

Determinación del Zeta potencial de mineral feldespático empleado como aditivo a la industria cerámica



CU-ID: 2144/v13e19

Determination of the potential Zeta of the feldspar mineral used as an additive in the ceramic industry

✉Luis Angel Oliva Arias*, ✉Camilo Hernández de los Reyes, ✉Milena Ramos Donatien

RESUMEN: En el presente trabajo se aborda la influencia que tiene el Z potencial sobre el mineral de feldespato utilizado como aditivo en la producción de muebles sanitarios. Tiene como objetivo principal determinar el valor de pH donde se alcanza el equilibrio de las cargas que logra mantener el mineral en suspensión. Para ello se realiza la prueba de titración másica por adición de sólido con el mineral sin moler y con el mineral molido. A partir de los resultados de esta prueba se determinó que el punto carga cero para este material fue de 8,77 a una granulometría de 100 % bajo las 35 mallas, observándose que para esta granulometría se mantenía una sedimentación de mineral grueso, no así para el mineral molido bajo las 200 mallas donde se lograba dispersar todo el sólido durante la agitación. No obstante, el punto de carga cero se comporta similar al anterior con un pH de 8,75. Se modificó el pH con valores por encima (pH 10) y por debajo (pH 3) del punto carga cero para comprobar el comportamiento del mineral, llegando a la conclusión de que a valores por encima del PZC las partículas lograron mantenerse en suspensión mayor tiempo que con pH inferiores.

Palabras clave: Z potencial, producción de muebles sanitarios, cargas superficiales, minerales en suspensión.

ABSTRACT: The following paper addresses the influence of potential Z on the feldspar mineral used as an additive in the production of sanitary furniture. Having as main objective to determine the pH value where the balance of the loads is reached, managing to keep the ore in suspension. For this, the mass titration test is performed by adding solid with the unground ore and with the ground mineral. Based on the results of this test, it was determined that the zero load point for this material was 8.77 under the 35 meshes, observing that for this granulometry a sedimentation of coarse ore was maintained, but not for the ground ore under the 325 meshes where it was possible to disperse all the solid during agitation. However, the zero-charge point behaves similar to the previous one with a pH of 8.75. The pH was modified with values above (pH 10) and below (pH 3) of the zero charge point to check the behavior of the mineral, reaching the conclusion that at values above the PZC the particles managed to stay in suspension longer than with lower pH.

Key words: Z potential, sanitary furniture production, surface charges, suspended minerals.

INTRODUCCIÓN

Los coloides se pueden encontrar en todas partes y la medición del potencial Z puede ser utilizada para su conocimiento y control. Entre ellos pueden incluirse complejos sistemas biológicos como la sangre o sistemas funcionales como las pinturas. Los sistemas coloidales pueden ser tan espesos como una pasta, tipo

cemento, o tan diluidos como las que enturbian las aguas de los lagos. El agua, la leche, el vino, el barro, las tinturas, la tinta, el papel y algunos productos farmacéuticos son buenos ejemplos de sistemas coloidales. Las suspensiones coloidales son comúnmente acuosas, aunque también pueden ser utilizadas suspensiones no acuosas.

Recibido: 19/09/2021

Aprobado en su forma original: 17/12/2021

Centro de Investigaciones para la Industria Minero Metalúrgica (CIPIMM), La Habana, Cuba. E-mail: camilo@cipimm.minem.cu, milena@cipimm.minem.cu

*Correo electrónico: luis@cipimm.minem.cu

En cada caso las propiedades físicas y cualidades de las suspensiones están fuertemente condicionadas por las propiedades de los coloides. Se pueden cambiar las características de una suspensión al comprender las interacciones de un coloide individual con otro. En ocasiones se busca maximizar la intensidad de las fuerzas repulsivas entre ellos, para así producir suspensiones estables. Este tipo de estudio de optimización tiene otras aplicaciones ([Arciniegas, Rodríguez, Venegas, & Sanchez, 2009](#)).

Las repulsiones mutuas entre partículas adyacentes impiden la unión de grandes y rápidas sedimentaciones de aglomerados. En los tratamientos de purificación de agua se debe, por el contrario, minimizar las respectivas intensidades de las fuerzas de repulsión entre las partículas que las enturbian, para así formar grandes aglomerados que sedimenten y filtren fácilmente. [Arciniegas et al. \(2009\)](#).

Pastas cerámicas

En el procesamiento cerámico se parte de polvos, naturales o sintéticos, que normalmente tiene como punto de partida una serie de tratamientos o beneficio, para su consolidación. Estos tratamientos a los que se somete el polvo dependen de la forma y tamaño de la pieza a obtener, y de la uniformidad microestructural deseada. Tras la consolidación, la pieza en verde se somete a un ciclo térmico, después del cual adquiere sus propiedades finales ([Botella, 2005](#)).

Esto hizo comprender la importancia de los sistemas particulados y de sus propiedades fisicoquímicas, lo que permitió la implantación de otras ciencias en el estudio de los materiales cerámicos. Un caso significativo de incorporación de otras ciencias al procesamiento lo constituye la ciencia de superficies y coloides.

La implantación de una sistemática científica, más preocupada por el entendimiento de los procesos fisicoquímicos involucrados en el proceso y el control de los mecanismos de estabilidad de las suspensiones, fue desplazando a los métodos tradicionales de prueba y error.

De esta forma, se popularizó el término procesamiento coloidal para referirse a las técnicas de conformado que hacían uso de suspensiones.

Mediante el control de las fuerzas de interacción desarrolladas entre las partículas en suspensión, se ha logrado mejorar notablemente la uniformidad del producto sinterizado y, por tanto, sus propiedades de comportamiento. El control de la estabilidad y homogeneidad de una suspensión para su posterior conformado ha sido posible gracias a la incorporación de otra ciencia, en este caso la reología ([Moreno Botella, 2000](#)).

El desarrollo actual de nuevos modos de operación más precisos, como son los de esfuerzo controlado o las medidas en oscilación forzada, ha permitido conocer mucho mejor las características de flujo de la suspensión en distintas condiciones, así como el alcance de las fuerzas de interacción entre partículas en las propiedades de flujo.

En todos los procesos coloidales de conformado se parte de un denominador común: una suspensión estable y homogénea, cuya preparación exige el conocimiento previo de las distintas fuerzas de interacción que se pueden originar en el seno de la misma. Una suspensión no puede considerarse simplemente como un conjunto de dos partículas que interactúan, sino la combinación de muchos cuerpos que pueden interactuar ([Moreno Botella, 2000](#)).

La industria cerámica utiliza pastas homogéneas para su producción la cual contiene minerales que forman coloides en suspensión en medios acuosos. La importancia de las características físicas y químicas de las pastas es gran utilidad en el proceso de fabricación e importante en la reología de la barbotina.

En el centro de Investigación para la Industria Minero Metalúrgica (CIPIMM), especializado en los estudios mineros y metalúrgicos se estudia un mineral feldespático requiere determinar las condiciones que garantizan que las partículas que lo forman se mantengan en suspensión en un medio acuoso el mayor tiempo posible. Con el objetivo de estudiar bajo qué condiciones fisicoquímicas el mineral se mantendrá en suspensión, se le determinará el punto de carga cero, donde se alcanza el equilibrio de las cargas en la superficie de las partículas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Mineral de Feldespato

Características de feldespato

El feldespato del yacimiento Loma Daguilla de la Isla de la Juventud está constituido por rocas cálcicas. Se encuentra en estadio de prospección y exploración para su evaluación como fundente cerámico. Por lo que se tomó una muestra representativa realizada durante los trabajos geológicos del sector de investigación a petición de la empresa cerámica San José.

Análisis químico

Los análisis químicos se realizaron por la norma del CIPIMM DQA-PE-08-001: Determinación del contenido de Al, Si, Fe, P, K, Na, Ti, Ca, Mg y Mn en rocas, sedimentos. La composición química de la muestra natural ensayada se presenta en la [Tabla I](#).

Para realizar el estudio del comportamiento del sistema coloidal del mineral feldespato sódico se utilizó el Método de titración másica por adición de sólido. Se realiza el estudio a escala de laboratorio y se emplea el instrumental de esta instalación. Las secuencias de operaciones se separan funcionalmente de acuerdo al tipo de pH a tratar.

Equipos utilizados

Balanza: para realizar el pesaje de las muestras de feldespato para su posterior adición.

pH Metro: para realizar el control del pH en función de la adición del sólido.

Agitador magnético: para garantizar la agitación constante del sólido añadido en las soluciones correspondientes.

Secuencia de operaciones

• pH Neutro

Medir el pH de la solución de NaNO_3 y colocar 200ml de la misma en un beaker de 400 ml. Poner a agitar el beaker con la solución en la

plancha magnética. Determinar el porcentaje de sólidos de la muestra utilizada. Adicionar diferentes pesadas de sólido y determinar el pH hasta que se estabilice después de cada adición. Se añadirá sólido hasta que el pH no varíe. Pesadas para minerales: 0,5; 1; 3; 5; 10; 15; 20; 30g respectivamente.

• pH Ácido

Ajustar el pH de la solución de NaNO_3 con la solución de HNO_3 hasta pH 3 y colocar 200 ml de la misma en un beaker de 400ml. Poner a agitar el beaker con la solución en la plancha magnética.

Determinar el porcentaje de sólidos de la muestra utilizada. Adicionar diferentes pesadas de sólido y determinar pH hasta que se estabilice después de cada adición. Se añadirá sólido hasta que el pH no varíe. Pesadas para minerales: 0,5; 1; 3; 5; 10; 15; 20; 30g respectivamente.

• pH Básico

Ajustar el pH de la solución de NaNO_3 con la solución de NaOH hasta pH 9 y colocar 200ml de la misma en un beaker de 400ml. Poner a agitar el beaker con la solución en la plancha magnética.

Determinar el porcentaje de sólidos de la muestra utilizada. Adicionar diferentes pesadas de sólido y determinar el pH hasta que se estabilice después de cada adición. Se añadirá sólido hasta que el pH no varíe. Pesadas para minerales: 0,5; 1; 3; 5; 10; 15; 20; 30g respectivamente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Pruebas del Z potencial para analizar el punto carga cero del mineral feldespato estudiado, muestra PPc 3- 002.

Se realizan pruebas en las cuales se mide el pH según se añaden pequeñas cantidades en soluciones con pH ácido, básico y neutro respectivamente, y a partir de dichos valores se grafican las curvas de Z potencial.

Tabla 1. Composición química de la muestra de feldespato (%)

SiO ₂	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	PPI
71.30	1.30	0.80	7.74	6.80	0.98	1.96	3.02	6.10

Mientras se corrían las pruebas se detectaron grandes cantidades de mineral sedimentado en las tres soluciones (ácida, básica y neutra), mientras se mantenía la agitación, con lo que no se logra que todo el mineral quede en suspensión, debido a que el tamaño de las partículas no es el adecuado para realizar los ensayos de PZC, (como se observa en las siguientes imágenes).

En el gráfico anterior se puede ver que el punto de carga cero del mineral de feldespato tiene un valor de pH 8,77. Pero no se logra la suspensión por consecuencia de la granulometría, ya que no queda disperso todo el feldespato en las soluciones para los diferentes pH analizados.

Como consecuencia de lo antes expuesto las muestras se molieron hasta obtener un tamaño de partícula 100 % bajo 200 mallas con el objetivo de analizar el comportamiento de este mineral en las pruebas con esta granulometría.

En las imágenes siguientes se muestran los resultados obtenidos en condiciones del nuevo tamaño de partícula.

Con esta granulometría no se presencia un sólido sedimentado en ninguna de las soluciones que muestra la imagen anterior para los diferentes pH. Este tamaño de partícula garantiza mantener el material en suspensión.

En el gráfico anterior se puede ver que el punto de carga cero del mineral de feldespato tiene un valor de pH 8,75, de donde se puede garantizar la suspensión de las partículas del mineral feldespato gracias a la disminución del tamaño de las partículas que lo forman.

Conocido el valor del pH para el cual las partículas alcanzan el equilibrio se decide modificar el valor obtenido por encima y por debajo de este resultado para comprobar el comportamiento de la pulpa preparada.

Con la ayuda de una plancha agitadora, un pH metro y las soluciones se añade NaOH hasta un pH de 10 y HNO₃ hasta un pH 3.

Modificados los pH como se observa en la siguiente imagen, se presencia una rápida sedimentación en la solución ácida situada a la izquierda, no así con la solución básica situada a la derecha que se mantiene más tiempo en suspensión. Esto se debe al aumento de la fuerza de repulsión entre los coloides que se forman,

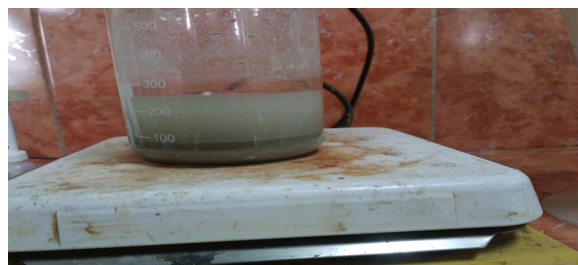


Figura 1. Fases formadas una vez concluidas las pruebas (pH neutro)

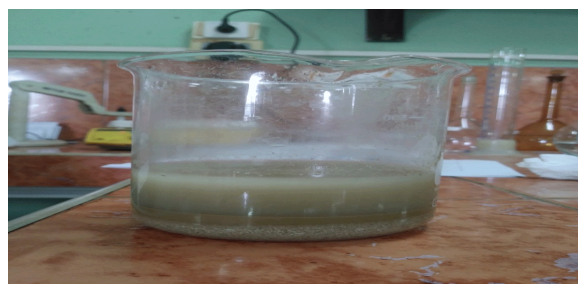


Figura 2. Fases formadas una vez concluidas las pruebas (pH básico)

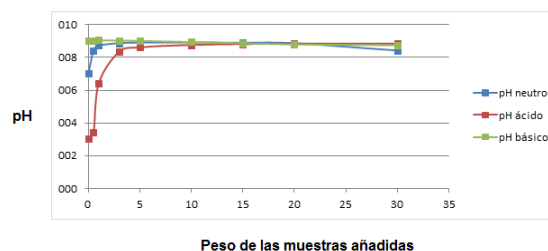


Gráfico 1. Z potencial de la muestra de feldespato PPc 3-002 bajo las 35 mallas



Figura 3. Fases formadas una vez concluida la prueba, de izquierda a derecha (pH neutro, ácido y básico) bajo 200 mallas.

manteniéndolos en constante movimiento mientras chocan y se repelen unos contra otros.

CONCLUSIONES

1. se determinó el punto de carga cero para la aplicación del mineral de feldespato en la

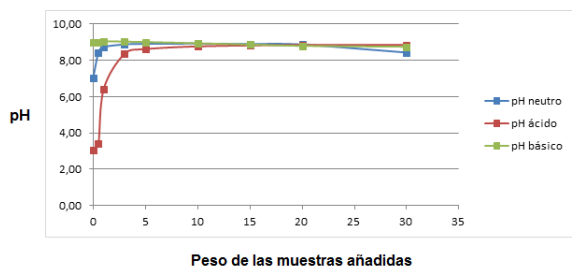


Gráfico 2. Z potencial de la muestra de feldespato PPc 3 - 002 bajo 200 mallas.



Figura 4. Modificación de los pH (menor el de la izquierda pH 3 y mayor el de la derecha pH 10) al PZC

industria cerámica, como resultado se obtuvo 8,75.

- La prueba realizada para el mineral feldespato con una granulometría bajo las 35 mallas no garantiza la suspensión del sólido en las soluciones con distintos pH.
- Se requirió disminuir el tamaño de las partículas del mineral por debajo de las 200 mallas para lograr dispersar todo el mineral durante la agitación y retardar su velocidad de sedimentación. La suspensión de las partículas se logra modificando el pH de la solución por encima del PZC, en un rango de pH 10.

BIBLIOGRAFÍA

- Alonso, A. Á., Alonso, J. A., Duménigo, M. & Castellanos, J. Estudio de las propiedades físico-químicas de las pulpas acuosas de minerales lateríticos. Available: <http://www.redciencia.cu/geobiblio/paper/20>, [Consulted: June 1, 2021]
- Arciniegas, V. J. U., Rodríguez, G. P., Venegas, E. S., & Sanchez, L. A. G. 2009. Efecto de la concentración de sulfato de sodio en la viscosidad y difusividad térmica de barbotinas de arcillas rojas. *Respuestas*, 14(1):50-57. Available: <https://revistas.ufps.edu.co/index.php/respuestas/article/view/525>, [Consulted: June 1, 2021].
- Betancur, B., Jiménez, D. M. & Linares, B. G. 2012. Potencial Zeta (zeta) como criterio de optimización de dosificación de coagulante en planta de tratamiento de agua potable. *Dyna*, 79(175), 166-172. Available: <http://www.scielo.org.co/scielo>, [Consulted: June 11, 2021]
- Botella, R. M. 2005. *Reología de suspensiones cerámicas* (Vol. 17): Editorial CSIC-CSIC Press. Available: <http://libros.csic.es/Catálogo/CienciaTecnología>, [Consulted: June 11, 2021].
- Castellanos Suárez, J., Alfonso Olmo, E., & Álvarez Alonso, A. 2009. Procedimiento para mejorar el espesamiento de pulpas acuosas de minerales lateríticos en la tecnología ácida a presión. Certificado de Patente No.23478,Cuba: Centro de Investigaciones paralaindustria Minero metalurgica, Available: <https://patents.google.com> patent, [Consulted: March 15, 2021].
- Fernández Morantes, C., Flores, F. M., Maggi, J., & Torres Sánchez, R. M. 2015. Aplicaciones tecnológicas de montmorillonita y nanomontmorillonita: cargas eléctricas. Paper presented at the II Congreso Internacional de Ciencia y Tecnología Ambiental y II Congreso Nacional de la Sociedad Argentina de Ciencia y Tecnología Ambiental (SACyTA)(Buenos Aires, 2015). Available: <http://sedici.unlp.edu.a>, [Consulted: March 15, 2021].
- García Acevedo, S. 2016. Estudio de la capacidad suspensionante de componentes arcillosos en engobes cerámicos. *Escuela de Ingeniería de Materiales*, 13. Available: <https://repositorio.unal.edu.co> handle , [Consulted: March 15, 2021].
- García, L. P., & Puyáns, L. R. G. 2006. Efecto de la granulometría y de las propiedades superficiales sobre la reología de las suspensiones concentradas de laterita. *Tecnología Química*, 26(1):40-47, Available: <https://www.redalyc.org/pdf/>

- [4455/445543749006.pdf](#)>, [Consulted: March 19, 2021].
- Güeto, J. M. 2010. Tecnología de los materiales cerámicos: Ediciones Díaz de Santos. Available: <https://books.google.es/books?hl=es&lr=lang_es|lang_en&id=4H6OXgN1w6wC&oi=fnd&pg=PA23&dq=G%C3%BCeto,+J.+M.+2010> [Consulted: April 7, 2021].
- Mantilla, C., Pedraza, J., & Laverde, D. 2008. Utilización de estudios de potencial zeta en el desarrollo de un proceso alternativo de flotación de mineral feldespático. *Dyna*, 75(154):65-71. Available: <<https://dlwqxts1xzle7.cloudfront.net/34213840/a07v75n154libre.pdf?1405497185=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3D>>, [Consulted: April 7, 2021].
- Marco Buj, P. 2002. Contribución al estudio sobre la efectividad de diversos polielectrolitos en la preparación de suspensiones cerámicas concentradas. Available: <<http://diposit.ub.edu/dspace/handle/2445/125048>>, [Consulted: April 7, 2021].
- Moreno Botella, R. M. 2000. Tendencias en el conformado de suspensiones cerámicas. Available: <<https://digital.csic.es/handle/10261/14356>>, [Consulted: April 7, 2021].
- Moreno, R., Moya, J., & Requena, J. (1987). Electroquímica de suspensiones cerámicas. *Bol. Soc. Esp. Ceram. Vidr*, 26(6):355-365. Available: <<http://boletines.secv.es/upload/198726355.pdf>>, [Consulted: April 7, 2021].
- Piedra, Y. C., & Miranda, M. C. Estudio de las propiedades fisico-químicas de las pulpas de limonita, Available: <http://www.redciencia.cu/geobiblio/paper/2013_Castellanos_Suarez_MI_N5-O1.pdf>, [Consulted: April 9, 2021].
- Segura, J. F., Cruz, V. R., García, F. L., Ascencio, E. L., Rodríguez, M. V., & Cruz, L. H. 2011. Estudio comparativo y caracterización de caolines comerciales disponibles en la zona de Pachuca, Hidalgo (México). Available: <https://dlwqxts1xzle7.cloudfront.net/31424297/2-with-cover-pagev2.pdf?Expires=1646749872&Signature=IFX29aKUP3BvrJ3YPMdJQxSyKIH-H7gijT-udaGGYco6mSFTH~TGpFzJdOii1iHcy~9NQOTxm688I2d9Ti19Z8Vm1zHkV2inWyXHS2q4b7~Kd151LSXQZ Rt7jc0~ocn8Xwr9wKWRDiTpgZ7t9zKVoXnQo~QUPIB5nxf9d7aCKSFa0ETBaBXlg5yaC~8SMzNkygSpA7CPYS5teUT86FhTm1jqr982N9Wm1Dv6Xju05JyDqU7feVVQ2TMDEC8yhKfoYX0bXdJTIKZP1cB-eo75Tn9WcmFh5lgG7XAPnjdleb4hAYjWVsUoI9S2~F4RRkkelZj3iW9LafT~ZUzr6bQ_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA>, [Consulted: April 9, 2021].
- Yoval, L. S., Palacios, L. M., Soberanis, M. P., & Guzmán, L. O. S. 2013. Potencial zeta como una herramienta para determinar la aglomeración de las partículas en la reducción del volumen del lodo a disponer. Instituto Mexicano de tecnología del Agua. Available: <www.bvsde.paho.org/bvsaidis/tratagua/mexico>, [Consulted: April 9, 2021].

Conflicto de intereses: Los autores declaran no conflicto de intereses

Contribuciones de los autores: **Ing. Luis Angel Oliva Arias (Cipimm).** Elaboró, dirigió y desarrolló la investigación. Participó en la metodología de diseño de la investigación, así como la propuesta de todos los ensayos físicos a fin de llevar a cabo la obtención de los parámetros de pH para definir el punto de carga cero. **Ing Camilo Hernández de los Reyes (Cipimm).** Elaboró, dirigió y desarrolló la investigación. Participó en la metodología de diseño de la investigación, así como la propuesta de todos los ensayos físicos a fin de llevar a cabo la obtención de los parámetros de pH para definir el punto de carga cero. **Ing. Milena Ramos Donatien (Cipimm).** Participó en la interpretación y procesamiento de los datos obtenidos para la predicción del punto de carga cero.

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/)