

Evaluación geológica de arcilla para la fabricación de ladrillos en la localidad de San Luis, Santiago de Cuba



Geological evaluation of arcilla for the manufacture of bricks in the location of San Luis, Santiago de Cuba

<http://opn.to/a/JGDST>

Amarilis Núñez Silva ^{1*}, Roberto Rizo Vázquez ¹, Jazmín Rodríguez Pérez ¹

RESUMEN: La investigación se proyecta dada la necesidad de la búsqueda de áreas perspectivas de arcilla para incrementar la producción de ladrillos, tejas criollas, lozas de pisos y otros elementos de la arcilla, para ser utilizados en las construcciones de viviendas y otras obras sociales del municipio San Luis, lo que garantizaría la materia prima necesaria para abastecer a la municipalidad, aportando al aumento de la producción de recursos necesarios para la población. Los hitos seguidos para el desarrollo de los temas que conforman esta investigación, parten de un reconocimiento geológico del área, donde yace este material arcilloso, con el correspondiente estudio de una cantidad de muestras representativas de pozos criollos. Para la realización de este trabajo se incluyeron diferentes métodos, como: itinerarios geológicos, laboreo minero y de laboratorio. Mediante el empleo de técnicas instrumentales combinadas de avanzada: Granulometrías, Espectroscopia de Emisión Atómica con Fusión Inductiva y Plasma Acoplado (ICP - AES), entre otras, permitieron dar una alta precisión en la identificación de las fases minerales principales, así como sus propiedades físico-mecánicas y químicas. Los cuales permitieron; destacar que este material arcilloso presenta las condiciones óptimas para ser utilizada en la producción de ladrillos.

Palabras clave: caracterización, arcilla, plasticidad, distribución de tamaño de partícula.

ABSTRACT: The research is projected given the need to search for clay prospect areas to increase the production of bricks, criollo tiles, floor tiles and other elements of clay, to be used in housing construction and other social works of the municipality of San Luis, which would guarantee the necessary raw material to supply the municipality, contributing to the increase in the production of necessary resources for the population. The milestones followed for the development of the topics that make up this research, start from a geological survey of the area, where this clay material lies, with the corresponding study of a number of representative samples of criollo wells. To carry out this work, different methods were included, such as: geological itineraries, mining and laboratory work. Through the use of advanced combined instrumental techniques: Granulometry, Atomic Emission Spectroscopy with Inductive Fusion and Coupled Plasma (ICP - AES), as well as their physical-mechanical and chemical properties. Which allowed; note that this clayey material presents the optimal conditions to be used in the production of bricks.

Key word: Characterization, clay, plasticity, particle size distribution.

Recibido: 23/06/2018

Aprobado en su forma original: 01/09/2019

¹Empresa Geominera Oriente: Altura de San Juan carretera de Siboney km 2 1/2 Santiago de Cuba, Cuba

*Autor para correspondencia: *Amarilis Núñez Silva*. E-mail: amarilis@sscgeomin.minem.cu

INTRODUCCIÓN

Las arcillas constituyen la principal materia prima para la fabricación de cerámicos de construcción. Éstas aparecen en todo tipo de formación rocosa, desde la más antigua a la más reciente, y en formaciones ígneas y sedimentarias de todo tipo; como consecuencia de ello, sus características físicas, químicas y mineralógicas varían ampliamente, incluso entre las capas de un mismo depósito arcilloso. Por tanto, en cualquier industria cerámica el control de la calidad de los productos empieza por la caracterización y control de la calidad de sus arcillas.

Una de las características más importantes a evaluar en las arcillas es la composición química y mineralógica, dado que ella influye directamente en las propiedades de los cerámicos obtenidos. Por ejemplo, arcillas con alto contenido de caolinita van a permitir obtener productos cerámicos con carácter refractario, coloración clara y buena resistencia mecánica, mientras que altos contenidos de illita y montmorillonita confieren alta plasticidad a las pastas cerámicas, lo que se traduce en un fácil conformado de las piezas, pero también en una gran contracción de las mismas durante el secado y la sinterización, lo cual puede llevar a la formación de grietas; en tales casos se debe agregar material desgrasante (arena) para ajustar la plasticidad de la pasta. Por tanto, la plasticidad es otro parámetro importante a controlar; entendiéndose ésta como la propiedad que tienen las arcillas de formar una masa plástica con el agua. Uno de los métodos más sencillos para determinar tal propiedad es el de los límites de

Atterberg, que comprenden el límite líquido (% de humedad que posee un suelo cuando se halla en el límite entre el estado líquido y estado plástico), límite plástico (el cual corresponde a la menor humedad a la cual un suelo se puede moldear) e índice de plasticidad, que es la diferencia de los dos límites anteriores e indica el intervalo de trabajabilidad de la arcilla. La distribución granulométrica es otra variable de suma importancia, dado que de ella va a depender el grado de empaquetamiento de las partículas y, por tanto, las propiedades físico-mecánicas de los cerámicos (porosidad, absorción de agua, resistencia a la flexión, etc.). Por otro lado, la distribución granulométrica permite predecir el carácter plástico o desgrasante de la arcilla, teniendo en cuenta que el material arcilloso tiene tamaños de partículas pequeños, del orden de unas pocas micras, mientras que la fracción desgrasante o arenosa tiene un tamaño de partícula mucho mayor. La caracterización de las arcillas también debe comprender su análisis térmico. La gran importancia de estos análisis radica en que gracias a ellos se pueden predecir diversos fenómenos térmicos que tienen lugar durante la cocción de las arcillas, tales como cristalización de fases, reacciones en estado sólido, deshidratación, fusión, oxidación, etc.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación geográfica del área de estudio

El área a estudiar se encuentra en la hoja cartográfica: 5076 - IV - d San Luis, a escala 1:25 000.

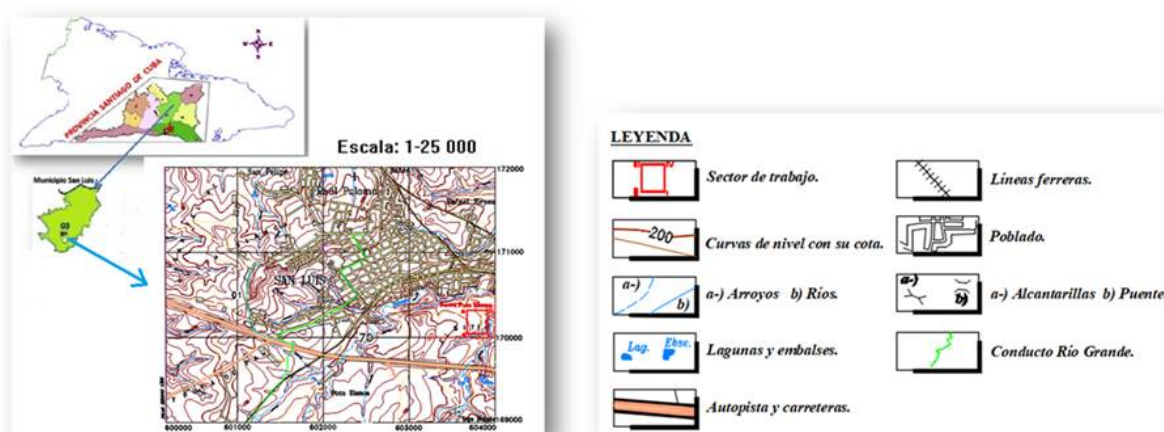


Figura 1. Localización del área de estudio, Poza Blanca, San Luis, provincia de Santiago de Cuba.

Geología del área de estudio

Desde el punto de vista estratigráfico en el área de estudio se presenta solamente la secuencia terrígena carbonatada de la Formación San Luis de edad $P_2^2 - P_2^1$, la cual está ampliamente desarrollada en el sector analizado. Al parecer formaron producto de la erosión, meteorización, trituración, arrastre y selección de las rocas de la Formación San Luis de edad $P_2^2 - P_2^1$ y fueron depositadas en cuencas favorables para su acumulación.

La metodología general para la realización de esta investigación se resume a continuación:

Previo al trabajo de campo se prepararon las condiciones para el estudio de los materiales y evaluación de toda la información existente, con el objetivo de correlacionar las formaciones geológicas, conocer previamente la geología del área, además valorar si las investigaciones son más detalladas.

Se realizaron trabajos de itinerario geológico, con el fin de determinar los diferentes estratos o niveles arcillosos su continuidad lateral, espesor y la presencia de intercalaciones de material arcilloso, limoso o arenoso junto con su potencialidad, grado de cementación y consistencia. Durante los trabajos de campo fueron realizados 8 laboreos mineros, los cuales consistieron en pozos criollos, abarcando un área cuadrada de 1.50 x 1.50 m, con 2.0 m de profundidad (4.5 m^3 por pozo), para un volumen total de 36 m^3 en una red con distancia entre pozo de 75 a 150 m y entre perfiles 100 m, se avanzó en intervalo de 1 m para la documentación y muestreo en la pared norte, mediante la confección de un surco.

Toma de muestras. El muestreo se hizo en un surco central realizado en la pared Norte del pozo, el cual se realizó teniendo en cuenta los tipos litológicos, granulometría, coloración, plasticidad y presencia de CaCO_3 , con intervalo de muestreo que varió entre 0.70 cm como intervalo mínimo y 1.0 m como intervalo máximo, con el objetivo de evaluar las características químicas del material arcilloso estudiado.

Ensayos de caracterización de las muestras: clasificación granulométrica vía húmeda con tamices de abertura de malla a 5.0, 2.0, 1.0, 0.50, 0.063 y < 0.063 mm según escala de Tyler, análisis químicos por Espectrometría de Emisión Atómica con plasma acoplado, Inductivamente (ICP-AES) para determinaciones de: Al_2O_3 , SiO_2 , MgO , CaO , Fe_2O_3 , Fotometría de llamas: Determinación de Na_2O y K_2O y Gravimetría PPI. Medidas de plasticidad por el método de Casagrande, contracción en crudo, por medio de la construcción y cocción de probetas a 850°C en horno eléctrico a nivel de laboratorio.

Análisis e interpretación de resultados. Se hizo una correlación de los datos obtenidos con el fin de establecer si la composición química, mineralógica y las propiedades físicas medidas correspondían a los requerimientos del tipo de arcillas que exige la industria de cerámica roja a nivel nacional e internacional; en aquellos casos en los cuales no cumplía, se estableció sobre cuales elementos presenta déficit con el fin de recomendar la mezcla con otros componentes minerales y de este modo lograr la pasta óptima para este tipo de piezas.

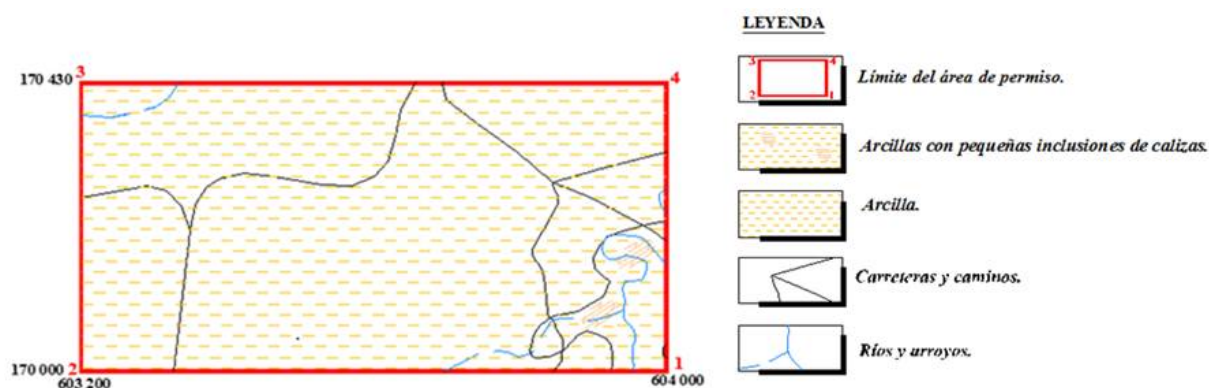


Figura 2. Esquema litológico área de estudio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización de las arcillas

Composición química

Una arcilla apta para la fabricación de cerámicos debe tener un contenido de SiO₂ entre 50-60% y Al₂O₃ entre 20-30%

La [tabla 1](#) refleja los resultados de la composición química general de las muestras apreciándose una composición química típica de este tipo de arcilla; se destaca la sílice y el aluminio como los componentes determinantes, así como los contenidos de óxido de hierro, siendo este el responsable del proceso de hinchamiento, además de proporcionar colores rojos muy característicos durante la cocción e intensificar la generación de fase vítrea.

Se observa además que los contenidos de sílice en las muestras varían entre 51,20 y 56,25% y el óxido de aluminio entre 15,10 y 23,15%; si se toman como referencia los valores registrados para estos óxidos en la [Tabla 1](#), las 6 muestras de arcilla presentan contenidos de sílice adecuados para ser empleadas como materia prima para cerámica común; sin embargo, solo tres cumplen con el tenor de Al₂O₃ requerido.

Desde el punto de vista químico podemos inferir que estas muestras contienen minerales con silicato hidratado de aluminio, hierro y/o carbonato y magnesio.

Análisis Granulométrico

En la [figura 3](#) se presenta la distribución del tamaño de partículas de las arcillas, obtenidas por tamizaje en húmedo.

La clasificación granulométrica realizada a las muestras estudiadas ([figura 3](#)) demuestra que las partículas de tamaño inferior <0.063 mm son mayoritarias y constituyen entre el 88 a 95 % del peso de la fase sólida en las muestras. Todas las

muestras exhiben similar granulometría y forman sistemas poli dispersos.

Este parámetro de interés que se refleja en la siguiente figura es el contenido de material retenido en el tamiz < 0.063 mm. La exigencia es > 50 %, y todas las muestras están con valores superiores al 70 %, además, aunque no constituye un requerimiento, la suma de los tamices 0.063 y < 0.063 mm arrojan contenidos por encima del 90 % en las 6 muestras analizadas, la de menor contenido en la suma es de algo más del 92 %, lo que da una idea favorable del grado coloidal de estas arcillas, mientras que para la fracción de 5.0 mm el requerimiento es de < 5 %, y estas cumplen en un 100 %.

Por el contenido de material retenido en el tamiz 0.5 mm, 5 de las 6 muestras tienen un contenido bajo de inclusiones (< 1.0 %), el resto presenta contenido medio (1-5 %), pero es de notar que sólo la muestra F tiene 2,76 %, pudiendo clasificarse en sentido general como arcillas con bajo contenido de inclusiones, lo que refleja una homogeneidad granulométrica.

Contenido de humedad

El contenido de humedad o de agua en las muestras de arcilla que fue extraída, nos proporciona el grado de humectación, o la cantidad de agua que debe ser introducida una vez que se comienza con la preparación de la masa arcillosa para el modelado de las piezas cerámicas. Esto demuestra que el depósito donde se acumula el material arcilloso es bastante húmedo.

Plasticidad

Es un hecho comprobado que las arcillas son las causantes de la presencia de características plásticas en los suelos, en consecuencia, valores más altos de los Límites de Atterberg, estarán

Tabla 1. Composición química

Muestra	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	Fe ₂ O ₃	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	PPI
	(%)							
A	52,31	22,01	1,73	3,60	1,73	0,25	0,16	18,21
B	55,49	19,04	1,31	4,28	2,60	0,13	0,15	17,00
C	53,50	23,15	1,87	7,58	3,20	0,66	0,57	9,47
D	55,01	20,10	0,95	5,32	2,10	0,45	0,51	15,56
E	51,20	17,31	1,75	11,71	2,15	0,24	0,23	15,41
F	56,25	15,10	1,52	8,20	3,26	0,35	0,32	15,00

asociados con una mayor presencia de materiales arcillosos.

La relación existente entre el límite líquido y el índice de plasticidad ofrece una gran información sobre la composición granulométrica, naturaleza y calidad de la arcilla. Existe una gran variación entre los límites de Atterberg de diferentes minerales de la arcilla, e incluso para un mismo mineral arcilloso, en función del catión de cambio. En gran parte, esta variación se debe a la diferencia en el tamaño de partícula y al grado de

perfección del cristal. En general, cuanto más pequeñas son las partículas y más imperfecta su estructura, más plástico es el material. Según el método de Atterberg está arcillas clasifican por muy plásticas (E), plásticas (A, B, C, D) y moderadamente plásticas (F).

En la [figura 4](#), se observa una marcada diferencia entre el IP y AP. En el caso del AP, las barras de las muestras A, B y D sobrepasan la línea de 40 %, significando una arcilla muy

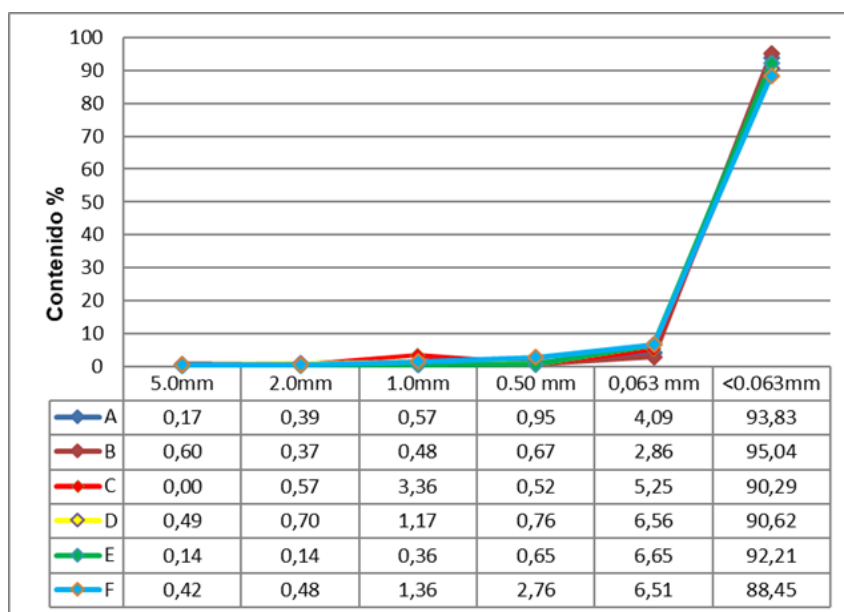


Figura 3. Distribución granulométrica

Tabla 2. Porcentaje de humedad

Muestra	% de Humedad	Observaciones
A	38,36	
B	43,09	
C	35,10	Las muestras contienen un alto grado de humedad, en este caso, puede justificarse por cercanía de un río
D	41,85	
E	34,55	
F	34,48	

Tabla 3. Límites de consistencia natural de las muestras

Muestras	Límite	Límite	Índice
	Líquido	Plástico	Plasticidad
	(%)		
A	48,50	26,20	22,30
B	44,90	27,70	17,20
C	47,70	26,50	21,20
D	48,55	26,90	21,65
E	48,55	20,90	27,65
F	33,85	21,20	12,65

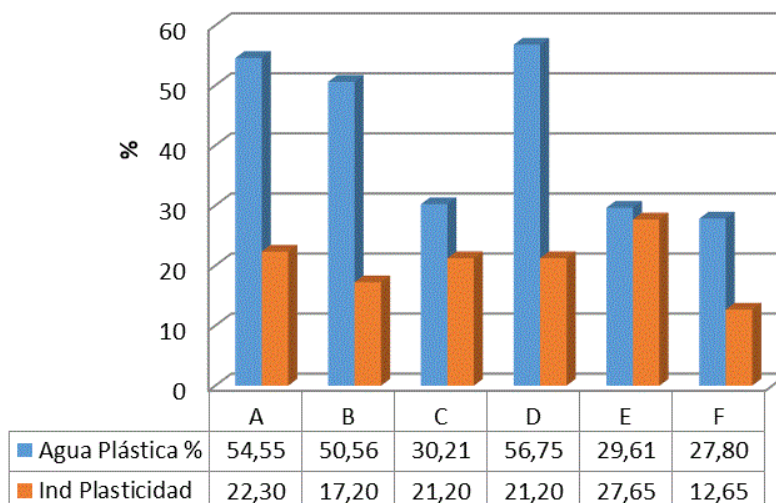


Figura 4. Agua Plástica (AP) e Índice de Plasticidad (IP) promedio.

plástica, y para el IP, estos se comportan como arcillas plásticas (15 - 25 %).

Según el AP, las muestras C y E se comportan como arcillas plásticas (25 - 40 %), y en cuanto al IP, clasifican como plásticas (15 - 25 %), coincidiendo así con el AP. Según se muestra en la figura, existe relación entre ambos parámetros, se demuestra que la arcilla se presenta como una arcilla plástica por IP y muy plástica por AP.

En la [tabla 4](#) los resultados de la contracción al secado natural en 6 muestras de arcilla que, según los resultados, clasifican entre muy plásticas (> 12 %) y plásticas (6 a 12 %), causa está que provocó la deformación de una pieza, además, las briquetas se sometieron a un secado acelerado al introducirlas en una estufa, donde ocurrió algunas roturas, pero no se observaron las típicas explosiones en el cuerpo de estas debido a la presencia de granúlos de caliza, lo que demuestra que los contenidos de carbonato de calcio en están de forma diseminada en las arcillas.

Tabla 4. Contracción al secado natural

Muestra	Contracción %		
A	4,4	4,5	4,5
B	4,7	4,7	4,7
C	4,4	4,4	4,4
D	4,4	4,4	4,4
E	4,5	4,5	4,5
F	4,6	4,6	4,6

En la [figura 5](#) se observan tres piezas de arcilla natural que se cocieron en una estufa eléctrica a una de temperatura de 850° C a nivel de laboratorio. Estas no sufrieron deformación, ni

grietas durante el horneado, en general presentan buena calidad. La coloración final de las tres briquetas es comparable con las muestras comerciales de ladrillo, los fenómenos de sinterización e integridad del material no se vieron afectadas.



Figura 5. Briquetas horneadas a 850 C

CONCLUSIONES

1. Desde el punto de vista tecnológico este mineral posee cualidades que lo hacen apto para su uso en la fabricación de ladrillos.
2. Por los resultados de plasticidad, granulometría y las contracciones, podemos afirmar que las arcillas del depósito “Poza Blanca” en sentido general son plásticas.
3. Por los resultados obtenidos durante los trabajos, consideramos que se ha alcanzado el conocimiento necesario para pasar a la etapa de exploración de esta materia prima.

RECOMENDACIONES

Teniendo en cuenta la presencia de un depósito con las características adecuadas para la

producción de ladrillos, se propone la corrida de una muestra tecnológica en una instalación de EPROMAC.

BIBLIOGRAFÍA

- Cuba, Santiago, 2015, Informe de exploración geológica Arcilla II Frente, Provincia, Santiago de Cuba.
- Martínez, Armando, 1987, Informe sobre los trabajos de búsqueda orientativa y detallada de arcilla en la provincia de Santiago de Cuba.
- Martínez, Armando, 1989, Trabajos de prospección preliminar de arcilla para cerámica roja en el Municipio Guamá.
- Martínez, Armando, Roque, C., 1992, Informe final de prospección detallada y de exploración orientativa de arcilla para cerámica roja II Frente, provincia de Santiago de Cuba, Cálculo de reservas.
- Martínez, Armando, 1999, Informe geológico de prospección y exploración arcilla II frente, provincia Santiago de Cuba, cálculo de recursos.
- “Materia prima para Cerámica Roja” Norma Cubana, NRIB 1986.
- Roque, C, 1990, Informe de exploración detallada de arcilla para cerámica roja, Yacimiento “Vega Honda”.

Los autores de este trabajo declaran no presentar conflicto de intereses.
Este artículo se encuentra bajo licencia [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional \(CC BY-NC 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)