

## **Correlación mineralógica y geoquímica de la formación Las Águilas entre Sierra de la Juanita y Cuchilla de Las Águilas, Barker, Buenos Aires.**

Joaquín NIGRO <sup>1</sup>, María Laura DELGADO <sup>2</sup>, Mario TESSONE <sup>2</sup>, Raúl FERNÁNDEZ <sup>1</sup>,  
Ricardo ETCHEVERRY <sup>3</sup> y Mercedes CARLINI <sup>2</sup>

<sup>1</sup>Comisión de Investigaciones Científicas de la provincia de Buenos Aires. CICBA.

[joaquin\\_nigro@yahoo.com.ar](mailto:joaquin_nigro@yahoo.com.ar).

<sup>2</sup>Instituto de Recursos Minerales (INREMI) Facultad de Ciencias Naturales y Museo. UNLP.

<sup>3</sup>Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. CONICET.

### **RESUMEN**

La Formación Las Águilas en la región Barker, Buenos Aires, se encuentra distribuida entre la Sierra de La Juanita y Cuchilla de Las Águilas, presentando niveles pelíticos con altos contenidos en hierro. Esta contribución trata de comparar estos niveles entre ambas sierras, tanto mineralógica como geoquímicamente. Los estudios no solo permitieron comprobar que existe una correlación, sino que también se detectaron importantes anomalías en Tierras Raras y la presencia de Parisita-(Ce) como portadora de dichos elementos.

*Palabras clave: mineralogía – geoquímica – Barker – Tandilia – Parisita*

### **ABSTRACT**

Las Águilas Formation in the region of Barker, Buenos Aires, is distributed between Sierra de La Juanita and Cuchilla de Las Águilas, presenting pelitic levels with high contents of iron. This contribution tries to compare the levels between both ranges, both mineralogical as geochemically. Studies not only allowed checking that there is a correlation, but also detected significant anomalies in rare earth elements and the presence of Parisite-(Ce) as the bearer of such elements.

*Keywords: mineralogy – geochemistry – Barker – Tandilia – Parisite.*

### **1. INTRODUCCIÓN**

En esta contribución se exponen los resultados de los estudios preliminares realizados en el en el marco del proyecto de para usos industriales”. El área de trabajo se localiza en las proximidades de las localidades de Barker y Villa Cacique, provincia de Buenos

investigación: “Estudio de depósitos de arcillas con altos contenidos de Fe y Al en el ámbito de las Sierras Septentrionales. Determinación de sus génesis y potencialidad del recurso

Aires. Este proyecto contempla fundamentalmente la realización de estudios geológicos y geoquímicos para localizar y

dimensionar la potencialidad de los diferentes niveles pelíticos ferruginosos presentes en las Formaciones Las Águilas y Villa Mónica, pertenecientes al Grupo Sierras Bayas de edad neoproterozoica, así como contribuir a explicar su génesis y su potencial aplicación industrial.

Si bien las Sierras Septentrionales cuentan con distintos tipos de depósitos de arcillas, se consideró que en el área de Barker - Villa Caci que se representa la mejor exposición de

estos niveles ferríferos, principalmente en los diferentes frentes de canteras de arcillas en explotación y otras paralizadas. Esta zona corresponde al partido de Benito Juárez, en el sector central de la Provincia de Buenos Aires (Fig. 1). En el presente trabajo se correlacionaron geoquímicamente los diferentes niveles estratigráficos asignables a la Formación Las Águilas, a través del relevamiento y los muestreos efectuados en las canteras emplazadas en la Cuchilla de las Águilas y en la Sierra de la Juanita.



Fig. 1: mapa de ubicación de los sectores de estudio. Modificado de Iñiguez et al., 1989.

## 2. METODOLOGÍA

Se efectuó un relevamiento geológico-estructural del área, efectuándose muestreos en las escasas exposiciones naturales presentes en la Sierra de la Juanita y en las diferentes canteras emplazadas en ambas unidades.

En estas canteras se tomaron al menos una muestra por nivel. Se realizó un muestreo sistemático en canaletas, dando como resultado la obtención de 52 muestras, de las cuales se seleccionaron 18 para realizar los análisis químicos por elementos mayoritarios, minoritarios y traza según las siguientes técnicas y rutinas: ME-XRF12st, ME-MS81, ME-4ACD81 y ME-MS42. Asimismo se efectuaron determinaciones a través de DRX con un equipo Philips PW 3710 sin monocromador y con tubo de cobre, interpretándose los diagramas resultantes con el software X Powder versión 2010.01.02, pudiéndose establecer una asociación mineralógica para los niveles ferruginosos.

## 3. GEOLOGÍA REGIONAL

Las Sierras Septentrionales de Buenos Aires constituyen un cordón discontinuo controlado por una estructura de bloques (Teruggi y Kilmurray, 1980), que se extiende con orientación noroeste-sureste por unos 300 kilómetros. Estos bloques de perfil asimétrico, están separados por fallas y alineados según ellas. Las megaestructuras fundamentales coinciden con las direcciones NO-SE y NE-SO. De acuerdo a Poiré y Spalletti (2005) las Sierras están integradas por un basamento de rocas ígneo-metamórficas (Complejo Buenos Aires, Precámbrico) y por secuencias sedimentarias neoproterozoicas, integradas por el Grupo Sierras Bayas (compuesto de piso a techo por las Formaciones Villa Mónica; Cerro Largo; Las Águilas y Loma Negra) y la Formación Cerro Negro. Se continúa estratigráficamente con la Formación Balcarce (Cambro-Ordovícico?), sobre las que yacen sedimentos cuaternarios. Cabe

aclarar que asociados al basamento y a cinco de las secuencias sedimentarias, se presentan yacimientos de arcillas de diferentes tipos, en particular las consideradas en la contribución.

### 3.1 Geología local

En la zona de Barker-Villa Cacique se reconoció la Formación Las Águilas (Zalba, 1978), tanto en Cuchilla de Las Águilas como en la Sierra de La Juanita. Dicha Formación está conformada por tres litofacies: inferior, media y superior, constituyendo un paquete de unos 25 a 30 metros de espesor, que buza ligeramente al OSO (Fig. 2).

Esta Formación presenta en su base una brecha de ftanita de 1 a 5 m de espesor; por encima se determinó un conjunto de pelitas ferríferas masivas de gran importancia económica para el área, ya que presenta en algunos sectores contenidos de hasta 70%  $Fe_2O_3$ , a modo de niveles continuos que alcanzan los 7 m de espesor. Suprayace a

este banco de arcillas masivas, una laminación de niveles ferríferos que le impone un carácter bandeado a dicho horizonte, con espesores de hasta 3 m. Sobre el mismo se apoya una sucesión de facies pelíticas y bancos de areniscas cuarcíticas de geometría lentiforme con espesores de hasta 15 m, que en sectores se presentan flexurados formando pliegues asimétricos.

En estas zonas, los depósitos de óxidos y arcillas ferruginosas eran considerados como de hábito "bolsoneo". Sin embargo estudios geológico-estructurales efectuados permitieron plantear que las discontinuidades de los niveles con Fe están ocasionadas por fracturas de carácter local, con escasos rechazos verticales (Etcheverry et al., 2010). Este nuevo planteo le otorga una mayor continuidad espacial a los niveles ferríferos, dado su carácter mantiforme, en particular en aquellos sitios donde no fueron afectados por fallamiento.

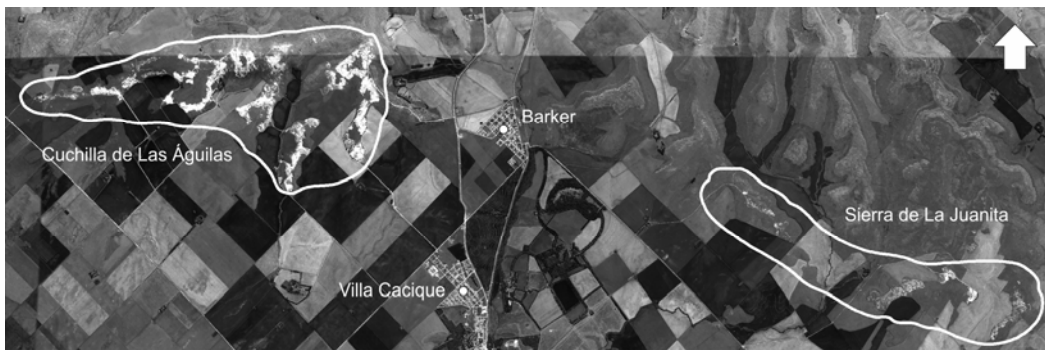


Fig. 2: región de estudio, delimitadas las zonas muestreadas de Cuchilla de las Águilas al oeste y Sierra de La Juanita al este.

En todas las canteras visitadas (La Elisa; La Carreta; El Fortín; La Ramona; Martín Fierro y Bermeja) se reconocieron y muestrearon tres niveles (Fig. 3), en base a sus características físicas y sedimentológicas. Sobre muestras seleccionadas se realizaron análisis geoquímicos por elementos mayoritarios y minoritarios (Tabla 1). En orden estratigráfico ascendente se extrajeron muestras de: 1-

pelitas ferruginosas masivas; 2- pelitas rojas laminadas; 3- pelitas blancas. De acuerdo a las diferentes canteras se determinaron espesores máximos de 15 metros y mínimos de 6 metros para estos tres niveles. Los óxidos de hierro se presentan en forma compacta, con colores rojos en general y en parte violáceo-morados.

Elemento	Sierra de La Juanita			Cuchilla de Las Águilas		
	Pelitas Blancas	Pelitas Rojas Laminadas	Pelitas Rojas Masivas	Pelitas Blancas	Pelitas Rojas Laminadas	Pelitas Rojas Masivas
SiO <sub>2</sub>	51,27	34,80	23,05	55,07	39,70	22,01
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	31,27	27,38	17,19	30,27	31,13	16,72
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,72	25,65	44,78	1,89	15,37	49,55
MnO	0,01	0,04	3,52	0,01	0,02	1,15
MgO	0,24	0,20	0,22	0,28	0,24	0,18
CaO	0,18	0,16	0,34	0,43	0,17	0,26
Na <sub>2</sub> O	0,50	0,39	0,19	0,32	0,34	0,22
K <sub>2</sub> O	5,68	3,31	1,50	4,47	4,01	1,79
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,23	0,21	0,65	0,10	0,22	0,50
TiO <sub>2</sub>	0,67	1,28	0,12	1,60	1,62	0,75
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
SrO	0,11	0,06	0,12	0,03	0,09	0,11
BaO	0,20	0,15	0,09	0,12	0,12	0,09

Tabla 1: contenidos medios de elementos mayoritarios de cada nivel pelítico para cada sierra.

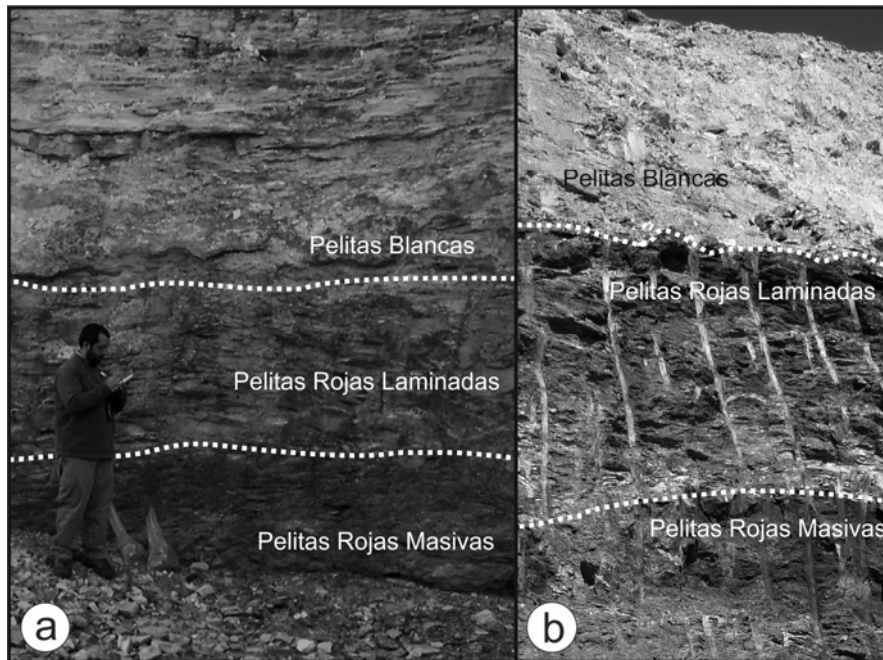


Fig. 3: a- Niveles reconocidos en la cantera El Fortín, Cuchilla de Las Águilas; b- Los mismos niveles, observados en la cantera Martín Fierro, Sierra de La Juanita.

#### 4. DISCUSIÓN

##### 4.1 Análisis de los resultados geoquímicos

Al comparar las muestras de la Sierra de La Juanita con las de Cuchilla de Las Águilas, se pudo observar que los patrones de distribución de los elementos mayoritarios

y minoritarios se correlacionan perfectamente. En la Fig. 4 se pueden observar las correlaciones para cada nivel. Los mayores contenidos de hierro se observan en las pelitas rojas masivas, debido a la presencia de óxidos e hidróxidos de hierro en su composición. Por otro lado, los niveles ferruginosos bandeados manifiestan tenores menores, respecto a las pelitas rojas masivas, en  $Fe_2O_3$ , y mayores en  $SiO_2$  y  $Al_2O_3$ , dado por la combinación de óxidos e hidróxidos de hierro con argilominerales.

Finalmente las pelitas blancas muestran valores en  $SiO_2$  y  $Al_2O_3$ , debido a su mineralogía integrada principalmente por argilominerales (en especial illita). Es para destacar que todos estos niveles presentan altos contenidos en elementos de las Tierras Raras (ETR), en especial las pelitas rojas masivas. En la Tabla 2 se muestran los contenidos promedios de Tierras Raras de cada nivel considerado.

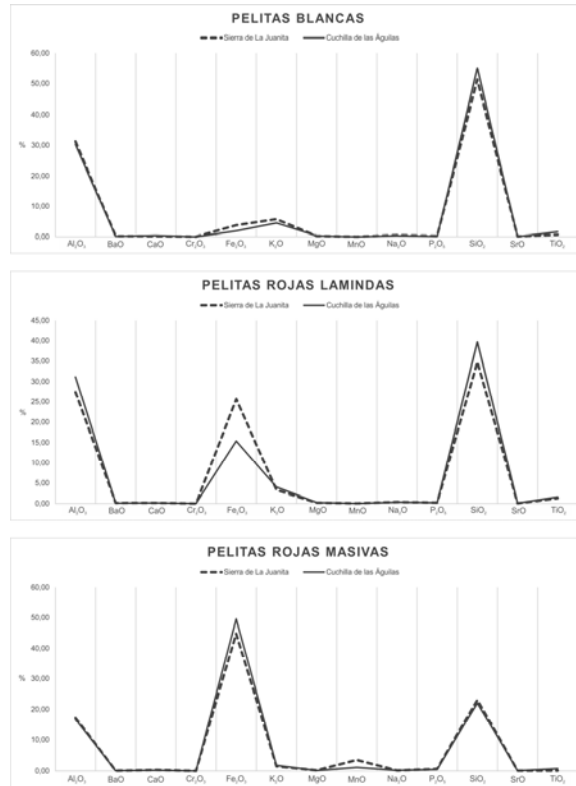


Fig. 4: porcentajes de elementos mayoritarios y minoritarios en ambas sierras (n= 18).

Elemento	Pelitas Blancas	Pelitas Rojas Laminadas	Pelitas Rojas Masivas
La	91,4	158,4	325,5
Ce	219,9	417,8	1284,5
Pr	18,9	28,3	67,0
Nd	66,2	83,0	225,6
Sm	13,1	11,7	33,8
Eu	2,9	2,4	5,9
Gd	9,9	9,2	20,7
Tb	1,3	1,3	2,6
Dy	7,1	7,6	11,5
Ho	1,3	1,5	1,8
Er	3,9	4,5	4,2
Tm	0,6	0,7	0,6
Yb	3,9	4,6	3,7
Lu	0,6	0,7	0,5
Y	34,9	39,1	33,9
<b>Total</b>	<b>475,9</b>	<b>771,0</b>	<b>2021,7</b>

**Tabla 2:** contenidos medios de Tierras Raras + Y en ppm de cada nivel arcilloso.

Se puede resaltar además que los tenores en el contenido de ETR de las pelitas rojas masivas podrían tener potencialidad

económica, si son comparados con el yacimiento *Iron Hill Carbonatite Complex*, en explotación (Tabla 3).

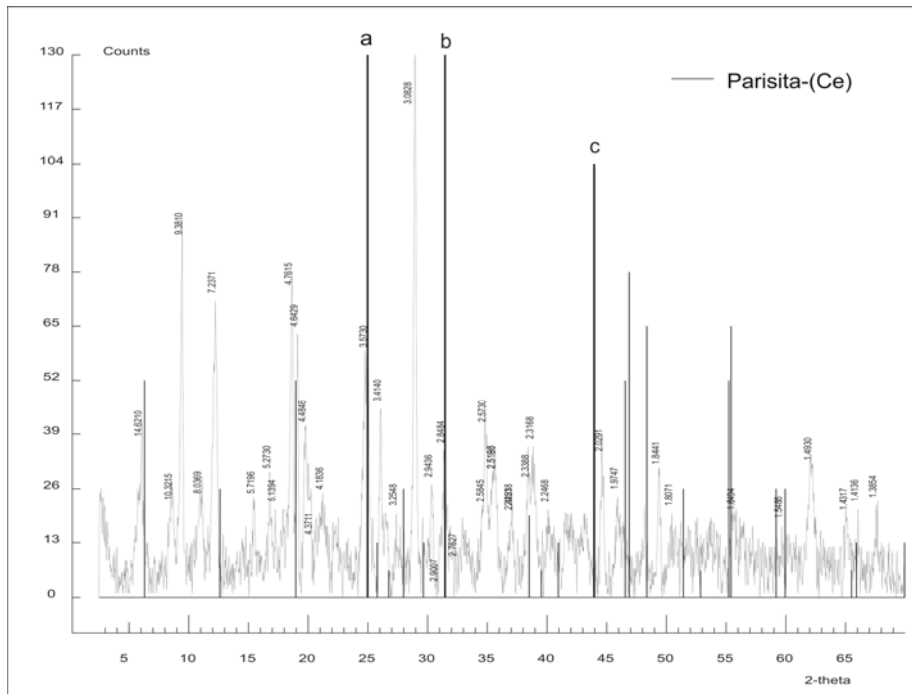
Elemento	Pelitas Rojas Masivas	Iron Hill Carbonatite Complex	
		Carbonatitas	Piroxenitas
La	325,5	344,0	264,0
Ce	1284,5	681,0	508,0
Pr	67,0	89,7	60,2
Nd	225,6	337,0	227,0
Sm	33,8	47,8	39,1
Eu	5,9	11,0	10,6
Gd	20,7	33,7	31,1
Tb	2,6	3,7	3,6
Dy	11,5	8,0	14,1
Ho	1,8	1,1	2,0
Er	4,2	2,6	4,5
Tm	0,6	0,3	0,5
Yb	3,7	1,6	2,5
Lu	0,5	0,2	0,3
Y	33,9	27,9	47,8
<b>Total</b>	<b>2021,7</b>	<b>1589,7</b>	<b>1215,3</b>

**Tabla 3:** comparación del contenido en Tierras Raras + Y en ppm de las pelitas rojas masivas con el yacimiento *Iron Hill Carbonatite Complex*.

#### 4.2 Resultados de los estudios mineralógicos

Los estudios por difracción de rayos X y las determinaciones petrográficas realizadas permitieron establecer asociaciones minerales en los diferentes niveles muestreados. Esta mineralogía se corroboró con los resultados geoquímicos. Las asociaciones mineralógicas identificadas varían entre distintas proporciones de hematita, goethita y óxidos de hierro indiferenciados, cuarzo, caolinita ( $\pm$  illita y esmectitas) y pirofilita, fundamentalmente. Los niveles de pelitas ferruginosas masivas están formados por hematita y goethita, con presencia de caolinita, illita, esmectitas y

pirofilita. La presencia de elevados contenidos en ETR en estos niveles, especialmente en cerio, lantano y neodimio, se puede atribuir a la presencia de variedades de la parisita, observada en los difractogramas (Fig. 5), principalmente la parisita s.s.  $(\text{Ce})(\text{Ca}(\text{Ce},\text{La})_2(\text{CO}_3)_3\text{F}_2)$  y la parisita-(Nd)  $(\text{Ca}(\text{Nd},\text{Ce},\text{La})_2(\text{CO}_3)_3\text{F}_2)$ . Los niveles de pelitas ferruginosas laminadas presentan caolinita, pirofilita, illita, esmectitas y hematita en cantidades similares, con menores proporciones de cuarzo. Por último los niveles de pelitas blancas están conformados por illita, pirofilita, esmectitas, cuarzo y caolinita.



**Fig. 5:** difractograma de rayos X de la muestra 11.048 (pelita roja masiva) con picos representativos de la Parisita-(Ce); realizado con Xpovder. Los picos principales a, b y c corresponden a los espaciados 3.565, 2.838 y 2.060 respectivamente.

## 5. CONCLUSIONES

Para los niveles con hierro de la Formación Las Águilas, en la Sierra de La Juanita y Cuchilla de Las Águilas, se determinó una alta correlación a partir de los contenidos en elementos mayoritarios, minoritarios y trazas; así como una composición mineralógica semejante. Esta correlación entre ambas sierras, separadas unos 10 km, le otorga al sector una importante potencialidad como recurso de una fuente futura de hierro para las industrias cementera y de los pigmentos.

En cuanto a los contenidos totales de ETR, son destacables y comparables con algunos yacimientos mundiales de dichos elementos. Las anomalías en lantano, cerio y neodimio observadas se corresponden con la especie mineral parásita (carbonato de calcio con Ce, La y Nd), determinada por difracción de rayos X.

La potencialidad y características de los niveles pelíticos ferruginosos en cuanto a su contenido en hierro y ETR, ameritan proseguir con los estudios para definir su génesis e importancia económica.

## 6-TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Etcheverry R., Tessone M.O.R., Caballé M. y Fernández R., 2010. Niveles de arcillas ferruginosas en las Sierras Septentrionales de Buenos Aires, Argentina. Su aprovechamiento industrial. VIII Jornadas Iberoamericanas de Materiales de Construcción. Organizado por Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas de Madrid. Lima, Perú. Actas, p. 137-142.
- Iñiguez A.M., Del Valle A., Poiré D.G., Spaletti L. y Zalba P.E., 1989. Cuenca Precámbrica-paleozoica Inferior de Tandilia, Provincia de Buenos Aires. Cuencas Sedimentarias Argentinas. Editores Chebli W. y Spaletti L., Serie Correlación Geológica, 6, p. 245-263.
- Poiré D., & Spaletti L., (2005): La cubierta sedimentaria precámbrica-paleozoica inferior del Sistema de Tandilia. En Relatorio del XVI Congreso Geológico Argentino: "Geología y recursos minerales

de la Provincia de Buenos Aires". Eds: de Barrio,R., Etcheverry, R., Caballé, M. & Llambías, E - Asociación Geológica Argentina, 51- 68.

Teruggi M. y Kilmurray J., 1980. Sierras Septentrionales de la Provincia de Buenos Aires. II Simposio de Geología Regional Argentina, Córdoba, II, p. 919-966.

Zalba P.E., 1978. Estudio geológico-mineralógico de los yacimientos de arcillas de la zona de Barker, partido de Juárez, Provincia de Buenos Aires y su importancia económica. Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, Tesis Doctoral 362, 75 pp, inédito.

*Agradecimientos:* al Dr. Isidoro Schalamuk por los aportes realizados.