



IDENTIFICACIÓN DE ZEOLITAS MINERA FORMAS

Por: Nicolás Del Campo

Septiembre, 2004

INDICE

1. BACKGROUND	3
2. INTRODUCCIÓN.....	5
3. OBJETIVOS.....	5
4. CARACTERIZACIÓN QUÍMICA.....	6
5. CARACTERIZACIÓN CUALITATIVA.....	7
6. CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO	7
7. GRAVEDAD ESPECÍFICA, ÁREA ESPECÍFICA, VOLUMEN DE PORO Y DIÁMETRO VOLUMÉTRICO DE PARTÍCULA.....	9
8. CONCLUSIONES	10
9. REFERENCIAS	10

LISTA DE TABLAS

Tabla 4.1. Composición Química muestras Zeolíticas	6
Tabla 4.2. Relación $\text{SiO}_2 / \text{Al}_2\text{O}_3$	6
Tabla 4.3. Cuantificación de fases presentes en las muestras analizadas.....	7
Tabla 6.1. Capacidad de Intercambio Catiónico en 325 Mesh.....	8
Tabla 6.2. Capacidad de Intercambio Catiónico en 3 mm (Aprox.).....	9
Tabla 7.1. Valores comparativos de densidad y los correspondientes diámetros.....	9
Tabla 7.2. Área superficial específica, volumen de poros y tamaño promedio de diámetro de poros...9	

1. BACKGROUND

Las Zeolitas son minerales de aluminosilicatos hidratados de Sodio, Calcio, Magnesio, Potasio y otros alcalinos y alcalinos térreos que se encuentran en forma natural en la tierra. Poseen una estructura cristalina eléctricamente cargada que puede ser utilizada para retener cationes y aniones en las aguas servidas.



Imagen: Zeolita Natural (Minera Formas).

Durante su formación, algunos de los compuestos de aluminio son reemplazados por silicatos en la superficie de las Zeolitas. Cada una de estas sustituciones crea una carga negativa en la superficie de la Zeolita, que requerirá un catión (ion cargado positivamente, como por ejemplo, el amonio) , para balancear las cargas. Existen diferentes tipos de Zeolitas naturales de acuerdo a su composición mineralógica, dentro de las más conocidas y utilizadas a nivel mundial podemos nombrar la Clinoptilolita, Mordenita y Chabatiza, entre otras, debido a su capacidad de intercambio catiónico y abundancia.

Las Zeolitas son producidas a nivel mundial por USA, Cuba, Japón, Hungría y China, siendo el principal productor China. Los principales usos de las Zeolitas hoy en día son:

Acuicultura:

- Filtración de Amonio en Pisciculturas.
- Medio para Biofiltros.

Agricultura:

- Retención de agua.
- Retención de nutrientes y entrega lenta, a través del tiempo.
- Reducción de pérdidas de Nitrógeno.

Nutrición Animal:

- Mejorador Sustancial de la eficiencia alimenticia.
- Secuestrador de Aflatoxinas.

Horticultura:

- Flores.
- Follajes.
- Crecimiento Hidropónico.

Casas:

- Control De Olores De Mascotas.

Productos Industriales:

- Absorbente De Aceites.
- Separador De Gases.

Residuos Radiactivos:

- Descontaminación Y Remediación De Lugares Contaminados.

Tratamiento de Aguas:

- Filtración.
- Remoción De Metales Pesados.
- Piscinas.

Tratamiento de Aguas Servidas:

- Remoción De Amonio, Fósforo y Metales Pesados.
- Tratamiento de lodos.

2. INTRODUCCIÓN

El siguiente trabajo pretende mostrar un resumen de las distintas caracterizaciones realizadas al material Zeolítico de Minera Formas. Para ello muestras de Zeolitas fueron enviadas a prestigiosos laboratorios de Canadá, Cuba y Brasil, con el fin de caracterizar los distintos productos en base a Zeolitas Naturales.

Los análisis realizados para determinar en forma cualitativa las fases presentes en las muestras y las respectivas composiciones químicas fueron realizadas por medio de:

- Fluorescencia de Rayos-X (FRX).
- Difracción de Rayos-X (DRX).

Las muestras analizadas fueron identificadas con las siglas Clinoptilolita y Mordenita.

3. OBJETIVOS

- Identificar en forma cualitativa el material Zeolítico de Minera Formas.
- Identificar la composición química del material Zeolítico de Minera Formas.
- Caracterizar los distintos productos.

4. CARACTERIZACIÓN QUÍMICA.

Basándose en los resultados obtenidos por la FRX, es posible decir que las muestras presentan la siguiente composición química.

Tabla 4.1. Composición Química muestras Zeolíticas.

Componentes %	Clinoptilolita %	Mordenita %	Mezcla %
SiO ₂	75,00	68,50	76,31
Al ₂ O ₃	14,86	12,00	15,31
CaO	4,40	3,50	3,62
Fe ₂ O ₃	2,02	2,50	1,23
MgO	1,01	0,30	-
K ₂ O	0,72	0,52	0,62
TiO ₂	0,36	0,29	0,35
Na ₂ O	1,51	2,20	2,44
LOI*	11,43	9,80	11,91
Total	99,9	99,61	99,88

*LOI: Perdida por calcinación.
Fuente: CETEM, BC Research.

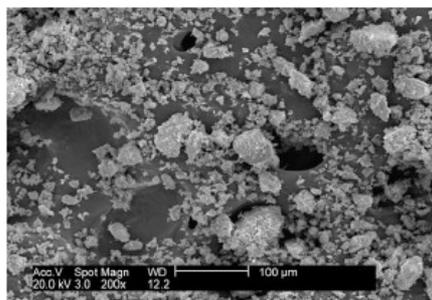


Imagen: Foto Microscópica Zeolita Natural (Minera Formas).

Los resultados obtenidos muestran un elevado contenido de sílice y aluminio propio de los aluminosilicatos (Tabla 4.2).

Tabla 4.2. Relación SiO₂ / Al₂O₃.

Relación	Clinoptilolita	Mordenita	Mezcla
SiO ₂ / Al ₂ O ₃	5,04	5,70	4,98

Fuente: CETEM, BC Research.

5. CARACTERIZACIÓN CUALITATIVA.

Los resultados obtenidos por DRX, muestran los altos contenidos Zeolíticos presentes en las tipos Clinoptilolita y Mordenita. En la Tabla 4.3. se muestran las cantidades de Clinoptilolita, Mordenita y Cuarzo presente en estas dos variedades. Minera Formas cuenta, además, con Zeolitas especiales con altos contenidos Zeolíticos ($\geq 86,0\%$), según los requerimientos solicitados.

Tabla 4.3. Cuantificación de fases presentes en las muestras analizadas.

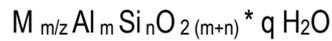
Relación	Clinoptilolita (%)	Mordenita (%)	Mezcla (%)
Clinoptilolita	53,0	-	14,0
Mordenita	40,0	86,0	74,0
Cuarzo	7,0	14,0	12,0
TOTAL	100,0	100,0	100,0
Contenido Zeolítico	93,0	86,0	88,0

Fuente: CETEM, BC Research.

6. CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO.

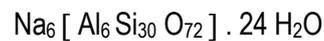
La capacidad de intercambio catiónico (CIC) de una Zeolita, es uno de los principales parámetros mediante la cual se evalúa la calidad de un mineral zeolítico, es una magnitud que da una medida del monto de equivalentes de un catión que es capaz de retener por intercambio iónico una masa de zeolita. Esta capacidad esta directamente relacionada con la cantidad de Al presente en la red zeolítica y depende directamente de su composición química ^[1]. Mientras mayor sea la cantidad de sustitución de Al^{+3} , mayor será la cantidad de cargas necesarias para mantenerla eléctricamente neutra, y por lo tanto, mayor será la capacidad de intercambio catiónico ^[2].

La formula química general de las zeolitas (Break, 1974) es:



Donde: $M_{m/z}$ son los cationes intercambiables monovalentes y bivalentes
 $Al_m Si_n O_{2(m+n)}$ es el enrejado aniónico
 q es el agua absorbida

Las zeolitas, clinoptilolitas y mordenita son las más comunes en la naturaleza y sus fórmulas respectivas son:



La composición ideal de las muestras indican la presencia de Zeolitas con mezcla de Clinoptilolita, con una composición $KNa_2Ca_2(Si_{29}Al_{17})O_{72} \cdot 24H_2O$, y Mordenita, con una composición $(Ca, Na_2, K_2), Al_2Si_{10}O_{24} \cdot 7H_2O$. Los feldespatos son pertenecientes al sistema Albita $(NaAlSi_3O_8)$ – Anortita $((Ca, Na)(Si,Al)4O_8)$.

Las características de estos minerales se muestran en la siguiente tabla, resultados válidos para una granulometría de 325 Mesh.

Tabla 6.1. Capacidad de Intercambio Catiónico en 325 Mesh.

Nombre	Factor de Intercambio [meq/g]
Clinoptilolita	1,57
Mordenita	1,56
Mezcla	1,30

Fuente: CIPIMM.

El CIC de los minerales analizados en una granulometría aproximada de 3 mm, se muestra en la Tabla 6.2.

Tabla 6.2. Capacidad de Intercambio Catiónico en 3 mm (Aprox.)

Nombre	Factor de Intercambio [meq/g]
Clinoptilolita	1.49
Mordenita	1.47

Fuente: LTM.

7. GRAVEDAD ESPECÍFICA, ÁREA ESPECÍFICA, VOLUMEN DE PORO Y DIÁMETRO VOLUMÉTRICO DE PARTÍCULA.

Para obtener la gravedad específica del material zeolítico fueron medidas las densidades por picnometría, mientras que las granulometrías fueron realizadas por difracción láser.

Tabla 7.1. Valores comparativos de densidad y los correspondientes diámetros.

Nombre	Diámetro promedio (μM)	Diámetro 50% (μM)	Densidad
Mordenita	55,62	49,14	2,10 + 0,062
Clinoptilolita	45,81	36,03	2,28 + 0,061
Mezcla	55,62	49,40	2,10 + 0,062

Fuente: CETEM.

Tabla 7.2. Área superficial específica, volumen de poros y tamaño promedio de diámetro de poros.

Nombre	Área (m^2/g) Simples (one point)	Área (m^2/g) multipuntos	Volumen total de poros (cm^3/g)	Diámetro medio de poros (Å)
Mordenita	48,07	47,38	0,1209	102,1
Clinoptilolita	28,32	28,35	0,121	170,7
Mezcla	220,24	209,00	0,222	42,4

Fuente: CETEM.

8. CONCLUSIONES

Según los datos obtenidos en los distintos ensayos realizados a los minerales de aluminosilicatos, se puede concluir que las muestras contienen en su mayoría una mezcla de Zeolitas (Clinoptilolita y Mordenita) y cuarzo.

Las concentraciones de Zeolitas varían desde un 86,0% para las muestras del tipo Mordenita y un 93,0% para las muestras del tipo Clinoptilolita, siendo estas muestras de alta pureza, debido a los altos contenidos Zeolíticos observados.

9. REFERENCIAS

- [1] *Breck, D.W.* Estructura de Tamiz molecular de la Zeolita. Chemistry and Use. John Wiley & sons. 1974, pag. 771.
- [2] *D.L. Bish, D.W Ming.* Natural Zeolite, Occurrence, Properties, Applications. Vol 45, pag 454, 2001.
- [3] Zeolites. The Industrial Minerals HandyBook III, 1999, pag 233-238.