

Arcillas con sentido: Explorando las posibilidades de las materias primas locales para la creación de cerámica.

J. Sanhueza¹, V. Cabrera¹, S. San Martín¹, R. Ávila¹, I. Barrera¹, A. Al-Ajrad¹, E. Zapata¹, C. Elias¹, V. Urzúa¹, J. Contreras¹, R. Figueroa¹, R. Mansilla,¹ R. Vega², I. Droguett³, & R. Jiménez⁴.

Resumen

La cordillera de la costa, colindante al Gran Concepción, está compuesta por roca granítica paleozoica rica en feldespato y cuarzo. Ambos minerales han sido utilizados desde tiempos prehispánicos para la creación de cerámica, no obstante, en la actualidad este conocimiento está relegado al trabajo de artesanos que con tesón mantienen vivo estos saberes.

Este estudio tuvo como objetivo evaluar la viabilidad del uso de arcillas secundarias del radio urbano del Biobío para el aprovechamiento de desperdicios y el aumento en la eficiencia de los recursos en la elaboración de cerámica utilitaria. Se llevó a cabo una investigación que incluyó el diseño de pastas cerámicas en combinación con diversas materias primas orgánicas y minerales, además de ajustes del pH con soluciones NaOH y HCl. Las pruebas se sometieron a análisis termogravimétrico (TGA) y fisisorción de nitrógeno.

Los resultados de esta investigación demostraron que el carbonato de calcio finamente tamizado es un valioso aditivo para elaborar piezas cerámicas resistentes. Además, los análisis de porosidad revelaron que a pH extremos (ácidos o básicos) se obtuvieron materiales más porosos, mientras que a pH neutro se favoreció la formación de una estructura más compacta y de mayor estabilidad térmica.

Palabras clave: Eficiencia, Cerámica, Arcillas, Materias primas.

Abstract

Chilean coastal range, adjacent to the metropolitan city of Concepción, is composed of paleozoic granitic rock, rich in feldspar and quartz. Both minerals have been used since pre-hispanic times for ceramic work. However, this knowledge has since faded and is now primarily preserved by dedicated artisans who keep these traditional practices alive.

This study aimed to evaluate the feasibility of using secondary clays from the urban area of the Biobío region to reduce waste and increase resource efficiency in the production of utilitarian ceramics. The research involved the design of ceramic pastes combined with various organic and mineral raw materials, as well as pH adjustments using NaOH and HCl solutions. The tests were subjected to thermogravimetric analysis (TGA) and nitrogen physisorption.

¹ Estudiante del Colegio Chileno Árabe de Chiguayante, Bío Bío.

² Profesor guía proyecto de investigación del Colegio Chileno Árabe de Chiguayante, Bío Bío. Contacto: r.vega@cchach.cl

³ Profesor asesor proyecto de investigación del Colegio Chileno Árabe de Chiguayante, Bío Bío.

⁴ Asesor científico y profesor de la Universidad de Concepción, Bío Bío.

The results demonstrated that finely sieved calcium carbonate is a valuable additive for producing durable ceramic pieces. Moreover, porosity analyses revealed that at extreme pH levels (acidic or basic), the resulting materials were more porous, whereas at neutral pH, a more compact structure with greater thermal stability was achieved.

Key words: Efficiency, Ceramic, Clay, Raw Materials.

Introducción

Desde pequeños, los seres humanos han hecho del barro un compañero de juegos inagotable. En manos ágiles la arcilla se transforma en casas, utensilios, contenedores y, también, en obras de arte. A través del modelado brotan texturas, consistencias, formas, y aprendemos intuitivamente sobre materiales y técnicas. Falabella et al., (2002), respecto a las mujeres de la Cultura Aconcagua, señala que todas fueron alfareras y poseían las habilidades necesarias para crear las vasijas que requerían sus familias. No obstante, el conocimiento sobre manufacturas y lenguajes con barro palidece en nuestro siglo.

La historia de la cerámica en el Gran Concepción es de larga data y se remonta al Pueblo Mapuche, quienes, a través de la práctica del *wizün*, dieron forma a *metawes* y *challas* que día a día les acompañaban en actividades tanto cotidianas como ceremoniales. Con el arribo español a América, la alfarería tradicional adquiere nuevos tintes, manifestándose sincretismos entre las prácticas precolombinas e hispanas. A modo de ejemplo, se evidencian piezas con incrustaciones de loza y la integración del torno mecánico se vuelve parte de la práctica de los artesanos. Durante el S. XX, la región vio florecer la industria cerámica de la mano de Fábrica Nacional de Loza de Penco, destacada por sus innovaciones en formulación de pastas para la creación de objetos de loza y porcelana. Lo anterior lo documenta Márquez (2018), en investigaciones sobre el patrimonio industrial e identitario del territorio.

Escasean las indagaciones que hablan sobre la creación de objetos de cerámica en el Bío Bío y los actores involucrados en esta materia en la actualidad. San Martín, M. (2018) Expone que “Una de las paradojas más problemáticas en cuanto al mercado nacional de cerámica es que no se poseen mayores datos oficiales de exportaciones, de esta manera se asume que la exportación es nula.” (p. 15) Es por ello que urge la necesidad de realizar un catastro integrado que ayude a comprender si este oficio ha logrado perdurar en el tiempo, zonificar los puntos de extracción materias primas y la caracterización del material, y contar con un registro de las personas y/o colectivos que participan en este oficio. Dentro de este panorama destaca la labor del Colectivo La Pellizca y el artista Vadim Strika, quienes mediante la observación de su entorno, han identificado materias primas orgánicas y minerales locales. Estos son utilizados para crear diversos productos de uso cotidiano como tazas, ollas, recipientes, entre otros, convergiendo tradición y sostenibilidad.

La cerámica, según Ullauri, L. (2018) es un oficio milenario que ha ido en declive debido a la proliferación de nuevos materiales de bajo costo como el “(.) plástico, aluminio y sistemas de refrigeración” (p. 132). La actividad de las y los ceramistas, que transita entre la manufactura, la creación artística y la excelencia técnica, impone desafíos en términos de

técnicas y materiales. Para asegurar la calidad, seguridad y estética de los productos, es fundamental conocer las características compositivas de las materias primas, lo cual permite prever errores y adecuar sus posibilidades de acuerdo a los objetos a elaborar.

Según Leach (1981), la arcilla es un material fundamental para la confección de cerámica. De acuerdo a su investigación, las arcillas secundarias, de manera particular las fusibles —comúnmente conocidas como greda—, son abundantes y se utilizan para elaborar una vasta gama de objetos, desde ladrillos hasta enseres cotidianos. Su particular color rojizo está dado por la presencia de óxido de hierro y, frecuentemente, son muy plásticas. Esta materia prima en combinación con materiales estructurantes, como arenas, y material fundente mineral como feldespato, bentonita o caolín, permiten la generación de pastas cerámicas que responden a los requerimientos técnicos y estilísticos de artesanos y artistas. De esta forma se da vida a objetos duraderos y útiles que responden a las necesidades de los consumidores.

La presente investigación busca abordar esta disyuntiva, evidenciando cómo la formulación de pastas que, dadas sus características, favorecen al aprovechamiento de desperdicios, como cáscaras de huevos o conchas de moluscos, y promuevan el manejo eficiente de los recursos. Como resultado, se espera generar conocimiento situado y proponer una alternativa real para la reducción de costos y el aprovechamiento de materias primas locales circundantes al radio urbano del Gran Concepción. Además, esta búsqueda apunta a fomentar el aprecio y la conciencia del valor de nuestros recursos naturales, impulsando la revitalización de nuestro patrimonio cultural tangible e intangible.

Materiales y métodos

Los materiales e implementos utilizados fueron los siguientes: arcillas locales extraídas del área urbana del Gran Concepción; arcillas comerciales de procedencia nacional; materias primas minerales como feldespato, caolín y carbonato de calcio; material de desecho como cáscaras de huevo y conchas de molusco; soluciones NaOH y HCl; agitador magnético; vasos precipitados; soportes de madera de 10 x 10 cms; tela de algodón; mortero; tamiz; analizador termogravimétrico; analizador de fisisorción; horno de cerámica de alta temperatura; computador, Aplicación Google; Documentos en línea y Hoja de cálculo.

Investigación inicial de pastas cerámicas: El punto de partida de esta investigación fue la recolección de arcillas de dos cerros (Manquimávida y Nonguén) colindantes al radio urbano del Gran Concepción. Por otra parte, se reunieron cáscaras de huevo y conchas de moluscos, residuos de alimentos con alta concentración de calcio. Posteriormente, se realizó la molienda y tamizado del material, extrayendo impurezas y partículas de gran tamaño. Se realizaron 7 muestras de 200 grs., con diversos porcentajes de material plástico, estructurantes orgánicos y minerales fundentes. El secado de las pastas se realizó a temperatura ambiente y, finalmente, fueron sometidas a cochura a 1.020° Celsius en horno de alta temperatura para cerámica.

Análisis de resultados preliminares: Tras la cocción, se realizó la observación de los resultados obtenidos, evaluando de manera sensible la plasticidad de la pasta, la tonalidad

resultante, la filtración de líquidos y se calculó la reducción en el área de la superficie. Mediante este procedimiento se seleccionó la fórmula de pasta cerámica con mejores cualidades como plasticidad, menor contracción de la superficie y mínima filtración de líquidos. La fórmula seccionada se caracterizó por estar compuesta de arcillas secundarias, estructurante en base a Carbonato de calcio finamente tamizado y adición de caolín como agente fundente. Estos resultados son el puntapié inicial de la búsqueda por pastas de alta eficiencia y rendimiento.

Optimización de resultados: Con la finalidad de mejorar los resultados obtenidos, se realizaron ajustes en el pH de 5 muestras de una formulación específica para potenciar las propiedades físicas y mecánicas de las pastas cerámicas. La composición idónea consistió en 75% de arcilla secundaria extraída del Cerro Nonguén, 10% de carbonato de calcio y 15% de feldespato. El proceso de ajuste de pH se realizó añadiendo gota a gota soluciones NaOH y HCl para alcanzar valores de Ph 1, 4, 7, 10 y 14. Las muestras se homogeneizaron mecánicamente, posteriormente, se dejó decantar el material durante una semana, extrayendo los sobrenadantes. Las pastas cerámicas obtenidas se extendieron sobre una superficie rígida de madera cubierta por tela de algodón y se secaron a temperatura ambiente. Finalmente, las muestras fueron sometidas a cocción y análisis de Termogravimetría (TGA) y Fisisorción de Nitrógeno para evaluar la reducción en el área de la masa y el volumen de poros.

Resultados

Los resultados que se presentan en la Tabla 1 (Véase Anexo 1) detallan la formulación preliminar de pastas cerámicas, donde es posible observar los diferentes porcentajes de material plástico, fundente y estructurantes incorporados; así como la reducción del área de las placas cerámicas obtenidas.

Posterior a observación y análisis de estas muestras, se formuló una pasta cerámica estándar y se ajustó su pH a valores entre el 1 al 14. Dichas muestras fueron sometidas a análisis TGA y de Fisisorción de nitrógeno.

Los perfiles TGA muestran semejanzas en todas las pastas cerámicas en cuanto a dos zonas de pérdidas de masa, el primero alrededor de los 100°C y el segundo a los 500°C aproximadamente, las que se pueden asociar a liberación de H₂O y de CO₂. (resultados no mostrados).

El gráfico 1 (Véase Anexo 2) señala que las muestras preparadas a pH neutro o básico (pH 7, pH 10 y pH 14) evidencian una pérdida de masa adicional a las anteriores, alrededor de los 700°C, a diferencia de las muestras preparadas a pH ácido (pH 1 y pH 4).

Los gráficos 2, 3, 4 y 5 (Véase Anexo 3) muestran que las condiciones de pH afectan las propiedades estructurales de las arcillas. Las muestras calcinadas exhiben una disminución del área específica y del volumen de poro mientras que en las muestras frescas no es posible observar una correlación clara.

Discusión

Los resultados demuestran que el carbonato de calcio finamente tamizado es un valioso aditivo para crear piezas cerámicas resistentes. Sin embargo, al utilizar materiales orgánicos como cáscaras de huevo o conchas de molusco sin un tamizado adecuado puede causar un fenómeno adverso denominado *caliche*. Esto ocurre porque el carbonato de calcio, a temperaturas sobre los 800°C, se descompone en óxido de calcio (cal viva) y al entrar en contacto con la humedad del ambiente reacciona formando hidróxido de calcio (cal apagada). Esta reacción química exotérmica genera aumento de volumen y tensiones internas en la pieza debilitando la estructura causando desprendimiento del material. Los estudios realizados por Díaz, Y. et al (2011) confirman esta información, en tanto sugieren valores superiores a 150 μm . y porcentajes inferiores al 10% en la elaboración de pasta de arcilla. De manera adicional, Betancourt, D. et al (2013) mencionan que la integración de carbonato de calcio disminuye el tiempo de secado y el consumo de combustible en la quema de ladrillos de arcilla roja.

En cuanto a la optimización de pastas cerámicas mediante el ajuste de pH, es posible aseverar que a pH extremos (ácido o básico), el material arcilloso en fresco tiende a desagregarse. En tanto, a pH neutro la tendencia es hacia una mayor cohesión del material, lo que se traduce en una reducción de la porosidad y el área. Una posible explicación del comportamiento a pH ácido está en la protonación de los grupos silicatos de la arcilla dificultando la interacción con los iones calcio del carbonato de calcio mientras que a pH básico prevalecen carbonatos e hidróxidos insolubles que capturan el calcio además de interrumpir la continuidad del material. Durante la calcinación, las cavidades del material fresco sufren un colapso debido a la eliminación de agua estructural y descomposición de carbonatos.

El ajuste del pH en la preparación de las arcillas modifican las interacciones entre las partículas, afectando tanto la porosidad inicial como la respuesta del material a la calcinación, lo que es relevante en la optimización de materiales para aplicaciones como adsorbentes, de especial interés en el área de mitigación de contaminantes. Además, una porosidad más elevada tiene beneficios en la experimentación con técnicas cerámicas como Raku. Según estudios realizados por Pino, V. et al (2017), una alta porosidad confiere a las piezas resistencia al choque térmico en los procesos de quema no convencionales. Dicha investigación concluyó que, junto con otras características, una pasta cerámica idónea para este fin debe presentar un pH ácido (pH 4). En síntesis, las condiciones extremas de pH (ácido y básico) tienden a favorecer arcillas con áreas más altas y volúmenes de poro mayores, así también, muestran una mayor resistencia al colapso de las porosidades.

Las implicancias de estos resultados son significativas para el aprovechamiento de recursos naturales y residuos, dado que permiten caracterizar y entender el comportamiento de los materiales para generar aplicaciones concretas en la creación de piezas utilitarias, o derivar futuras investigaciones a campos como la mitigación de contaminantes.

Conclusión

En síntesis, esta investigación subraya la importancia de conocer y valorar los recursos naturales, específicamente las arcillas del Gran Concepción. Los resultados muestran que, mediante la optimización de las condiciones de preparación de las pastas cerámicas es posible obtener materias primas viables y sostenibles para la producción de objetos utilitarios. La aditivación de carbonato de calcio finamente tamizado se estableció como una alternativa clave para la resistencia, mientras que el pH neutro resultó óptimo para lograr estructuras cerámicas compactas y estables.

Estos hallazgos promueven el uso sostenible de materiales y el aprovechamiento de residuos, además, abren puertas a futuras investigaciones, dando la posibilidad de orientar la optimización del pH hacia el desarrollo de materiales absorbentes y/o mitigadores ambientales. En conclusión, este estudio contribuye a enraizar el interés por nuestro entorno natural y poner en valor el patrimonio local, sustrato de nuestra cultura y materialidad.

Referencias Bibliográfica

Betancourt, Dania, Martirena, Fernando, Day, Robert, & Díaz, Yosvany. (2007). Influencia de la adición de carbonato de calcio en la eficiencia energética de la producción de ladrillos de cerámica roja. *Revista ingeniería de construcción*, 22(3), 187-196.
<https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732007000300005>

Betancourt, Diana, Díaz, Yosvany, & Martirena, Fernando (2013). Influencia de la adición de un 2% de carbonato de calcio en el proceso de fabricación de los ladrillos de cerámica roja: etapas de secado y cocción. *Revista de Arquitectura e Ingeniería*, 7(3), 113-124.
<https://www.scielo.cl/pdf/ric/v28n2/art01.pdf>

Díaz, Yosvany, Betancourt, Dania, & Martirena, Fernando. (2011). Influencia de la finura de molido del carbonato de calcio en las propiedades físico mecánicas y de durabilidad de los ladrillos de cerámica roja. *Revista ingeniería de construcción*, 26(3), 269-283.
<https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732011000300002>

Falabella, Fernanda, Sanhueza, Lorena, & Fonseca, Eugenia. (2002). Las materias primas de la cerámica Aconcagua salmón y sus implicancias para la interpretación de la organización de la producción alfarera. *Chungará (Arica)*, 34(2), 167-189.
<https://dx.doi.org/10.4067/S0717-73562002000200003>

Leach, B. (1981) *El manual del ceramista*. Editorial Blume, España.

Márquez, B. (2018) *Cerámica en Penco, Industria y sociedad 1888-1962*. Ediciones del Archivo Histórico de Concepción, Chile.
<https://archivohistoricoconcepcion.cl/wp-content/uploads/2022/05/Ceramica.pdf>

Pinos, Verónica, Portilla, Verónica, Peñaherrera, Catalina, & Auquilla, Rubén (2017) Formulación de una Pasta Resistente al Shock Térmico para la Técnica Japonesa Raku. *Revista de Facultad de Ciencias Químicas* (17) 15 - 28.
<https://publicaciones.ucuenca.edu.ec/ojs/index.php/quimica/article/view/1589/1249>

Ruiz García, S., & Mata Jurado, L. P. (2023). Métodos experimentales para la obtención de pastas cerámicas de alta temperatura aplicables al diseño y desarrollo de productos, a partir

de materiales disponibles en la región. *H+D. Hábitat + Diseño*, (22), 78–91.
<https://doi.org/10.58493/habitat.2019.22.09>

San Martín, Mirko (2018). *Estudio de mercado para la comercialización de la cerámica artística de Lota* [Tesis de pregrado, Universidad Católica de la Santísima Concepción]. CEDAP UCSC.
<https://cedap.ucsc.cl/wp-content/uploads/sites/44/2019/01/Mirko-San-Mart%C3%ADn.pdf>

Ullauri Lloré, Elisa. (2018). Pasiones y tensiones entre la alfarería, la cerámica y el arte contemporáneo. El doble proceso de artificación y de patrimonialización en un mundo periférico del arte contemporáneo. *Índex, revista de arte contemporáneo*, (5), 130-135.
<https://doi.org/10.26807/cav.v0i04.125>

Anexo 1

N°	Arcillas				Estructurantes			Fundentes		Reducción de área
	Arcilla secundaria del cerro Manquimávida	Arcilla comercial de Pichilemu	Arcilla comercial de Nacimiento	Arcilla secundaria de Penco	Concha de molusco	Cáscara de huevo	Carbonato de calcio	Caolín	Arcilla de Alta Temperatura	
1				70%		10%	10%		20%	-15%
2				75%	5%				20%	-18,10%
3	40%	40%					5%	15%		-15%
4	40%	40%					7,50%	12,50%		-14,50%
5	40%	40%					10%	10%		-12,60%
6	20%		60%				5%	15%		-10,70%
7	15%		65%				7,50%	12,50%		-19%

Tabla 1: Formulaciones de pastas cerámicas para 200 Grs. y reducción de área tras la cochura de muestras a 1.020°C.

Anexo 2

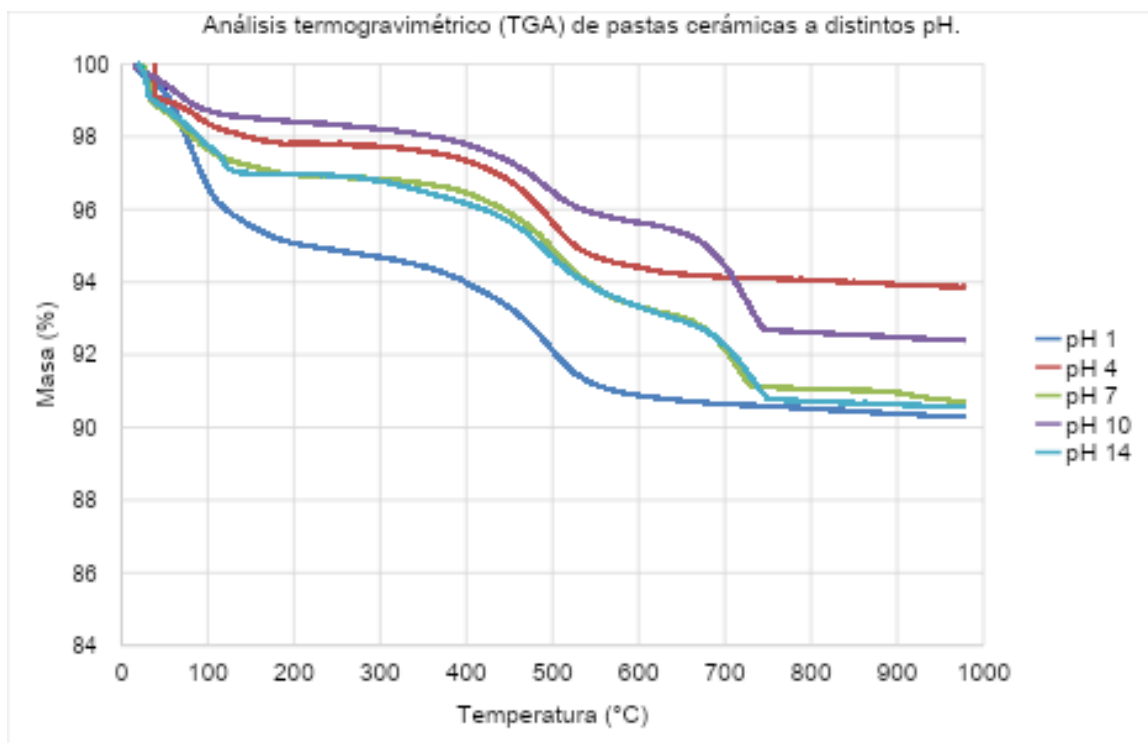


Gráfico 1: Análisis termogravimétrico (TGA) de pastas cerámicas a distintos pH.

Anexo 3

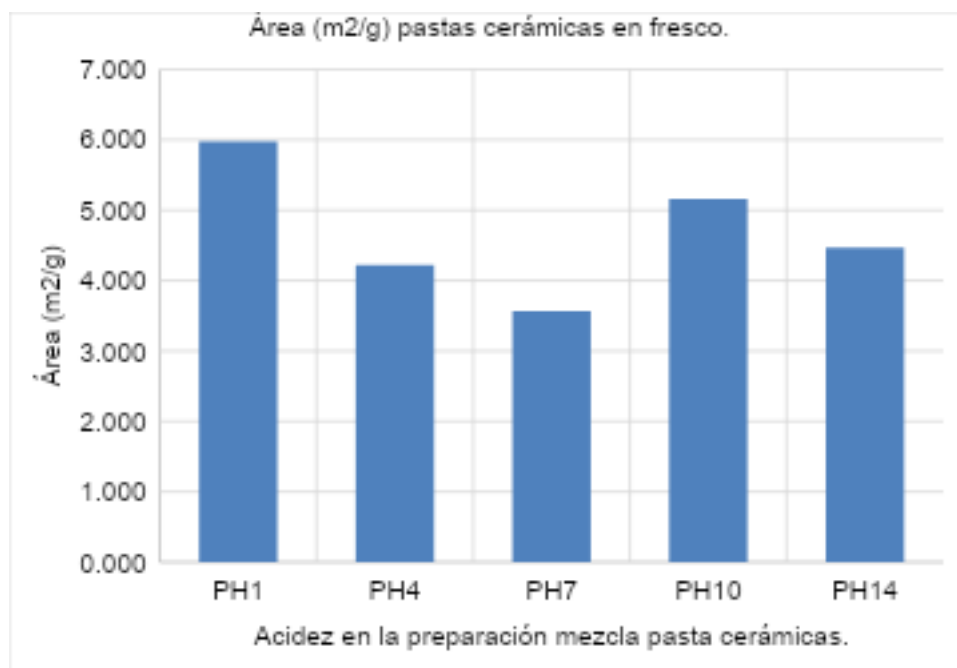


Gráfico 2: Área de pastas cerámicas en fresco.

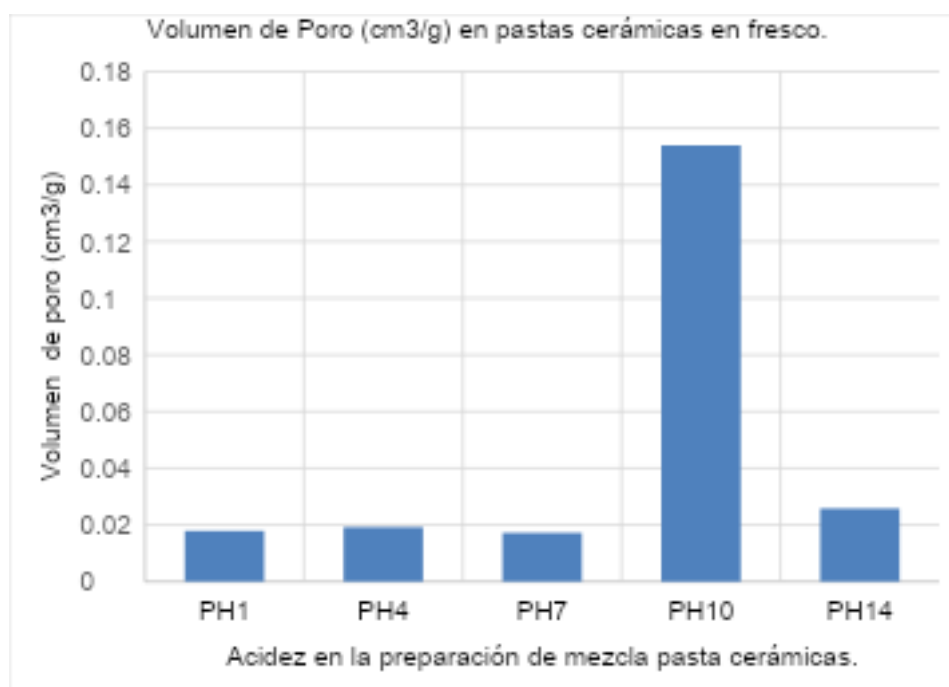


Gráfico 3: Volumen de Poro en pastas cerámica en fresco.

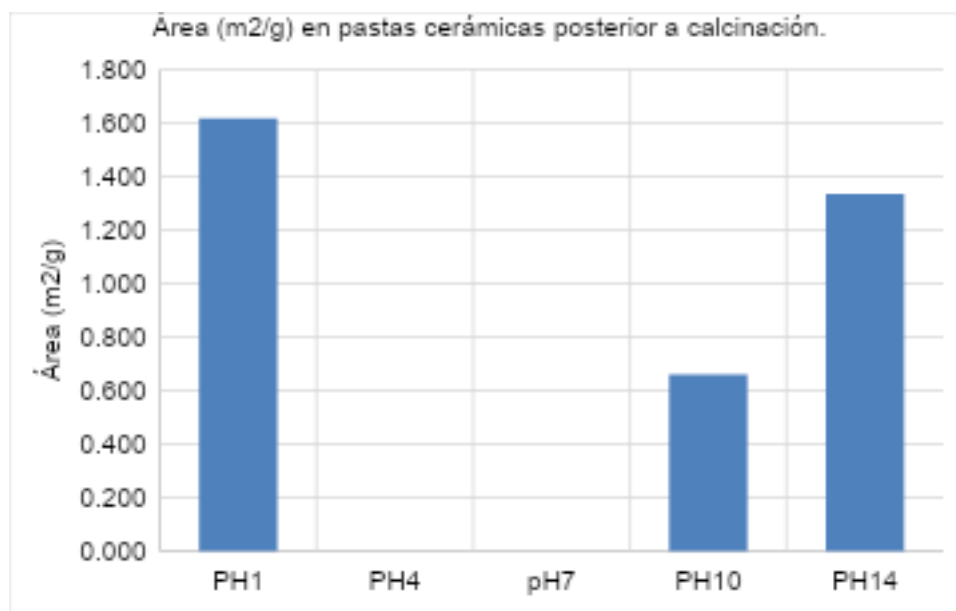


Gráfico 4: Área de pastas cerámica tras calcinación.

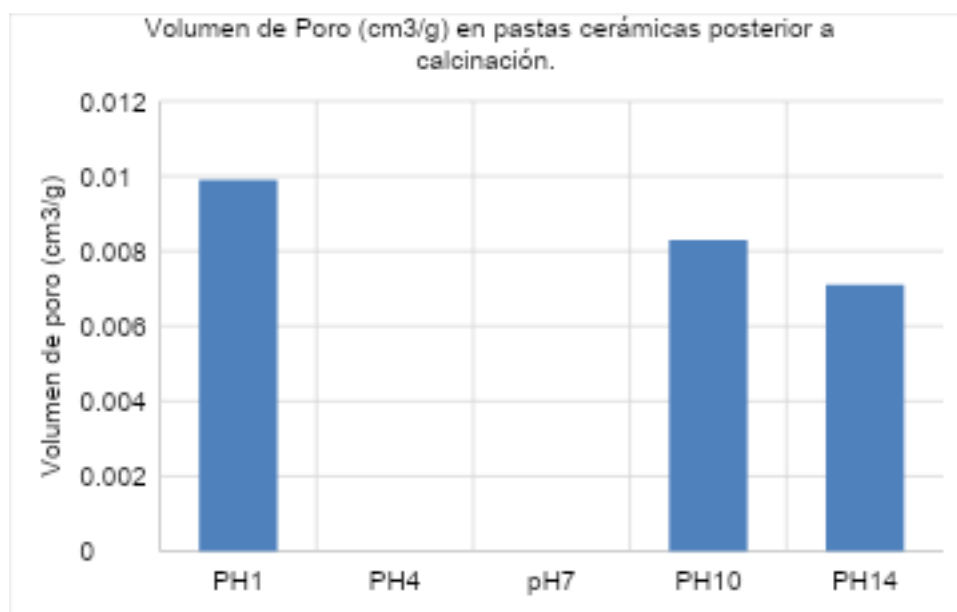


Gráfico 5: Volumen de Poro en pastas cerámicas tras calcinación.