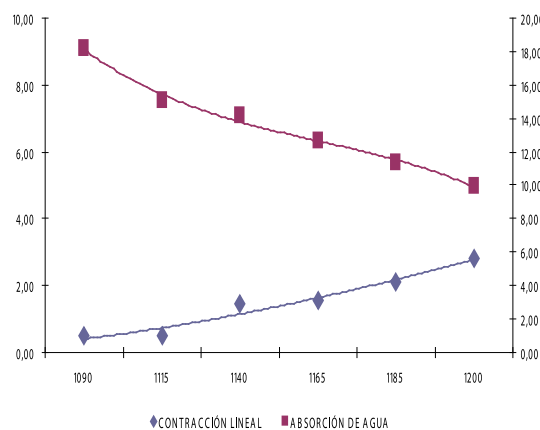


Figura 9. Curva de gresificación Abejorral - Caldas

Presenta baja resistencia mecánica, 56 kg/cm^2 y baja densidad aparente, 1.8 gr/cm^3 .

3.4. Formación Cumbre-Santander

Es una arcilla Illítica, con presencia de Caolinita y cuarzo.

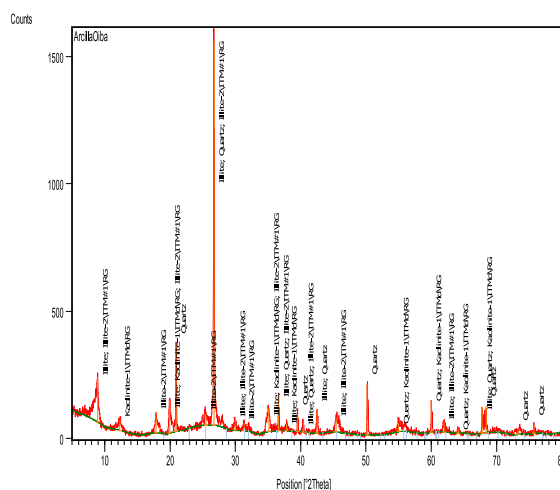


Figura 10. Difractograma Cumbre-Santander

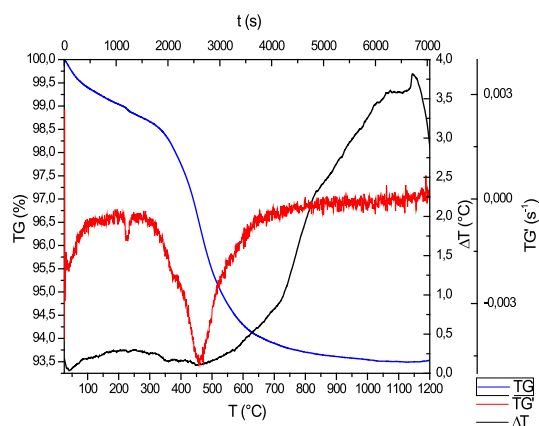


Figura 11. Curvas de ATD – TG – DTG Cumbre-Santander

3.4.1. Caracterización físico cerámica

Es una arcilla que alcanza el valor mínimo de absorción de agua en 1165°C , con una contracción lineal cercana al 10%. La pendiente en la curva de absorción lineal es pronunciada entre 1090°C y 1115°C indicando que el material es bastante activo en este rango de temperaturas, siendo 1115°C el inicio de gresificación, luego de 1185°C sufre una leve expansión. La contracción lineal es estable durante el rango de temperaturas evaluado.

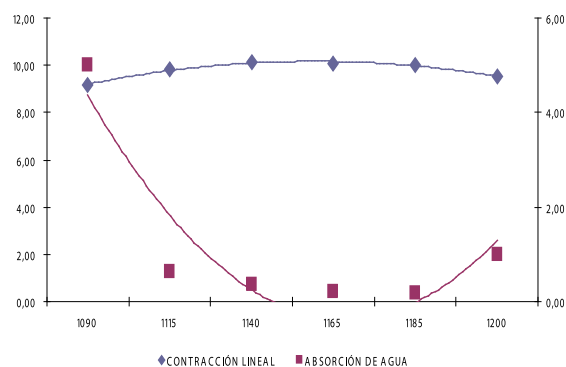


Figura 12. Curva de gresificación Cumbre-Santander

3.5. Arcabuco – Boyacá

Mineralógicamente presenta picos característicos de Illita y Cuarzo.

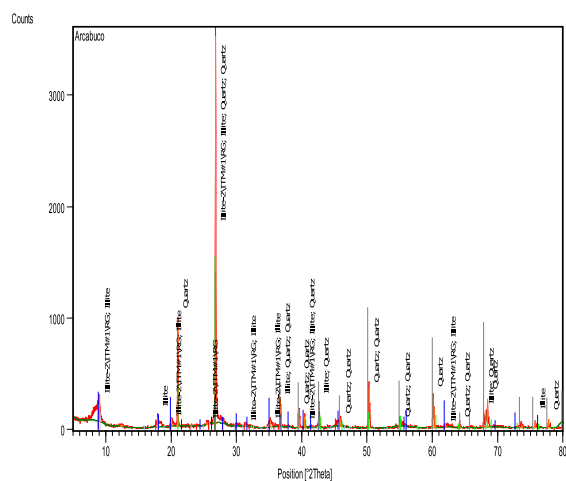


Figura 13. Diffractograma material Arcabuco

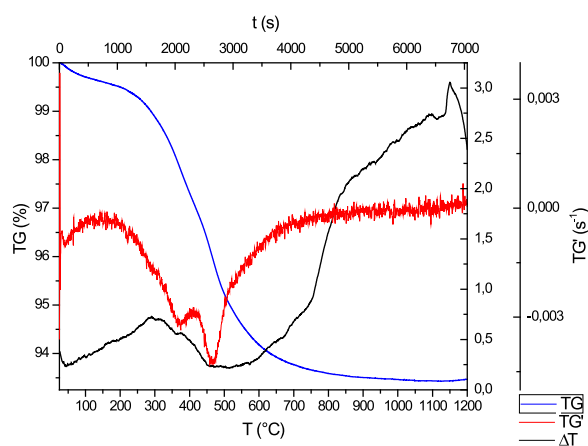


Figura 14. Curvas de ATD – TG – DTG material Los Pozos Arcabuco

3.5.1. Caracterización físico cerámica

Es un material de coloración blanca, que en el intervalo de temperaturas de la curva de gresificación no sufre cambios significativos, el comportamiento es lineal tanto para la curva de contracción lineal como la de absorción de agua. A 1200°C se alcanzan unos valores aproximados de 6% contracción lineal y 5% de absorción de agua.

Es un material que posee buena plasticidad (22,71% IP) y buen rango de compactación (2,03-2,08 gr/cm³) a baja presión y humedad.

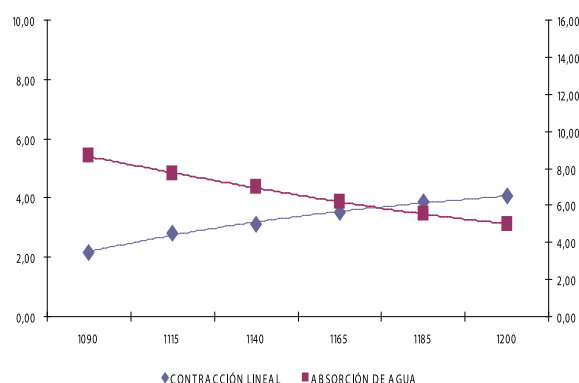


Figura 15. Curva de gresificación material Arcabuco

En cuanto a su composición química tiene una relación SiO₂/Al₂O₃ de 58,62%/25,32%, con contenido de Potasio (2,97%) y Sodio (1,46%).

4. CONCLUSIONES

La realización de la caracterización de materias primas Colombianas ha permitido desarrollar formulaciones de pasta de gres porcelánico para obtener baldosas con alta resistencia a la abrasión, baja porosidad, elevadas características mecánicas, impermeabilidad y resistencia al ataque químico y al congelamiento.

Este proyecto ha permitido desarrollar las condiciones técnicas y económicas para producir baldosas cerámicas de pasta de cocción blanca, con características técnicas de gres porcelánico, a partir de materias primas colombianas.

Así mismo, se han seleccionado materias primas locales provenientes de minas nacionales colombianas y se han determinado las características químicas, mineralógicas y físico cerámicas en todas ellas.

A partir de las materias primas seleccionadas, se han formulado composiciones de pastas tanto de monoporosa, gres y gres porcelánico y se han efectuado los análisis físico-cerámicos y térmicos correspondientes, para finalmente definir,

a nivel de laboratorio, las condiciones óptimas de trabajo en cada uno de los procesos de molienda, atomización, prensado, esmaltado y cocción.

Con este proyecto se han sentado las bases para continuar hacia el escalamiento a nivel industrial para producir gres porcelánico con materias primas colombianas, lo cual permitirá ofrecer este producto en el mercado nacional e internacional y así, poder reducir parte de la importación de gres porcelánico a Colombia.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su agradecimiento a la Universidad Nacional de Colombia, Universidad Jaume I de Castellón, España, y las empresas Tierra Atomizada S.A. en España y Eurocerámica S.A. en Colombia, así como a COLCIENCIAS de Colombia y el CDTI de España, por su apoyo y patrocinio a través de un proyecto IBEROEKA conjunto.

REFERENCIAS

- [1] SANCHEZ MUÑOZ, L; NEBOT DIAZ, I.; CARDA, J.B; TUDURI, F.; et al. Obtención de soportes cerámicos de baja porosidad a partir de materias primas nacionales. En: Cerámica Información 27 (272) (2001) 48-54
- [2] FERRARI, S; GUALTIERI, A.F. The use of illitic clays in the production of stoneware tile ceramics. En: Applied Clay Science, Volume 32, Issues 1-2, April 2006, Pages 73-81
- [3] SACMI, ASOCIACION ESPAÑOLA DE TÉCNICOS CERÁMICOS. Tecnología Cerámica Aplicada. Castellón de la Plana: Faenza Editrice Iberica, 2004. 443 p
- [4] ESCRIBANO, P.; CARDA, J. B.; CORDONCILLO, E. Enciclopedia Cerámica 3 V. Cerámicos". Faenza: Faenza Editrice Iberica, Castellón, 2001
- [5] ABADIRA, M.; SALLAMB, E., et al. Preparation of porcelain tiles from Egyptian raw materials. En: Ceramics International 28 (2002) p. 303-310.
- [6] BAGAN, V.; ENRIQUE, J. et Al. Gres porcelánico. Influencia de las variables de proceso sobre la calidad del producto acabado. En: Memorias QUALICER 1990, I Congreso mundial de la calidad del azulejo y del pavimento cerámico. Tomo I (Año 1990, Castellón, España). p. 357 – 387.
- [7] BAGAN, V.; ENRIQUE, J. et Al. Gres porcelánico. Influencia de las variables de proceso sobre la calidad del producto acabado. En: Memorias QUALICER 1990, I Congreso mundial de la calidad del azulejo y del pavimento cerámico. Tomo I (Año 1990, Castellón, España). p. 357 – 387.
- [8] GROSSE, Emil. Estudio geológico del terciario carbonífero de Antioquia en la parte occidental de la Cordillera Central de Colombia. Berlín: Dietrich Reimer Editores, 1926.

- [9] GONZALEZ. Memoria explicativa del mapa geologico del departamento de Antioquia: escala 1:400.000 Medellin: INGEOMINAS 2001.
- [10] VAN DER HAMMEN, T. 1958. Estratigrafia del Terciario y Maestritchiano y Tectogenesis de los Andes Colombianos. Boletin Geologico Ingeominas. Volumen 6 (1-3). (Año 1958, Bogotá). P 67-128.
- [11] MAYA, C.; SANCHEZ, L. Geología de minas y yacimientos. Euroceramica S.A. Informe interno. Guarne, Antioquia. 2008.
- [12] OJOA, W., BERDUGO, C., ALVARADO, G., y ESCOBAR, C. Evaluación geológica minera de las arcillas de Arcabuco. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Sogamoso (Boyacá), 1992.