

Mejoras de calidad de la bentonita del yacimiento "Managua" para potenciar su producción

Quality improvements of the bentonite from the "Managua" deposit to boost its production



<https://cu-id.com/2144/v14e14>

Daniela Martín Hervé*

RESUMEN: La bentonita es una arcilla con múltiples usos. Presenta una amplia demanda a nivel mundial. La bentonita cálcica es muy útil, pero es su forma sódica la más estable; por lo que en este estudio se presentan las mejoras para su calidad con el objetivo de incrementar su producción y demanda. La planta UEB "Gustavo Machín" produce bentonita en sus dos variantes. Actualmente la calidad de la bentonita natrificada que se obtiene en la instalación no es la adecuada, debido a la forma en que se natrifica y que no existe un control rígido de la temperatura de secado en el horno. En trabajos anteriores se estudió los resultados a 120, 140, 160, 180 y 200°C, con el carbonato sólido y disuelto. En la investigación se optimiza la temperatura, se evalúa el efecto de esta variable y la forma de adición del carbonato de sodio diluido en las propiedades de la bentonita natrificada. Los resultados indicaron, de forma general, que a valores cercanos a 140 - 150°C, con el carbonato de sodio adicionado en forma diluida, se logran altos valores de hinchabilidad, grado coloidal y absorción de agua Westinghouse.

Palabras Claves: Bentonita natrificada, hinchabilidad, Westinghouse.

ABSTRACT: Bentonite is a clay with multiple uses. It is in wide demand worldwide. Calcium bentonite is very useful, but it is its sodium form that is the most stable; therefore, in this study the improvements for its quality are presented with the aim of increasing its production and demand. The UEB "Gustavo Machín" plant produces bentonite in its two variants. Currently, the quality of the natrified bentonite obtained at the facility is not adequate, due to the way in which it is natrified and the fact that there is no rigid control of the drying temperature in the oven. In previous works, the results were studied at 120, 140, 160, 180 and 200°C, with solid and dissolved carbonate. In the investigation the temperature is optimized, the effect of this variable and the form of addition of the diluted sodium carbonate in the properties of the natrified bentonite are evaluated. The results indicated, in general, that at values close to 140 - 150°C, with sodium carbonate added in diluted form, high values of swellability, colloidal degree and Westinghouse water absorption are achieved.

Keywords: Natrified bentonite, swelling, Westinghouse.

INTRODUCCIÓN

La bentonita por sus propiedades es uno de los minerales de mayor uso en la industria, agricultura y otras ramas de la economía. Nuestro país posee varios yacimientos de bentonita de magnífica calidad ubicados en la región occidental, central y oriental, aunque el más explotado y de donde se obtiene la bentonita de mejor calidad es el yacimiento "Managua", ubicado en la provincia de La Habana. La casi totalidad de la producción de bentonita se realiza en la Planta "Gustavo Machín", perteneciente a la Empresa Minera Occidente, ubicada en la localidad de Jaruco en la provincia Mayabeque, a unos 40 km del yacimiento. El mineral de este yacimiento es del tipo cálcico, por lo que es necesario su natrificación, la que se realiza con carbonato de sodio (3 - 4) %. La producción se ha destinado siempre para el consumo

nacional, principalmente para moldes de fundición, en la pintura, en lodos de perforación, etc.

Actualmente esta producción de bentonita natrificada se encuentra deprimida y la calidad con que se obtiene no es la adecuada para satisfacer la demanda de los potenciales clientes nacionales. Uno de los factores que inciden en este resultado es la forma en que se realiza el proceso de natrificación y el posterior secado de la bentonita. Otro aspecto es que la bentonita natural posee un alto grado de humedad (35-40) % y al minarse se producen grandes aglomerados, que después son muy difíciles de manipular y alimentar a la planta de secado.

El tratamiento conocido como natrificación se realiza a las bentonitas cálcicas al tratarlas con carbonato de sodio (soda ash), para obtener bentonitas sódicas, con lo que mejora su capacidad de absorción de agua y su hinchabilidad.

Recibido: 07/09/2022

Aprobado en su forma original: 11/12/2022

Centro de Investigaciones para la Industria Minero Metalúrgica (CIPIMM), Cuba, Carretera Varona, No. 12028 Km 1½, Boyeros, La Habana, Cuba.

*Correo Electrónico: daniela@cipimm.minem.cu

Los procesos de presecado y natrificación "in situ", permiten mejorar el grado de distribución del carbonato en el mineral, superior a la forma en que se realizaba. (Montejo, 1996).

La planta actualmente alimenta el mineral con toda su humedad, sin controlar esta, lo que provoca un incremento en el consumo de combustible, un aumento en la temperatura de secado, trayendo como consecuencia, la destrucción del mineral y una baja calidad en las propiedades de la bentonita natrificada.

Otro problema importante en la tecnología actual es que debido a la humedad del mineral y la forma de extracción, es muy difícil de manipular y la alimentación al secador es poco estable, unido a la no existencia de control de la temperatura de secado, así como un ineficiente control del proceso, todo lo cual empeora la calidad del mismo. Estas dificultades pueden ser solucionadas mediante un proceso de natrificación y presecado de la bentonita con mejores controles, es por eso que debe desarrollar mejoras tecnológicas en el procesamiento de la bentonita cálcica del yacimiento "Managua" que permitan mejorar su calidad e incrementar su demanda y producción.

MATERIALES Y MÉTODOS

La bentonita del yacimiento "Managua" es del tipo cálcica, debido a lo cual es necesario su natrificación, lo que posibilita mejorar sus propiedades físicas y químicas.

Este proceso se realiza en las instalaciones de la Planta de Jaruco, de la Empresa Minera Occidente, donde el mineral con más de un 35% de humedad se almacena en pilas a la intemperie, donde se procede a la natrificación del mismo. En esta etapa se añade el agente natrificante, comúnmente se emplea Na_2CO_3 (soda ash). La etapa de natrificación se realiza entre materiales sólidos con la humedad de la bentonita sin controlar, por lo cual estas reacciones son muy lentas, además de que el carbonato se agrega sólo en la superficie lo que impide que la totalidad del mineral entre en contacto con el agente natrificante; por lo que tanto a la bentonita natural como a la natrificada recibidas se les determinó grado coloidal e Hinchabilidad. Los resultados de estas determinaciones se muestran en la [tabla 8](#).

Escala de laboratorio

Pruebas a escala de Laboratorio: Estos estudios consistieron en la natrificación de muestras de bentonita Tipo I y II, en las que se empleó una dosis fija de carbonato de sodio al 4% establecida a partir de los resultados obtenidos en investigaciones anteriores. Se procedió a optimizar el efecto de la temperatura en las propiedades físico-químicas de la bentonita natrificada. Dichas propiedades son de vital

importancia para su aplicación en disímiles actividades industriales.

Muestra Tecnológica: Se emplearon dos muestras de aproximadamente 80 kg base seca de bentonita, una de Tipo I y otra Tipo II. Estas fueron extraídas por los geólogos y se enviaron al CIPIMM con sus respectivos pasaportes.

Preparación de la muestra para la investigación: Se pesaron las muestras recibidas y se midió la humedad inicial de las mismas. Se dejan secar por oreo hasta alcanzar una humedad final de aproximadamente 25%. Luego se prepararon para los estudios de natrificación, siguiendo el esquema representado en la [figura 1](#).

Caracterización de la muestra: Las muestras se caracterizaron desde el punto de vista químico, físico y mineralógico. ([Tabla 7](#) y [figuras 6](#) y [7](#)).

Caracterización química: A las muestras de bentonitas se le determinaron elementos químicos como: CaO, MgO, Fe_2O_3 . Capacidad de intercambio catiónico total (CICT).

Caracterización mineralógica: Las muestras se caracterizaron por Análisis térmico diferencial (ATD) para determinar contenido de arcillas.

Caracterización física: A las muestras de bentonita se les determinó parámetros como capacidad de absorción de agua Westinghouse (DAM 02 - 09), grado coloidal (DAM 03 - 11), Hinchabilidad (DAM 03 - 11) y pH. La capacidad de Absorción de Agua Westinghouse se realizó con las muestras molidas bajo 1 mm. Dichas técnicas se realizaron según los procedimientos establecidos en el Manual del Departamento de Aprovechamiento de Minerales ([Tablas 10](#) y [11](#)).

Pruebas de natrificación y secado dinámico: Las pruebas de natrificación se realizaron por roleo con las siguientes condiciones:

Cantidad de mineral: 1000 g

Dosis de carbonato de sodio: 4%

Forma de adición: disuelto en agua.

Temperaturas de secado: 140 y 150°C en condiciones dinámicas.

Tiempo: 10 minutos

En las [tablas 4](#) y [5](#) aparecen los diseños de experimento de las bentonita Tipo I y II respectivamente a escala de laboratorio, en las que el carbonato se disuelve en el agua a añadir. La [figura 2](#) representa la instalación de secado de la bentonita a escala de laboratorio.

La muestra de bentonita a secar se coloca en la botella de calentamiento, de acero especial y se introduce dentro de la mufla, cuya temperatura se fijó a 360 °C. El flujo de aire a la entrada de la botella es constante y de 20 - 25 L/min (máximo del compresor). La velocidad de giro de la misma es fija

y de (30 rpm. El secado se realiza hasta que se alcanza la temperatura fijada y se saca la botella de la mufla dejándose enfriar durante 10 minutos sin dejar de pasar la corriente de aire. Después de ese tiempo se acelera el enfriamiento de la botella por medio de agua y cuando está a aproximadamente a la temperatura ambiente se apaga el compresor, se detiene el movimiento giratorio de la botella y se extrae la muestra secada.

La muestra seca se prepara para los diferentes ensayos por el esquema que aparece en la figura 3. El termopar a emplear pueden ser de Chromel - Kopel o de Hierro - Constanta, los idóneos para las temperaturas a emplear (140 - 150°C).

Pruebas de natrificación y secado estático

Se realizó un primer grupo de pruebas y con las siguientes condiciones:

Cantidad de mineral: 150 g
 Dosis de carbonato de sodio: 4%
 Forma de adición: disuelto en agua.
 Temperaturas de secado: 140 y 150°C en condiciones estáticas (estufa).
 Tiempo de secado: 5 horas a 140°C y 4 horas a 150°C.

Siguiendo el mismo procedimiento de natrificación, se realizó un segundo grupo de pruebas, en el que se trabajó con las condiciones siguientes:

Cantidad de mineral: 1000 g
 Dosis de carbonato de sodio: 4%
 Forma de adición: disuelto en agua.
 Temperaturas de secado: 140 y 150°C en condiciones estáticas (estufa).
 Tiempo de secado: 2 horas a 140°C y 1 hora a 150°C.

Para el desarrollo del trabajo a escala de laboratorio en esta etapa, se realizó el programa de pruebas según se describe en las tablas 4 y 5, en el mismo se varió el tiempo de secado y la temperatura, con el fin de buscar una optimización de este parámetro tan importante para la economía del proceso. Se realizaron pruebas de secado dinámico y de secado estático, (ver tablas 9 y 10). En todos los casos se natrificó con el carbonato al 4 % diluido en el agua a añadir según la humedad presentada por el mineral, determinado este parámetro por los resultados alcanzados en las pruebas realizadas durante la etapa 1 de este trabajo desarrollada en el año 2016. A las muestras tratadas con las condiciones estudiadas se les realizó análisis de Hinchabilidad, Grado Coloidal, y capacidad de adsorción Westinghouse. Ver tabla 9.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se realizó la caracterización físico-química y mineralógica de las muestras de bentonita natural Tipo I y Tipo II del yacimiento “Managua” entregadas al CIPIMM, además se le determinaron parámetros de calidad a dos muestras de bentonita, una natural y otra natrificada, transportadas desde la planta Gustavo Machín.

Caracterización físico-química y mineralógica de la bentonita natural

La caracterización físico-química de las muestras de bentonita se resume en la tabla 7 y la composición mineralógica en las figuras 6 y 7.

Composición mineralógica (%)

Las muestras como se aprecia, son bentonitas del tipo cálcicas, por su baja hinchabilidad y grado coloidal.

Tabla 4. Programa de Pruebas para la mena Tipo I del yacimiento de Bentonita “Managua”

No Prueba	Cant. Mineral (g)	% de Humedad	Peso Seco (g)	Agua asociada a la humedad (ml o g)	Carbonato de sodio al (4%) disuelto cantidad (g)	Humedad Final	Cantidad de agua a añadir (ml)	Secado	
								Temperatura (°C)	Tempo (h)
1	150	14,62	128,07	21,93	5,1	35	47,0	150,0	5
2	150	14,62	128,07	21,93	5,1	35	47,0	140,0	4
3	1000	15,91	840,9	159,1	33,6	35	293,7	150,0	2
4	1000	15,91	840,9	159,1	33,6	35	293,7	140,0	1

Tabla 5. Programa de Pruebas para la mena Tipo II del yacimiento de Bentonita “Managua”

No Prueba	Cant. Mineral (g)	% de Humedad	Peso Seco (g)	Agua asociada a la humedad (ml o g)	Carbonato de sodio al (4%) disuelto cantidad (g)	Humedad Final	Cantidad de agua a añadir (ml)	Secado	
								Temperatura de secado (°C)	Tempo (h)
5	150	12,27	131,16	18,405	5,3	35	52,5	140	5
6	150	12,27	131,16	18,405	5,3	35	52,5	150	4
7	1000	14,71	852,9	147,1	34,1	35	312,2	140	2
8	1000	14,71	852,9	147,1	34,1	35	312,2	150	1

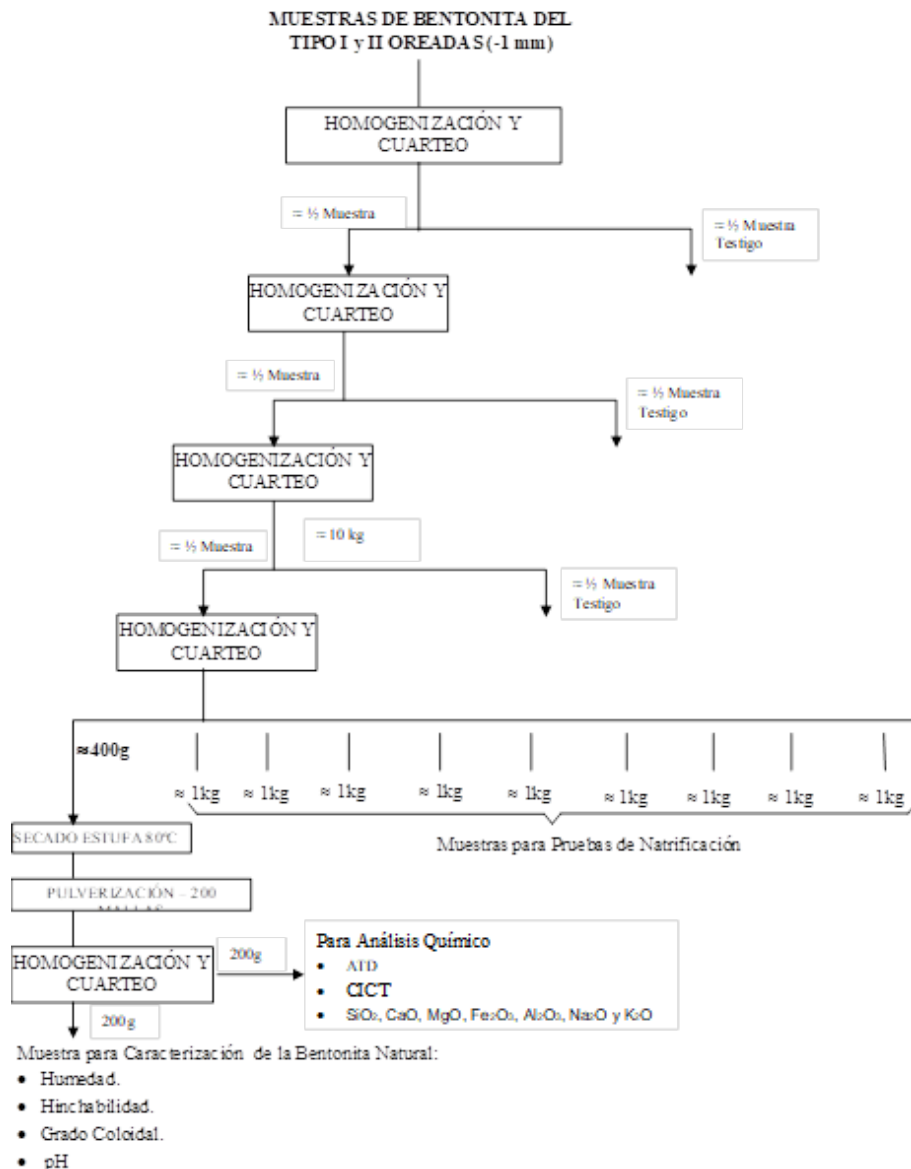


Figura 1. Esquema de preparación de muestras para la investigación

Desde el punto de vista mineralógico se comportan como Tipo I y Tipo II, en base a los contenidos de Montmorillonita (Tipo I > 80 %; Tipo II: 70 - 80 %), también contienen pequeñas cantidades caolinita y goethita.

Los valores de hinchamiento, grado coloidal, pH y absorción de agua Westinghouse se corresponden con las características de las bentonitas naturales del yacimiento “Managua”.

Los resultados de la caracterización de las muestras de bentonita trasladadas desde la planta “Gustavo Machín” se resumen en la tabla 8.

La bentonita natural del yacimiento “Managua” tiene una hinchabilidad que oscila entre 10 - 12 ml/2g. Una bentonita natrificada de calidad debe tener una hinchabilidad superior a los 24 ml/2g. Como se observa en la tabla anterior la bentonita natural presenta un hinchamiento aceptable y la natrificada presenta valores que ni siquiera alcanzan

la referencia de una bentonita natural, quedando muy por debajo de los requerimientos de calidad para las bentonitas natrificadas. Por tanto los resultados indican la baja eficiencia del proceso de natrificación y la mala operación del horno en la producción actual, donde se está degradando la bentonita por altas temperaturas.

Pruebas de natrificación y secado dinámico

A las muestras de bentonita natrificadas se les determinó parámetros de calidad como: Absorción de agua Westinghouse, pH, grado coloidal e hinchabilidad. Se estudió la optimización de la temperatura, el tiempo de secado y la forma de adición del agente natrificante en las propiedades del mineral. Dichos resultados se muestran en la tabla 9.

Examinando los resultados de la tabla anterior, en las condiciones estudiadas se observa una influencia

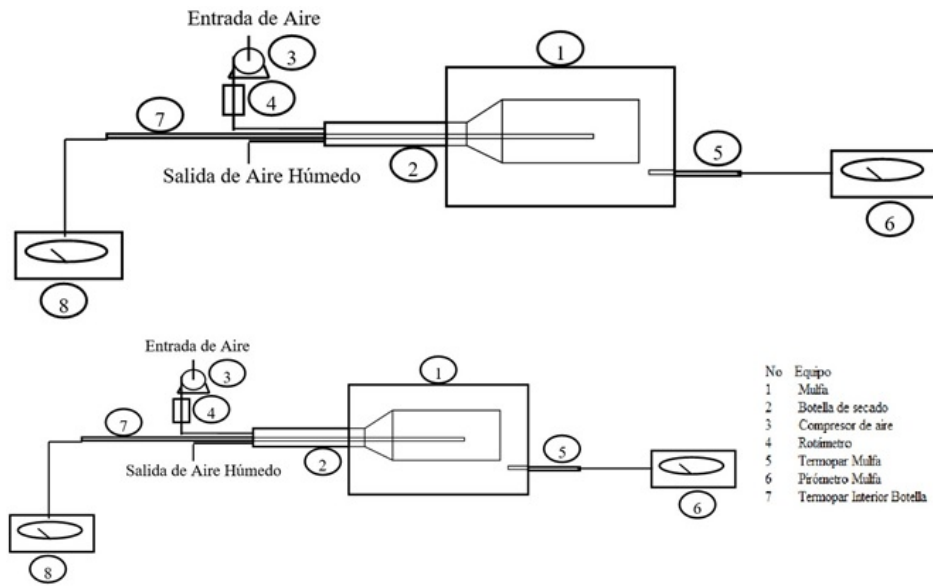


Figura 2. Esquema de la instalación para el secado de la muestra

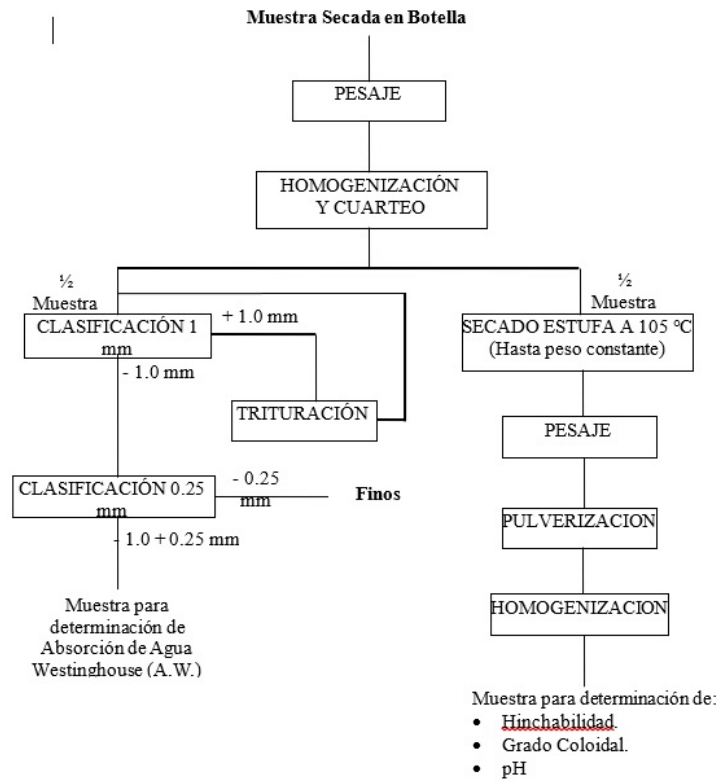


Figura 3. Esquema de preparación

Tabla 7. Caracterización físico-química de la bentonita natural Tipo I y II

Bentonita Natural	Composición química (%)				Propiedades Físicas			
	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	CICT (meq/100g)	pH	Hinchamiento (ml/2g)	Grado Coloidal (%)	Absorción Westinghouse (%)
Tipo I	9,45	0,052	0,56	68,68	8	14	49	105,8
Tipo II	9,66	0,077	0,51	45,16	8,24	10	47	94,9

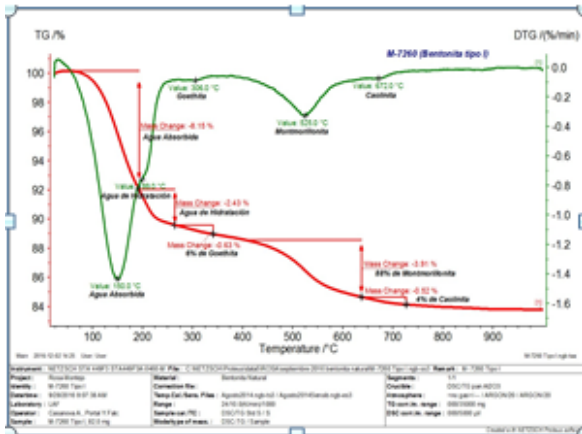


Figura 6. Bentonita tipo I

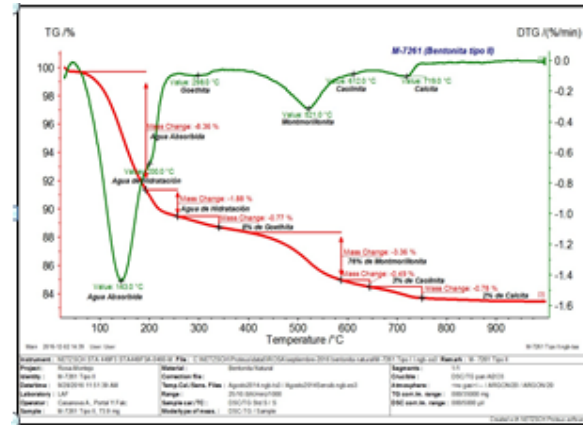


Figura 7. Bentonita tipo II

Tabla 8. Resultados de las determinaciones de las muestras de bentonita

Productos	Grado Coloidal (%)	Hinchabilidad (ml/2g)
Bentonita natural antes de entrar a proceso	48	12
Bentonita natrificada (producto final)	35	9

Tabla 9. Resultados del estudio de natrificación con el carbonato de sodio adicionado disuelto, secado dinámico

# Muestra	Tipo Bentonita	Hinchabilidad (ml/2g)	Grado Coloidal (%)	Absorción de Agua Westinghouse (%)	pH	Temperatura Secado (°C)	Tiempo (h)
1	I	27	98	150,45	9,15	140	5
2	I	32	100	161,9	9,8	140	4
3	I	31	98	160,95	10,15	150	2
4	I	28	97	135,6	9,14	150	1
5	II	30	97	113,55	10,8	140	5
6	II	29	97	148,85	9,8	140	4
7	II	31	98	140,35	10,22	150	2
8	II	30	96	103,9	10,27	150	1

Tabla 10. Resultados de la caracterización de la bentonita Tipo I y Tipo II natrificada vía húmeda pruebas de laboratorio, secado estático

# Muestra	Bentonita Tipo	Hinchabilidad (ml/2g)	Grado Coloidal (%)	Absorción de Agua Westinghouse (%)	pH	Temperatura Secado (°C)	Tiempo (h)
1	I	28	96	103,9	10,8	140	5
2	I	31	98	150,45	10,8	150	4
3	I	29	97	135,6	10,14	150	2
4	I	31	99	133,95	9,17	140	1
5	I	31	95	102,35	10,8	140	5
6	II	30	97	148,95	10,15	150	4
7	II	32	96	138,8	10,22	150	2
8	II	30	93	100,55	10,27	140	1

de los factores experimentales en los resultados. Se lograron valores altos de grado coloidal e hinchabilidad a ambas temperaturas de trabajo.

Pruebas de natrificación y secado estático

Los resultados de la caracterización de la bentonita Tipo I y Tipo II natrificada vía húmeda se muestran en la tabla 10. En la misma se observa como con 1 h de secado estático a 150°C los índices de calidad de la

bentonita alcanzan valores que se corresponden con los requerimientos de una bentonita natrificada. Esto nos conduce a corroborar estos resultados en una mayor escala y así determinar las condiciones óptimas del proceso.

CONCLUSIONES

1. La bentonita modificada a la forma sódica logra mejorar sus propiedades como arcilla, alcanzando

valores superiores al 95 % de grado coloidal, al 24 % de Hinchabilidad y al 300 % de adsorción Westinghouse, con respecto a la bentonita natural, cuyos valores se encuentran por debajo de: 50 % de grado coloidal, 12 % de Hinchabilidad y 103 % de adsorción Westinghouse; lo que la hace idónea para diversos usos industriales.

2. La investigación demostró que en las temperaturas de 140-150°C se alcanzan los mayores valores de Hinchabilidad, grado coloidal y adsorción Westinghouse.
3. En el desarrollo de la investigación se logró demostrar que los parámetros de operación estudiados constituyen condiciones que contribuyen al mejoramiento de las propiedades de la bentonita.

BIBLIOGRAFÍA

- Baltuille J., Rivas, J., Vega, J. Zapardiel, J. & Marchán, C. 2005. Inventario Nacional de Arcillas Especiales (Paligorkita/Attapulgita, Sepiolita, Bentonita). Recursos Minerales N°3. Instituto Geológico y Minero de España.
- Instituto Geológico y Minero de España. 2015. Panorama Minero.
- Mineral Commodity Summaries 2016. US Department of the Interior. US Geological Survey.
- Montejo E. & Socarrás B. 2002. Informe sobre exploración del mercado nacional de bentonita. CIPIMM: La Habana, Cuba.
- Montejo, Emilio & otros. 2002. Estudio del Presecado y Natrificación “in situ” de la Bentonita del Tipo II del yacimiento “Managua”. Informe de Investigación. CIPIMM: La Habana, Cuba.
- Montejo E., Rivas M. & Frómata M. 2003. Estudio de la Obtención de Nuevos Productos a partir de las Bentonitas del yacimiento “Managua” (Tipo I y II) mediante Tratamientos “In Situ”. Informe de Investigación. CIPIMM: La Habana, Cuba.
- Oficina Nacional de Recursos Minerales. 2016. Balance Nacional de Recursos y Reservas Minerales. No Metálicos. Ministerio de Energía y Minas (MINEM). República de Cuba.

Conflicto de Intereses: Los autores de este trabajo declaran que no existe conflicto de intereses.

Contribuciones de los autores: Redacción - primera redacción: Daniela Martín Hervé. Investigación: Daniela Martín Hervé. Metodología: Daniela Martín Hervé. Redacción - revisión y edición: Daniela Martín Hervé.

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/)
