

**EVALUACIÓN DE LA REACTIVIDAD ALCALINA POTENCIAL
DE LOS AGREGADOS GRUESOS Y FINOS UTILIZADOS EN LA ZONA DE VIEDMA
(PROV. DE RÍO NEGRO)**

Maiza^{1,2}; P.; Batic³, O.; Marfil, S^{1,4}.; Grecco, L^{1,5}. y Giglio, P.¹

1. Dpto. de Geología–UNS. San Juan 670. 8000 B. Bca. TE 0291-4595184. FAX 0291-4595148.
2. Investigador Principal CONICET. email: pmaiza@uns.edu.ar
3. Investigador Principal CIC-LEMIT. Calle 52 y 121, 1900, La Plata, e-mail: orbatic@netverk.com.ar
4. Investigador Independiente CIC. email: smarfil@uns.edu.ar
5. Investigador Adjunto s/d CONICET email: mlgrecco@criba.edu.ar

RESUMEN

Con el fin de conocer el comportamiento de los agregados de la zona de Viedma (Prov. de Río Negro) se evaluó la reactividad potencial frente a los álcalis contenidos en el hormigón. Se muestrearon las principales canteras proveedoras de arena y canto rodado evaluando áreas potenciales de extracción. El estudio se realizó utilizando los métodos de ensayo convencionales físico (IRAM 1674), petrográfico (IRAM 1649) y se determinó la sílice disuelta por el método químico (IRAM 1650). En el trabajo se estudian 8 canteras de canto rodado y 3 de arena, la mayoría en explotación. Se efectuó la petrografía de los agregados con estereomicroscopio y microscopía de polarización sobre secciones delgadas y se realizaron las curvas granulométricas normalizadas. Se identificaron rocas volcánicas, la mayoría con pasta vítrea, fresca y alterada, como componentes predominantes tanto de los agregados gruesos como finos. Gran parte de los cantos rodados presentan una pátina de sílice criptocristalina en la superficie. En la composición de la arena se identificó escasa cantidad de vidrio volcánico en clastos individuales y calcedonia. Este método permitió calificar a los materiales estudiados como potencialmente reactivos desde el punto de vista petrográfico. La expansión medida en las barras de mortero entre 0,337 y 0,575 % a los 16 días superan ampliamente los límites establecidos en la norma IRAM 1674 y en el CIRSOC 201 (2005) confirmando la evaluación anterior. Los resultados de sílice disuelta, determinada con el método químico tienen una interpretación coincidente con las anteriores. La reactividad se adjudicó principalmente a las rocas volcánicas con pastas vítreas y a la sílice criptocristalina que cubre gran parte de los cantos rodados.

Introducción

El estudio de la durabilidad del hormigón tiene por finalidad prolongar la vida útil de las estructuras lo cual conlleva varias implicancias, como obtener mejor prestación, menor mantenimiento, menor costo, etc. Es sabido que en el sur de la Prov. de Buenos Aires, existen agregados que reaccionan con los álcalis contenidos en el hormigón en presencia de humedad. Por ello oportunamente se realizaron estudios de materiales utilizados para hacer hormigón en la zona de Bahía Blanca (1, 2, 3, 4 y 5).

Con motivo del incremento de obras en la zona de Viedma ha aumentado la demanda de agregados con la consiguiente reactivación de los yacimientos existentes en esta zona. Ello motivó la realización de este estudio vinculado con el tema para lo que se obtuvieron muestras de 8 canteras, de canto rodado y arena.

El propósito del presente trabajo es caracterizar los principales yacimientos proveedores de agregados finos y gruesos a la zona de Viedma (arena y canto rodado) desde el punto de vista de su potencial reactividad frente a los álcalis.

Materiales

La fuente de aprovisionamiento de agregados a la zona de Viedma, se encuentra ubicada en las terrazas del río Negro y su valle fluvial y en el sector costero marítimo.

Se estudiaron los depósitos del sector próximo a la ciudad de Viedma comprendido entre San Javier y Bahía Creek.

Se relevaron ocho canteras: en actividad y abandonadas, pero con potencial para su reactivación y áreas no exploradas con posibilidades de explotación. En la Figura 1 se muestra la ubicación de la zona de estudio.

Figura 1. Ubicación de la zona de estudio



Cantera 1: Se encuentra en explotación ubicada en el Km 1000 de la ruta nacional N° 3. El frente de la cantera tiene una potencia de 2.5 a 3 m. El material es zarandeado en la misma cantera separando arena y canto rodado. Las muestras representativas se obtuvieron del acopio.

Cantera 2: Esta cantera no está activa. El frente del afloramiento expone niveles de rodado y arena, pobremente estratificados. Muchos clastos tienen una pátina de sílice criptocrystalina en la superficie y carbonatación superficial.

Cantera 3: Se halla en explotación. Los agregados se obtienen luego de eliminar una capa de suelo, de espesor variable, que no supera los 0,5 m, y están constituidos por conglomerado y arena. El espesor del banco extraído es de unos 2 m sin alcanzar la base.

Siguiendo hacia el río hay otra cantera de características similares.

Cantera 4: Esta cantera no está activa, se encuentra al sur de la ruta, frente a la cantera 2. Se tomó muestra del acopio existente en el lugar. Los niveles explotables muestran espesores superiores a 1.5 m. El material es una mezcla de arena y grava polimíctica con predominio de vulcanitas.

Cantera 5: Esta cantera se halla en explotación con el frente ubicado en la zona de alta terraza del valle. El espesor supera los 2 m. El material se presenta crustificado por abundante carbonato de calcio con sectores silicificados los que suelen comportarse como cemento, litificando al sedimento.

Cantera 6: Esta cantera se halla en explotación; se encuentra ubicada frente al Faro, en el área del balneario. El material presenta características similares al descrito para la cantera anterior.

Cantera 7. Arena.: Se encuentra en explotación y está ubicada cerca de la lobería, en el área costera. Se extraen dos tipos de arena una más gruesa (arena roja) y otra más fina. Presenta un encape de suelo de espesor variable que, en promedio, oscila en un metro. El frente en explotación es de unos 10 metros de altura, se extrae arena gruesa de los 3 metros superiores y el resto es arena más fina.

8. Yacimientos potenciales de arena. Existen depósitos de arena en la costa, de potencial no evaluado. Se tomó una muestra a unos 15 km al sur de la anterior.

Métodos de estudio

Para evaluar la reactividad alcalina de estos agregados se usaron tres métodos de ensayo, mostrando a continuación los resultados obtenidos.

Los estudios petrográficos se realizaron según la norma IRAM 1649 (6), utilizando un estereomicroscopio trinocular Olympus SZ-CTV y microscopio de polarización Olympus, trinocular BH-2, con cámara de video y programas computarizados para el tratamiento de imágenes.

Para realizar los estudios físicos se empleó la especificación de la Norma IRAM 1674 (7). Con este fin se trituraron cada una de las muestras en estudio, hasta tamaño arena, partículas menores de 4.75 mm con cada una de las muestras se hicieron barras de mortero.

La determinación de la sílice disuelta se realizó según lo establecido en la Norma IRAM 1650 (8), utilizando una porción representativa de muestra molida y homogeneizada, comprendida entre los tamices 0.3 y 0.6 mm.

Resultados

Examen petrográfico:

Cantera 1:

Previamente el material fue separado por tamizado. Se analizó en forma separada el canto rodado y la arena.

El canto rodado está constituido principalmente por rocas volcánicas (78 %), predominando levemente las ácidas (41 %) sobre las básicas (37 %). Algunas pastas tienen vidrio volcánico fresco y alterado (argilizado). En menor proporción se identificaron tobas líticas (12 %), areniscas cuarzosas (5 %) y rocas graníticas (4 %). Es muy escasa la cantidad cuarzo (0.2 %) y de valvas (0.5 %). Los resultados se resumen en la tabla 1a.

Los clastos tienen superficies limpiadas con escasas crustificaciones superficiales. Las partículas de mayor tamaño presentan una pequeña patina compuesta, principalmente de sílice criptocristalina, precipitada a partir de soluciones ricas en ácido silícico. Algunos clastos de vulcanitas, en especial las ácidas, están argilizados aunque no modifican sustancialmente sus características. En el retenido del tamiz 13.2 mm, se observaron planos de diaclasas y/o fracturas, selladas con óxidos de hierro y manganeso.

Tabla 1a. Cantera 1. Composición del canto rodado

Constituyentes	% en peso de los constituyentes fracción sobre el tamiz (en mm)						Composición de la muestra en peso
	26.5	19.0	13.2	9.5	4.75	<4.75	
Vulcanitas básicas	21.1	7.3	8.1	-	-	-	36.5
Vulcanitas ácidas	23.8	10.0	7.6	<0.1	-	-	41.4
Rocas graníticas	-	3.7	0.7	-	-	-	4.4
Areniscas cuarzosas	2.7	1.6	0.7	<0.1	-	-	5.0
Tobas líticas	7.9	1.0	3.0	-	-	-	11.9
Cuarzo	-	-	0.2	-	-	-	0.2
Valvas	-	0.5	-	-	-	-	0.5
Total retenido s/ tamiz	55.5	24.1	20.3	0.1	-	-	99.9

En la tabla 2b se muestra que la arena está constituida principalmente por rocas volcánicas (67 %), con leve predominio de las básicas (36 %) sobre las ácidas (31 %), con cuarzo subordinado (19 %). El 14 % restante lo constituyen tobas líticas (7 %), areniscas cuarzosas (3 %), minerales opacos (3 %) y muy escasa cantidad de rocas graníticas (1%). En el retenido sobre el tamiz 0.15 mm se identificaron terrones blandos aunque su participación en la muestra total es insignificante. En las fracciones más gruesas se identificó calcedonia (retenidos tamices 2 mm y 1 mm) representa el 0.5 %, en peso, en la muestra total. Se observaron escasas adherencias superficiales en el retenido tamiz 2 mm, constituidas por sedimentos finos, fijados por un cemento carbonático y también agujas de yeso.

Sobre los clastos de cuarzo y areniscas cuarzosas en las fracciones más gruesas, se desarrolla tinción por precipitación de óxidos de hierro. A partir del retenido en el tamiz 0.6 mm los clastos se presentan lípidos con muy pocos granos teñidos. Las vulcanitas tienen pastas afaníticas por lo que se asume la presencia de vidrio volcánico. No hay evidencias de alteraciones. Los minerales opacos son principalmente magnetita. Los terrones blandos observados en el retenido tamiz 0.15 mm son margas y calizas arenosas inconsolidadas.

Tabla 1b. Cantera 1. Composición de la arena

Constituyentes	% en peso de los constituyentes fracción s/ tamiz (en mm)						Composición de la muestra en peso
	2	1	0.6	0.25	0.15	<0.15	
Vulcanitas básicas	19.3	1.8	1.8	10.7	2.5	0.3	36.4
Vulcanitas ácidas	13.7	1.1	1.4	11.1	3.2	0.5	31.0
Rocas graníticas	0.4	<0.1	<0.1	0.4	-	-	0.9
Areniscas cuarzosas	1.2	0.2	0.1	0.8	0.1	<0.1	2.5
Tobas líticas	3.6	0.2	0.3	3.1	0.2	-	7.4
Cuarzo	1.6	0.3	0.9	11.1	4.0	0.7	18.6
Calcedonia	0.4	<0.1	-	-	-	-	0.5
Minerales opacos	-	-	<0.1	1.2	1.0	0.3	2.5
Terrones blandos	-	-	-	-	0.1	-	0.1
Total retenido s/tamiz	40.3	3.8	4.6	38.4	11.2	1.7	100.0

Cantera 2:

El material está constituido principalmente por rocas volcánicas (64 %). Predominan las ácidas (37 %) sobre las básicas (27 %) y tobas líticas (24 %). En menor proporción se identificaron areniscas cuarzosas (9 %). En el retenido sobre el tamiz 9.5 mm, es escasa la cantidad de rocas graníticas (3 %) y cuarzo (< 1%). Se identificó muy escasa cantidad de calcedonia, minerales opacos y terrones blandos en el pasante del tamiz 4.75 mm aunque su participación en la muestra total es insignificante (Tabla 2). Los clastos presentan crustificaciones principalmente silíceas. Tienen adherencias superficiales de material clástico fino, fijado principalmente por carbonato. Las vulcanitas ácidas muestran evidencias de caolinización.

En la fracción más gruesa, se observaron individuos con sulfuros superficiales los que al oxidarse precipitan en sus cercanías yeso y óxidos de hierro. Los clastos que pasan el tamiz 9.5 mm tienen escasas adherencias constituidas principalmente por sedimentos finos y carbonatos, adheridos a las rugosidades superficiales de los distintos componentes líticos. Las crustificaciones no son muy abundantes, se reconocen en la superficie y por lo general no están distribuidas uniformemente. Se concentran en el pasante del tamiz 4.75 mm.

Tabla 2. Cantera 2. Composición del canto rodado.

Constituyentes	% en peso de los constituyentes fracción s/ tamiz (en mm)						Composición de la muestra en peso
	26.5	19.0	13.2	9.5	4.75	< 4.75	
Vulcanitas básicas	0.8	3.8	12.6	4.1	5.5	0.4	27.2
Vulcanitas ácidas	2.6	4.3	14.8	6.6	7.9	0.5	36.7
Rocas graníticas	0.8	-	0.9	0.5	0.4	<0.1	2.6
Areniscas cuarzosas	0.9	1.1	4.3	1.3	1.2	0.1	8.9
Tobas líticas	1.7	1.6	10.9	3.8	5.3	0.3	23.6
Cuarzo	-	0.6	-	-	-	<0.1	0.7
Calcedonia	-	-	-	0.2	-	-	0.2
Minerales opacos	-	-	-	-	-	<0.1	<0.1
Terrones blandos	-	-	-	-	-	<0.1	<0.1
Total retenido s/ tamiz	6.9	11.4	43.5	16.5	20.3	1.4	100.0

Cantera 3:

El material analizado está constituido principalmente por rocas volcánicas (70 %). Predominan las ácidas (46 %) sobre las básicas (23 %), y tobas líticas (20 %). El 10 % restante lo constituyen areniscas cuarzosas (4 %), cuarzo (2 %), rocas graníticas (3 %) y muy escasa cantidad de minerales opacos y calcedonia. Esta última se identificó en el retenido sobre el tamiz 13.2 mm. Los clastos presentan escasas adherencias superficiales de sedimentos más finos fijados débilmente por carbonatos. También hay escasas crustificaciones silíceas. Se observaron muchos clastos quebrados. La mayoría aún conservan sectores redondeados. En el material que pasa el tamiz 4.75 mm hay escasa materia orgánica (raíces y tallos). El material pulverulento de fondo tiene abundante calcita y elementos clásticos semejantes a los del agregado. En la tabla 3a se detallan los resultados obtenidos.

Tabla 3a. Cantera 3. Composición del canto rodado

Constituyentes	% en peso de los constituyentes fracción s/ tamiz						Composición de la muestra en peso
	26.5	19.0	13.2	9.5	4.75	< 4.75	
Vulcanitas básicas	-	-	14.1	4.8	3.8	0.5	23.2
Vulcanitas ácidas	-	-	29.0	8.2	8.1	1.1	46.4
Rocas graníticas	-	-	2.5	0.4	0.3	<0.1	3.3
Areniscas cuarzosas	-	-	1.9	1.1	0.7	0.1	3.8
Tobas líticas	-	-	11.7	3.9	4.0	0.5	20.1
Cuarzo	-	-	1.2	0.2	0.3	0.1	1.8
Calcedonia	-	-	0.6	-	-	-	0.6
Terrones blandos	-	-	0.6	-	-	<0.1	0.7
Total Ret. S/ tamiz	0.0	0.0	61.7	18.6	17.2	2.4	99.9

En la tabla 3b se resume la composición del material de otro sector de la cantera, cercano al río, constituido principalmente por rocas volcánicas (66 %). Predominan las ácidas (40 %) sobre las básicas (27 %), y tobas líticas (27 %). El 7 % restante lo constituyen areniscas cuarzosas (5 %), rocas graníticas (2 %) y muy escasa cantidad de cuarzo (< 1%). Se observaron escasas crustificaciones superficiales y algunas adherencias de material fino, principalmente silíceo y en menor proporción carbonático. En general los clastos de vulcanitas ácidas presentan argilización incipiente a moderada, principalmente sericitización, con silicificación subordinada. Las vulcanitas básicas están cloritizadas, con sectores donde se reconoce desferrización.

Las vulcanitas tienen texturas vítreas y criptocristalinas (afaníticas). No se identificaron terrones blandos.

Tabla 3b. Cantera 3. Composición del canto rodado

Constituyentes	% en peso de los constituyentes fracción s/ tamiz (mm)						Composición de la muestra en peso
	26.5	19.0	13.2	9.5	4.75	< 4.75	
Vulcanitas básicas	9.3	2.8	8.0	2.1	2.9	1.8	26.9
Vulcanitas ácidas	18.5	5.8	8.5	2.5	2.5	1.7	39.5
Rocas graníticas	-	0.7	0.5	0.2	0.2	0.1	1.7
Areniscas cuarzosas	2.5	0.7	0.7	0.2	0.3	0.2	4.6
Tobas líticas	11.8	3.5	5.9	1.3	2.3	2.0	26.8
Cuarzo	-	-	-	0.1	0.1	0.2	0.4
Total retenido s/ tamiz	42.1	13.6	23.6	6.5	8.2	6.0	100.0

Cantera 4:

El material está constituido principalmente por rocas volcánicas (80.4 %). Predominan levemente las ácidas (riolitas) (44 %) sobre las básicas (andesitas + basalto) (36 %). De estas últimas predominan ampliamente las andesitas sobre los basaltos. En menor proporción se identificaron tobas líticas (8 %), areniscas cuarzosas (5 %), cuarzo (3 %) y rocas graníticas (2 %). Es muy escasa la cantidad de rocas metamórficas (0.8 %) y vidrio volcánico (0.2 %). Este último se identificó solo en la fracción de menor tamaño. Los clastos tienen adherencias superficiales de sedimentos finos fijados por carbonato de calcio y en menor proporción sílice criptocristalina. Los resultados se resumen en la tabla 4.

La roca granítica presenta sus mafitos cloritizados y es común que estén lixiviados en la superficie de los clastos. Los feldespatos están argilizados. Predominan las plagioclasas. La roca es una granodiorita. A pesar de la alteración no se encuentra afectada la compacidad. Entre las riolitas se observaron clastos muy alterados, algunos de ellos, si bien no constituyen terrones blandos, se desagregan con facilidad. Hay rodados argilizados y texturas parcialmente vítreas. El basalto identificado en el retenido tamiz 19.0 mm se presenta fresco. La textura es cribosa. La andesita tiene textura microgranular, se reconocen los cristales zonados de plagioclasas, algunos alcanzan hasta 1.5 mm. El mafito es hornblenda y en la pasta queda vidrio relicto. En el resto de las fracciones hay muchos clastos con distinta cantidad de vidrio. Las tobas líticas se presentan quebradas según sus planos de estratificación. En general la mayoría de las rocas volcánicas tienen vidrio fresco en sus pastas y son de grano fino. Puede observarse leve argilización de feldespatos y cloritización de mafitos.

El cuarzo es granular grueso, opalino y masivo a translúcido pero bien cristalizado. En algunos casos se presenta teñido por óxidos e hidróxidos de hierro. No se observaron terrones blandos.

Se concentró el material pasa tamiz 4.75 mm para su análisis por difracción de rayos X. El estudio permitió identificar montmorillonita y calcita además de cuarzo y feldespato.

Tabla 4. Cantera 4. Composición del canto rodado.

Constituyentes	% en peso de los constituyentes fracción s/ tamiz (en mm)						Composición de la muestra en peso
	26.5	19.0	13.2	9.5	4.75	< 4.75	
Vulcanitas básicas	-	2.2	5.7	8.9	16.6	2.9	36.3
Vulcanitas ácidas	-	4.4	6.7	9.4	19.9	3.7	44.1
Rocas graníticas	-	1.1	0.2	0.4	0.5	0.2	2.4
Areniscas cuarzosas	-	-	0.6	1.3	2.3	0.6	4.8
Tobas líticas	-	-	1.2	1.3	4.6	0.7	7.8
Cuarzo	-	-	0.2	0.7	1.8	0.7	3.4
Rocas metamórficas	-	-	-	0.2	0.5	0.1	0.8
Vidrio volcánico	-	-	-	-	-	0.2	0.2

Total retenido s/ tamiz	0	7.7	14.6	22.3	46.2	9.2	99.8
-------------------------	---	-----	------	------	------	-----	------

Cantera 5.

El material analizado está constituido principalmente por rocas volcánicas (68 %) y areniscas calcáreas (17 %). Dentro de las rocas volcánicas predominan levemente las ácidas (riolitas) (35 %) sobre las básicas (andesitas + basalto) (33 %). De estas últimas son más abundantes las andesitas (Tabla 5).

En menor proporción se identificaron tobas líticas (8 %) y rocas graníticas (6 %), con muy escasa cantidad de areniscas cuarzosas (2 %). Se observó vidrio volcánico en la fracción de menor tamaño aunque su participación en la muestra total es menor del 0.1 %. Los clastos presentan importante cantidad de sedimentos finos adheridos a la superficie, fijados por carbonato de calcio.

Las areniscas calcáreas son concreciones de sedimentos, de matrix calcárea, principalmente de arenas. En general son poco consolidadas pero no llegan a ser deleznales. Las vulcanitas ácidas presentan una alteración moderada que en algunos individuos pueden calificarse como intensa. El proceso principal es argilización con fuerte concentración de óxidos e hidróxidos de hierro que tiñen al clasto. Se observaron texturas vítreas y procesos de silicificación.

Los clastos de vulcanitas básicas presentan texturas finas, la mayoría afaníticas y parcialmente vítreas. La alteración es argílica y se puede calificar como de incipiente a moderada.

Las andesitas tienen pastas intersetales y parcialmente vítreas. Los basaltos están muy alterados, aunque no llegan a constituir terrones blandos.

Tabla 5. Cantera 5. Composición del canto rodado.

Constituyentes	% en peso de los constituyentes fracción s/tamiz (en mm)						Composición de la muestra en peso
	26.5	19.0	13.2	9.5	4.75	< 4.75	
Vulcanitas básicas	16.2	5.9	8.8	0.9	0.4	0.4	32.6
Vulcanitas ácidas	11.3	9.2	11.7	1.7	0.8	0.2	34.9
Rocas graníticas	-	4.2	1.1	0.3	-	-	5.6
Areniscas cuarzosas	-	0.8	1.1	0.2	<0.1	-	2.1
Tobas líticas	-	6.7	0.6	0.3	0.1	0.1	7.8
Vidrio volcánico	-	-	-	-	-	<0.1	<0.1
Areniscas calcáreas	4.8	3.4	4.2	1.4	1.4	1.4	16.6
Terrones blandos	-	-	0.3	-	<0.1	-	0.4
Total retenido s/ tamiz	32.3	30.2	27.8	4.7	2.8	2.2	100.0

Cantera 6:

El material analizado está constituido principalmente por rocas volcánicas (84 %). Predominan las ácidas (riolitas) (51 %) sobre las básicas (andesitas + basalto) (33 %), con predominio de las andesitas. En menor proporción se identificaron tobas líticas (9 %) y areniscas cuarzosas (3 %). Es muy escasa la cantidad de rocas graníticas, cuarzo y areniscas calcáreas (1 %). Se identificó calcedonia en el retenido tamiz 13.2 mm y 9.5 mm (0.4 %), vidrio volcánico y yeso. Estos dos últimos se identificaron solo en la fracción de menor tamaño y constituyen el 0.1 % en peso de la muestra total. Los resultados se resumen en la tabla 6.

Los clastos tienen crustificaciones superficiales de carbonato de calcio, en menor proporción silíceas y adherencias clásticas de materiales finos muy ricos en cuarzo y con algo de vidrio volcánico. Se emplazan principalmente en los poros o imperfecciones de la superficie de los clastos. Eliminado el carbonato de calcio se vio que entre sus componentes predominan cuarzo y clastos de vulcanitas. La alteración es incipiente, predominando la argilización. Las vulcanitas tanto básicas como ácidas tienen vidrio en sus pastas. Principalmente las ácidas están argilizadas, fenómeno que se incrementa en los fenocristales de feldespatos. Las tobas están parcialmente silicificadas y teñidas con óxidos de hierro.

Las rocas graníticas presentan alteración. No se observaron terrones blandos.

Se analizó por DRX el pasante del tamiz 4.75 mm, se observaron claramente las reflexiones correspondientes a yeso. Esta fracción está constituida por una arena con predominio absoluto de vulcanitas. Son abundantes las areniscas calcáreas.

Tabla 6. Cantera 6. Composición del canto rodado

Constituyentes	% en peso de los constituyentes fracción s/ tamiz (en mm)						Composición de la muestra en peso
	26.5	19.0	13.2	9.5	4.75	< 4.75	
Vulcanitas básicas	7.3	3.5	11.6	3.5	4.8	2.0	32.7
Vulcanitas ácidas	10.3	10.7	17.3	5.0	5.4	2.6	51.3
Rocas graníticas	-	-	1.0	-	0.3	0.1	1.4
Areniscas cuarzosas	-	-	0.7	1.1	1.1	0.5	3.4
Tobas líticas	1.5	1.7	3.1	1.2	1.1	0.3	8.9
Cuarzo	-	-	-	0.1	0.1	0.4	0.6
Vidrio volcánico	-	-	-	-	-	0.1	0.1
Calcedonia	-	-	0.3	0.1	-	-	0.4
Areniscas calcáreas	-	-	-	-	0.7	0.6	1.3
Yeso	-	-	-	-	-	0.1	0.1
Total retenido s/ tamiz	19.1	15.9	34.0	11.0	13.4	6.6	100.0

Cantera 7:

El material analizado está constituido principalmente por rocas volcánicas (54%), con predominio de las riolíticas (51 %) sobre las basálticas (33 %). Es abundante el cuarzo (21.5 %). En menor proporción se identificaron valvas (12 %). Es muy escaso el contenido de areniscas cuarzosas (4 %), tobas líticas (4.6 %), minerales opacos (2.4 %) y vidrio volcánico (2 %). Este último se identificó en las fracciones más finas, se presenta límpido y transparente. Es muy escasa la cantidad de terrones blandos en el retenido sobre el tamiz 1 mm aunque su participación en la muestra total es menor del 0.1 %. Están constituidos por arenisca calcárea. Los clastos se presentan límpidos, solo se observaron escasas crustificaciones silíceas en el material retenido sobre el tamiz 1 mm. En las vulcanitas hay texturas parcialmente vítreas. No presentan alteraciones. Los minerales opacos están representados por magnetita. Los resultados se resumen en la tabla 7.

Tabla 7. Cantera 7. Composición de la arena.

Constituyentes	% en peso de los constituyentes fracción sobre tamiz (en mm)						Composición de la muestra en peso
	2	1	0.6	0.25	0.15	<0.15	
Vulcanitas básicas	<0.1	2.4	4.0	8.5	6.0	2.1	23.0
Vulcanitas ácidas	0.1	2.8	5.5	11.5	8.1	2.9	30.9
Areniscas cuarzosas	<0.1	0.4	0.7	1.1	1.4	0.3	3.9
Tobas líticas	<0.1	0.6	1.5	1.5	0.8	0.1	4.6
Cuarzo	<0.1	0.9	3.5	8.2	6.2	2.6	21.5
Valvas (clastos biogénicos)	<0.1	0.6	2.1	5.2	2.7	1.0	11.6
Vidrio volcánico	-	-	-	1.1	0.5	0.3	1.9
Minerales opacos	-	-	-	-	1.4	1.0	2.4
Terrones blandos	-	<0.1	-	-	-	-	0.1
Total retenido s/ tamiz	0.2	7.9	17.3	37.1	27.1	10.4	99.9

8. Yacimientos potenciales costeros.

Se reconocieron varias acumulaciones de arena próximas a la zona marina costera, dentro del área considerada, con reservas importantes. En una de ellas se obtuvo la muestra analizada cuyos resultados se expresan en la tabla 8.

Tabla 8. Yacimientos potenciales costeros. Composición de la arena.

Constituyentes	% en peso de los constituyentes fracción sobre tamiz (en mm)						Composición de la muestra en peso
	2	1	0.6	0.25	0.15	<0.15	
Vulcanitas básicas	-	0.3	1.8	12.1	3.8	0.4	18.4
Vulcanitas ácidas	-	0.3	2.3	15.7	6.1	0.4	24.8
Areniscas cuarzosas	-	<0.1	0.2	1.2	0.6	0.1	2.2
Tobas líticas	-	<0.1	0.2	0.6	0.3	<0.1	1.2
Cuarzo	-	0.1	1.5	21.1	13.2	1.1	37.0
Valvas (clastos biogénicos)	-	<0.1	1.2	8.4	4.4	0.2	14.3
Vidrio volcánico	-	-	-	-	0.3	-	0.3
Minerales opacos	-	-	-	1.2	0.6	0.2	2.0
Terrones blandos	-	<0.1	-	-	-	-	<0.1
Total retenido s/ tamiz	0.0	0.8	7.2	60.3	29.3	2.4	100.1

El material analizado está constituido principalmente por rocas volcánicas (43 %), con predominio de las riolíticas (25 %) sobre las basálticas (18 %) y cuarzo (37 %). El 20 % restante lo constituyen valvas (14 %) y escasa cantidad de areniscas cuarzosas (2 %), minerales opacos (2 %) y tobas líticas (1 %).

Se identificó muy escasa cantidad de terrones blandos en el retenido sobre el tamiz 1 mm, aunque representa menos del 0.1 % en peso de la muestra total.

Se observaron moderadas adherencias superficiales de material clástico fino en el retenido sobre el tamiz 1 mm y 0.6 mm, con evidencias de tinción superficial de óxidos de hierro.

No hay crustificaciones superficiales. No se observaron procesos de alteración en los clastos de rocas volcánicas. Hay fragmentos de vulcanitas de pastas afáníticas que tienen vidrio volcánico. Hay trazas de materia orgánica. El principal mineral opaco es magnetita.

Ensayos

Cada una de las muestras obtenidas en las canteras, de agregados finos y gruesos, fueron cuarteadas para obtener una muestra representativa luego fueron procesadas para realizar los ensayos.

Las muestras de agregados fino fueron lavadas a fin de eliminar el polvo que contenían y tamizadas, descartando las partículas con tamaño superior a 4.75 mm.

En las muestras de agregado grueso, canto rodado, fue necesario realizar una trituración para obtener una granulometría (de arena) que cumpla con lo indicado en la tabla 1 de la norma IRAM 1674. Luego cada fracción fue lavada y secada a peso constante.

Con las fracciones procesadas se hicieron morteros con una razón a/c 0.47 en peso, se confeccionaron las barras de mortero y se evaluó la evolución de la expansión en el tiempo sumergidos en hidróxido de sodio a 80°C.

A partir de los 7 días se observaron, en todos los casos, sobre la superficie de las barras, geles y fisuras características de la reacción, manifestaciones que se magnificaron con el tiempo.

En la tabla 9 se muestran los valores de las variaciones de longitud (expansión) en el tiempo a los 16 días. Se puede observar que todos los valores de expansión a la edad de 16 días superan el límite propuesto para considerar a un agregado como potencialmente reactivo por la norma IRAM 1674 y por el Proyecto de Reglamento Argentino para Estructuras de Hormigón CIRSOC 201 (2005) (9)

La determinación de la sílice disuelta se realizó siguiendo los lineamientos de la Norma IRAM 1650. Cada muestra de agregado fino o grueso fue triturada hasta obtener una fracción representativa comprendida entre los tamices IRAM 0.6 mm y 0.3 mm. Esa muestra fue colocada en un recipiente con una solución de NaOH a 80°C y al cabo de 24 hs se determinó la sílice disuelta. El valor obtenido indica una referencia del potencial reactivo del agregado frente a los álcalis contenido en el hormigón. Los valores determinados en el ensayo están consignados en la tabla 9.

En esta tabla se puede observar que existe una tendencia positiva entre la sílice disuelta y la expansión producida por el agregado en el ensayo acelerado de la barra de mortero. Esto es coincidente con lo obtenido en trabajos anteriores (5).

Tabla 9. Ensayos

Cantera	Expansión (%) a los 16 días	Sílice disuelta (mg)
1a	0.377	37.3
1b	0.460	19.1
2	0.337	33.2
3a	0.395	38.0
3b	0.392	35.6
4	0.398	32.5
5	0.346	17.7
6	0.473	31.7
7	0.468	49.0
8	0.575	26.8

Evaluando los valores obtenidos de la expansión y de la sílice disuelta frente al análisis petrográfico de cada uno de los agregados que componen este estudio es clara la influencia que produce el contenido de rocas identificadas como reactivas, rocas volcánicas con pasta vítrea, también es destacable la gran reactividad de la sílice criptocristalina que recubre algunos clastos de los agregados. No resulta posible apreciar la influencia que tiene la calcedonia ya que si bien debe ser considerada como un mineral reactivo en los materiales estudiados es muy baja la proporción presente.

Conclusiones

El estudio se realizó con el fin de conocer el comportamiento de los agregados finos y gruesos de yacimientos de la zona de Viedma frente a los álcalis.

- 1.- Todos los agregados estudiados dan resultados de expansión de las barras de mortero a 16 días que superan ampliamente los límites establecidos en la Norma IRAM 1674 y en el CIRSOC 201 (2005), lo que permite calificar a todos los agregados estudiados como potencialmente reactivos frente a los álcalis.
- 2.- Los estudios petrográficos de los agregados estudiados muestran que la reactividad se debe principalmente al contenido de rocas volcánicas con pastas vítreas (frescas y alteradas) y a la sílice criptocristalina que recubre algunos clastos de los agregados gruesos. Las arenas además contienen calcedonia en baja proporción.
- 3.- El resultado de la sílice disuelta de los agregados es importante por lo que permite estimar que estos agregados pueden reaccionar con los álcalis.
- 4.- Las conclusiones precedentes indican que cuando se utilicen estos agregados en obras que estarán en contacto con humedad, periódica o permanente, es necesario aplicar una solución tecnológica adecuada a fin de evitar que se produzca la reacción álcali sílice que puede disminuir la vida útil de la estructura.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Universidad Nacional del Sur, a la Comisión de Investigaciones Científicas de la Prov. de Buenos Aires y al CONICET por el apoyo recibido.

Referencias

1. P. J. Maiza; S. A. Marfil; J. D. Sota y O. R. Batic “Comparación de los resultados obtenidos en los ensayos de reactividad potencial alcalina en áridos finos utilizados en Bahía Blanca y Punta Alta, Prov. de Buenos Aires”. Segundas Jornadas Geológicas Bonaerenses. Bahía Blanca. Actas. 697-709 (1988).
2. P. J. Maiza. y S. A. Marfil. “Estudio de cortes delgados sobre barras de mortero con agregados finos y gruesos utilizados en la zona de Bahía Blanca”. Revista Hormigón. Nº 19. 31-39 (1991).
3. P. J. Maiza. y S. A. Marfil. “Principales yacimientos de arena, canto rodado y piedra partida, utilizados en la construcción en la zona de Bahía Blanca, Prov. de Buenos Aires”. Primer Seminario de Tecnología del Hormigón en la Vivienda del Mercosur. Memorias. Santa Fe. 253-264 (1997).
4. S. A. Marfil y P. J. Maiza. “Los agregados gruesos utilizados en la zona de Bahía Blanca (Prov. de Bs. As.), en relación con la reacción álcali agregado”. Congreso Internacional de Ingeniería Estructural y Tecnología del Hormigón. Córdoba. Memorias. I, 1-10 (1993).
5. P. J. Maiza, O. R. Batic, S. A. Marfil y J. D. Sota. “Reactividad alcalina potencial de rocas riolíticas como agregados para hormigón.” 15 Reunión Técnica , AATH, Santa Fe, Soporte electrónico, (2003).
6. IRAM 1674. “Agregados. Determinación de la reactividad alcalina potencial. Método acelerado de la barra de mortero”.
7. IRAM 1649. “Agregados. Examen petrográfico de los agregados para el hormigón”.
8. IRAM 1650. “Agregados. Reactividad alcalina potencial en agregados. Método de ensayo químico”.
9. CIRSOC 201. “Proyecto de Reglamento Argentino para Estructuras de Hormigón” (2005).