



23 MAR. 1980

Universidad de la República  
FACULTAD DE AGRONOMIA



**CARACTERIZACION  
MINERALOGICA Y ORIGEN  
PROBABLE DE LA  
BENTONITA DE BAÑADO  
DE MEDINA  
Fm Yaguari, Ps.**

IBRAIM FORD - MARTA SERGIO

FACULTAD DE AGRONOMIA  
DEPARTAMENTO DE DOCUMENTACION Y BIBLIOTECA

**BOLETIN DE INVESTIGACION N° 23**

**MONTEVIDEO**

1989

**URUGUAY**

El '**Boletín de Investigación**' es una publicación seriada que recoge los resultados de las investigaciones realizadas por el personal académico de la Facultad de Agronomía, una vez que ellos fueron revisados y aprobada su publicación por la Comisión de Publicaciones Científicas. Las solicitudes de adquisición y de intercambio con este Boletín debe dirigirse al Departamento de Documentación, Facultad de Agronomía, Garzón 780, Montevideo - URUGUAY.

**Comisión de Publicaciones Científicas:**

Martín Buxedas, Primavera Azaguirre, Carlos Bentancourt (docentes),

Pablo Fernández (estudiante),

Roberto Malfatti (profesional),

Alicia Torres (comunicadora rural),

Gustavo Uriarte (editor técnico).

Caracterización mineralógica y origen probable de la bentonita de Bañado de Medina Fm Yaguarí, Ps / Ibraim Ford, Marta Sergio. -- Montevideo : Facultad de Agronomía, 1989. -- 16 p. -- (Boletín de investigación; 23)

**BENTONITA**

Ford, Ibraim

Sergio, Marta, coaut.

CDU 549

## CARACTERIZACION MINERALOGICA Y ORIGEN PROBABLE DE LA BENTONITA DE BAÑADO DE MEDINA - Fm Yaguari, Ps.

IBRAIM FORD<sup>1</sup>  
MARTA SERGIO<sup>2</sup>

### RESUMEN

En este trabajo se presenta la caracterización mineralógica, CIC y bases intercambiables, de la bentonita de Bañado de Medina, en el Depto. de Cerro Largo, Uruguay; la misma ocurre en forma de lentes intercalados entre las areniscas superiores de la Fm. Yaguari, de edad Pérmica superior. El mineral arcilloso predominante es una montmorillonita cálcico-magnésica de carga media-alta, de buena cristalinidad, asociada a pequeñas cantidades de una fase discreta de esmectita-K. Esta composición, la presencia de minerales tales como plagioclasa, apatito y biotita alterada, junto a la morfología lenticular del yacimiento, se corresponden con las características señaladas en la literatura, para rocas bentónicas formadas por alteración "in situ" de cenizas volcánicas, en el seno de cuerpos de agua. El carácter Ca-Mg de la montmorillonita (siendo el Ca el catión dominante), implicaría que la alteración ocurrió en un ambiente de agua salobre, probablemente un estuario, donde aguas continentales se mezclan con agua marina, dando relaciones Ca/Mg más altas que el agua de mar.

### ABSTRACT

This paper presents the mineralogical characterization, cation exchange capacity and exchangeable bases of the Bañado de Medina bentonite, situated in the Department of Cerro Largo, Uruguay. Bentonite appears in lenticular form intercalated among the upper sandstones of the Yaguari Formation, of upper Permian age. The predominant clay mineral is a calcium-magnesium montmorillonite with a medium-high charge and good crystallinity, which is associated with small amounts of a discrete phase of K-smectite. This composition and the presence of certain minerals such as plagioclase, apatite and altered biotite, together with the lenticular morphology of the bed, do correspond to those features indicated in literature as belonging to bentonitic rocks formed due to "in situ" alteration of volcanic ashes, in the bosom of bodies of water.

The Ca-Mg feature of the montmorillonite (Ca being the dominant cation) would mean that said alteration took place in a brackish water, probably in an estuary, where continental waters mix with sea-waters, originating Ca/Mg relation higher than those in sea-waters.

---

Recibido el 4 de setiembre, 1989.

Aceptado el 12 de setiembre, 1989.

1 Profesor Adjunto de Geología, Facultad de Agronomía.

2 Tesista de la Carrera Magister en Química, Fac. de Química, Becaria del Programa PEDECIBA URU/84/002.

## I. INTRODUCCION

Se conoce la existencia, desde hace varias décadas, de lentes de bentonita intercalados en la parte superior de la Formación Yaguari, de edad Pérmica Superior. En particular, el lente que aflora sobre la margen derecha del arroyo Bdo. de Medina, a unos 300 m del puente de la ruta 7 sobre dicho arroyo en el Depto. de Cerro Largo, ha sido objeto de estudios previos por diversos autores.

Bossi (1960) presenta una síntesis de los primeros estudios mineralógicos y químicos que se efectuaron hasta esa fecha, de la bentonita de Bdo. de Medina. Según dicho autor, Gofii (1952) fue el primero en caracterizar la arcilla de este lente, mediante ATD, como una montmorillonita cálcica. Bossi (ob. cit.) encuentra que la bentonita posee entre un 5 y un 15% de arena fina, constituida por biotita cloritizada, cuarzo, tremolita, turmalina y feldespatos ácidos alterados. También este autor señala la presencia de pequeñas cantidades de  $\text{CaCO}_3$ .

Los datos sobre composición química de esta bentonita, son escasos e incoherentes. Mientras que en Bossi (ob. cit.) se reportan resultados de análisis químicos de la fracción fina, dando un contenido de  $\text{SiO}_2$  de 71.3%, que reconoce como elevado a causa de la presencia de cuarzo finamente molido, en Coronel (1987), se presentan contenidos de  $\text{SiO}_2$  entre 49 y 40%, sobre análisis de muestras brutas.

Según Bossi (1966) la illita es el mineral arcilloso dominante en la Fm. Yaguari, a excepción de los lentes de bentonita. Sin embargo, Elizalde y col. (1970) y Elizalde (1973), encuentran que las esmectitas son las arcillas dominantes en toda la secuencia de la F. Yaguari.

Bossi (1966) atribuye la formación de los lentes de bentonita de la Fm. Yaguari, a la depositación de montmorillonita-Ca en lagunas temporarias de borde marino, en aguas sobresaladas por intensa evaporación, ocurrida en un clima muy árido. Elizalde y colab. (1970), si bien coincide en reconocer un ambiente deposicional subácueo para las litologías de la Fm. Yaguari, señala en la página 97 que..." no ha sido posible determinar si la sedimentación se realizó bajo aguas saladas o dulces". Para Preciozzi y colab. (1979), la Fm. Yaguari se habría depositado en un ambiente fluvio-estuarino. Zabert (1988) comunica el hallazgo de moldes de ostrácodos de agua dulce en sedimentos de la "sección inferior" de la F. Yaguari, a unos 80 km al NW de Bañado de Medina.

Por otra parte, desde el trabajo de Hewett (1917), citado por Grim (1953), se acepta que los cuerpos lenticulares de roca bentonítica, intercalados en sedimentos, se forman por alteración "in situ" de cenizas volcánicas. Autores como Grim (ob.cit), Millot (1964), Borchardt (1977), Grim y Güven (1978), Nemezc (1981), entre otros, coinciden en que la alteración de la ceniza ocurre en el seno de un cuerpo de agua. La ceniza caída en un cuerpo de agua, comenzaría a alterarse muy rápidamente,

independientemente que el material pueda o no sufrir algún transporte subácueo, pudiendo incluso contaminarse parcialmente con material detrítico.

La composición de las cenizas y la naturaleza del agua en la que se produce la alteración, parecen condicionar la posible evolución del proceso de formación de la bentonita. Grim (1953) sostiene que la formación de esmectitas tipo montmorillonita sólo es posible, si la ceniza original tiene un adecuado contenido de Mg, aunque Grim y Güven (1978), plantean la posibilidad de que en ciertos casos, el Mg necesario sea aportado por el ambiente.

Las bentonitas pueden tener como catión dominante al calcio, al magnesio o al sodio, dependiendo, -según la generalizada opinión de muchos autores-, de la naturaleza del agua en la que ocurra la alteración. Sin embargo, no existe coincidencia en cuanto a la caracterización del agua que produce cada tipo de bentonita. Borchardt (1977) sostiene que las bentonitas sódicas tipo Wyoming, son de origen marino, mientras que las cálcicas se habrían formado en agua dulce. Sin embargo, Nemezc (1981), luego de estudiar las bases intercambiables de 23 yacimientos de bentonita en Hungría, llega a clasificarlas en tres tipos, a saber: I) Bentonitas Ca-Mg, II) bentonitas Mg-Ca y III) bentonitas-Na. Examinando las características de composición del agua de distintas procedencias, dicho autor concluye que las bentonitas del tipo I se habrían formado en cuerpos de agua salobre (estuarios), las de tipo II en el mar y las de tipo III en agua dulce, derivadas de materiales ricos en plagioclasas ácidas.

Por otra parte, Grim y Güven (1978) no han encontrado evidencias de que exista algún tipo de correlación entre el carácter cálcico o sódico de la bentonita y las características de las rocas que las incluyen.

Las llamadas meta-bentonitas o bentonitas-k, son de más escasa ocurrencia, y las que han sido reportadas en la literatura, constituyen en realidad arcillas interestratificadas generalmente antiguas, originadas a consecuencia de procesos de transformación diagenética.

El objetivo del presente trabajo, es dar una más precisa caracterización mineralógica y físico-química de la bentonita de Bañado de Medina y adelantar algunas hipótesis sobre su posible origen y evolución.

## II. MATERIALES Y METODOS

Se tomaron muestras en canaleta vertical, de la parte expuesta del lente de bentonita, que aflora en la cantera ubicada a unos 300 m al E del puente de la ruta 7 sobre el Ao. Bañado de Medina, en el Depto. de Cerro Largo. El perfil vertical muestreado se subdividió, un tanto arbitrariamente (en base a ligeros cambios de tonalidad en el color rosado), en 6 porciones o muestras individuales, que se indican con las letras A a F, de la cima a la base respectivamente. La figura 1 muestra el mapa

de localización, un esquema del perfil muestreado y su potencia. El lente de bentonita se encuentra limitado arriba y abajo, por las areniscas finas a medias, con colores rojos y grises alternados en pseudoestratos subhorizontales, típicos de la Fm Yaguarí. El límite del lente con las areniscas inferiores es neto, y estas están endurecidas probablemente por impregnación en sílice, proveniente del proceso de transformación de la ceniza volcánica en bentonitas, lo cual es frecuente, según lo señalan Grim y Güven (1978) y Némecz (1981).

En la preparación de las muestras para el análisis por difracción de rayos X, se siguieron los procedimientos descritos en Ford (1988). En la obtención de una porción de la arcilla sin ningún pretratamiento químico, se siguió el procedimiento II.2, 2da. Alternativa, del apéndice 5.1 de dicho trabajo.

Los montajes en agregados orientados se efectuaron sobre láminas portaobjetos de vidrio de tamaño adecuado, aplicando mediante una espátula, una delgada película de la pasta saturada de la arcilla. Todos los montajes, con los diversos tratamientos, fueron sacados al aire previo a su corrimiento, con la excepción de los que fueron calentados. Se efectuaron también dos montajes en polvo de las muestras brutas B y D.

Para las 6 muestras, se corrieron difractogramas de montajes en agregados orientados con los siguientes tratamientos: a) normal (sin tratamiento); b) normal solvatada con glicerol al 10% en etanol; c) saturada con Mg; d) saturada con Mg-solvatada con glicerol al 10% en etanol; e) saturada con K; f) saturada con K-solvatada con glicerol al 10% en etanol; g) saturada con K-calentada a 550 °C por 1 hora y h) saturada con Li-calentada a 300 °C por 24 horas y luego solvatada con glicerol al 10% en etanol. El calentamiento de las muestras tratadas con Li<sup>+</sup> se efectuó de dos maneras: a) montadas en agregados orientados sobre porta-objeto de vidrio común y b) en masa dentro de tubos de vidrios de cuarzo. Las primeras luego de calentadas, fueron directamente gliceroladas; las segundas fueron molidas y solvatadas con glicerol, y luego montadas en agregados orientados sobre portaobjetos de vidrio común.

Los difractogramas de rayos X fueron obtenidos en un equipo Philips, usando radiación K<sub>α1</sub> del cobre, 40 Kv y 30 mA. El equipo está dotado de rejilla colimadora automática PW 1386/55. La velocidad del goniómetro vertical PW 1050/70 fue de 2°/minuto, con una velocidad de registro gráfico de 1 cm por minuto, variando la escala vertical según correspondiera.

La capacidad de intercambio catiónica (CIC), y la extracción de bases se efectuó por triplicado, sobre tres muestras brutas: la A, la F y una muestra compuesta por la mezcla de partes iguales de la C y la D. El método usado es el del acetato de amonio 1N-pH 7, centrífugo. La determinación de las bases extraídas se efectuó por espectrofotometría atómica, en un equipo PERKIN-ELMER 380, en llama de aire-acetileno. Na y K se determinaron por emisión, mientras que Ca y Mg por absorción atómica, usando lámpara multielemento Cathodeon (Ca-Mg-Zn), en presencia de óxido de lantano.

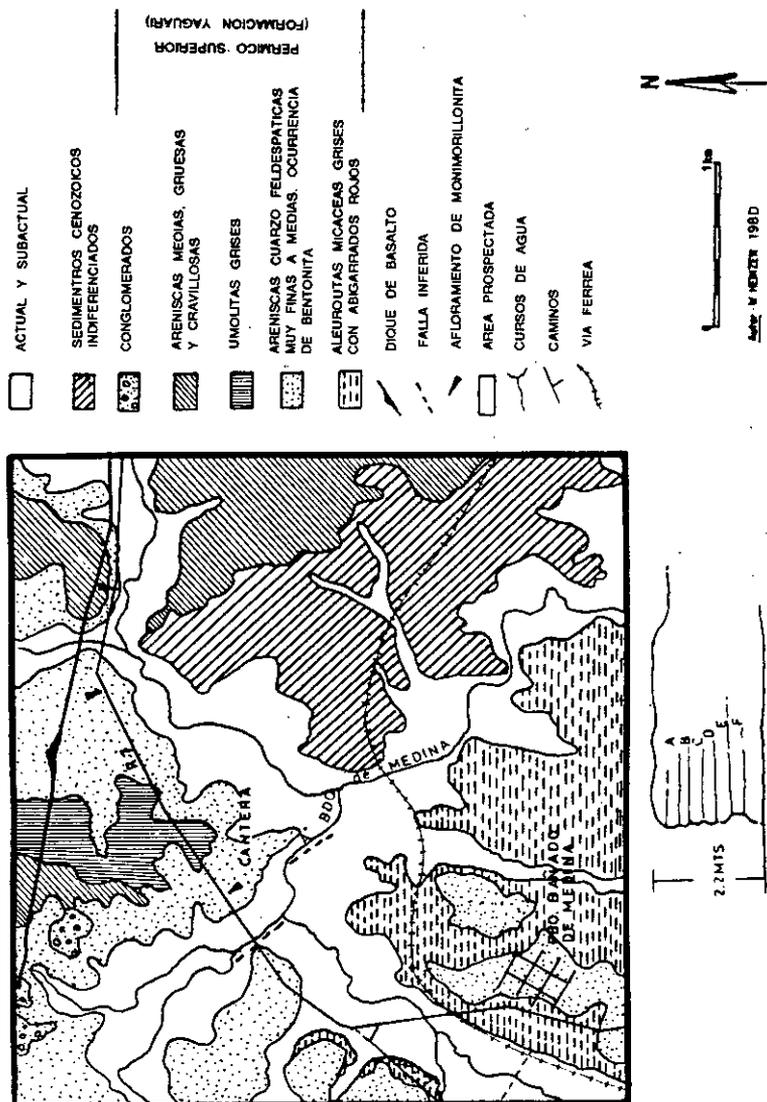


FIGURA No. 1 Carta Geológica del área de Bañado de Medina (Dpto. de Cerro Largo), localización de la cantera y esquema del perfil muestreado. La carta es un fragmento de la publicada en Coronel (1987).

### III. RESULTADOS

#### 1. DIFRACCION DE RAYOS X

En el cuadro I aparecen las distancias 001 en Å y sus intensidades relativas, para las 6 muestras estudiadas, ordenando en columnas verticales los resultados para los diferentes tratamientos.

En las columnas 1 y 3 aparecen los resultados de las muestras normales y saturadas con Mg, respectivamente. Se aprecia una clara similitud de resultados en ambas columnas para cada muestra y entre las muestras. Tres reflexiones en el entorno de los 15, 12 y 5 Å se repiten para todas las muestras, en ambas columnas. La única diferencia entre las columnas, es una ligera disminución de la intensidad relativa de la reflexión a 5 Å, en las muestras saturadas con Mg.

Las columnas 2 y 4 presentan los resultados de las muestras normales-gliceroladas y Mg-gliceroladas, respectivamente. Aparecen cuatro reflexiones claras en cada muestra, con ambos tratamientos, en el entorno de los 18, 14.3, 8.9 y 5.9 Å. La expansión al entorno de los 18 Å de la reflexión 001 y la muy clara definición de las reflexiones 002 a 8.9 Å y 003 a 5.9 Å, permiten reconocer una esmectita como el componente principal de las 6 muestras. La agudeza y simetría del pico de primer orden y la clara definición de los picos 002 y 003 se corresponden con las de una esmectita de buena cristalinidad (clase A), según Thorez (1976).

La pequeña reflexión a 12.2 Å que aparece en las muestras normales, persiste luego de la saturación con Mg (columnas 1 y 3). Esta reflexión cambia al entorno de los 14,3 - 14.5 Å por glicerolación (columnas 2 y 4). Este comportamiento es característico de una esmectita -K, de acuerdo con los criterios de Thorez (1976).

Aparentemente una pequeña proporción de una esmectita-K aparece como fase discreta junto a la esmectita dominante. No se tiene evidencia clara, en los difractogramas de los montajes en agregados orientados, de que existan interestratificados, de acuerdo con las pautas dadas para su reconocimiento por Mac Ewan y col. (1972) y Thorez (ob. cit.) Sin embargo, en los diagramas de polvo (ver más adelante), aparecen débiles reflexiones a muy bajo ángulo, las que podrían indicar su existencia.

Con la saturación con K se produce el colapso del pico 001 de 15 Å a 12.1 Å en todas las muestras (columna 5). Este comportamiento se corresponde con el que Weaver (1958) y Gorbunov y Gradusov (1966), citados por Thorez (1976), han atribuido a las esmectitas autógenas de baja carga. La pequeña reflexión en el entorno de los 9.8 Å en la muestra A, y que hacia la base del perfil es apenas una asimetría del pico principal, podría corresponder al colapsamiento del pico de 12.2 Å presente en las muestras normales (columna 1).

**CUADRO No. 1**  
**Distancias 001 e intensidades relativas de las 6 muestras**  
**con varios tratamientos**

Muestra	1	2	3	4	5	6	7
	Normal d(Å) Ir	Normal-GI d(Å) Ir	Sat_Mg d(Å) Ir	Sat-Mg_GI d(Å) Ir	Sat-K d(Å) Ir	Sat-K-550° d(Å) Ir	Sat-K-GI d(Å) Ir
A	15.0 100.0 12.3 7.0 5.1 8.0	18.0 100.0 14.3 6.0 8.8 16.0 5.91 14.0	15.5 100.0 12.1 8.7 5.13 6.2 5.98 bmd 5.91	18.0 100.0 14.3 8.3 8.9 10.4	12.1 100.0 9.8 10.8	10.2 100.0	15.2 100.0
B	15.0 100.0 12.1 6.5 5.1 7.5	18.0 100.0 14.3 7.0 8.9 14. 5.91 9.0	15.0 100.0 12.1 7.5 5.04 6.0	18.0 100.0 14.7 d 6.0 14.3 9.1 d 10.0 8.9 5.98 5.0	12.1 100.0	12.0 100.0 9.8 43.0	14.5 100.0
C	15.2 100.0 12.1 6.5 5.1 9.0	18.0 100.0 14.3 5.0 8.09 15.0 5.95 10.0	15.2 100.0 12.1 6.5 5.07 5.5	18.0 100.0 14.3 6.0 8.9 9.0 5.98 5.0	12.1 100.0	12.0 100.0 10.7 74.0	14.5 100.0
D	15.0 100.0 12.3 7.0 5.1 8.0	18.0 100.0 14.5 6.5 8.0 14.5 5.91 8.0	15.2 100.0 12.3 6.5 5.07 5.0	18.0 100.0 14.3 5.5 9.0 9.0 5.98 4.5	12.1 100.0	12.0 100.0 10.2 43.0	14.5 100.0
E	15.2 100.0 12.3 7.5 5.1 13.0	18.0 100.0 14.3 6.0 8.9 13.0 5.91 7.5	15.2 100.0 12.1 6.5 5.04 6.5	18.0 100.0 14.5 5.0 9.0 9.5 5.98 5.0	12.1 100.0	12.0 100.0 10.9 b 80.0 10.2	14.7 d 100.0 14.3
F	15.2 100.0 12.1 6.5 5.1 10.0	18.0 100.0 14.3 7.5 8.9 13.0 5.95 8.5	15.2 100.0 12.3 6.5 5.07 6.5	18.0 100.0 14.3 6.0 8.9 8.0 5.98 4.0	12.1 100.0	12.1 100.0 10.3 >100.0	14.5 100.0

b: banda; bmd: banda muy débil; d: doblete

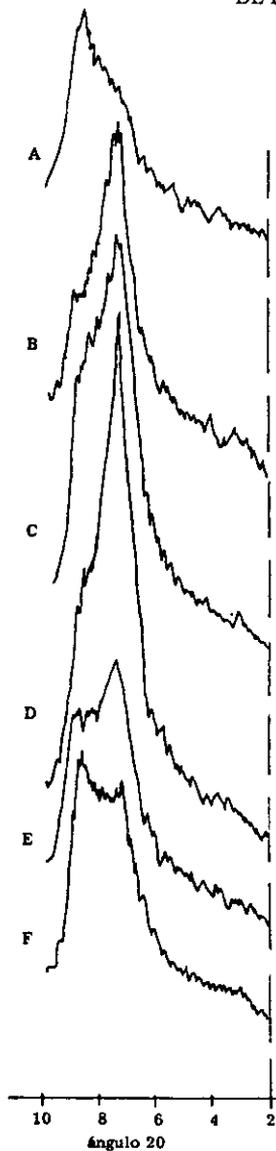
El tratamiento térmico (550° C/1 hora) de las muestras saturadas con K, (columna 6), da resultados diferentes a lo largo del perfil. La muestra A (figura 2) tiene el pico principal con un máximo a 10.2 Å, pero con una gran asimetría hacia el lado de menor ángulo. Las muestras B, C y D presentan el pico principal en el entorno de los 12 Å, con asimetría hacia el lado de mayor ángulo. La intensidad de la reflexión principal crece de A a D, decreciendo en E y F (figura 2). La muestra E, si bien tiene el máximo en los 12 Å, presenta además una banda de difracción de apreciable intensidad entre 10.9 y 10.2 Å. En F el pico de mayor intensidad se ubica nuevamente en los 10.3 Å, pero presentando una banda de difracción hacia el lado de mayor ángulo, con un máximo a 12.1 Å (figura 2).

Según Thorez (1976), las esmectitas de baja carga colapsan a 10 Å con el tratamiento de K-550 °C/1 hora, mientras que las de alta carga, con el mismo tratamiento, dan espaciados en el entorno de los 12. Å. De acuerdo con este criterio, en A predominaría una esmectita de más baja carga que en los niveles B,C y D, mientras que en E y F coexistirían esmectitas de baja y alta carga.

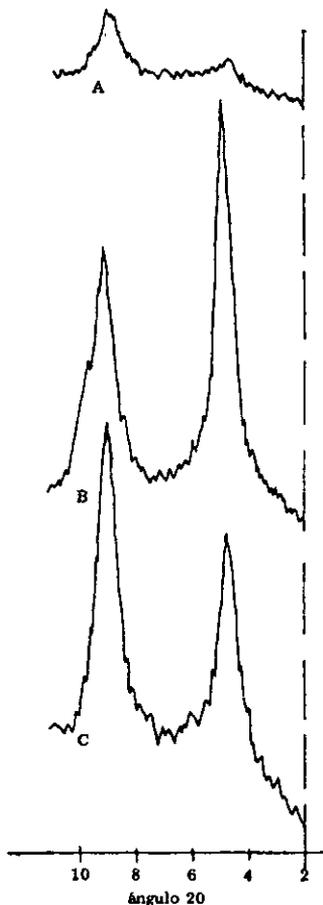
En la columna 7 del cuadro 1 se exponen los resultados de los difractogramas de las muestras saturadas con K-gliceroladas. Según Quakemat (1968) citado por Thorez, (1976), las esmectitas de baja carga saturada con K y gliceroladas expanden su distancia 001 a 17.8 Å, mientras que las de alta carga solo alcanzan a expandir entre 12.4 y 14 Å. Siguiendo este criterio, la muestra A con 15.2 Å sería de más baja carga que las restantes, en las que el espaciado alcanzado es de 14.5 Å. Sin embargo, el conjunto de las muestras del perfil parecen estar más próximas a las esmectitas de alta carga que a las de baja carga, según este criterio. Estos resultados parecen contradictorios con los obtenidos de las muestras saturadas con K (columna 5), pero resultan coherentes con los resultados de las muestras saturadas con K-calentadas a 550 °C/1 hora (columna 6): ambos tratamientos permiten caracterizar una esmectita de carga relativamente alta en todas las muestras, aunque la A en particular aparece como de carga más baja.

El test de Greene-Kelly (1955a) o test de litio, permite definir la localización de la carga de las esmectitas en la capa tetraédrica o en la octaédrica. Byström (1975) ha alertado sobre la incoherencia de los resultados del test de litio, cuando el montaje de la muestra saturada con Li<sup>+</sup> se efectúa sobre vidrio común, previo al tratamiento térmico. Por este motivo es que en el presente trabajo el tratamiento térmico se efectuó de las dos maneras que se describen en II. La figura 3 muestra los difractogramas de 3 de las muestras calentadas según el primer procedimiento descrito en II, para el test de litio. Resulta evidente que los resultados son incoherentes, tal como lo señala Byström (ob. cit.), dado que aparecen dos intensas reflexiones, una en el entorno de los 18 Å y otra en el entorno de los 9.8 Å.

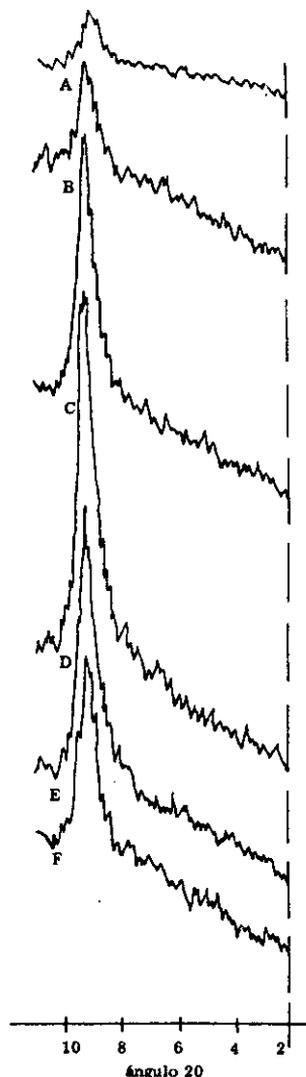
La figura 4 presenta los difractogramas de las 6 muestras saturadas con Li<sup>+</sup> y calentadas según el segundo procedimiento descrito en II, para el test de litio. En todas



ángulo  $2\theta$ .  
**FIGURA No. 2**  
(ver texto)



ángulo  $2\theta$ .  
**FIGURA No. 3**  
(ver texto)



ángulo  $2\theta$ .  
**FIGURA No. 4**  
(ver texto)

las muestras aparece sólo una intensa reflexión a 9.8 Å, lo que constituye un resultado coherente con el carácter montmorillonítico, o sea con carga octaédrica, de la esmectita, pues con este tratamiento las beidellitas, con carga tetraédrica, deberían expandir a 17-18 Å. Obsérvese el cambio en la intensidad (altura) de los picos, los cuales crecen progresivamente de A hasta D, para decrecer progresivamente de D a F.

Los diagramas de polvo de dos muestras brutas, la B y la D, presentaron un pico de difracción entre 1.49 y 1.50 Å, el que correspondería a la distancia 060 de una arcilla dioctaédrica, lo cual es coherente con los resultados del test de litio, que indica montmorillonita.

Ya se mencionó anteriormente, la presencia en los diagramas de polvo de dos pequeñas reflexiones a bajo ángulo, en el entorno de los 27.6 - 31.5 Å, las que indicarían la existencia de un interestratificado irregular asociado a la esmectita. Sin embargo, en los montajes orientados estas reflexiones no aparecen, al mismo tiempo que las reflexiones a 12,1 y 15 Å se comportan frente a los tratamientos, como fases discretas y no como correspondientes a un interestratificado.

En los diagramas de polvo se han identificado los siguientes minerales, junto a los ya indicados: cuarzo alfa en ambas muestras; plagioclasa (andesina) claramente presente en la muestra D, dudosamente presente en la muestra B; apatito muy probable en muestra B.

## 2. CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO Y BASES INTERCAMBIABLES

En el cuadro II se presentan los datos de CIC y bases intercambiables, resultantes de promediar los tres valores obtenidos para cada muestra.

La CIC resultó algo más baja en A y crece progresivamente hacia F. Esto parece coherente con los resultados obtenidos por difracción de rayos X, en cuanto a la carga de la arcilla, aunque según los mismos, la carga sería algo más alta en la parte central del perfil. Debe tenerse en cuenta que la determinación de CIC y bases intercambiables se realizó sobre la muestra bruta y no sobre la fracción arcilla.

La relación de bases intercambiables, muestra al calcio como el catión mayoritario y al magnesio en segundo lugar, por lo que se correspondería con una bentonita de tipo I, según la clasificación de Nemezc (1981). Se nota que la proporción relativa de calcio aumenta ligeramente hacia la base del perfil.

**CUADRO No. 2**

**Capacidad de Intercambio Catiónico y contenido  
de Bases Intercambiables, en meq/100 gr.  
Sumatoria de bases y % de cada una sobre el total.  
Los resultados son el valor promedio  
de tres determinaciones.**

Muestra	CIC	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Bases Totales	%Na	%K	%Ca	%Mg
A	99.0	1.18	0.19	71.55	25.93	98.85	1.19	0.19	72.35	26.22
CD	111.5	1.18	0.24	83.42	29.10	113.94	1.04	0.21	73.24	25.55
F	123.0	1.01	0.32	99.90	28.24	129.60	0.78	0.25	77.08	21.79

**IV. DISCUSION Y CONCLUSIONES**

De los resultados expuestos, surge que el mineral arcilloso dominante en la bentonita de Bañado de Medina, es una montmorillonita cálcico-magnésica, de carga media a alta, de buena cristalinidad (clase A de Thorez, 1976). En general, la composición es homogénea en todo el perfil, evidenciándose solamente un ligero aumento de la carga de la arcilla, hacia la parte central del mismo.

El test Li<sup>+</sup> indica que la carga de esta arcilla radica en la capa octaédrica, lo cual es coherente con el carácter montmorillonítico de la misma. Este test permitió, además, verificar que la advertencia de Byström (1975) se cumple, es decir, que para obtener resultados coherentes en el test de Li<sup>+</sup>, es necesario realizar el calentamiento de la muestra saturada con dicho catión, sobre vidrio de cuarzo. Es muy llamativo el aumento en la intensidad de los picos de difracción, de las muestras tratadas con Li<sup>+</sup>, hacia la parte central del perfil (fig. 3 y 4). Este mismo fenómeno se aprecia en las

muestras saturadas con K y calentadas (fig.2). Tal comportamiento podría indicar variaciones en la cristalinidad de la esmectita, hacia la parte central del perfil.

La carga alta de esta montmorillonita, limitaría sus aplicaciones industriales, particularmente en aquellas en que sea importante, por ejemplo, una alta capacidad gelificante. Aún convertida en montmorillonita-Na, es difícil que alcance a desarrollar las propiedades reológicas de geles formados a partir de montmorillonitas de origen sódicas, las que parecen ser de más baja carga. En un trabajo sobre bentonitas mexicanas (Altagracia y colab. 1987), uno de los autores (I.F.), obtuvo evidencias de que las esmectitas de origen sódicas, tienen carga más baja que las de origen cálcicas.

La presencia de una pequeña proporción de una esmectita -K, asociada como una fase discreta con la montmorillonita dominante, podría responder a la existencia de pequeñas cantidades de  $K^+$  en el agua donde se produjo la alteración. Desde el trabajo de Mering y Glaeser (1953), citado por MacEwan (1972), es conocido el fenómeno de desmezcla de cationes en la intercapa de esmectitas bi-iónicas; es decir, que los cationes tienden a segregarse en intercapas diferentes. Este fenómeno ha sido señalado por los autores citados, para esmectitas Ca-Na. Iwasaki y Watanabe (1988) han encontrado, en sistemas bi-iónicos de esmectitas Ca-Na, que se forman interestratificados irregulares de intercapas cálcicas y sódicas, con fuerte tendencia a la segregación en fases discretas, sódicas y cálcicas. Gaultier y May (1982) han demostrado en sistemas de montmorillonitas bi-iónicas K-Na, la existencia de una fuerte tendencia a la segregación de fases discretas K y Na, las que ocurren independientemente del procedimiento seguido en la preparación de la mezcla, y que adquieren expresión aún antes del primer ciclo de secado de la arcilla. Estos autores encuentran que son suficientes pequeñas cantidades de K, para que en una esmectita-Na aparezcan claramente expresadas fases discretas potásicas. Por el contrario, para que en una esmectita -K se exprese el fenómeno de segregación de fases sódicas, son necesarias cantidades superiores al 30% de Na agregado.

La formación de la fase de esmectita-K a partir de procesos de transformación diagenética de soterramiento, parece poco probable. Es generalmente reconocido (Inoue y colab. 1987), que en las primeras fases de conversión de esmectita a illita por diagénesis de soterramiento, se forman estructuras interestratificadas irregulares de esmectita-illita, por fijación progresiva de  $K^+$  en ciertas intercapas. La aparición de fases discretas potásicas ocurre a profundidades considerables asociadas a interestratificados regulares illita-esmectita. Por lo tanto, es poco probable que la escasa presencia de una fase potásica discreta en la bentonita de Bañado de Medina, pueda atribuirse a tal proceso.

Es ampliamente reconocido en la actualidad, que los lentes de roca bentonítica intercalados en sedimentos, se han formado por transformación de cenizas volcánicas en el seno de cuerpos de agua (Hewett, 1917; Grim, 1953-1962; Millot, 1964; Borchardt, 1977; Nemezc, 1981; etc.) La presencia de plagioclasa y apatito, detecta-

dos a partir de los diagramas de polvo, más los datos aportados por Bossi (1960) quien encuentra feldespatos alterados y biotita cloritizada en la fracción arena de esta bentonita, son coherentes con un origen a partir de material cinerfítico. Sin embargo, la fuente de material cinerfítico que habría dado origen a la bentonita de Bañado de Medina, constituye hasta el presente una incógnita no revelada. Actividad volcánica explosiva ha existido en la región, pero aún no está claramente establecida la edad de algunos de estos episodios, mientras que otros son posteriores a la edad atribuida a la Fm Yaguarí (Pérmico superior). Recientemente, uno de los autores (I.F.), junto a G. Ippoliti, han encontrado restos de una piroclastita, sobre terrenos devonianos, en el Depto. de Durazno. No ha sido aún establecida la edad de esta piroclastita; lo único que se puede establecer es que es post-devoniana, por lo que existe la posibilidad de que este episodio de vulcanismo explosivo pudiera relacionarse a la bentonita estudiada aquí.

El carácter calcio-magnésico de la montmorillonita, la ubica dentro del tipo I de Nemezc (1981), es decir, de acuerdo a dicho autor, se habría formado en un ambiente de agua salobre, con una relación Ca/Mg mayor que en el agua de mar. Un sitio tal, para el mencionado autor, lo constituiría un estuario donde se mezclan aguas continentales con  $\text{Ca}^{2+}$  como catión principal, con aguas marinas más ricas en  $\text{Mg}^{2+}$ , dando una relación Ca/Mg más alta que en el océano. Preciozzi y colab. (1979) han postulado un ambiente fluvio-estuarino para la sedimentación de la F. Yaguarí, lo que a la luz de las ideas de Nemezc (ob. cit.) y las características de la bentonita, parecería coincidente.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren expresar su reconocimiento por la valiosa colaboración prestada, al Area de Suelos y Aguas de la Facultad de Agronomía, en cuyos laboratorios se realizó la preparación de las muestras para el análisis mineralógico, la determinación de la CIC y la extracción de bases.

Agradecemos profundamente la gentileza de Q. F. Moisés Knochen e I. Q. Isabel Dol, del laboratorio de Análisis Instrumental de la Facultad de Química, por la amplia y valiosa colaboración en la determinación de las bases intercambiables.

Los diagramas de Rayos X fueron realizadas en el Instituto de Estudios Tecnológicos de ANCAP, en Pando, gracias a la gentileza y excelente disposición de sus autoridades. Expresamos nuestro agradecimiento a la Ing. Quim. Silvia Giadans, encargada del equipo de Rayos X.

Los dibujos fueron realizados por Carmen Olveira y la mecanografía del original fue hecha por Perla Silva, a quienes agradecemos.

## BIBLIOGRAFIA

- (1) ALTAGRACIA, M. FORD, I., GARZON, M. and KRAVZOV, J. (1987). A mineralogical and physico-chemical study of some crude Mexican and Pharmaceutical grade montmorillonites, *Drug. Development and Ind. Pharmacy* 13(12), 2249-2262.
- (2) BORCHARDT, G (1977). Montmorillonite and other Smectite Minerals. In "Minerals in Soil Environments", Cap. 9 DIXON-WEED co-editors. Soil Sci. Soc. of Amer.
- (3) BOSSI, J. (1960). Montmorillonita Nacional. *Revista de la Asociación de Estudiantes de Química*, pR. vol. IX-X, 49-82.
- (4) - - - - (1966), *Geología del Uruguay*. Depto. de Publ. de la Univ. de la República Colección Ciencias 2.
- (5) BYSTRÖM, A. (1975). Study of the Li test to distinguish between beidellite and montmorillonite. *Proc. of the Intern. Clay Conf.* 419-428.
- (6) CORONEL, N. (1987). Memoria de la Carta de Materias Primas Minerales no Metálicas a escala 1/1.000.000 DINAMIGE-MIE.
- (7) ELIZALDE, G. (1973). Contribution a l'étude de la mineralogie des phyllites et de la sédimentologie du Gondwana uruguayen. Thèse Doctor 3°. Cycle, Univ. de Paris sud, Centr D'Orsay.
- (8) - - - - EUGUI, W., VERDESIO, J., STAPFF, M. y TELECHEA, J. (1970) Carta Geológica del Uruguay a escala 1/100.000. Segmento Aceguá, Sector XXX. Depto. de Publ. de la Univ. de la República.
- (9) FORD, I. (1988) Algunas consideraciones sobre los pretratamientos de las arcillas para su identificación por difracción de Rayos X. *Notas técnica No.3*, Facultad de Agronomía, Uruguay.
- (10) GAULTIER, J. and MAMY J. (1982). Demixing phenomenon in low water content biionic K-Na montmorillonite. *Inter. Clay. Conf.* 1981. H.V. OLPHEN -F.VENIALE (Editors) *Developments in Sedim.* 35, 451-457.
- (11) GOÑI, J. (1952). Etude mineralogique de quelques argiles de l'Uruguay. C.I.P.E.A. XIX Cong. Intern. de Geología. v. XVIII 47-56.
- (12) GORBUNOV, N. and GRADUSOV, B. (1966). Methods of determining finegrained minerals. *Soviet soil, Sci.* 721-725.
- (13) GREENE-KELLY, R. (1955 a). Dehydration of montmorillonite. *Min. Mag.* 30, 604-615.
- (14) GRIM, R. (1953). *Clay Mineralogy*. MC. GRAW-HILL Book Co. In.

- (15) - - - - (1962) Applied Clay Mineralogy Intern. Series in Earth Sciences. Mc GRAW-HILL BOOK. Co. Inc.
- (16) - - - -, and GÜVEN, N. (1978). Bentonites. Geology, mineralogy, properties and uses. Developments in Sedim. 24, ELSEVIER SCI. PUB. Co.
- (17) HEWETT, D (1917). The origin of Bentonite. J. Wash. Acad. Sci. 7, 196-198.
- (18) INOUE, A, KOHYAMA, N., KITAGAWA R., and WATANABE, T (1987) Chemical and morphological evidence for the conversion of smectite to illite. Clays and Clay minerals, V. 35, No.2, 111-120.
- (19) IWASAKI, T. and WATANABE, T. (1988), Distribution of Ca and Na ions dioctahedral smectites and interstratified dioctahedral mica/smectite. Clays and Clay Minerals V. 36, No.1, 73-82.
- (20) MAC EWAN, D (1972) Montmorillonite Minerals. In "The X-ray identification and crystal structures of clay minerals" G.BROWN- Editor Cap. IV, 143-207.
- (21) - - - - -, RUIZ, A., and BROWN, G. (1972). Interstratified Clay Minerals. In "The X Ray identification and crystal structures of clay minerals". G. BROWN- Editor. Cap. XI, 393-445.
- (22) MERING, J. and GLAESER. R. (1953). Cations échangeables dans montmorillonite C.r. des Reunions (New Bull). Gpe. fr. Argiles. 5, 61-72
- (23) MILLOT, G (1964). Géologie des Argiles. Ed. MASSON et Cie. Paris.
- (24) NEMECZ, E. (1981). Clay Minerals. AKADEMIAI KIADO, Budapest, Hungary.
- (25) PRECIOZZI, F., SPORTUNO, J. y HEINZEN, W. (1979). Carta Geo-Estructural del Uruguay a escala 1:2.000.000 Inst. Geol. "Ing. E. Terra Arocena".
- (26) QUAKERNAAT, J. (1968). X-Ray analysis of clay minerals in some recent fluvial sediments along the coastal of Central Italy. Publ. Fys. Geogr. Lab. Univ. Amsterdam, 12, 105 p.
- (27) THOREZ, J. (1976). Practical Identification of Clay Minerals. Editions G. LELOTTE, Belgique.
- (28) WEAVER, C. (1958). The effects and geologic significance of potassium "fixation" by expandable clay minerals derived from muscovite, biotite, chlorite and volcanic material. Amer. Min. 43, 839-861.
- (29) ZABERT, L. (1988). Ostrácodos de Agua dulce del Pérmico Superior, formación Yaguari, Uruguay. 6o. Panel de Geología del Litoral 1o. Reunión de Geología. Actas p-73.

Biblioteca de la FAGRO

ID: 00249 - 1989 - 23 - 5



Boletín de investigación  
1989. no.23. ej. 5