

**UTILIZACIÓN DE MATERIALES FLUVIALES EN EL PATRIMONIO
HISTÓRICO CONSTRUIDO DURANTE LA SEGUNDA MITAD DEL SIGLO
XIX (TANDIL, PROVINCIA DE BUENOS AIRES)**

⁽¹⁾ Gentile, Rodolfo Osvaldo y ⁽²⁾ Ribot, Alejandro Mario

⁽¹⁾ *Cátedra de Geomorfología, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata y Cátedra de Geomorfología y Geología del Cuaternario, Facultad de Ciencias Sociales, Universidad Nacional del Centro.*

E-mail: rodolfo@way.com.ar

⁽²⁾ *LEMIT, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata.*

E-mail: aribot@fcnym.unlp.edu.ar

Introducción

Los objetivos de esta contribución, se vinculan con la utilización de materiales de origen fluvial durante la segunda mitad del siglo XIX, en el patrimonio histórico construido de la ciudad de Tandil (LS: 37° 19' 30'', LO: 59° 08' 00'') (Figura 1a). A partir de los objetivos planteados se determinaron sectores de extracción de los materiales, características texturales y mineralógicas, aspectos geológicos y geomórficos de las áreas de aporte de los depósitos fluviales y comparaciones de estos, con materiales utilizados en construcciones del siglo XIX.

En el partido de Tandil y en la ciudad homónima y alrededores en particular, la actividad minera se ha desarrollado principalmente vinculada a la explotación de rocas de aplicación desde la segunda mitad del siglo XIX. La producción de estas rocas corresponde básicamente a la extracción de “granitos” los que constituyen los materiales básicos de la actividad minera de Tandil, representando este partido una de las áreas de mayor producción de rocas graníticas (fundamentalmente piedra partida) de la provincia (Tessone y Marchionni, 2000).

Con el “granito”, denominación amplia que fuera utilizada por Angelelli (1975) para agrupar rocas ígneas y metamórficas del basamento cristalino, se inicia la producción minera en dicha ciudad hacia 1870, mediante la extracción de “granito” para construcción de adoquines y cordones (Caballé y Kirilovsky, 2004), la que era explotada del Cerro de los Leones (Caballé *et al.*, 2004). A la antigua elaboración

Map of Tandil, Argentina

The map displays the urban layout of Tandil, with a grid of streets and major thoroughfares. Key locations and features include:

- Sampling Sectors:** Sectors A, B, C, D, and E are marked with dashed circles. Sector D is located near the top center, while sectors A, B, C, and E are distributed across the city grid.
- Treated Water Sample Location:** A black dot with the number 4 indicates the location of the treated water sample near Sector A.
- Geographical Context:** An inset map shows the location of Tandil within the Provincia de Buenos Aires, Argentina. A scale bar indicates 0 to 100 km.
- Infrastructure:** The map shows the Estación de trenes (train station), the Fábrica La Tandilera (textile factory), and the Hipódromo (racetrack).
- Streets and Roads:** Major roads include Ruta Nacional 226, and streets named after various figures like Gral. Roca, Gral. Paz, and Gral. Martín.
- Orientation:** A north arrow (N.G.) is provided for geographical orientation.

REFERENCIAS

	Sectores con "minas de arena" reconocidos (Gentile y Villalba, 2008)		Nuevo sector con "minas de arena" diferenciado		Ampliación del Sector D
	Ubicación y número de muestra fluvial tratada		Norte geográfico		Plaza Independencia

Actualmente y vinculado con la explotación de rocas ornamentales la producción de adoquines, granitullo, lajas y bloques irregulares se realiza en forma artesanal (Etcheveste *et al.*, 2005) desarrollándose la extracción en canteras a cielo abierto, muchas de ellas en las proximidades de la ciudad. Asimismo, materiales producto de alteración química, originados a partir de rocas del basamento cristalino, conocidos localmente como arena de cantera, fueron y son utilizados con distintas aplicaciones en la industria de la construcción de dicha ciudad.

Si bien, la actividad minera antes mencionada, en la ciudad de Tandil y alrededores se ha vinculado principalmente con la extracción de rocas del basamento cristalino a cielo abierto, durante parte de los siglos XIX y XX se explotaron del subsuelo de la ciudad de Tandil, materiales sedimentarios de génesis fluvial (Gentile y Ribot, 2009). Dichos materiales, corresponden a sedimentos principalmente transportados y acumulados por antiguas redes de drenaje e integran parte de los Sedimentos Pampeanos (Fidalgo *et al.*, 1975) del sector, asignados a la Cubierta Sedimentaria del Cenozoico Superior. Las características granométricas de los materiales fluviales, indican arenas gravosas a gravas arenosas y las mineralógicas muestran predominio de componentes del basamento cristalino del área integrado por rocas metamórficas, migmatitas y granitoides. Los depósitos son inmaduros desde el punto de vista composicional, inmaduros a submaduros texturalmente y con pobre a moderada selección. El aporte de estos depósitos a las cuencas fluviales fue mayoritariamente local, indicando un escaso transporte, reflejado por las características sedimentológicas y petrológicas de los depósitos como de las morfológicas del área.

En el sector central del Cementerio Municipal de la ciudad de Tandil, se ubican bóvedas antiguas, cuyas fechas de construcción se remontan a la segunda mitad del siglo XIX. Las observaciones realizadas en los revoques de estas obras, permitió diferenciar componentes, cuyas características petrológicas, mineralógicas y texturales corresponden principalmente a las de los depósitos fluviales referidos.

Metodología

Con el objetivo de analizar y comparar las características petrológicas, mineralógicas y texturales de los depósitos fluviales con materiales correspondientes a

una bóveda ubicada en el sector central del Cementerio Municipal de la ciudad de Tandil, fueron estudiadas un total de seis muestras. Las muestras M1, M2, M3, M4 y M5, pertenecen a depósitos fluviales y fueron obtenidas del Sector D (M1, M2, M3 y M5) en las adyacencias del Hipódromo de la ciudad y del Sector F (M4), ubicado a unos 1,35 km al NE de la Plaza Independencia (Figura 1b). La muestra de revoque grueso de la bóveda corresponde a MB.

Previo al estudio mineralógico y morfoscópico microscópico, libres de todo tratamiento con reactivos o ácidos, las fracciones retenidas en los tamices 5 y 10 de los depósitos fluviales, fueron analizadas bajo lupa binocular. Posteriormente, se seleccionó el material correspondiente a la fracción arena fina (retenido en tamiz 120), el que fue montado en bálsamo de Canadá ($n = 1,537$), para su estudio con la técnica de grano suelto. El análisis microscópico apuntó al reconocimiento y caracterización de los componentes mayoritarios cuarzo, feldespato y líticos, complementándose con la identificación de minerales accesorios transparentes y opacos, parte de los cuales también fueron observados con lupa binocular y microscopio calcográfico.

Con el objeto de establecer las distribuciones granométricas, en una primera etapa, las muestras fueron secadas en estufa, posteriormente disgregadas con mortero y pilón de goma y, posteriormente, cuarteadas. Las determinaciones granométricas fueron realizadas con tamizadora tipo ro-tap (15 minutos por muestra), utilizándose una serie de tamices ASTM convencional (mallas 5, 10, 14, 18, 25, 35, 45, 60, 80, 120, 170, 230 y fondo).

Por su parte los componentes naturales (áridos) de la muestra (MB) de la bóveda fueron sometidos a ataque con ClH al 30%. Seguidamente, los residuos insolubles correspondientes a la fracción arena fina fueron examinados al microscopio.

Las clasificaciones granométricas de los depósitos fluviales y áridos que integran el revoque grueso de la bóveda, se basaron en Folk (1954) y las composicionales de las arenitas en Folk *et al.* (1970). En la Figura 5 los vértices corresponden a: cuarzo (100%) = cuarzo mono + cuarzo policristalino; feldespatos (100%) = feldespato potásico + feldespato plagioclasa + feldespato no discriminable; líticos 100% = litoclastos cuarzo-feldespáticos, de rocas ígneas (granitoides) y metamórficas + litoclastos de pastas de rocas volcánicas y limolitas.

Sectores de extracción de los materiales fluviales

Los materiales fluviales utilizados en la construcción eran extraídos del subsuelo de la actual ciudad de Tandil, habiéndose generado, debido a estas actividades, un conjunto de galerías subterráneas conocidas localmente como “minas de arena”. Posteriormente, como consecuencia del desarrollo urbano, en muchos de los sectores con presencia de dichas galerías, se produjeron numerosos daños a distintos tipos de obras, como asimismo, perjuicios sociales producto de movimientos en masa correspondientes a subsidencias, específicamente, colapsos por cavidades y asentamientos (Gentile y Villalba, 2008).

La ubicación de las antiguas “minas de arena”, fue previamente establecida a partir del análisis de informes técnicos previos, notas en medios periodísticos locales, consultas a vecinos y trabajos de campo. De esta manera, fueron reconocidos seis sectores (A, B, C, D, E y F) situados dentro del ámbito de la ciudad, con desarrollo de “minas de arena”. Los cinco primeros, fueron diferenciados por Gentile y Villalba (2008) y el restante, en este trabajo. Tres de ellos (B, C y F) se sitúan en las adyacencias y ambas márgenes del Arroyo del Fuerte. Los sectores A y E se hallan próximos al Arroyo Blanco y Langueyú, respectivamente, mientras que el sector D se desarrolla al norte del Hipódromo de la ciudad considerada (Figura 1b). La distancia existente entre el Sector A, más cercano al frente serrano y el Sector D ubicado hacia las partes distales del mismo es de aproximadamente 4,8 kilómetros.

De la misma manera que el Sector D, ampliado en este trabajo con respecto a contribuciones previas (Figura 1b), nuevas observaciones permitirán modificar los sectores ya reconocidos. Al respecto, es de mencionar que, recientemente hemos diferenciado bocas de acceso a antiguas “minas de arena”, que se ubican hasta alrededor de 1,8 km al noroeste, más allá del Sector D, acrecentando de esta manera el espectro de las actividades extractivas de los depósitos fluviales.

La distribución mínima de las “minas de arena” en el ámbito de la ciudad de Tandil, muestra el desarrollo y la importancia de estas antiguas prácticas mineras en dicha localidad (Figura 1b).

Resultados obtenidos

1. Materiales fluviales

Desde el punto de vista granométrico las muestras correspondientes a los depósitos fluviales, M1, M2 y M3, clasifican como arenas gravosas, mientras que M4 y M5, como gravas arenosas (Tabla 1; Figura 2).

Muestra			M1	M2	M3	M4	M5	MB						
Fracciones granométricas			Peso (%)											
Psefitas	Grava	-----	8,4	22,4	8,8	23,3	8,5	19,3	9,9	34,7	13,7	38,4	4,1	25,7
	Sábulo		14		14,5		10,8		24,8		24,7		21,6	
Psamitas	Arena	Muy gruesa	23,6	72,6	27,2	75,6	24,7	78,7	32,7	63,2	34,7	60,4	28,4	74,1
		Gruesa	24,4		34,0		27,7		21,9		18,0		27,4	
		Mediana	13,2		10,6		17,4		5,3		4,3		14,5	
		Fina	6,5		2,4		5,7		1,3		2,2		3,5	
		Muy Fina	4,9		1,4		3,2		2,0		1,2		0,3	
Pelitas	Limo + Arcilla	Limo + Arcilla	5,0	5,0	1,1	1,1	2,0	2,0	2,1	2,1	1,2	1,2	0,2	0,2
Clasificación (Folk, 1954)			Arena gravosa						Grava arenosa				Arena gravosa	

Tabla 1: Granometría de las muestras de depósitos fluviales y áridos de la bóveda.

La fracción psefita ($> 2,0$ mm) varió entre 19,3% y 38,4% (M3 y M5, respectivamente), con un promedio de 27,6%, mientras que la fracción psamita (2,0-0,0625 mm), lo hizo entre 60,4 % y 78,7% (M5 y M3), promedio de 70,1%, y la pelítica (< 0.0625 mm), entre 1,1% y 5,0% (M2 y M1), con un promedio de 2,3% (Figura 3a). En tres muestras (M1, M2 y M3) la fracción predominante recae en arena gruesa, con valores de 24,4%, 34,0% y 27,7%, respectivamente, mientras que en M4 y M5, corresponde a arena muy gruesa (32,7% y 34,7%, respectivamente). Dentro de la fracción psefítica, todas las muestras, alcanzan sus proporciones mayores en el intervalo granométrico 2,0-4,0 mm, variando entre 10,8% y 24,8% (M3 y M4, respectivamente),

mientras que la fracción > 4 mm fluctúa entre 8,4% (M1) y 13,7% (M5), (Tabla 1; Figura 3b).

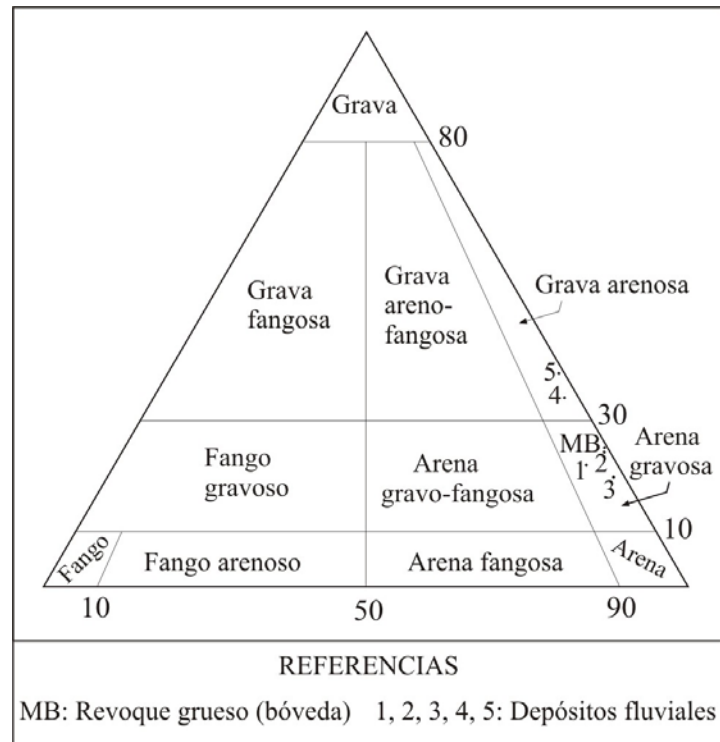


Figura 2: Clasificación granométrica (Folk 1954).

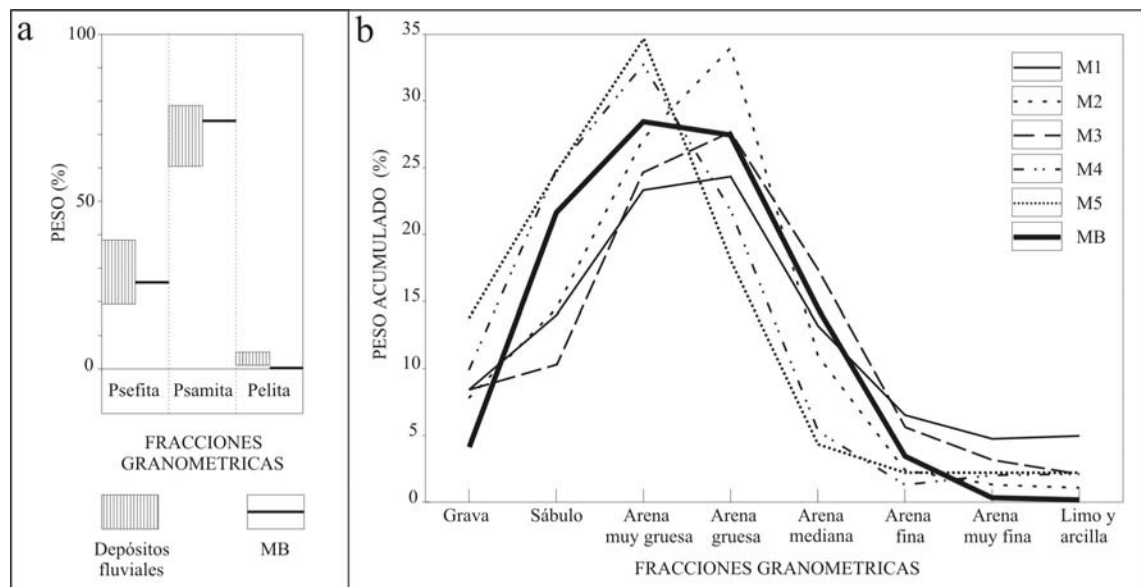


Figura 3: Depósitos fluviales y muestra de revoque de bóveda (MB). a. Contenidos de las fracciones psefita, psamita y pelita de las muestras tratadas. b. Distribución granométrica.

Por su parte, las curvas de frecuencia acumulada de estos depósitos, son más pronunciadas desde el sector izquierdo inferior hasta aproximadamente el tamiz 35 (0,5 mm) para algunas y el tamiz 60 (0,25 mm) para otras y, desde aquí hacia el extremo superior derecho, cambia la pendiente, acercándose algunas de ellas a la horizontal (Figura 4a).

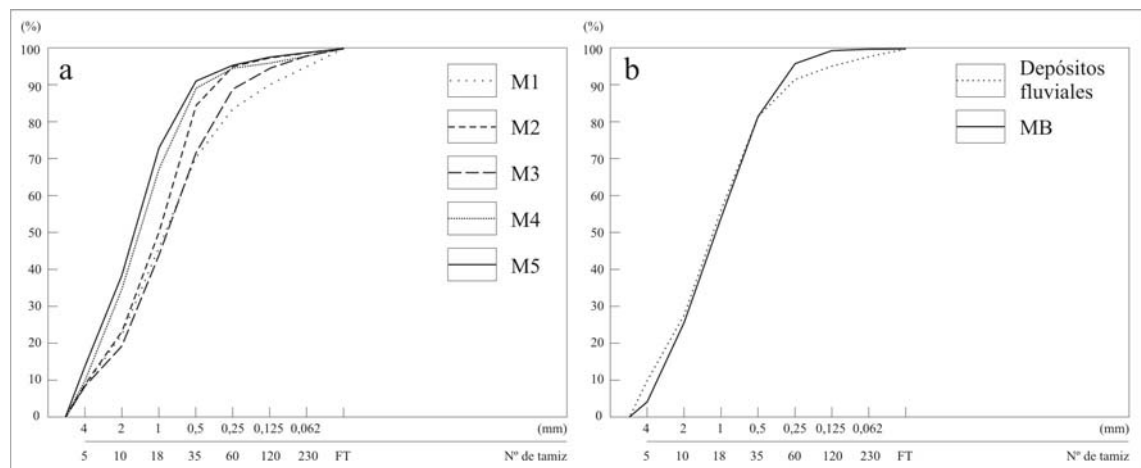


Figura 4: a. Curvas de frecuencia acumulada de las muestras de depósitos fluviales. b. Curva de frecuencia acumulada promedio de los depósitos fluviales y curva de frecuencia acumulada de los materiales del revoque grueso de la bóveda.

Desde el punto de vista composicional, las muestras M1, M2 y M3 pertenecen al campo de las arenitas feldespático – líticas (Figura 5). Sin embargo, es de mencionar que esta precisión podría no ser definitiva en aquellos casos en los cuales, una notoria proporción de clastos alterados (alteritas) está presente. Esto desplazaría las arenitas horizontalmente en el diagrama de Folk *et al.* (1970). Las muestras M4 y M5 corresponden litológicamente a conglomerados arenosos.

En todos los casos, la fracción psefítica, además de escasos clastos de cuarzo policristalino, se compone de rocas ígneas cuarzo feldespáticas (granitoides), en proporción casi equiparable a las de rocas metamórficas gnéicas y migmatitas, en su gran mayoría, con grados variables de metamorfismo dinámico sobreimpuesto (milonitizadas).

La composición mineralógica de estos depósitos fluviales (Tabla 2) está representada por: cuarzo mono (Qtz) y policristalino (Qtz_p), feldespatos (Fsp) con plagioclasa (Pl) predominando en el promedio sobre feldespato potásico (Kfs), litoclastos (Lt), alteritas (Alt) y, en menor proporción, vidrio volcánico (VV), además

de minerales accesorios: zircón (Zrn), anfíbol (Amp), piroxeno (Px), minerales opacos (Op), mica (Mca) y calcita (Cal) secundaria.

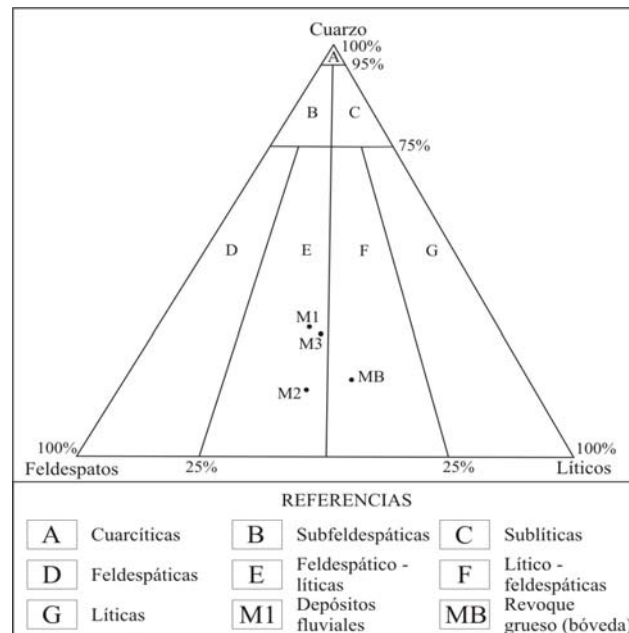


Figura 5: Clasificación de areniscas (Folk *et al.* 1970).

El contenido total de cuarzo alcanza en promedio un 16,6%, superando, en todas las muestras el Qtz al Qtz_p (promedio: 11,1% y 5,5%, respectivamente). El Qtz exhibe esfericidades variables y es anguloso hasta subredondeado; en general límpido, con extinción homogénea y subordinada ondulosa (u.e) principalmente en el Qtz_p. Esporádicos clastos angulosos de Qtz con terminaciones piramidales, sugerirían un origen volcánico a partir de los Sedimentos Pampeanos retrabajados. Los clastos de Qtz_p, en general, tienen baja esfericidad, y suelen estar integrados por mosaicos de granos equi a inequigranulares, con extinción homogénea y u.e. La Pl (8,7% promedio) se presenta en general subangulosa y, en menor proporción, angulosa hasta subredondeada, parcialmente alterada; en ocasiones exhibe macla de albita y sus índices de refracción $n \leq 1,537$ (~ oligoclasa). La Pl zonada es rara y se la interpreta como de origen volcánico. El Kfs (7,2% promedio) es anguloso a subredondeado, relativamente fresco y ocasionalmente exhibe u.e; por la macla enrejada, no siempre presente, se lo clasifica como microclino. También se identificó un tenor apreciable (6,2% promedio) de feldespatos alterados, enturbiados, dificultosos de asignarse a

alguno de los miembros de la serie. Los Lt promedian en su totalidad un 18%, predominando los cuarzo – feldespáticos (17,5% promedio), provenientes de rocas ígneas (granitoides) y metamórficas (gneises y migmatitas), sobre aquéllos integrados por pastas de rocas volcánicas y limolitas (0,5%).

Componentes mineralógicos principales		Muestra						
		Depósitos fluviales						Áridos de revoque
		M1 (%)	M2 (%)	M3 (%)	M4 (%)	M5 (%)	Prom. (%)	MB (%)
Cuarzo	Monocristalino	12,8	5,9	9,2	7,1	20,6	11,1	5,8
	Policristalino	10,4	4,2	5,7	3,8	3,2	5,5	2,4
Plagioclasa		11,2	11,8	8,3	6,1	6,0	8,7	3,7
Feldespato potásico		13,9	10,9	6,4	2,9	2,0	7,2	4,5
Feldespato no discriminable		4,3	11,0	3,8	5,8	6,1	6,2	8,1
Litoclastos cuarzo-feldespáticos, de rocas ígneas (granitoides) y metamórficas		21,8	24,4	16,6	8,6	16,1	17,5	20,7
Litoclastos de pastas de rocas volcánicas y limolitas		2,4	--	--	--	--	0,5	--
Vidrio volcánico		3,1	2,5	1,6	2,9	0,4	2,1	2,0
Alteritas		13,7	16,8	43,3	59,9	41,8	35,1	48,8
Minerales accesorios	Anfíbol (hornblenda)	5,4	10,9	4,8	2,9	3,2	5,4	2,8
	Piroxeno (augita)	0,3	--	--	--	--	0,1	0,4
	Mica (biotita)	--	0,8	--	--	--	0,2	--
	Circón	0,3	--	0,3	--	--	0,1	--
	Minerales opacos	0,4	--	--	--	0,6	0,2	0,4
Carbonato de calcio (calcita)		--	0,8	--	--	--	0,2	0,4
Total (%)		100	100	100	100	100	--	100

Tabla 2: Componentes mineralógicos principales de las muestras de depósitos fluviales y áridos de revoques.

Morfológicamente, los Lt cuarzo - feldespáticos son angulosos a subredondeados y están integrados por mosaicos Qtz-Fsp, a veces portadores de Kfs pertítico, Qtz ondulado y cantidades variables de Pl. Las variedades restantes están representadas por clastos subredondeados de VV de composición ácida adosado a material pardo rojizo apenas traslúcido, de naturaleza loésica, además de esporádicas pastas de vulcanitas ácidas (finos mosaicos cuarzo - feldespáticos apenas identificables). El VV se presenta en bajas proporciones (promedio: 2,1%), incoloro, fresco o alterado, subanguloso hasta subredondeado y con $n < 1,537$ (composición ácida); puede exhibir burbujas (vacías y rellenas) y escasos canalículos. Cuando su grado de alteración es avanzado se lo puede distinguir por la presencia de rebordes límpidos de formas cóncavas. Las Al, fueron

reconocidas en tenores muy elevados (35,1% promedio) y muestran formas angulosas a subredondeadas, equidimensionales hasta elongadas, correspondiendo en su mayoría, las más angulosas a trizas y fragmentos vítreos alterados. Entre los minerales accesorios, el Amp, alcanza los tenores más elevados (promedio: 5,4%), corresponde casi en su totalidad a hornblenda (Hbl) e integra clastos angulosos a subredondeados, con pleocroísmo verde – verde pálido y restos de hábito prismático (corto a bien desarrollado). Entre los Px (0,1%), se identificó esporádica augita (Aug) verde pálida, subredondeada, fresca y con terminaciones dentadas. La Mca es muy escasa (0,2%), forma láminas castañas relativamente frescas, de bordes subredondeados y corresponde a biotita. El Zrn es también muy escaso (0,1% promedio) y se presenta subredondeado, con hábito prismático alargado y levemente coloreado. Los Op (promedio: 0,2%), asignados a magnetita (Mag) se integran por clastos subredondeados, subordinadamente subangulosos, en ocasiones parcialmente oxidados. Además, se reconocieron aislados clastos subredondeados de Cal, que alcanzan 0,2%.

2. Áridos de la bóveda

Granométricamente, los áridos utilizados en el revoque grueso (MB) de la bóveda construida hacia fines del siglo XIX y ubicada en el sector central del Cementerio Municipal de la ciudad de Tandil, corresponden a una arena gravosa; están compuestos por un 25,7% de psefitas, 74,1% de psamitas y 0,2% de componentes en la fracción pelítica. En la fracción psamítica predomina la arena muy gruesa (28,4%), mientras que en la psefítica, domina el sábulo (21,6%) por sobre la grava (4,1%), (Tabla 1; Figuras 2, 3).

La curva de frecuencia acumulada es, en general, similar en cuanto a forma a las señaladas para las curvas de los depósitos fluviales (Figura 4a, 4b).

Desde el punto de vista composicional, la muestra corresponde a una arenita lítico -feldespática y, al igual que, para los depósitos fluviales, esta distinción puede no ser definitoria debido a la presencia de una manifiesta proporción de alteritas (Figura 5, Tabla 2). Litológicamente es una arenisca conglomerádica.

Mineralógicamente, fueron identificados en los áridos de la bóveda (MB): Qtz y Qtz_p, Pl, Kfs, Lt, VV, Alt y minerales accesorios (Amp, Px y Op), además de Cal. El

Qtz (5,8%) es anguloso a subredondeado, a veces elongado, límpido o recubierto por pátinas, con extinción homogénea y ondulosa. El Qtz_p (2,4%) es anguloso a muy anguloso y, en algunos clastos, se reconocieron mosaicos equigranulares de procedencia ígnea o metamórfica, no discriminable. La Pl (3,7%) forma clastos angulosos a subredondeados en parte cubiertos por adherencias arcillosas, a veces con restos de maclas de albita y núcleos alterados. El Kfs (microclino) que alcanza un 4,5%, puede exhibir pátinas y forma clastos angulosos hasta subredondeados. Los Lt (20,7%) son angulosos a subangulosos, cuarzo feldespáticos y presentan alteraciones arcillosas y pátinas. El VV (2,0%) adopta formas angulosas (trizas), puede estar fresco o parcialmente alterado, mostrar canalículos y tiene composición ácida. Las Alt, alcanzan proporciones elevadas (48,8%) y se presentan subangulosas a subredondeadas. Entre los minerales accesorios, la Hbl suele ser común (2,8%) y aparece como clastos subangulosos a subredondeados, frescos o alterados, con hábito prismático y pleocroísmo verdoso; esporádicamente, también se identificó posible hornblenda basáltica (lamprobolita), subredondeada, con hábito prismático y marcado pleocroísmo castaño. Entre los Px sólo se hallaron ocasionales clastos (0,4%) redondeados, de Aug verde pálida con restos de clivaje. En los Op (0,4%) se reconoció Mag, con características texturales similares a las descritas para las muestras de los depósitos fluviales. La Cal es muy escasa (0,4%) y, mayormente, se presenta como clastos subredondeados (Tabla 2). Además de los componentes mencionados, se reconocieron muy esporádicos fragmentos de ladrillo.

Interpretación

Del análisis comparativo entre las características geomorfológicas y litológicas del área y las mineralógicas y sedimentológicas de los depósitos fluviales, se desprende que la procedencia de los mismos es predominantemente local.

Geomorfológicamente, las divisorias de las antiguas cuencas de drenaje en las cuales se generaron los depósitos fluviales, se habrían desarrollado principalmente sobre rocas del basamento cristalino local, en aquellos sectores serranos de mayor relieve, mientras que, hacia las partes distales bajas, fuera del ámbito serrano, en depósitos integrantes de los Sedimentos Pampeanos. Asimismo, las cabeceras de dichas cuencas,

deberían haber estado ubicadas en posiciones no muy alejadas de las reconocidas en la actualidad. Esta estimación surge como consecuencia de la alta resistencia a la erosión de las secuencias rocosas del basamento cristalino, la cual habría controlado, minimizando la acción retrocedente y consecuente desplazamiento de las cabeceras. Esto sugiere que, en dicho ámbito, la ubicación de las mismas habría mantenido una posición persistente a lo largo del tiempo, situación que indicaría además, una fuente de aporte de materiales cercana.

Litológicamente, los componentes mayoritarios del basamento cristalino del área están representados por migmatitas, metamorfitas y granitoides (Dalla Salda *et al.*, 2005). Estas litologías fueron reconocidas en los depósitos fluviales considerados, manifestándose en el material psefítico, principalmente como clastos de rocas ígneas cuarzo feldespáticas (granitoides) en proporciones casi equiparables a los de las rocas metamórficas gnéissicas y migmáticas, además de subordinados de cuarzo policristalino, todos, en menor o mayor medida, con grados variables de metamorfismo dinámico sobreimpuesto (milonitizadas).

En distintos sectores del área de estudio, se reconocen mantos de meteorización, producto de procesos químicos asistidos por desintegración física a partir de secuencias rocosas del basamento cristalino. Condiciones apropiadas para el desarrollo de dichos mantos han sido características del Cretácico y Paleoceno para algunos autores (Rabassa *et al.*, 1998). Los mismos, presentan distintos grados de erosión, mostrando en ocasiones las secciones profundas con desarrollo de rocas nucleares (de dimensiones centimétricas a métricas); otras veces, parte de los componentes que los integran, se presentan como un material arenoso (grus), friable, evidenciando una meteorización más intensa que le confiere, además, propiedades físicas contrastantes con aquellas de las secuencias rocosas de las cuales derivan. La observación de distintos sectores de los mantos de meteorización, permite inferir que una parte importante de ellos ha sido erosionada. La erodabilidad (Summerfield, 1991) o susceptibilidad de los materiales de la superficie terrestre a ser movilizados por procesos denudacionales, es mayor en los mantos de meteorización que en las secuencias rocosas “frescas” a partir de las cuales se desarrollaron. Por los motivos precedentemente señalados, es probable que los componentes mineralógicos de los depósitos fluviales provenientes de las rocas del basamento, procedan en gran parte de los mantos de meteorización, esto además, es

compatible con la edad Cretácico - Paleoceno estimada para el desarrollo de dichos mantos y la de los depósitos fluviales considerados, más jóvenes e integrantes de los Sedimentos Pampeanos asignados al Cenozoico Superior.

Los análisis texturales y mineralógicos realizados en MB, y su comparación con las muestras de depósitos fluviales, indican una marcada relación.

Desde el punto de vista granométrico, es muy estrecha la correspondencia entre MB y los depósitos fluviales (Figura 2, Figura 3, Tabla 1). Diferencias en las distribuciones de tamaño en general, se observan en las fracciones mayores a sábulo (4,1% en MB) y pelita (0,2% en MB), menores en ambos casos a las muestras de los depósitos fluviales, comprendidos entre 8,4% - 13,7% y 1,1% - 5% para los componentes mayores a la fracción sábulo y pelita respectivamente (Tabla 1). Asimismo, las curvas de frecuencia acumulada promedio de los depósitos fluviales y la correspondiente a los materiales del revoque de la bóveda, son muy similares y cercanas entre sí, separándose algo hacia los extremos más gruesos y más finos (Figura 4).

Exceptuando Zrn, Mca y litoclastos de pastas de rocas volcánicas y limolitas, los componentes mineralógicos diferenciados en MB están presentes en los depósitos fluviales considerados, indicando una estrecha relación desde el punto de vista mineralógico. A pesar de esta excepción, cabe mencionar que aún en los depósitos fluviales los minerales mencionados en primer término están representados en bajos porcentajes: 0,1%, 0,2% y 0,5% respectivamente.

Con el nombre “granito” que Angelelli (1975) utilizara para referirse a las rocas ígneas y metamórficas del basamento cristalino, hacia 1870, se inicia la producción minera en Tandil, mediante labores extractivas para la elaboración de adoquines y cordones (Caballé y Kirilovsky 2004). Los resultados obtenidos a partir de los análisis granométricos y mineralógicos de los áridos de MB, permiten puntualizar dos aspectos: a) los depósitos fluviales (Figura 6, Figura 7) ya eran utilizados en esa época en Tandil, en, al menos en este tipo de obras (Figura 8, Figura 9). Esta situación queda además corroborada por distintas observaciones realizadas en los revoques gruesos y morteros de sustratos de distintas bóvedas que se ubican en el sector central del Cementerio Municipal de la ciudad de Tandil y cuya construcción se remonta a la segunda mitad del siglo XIX. Las mismas, permitieron diferenciar componentes que, textural, y mineralógicamente son similares a los tratados en el revoque MB, indicando que su

procedencia se vincula con los depósitos fluviales considerados. b) La extracción de dichos materiales fue cercana en el tiempo, previa o posterior, al inicio de la producción minera en Tandil, la que, según Caballé *et al.* (2004), se habría iniciado en el Cerro Leones, ubicado a unos 7 km al oeste de la ciudad.



Figura 6: Depósitos fluviales correspondientes al Sector D, en cercanías del lugar donde se obtuvo M5. Se insinúa estratificación poco marcada inclinando hacia el extremo inferior izquierdo de la figura y algunos clastos mayores.

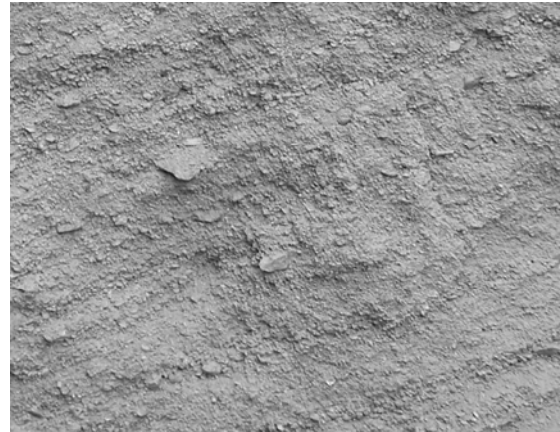


Figura 7: Detalle de depósitos fluviales en una excavación cercana al lugar de extracción de M5 (Sector D). Nótese la estratificación inclinada y la presencia de clastos mayores.



Figura 8: Detalle de un revoque grueso en una antigua bóveda del Cementerio Municipal. Nótese la textura gruesa de los componentes similares a aquellos representados en la Figura 6 y Figura 7.

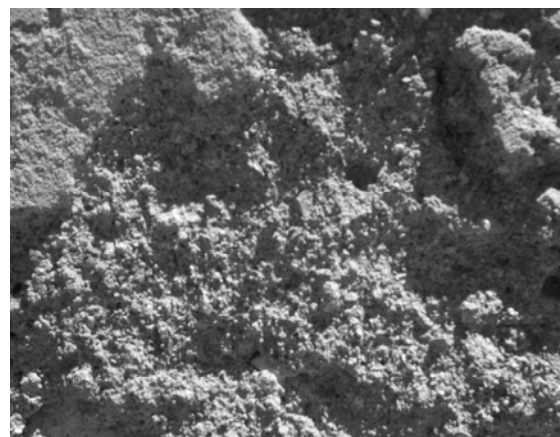


Figura 9: Detalle de otro revoque grueso en una antigua bóveda del Cementerio Municipal. Al igual que en la Figura 8, los componentes son similares a aquellos representados en la Figura 6 y Figura 7.

La utilización de los depósitos fluviales ha sido referida en la ciudad de Tandil, como vinculada a la construcción, aunque sin hacer referencia en que tipo específico de

obras. Las relaciones establecidas a través de los distintos análisis realizados, indican que estas serían las primeras evidencias concretas respecto al tipo de obras, en las cuales al menos, los depósitos fluviales eran utilizados. Adicionalmente, al quedar establecida la estrecha relación entre los depósitos fluviales y los materiales de las bóvedas, construidas en la segunda mitad del siglo XIX, se da una fecha estimada para la elaboración de las antiguas galerías subterráneas conocidas localmente como “minas de arena” (Gentile y Villalba 2008). A partir de lo expuesto, se amplía el espectro de la actividad minera en el Partido de Tandil, aportándose además, conocimientos al patrimonio histórico construido de la ciudad.

Conclusiones

Los estudios técnicos preliminares en los materiales fluviales considerados y en áridos de una muestra de revoque obtenida de una antigua bóveda, ubicada en el sector central del cementerio Municipal de la Ciudad de Tandil y cuya construcción data de la segunda mitad del siglo XIX, indican que los materiales utilizados en esa obra se relacionan estrechamente con los depósitos fluviales considerados.

Observaciones realizadas en áridos integrantes de revoques y de morteros de sustratos de otras bóvedas de edad similar, en el mismo sector del cementerio de la aquella ciudad, permitieron diferenciar componentes que, mineralógica y texturalmente son equiparables a los depósitos fluviales referidos.

Esto permite establecer, que la utilización de los depósitos fluviales se remonta a la segunda mitad del siglo XIX, de acuerdo a la fecha de construcción de las bóvedas más antiguas ubicadas en el sector central del cementerio Municipal de Tandil.

La extracción y utilización de estos depósitos en la construcción de, al menos este tipo de obras en Tandil, amplía el espectro de la actividad minera en el partido homónimo. Adicionalmente, estos resultados otorgan una fecha estimada para la construcción de las “minas de arena” que yacen en parte del subsuelo de la citada localidad, aportándose además, conocimientos respecto al patrimonio histórico construido de la ciudad, la que fuera fundada el 4 de Abril de 1823.

Agradecimientos

A las autoridades del LEMIT de la Plata por las facilidades brindadas para realizar los análisis texturales y mineralógicos de las muestras consideradas.

Bibliografía

- ANGELELLI, V. 1975 Yacimientos Minerales y Rocas de Aplicación. *Relatorio Congreso Geológico Argentino*: 195-217. Bahía Blanca, Argentina
- CABALLÉ, M. y E. KIRILOVSKY 2004 ¿Minería vs. reserva natural? *Revista del Consejo Profesional de Ciencias Naturales de la Provincia de Buenos Aires* 1: 6-10.
- CABALLÉ, M., N. CORIALE y M. BRAVO ALMONACID 2004 Provincia de Buenos Aires. En Lavandaio, E. y Catalana, E. (eds.). *Historia de la Minería Argentina*. SEGEMAR, Anales 40, Tomo 2: 305 – 313. Buenos Aires.
- CABALLÉ, M., M. TESSONE, D. GANUZA, N. CORIALE y D. MUNTZ 2005 Prospección de rocas de aplicación en Tandil, Provincia de Buenos Aires. *VIII Congreso Argentino de Geología Económica*: 43-49. Buenos Aires, Argentina.
- DALLA SALDA, L., R. E. DE BARRIO, H. J. ETCHEVESTE y R. R. FERNÁNDEZ 2005 El Basamento de las Sierras de Tandilia. R. E. de Barrio, R. O. Etcheverry, M. F. Caballé y E. Llambías (edit.): *Geología y Recursos Minerales de la Provincia de Buenos Aires. Relatorio del XVI Cong. Geol. Arg.* Cap. III: 31-50. La Plata, Argentina.
- ETCHEVESTE, H. J., D. MARCHIONNI y N. CORIALE 2005 Rocas ornamentales de la Provincia de Buenos Aires. En de Barrio, R. E., Etcheverry, R. O., Caballé, M. F. y Llambías (eds.). *Geología y Recursos Minerales de la Provincia de Buenos Aires. Relatorio del XVI Congreso Geológico Argentino*: 409-416. La Plata, Argentina.
- FIDALGO, F., F. O. DE FRANCESCO y R. PASCUAL 1975 Geología superficial de la llanura bonaerense (Arg.). VIº Cong. Geol. Arg., Relatorio: 103-138. Bahía Blanca, Argentina.
- FOLK, R. L. 1954 The distinction between grain size and mineral composition in sedimentary-rock nomenclature. *J. Geol.* 62: 344-359.

- FOLK, R. L., P. B. ANDREWS y D. W. LEWIS 1970 Detrital sedimentary rocks classification and nomenclature for use in New Zeland. *New Zeland Journal of Geology and Geophysics* 13: 937-968.
- GENTILE, R. O. y H. A. VILLALBA 2008 Antiguas “minas de arena” y daños en obras (Tandil, Provincia de Buenos Aires). *Asociación Argentina de Geología Aplicada a la Ingeniería* 22: 13-30.
- GENTILE, R. O y A. RIBOT 2009 Caracterización preliminar de depósitos fluviales utilizados antiguamente en la construcción (Tandil, Provincia de Buenos Aires). *Noveno Simposio de Geología Aplicada a la Ingeniería y al Ambiente*: 2 páginas. Mar del Plata, Argentina.
- RABASSA, J., M. ZÁRATE, A. DEMOULIN, M. C. CAMILIÓN, T. PARTRIDGE y R. MAUD 1998 Superficies de erosión y morfogénesis de Tandilia y Ventania. *Quintas Jornadas Geológicas y Geofísicas Bonaerenses 1*: 111-118. Mar del Plata, Argentina.
- SUMMERFIELD, M. A. 1991 *Global Geomorphology*. 537 páginas. Longman. England.
- TESSONE, M. y D. MARCHIONNI 2000 Situación ambiental de la minería a cielo abierto en la Provincia de Buenos Aires, Argentina. Análisis de casos. *I Jornadas Iberoamericanas sobre cierre de minas*. CD-Actas, Módulo III, pp: 6. La Rábida, Huelva, España.