

**ZEOLITAS DE MÉXICO:
DIVERSIDAD MINERALÓGICA Y
APLICACIONES.**

MIKHAIL OSTROUMOV

UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

I. Introducción.

De acuerdo con los datos bibliográficos recientes, los principales países con potencial por zeolitas son Japón, Italia, Rusia, Alemania, Bulgaria, Hungría, Francia, Estados Unidos, Sudáfrica. Al respecto de los recursos de estas materias primas en México se puede decir lo siguiente. En México en los años setentas fueron descubiertos las primeras manifestaciones de zeolitas (clinoptilolita) en el Estado de Oaxaca. Luego fueron encontrados grandes reservas de estos importantes minerales tanto en este mismo estado, como en Sonora, Puebla, San Luis Potosí y varios otros estados. A pesar de esos hechos, podemos indicar una situación poco explicable pues en el último anuario estadístico de la minería mexicana no se consideran cifras concernientes a estas materias primas importantes.

II. Particularidades cristaloquímicas de zeolitas.

A las especies minerales de la familia de zeolitas pertenecen los aluminosilicatos hidratados de Na, K y Ca (\pm Ba, \pm Sr y \pm Mg) con casi 40 especies minerales. Todas las especies minerales de esta familia tienen la estructura tridimensional de armazón con cavidades voluminosas y comunicantes en las cuales se disponen grandes cationes, principalmente de Ca, Na, K, Sr, Ba y las moléculas de agua.

Formula general – (Na 2 K 2,Ca) [(Al,Si)O 2] n x H2O

ESPECIE MINERAL	FÓRMULA QUÍMICA	SISTEMA CRISTALINA	D g/sm ³	RELACIÓN Si/Al	POROSIDAD (%)	CANALES PRINCIPALES Å
Clinoptilolita	Na ₂ (Al ₂ Si ₇ O ₁₈) 6H ₂ O	Monoclínico	2.16	5	39	10
Mordenita	Na (AlSi ₅ O ₁₂) 3H ₂ O	Ortorómbico	2.13	5	28	6-7
Chabasita	Na(AlSi ₂ O ₆) 3H ₂ O	Trigonal	2.1	2	47	3.6-3.7
Filipsita	KCa(Al ₃ Si ₅ O ₁₆) 6H ₂ O	Monoclínico	2.15	3	31	4.2-4.4
Erionita	KCa(Al ₃ Si ₉ O ₂₄) 9H ₂ O	Hexagonal	2.0	3	35	3.6-5.2

III. Depósitos de minerales zeolíticos en México.

Los depósitos de zeolitas más estudiados y posiblemente de mayor importancia en México son los de Oaxaca y Sonora. Los datos reportados sugieren el siguiente potencial:

Oaxaca, Municipio Laollaga -15,120,000 toneladas (Clinoptilolita, Mordenita),

Sonora, El Cajon – 10,000,000 toneladas (Clinoptilolita),

Sonora, Agua Prieta – 3,000,000 toneladas (Erionita)

Existen otros depósitos en los estados de San Luis Potosí (El Chap Ben - 2,708,000 toneladas, Clinoptilolita), Guanajuato, Puebla y posiblemente también en Tlaxcala, Veracruz, Guerrero, Michoacán.

A continuación vemos la distribución de los hallazgos de zeolitas en diferentes estados de México (Hintze, 1897; Salinas, 1923; Panczner, 1987; Tschernich, 1992; Ostroumov, Corona, 2001). Algunos de estos descubrimientos están relacionados con los yacimientos que se

caracterizan por enormes recursos de las materias primas zeolíticas.

IV. Especies de Zeolitas por Estados Mexicanos.

- Analcima (Baja California Norte, Hidalgo, Jalisco).
- Clinoptilolita (Chihuahua, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Oaxaca, Puebla, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tlaxcala, Veracruz).
- Chabasita (Baja California Norte, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Oaxaca).
- Escolecita (Baja California Norte, Jalisco, Michoacán, San Luis Potosí, Zacatecas).
- Estilbita (Chihuahua, Edo. De México, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Zacatecas).
- Erionita (Sonora).
- Gmelinita (Jalisco).
- Gismondina (Zacatecas).
- Harmotoma (Chihuahua, Edo. De México, Michoacán, Sonora).
- Heulandita (Baja California Sur, Guerrero, Jalisco, Oaxaca).
- Lomontita (Chihuahua, Guanajuato, Hidalgo, Sonora).
- Mesolita (Baja California Norte y Sur, Guanajuato, Jalisco, Michoacán, Morelos, Sinaloa).
- Mordenita (Chihuahua, Guanajuato, Michoacán, Oaxaca, Puebla, San Luis Potosí, Sonora)
- Natrolita (Baja California Norte y Sur, Chihuahua, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Morelos, San Luis Potosí, Sinaloa, Zacatecas).
- Tomsonita (Chihuahua).
- Taumasita (Michoacán, Zacatecas).
- Wairakita (Michoacán).

V. Diversidad de Zeolitas en Estados Mexicanos.

Baja California Norte (Analcima, Chabazita, Escolecita, Estilbita, Mesolita, Natrolita, Tomsonita).

Baja California Sur (Heulandita, Mesolita, Natrolita).

Chihuahua (Estilbita, Harmotomo, Clinoptilolita, Mordenita, Lomontita, Natrolita, Tomsonita).

Guanajuato (Chabazita, Estilbita, Clinoptilolita, Lomontita, Mesolita, Mordenita, Natrolita).

Guerrero (Heulandita, Clinoptilolita).

Hidalgo (Analcima, Clinoptilolita, Chabazita, Lomontita, Natrolita, estilbita).

Jalisco (Analcima, Chabazita, Escolecita, Estilbita, Gmelinita, Heulandita, Clinoptilolita, Mesolita, Natrolita).

Michoacán (Clinoptilolita, Mordenita, Escolecita, Estilbita, Mesolita, Harmotoma, Taumasita, Wairakita).

Estado de México (Estilbita, Harnotoma).

Morelos (Mesolita, Natrolita).

Oaxaca (Chabazita, Clinoptilolita, Mordenita, Heulandita).

Puebla (Clinoptilolita, Mordenita).

San Luis Potosí (Escolecita, Estilbita, Clinoptilolita, Mordenita, Natrolita).

Sonora (Clinoptilolita, Harmotoma, Heroinita, Estilbita, Lamontita, Mordenita).

Tlaxcala (Clinoptilolita).

Veracruz (Clinoptilolita).

Zacatecas (Escolecita, Estilbita, Gismondina, Natrolita, Taumasita).

ESTADO DE JALISCO

HALLAZGOS DE ZEOLITAS

La Analcima se encuentra con Natrolita en San Gaspar, Municipio de Tonalá; y con Gmelinita en Cerro del Narizón, cerca de Teocaltiche (Salinas, 1923).

La Chabasita se observa en Mesa Yahualica, Guadalajara (Salinas, 1923). Chabasita fue descubierto en El Narizon y San Cristóbal, Barranca del Rio Grande (Hintze, 1897).

La Escolecita fue descubierta con la Mesolita y calcita en Barranca de Rio Grande, San Cristóbal de la Barranca, Municipio de San Cristóbal de la Barranca (Salinas, 1923).

La Estilbita y Natrolita-Mesolita fueron encontrados por todas partes de la Barranca de Rio Grande de Santiago, San Cristobal de la Barranca (Salinas, 1923; Panczner, 1987).

La Gmelinita en la forma de los cristales blancos con el tamaño más de 6 mm, se formaron con Heulandita, Chabazita y Analcima en basaltos del Cerro de Narizon, Barranca del Río Grande, Municipio del Teocaltiche, Jalisco (Hintze, 1897; Salinas, 1923).

La Heulandita y la Clinoptilolita se encuentra con Escolecita y Mesolita en rocas volcánicas de la Barranca del Río Grande, San Cristobal, Municipio de San Cristobal de la Barranca (Salinas, 1923).

La Mesolita se descubrió en la Barranca de San Cristóbal, Municipio de Guadalajara, e en la Sierra de Tapalpa, cerca de Tapalpa, Municipio de Tapalpa (Panczner, 1987).

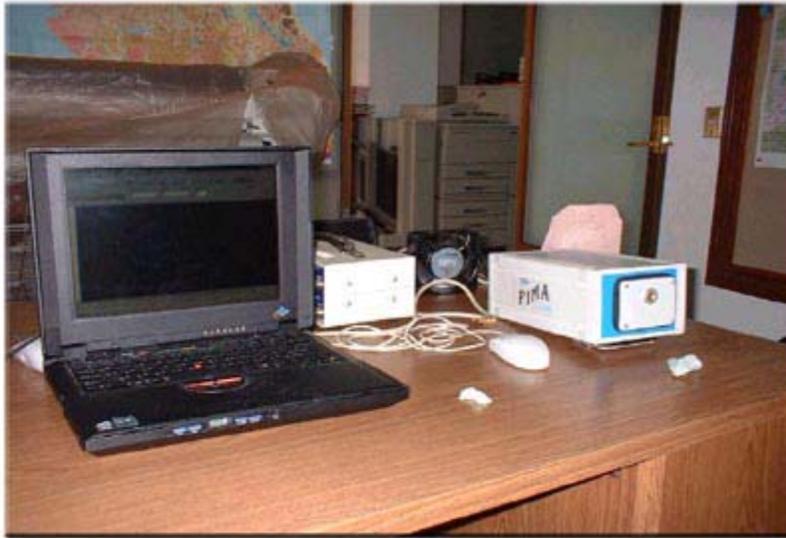
La Natrolita fue reportada por Salinas (1923) en San Gaspar, Municipio de San Cristóbal de la Barranca.

•Ambientes geológicos de ocurrencia (Jalisco):

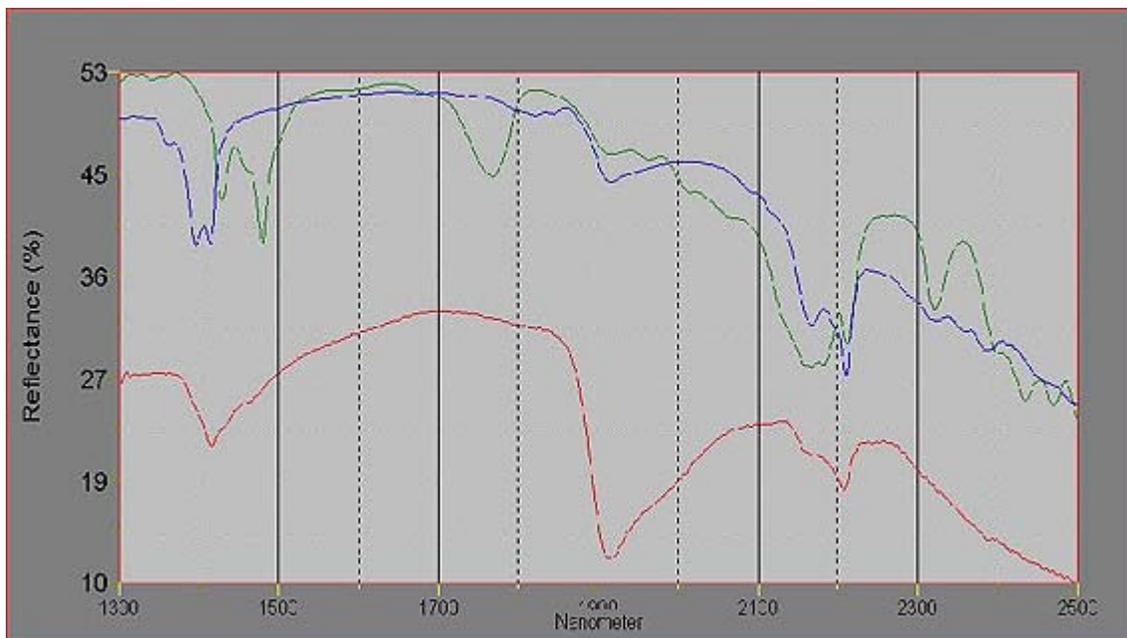
La Heulandita y la Clinoptilolita se formaron por la alteración de vidrio volcánico con agua meteórica en yacimientos continentales del tipo sistema “abierto.

1. Terciario Superior Volcánico (Tsv): riolitas, derrames y tobas riolíticas (Plioceno);
2. Cretácico medio (Formación Vallecitas): paquetes volcanosedimentarios de flujos de lavas y brechas riolíticas.

TÉCNICAS ANALÍTICAS PARA EL ESTUDIO DE LAS ZEOLITAS EN EL CAMPO



Analizador de Minerales Infrarrojo Portable



Espectros infrarrojos de minerales con los grupos de hidroxilo y agua molecular: clinoptilolita (rojo), alunite (verde), kaolinita (azul).

Las bandas observados son: 1420 nm (vibración de valencia OH), 1920 nm (combinación de vibraciones de valencia O-H y vibraciones de deformación H-O-H: índice de presencia de agua molecular), 2210 nm (combinación de vibraciones de valencia O-H y vibraciones de deformación de Me-O-H: índice de presencia de grupos Me-O-H).

VII. Aplicaciones industriales.

Las zeolitas como materiales industriales se usan ampliamente en los países desarrollados como intercambiadores de iones, adsorbentes y catalizadores. Así, por su capacidad de intercambio iónico las zeolitas naturales (Clinoptilolita, Mordenita, Chabasita) pueden usarse para: 1) la reducción de la contaminación ambiental creada por las aguas residuales industriales y municipales; 2) el proceso de reducción de la dureza del agua; 3) el mejoramiento de la productividad agrícola, como fertilizantes.

Las zeolitas adsorbentes se usan como desecadores de gases y en la separación de aire (Mordenita, Clinoptilolita). El área más esencial de aplicación está en el catálisis heterogénea, en particular en el “craqueo” catalítico (Erionita, Mordenita). Se conocen también algunas nuevas aplicaciones de zeolitas en la medicina (medicamentos con propiedades microbicidas), agricultura (sustratos hidropónicos en agronomía, decontaminación de suelos), industria del papel (agentes llenadores), construcción (agregados ligeros en la fabricación de cemento, ladrillos y otros materiales), acuicultura (inhibición de la profiletación de hongos y bacterias).

Las zeolitas naturales indicados anteriormente son más adecuadas para los usos industriales pues se caracterizan por dos características fundamentales:

1. Estructuras más abiertas (mayor poder de intercambio iónico) y
2. Alto contenido en sílice (mayor resistencia al ataque de ácidos u otras sustancias).

Conclusiones.

1. El consumo de zeolitas en México es limitado (se usa en cría de animales domésticos), por el hecho de que no se ha efectuado ni un inventario de estas materias primas a nivel nacional ni una acción propagandística.
2. En este trabajo se mostró que hasta la fecha en el territorio nacional en 18 estados mexicanos fueron descritas 17 especies minerales zeolíticas de las cuales 4 especies (Clinoptilolita, Mordenita, Erionita y Chabasita) tienen actualmente gran importancia práctica.
3. Se propone ampliar en México el uso práctico de minerales zeolíticos de rendimiento económico como:
 - Intercambiadores de iones (en control de la contaminación, agricultura, reciclaje de desechos de nutrición),
 - Adsorbentes (desecadores y purificadores de gases, separación de N₂ y O₂ del aire, obtención del oxígeno de alta pureza),
 - Catalizadores (petroquímica, reducción catalítica de óxidos de nitrógeno).