



Estudio preliminar de recursos geológicos del Departamento Calingasta, San Juan- Argentina orientado a aplicaciones nanotecnológicas

Agustín Arroqui¹; Dolly Granados²; Germán Vargas³

Resumen

Se lleva a cabo una exploración del Grupo Sorocayense, de edad triásica, a fin de evaluar el potencial de materiales geológicos, aptos en aplicaciones nanotecnológicas. Se identifican minerales como sepiolita, halloysita, montmorillonita, y minerales de la familia de las zeolitas, los que son altamente apreciados en la aplicación mencionada. Los resultados alientan la prosecución de estudios de mayor detalle.

Palabras Clave: arcillas, zeolitas, nanopartículas

Abstract

An exploration of the Sorocayense Group, of Triassic age, is carried out in order to evaluate the potential of geological materials, suitable for nanotechnological applications. Minerals such as sepiolite, halloysite, montmorillonite, and minerals of the zeolite family are identified, which are highly valued in the nanotechnology application. The results encourage more detailed studies.

Keywords: Clay, zeolites, nanoparticles

Introducción

La industria de la nanotecnología se plantea en el presente, y a futuro, como un nuevo paradigma industrial. Entre sus aplicaciones más destacadas pueden citarse el desarrollo de nuevos materiales, aplicaciones en medicina, la industria automotriz, remediación ambiental, etc. Diversos tipos de nanopartículas naturales, como arcillas y zeolitas, se pueden utilizar en nanotecnología. La mineralogía de estas, así como la capacidad de intercambio catiónico, son características de relevancia con vistas a las aplicaciones mencionadas. El conocimiento preliminar sobre los importantes recursos mineros de la Provincia de San Juan, Argentina; y la búsqueda de nuevas alternativas de aprovechamiento y revalorización

económica, alientan la realización de este trabajo.

Ubicación y Contexto Geológico

El área de preliminar interés corresponde al estudio del Grupo Sorocayense de edad Triásica, el que se extiende sobre el flanco occidental de la Precordillera Occidental, entre las localidades de Hilario y Barreal, al este del Valle del Río Los Patos, Calingasta, San Juan (Figura 1). Existen dudas sobre la correlación lateral que pudiera existir entre las distintas localidades, esto debido a las condiciones de afloramiento y plegamiento de los estratos. Por ello se ha comenzado con un estudio sistemático de sur a norte, en la evaluación de potenciales recursos.

El Grupo Sorocayense se encuentra formado, de base a techo por: La Formación Agua de Los Pajaritos (Stipanovic y Bonetti, 1952), formada por conglomerados y areniscas gruesas; la Formación Monina (Guerstein, Nom. nov. 1982), está compuesta básicamente por areniscas, arcillitas, limolitas bituminosas, con variable contenido tobífero, que alternan cíclicamente; la Formación Hilario (Stipanovic y Bonetti, 1952): Está conformada por areniscas finas, tobíferas y limosas y limolitas muy compactas, a veces margosas; la Formación El Alcazar (Stipanovic y Bonetti, 1952), comprende 4 miembros: Miembro Chonítico (130 metros), compuesto por un conjunto piroclástico de grano muy fino y de color blanco tiza, dispuesto en láminas delgadas, con intercalación de lutitas bituminosas de poca significación. Miembro Tobas Blancas (100 a 110 metros): Está constituida por tobas compactas de color blanco en superficie fresca y tonalidades amarillentas correspondientes a zonas meteorizadas. Componen también el miembro algunos bancos conglomerádicos oscuros de 1 a 4 metros de potencia. Miembro Tobas Varicolores (80 a 100 metros): Compuesto por tobas arcilíticas, limolíticas y areniscas, con

intercalación de conglomerados. Hacia el techo se identifican estratos grises portadores de troncos fósiles silicificados y delgados niveles yesíferos de menos de 2 cm de espesor. Se ha dado como límite superior de esta unidad, a un banco muy fosilífero de color gris oscuro que está en contacto con el principal nivel bentonítico, con el que se inicia el Miembro Tobas Rosadas. Miembro Tobas

Rosadas (más de 75 metros): Compuesto a la base por un banco bentonítico de 2 metros de potencia, que pasa gradualmente a un banco compacto de tobas gruesas, rosadas, alteradas en superficie, de 9 metros de potencia; completan la sucesión, tobas de variados colores, y niveles silicificados (Basado en Baraldo y Guerstein, 1984).

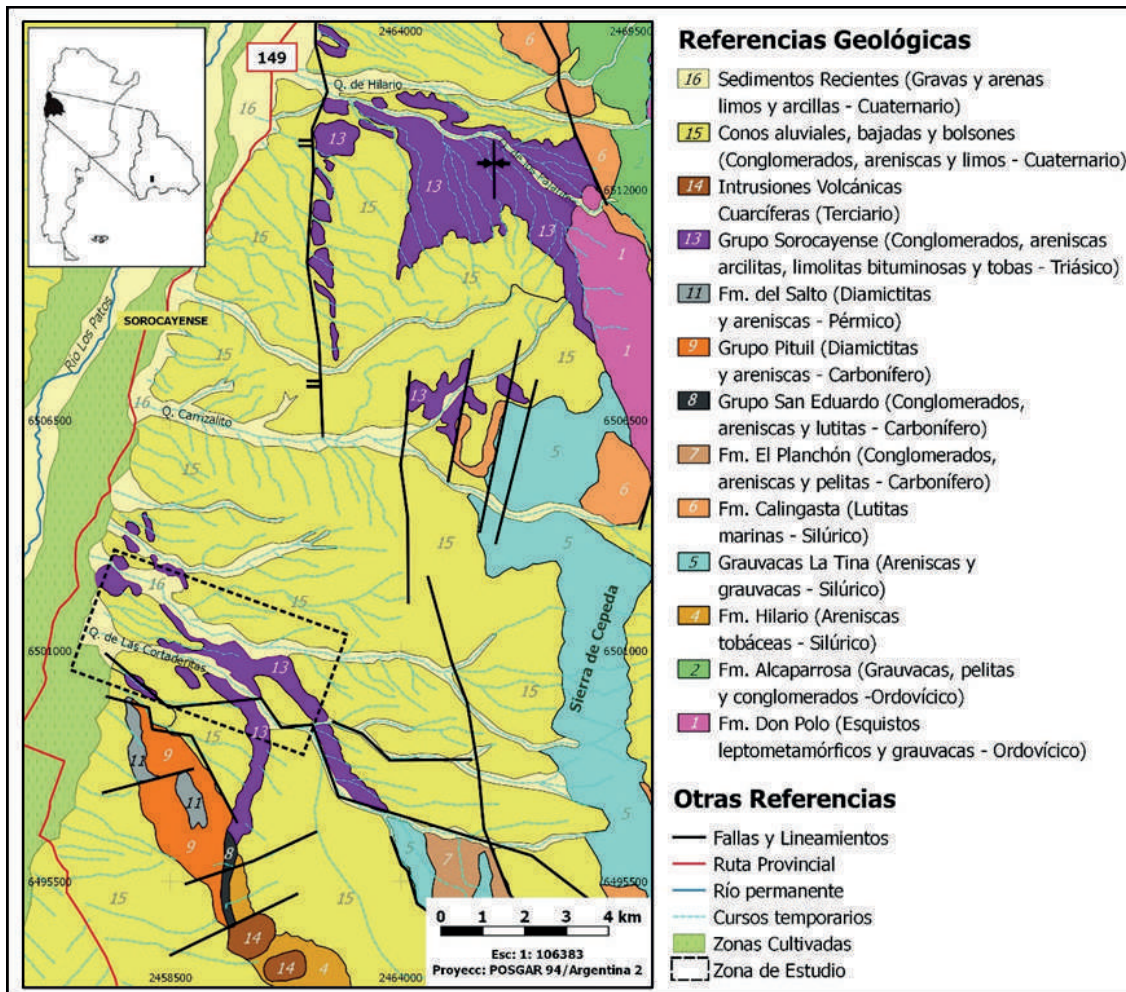


Figura 1: Geología Local

En este trabajo se presentan resultados de estudios llevados a cabo en 6 muestras del Miembro Tobas rosadas, de la Formación Alcazar. Las muestras se corresponden con niveles desvitrificados de tobas, que afloran saltuariamente en el sector sur del área de estudio, y que se corresponden con el nivel de bentonita descripto. A fin de su caracterización se ha llevado a cabo estudios de difracción de Rayos X, y medición de capacidad de intercambio catiónico, los que se describen a continuación.

Mineralogía por difracción de Rayos X

Se realiza un análisis de DRX sobre la fracción granulométrica arcilla de la muestra, separando

por decantación de los componentes de mayor granulometría. La muestra se preparó de forma orientada a fin de resaltar la participación de argilominerales. El análisis de tipo cualitativo se llevó a cabo en el IIM UNSJ. Se utilizó un equipo de DRX Shimadzu modelo 6100, mediante uso de radiación Cu K α ($\lambda=1,5406 \text{ \AA}$) y Monocromador CM-3121, 30 mA y 20 kV en la fuente de alta tensión, ángulo de barrido (2θ) comprendido entre 3° y 30° . Para la interpretación de facies minerales se empleó el software Match 3, comparando el difractograma experimental con las distintas especies minerales cargadas en la base de datos COD (Crystallography Open Database) y con el Manual de Laboratorio de Difracción de Rayos

X (USGS). Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Silicatos, -Subclase Filosilicatos: Grupo Hidromica: Illita, Hidrobiotita, Stilpnomelano, Celadonita. Grupo de las Cloritas: Clinocloro-Chamosita. Grupo Montmorillonita-Vermiculita (Esmecitas): Montmorillonita, Beidellita, Saponita. Grupo de la Caolinita- Dickita: Caolinita-Dickita, Grupo Halloysita-Alofano: Halloysita Grupo de la Sepiolita: Sepiolita. Grupo Corrensita: Corrensita.

-Subclase Tectosilicatos: Grupo del Cuarzo-opalo: Cuarzo y Ópalo. Grupo de las Plagioclasas

sódicas: Albita Grupo de los Feldespatos alcalinos: Microclino y Ortosa. Familia de las Zeolitas- Grupo Estilbita: Estilbita, Dachiardita, Barrerita, Grupo Chabacita: Chabacita-Ca, Grupo Phillipsita: Phillipsita-Harmotome-Brewsterite.

Carbonatos: Calcita. Sulfatos Hidratados: Bassanita y Yeso. La presencia de minerales de arcilla del Grupo de la Montmorillonita, de la sepiolita y haloisita son particularmente apreciados en las aplicaciones nanotecnológicas, al igual que los minerales de la familia de las zeolitas en general (Luisa Filipponi et al., 2012;

Muestra QLC 01	Especie mineral/ Abreviatura Reflexiones		Muestra QLC 02	Especie mineral/ Abreviatura Reflexiones		Muestra QLC 03	Especie mineral/ Abreviaturas Reflexiones	
	Albita-A 3.79(6),3.69(6),3.16(10) Barrerita-Ba 9.10(10), 4.66(2) Brewsterite-Br 6.4(10) Celadonita-Ce 3.64(8),3.09(8) Chabacita Ca-Cha 5.56(5),3.88(3),3.64(5) Chamosita-Ch 14.1(7) Clinocloro-Cl 14.1(8) Corrensita-Co 29(3) Dachiardita-D 3.48(10) Dickita- Di 3.59(10) Halloysita-H 4.35(7),3.59(10) Harmotome- Ha 6.25(10) Illita-I 4.44(8),4.40(3),3.35(6), Microclino-Mi 4.16(6) Sepiolita-Se 12.3(10),4.29(3)			Albita-A 3.16(10) Barrerite-Ba 4.05(10) Brewsterite- B 6.4(10) Chabacita-Ca Ch 3.88(3) Dachiardita-D 8,98(5),3.45(10),3.47(9) Dickita-Di 4.14(7) Harmotome-Ha 6.25(10) Illita-I 4.47(8) Montmorillonita-Mo 4.5(10) Opalo-O 3.13(1) Sepiolita-Se 12.3(10),3.36(7) Stilpnomelano- St 11.9(10)			Albita-A 3.78(3) Calcita-Cc 3.03(10) Caolinita-Ca 7.14(10),4.37(8),3.57(10) Chamosita-Ch 14.1(7) Clinocloro-Cl 14.1(8) Cuarzo-Q 4.25(8) Harmotome-Ha 6.20(10) Halloysita-H 3.35(4) Illita-III 4.48(8) Montmorillonita-Mo 3.07(10) Ortosa-Or 4.25(7) Phillipsita-Ph 7.6(10) Saponita-Sa 15.8(8), Sepiolita-Se 12.3(10)	
Muestra QLC 04	Especie mineral/ Abreviatura Reflexiones		Muestra QLC 05	Especie mineral/ Abreviaturas Reflexiones		Muestra QLC 06	Especie mineral/ Abreviaturas Reflexiones	
	Albita-A 3.76(6), 3.66(2) Beidellite-Be 3.95(10) Celadonita-Ce 3.09(8) Cuarzo-Q 3.34(10) Harmotome-Ha 6.20(10) Microclino-Mi 4.18(6) Phillipsita-Ph 7.64(10) Sepiolita-Se 12.3(10), 4.28(10), 3.97(6)			Albita-A 3.76(6), 3.50(1) Beidelita-Be 3,94(10), Barrerite-Ba 4.66(2) Celadonita-Ce 4.52(9) Chabacita-Ca-Cha 9.43(3) Chamosita-Ch 14.1(7) Clinocloro-Cl 14.1(8) Cuarzo-Q 3.34(10) Dickita-D 4.12(7) Estilbinita-E 8.81(5) Hidrobiotita-Hbt 11.40(8) Harmotome-Ha 6.25(10) Montmorillonita-Mo 15.3(10) Saponita-Sa 4.58(10) Sepiolita-Se 12.3(10),3.35(6), 3.18(6) Yeso-Y 3.06(6)			Albita-A 4.03(2) Beidelita-Be 4.45(10),15.1(10) Calcita-Cc 3.03(10) Clinocloro-Cl 14.1(8) Chamosita-Ch 14.1(7) Cuarzo-Q 4.25(10), 3.34(10) Harmotome-Ha 6.25(10) Halloysita-H 4.36(7) Opalo-O 3.14(1) Phillipsita-Ph 7.64(10) Sepiolita- Se 12.3(10),4.68(10) Yeso-Y 3.08(6)	

Tabla 1. Resultados del estudio de mineralogía de Rayos X.

Muestra	Masa de arcilla(g)	Volumen de sn de AM gastado(ml)	CEC promedio (meq/100 g arcilla)
QLC05	0.2002	23.66	118.20
QLC01	0.1982	25	126.14
QLC04	0.2007	19.66	97.96
QLC06	0.1987	20,83	104.81
QLC03	0.2017	17.83	88.39

Tabla 2. Resultados obtenidos en los ensayos de determinación de CIC de las arcillas.

Victoria Bernardo, et al., 2017; Swathi Satish, et al., 2017.

Determinación de la capacidad de intercambio catiónico.

En primer lugar, se realizó una molienda de los sedimentos en un mortero y luego se tamizaron para obtener polvos con tamaños de partícula inferiores a 150 μm . Se determinó la capacidad de intercambio catiónico (CIC) de los sedimentos (previamente secadas en estufa a 100°C) mediante un ensayo de titulación con azul de metileno (AM). Se preparó una solución titulante de AM 0,01 N. El ensayo se realizó por triplicado y los resultados promedio se muestran en la Tabla 2.

Bentonita Na EUA	87-88	Bentonita Na Brasil	84-86
Bentonita Na Argentina	82-84	Bentonita Policatiónica VC Brasil	71-72
Bentonita Policatiónica VL Brasil	73-74	Zeolita C-M Cubana	191-194
Zeolita M-C ZN#200P 102	185-191		

Tabla 3: Valores de Intercambio catiónico (CIC) de minerales arcillosos y Zeolita

cuenta los valores de referencia consignados en (Mondelo, et al 2014), de la tabla 3.

Conclusiones

Del análisis cualitativo pudo determinarse la presencia de los siguientes minerales: Sepiolita, montmorillonita y secundariamente Halloysita. Los valores de CIC obtenidos se interpretan relacionados a la combinación de minerales de arcilla (en especial del grupo de la Montmorillonita y subordinadamente a las zeolitas en general.

Tanto la mineralogía determinada, como los valores obtenidos del ensayo de CIC, proponen a estos materiales de interés en la prosecución de los estudios de detalle, y la evaluación hacia el norte del área analizada. También es necesario la realización de estudios para determinar la participación porcentual de los diversos minerales dentro de la muestra, tendiente a su aplicación en nanotecnología.

Bibliografía

- Baraldo, Juan A. Y Guerstein, Pablo G. 1984. Nuevo Ordenamiento Estratigráfico para El Triásico de Hilario. Calingasta, San Juan. Actas, I: 79-94. Noveno Congreso Geológico Argentino, San Carlos de Bariloche.
- Bernardo, Victoria, Judith Martín-De León, Ester Laguna-Gutiérrez, Miguel Ángel Rodríguez-Pérez, 2017. Pmma-Sepiolite Nanocomposites as New Promising Materials for the Production of Nanocellular Polymers, European Polymer

La Capacidad de intercambio catiónico refiere todos los cationes de intercambio que un mineral puede adsorber a un determinado pH, siendo equivalente a la suma de todas las cargas negativas del material. La CIC se expresa, en general, en unidades de miliequivalentes (meq) de cationes intercambiables por 100g de material; es decir la unidad es meq.100g-1(Schoonheydt et al, 2018). Esta propiedad es una de las principales dentro del grupo de las esmectitas, mineral arcilloso constituyente de las bentonitas y también dentro de la familia de las zeolitas. La misma da una idea cuantitativa y cualitativa de la tendencia del mineral a la intercalación, siendo este factor muy importante en la capacidad de adsorción del mineral, y aplicaciones nanotecnológicas. Los valores obtenidos son alentadores teniendo en

Journal, Volume 96, 2017, Pages 10-26, ISSN 0014-3057.

- Filliponi, Luisa and Duncan Sutherland, 2012. Nanotechnologies, Principles, Applications, Implications and Hands-On Activities. Isbn 978-92-79-21437-0 Directorate-General for Research And -Innovation Industrial Technologies (Nmp)European Union, 2012.
- Mondelo-García, Francisco-Jesús, 2014. Caracterización de Bentonitas y Zeolitas sin Tratamiento Como Refuerzo en Materiales Compuestos de Matriz Polimérica. Ingeniería Mecánica. Vol.17, N.1.
- Quartino, Bernabé J., Zardini, Raúl A. y Amos, Arturo J. 1971. Estudio y Exploración Geológica De La Región Barreal-Calingasta. Provincia de San Juan, República Argentina. Monografía N°1. Asociación Geológica Argentina. Buenos Aires.
- Schoonheydt, Robert A., Cliff T. Johnston, Faiza Bergaya, 2018. Clay minerals and their surfaces, Editor(s): R. Schoonheydt, C.T. Johnston, F. Bergaya, Developments in Clay Science, Elsevier, Volume 9, Pages 1-21, ISSN 1572-4352, ISBN 9780081024324.
- Swathi Satish, Maithri Tharmavaram, And Deepak Rawtani, 2017. Halloysite Nanotubes as a Nature's Boon for Biomedical Applications. European Polymer Journal. Volume 96, November 2017, Pages 10-26