



## ROCAS RIOLÍTICAS EN AGREGADOS PARA CONCRETO. SU FACTIBILIDAD DE USO BASADA EN LA PETROGRAFÍA

Maiza, P. J.<sup>1,2</sup> y Marfil, S. A.<sup>1,3</sup>

1. Profesor Dpto. de Geología – Universidad Nacional del Sur. San Juan 670. 8000 Bahía Blanca. TE: 0291-4595184. FAX. 0291-4595148. email: [smarfil@criba.edu.ar](mailto:smarfil@criba.edu.ar)
2. Investigador Principal CONICET
3. Investigador Adjunto s/d CIC de la Prov. de Bs. As.

### RESUMEN

El propósito del presente trabajo es estudiar la factibilidad de uso de rocas volcánicas de composición riolítica como agregados para concreto. En especial, su potencial reactividad frente a la reacción álcali-sílice (RAS).

Se trabajó sobre muestras de afloramientos provenientes de las Prov. de Río Negro y Chubut (Argentina).

Se estudió la textura, grado de alteración, presencia de vidrio en la pasta y otras características que inducirán a un comportamiento deletéreo frente a la RAS. Se utilizó difracción de rayos X para la identificación de minerales de alteración, principalmente los productos de reacción.

Se compararon los resultados del estudio petrográfico con los obtenidos por métodos de ensayo convencionales tales como el método acelerado de la barra de mortero (ASTM C9-P214) y el método químico (ASTM C-289).

Se concluyó que las rocas riolíticas, cuando constituyen una parte importante de los agregados para concreto, deben ser estudiadas previamente en detalle ya que la presencia de vidrio fresco, minerales lábiles y/o alteración, pueden desarrollar reacciones deletéreas.

### INTRODUCCION

En trabajos previos se evaluó el comportamiento de rocas basálticas frente a la RAS, cuando participan como agregados en concreto. En Argentina son muy extensos los afloramientos de este tipo de rocas y su uso como agregado es muy frecuente. Se han construido importantes obras tales como los diques Yacyretá y Salto Grande, puentes y caminos. Si bien por sus características físico-mecánicas constituyen un material aceptable para concreto, la presencia de especies deletéreas tales como vidrio volcánico, sílice criptocristalina y arcillas expansivas lo tornan un material potencialmente deletéreo. Se estudiaron más de 20 yacimientos de diferentes provincias de Argentina, utilizando los métodos físicos y químicos normalizados, donde se observó un comportamiento diferencial. Se encontraron rocas aptas y otras altamente reactivas, aún dentro de un mismo yacimiento. (Maiza et al. 1995 y Marfil et al. 1998). El estudio petrográfico resultó de

gran utilidad para establecer su potencial reactividad (Marfil y Maiza, 1996; Maiza y Marfil 1998).

En Argentina, existen también grandes afloramientos de riolitas y tobas riolíticas. Abarcan extensos sectores en las provincias de Río Negro, Chubut, Santa Cruz, Neuquén y La Pampa, en su mayoría de edad Triásico-Jurásico con intrusiones que llegan al Terciario.

Las pastas son predominantemente vítreas, a veces desarrollan texturas perlíticas, que consisten en fracturas concéntricas las que le otorgan a la roca importante permeabilidad y por lo tanto mayor susceptibilidad a ser meteorizada y luego lixiviada. El proceso de desvitrificación transforma a las pastas vítreas en agregados felsíticos criptocristalinos compuestos principalmente de cuarzo o tridimita y calcedonia, abundantes minerales arcillosos, otros silicatos y algunos óxidos principalmente de hierro.

Los principales procesos de alteración que se desarrollan son: sericitización, carbonatación, silicificación, argilización y ceolitización, los que influyen notablemente en la liberación de sílice y elementos alcalinos.

Fragmentos de estas rocas participan con porcentajes variables en los agregados gruesos (canto rodado), y finos (arenas). También han sido trituradas y usadas con éxito en obras de ingeniería importantes (Dique Ameghino, Prov. de Chubut).

## **OBJETIVOS**

Estudiar la composición petrográfico-mineralógica de los principales afloramientos de rocas riolíticas de las provincias de Río Negro y Chubut con el objeto de determinar su factibilidad de uso como agregado para concreto.

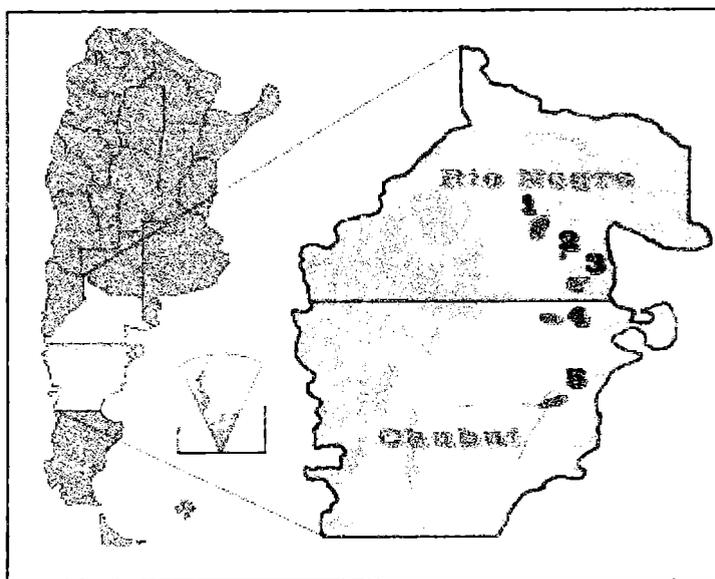
## **MATERIALES Y METODOS**

Se estudiaron riolitas y tobas de 13 localidades de las Prov. de Río Negro y Chubut. Ellas son: Dique Ameghino, Villegas, Cantera 60, Cerro Alto, Sierra Chata (negra y roja) de la Prov. de Chubut y Pajalta, Don Ricardo (La Cruz y Mirador), Sierra Grande, Sierra Colorada, Tobas 1 y 2 Paileman y Pajalta de la Prov. de Río Negro. (Figura N° 1).

Todos los afloramientos mencionados son parte de la Fm Marifil, de edad Triásico medio a Jurásico medio (Rapela et al. 1996).

Para determinar la composición petrográfica, textura y alteraciones, se trabajó con un microscopio de polarización Olympus, trinocular, con cámara de video de alta resolución y programas computarizados para tratamiento de imágenes y cuantificaciones. Para el estudio de los minerales de alteración, se trabajó con un difractómetro Rigaku D-max IIC con radiación de Cu K $\alpha$  y monocromador de grafito, con 35 KV y 15 mA, para muestras naturales, expandidas con etilen glicol y calcinadas.

Los resultados se compararon con los obtenidos en trabajos previos (Maiza et al. 1995 y Marfil et al. 1998) por los métodos de ensayo normalizados: ensayo acelerado (ASTM C9 P-214) y método químico (ASTM C-289).



#### REFERENCIAS:

1. Área Los Menucos: Don Ricardo, Sierra Colorada (La Cruz y Mirador).
2. Pajalta, Toba 1 y 2 Paileman.
3. Sierra Grande.
4. Sierra Chata (negra y roja).
5. Área del valle del río Chubut: Dique Ameghino, Villegas, Cantera 60, Cerro Alto.

Figura N° 1. Mapa de ubicación

## RESULTADOS OBTENIDOS

Se analizó la composición mineralógica, textura, relación fenocristales/pasta, tamaño de los microcristales, tipos de alteración y presencia de vidrio volcánico. En la tabla N° 1 se resumen los resultados obtenidos.

Estos se compararon con la sílice disuelta determinada según lo establecido en la norma ASTM C-289. (Tabla N° 2). En un trabajo previo, Marfil et al. (1995) concluyeron si los valores de sílice disuelta son menores a 10 mg el material puede considerarse inocuo, entre 10 y 20 es dudoso y deben realizarse ensayos complementarios que permitan calificar el material y si supera los 20 mg se considera deletéreo.

Los resultados obtenidos tanto con la petrografía como en el método químico, son comparables con el comportamiento determinado en el ensayo acelerado de las barras de mortero (ASTM C9 P 214), para la mayoría de las muestras ensayadas.

Tabla N° 1: Petrografía

Localidad	Textura de la pasta	% de pasta	Alteración		Presencia de vidrio
			Pasta	Fenocristales	
Dique Ameghino	Microcristalina	60	Illita	Illita-calcita	No
Villegas	Microcristalina - microfelsítica	75	Argilización Silicificación	Illita	Si
Cantera 60	Felsítica fluidal	45	Argilización ceolitización Silicificación	Illita	Si
Sierra Chata roja	Intersertal hialopilítica	35	Argilización ceolitización	Illita	Si
Sierra Chata negra	Intersertal	40	Argilización Ceolitización Silicificación	Illita Calcita	Si
Cerro Alto	Hialopilítica	40	Argilización Ceolitización Silicificación	Illita Calcita Caolín	Si
Sierra Colorada Mirador	Intersertal	60	Argilización Ceolitización Silicificación	Calcita Illita	Si
Sierra Colorada La Cruz	Intersertal	55	Argilización Silicificación	Illita-caolín	Si
Pajalta	Intersertal	45	Argilización	Calcita - Sílice	Si
Don Ricardo	Intersertal	75	Argilización	Illita -Clorita Calcita	Si
Sierra Grande	Intersertal	65	Argilización Silicificación	Illita Sílice	Si
Toba 1 Paileman	Microfelsítica	90	Argilización	Illita	Si
Toba 2 Paileman	Hialopilítica	85	Carbonatación Argilización	Illita Montmorillonita	Si
Pajalta	Microfelsítica	60	Argilización Silicificación	Illita Calcita	Si

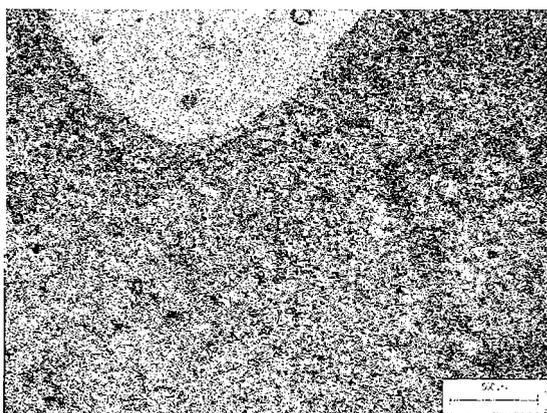
Tabla N° 2: Sílice soluble determinada por el método de ensayo químico

Muestra	Sílice soluble (mg)	Calificación
Dique Ameghino	9.3	*
Villegas	15.9	**
Cantera 60	23.5	***
Sierra Chata negra	30.6	***
Sierra Chara roja	44.9	***
Cerro Alto	48.0	***
Sa. Colorada Mirador	34.3	***
Sa. Colorada La Cruz	39.5	***
Pajalta	19.3	**
Don Ricardo	10.5	**
Sierra Grande	10.8	**
Toba 1 Paileman	8.6	*
Toba 2 Paileman	15.8	**
Pajalta	8.8	*

Referencias:

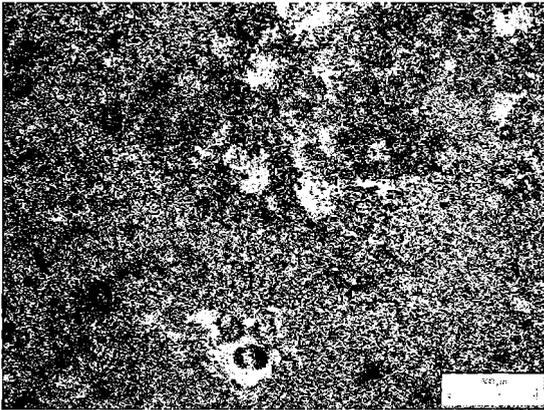
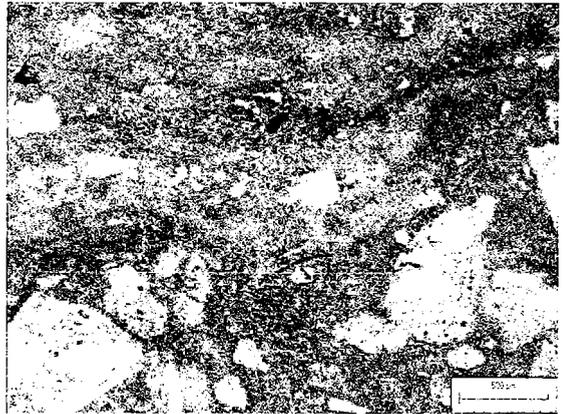
- \* Inocua
- \*\* Dudosa
- \*\*\* Reactiva

En la fotomicrografía N° 1 se muestra la textura microcristalina de la riolita de Florentino Ameghino, de comportamiento inocuo. (La expansión en las barras fue de 0.081 % a los 28 días). La fotomicrografía N° 2 corresponde a una muestra del yacimiento Sierra Chata negra. Esta roca fue de las más reactivas tanto por método químico como en las barras de mortero, en este último dio una expansión de 0.259 a los 28 días. En la fotomicrografía N° 3 se observa la textura de una toba riolítica (toba 2 Paileman), calificada como dudosa por la sílice disuelta en el método de ensayo químico, aunque por sus características petrográficas debe considerarse potencialmente reactiva.



Fotomicrografía N° 1: Riolita Florentino Ameghino. Fenocristales de cuarzo y feldespato en una pasta microcristalina.

Fotomicrografía N° 2: Sierra Chata negra.  
Fenocristales de cuarzo y feldespato en una  
pasta hialopilitica fluidal.



Fotomicrografía N° 3: Toba 2 Paileman.  
Litoclasto silicificado en una matrix  
argilizada.

## DISCUSION DE LOS RESULTADOS

Las muestras que resultaron inocuas por los métodos físico y químico, corresponden a las rocas cristalinas y con pastas de grano grueso recrystalizadas. (Dique Ameghino y Villegas).

Las muestras más reactivas por ambos métodos corresponden a las rocas con pastas vítreas, con vidrio relicto, que han sufrido un proceso de silicificación y contienen sílice microcristalina y/o caicedonia. El resto de las pastas están constituidas por minerales arcillosos. (Cantera 60; Sierra Chata negra; Sierra Chata roja y Cerro Alto).

Pajalta está próxima a los límites establecidos por las normas. Esto se debe a que si bien aún conserva vidrio volcánico relicto, gran parte de la pasta se encuentra recrystalizada.

Las muestras de Sierra Colorada (La Cruz y Mirador), liberaron gran cantidad de sílice en el método químico, pero no mostraron expansión en las barras de mortero. Esto se explica por el contenido muy abundante de sílice microcristalina como consecuencia de un fuerte proceso de silicificación. Esta es metaestable y fácilmente lixiviable en NaOH. La falta de expansión es debida a que se estaría produciendo un efecto puzolánico.

En las rocas de Don Ricardo y Sierra Grande ocurre lo contrario, es decir las expansiones de las barras las califican como deletéreas aunque liberan muy escasa cantidad de sílice. Estas rocas

contienen abundante vidrio volcánico fresco y grano más grueso. En trabajos anteriores (Maiza et. al) han estudiado el comportamiento del vidrio volcánico fresco con los métodos de ensayo convencionales y se concluyó que el vidrio riolítico manifiesta expansiones deletéreas aunque en el método químico la sílice lixiviada es muy escasa.

## CONCLUSIONES

- Las rocas riolíticas con pastas totalmente recristalizadas y de grano grueso son aptas para ser utilizadas como agregado para concreto.
- Si contienen vidrio volcánico fresco o alterado a minerales arcillosos aportará sílice y elementos alcalinos al medio los que provocarán reacciones deletéreas en el concreto.
- Los procesos de alteración posteriores, tales como silicificación, con cristalización de minerales como calcedonia o cuarzo fino las tomará potencialmente reactivas frente a la RAS.
- El estudio petrográfico de detalle constituye el primer paso para decidir sobre la aptitud de este tipo de rocas para ser utilizadas como agregados para concreto. Si se identifican minerales deletéreos es aconsejable realizar ensayos complementarios normalizados (tales como el método químico y barras de mortero).
- Rocas de composición litológicamente semejante forman parte de agregados naturales en porcentajes variables (arenas y gravas). Se considera importante evaluar la influencia de las rocas riolíticas en la reactividad alcalina potencial cuando constituyen agregados para concreto.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Universidad Nacional del Sur, al CONICET y a la CIC de la Prov. de Buenos Aires por el apoyo brindado y al Sr. Rodolfo Salomón por la colaboración en la obtención y compaginación de las fotomicrografías.

## REFERENCIAS

- ASTM C-9-P214. 1990. Standard test method for potential alkali reactivity of cement – aggregate combinations (accelerated - method). Books of Standards 04.02 p. 739.
- ASTM C-289. 1995. Standard test method for potential alkali reactivity of aggregates. (Chemical method). Books of Standards 04.02 p. 159.
- Maiza P. J.; S. A. Marfil; O. R. Batic y J. D. Sota (1995). Estudio comparativo de rocas basálticas frente a la RAS. XII Reunión de la AATH. Memorias. La Plata. 127 - 140.
- Maiza, P. J. y S. A. Marfil (1998). Comportamiento de rocas basálticas en hormigón, frente a la reacción álcali – sílice. II Congreso Uruguayo de Geología. Actas. Pp. 134-137. Punta del Este. Uruguay.
- Marfil, S. A. y Maiza, P. J. (1996). Características petrográfico-mineralógicas de la alteración de basaltos de la Meseta de Somón Curá, Prov. de Río Negro. III Reunión de Mineralogía y Metalogenia. Public. N°5. INREMI. Actas: 287-293. La Plata.
- Marfil, S., Maiza, P., Batic, O. y Sota, J. 1995. La sílice disuelta como parámetro para calificar agregados en forma preliminar frente a la reactividad alcalina potencial. XII Reunión de la AATH. Memorias. La Plata. 173-178.
- Marfil, S. A., P. J. Maiza, A. L. Bengochea, J. D. Sota and O. R. Batic(1998). Relationship between SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CaO, K<sub>2</sub>O and expansion in the determination of the alkali reactivity of basaltic rocks. Cement and Concrete Research. USA. Vol. 28. N° 2, pp. 189-196.
- Rapela, C.W.; Pankhurst, R.J.; Llambías, E.J.; Labudía, C.H. and Artabe, A. (1996). Gondwana magmatism of Patagonia: Inner Cordilleran calc-alkaline batholiths and bimodal volcanic province. Andean Dynamics Symposium. Saint Malo. France. 791-794.