



SITIOS INTERÉS GEOLOGICO

de la República Argentina

TANDILIA

Las rocas y los fósiles más antiguos de la Argentina

Carlos Alberto Cingolani¹

Sitios de Interés Geológico de la República Argentina

EDITOR

Comisión Sitios de Interés Geológico de la República Argentina (CSIGA):
Gabriela Anselmi, Alberto Ardolino, Alicia Echevarría, Mariela Etcheverría, Mario Franchi,
Silvia Lagorio, Hebe Lema, Fernando Miranda y Claudia Negro

COORDINACIÓN

Alberto Ardolino y Hebe Lema

DISEÑO EDITORIAL

Daniel Rastelli

Referencia bibliográfica

Sitios de Interés Geológico de la República Argentina. CSIGA (Ed.) Instituto
de Geología y Recursos Minerales. Servicio Geológico Minero Argentino,
Anales 46, II, 461 págs., Buenos Aires. 2008.

ISSN 0328-2325

Es propiedad del SEGEMAR • Prohibida su reproducción
Publicado con la colaboración de la Fundación Empremin



Av. General Paz 5445 (Colectora provincia)
Edificio 14 - 1650 - San Martín - Buenos Aires
República Argentina



Av. General Paz 5445 (Colectora provincia)
Edificio 25 - 1650 - San Martín - Buenos Aires
República Argentina

www.segemar.gov.ar | comunicacion@segemar.gov.ar | csiga@segemar.gov.ar

BUENOS AIRES - 2008

Carlos Alberto Cingolani¹

■ RESUMEN

Las Sierras Septentrionales de la provincia de Buenos Aires conforman un cordón serrano alineado en sentido noroeste-sudeste, también conocido con el nombre de Tandilia. Aquí se expone un basamento con las rocas más antiguas del país, y en su cobertura sedimentaria se encuentran restos fósiles de microorganismos y de estructuras dejadas por ellos, que se destacan por ser los más primitivos que se han registrado en el territorio nacional.

Numerosos son los lugares de interés geológico que merecen ser señalados en distintos puntos del cordón serrano. Algunos se destacan como ejemplos de rocas intensamente deformadas, otros por sus explotaciones en canteras y otros por sus excelentes afloramientos de rocas del antiguo basamento y de la cobertura sedimentaria. Muchos de estos lugares constituyen verdaderos «documentos naturales» del mundo geológico-paleontológico, que por su inapreciable valor cultural y didáctico debieran ser preservados como patrimonio de la humanidad.

■ ABSTRACT

The Northern Hills in the Buenos Aires Province of Argentina show a NW-SE trend, and are also known as the Tandilia System. Here, the most ancient basement rocks of Argentina can be found. Besides, in the sedimentary cover, there are fossil remains of the most primitive microorganisms that have ever been recorded in the national territory as well as the fossil structures left by them. There are several interesting geological places in different points of this range that deserved to be pointed out. Some outstanding examples of them are those rocks with intense dynamic deformation, quarry rocks, and outcrops of old basement rocks and sedimentary cover. Many of these places are true «natural landmarks» of the geological and paleontological world and due to their unique cultural and didactic value they should be preserved as world heritage.

INTRODUCCIÓN

Los Sitios de Interés Geológico (SIG) son lugares óptimos para reconocer e interpretar los diferentes procesos geológicos que han modelado nuestro planeta. Resultan verdaderos «documentos naturales» del mundo geológico-paleontológico, que en muchos casos llegan a constituir, por su naturaleza excepcional y gran valor científico, un bien cultural y didáctico único que merece preservarse para las generaciones futuras. Algunos de estos sitios presentan asimismo valores relevantes que facilitan la comprensión del desarrollo histórico, cultural y económico de una región.

En este sentido, la región de Tandilia, ubicada en el centro de la provincia de Buenos Ai-

res (Figura 1), reúne numerosos y destacados sitios que registran diversos aspectos de interés. Entre otros, la posibilidad de apreciar las características de las rocas más antiguas del país, cuyo origen se remonta al menos unos 2.200 millones de años atrás, y sobre las cuales yacen estratos de rocas sedimentarias que albergan los fósiles más primitivos de Argentina. Un atractivo paisajístico lo constituyen, a su vez, las particulares formas labradas por la erosión.

A los diversos temas de interés geológico se añaden los vinculados a la presencia y actividad humana en la región, cuyos inicios están documentados en varios sitios arqueológicos. Esta rica historia continuó con la estancia de naturalistas de fama mundial, con las corrientes migratorias europeas y también con el accionar civil y mili-

¹ Centro de Investigaciones Geológicas, Universidad Nacional de La Plata - CONICET y División Geología Museo de La Plata.

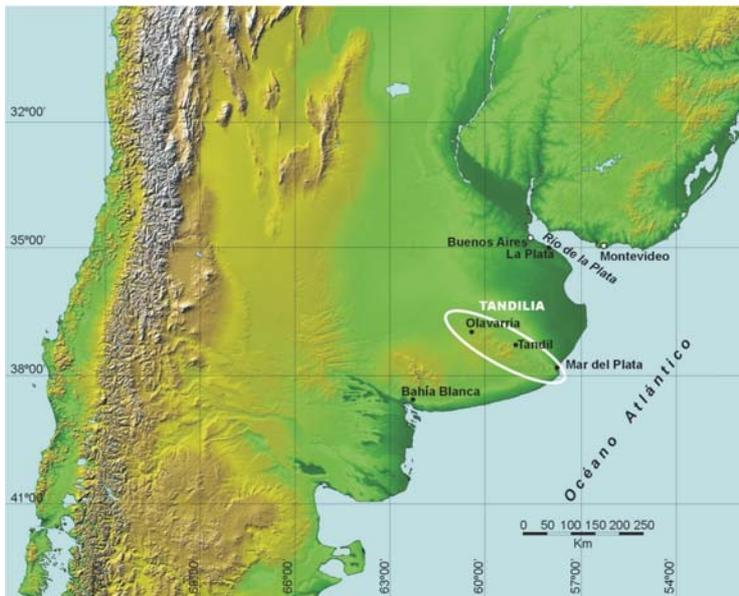


Figura 1. Ubicación regional del cordón de Tandilia.

tar, que dio lugar a la fundación de fortines para la expansión de fronteras. Ya en el siglo XIX Tandilia se vio inmersa en la «fiebre de la piedra» y desde entonces la región se transformó en un distrito minero que, actualmente, se distingue por los grandes volúmenes de rocas que se extraen para diversos usos.

ASPECTOS FISIGRÁFICOS Y GEOMORFOLÓGICOS

Su ubicación en la llanura

La provincia de Buenos Aires está conformada por una dilatada llanura que se ve interrumpida

por el asomo de los cordones serranos de Tandilia y Ventania. En el primero de ellos, la altura no sobrepasa los 524 metros sobre el nivel del mar, mientras que en la sierra de La Ventana se encuentra el cerro Tres Picos, que con 1.247 metros es la máxima altura bonaerense. Ambos cordones -Tandilia y Ventania- y la región interserrana conforman el llamado «positivo bonaerense». A su vez, el subsuelo de la provincia presenta varias cuencas sedimentarias, como las del Salado, de Claromecó y del Colorado -con amplia extensión hacia la plataforma continental argentina- además de otras cuencas menores.

Tandilia

Tandilia, también conocida con el nombre de Sierras Septentrionales de la provincia de Buenos Aires, es un cordón serrano discontinuo formado por sierras, cerros, cerrilladas y lomas que se encuentran separadas entre sí por valles y abras (Figura 2). En la región de Tandil-Barker (parte central de las sierras) alcanza su ancho máximo, de unos 60 kilómetros. El cordón se extiende por unos 350 kilómetros en sentido noroeste-sudeste, desde la localidad de Blanca grande (Figura 3), hasta culminar las exposiciones rocosas en el cabo Corrientes, en el litoral atlántico. El conocimiento geofísico del subsuelo permite apreciar su continuación en la plataforma continental, hasta varios kilómetros al sudeste de Punta Mogotes.

En los primeros mapas, el cordón de Tandilia se dividía en tres amplios sectores: sierra Chica,

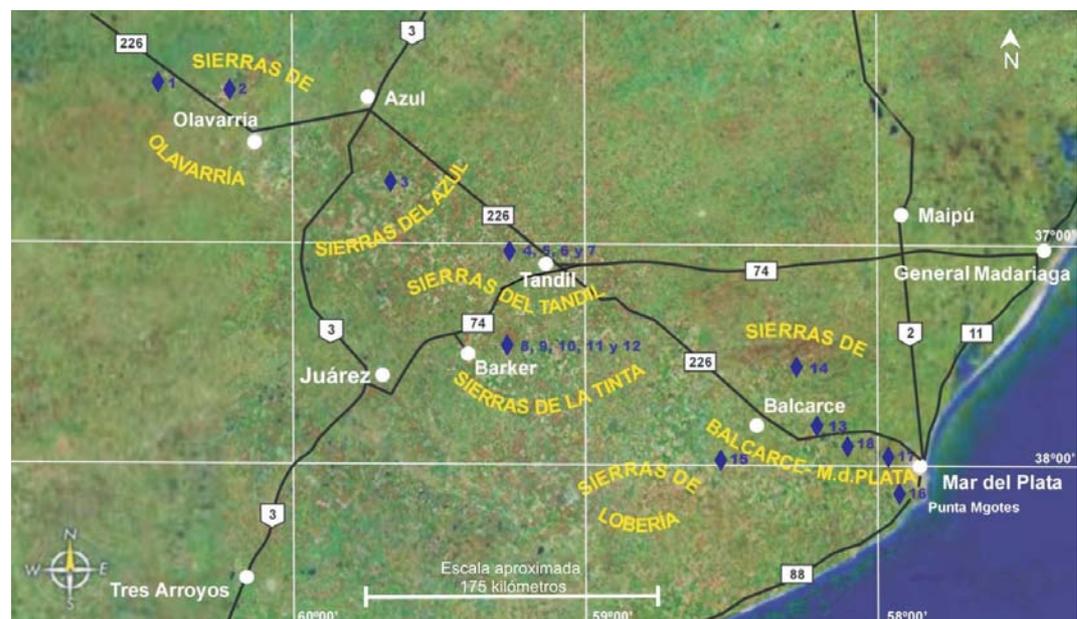


Figura 2. Grupos orográficos principales de Tandilia y ubicación de distintos lugares de interés geológico (Imagen 2006 MDA EarthSat).

sierra del Tandil y sierra del Volcán o Vulcán, pero con estudios de mayor detalle (Nágera, 1940) esta subdivisión fue ampliada. Actualmente se reconocen los grupos orográficos que desde el noroeste al sudeste (ver la figura 2) son las sierras de Olavarría, del Azul, del Tandil, de la Tinta, de Necochea-Lobería y de Balcarce-Mar del Plata.

LOS ESTUDIOS GEOLÓGICOS

Los esforzados naturalistas pioneros realizaron una labor fundamental para el avance del conocimiento científico en la región. Ellos elaboraron los primeros mapas topográficos adecuados para volcar sus observaciones, y lo hicieron en condiciones francamente peligrosas, arriesgando sus vidas en territorios desconocidos (ver por ejemplo Thomas Falkner, 1974).

En las primeras décadas del siglo XIX realizaron estudios el naturalista francés Alcides D'Orbigny y más tarde el joven inglés Charles Darwin (Fotografía 1) algunas de cuyas agudas observaciones aún tienen vigencia. El geólogo francés Auguste Bravard describió el aporte volcánico en los sedimentos pampeanos, y entre otros destacados investigadores puede citarse al

THOMAS FALKNER

Sacerdote jesuita que nació en Inglaterra y vivió 38 años entre los pueblos indígenas. En Londres escribió 'Descripción de la Patagonia y de las partes contiguas de la América del Sur'. Esta obra, que incluía observaciones detalladas y mapas, fue rápidamente traducida al español, alemán y francés, en virtud del interés estratégico que presentaba.

ingeniero Aguirre, quien propuso la división de las serranías de la provincia en unidades morfoestructurales (que luego serían llamadas Tandilia y Ventania).

Hacia fines del siglo XIX comenzaron los trabajos del paleontólogo F. Ameghino, quien dio a conocer las faunas de mamíferos que poblaron el territorio bonaerense. Por su parte, el geólogo alemán R. Hauthal, contratado por el Perito Francisco P. Moreno (fundador y primer director del Museo de La Plata) describió la presencia de restos fósiles (icnofósiles) en las rocas sedimentarias de la región de Balcarce.

Durante el siglo XX y lo que va del XXI han sido numerosos y continuos los aportes sobre diferentes aspectos geológicos. Entre estos, merecen destacarse los efectuados por Juan José

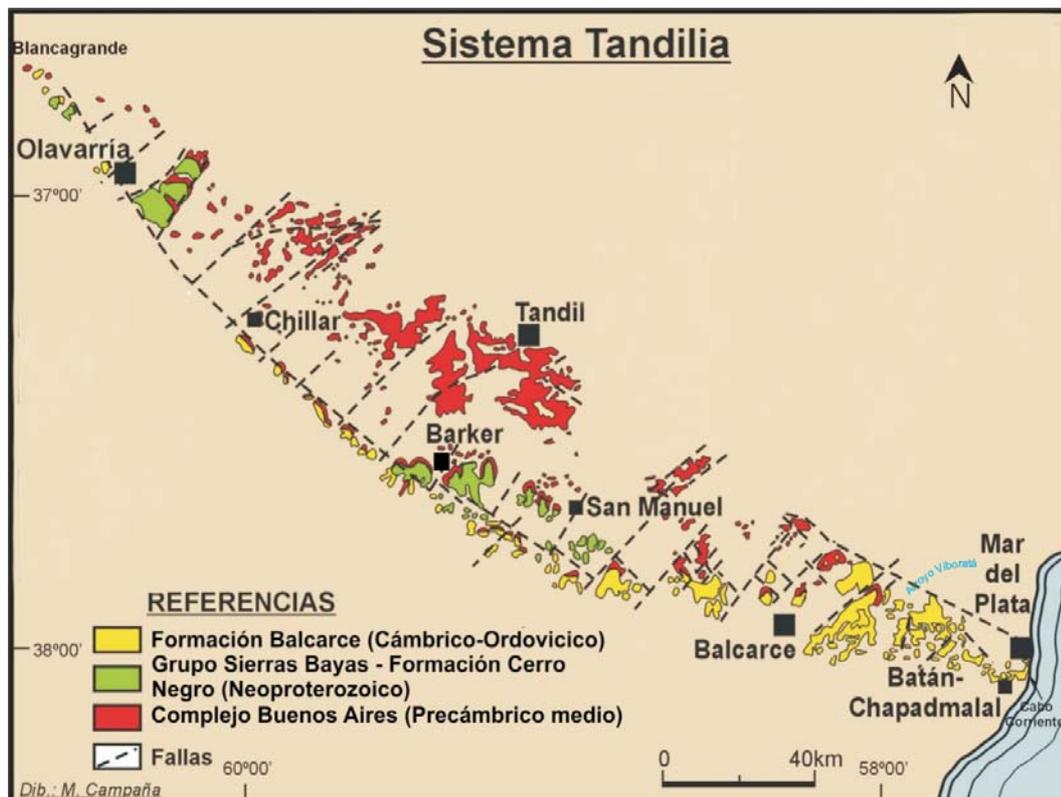
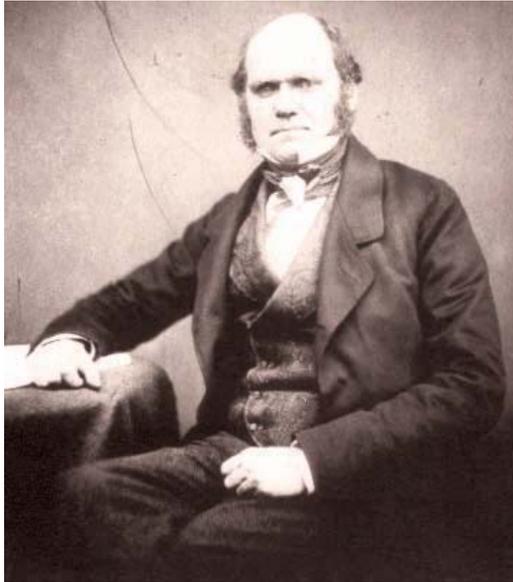


Figura 3. Bosquejo geológico general de Tandilia.



Fotografía 1. Charles Darwin en 1854, años después de su regreso del viaje en el HMS Beagle.

Nágera, quien en 1932 presentó un detallado mapa a escala 1:500.000 que constituye la primera carta geológica general de Tandilia. Sus precisos datos geográficos y valiosas apreciaciones geológicas fueron una base importante para el desarrollo de conocimientos posteriores. Otro destacado geólogo extranjero que concretó observaciones en la zona, fue el sudafricano Alex du Toit, quien con sus aportes apoyó la teoría de la deriva de los continentes. El cúmulo de información y estudios sobre la región de Tandilia es muy extenso, por lo cual se remite al lector a las citas bibliográficas de trabajos de síntesis tales como: Teruggi y Kilmurray (1975; 1980), Iñíguez (1999), Cingolani y Dalla Salda (2000), Dalla Salda y otros autores (2005), Poiré y Spalletti (2005), Rolleri y otros (2005) y Zárate (2005), entre otros.

RESEÑA GEOLÓGICA

Basamento cristalino

En Tandilia se encuentran expuestas las rocas más antiguas del país, conocidas con el nombre de **Complejo Buenos Aires** o con el término más amplio de **Basamento Cristalino** (Figura 3). Participan en él rocas metamórficas, plutónicas -granitos y rocas afines- y otras rocas ígneas de variada composición que a modo de diques o «filones» atraviesan a las anteriores; todas ellas con origen en lo profundo de la corteza terrestre. Entre las diversas rocas metamórficas abundan *gneises*, *migmatitas*, *anfíbolitas*, *esquistos* y *mármoles*. También se encuentran *metavulca-*

nitas y varias fajas de rocas intensamente deformadas -*milonitas*- como las que se aprecian en los alrededores de Azul y Tandil (por ejemplo en Boca de la Sierra). Muchas de estas rocas habrían sido formadas durante colisiones entre antiguas masas continentales, muy diferentes a las actuales (Ramos, 1999). La prolongada historia de este basamento culminó con un evento de estabilización general denominado 'cratonización'.

La edad del Complejo Buenos Aires, obtenida por métodos geocronológicos, es de 2.100 a 2.200 millones de años (Figura 4) que corresponde al Precámbrico medio. De tal modo, en Tandilia se encuentran los afloramientos más australes de un núcleo sudamericano antiguo: el Cratón del Río de la Plata, que posteriormente integrará el continente de Gondwana (Figura 5) conjuntamente con África, Australia, Antártida e India.

Cobertura sedimentaria antigua

Los fenómenos vinculados a la tectónica de placas en la región fueron llevando a las rocas del Complejo Buenos Aires hasta la superficie. Una vez allí, y durante millones de años, la erosión las fue desgastando hasta configurar un relieve de escasa altura. En el contexto de la dinámica terrestre, esto permitió que entre los 900 y 700 millones de años atrás (durante el Precámbrico superior) el mar ingresara sobre el continente en varias oportunidades. De este modo, áreas antes emergidas pasaron a constituir plataformas marinas poco profundas, donde se originaron dos secuencias de rocas sedimentarias, que hacia el oeste y sudoeste cubren parcialmente a las rocas del basamento (ver la figura 3).

¿COMO SE OBTIENE LA EDAD DE UNA ROCA TAN ANTIGUA?

Los métodos geocronológicos que determinan la edad de las rocas se basan en que algunos isótopos radioactivos, informalmente denominados «isótopo padre», con el paso del tiempo se transforman en otro que recibe el nombre de «isótopo hijo». Este cambio se produce en un tiempo constante e invariable para cada isótopo radioactivo, llamado 'período de semidesintegración'. Entonces, conociendo el valor de esta constante física y midiendo las concentraciones de ambos isótopos («padre» e «hijo») en una roca o mineral, se puede llegar a calcular la edad.

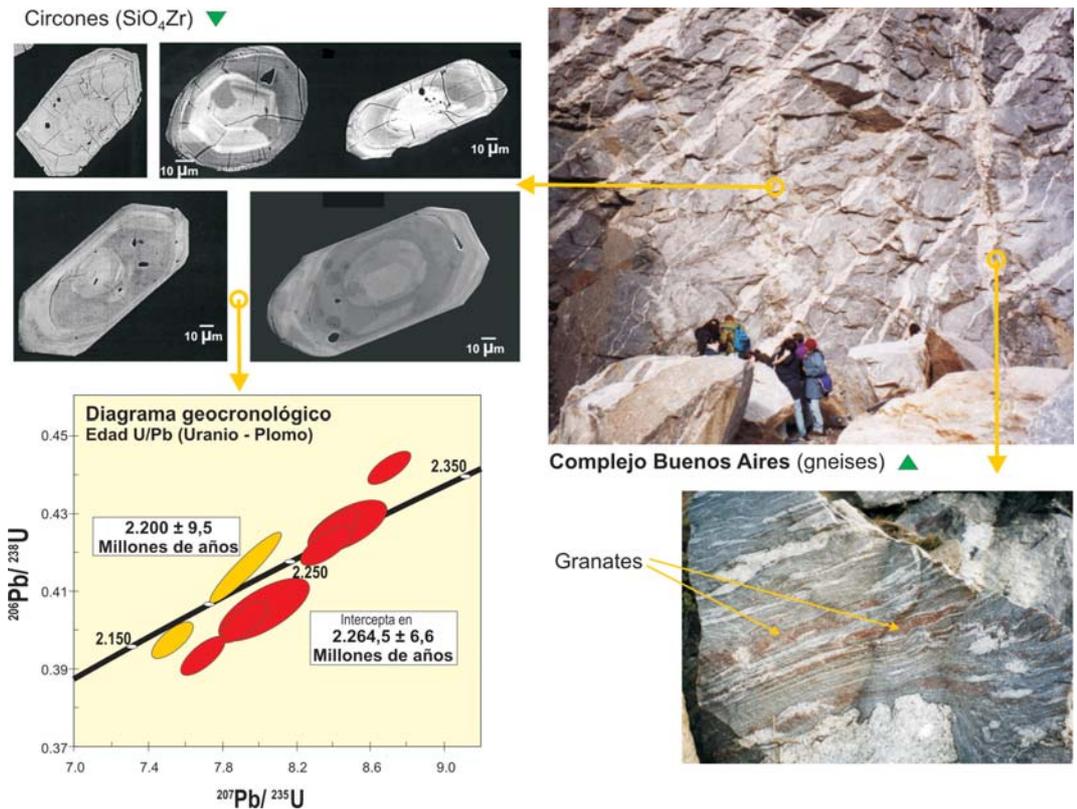


Figura 4. Afloramientos de rocas metamórficas (gneises ricos en granates) del Complejo Buenos Aires en la zona de Balcarce. Se muestran también cristales de circon obtenidos de estas rocas, cuya edad es de aproximadamente 2.200 millones de años, según el diagrama geocronológico.

Grupo Sierras Bayas y Formación Cerro Negro

Durante la primera invasión del mar, sobre el antiguo basamento comenzaron a depositarse principalmente arenas. Más tarde, un cambio fisicoquímico en el ambiente marino permitió la precipitación de grandes cantidades de carbonato de calcio, originándose así importantes mantos de rocas calcáreas o calizas. En esta etapa proliferaban las algas y bacterias, que

en su actividad vital formaron estructuras *estromatolíticas*. Las rocas, originalmente compuestas por carbonato de calcio, fueron luego incorporando y enriqueciéndose en magnesio hasta convertirse en *dolomías* de colores bajos, cuya edad está en el rango de 900-800 millones de años. Finalmente, sobre estas se depositaron sedimentos fango-arenosos que, gradando hacia arenas puras, señalan la etapa de retroceso del mar.

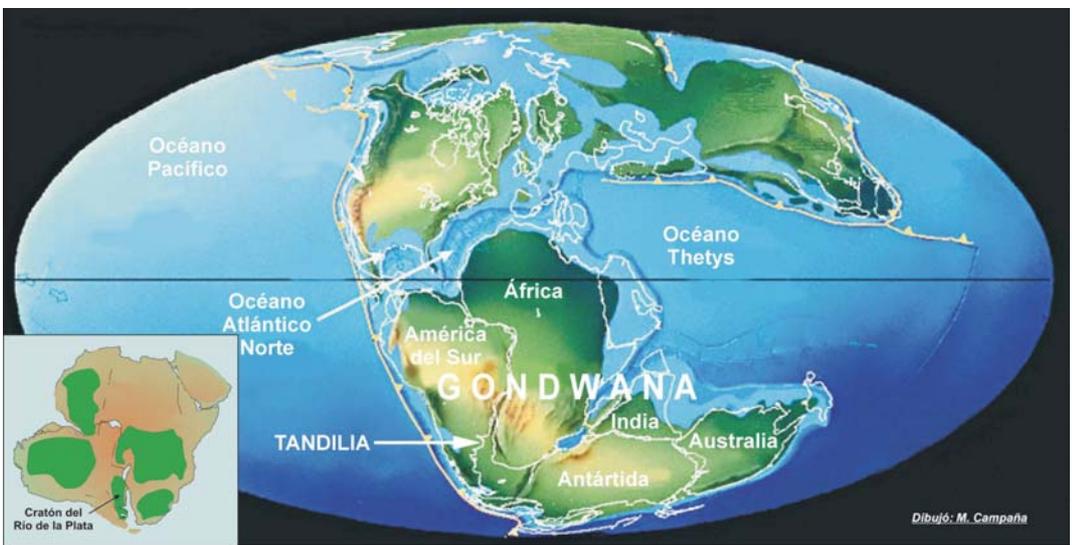


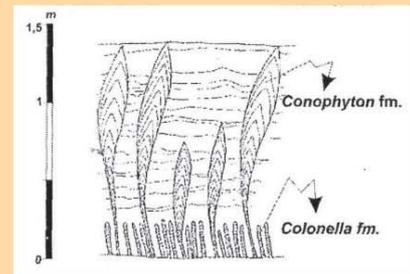
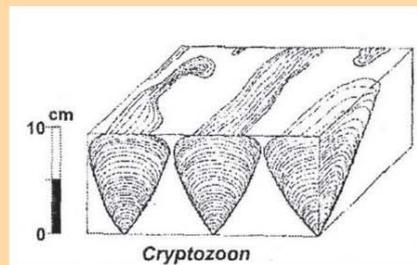
Figura 5. El supercontinente de Gondwana y la posición de Tandilia. Ésta forma parte de un núcleo continental antiguo llamado Cratón del Río de la Plata.

Los fósiles más antiguos de la Argentina

Los estromatolitos y la microfauna de acritarcos constituyen las asociaciones de fósiles más antiguas conocidas en el país.

¿Qué son los estromatolitos?

Los estromatolitos son estructuras finamente laminadas con formas de domos, columnas u ondulaciones, originadas por la actividad de algas y microorganismos que habitaban en el fango calcáreo; su espesor varía desde pocos centímetros hasta metros. Si bien se las ha encontrado en rocas de más de 3.500 millones de años de antigüedad (Barberton, África) también se forman en la actualidad, por lo que se las considera como un 'fósil viviente'. Los estromatolitos actuales se desarrollan en ambientes marinos cercanos a la costa (donde actúan las mareas) o en ambientes acuáticos continentales de poca profundidad, con dominio de aguas templadas a cálidas. Su presencia en rocas antiguas nos brinda valiosa información sobre las condiciones en que estas se formaron.

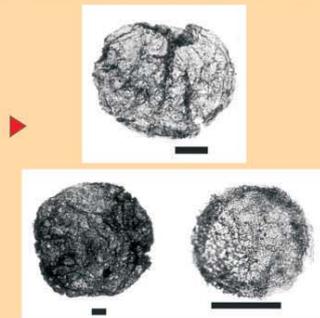


Estromatolitos ▶



¿Y los acritarcos?

Los acritarcos son microfósiles de forma esferoidal de aproximadamente 1 milímetro de diámetro. Estos organismos unicelulares formaban parte del microscópico mundo del plancton de los antiguos océanos.



Mucho tiempo después, otra ingresión (con varios pulsos de avance y retroceso de las aguas) dio comienzo a nuevos episodios de sedimentación marina que originaron areniscas y pelitas, y nuevamente calizas. Estas últimas, de colores rojizos y negros, contienen microfósiles de forma esferoidal -de 1 milímetro de diámetro- correspondientes al grupo acritarcos, organismos unicelulares que formaban parte del plancton de los antiguos océanos. La presencia de estos microfósiles, que permitió inferir una edad de 700 a 600 millones de años para estas rocas, es-

taría señalando la finalización de la Era Precámbrica (ver el cuadro Ubicándose en el tiempo, al final del capítulo).

El nivel calcáreo -denominado como Caliza Loma Negra y explotado en Olavarría y Barker por su alto valor comercial- señala un evento geológico clave en la historia de la Tierra, ya que su origen se sucede inmediatamente después de una época glacial de gran desarrollo en todo el planeta.

Al retirarse el mar, las calizas quedaron parcialmente expuestas a la influencia de las con-

diciones atmosféricas, lo cual produjo su disolución parcial. Así se formaron grandes huecos u oquedades que luego se llenaron con diversos depósitos, en parte ricos en fosfatos (P_2O_5). A continuación, otro ascenso del nivel del mar dio comienzo a un nuevo ciclo de sedimentación, representado por las lutitas de color gris verdoso-rojizo de la Formación Cerro Negro, también portadoras de microfósiles del tipo de los *acritarcos*.

Formación Balcarce

Transcurridos más de 150 millones de años, ya en el Paleozoico inferior, en el Ordovícico, y posteriormente al ascenso y descenso de bloques, la región fue ocupada otra vez por el mar. Se instauró así un nuevo ambiente de plataforma marina somera con marcada influencia de las mareas y donde se depositaron grandes cantidades de arenas, que al consolidarse originaron los estratos o bancos de areniscas de la Formación Balcarce. Esta formación constituye el registro geológico de un mar amplio y poco profundo que habría cubierto importantes sectores ubicados al sudoeste del antiguo continente de Gondwana (Figura 5).

Estas areniscas corresponden esencialmente a la variedad *ortocuarcita* (con más del 90% de granos de cuarzo, normalmente muy redondeados) y en ellas se pueden observar numerosas *trazas fósiles* o *icnofósiles*, estructuras o marcas dejadas por organismos durante su desplazamiento, alimentación, descanso u otras actividades (Figura 6).

También presentan abundantes estructuras sedimentarias entrecruzadas -originadas durante la depositación- que han permitido inferir las direcciones de desplazamiento de las antiguas corrientes marinas y ubicar la posición de la primitiva línea de costa, con las tierras emergidas hacia el noreste. Una muy probable fuente de los sedimentos habría estado localizada en sec-

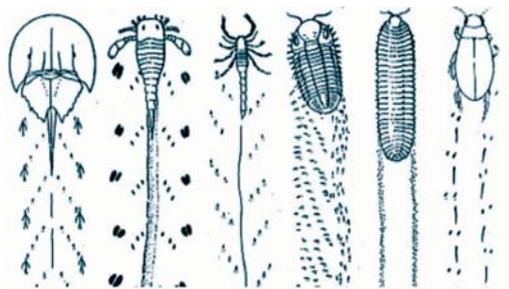


Figura 6. Algunos ejemplos de «trazas fósiles» formadas por el desplazamiento de organismos invertebrados en el fondo marino.

tores sudafricanos antiguos, ya que para esta época geológica aún no se había formado el océano Atlántico.

Las ortocuarcitas de la Formación Balcarce son explotadas para la industria de la construcción y comercialmente se las conoce con el nombre de «Piedra Mar del Plata».

Estabilización, fallamiento y generación del relieve actual

El hecho de que casi toda la cobertura sedimentaria descrita anteriormente, tanto la del Proterozoico superior (Grupo Sierras Bayas y Formación Cerro Negro), como la del Ordovícico (Formación Balcarce) se encuentre dispuesta casi horizontalmente (es decir sin grandes modificaciones respecto al momento de su depositación o formación) es una clara evidencia de la estabilidad que ha tenido toda el área por un prolongado lapso del tiempo geológico. No obstante, fenómenos de reactivación de fallas ocurridos durante el Cenozoico produjeron nuevos ascensos y descensos de grandes bloques. La erosión posterior actuó sobre los bloques ascendidos y, al mismo tiempo que rebajaban su altura, originaba un relieve áspero. Durante el Cuaternario, los vientos provenientes del oeste y sudoeste depositaron sedimentos que colmataron los valles y de este modo el paisaje se fue suavizando. Finalmente, la acción eólica depositó un manto de pocos metros de espesor de un *loess* rico en ceniza volcánica que cubrió las llanuras y parte de las serranías tabulares, permitiendo la formación de suelos húmicos que en la actualidad se caracterizan por su alta calidad agropecuaria.

LAS FALLAS Y SU REACTIVACIÓN

La dinámica terrestre origina numerosas fracturas en la corteza, que pueden extenderse desde unos pocos metros hasta centenares de kilómetros. Cuando hay desplazamientos de los bloques rocosos a lo largo de las mismas, esos planos de discontinuidad se llaman fallas. Una vez finalizados los movimientos, una falla puede quedar inactiva o fosilizada. En cambio, si luego de un prolongado período la región es afectada por otro episodio tectónico que reanuda los movimientos, y los desplazamientos se producen sobre el mismo plano de falla, se dice que ésta ha sido reactivada.

EL SUELO COMO RECURSO NATURAL NO RENOVABLE

Los suelos se originan por la conjunción de diversos procesos geológicos, que incluyen la meteorización y alteración de rocas, erosión, depositación y edafización y que en algunas regiones posibilitan finalmente la formación de una capa de humus. Para la escala de tiempo de la humanidad, constituyen un recurso considerado 'no renovable', que debe ser preservado pues constituye el medio natural sobre el que se desarrollan muchas de las actividades esenciales del hombre.

Durante el desarrollo de este proceso, las serranías de la región central de Tandilia (sierras del Tandil y Azul) sufrieron la desaparición completa de la cubierta sedimentaria, quedando expuesto el basamento cristalino antiguo. Por este motivo, el tramo central del cordón se caracteriza por cerros y sierras de formas redondeadas y suaves. En cambio, los sectores con afloramientos de la cubierta más joven tienen formas chatas, planas o tabulares, características de la estratificación sedimentaria. Es en estos últimos donde abundan los aleros, cuevas o cavernas que fueron utilizadas por los indígenas, tal como puede apreciarse en las sierras de Balcarce.

El particular relieve de las sierras tandilianas

Las secciones transversales a la dirección general del cordón tandiliano presentan un perfil asimétrico. Mientras la pendiente norte del cordón es abrupta y conforma una verdadera escarpa, la del sur es más tendida y suave. Ambas pendientes regionales de Tandilia, hacia el noreste y sudoeste respectivamente, condicionaron el desarrollo de una red de drenaje cuya actividad erosiva ha modificado la forma de las sierras, labrando valles que por su aspecto fueron denominados abras o «anfiteatros» (Nágera, 1940).

La exposición de las rocas -como resultado de los sucesivos levantamientos ocurridos en la región- las sometió durante millones de años al desgaste erosivo, generándose en el relieve diferentes formas según el tipo de rocas afectadas.

LUGARES DE INTERÉS

Tandilia posee numerosos lugares para apreciar diferentes aspectos de su evolución geológica y, al mismo tiempo, registros de su pasado histórico y de otros temas de interés cultural.

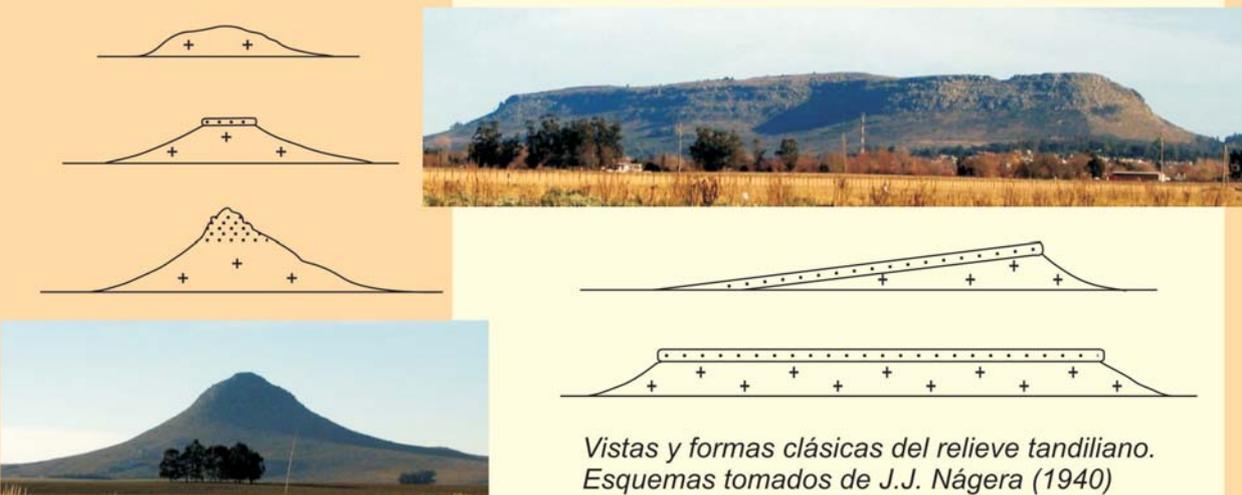
Sierras de Olavarría

Sierras de Quillalauquén, de la China, Dos Hermanas, Chica y Bayas

En el distrito de sierra Chica (♦1 en la figura 2) se hallan las canteras del penal homónimo y otras donde se explotan rocas graníticas, conocidas comercialmente como «Granito Rojo» o «Sierra Chica» y «Labradorita».

Otras canteras se encuentran en las sierras Bayas, nombre que remite a los colores amarillentos de las dolomías que allí afloran (♦2 en la figura 2). En algunas se extrae un granito de to-

Formas del relieve



Vistas y formas clásicas del relieve tandiliano. Esquemas tomados de J.J. Nágera (1940)

nos oscuros, pero en la mayoría, y ya desde principios del siglo pasado, se explota el banco dolomítico -con *estromatolitos*- de hasta 35 metros de espesor, que se utiliza en parte para la elaboración de *chapas o planchas* que son cortadas con hilos diamantados (Etcheveste y otros, 2005).

Por otra parte, en el llamado cerro Aguirre se halla un lugar de interés arqueológico donde los indígenas se aprovisionaban de material silíceo de grano fino (*ftanita*) que empleaban en la fabricación de armas y herramientas. La región posee además una rica historia vinculada a los «alemanes del Volga», asentados desde 1878 en la Colonia Hinojo o *Kaminka*.

Sierras del Azul

Cerros La Crespa, Las Chilcas, Boca de la Sierra, La Plata

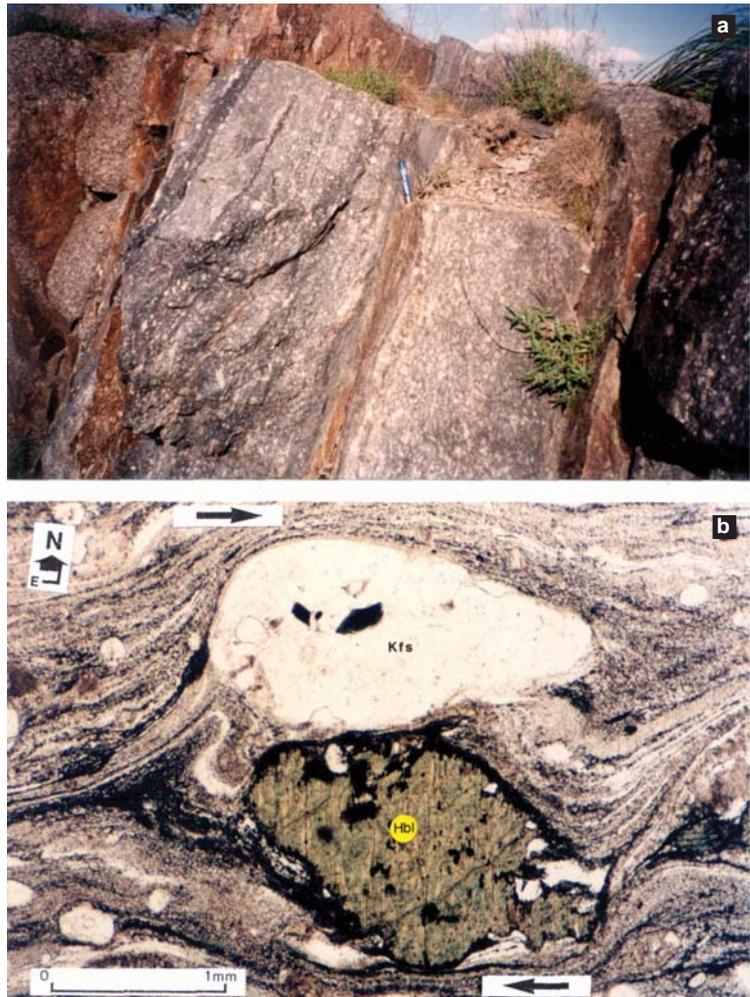
En el área de Boca de la Sierra (◆3 en la figura 2) se pueden apreciar las fajas de rocas miloníticas (Fotografía 2) originadas a causa de los intensos esfuerzos que deformaron el basamento cristalino en lo profundo de la corteza terrestre (deformación dúctil). En la región de las sierras del Azul se encuentran también un famoso monasterio Trapense y reliquias de viejas pulperías, como San Gervasio y Fortín Tapalqué.

Sierras del Tandil

Sierras Alta de Vela, del Tigre, cerros de las Ánimas o Albión y La Blanca

En estas sierras se encuentran numerosas canteras activas de las que se extraen rocas del basamento. El cerro La Blanca, con 502 metros sobre el nivel del mar, constituye la mayor altura en la que tales rocas afloran. En la sierra de las Ánimas o cerro Albión (◆4 en la figura 2) se halla también cuevas con pircas y ruinas de viviendas que datan del siglo XVIII.

Lugares clásicos que concitan la atención de turistas y paseantes son los cerros La Movediza, El Calvario y El Centinela. En la ciudad de Tandil se halla el monte El Calvario (◆5 en la figura 2), constituido totalmente por rocas del basamento cristalino. Este monte, coronado por un crucifijo de singular tamaño, alberga el famoso *Vía Crucis* con 14 grupos escultóricos de tamaño natural, que constituye el monumento religioso a cielo abierto más grande del país y al que acuden miles de personas durante cada conmemoración de la Semana Santa cristiana.



Fotografía 2. a) Rocas deformadas del Complejo Buenos Aires en Boca de la Sierra. b) Fotografía del corte microscópico de una roca; las estructuras originadas por la deformación permiten interpretar la dirección y sentido de los esfuerzos, indicados por las flechas.

El famoso cerro La Movediza, de 249 metros sobre el nivel del mar (◆6 en la figura 2), se encuentra en las inmediaciones de la ciudad. Su nombre hace referencia a una roca de aproximadamente 385 toneladas, que oscilaba sobre una base apenas perceptible y que en tiempos de los pobladores indígenas era objeto de supersticiosa reverencia. El 29 de febrero de 1912, la famosa «Piedra Movediza» perdió su precaria estabilidad y cayó. Hoy en día, este «fragmento de basamento» yace partido en tres trozos que pueden observarse al pie del cerro. Fue un verdadero icono de Tandil y por tal motivo, recientemente se ha colocado una réplica en el lugar.

En el cerro Centinela, ubicado a unos 5 kilómetros de la zona céntrica de Tandil (◆7 en la figura 2) se halla una roca de basamento cristalino de forma alargada y de unos siete metros de alto, que apoya sobre una base pequeña para su volumen. Ésta y otras curiosas figuras pétreas, que son comunes en Tandilia, han sido labradas

por la erosión. Las formas resultantes dependen fundamentalmente del tipo de rocas y sus características. Las rocas granosas tienden a exfoliarse en su superficie y la presencia de cierto tipo de fracturas (diaclasas) contribuye a la formación de peñones redondeados (Fotografía 3).

Sierras de la Tinta

Sierras de la Tinta y de la Juanita, Cuchilla de las Águilas

En este grupo de serranías cercano a la localidad de Barker (Figura 3) la actividad de canteras se dedica, en gran parte, a la explotación de arcillas para la industria de refractarios y cerámicos. Presenta el punto más elevado de todo el cordón tandiliano (unos 524 metros sobre el nivel del mar) ubicado en las sierras de la Juanita.

La sierra de La Tinta (◆8 en la figura 2) es también conocida con el nombre de «Sierra Amarilla», por la presencia de estratos o capas con minerales de hierro y sus productos de alteración. Estos ocre y pigmentos minerales eran

utilizados por los indígenas, y la voz original mapuche de *Colong-mahuida* (*Colong*: disfraz y *mahuida*: sierra, montaña) alude a este hecho.

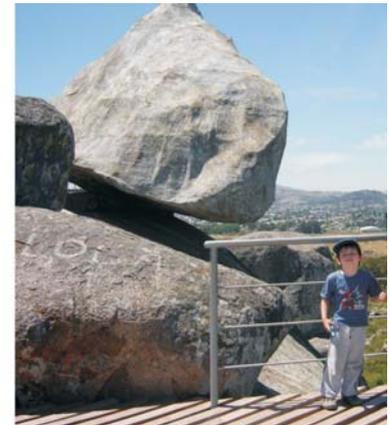
Cerca de Barker se halla el cerro El Sombrito (◆9 en la figura 2). Los estratos de ortocuarzitas que cubren al basamento confieren a este cerro un aspecto de cono truncado que lo destaca en el paisaje (Fotografía 4). En sus inmediaciones se halla un sitio arqueológico de ocupación indígena temprana y pueden observarse también las diversas formas labradas por la erosión sobre las rocas (Nágera, 1940).

Sin duda, Loma Negra es uno de los nombres más difundidos de la región, y en la cantera Villa Cacique -donde la empresa extrae caliza para la producción de cemento y cal- es donde puede visualizarse el mejor corte geológico de la zona (◆10 en la figura 2 y fotografía 5).

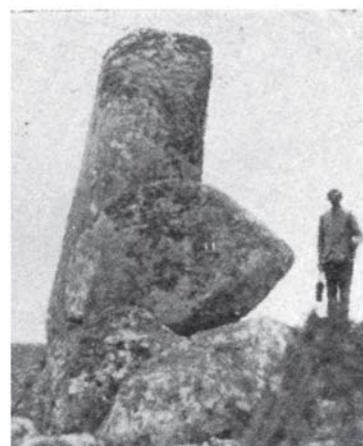
Las grutas Margarita y Aguas Doradas (◆11 y ◆12 en la figura 2) constituyen otros puntos de atracción en la región. La primera se halla en rocas de los niveles inferiores del Grupo Sierras Bayas; tiene una entrada que se asemeja a un castillo y en su interior se encuentra una ver-



▲ a



▲ b



◀ c



d ▶

Fotografía 3. a) La 'Piedra Movediza', antes de 1912 (Foto histórica del Museo de La Plata). b) Réplica actual de la famosa piedra (Fotografía por Alicia Folguera). c) 'El Centinela', fotografía tomada por Juan José Nágera en 1932. d) Formas de erosión redondeadas en rocas del basamento cristalino antiguo (Fotografía por Alicia Busteros).



Fotografía 4. Vista panorámica de la región de Cuchilla de las Águilas y cerro El Sombrerito, en la zona de Barker.

tiente de agua que desemboca en una pileta natural. Por otra parte, el nombre de la gruta -Aguas Doradas- se debe a que el agua contiene alto porcentaje de óxidos de hierro que tiñen con tonos amarillentos a las rocas ortocuarcíticas de la Formación Balcarce. En ambas cuevas se han registrado evidencias de ocupación indígena (Menghin y Bórmida, 1950; Flegenheimer y Zárate, 1989).

Sierras de Balcarce

Sierras Chata, Hunco, Vulcán -o Volcán o del Abra-, Vigilancia, Brava y Ginocchio; serranías de Cinco Cerros, Bachicha, La Barrosa y San Agustín

Aquí se halla el Anfiteatro del Vulcán o Volcán (◆13 en la figura 2) que se destaca desde lejos en el paisaje. Su nombre proviene del vocablo Vuulcan o Voolcan, con el que los indígenas designaban a estas «abras» o abertu-

ras entre sierras. Esto confundió a los exploradores pioneros, quienes en algunos mapas antiguos (Figura 7) representaron un volcán activo.

En varias de las sierras de Balcarce se desarrolla una explotación de piedra partida o piedra blanquecina para ornamentación. En el sector de sierra Bachicha y Punta Tota (◆14 en la figura 2) se encuentran antiguas canteras donde se explotaron «mármoles» (oficalcíticos y serpentínicos). Allí se pueden observar variedades de rocas metamórficas (gneises) que contienen minerales rojizos del grupo del granate.

Por otra parte, en el cerro San Agustín (◆15 en la figura 2) existe un hermoso corte vertical de cantera en el que se pueden apreciar las rocas de la Formación Balcarce.

Varios manantiales de aguas minerales naturales son conocidos en estas sierras. En su momento, el más importante fue el de La



Fotografía 5. Cantera Villa Caci que (Empresa Loma Negra, Barker). En la base de este perfil o corte geológico se halla un estrato de rocas carbonáticas de color gris oscuro de unos 45 metros de espesor. Estas rocas se originaron en un ambiente marino de poca profundidad y en la parte superior se puede observar que estuvieron sometidas a la exposición subaérea, donde se produjo la disolución parcial del carbonato y la formación de oquedades (relieve cárstico). Sobre ese relieve irregular aparecen niveles donde abundan fragmentos angulosos de calizas ricas en fósforo (fosforitas). Inmediatamente por arriba de éstas se encuentran las capas de rocas sedimentarias de grano fino y portadoras de microfósiles de la Formación Cerro Negro. Finalmente, en el tope del perfil afloran las cuarcitas típicas de la Formación Balcarce, con la presencia de trazas fósiles o icnofósiles.



Figura 7. Antiguo mapa confeccionado por las misiones jesuíticas. La flecha señala la representación de un 'volcán' inexistente, error causado por una confusión idiomática.

Copelina (Establecimiento La Brava). Este lugar y otros en la sierra de la Vigilancia han sido también sitios con ocupación indígena durante el Pleistoceno tardío-Holoceno temprano (alrededor de 10.000 años atrás).

Una visita al autódromo Juan Manuel Fangio (homenaje al quintuple campeón mundial de automovilismo y oriundo de la ciudad de Balcarce) permite conocer la serranía La Barrosa, conformada por rocas del basamento cristalino y, en su parte superior, por rocas sedimentarias paleozoicas.

Sierras de Necochea-Lobería

Sierras del Piojo, La Tigra, Larga, Guitarra y de los Barrientos

Este sector está constituido por serranías aisladas y bajas. Algunas de ellas -como la sierra del Piojo- están coronadas por ortocuarcitas y presentan una forma cónica, constituyendo excelentes ejemplos de cómo influye el tipo de rocas en la configuración final del paisaje.

La presencia de estas rocas sedimentarias facilitó la formación de aleros o cuevas, que de acuerdo a leyendas populares sirvieron de refugio para personajes perseguidos (de ahí el nombre, por ejemplo, de sierra de los Barrientos).

Sierras de Mar del Plata

Sierras de La Peregrina, Las Mostazas, de los Padres y luego lomadas suaves en Chapadmalal y Batán

Este conjunto se extiende desde la costa atlántica hasta el arroyo Vivoratá (Figura 3) límite que ha sido establecido en forma convencional (Teruggi y Kilmurray, 1975 y 1980). En la costa culminan en asomos rocosos, como los del cabo Corrientes y alrededores (♦16 en la figura 2), en la ciudad de Mar del Plata. Allí se encuentran los afloramientos más orientales de la Formación Balcarce, con su rico contenido en icnofósiles (Fotografía 6). Sobre estas rocas cuarcíticas se han acumulado los sedimentos de la Era Cenozoica (ver «Ubicándose en el tiempo»). Estas se hallan magníficamente expuestas en las barrancas litorales que se extienden hacia el sur de Mar del Plata (por ejemplo Barranca de los Lobos) y son portadoras de una rica fauna de mamíferos. Las descripciones de estas faunas, realizadas por destacados paleontólogos, han convertido este sitio en un lugar clásico para los estudios paleontológicos de la región pampeana (Tonni y otros, 1988).

En la zona de la Estación Chapadmalal y en la localidad de Batán (♦17 en la figura 2) se registra la mayor explotación de 'piedra Mar del Plata' para ornamentación, y las canteras resultan óptimas para el estudio de cortes geológicos de la Formación Balcarce.

La sierra de los Padres (♦18 en la figura 2) también presenta afloramientos de cuarcitas (Fotografía 7) y el atractivo de visitar la réplica

de la Misión Jesuítica, fundada en 1746 por los jesuitas Falkner y Cardiel.

TANDILIA COMO DISTRITO MINERO RELEVANTE DEL PAÍS

Ya desde el siglo pasado esta región provee el mayor volumen de roca extraída en el país y por el impulso de esta industria, durante muchos años, la provincia de Buenos Aires se caracterizó como la región de mayor producción minera en la Argentina.

La «fiebre de la piedra»

En los comienzos del siglo XIX la explotación pétreo se hacía en forma precaria y artesanal. Desde esta región salían los adoquines y cordones que eran llevados en carretones para ser colocados en las calles de Buenos Aires. La situación cambió notoriamente con la llegada del Ferrocarril Sud en 1883, ya que este medio de transporte permitía trasladar cargamentos mucho más importantes. Se inició así una verdadera «fiebre de la piedra».

Ya para 1870 se explotaba la piedra granítica del cerro Leones -en las cercanías de Tandil-

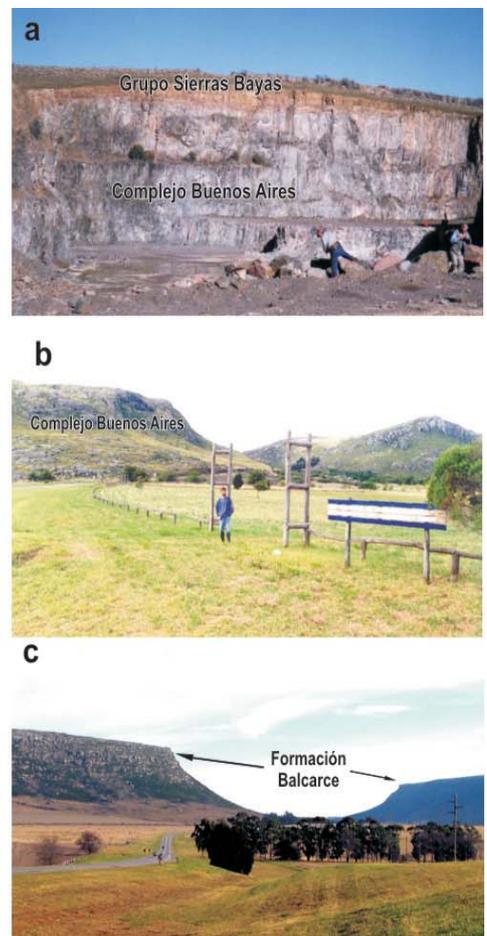


Fotografía 6. Cabo Corrientes, en Mar del Plata, constituye el límite sudeste de los afloramientos del cordón tandiliano. Afloran allí rocas ortocuarcíticas de la Formación Balcarce, con icnofósiles.

y esta actividad se extendió luego a numerosos lugares de la zona. El centro productivo sierra Chica inició su labor en 1885, especialmente en las instalaciones del Servicio Penitenciario Provincial. En virtud del crecimiento de la actividad, en 1879 se dio a conocer un decreto provincial reglamentando la explotación de cante-



Fotografía 7. La sierra de los Padres, compuesta por rocas ortocuarcíticas de la Formación Balcarce y otros lugares de interés mencionados en el texto: a) vista de una de las canteras importantes de la zona de Olavarría-Sierras Bayas, b) Boca de la Sierra, Azul, con rocas deformadas del basamento cristalino y c) Anfiteatro o Abra del Volcán, sobre la ruta nacional 226.



«MÁRMOL Y GRANITOS»

En la explotación de rocas para la industria se utilizan nombres genéricos que en muchos casos no corresponden exactamente a la variedad de roca involucrada. De tal modo, lo que comercialmente se identifica como mármol o granito, incluye a un conjunto de rocas que tienen mineralogía y origen diverso.

ras en el paraje de Sierras Bayas, partido de Olavarría. Para dar una idea de los volúmenes extraídos, puede mencionarse que en 1913 se transportaron por ferrocarril, desde la estación de Sierras Bayas, cerca de 131.000 toneladas de roca (caliza, bloques de calcáreos, dolomías, granitos, adoquines) y cal hidráulica (Etcheveste y otros, 2005).

La explotación de roca cuarcítica blanquecina se inició en 1940 en la zona de Balcarce-Mar del Plata. Muchos operarios especializados (en general de origen europeo) se trasladaron desde Tandil a esas localidades cuando disminuyó la producción de adoquines para el empedrado de calles.

A excepción de la extracción realizada en la isla Martín García, de Tandilia proviene la totalidad de las rocas ornamentales que se han producido en la provincia de Buenos Aires. En las inmediaciones de la ciudad de Tandil se encuentra la zona de mayor tradición y actividad. Esta industria incluye canteras a cielo abierto, con extracción de bloques de aproximadamente 1,5 x 2,5 metros, su aserrado para la producción de láminas o chapas mediante telares o sierras diamantadas refrigeradas con agua y cal, y su posterior pulido y terminación. La mayor parte se destina al consumo nacional, pero otra es derivada a la exportación.

Arcillas y calizas

Las sierras de Olavarría y de la Tinta constituyen los distritos mineros productores de arcillas más destacados del país (Domínguez y Ullmann, 2005 y referencias allí citadas). Las canteras de esta zona abastecen a la industria vinculada a la producción de ladrillos, tejas, revestimientos, vajilla y sanitarios, cuya creciente demanda deja entrever el sostenido crecimiento de la producción en la zona.

Tandilia es, asimismo, el distrito productor de cemento y cal más importante de Argentina. Esta actividad habría comenzado hacia 1879 con

los colonos europeos que elaboraban cal para blanquear. Estos primeros esfuerzos condujeron a la creación de la Compañía Argentina de Cemento Pórtland, en 1917. En 1919 inició sus actividades la sociedad anónima Calera Avellaneda en la zona de Olavarría y en 1926 se instaló la empresa Loma Negra en las sierras Bayas. Para el año 1934, la capacidad de producción alcanzada por Calera Avellaneda la convirtió en la mayor fábrica de Sudamérica. A partir de ese momento comenzó un incesante crecimiento de las empresas productoras de cales y cementos en los sectores de Olavarría y Barker, que luego se expandiría a otras localidades del territorio nacional e incluso a países limítrofes. Más del 50% de la producción de todo el país se realiza en este sector tandiliano.

Aguas minerales

La presencia de aguas minerales naturales constituye un recurso geológico de alto valor para la vida humana. Su búsqueda y caracterización fue motivo de preocupación por parte de las autoridades nacionales a principios del siglo XX, lo que condujo al estudio detallado de los manantiales, surgentes y lagunas de la provincia de Buenos Aires, trabajo que se inició formalmente en 1916.

En Tandilia se habían registrado para esas épocas varios manantiales de aguas atermas (surgentes sin temperatura). El que alcanzó mayor desarrollo fue La Copelina, que en los años 70 fue desactivado completamente. Este manantial surgía de fracturas presentes en las rocas de la Formación Balcarce, con gran caudal y perfecta pureza. Su aprovechamiento comenzó en 1893, pero seguramente ya era utilizado por las tribus originarias. Su nombre es de origen araucano y debió ser Pelinacó y no Copelina (garganta con agua).

ALGUNAS REFERENCIAS HISTÓRICAS

Las sociedades indígenas que habitaban la región

El vocablo Tandil, del cual deriva Tandilia, es de origen autóctono, es decir anterior a la colonización. Las primeras referencias escritas sobre Tandilia son de 1519 y se recogen de la expedición de Fernando de Magallanes. Pero la instalación humana en las sierras de Tandil data

de unos 11.000 a 9.500 años antes de la era cristiana, según lo atestiguan registros hallados en cavernas, cuevas y aleros de la comarca (como la cueva Tixi en la sierra de la Vigilancia). Esta antigüedad corresponde al Pleistoceno-Holoceno, tiempos en que la región pampeana también era habitada por grandes mamíferos, tales como gliptodontes, toxodontes y megaterios. La extinción de estos grandes animales, algunos de varias toneladas de peso, provocó cambios en los hábitos y el comportamiento de los primitivos habitantes (Tonni y otros, 1988; Martínez y otros, 1999). Así, para los 5.000 a 3.000 años antes del presente, los indígenas se dedicaban a la caza de guanacos, ñandúes y venados de las pampas. Ya a partir de unos 1.000 años antes del presente, las sociedades originarias se hicieron menos móviles, confeccionaban recipientes de cerámica e instrumentos de piedra y usaban arcos y flechas. A partir de la llegada de los españoles las comunidades incorporaron un estilo de vida pastoril, y abundaban los caballos y las vacas.

Además de la presencia de estas sociedades étnicas autóctonas, en Tandilia han quedado registros de la tenaz actividad de los pobladores pioneros llegados con expediciones españolas, de la estancia y laboriosidad de los misioneros jesuitas, de la llegada de corrientes migratorias europeas así como también de las enconadas luchas militares libradas para extender la línea de fortines, que constituía la frontera interna del país (De Angelis, 1969).

La línea de frontera

Para la población de Buenos Aires era importante establecer un acceso seguro a las fuentes de sal ubicadas en el oeste y sur de la provincia, que se encontraban en su mayoría bajo dominación indígena. En aquellos tiempos, la sal era un insumo indispensable. Era utilizada, entre otras cosas, para la conservación o charqueo de la carne. Tal era su importancia, que el propio Cabildo de Buenos Aires estaba encargado de su venta. Puede mencionarse, a modo de ejemplo, la expedición de Zizur en 1786, con 600 carretas tiradas por bueyes, operadas por 1000 hombres y escoltadas por 400 soldados.

Fue así como la línea de frontera del territorio bonaerense fue cambiando a través de sucesivas campañas militares. El Fuerte Independencia, cuya construcción se inició en 1823, fue un importante baluarte en esta etapa y en el

PAMPAS Y PUELCHES

Los «indios serranos» utilizaban boleadoras, hondas, flechas y lanzas y cazaban a pie, desplazándose velozmente en grupos y persiguiendo a los animales hasta cansarlos. Los españoles que llegaron al territorio de la provincia de Buenos Aires dieron el nombre de Pampas a los indígenas que habitaban en las zonas bajas. Esta palabra es de origen quechua o aymara y quiere decir lugar 'llano o plano'. Los Pampas mantenían comercio con los españoles y con otros grupos étnicos como los araucanos o mapuches, que eran de una cultura más avanzada de allende la cordillera. Por su parte, estos los denominaban Puelches, que en voz mapuche quiere decir «gente del Este». La interrelación fue generando la lenta «araucanización» de los Pampas, llegando finalmente a conformar una gran comunidad indígena, temible para los pueblos asentados en la provincia.

Museo Regional de la ciudad de Tandil se preservó gran parte de su historia. Después de cada campaña exitosa, comenzaban rápidamente los pedidos de concesiones por parte de pobladores interesados en las tierras conquistadas. Se desató así una verdadera carrera por las posesiones, incluso con pedidos de derecho en «expectativa de una futura extensión de las fronteras».

Con las incursiones de Juan Manuel de Rosas, que culminaron en 1833, la frontera llegó hasta el río Negro (Figura 8). Luego de su caída, en 1852, los malones indígenas retomaron su avance hacia el noreste siendo las ciudades de Azul y Olavarría las más castigadas.

Las acciones violentas y temerarias de los grupos indígenas, muchas en represalia ante injusticias recibidas, exigieron más hombres para defender la lejana línea de fortines. Fue entonces que se dictó la llamada Ley de Vagancia, que permitía a los jueces de paz calificar fácilmente de «vagos y malentretidos» a los pobladores criollos, declarándolos así útiles para el Servicio de Frontera y obligándolos a dejar librados al azar el hogar y sus pertenencias. Parte de esto se encuentra relatado brillantemente en el *Martín Fierro* de José Hernández. Hacia 1862, durante la presidencia de Bartolomé Mitre, la participación argentina en la Guerra de la Triple Alianza dejó parcialmente desprotegidas las fronteras interiores y los malones indígenas volvieron a ganar las costas del río Salado.

Más tarde, el general Julio Argentino Roca asumió como Ministro de Guerra y en 1879 llevó a cabo la denominada Campaña al Desierto. En ella participaron unos 6.000 soldados y 900 indios amigos que terminaron por desalojar a los últimos grupos indígenas que habitaban la región (Barros, 1957; Biedma, 1975).



Figura 8. La posición de fortines antes de 1879 (según De Angelis, 1969).

NORMAS DE PRESERVACIÓN

Quando Juan José Nágera -uno de los primeros geólogos argentinos- publicó la carta geológica general de Tandilia en 1932, ya mencionaba como una de sus preocupaciones en bien de la comunidad, la necesidad de crear 'Parques Naturales' en la zona. Expresaba el autor: «Deben declararse Parques Naturales: la Sierra de la China (o de Curicó), los Cerros que forman la Boca de la Sierra en el Azul, una fracción de Sierras al Sudoeste de Tandil, incluido el Centinela; la zona comprendida por el Cerro Torres, Cerro Holmberg, Abra de Nielsen, Cuchilla de las Águilas, Sombrero, Sierra de la Tinta, Cerro Claraz y Cerro Chico; la región formada por el Cerro Tapia, la Sierra de los Barrientos, el Abra de Hicken, el Cerro Moreno y el cerro Barrientos; los relieves que forman el Anfiteatro del Paulino y el Anfiteatro del Vulcán, continuándose en el Abra de Gallardo, la Sierra Brava y la Laguna La Brava ... En estos Parques Naturales, deberá conservarse la naturaleza original facilitándose en toda forma el paseo por los mismos. Deberán publicarse además guías que expliquen su Historia Natu-

ral acompañadas de mapas topográficos muy buenos». Nágera también insistió en que algunas singulares formas pétreas originadas por la erosión -El Centinela, El Sombrero y Gruta de Aguas Doradas, entre otras- debían ser declaradas «Monumentos de la Historia Natural Bonaerense».

Poco es lo que puede agregarse a lo expresado por este brillante investigador hace ya más de setenta años, que constituye un antecedente histórico valioso sobre la necesidad de preservar los *sitios de interés geológico* (SIG) en Tandilia. Escasos avances se han notado desde entonces, por lo que resulta indispensable la instalación de una definida política cultural de Estado para la toma de conciencia, tanto por parte de la población como de los encargados en legislar y gobernar, sobre la relevancia que tiene la preservación de los lugares únicos que alberga el sector tandiliano.

Sería muy adecuado instalar en cada SIG carteles con textos y diagramas explicativos y, al mismo tiempo, editar guías o textos didácticos para facilitar la comprensión de la evolución geológica ocurrida a lo largo de millones de años. Inclusive sería interesante que en virtud de su variada y rica historia geológica, se llegara a concretar en el futuro la creación de un verdadero parque temático, facilitando la divulgación del conocimiento de la 'geodiversidad tandiliana'.

Es función del Estado dictar normas para la preservación de los SIG, especialmente en aquellos lugares donde la afluencia masiva de público pueda llegar a deteriorar los afloramientos con inscripciones, vandalismos o saqueos. Los SIG conforman el patrimonio geológico de Tandilia; su identificación, caracterización y difusión tiene un importante valor para su racional utilización por parte de la comunidad, con la posibilidad de generar fuentes de ingreso a través de un turismo cultural sustentable.

AGRADECIMIENTOS

Al Doctor Eduardo Llambías, quien ha colaborado en todas las etapas del trabajo con un valioso aporte bibliográfico histórico y con atinados comentarios y sugerencias. A los Doctores Luis Dalla Salda, Alejandro Ribot y Marcelo Manassero, que gentilmente ofrecieron sus conocimientos sobre Tandilia. Al Licenciado Norberto Uriz, quien ha colaborado eficazmen-

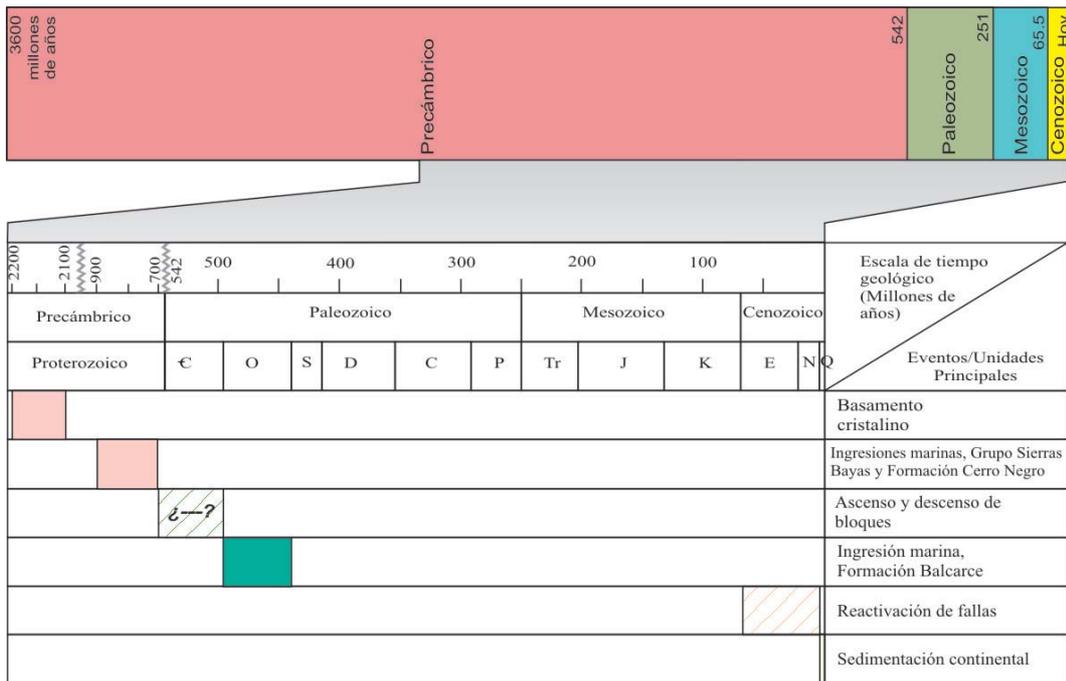
te en la preparación de diagramas y fotografías que acompañan el texto.

Debo agradecer al Licenciado Fernando Oliva por su asesoramiento en los aspectos antropológicos de la región y al técnico Mario Campaña, encargado del armado de la parte cartográfica y fotográfica final. A los colegas del SEGEMAR, coordinadores de la presente obra, por hacerme partícipe de la misma y por sus ati-

nados y valiosos comentarios que ayudaron a mejorar el texto original.

Dejo constancia que para el desarrollo del trabajo, que exigió una ardua tarea de recopilación, he debido consultar numerosas obras bibliográficas, que no se han podido mencionar en virtud de las normas editoriales que requerían sólo un limitado número de citas.

UBICÁNDOSE EN EL TIEMPO



€: Cámbrico, O: Ordovícico, S: Silúrico, D: Devónico, C: Carbonífero, P: Pérmico, Tr: Triásico, J: Jurásico, K: Cretácico, E: Paleógeno, N: Neógeno y Q: Cuaternario

TRABAJOS CITADOS

Barros, A., 1957. Fronteras y territorios federales de las Pampas del Sur. Con un estudio preliminar de Alvaro Yunque. En: El pasado Argentino. Editorial Hachette, 303 páginas. Buenos Aires.

Biedma, J.J., 1975. Crónicas militares: antecedentes históricos sobre la campaña contra los indios. Editorial Universitaria, 304 páginas.

Cingolani, C.A. y Dalla Salda, L.H., 2000. Buenos Aires Cratonic Region. In: Cordani, U.G. (Ed.). Tectonic Evolution of South America. 31^o International Geological Congress: 139-146. Rio de Janeiro, Brazil.

Dalla Salda, L., De Barrio, R.E., Etcheveste, H.J. y Fernandez, R., 2005. El basamento de las Sierras de Tandilia. En: De Barrio, R.E.; Etcheverry, R.O.; Caballé, M.F. y Llambias, E.

(Editores). Geología y Recursos Minerales de la Provincia de Buenos Aires. Relatorio 16 Congreso Geológico Argentino, 3: 31-50. La Plata.

De Angelis, P., 1969. Colección de Obras y Documentales relativos a la Historia Antigua y Moderna de la Provincia del Río de la Plata (1836). Buenos Aires.

Domínguez, E.A. y Ullmann, R., 2005. Arcillas e industria cerámica. En: De Barrio, R.E.; Etcheverry, R.O.; Caballé, M.F. y Llambias, E. (Editores). Geología y Recursos Minerales de la Provincia de Buenos Aires. Relatorio 16 Congreso Geológico Argentino, 25: 397-408. La Plata.

Etcheveste, H.J., Marchionni, D. y Coriale, N., 2005. Rocas ornamentales de la Provincia de Buenos Aires. En: De Barrio, R.E.; Etcheverry, R.O.; Caballé, M.F. y Llambias, E. (Editores). Geología y Recursos Minerales de la Provincia

- de Buenos Aires. Relatorio 16 Congreso Geológico Argentino, 26: 409-416. La Plata.
- Falkner, P.T., 1974 (reedición). Descripción de la Patagonia y de las partes contiguas de la América del Sur. Traducción y notas de S. Lafone Quevedo y estudio preliminar de Salvador Canals Frau. Colección Pasado Argentino (Director G. Weinberg). Texto tomado de la Edición de la Universidad Nacional de La Plata de 1910, 2a. Edición. Librería Hachette. Buenos Aires.
- Flegenheimer, N. y Zárate, M., 1989. Paleoindian occupation at Cerro El Sombrero Locality, Buenos Aires Province, Argentina. *Current Research in the Pleistocene*, 6: 12-13. Maine.
- Iñiguez, A. M., 1999. Cratón del Río de la Plata 2. La cobertura sedimentaria de Tandilia. En: *Geología Argentina* (R. Caminos Editor), *Anales SEGEMAR*, 29(4): 101-106. Buenos Aires.
- Martínez, G., Osterrieth, M. y Mazzanti, D., 1999. Estratigrafía de sitios arqueológicos en reparos rocosos en las sierras de La Vigilancia y Valdés, Sistema de Tandilia, Provincia de Buenos Aires. *Actas 12 Congreso Nacional de Arqueología Argentina*, 3: 139-144. La Plata.
- Menghin, O. y Bórmida, M., 1950. Investigaciones prehistóricas en cuevas de Tandilia (Provincia de Buenos Aires). *RUNA*, 3 (1-2): 5-36. Buenos Aires.
- Nágera, J.J., 1940. Tandilia. En *Historia Física de la Provincia de Buenos Aires*, 1: 1-272. Universidad Nacional de La Plata, Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación. La Plata.
- Poiré, G.D. y Spalletti, L.A., 2005. La cubierta sedimentaria Precámbrica-Paleozoica inferior del Sistema de Tandilia. En: De Barrio, R.E.; Etcheverry, R.O.; Caballé, M.F. y Llambias, E. (Editores). *Geología y Recursos Minerales de la Provincia de Buenos Aires. Relatorio 16 Congreso Geológico Argentino*, 9: 139-158. La Plata.
- E. (Editores). *Geología y Recursos Minerales de la Provincia de Buenos Aires. Relatorio 16 Congreso Geológico Argentino*, 4: 51-68. La Plata.
- Ramos, V.A., 1999. Las Provincias Geológicas del Territorio Argentino. En: Caminos, R. (Editor) *Geología Argentina. Anales SEGEMAR*, 29 (3): 41-96. Buenos Aires.
- Rolleri, E., Caballé, M. y Tessone, M., 2005. Breve reseña histórica y apuntes sobre los avances del conocimiento geológico del Territorio Bonaerense. En: De Barrio, R.E.; Etcheverry, R.O.; Caballé, M.F. y Llambias, E. (Editores). *Geología y Recursos Minerales de la Provincia de Buenos Aires. Relatorio 16 Congreso Geológico Argentino*, 1: 1-20. La Plata.
- Teruggi, M.E. y Kilmurray, J.O., 1975. Tandilia. *Relatorio Geología de la Provincia de Buenos Aires, 6 Congreso Geológico Argentino*: 55-77. Bahía Blanca, Buenos Aires.
- Teruggi, M.E. y Kilmurray, J.O., 1980. Sierras Septentrionales de la Provincia de Buenos Aires. En: *Segundo Simposio de Geología Regional Argentina*, 2: 919-983. Academia Nacional de Ciencias, Córdoba.
- Tonni, E., Bargo, S. y Prado, J., 1988. Los cambios ambientales en el Pleistoceno Tardío y Holoceno del SE de la Provincia de Buenos Aires a través de una secuencia de mamíferos. *Ameghiniana*, 25 (2): 99-110. Buenos Aires.
- Zárate, M.A., 2005. El Cenozoico tardío continental de la Provincia de Buenos Aires. En: De Barrio, R.E.; Etcheverry, R.O.; Caballé, M.F. y Llambias, E. (Editores). *Geología y Recursos Minerales de la Provincia de Buenos Aires. Relatorio 16 Congreso Geológico Argentino*, 9: 139-158. La Plata.