

# **PATRIMONIO GEOLOGICO DE LA REGION DE TANDIL, OLAVARRIA Y AZUL (PROVINCIA DE BUENOS AIRES)**

Rodolfo O. Gentile

## **INTRODUCCION**

El Patrimonio de un país agrupa al complejo de bienes materiales e inmateriales y se integra por un componente natural y otro cultural. El Patrimonio Natural está conformado por los distintos constituyentes geológicos y biológicos (flora y fauna) de un territorio. En particular, el Patrimonio Geológico representa el conjunto de recursos naturales, en general no renovables, de valor científico, cultural o educativo, ya sean formaciones y estructuras geológicas, formas del terreno o yacimientos paleontológicos y mineralógicos, que permiten reconocer, estudiar e interpretar la historia geológica de la Tierra y los procesos que la han modelado hasta su configuración actual (Cendrero *et al.* 1996). Un concepto más amplio (y que además contiene al precedente ya que considera la totalidad de los componentes geológicos presentes en una región), es el de Geodiversidad. Nieto (2001), se refiere a esta, como el número y la variedad de estructuras (sedimentarias, tectónicas, geomorfológicas, hidrogeológicas y petrológicas) y de materiales geológicos (minerales, fósiles, rocas y suelos) que constituyen el sustrato físico natural de una región sobre el que se asienta toda la actividad orgánica, incluyendo la antrópica. Por su parte, la Geoconservación se relaciona con aquellos aspectos que ayudan a la conservación y protección de puntos de interés geológico en un área determinada.

La Geología es una disciplina de las Ciencias Naturales que tiene como principales objetivos el estudio de los procesos geológicos que tuvieron lugar en el pasado y la edad de formación de los componentes de la tierra. Dicho estudio se realiza a través del análisis de las secuencias de rocas <sup>(1)</sup>, ya que las mismas conservan el registro de procesos producidos (y muchas veces, testimonios de la actividad biológica que se desarrollaba) los que se han preservado a través del extenso tiempo geológico involucrado. Las rocas representan las páginas de un libro cuyo contenido refleja parte de la historia de nuestro planeta. No obstante, la lectura de las mismas puede ser muy

difícil, sumado a la “desaparición” de un gran número de páginas y otras veces capítulos completos. Finalmente una cantidad importante de dicho contenido espera ser correctamente interpretado a la luz de nuevos conocimientos.

La dinámica de los procesos geológicos conduce el desarrollo y evolución de los paisajes a través del tiempo y estos, salvo contadas excepciones, son en general efímeros, considerando la magnitud del tiempo geológico. La Geología, a través del estudio de los conjuntos rocosos ha ido interpretando dichos procesos y ordenando la sucesión de acontecimientos a través de la evolución geológica y biológica (o de floras y faunas).

Teniendo en cuenta que los cálculos actuales sitúan la edad de la Tierra en unos 4600 millones de años (Tarbuck y Lutgens 2000), las edades más antiguas, de algo más de 2200 millones de años (Cingolani *et al.* 2002) que alcanzarían rocas que se encuentran en la región de TOA, hacen que estas se encuentren entre las más antiguas de la Tierra. No obstante, el término antiguo es simplemente relativo ya que depende del sistema de referencia utilizado para su definición. Para un planeta de alrededor de 4600 millones de años, las rocas más antiguas datadas en Tandilia, tienen algo menos de la mitad de la edad de la Tierra, razón por la cual serían de mediana edad.

El Patrimonio Geológico de la región de Tandil, Olavarría y Azul (en adelante TOA) conserva el registro de procesos acontecidos en el pasado ofreciendo de esta manera la posibilidad de interpretarlos y acceder al conocimiento de una parte de la historia del planeta. Además, los componentes que integran dicho patrimonio, proporcionan el hábitat para el desarrollo de la biota (flora y fauna) y permiten el usufructo de diversos tipos de materiales para el desenvolvimiento de las comunidades de la región, como asimismo generan fuentes de trabajo producto de las distintas actividades que en su seno se realizan. En este capítulo, la descripción de dicho patrimonio se realizará considerando el contexto morfológico-geológico dentro del cual se ubica, las principales características del relieve e hidrografía que lo caracterizan, las secuencias de rocas que lo integran y las formas integrantes del paisaje que se desarrollan. Adicionalmente se hará referencia al uso del patrimonio y algunas propuestas para la región, así como un detalle de sitios de interés actual y potencial. Asimismo, fueron anexados un glosario de términos técnicos y una tabla del tiempo

geológico (en adelante TTG), incorporada como marco de referencia para las edades citadas de los distintos conjuntos rocosos desarrollados en el área.

## **CONTEXTO MORFOLÓGICO Y GEOLÓGICO**

Los partidos de Tandil (4935 km<sup>2</sup>), Olavarría (7715 km<sup>2</sup>) y Azul (6615 km<sup>2</sup>) con una superficie en conjunto de algo menos de 20.000 km<sup>2</sup> se ubican en el sector central de la Provincia de Buenos Aires. Serranías, valles interserranos y llanuras adyacentes, conjuntamente con una red de drenaje bien desarrollada en los sectores de mayor relieve, se asocian dando como resultado múltiples y atractivos paisajes que le imprimen a la región un sello particular.

Los partidos considerados integran parte de tres ámbitos morfológicos característicos de la provincia, denominados por Frenguelli (1950), Cordón Serrano Septentrional, Pampa Alta y Pampa Interserrana (Fig. 1). El primero constituye un marco fisiográfico representado por cerros y serranías bajas de un poco más de 500 m de altura máxima y los dos restantes conforman un ámbito de llanuras, desarrollándose la Pampa Alta desde el Cordón Serrano Septentrional hacia el noreste hasta la unión con Pampa Deprimida (Frenguelli 1950) y la Pampa Interserrana entre aquel cordón y el Cordón Serrano Austral (Frenguelli 1950).

Desde el punto de vista geológico se desarrolla en un contexto denominado Tandilia (Nágera 1940) o Sierras Septentrionales de la Provincia de Buenos Aires (Harrington 1956). Este ámbito (Fig. 2) en general y, la región considerada en particular, conservan en sus rocas el registro de acontecimientos producidos en la corteza <sup>(2)</sup> terrestre desde hace más de 2000 mil millones de años, involucrando procesos orogénicos<sup>(3)</sup>, magmáticos<sup>(4)</sup>, sedimentarios<sup>(5)</sup> (continentales y marinos) y biológicos. El estudio de dichos procesos que guardan testimonios de eventos paleoclimáticos, paleogeográficos, erosivos y depositacionales entre otros, ha permitido ir reconstruyendo pausada pero continuamente la historia geológica de la región.

## **CARACTERÍSTICAS DEL RELIEVE E HIDROGRAFIA**

Las principales características del relieve desarrollado en la región permiten distinguir dos sectores bien definidos. Uno de mayor expresión elaborado principalmente en rocas del Basamento Cristalino y Cubierta Sedimentaria del Precámbrico – Paleozoico inferior como asimismo áreas adyacentes asociadas. Este sector se ubica preferentemente hacia el sur y sureste de la ruta nacional 226, mientras que algunas manifestaciones menores se diferencian en parte del extremo norte y noreste de la misma, de manera más manifiesta en el Partido de Tandil. En este ámbito (Fig. 3), caracterizado por los mayores valores de pendiente, se ubican los principales cuerpos serranos que pueden ser agrupados en tres conjuntos: Sierras de Tandil hacia el sureste de la región, Sierras de Azul en la parte media y Sierras de Olavarría en el extremo noroeste. La mayor altura de este sector se ubica en el sur del partido de Tandil (en el límite con el partido de Benito Juárez) con una cota de 524 m sobre el nivel del mar en Sierra La Juanita, altura que representa además la mayor del sistema de Tandilia. Las serranías de Tandilia en general y, de la región considerada en particular, muestran un frente algo empinado hacia el norte denominado “costa de Heuser” (Nágera 1932) mientras que hacia el sur las sierras y cerros van perdiendo expresión morfológica y se hundían paulatinamente debajo de depósitos correspondientes al Cenozoico superior <sup>(6)</sup>, conociéndose este límite como “costa de Claraz” (Nágera 1932).

El mayor desarrollo del ámbito serrano se encuentra en el Partido de Tandil coincidente además con las mayores alturas, cuyos valores se darán aproximados para el conjunto de las tres sierras ya mencionadas. En la ciudad citada y alrededores, las sierras y cerros que se desarrollan presentan alturas comprendidas entre algo menos de 300 m a un poco más de 500 metros. Entre ellas las representadas en los cerros Parque Independencia (286,5 m), La Movediza (294,6 m), Los Nogales (314,9 m), El Centinela (330 m aproximadamente), Sierra del Tigre (389 m) y cantera Montecristo (396 m). Algo más alejado de la ciudad se diferencian, entre tantos otros, el Cerro Federación (289 m) y el Cerro El Perdido (341 m), mientras que al sureste de la ciudad de Tandil la altura máxima se ubica en el Cerro La Blanca con 501,9 metros. Hacia el sector suroeste del partido la Sierra Alta de Vela presenta alturas de unos 484,7 m y al sur de dicho partido, en las cabeceras del Arroyo Quequén Grande algunos cerros innominados alcanzan cotas de 448 m y elevaciones de 470 m en la zona cercana a Sierra La Juanita.

Las Sierras de Azul se ubican principalmente a unos 25-30 km al sur, sureste y suroeste de la ciudad cabecera del partido. En esta zona al igual que en la de Tandil se desarrollan cerros y lomadas con alturas cercanas a los 300 metros. Entre ellos se destacan con elevaciones mayores a la mencionada, los cerros La Crespa (378,6 m) que representa la máxima altura de la zona, La Armonía (359,3 m), Colorado (312 m) y La Plata (303,1 m), mientras que con cotas menores a los 300 m se ubican los cerros Siempre Amigos (283 m), El Peregrino (247,4 m), El Aguila (237,8 m), Negro (277,4 m) y Los Manantiales (296 m), entre otros.

Las Sierras de Olavarría presentan el cuerpo principal en el sector de Sierras Bayas (306 m) y Sierra Negra (310 m), correspondiéndole a esta última la mayor altura de esta zona. A ellas, se les agregan cerros y lomadas dispersos ubicándose algunos hasta unos 45 km hacia el noroeste de la ciudad de Olavarría. Los cerros La China (284 m), Negro (277,4 m) en el límite con el Partido de Azul ya citado, Redondo (249,6 m), Soltero (200 m) y de la Escalera (249 m), conjuntamente con Sierra de las Dos Hermanas (249,3 m) y Sierra Chica (193,9 m) conforman las elevaciones más destacadas.

A partir del sector de mayor relieve se accede al restante de relieve más suave (Fig. 4), desarrollado principalmente hacia el noreste de los partidos considerados, no obstante áreas extensas de relieve exiguo se desarrollan además en los sectores suroeste y noroeste del Partido de Olavarría, donde suelen ser comunes pendientes regionales del 0,10% - 0,12%, valores que contrastan marcadamente con aquellos registrados en el sector de mayor relieve. En este ámbito, cuya altura va disminuyendo paulatinamente a partir del sector serrano se diferencian suaves lomadas de escasa altura relativa integradas principalmente por depósitos del Cenozoico superior y depresiones asociadas. La mayoría de ellas son alargadas y acompañan en general a líneas de escurrimiento mientras que otras de aspecto equidimensional vinculadas o no a cuerpos lagunares suelen presentarse aisladamente. El basamento cristalino en este ámbito, se ubica en algunos sectores por debajo de depósitos correspondientes al Cenozoico superior.

La red hidrográfica tiene en el sector serrano un mayor desarrollo con un número destacado de tributarios, que contrasta con la representada de manera exigua en el ámbito de menor relieve, donde se visualizan en general los colectores más importantes.

Las cuencas de drenaje en la zona de Tandil tienen divisorias <sup>(7)</sup> de aguas principalmente en los sectores serranos, mientras que hacia el Partido de Azul y Olavarría una parte o la totalidad de las mismas pueden ubicarse en el sector de menor relieve.

Dentro del área de TOA se establecen tres direcciones de drenaje predominantes, una hacia el noreste-este, otra hacia el sur y una tercera desarrollada en sectores del Partido de Olavarría conduce las aguas hacia el noroeste. La primera transporta gran parte de las aguas de escurrimiento superficial hacia el sector de la Pampa Deprimida (Frenguelli 1950), específicamente a la Bahía Samborombón a través de las cuencas de los arroyos Tapalqué, Azul, de los Huesos, Chapaleofú, Langueyú y Tandileofú, los que presentan en general fuera del área de TOA canalizaciones hacia sus partes terminales. Por su parte, los arroyos Las Chilcas y Napaleofú también con obras de canalización similares hacia los sectores alejados del ámbito serrano, más allá del límite de los partidos considerados vuelcan sus aguas a la Laguna Mar Chiquita y desde aquí al Océano Atlántico. El drenaje que se establece hacia el sur en sectores del Partido de Tandil transporta el escurrimiento superficial hacia la denominada Pampa Interserrana (Frenguelli 1950) y a través de esta hacia el Océano Atlántico por distintos tributarios de la cuenca del Río Quequén Grande entre los que se destacan los arroyos Quequén Chico y Quilacinta. El escurrimiento superficial hacia el noroeste se desarrolla a través de los arroyos Brandsen y San Quilco, conduciendo las aguas el primero hacia la Laguna Blanca Grande y a partir de esta al Arroyo Las Flores, mientras que el restante las transporta al Arroyo Vallimanca (Fig. 1).

## **SECUENCIAS DE ROCAS**

Las secuencias rocosas que conforman el patrimonio geológico de TOA pueden agruparse en tres grandes conjuntos: Rocas del Basamento Cristalino, Rocas de la Cubierta Sedimentaria del Precámbrico – Paleozoico inferior y Sedimentos y Sedimentitas del Cenozoico superior.

### ***Rocas del Basamento Cristalino***

Las rocas que componen el Basamento Cristalino de Tandilia conforman una unidad denominada Complejo Buenos Aires (Marchese y Di Paola 1975) y representan una asociación típica de rocas ígneo<sup>(8)</sup> – metamórficas<sup>(9)</sup>. En el área considerada, las secuencias asignadas a dicho complejo se ubican superficialmente y en el ámbito del subsuelo, presentando la mayor distribución en el área serrana donde constituyen el cuerpo principal de cerros y serranías (Fig. 3). En las cercanías de la ciudad de Tandil fue reconocida además la Formación El Cortijo (Teruggi *et al.* 1988) constituida por rocas metamórficas. Específicamente las secuencias rocosas que integran el complejo citado en la región de TOA están integradas por tipos litológicos ígneos, metamórficos y migmatíticos<sup>(10)</sup> desarrollados principalmente durante el Precámbrico (previo al Período Cámbrico, ver TTG).

Como se muestra en la Fig. 2 la mayor distribución superficial del Basamento Cristalino se encuentra en el Partido de Tandil, disminuyendo en el de Azul y presentando muy escasa expresión en el Partido de Olavarría.

Las edades obtenidas para estas secuencias rocosas muestran la magnitud del tiempo geológico involucrado. Al respecto en el Cerro Calvario y alrededores de la ciudad de Tandil algunas de las rocas que allí se desarrollan tienen edades (determinadas por el método de Uranio – Plomo) de 2.234, 2.166, 2.183 y 2.228 millones de años (Cingolani *et al.* 2002).

El Basamento Cristalino muestra evidencias, en distintos sectores correspondientes a los tres partidos, de procesos de alteración química producto de meteorización química<sup>(11)</sup>. Específicamente, en la zona de Olavarría hay niveles de alteración de las rocas del Basamento Cristalino previos a la depositación de los sedimentos marinos más antiguos integrantes de la Cubierta Sedimentaria del Precámbrico – Paleozoico inferior indicando que fueron afectadas por meteorización (Poiré y Spalletti 2005).

### ***Rocas de la Cubierta Sedimentaria del Precámbrico – Paleozoico inferior***

Las secuencias de rocas correspondientes a la Cubierta Sedimentaria del Precámbrico – Paleozoico inferior (Fig. 5), se reconocen en Tandilia, desde la zona costera de la ciudad de Mar del Plata en el extremo sureste hasta el sector del Cerro de la Escalera (Partido de Olavarría) en el extremo noroeste a través de algo menos de 350

kilómetros. Dentro del ámbito de TOA en particular, los afloramientos se ubican a lo largo de unos 180 km con el mayor desarrollo en el Partido de Olavarría (Fig. 2).

Estas rocas desarrolladas en la región de estudio y cuya edad en conjunto es asignada al Precámbrico – Paleozoico inferior (ver TTG) corresponden a antiguos sedimentos generados principalmente por acción marina acumulados en zonas poco profundas correspondientes a sectores de plataforma <sup>(12)</sup>. Si bien, parte de las rocas fueron destruidas por la acción de procesos erosivos posteriores a su formación el desarrollo de las secuencias que se muestra en la Fig. 2 ofrece un panorama general de la ubicación de los antiguos mares en Tandilia y la región de TOA en particular en aquellas épocas remotas.

Los conjuntos rocosos correspondientes al Precámbrico en la región considerada, se ubican principalmente en el Partido de Olavarría, mientras que manifestaciones de menor desarrollo se encuentran representadas en algunos cerros y serranías del Partido de Tandil. Específicamente se ubican en dos sectores hacia el extremo sur del partido; uno de ellos en las cercanías del límite con el Partido de Benito Juárez a escasos km al norte de la localidad de Barker y el restante a unos 40 km al sur de la ciudad de Tandil hacia el límite con los partidos de Necochea y Lobería.

Estas secuencias rocosas del Precámbrico en la zona de Olavarría y Barker (esta localidad se ubica fuera de los límites de la región de TOA, en el Partido de Benito Juárez) están compuestas esencialmente de rocas sedimentarias silicoclásticas y carbonáticas, que han sido agrupadas como Grupo Sierras Bayas (Dalla Salda e Iñiguez 1979). Este último como consecuencia de diferencias en sus características geológicas ha sido subdividido en unidades de menor jerarquía que, de la más antigua a la más reciente se denominan: Formación Villa Mónica (Poiré 1993), Formación Cerro Largo (Poiré, 1987; 1993), Formación Las Aguilas (Zalba 1979), Formación Olavarría (Andreis et al. 1996) y Formación Loma Negra (Borello 1966).

El conjunto rocoso atribuible al Paleozoico inferior se ubica dentro de la región considerada en sectores del Partido de Olavarría y en el extremo sur del Partido de Azul. En este último se presentan escasos cerros con manifestaciones de estas secuencias en las cercanías de la localidad de Chillar. El citado conjunto rocoso agrupa depósitos silicoclásticos de la Formación Cerro Negro (Iñiguez y Zalba 1974) de probable edad ediacareana-cámbrica (ver TTG) y la Formación Balcarce (Amos *et al.* 1972).

Evidencias de vida en estas rocas correspondientes al Precámbrico - Paleozoico inferior están representadas por estromatolitos, biopelículas, trazas fósiles, acritarcos y probables invertebrados calcáreos. Estos representan las únicas evidencias de biocenosis<sup>(13)</sup> que habitó los mares del Precámbrico y Paleozoico inferior en esta región (Poiré y Spalletti 2005).

Las edades asignadas a la Cubierta Sedimentaria del Precámbrico – Paleozoico inferior que cubrirían el intervalo comprendido entre algo más de 400 millones de años a los 800 - 900 millones de años antes del presente indican la magnitud del tiempo geológico involucrado en el desarrollo de estos conjuntos rocosos.

### ***Sedimentos y Sedimentitas del Cenozoico superior***

Las secuencias correspondientes al Cenozoico superior presentan una gran distribución superficial e integran rocas sedimentarias<sup>(14)</sup>, generadas mayoritariamente por procesos eólicos y fluviales, a los que se suman materiales producto de remoción en masa<sup>(15)</sup> y eventos piroclásticos<sup>(16)</sup>. A partir de sedimentos principalmente eólicos y fluviales se han desarrollado procesos de meteorización los que continúan en la actualidad. Estas secuencias cuyos sedimentos más antiguos en el ámbito del área se remontarían al Mioceno (ver TTG) presentan gran desarrollo en el subsuelo donde pueden registrarse espesores de más de 100 metros. Los materiales integrantes de las secuencias son portadores de restos de fauna extinguida (y evidencias de su actividad, Fig. 6) y actual como también de elementos arqueológicos de los primeros pobladores de la región.

Los depósitos generados por procesos eólicos corresponden a sedimentos que llegaron a la zona de TOA transportados por acción del viento desde áreas distantes y luego acumulados y removilizados bajo condiciones de clima más seco que el actual. Los más representativos corresponden principalmente a sedimentos de fina granometría que reciben el nombre de *loess* de gran desarrollo superficial en el ámbito de suave relieve, aunque los mayores espesores suelen encontrarse en el sector serrano. A partir de sus materiales constituyentes, de amplia distribución dentro y fuera de los partidos considerados, han evolucionado los principales suelos de la región (Fig. 7). Manifestaciones de cuerpos arenosos (médanos) bien desarrollados se presentan en las adyacencias del Arroyo Vallimanca en el Partido de Bolívar en el extremo noroeste de

la región a escasos 10 km del límite con el Partido de Olavarría los que se continúan fuera del área de TOA integrando en el extremo noroeste de la provincia la denominada Pampa Arenosa.

Los depósitos fluviales que se desarrollan están relacionados con la red de drenaje actual como asimismo con antiguas líneas de drenaje. Aquellos vinculados a la actual red hidrográfica se visualizan a lo largo de los distintos cursos que drenan la zona y pueden estar integrados por tres secuencias denominadas de la más antigua a la más reciente: Lujanense, Platense y sedimentos actuales o recientes; la primera correspondiente al Pleistoceno tardío y las dos restantes al Holoceno (ver TTG). Las secuencias Lujanenses y/o Platenses (y también sedimentos actuales) portadoras de abundantes restos óseos de vertebrados que integran esta red se observan básicamente en algunos de los principales colectores tales como el Arroyo Napaleofú, Chapaleofú, Tandileofú, de los Huesos, Azul y Tapalqué (Fig. 8), entre otros. En las barrancas de estos cursos suelen diferenciarse sedimentos que se han generado en momentos de la evolución del paisaje, cercanos a los 20.000 años antes del presente. En ocasiones las edades determinadas son próximas a los 30.000 años antes del presente como ocurre en el Arroyo Tapalqué (Carbonari *et al.* 1992; Figini *et al.* 1995). No obstante, en otros cursos, se diferencian solamente secuencias fluviales muy recientes que conservan inmersos en la masa restos óseos de caballo (*Equus caballus*), vaca (*Bos taurus*), oveja (*Ovis aries*) y materiales producto de la actividad del hombre, indicando un desarrollo posterior a la conquista.

Depósitos correspondientes a antiguas líneas de escurrimiento, no vinculadas a la actual red hidrográfica pueden observarse en distintos sectores, principalmente del ambiente serrano. De estas antiguas redes de drenaje no se conoce aún exactamente la distribución de los paleocursos que les han dado origen y que permitan su representación. No obstante en ocasiones, la actividad extractiva de depósitos fluviales correspondientes a los antiguos cursos de agua para su uso en la industria de la construcción durante parte del siglo XX y quizás finales del XIX, ha permitido inferir parcialmente la distribución de un sector de una antigua red de drenaje en la ciudad de Tandil (Gentile y Villalba, 2008).

Evidencias de actividad volcánica explosiva antigua correspondiente a volcanes ubicados a kilómetros de distancia de la zona de TOA han sido diferenciadas debido a la presencia de materiales piroclásticos de fina granometría denominados cenizas

volcánicas. Estas fueron reconocidas inmersas en depósitos de *loess* en el sector de Tandil y en sedimentos fluviales en el Arroyo Tapalqué en los alrededores de la ciudad de Olavarría. Para el último curso mencionado dichos eventos se habrían originado alrededor de los 20.000 años antes del presente (Gentile y Ribot 2001).

Los suelos<sup>(17)</sup> representan uno de los productos más importantes de la meteorización de rocas y sedimentos. Además del suelo actual (Fig. 7) se registran evidencias de suelos desarrollados en el pasado geológico (suelos antiguos o paleosuelos) los que conformaban superficies topográficas distintas a la actual. Estos se conservan en secuencias de depósitos eólicos (*loess* y limos loessoides) y fluviales (Fig. 9) en distintos sectores de la región de TOA.

Las laderas que componen el ámbito serrano se integran por materiales producto de meteorización y erosión<sup>(18)</sup> de las rocas del Basamento Cristalino y Cubierta Sedimentaria del Precámbrico - Paleozoico inferior, movilizados por procesos de remoción en masa y mezclados con depósitos eólicos. En general el desarrollo de dichos materiales suele ser importante en muchas de las laderas de cerros vinculados a la Cubierta Sedimentaria del Precámbrico-Paleozoico inferior, principalmente en aquellas que se ubican hacia el extremo sur del Partido de Tandil.

## **FORMAS INTEGRANTES DEL PAISAJE**

Una de las características más significativas de la superficie terrestre es el desarrollo de un variado e importante conjunto de formas de relieve cuya asociación o ensamble genera paisajes. Ambos son resultado de la acción de procesos geomórficos<sup>(19)</sup> que operan a través del tiempo bajo determinadas condiciones climáticas. La Geomorfología es una disciplina geológica que tiene como objetivo el estudio de dichas formas (y por extensión el de los paisajes de la Tierra) y los procesos que les dieron origen. Dicho estudio permite acceder al conocimiento de aquellos procesos geomórficos que han impulsado el modelado de las distintas formas del relieve, pudiendo generar a su vez información respecto a las condiciones paleoambientales que imperaron durante la historia, geológica en general y geomórfologica, en particular. Los rasgos visibles en la región de TOA son el resultado de procesos geomórficos que

actúan y han actuado sobre las rocas, en ocasiones a través de cientos de miles y aun millones de años.

### ***Formas desarrolladas en rocas del Basamento Cristalino***

Las geoformas elaboradas a partir de las rocas del Basamento Cristalino agrupan rasgos de mayor jerarquía representados por sierras y cerros de distinta envergadura y un conjunto importante de formas de dimensiones menores que los acompañan. No obstante el carácter local de aspecto escabroso que adquieren los cerros mayores elaborados en dichas rocas, estos suelen presentar a la distancia un relieve más ondulado (Fig. 3) que aquel desarrollado a partir de las secuencias rocosas asignadas al Precámbrico-Paleozoico inferior. Muchos de los cerros se encuentran aislados y separados unos de otros; ello es debido en gran parte, a que procesos exógenos como la meteorización y aquellos vinculados a la acción del agua han actuado a través de estructuras geológicas presentes en las rocas que favorecieron su accionar.

En el pasado geológico, parte de las rocas del Basamento Cristalino han sido afectadas por procesos intensos de meteorización química que han descompuesto y convertido a las mismas en un producto o material de muy poca consistencia y friable denominado saprolito (Fig. 10). Estos, conocidos en la zona como arena de cantera han sido y son, en menor medida, utilizados en la industria de la construcción. Inmersos en el saprolito suelen observarse rasgos menores de aspecto redondeado más resistentes denominados *corestones* o rocas nucleares (Figs. 10 y 11), cuyos diámetros en la zona oscilan entre unos 10-15 cm a 100 cm presentando láminas delgadas concéntricas, producto de meteorización esferoidal <sup>(20)</sup>, que rodean un núcleo más resistente (Fig. 11). Excelentes exposiciones de los rasgos citados pueden observarse en el camino de acceso al Cerro El Centinela y en sectores al pie del Cerro La Movediza en la ciudad de Tandil. Además de los citados, sectores meteorizados en Basamento Cristalino pueden observarse en la Virgen de la Loma, en las cercanías de la ciudad de Olavarría y en los alrededores de la Base Azopardo en el Partido de Azul, entre otros. El desarrollo de mantos de meteorización, tales como los observados en las rocas del Basamento Cristalino en distintos ámbitos de TOA, que condujo a la formación de saprolitos, sería indicador de condiciones de clima más cálido durante parte de la evolución del paisaje

de Tandilia. En los distintos momentos de clima más seco del Cenozoico superior - previo a la instalación del clima húmedo actual- se habrían minimizado los procesos intensos de meteorización química, favoreciéndose el desarrollo de otros procesos que extrajeron más fácilmente los materiales descompuestos por meteorización, persistiendo en el paisaje las rocas menos alteradas.

Como consecuencia de la extracción de dichos materiales algunos cerros han adquirido aspectos similares a domos observados a la distancia o localmente. Un ejemplo de este tipo es el Cerro La Movediza (ciudad de Tandil), que correspondería a un *bornhardt* (Fig. 12). En distintos sectores del cerro citado se diferencian rocas de aspecto redondeado (bochones), en general de más de 0,5 m de diámetro, que se han originado como consecuencia de la liberación de *corestones* desde los mantos de meteorización (Fig. 13). Algunos se presentan ubicados en posiciones comprometidas de pendiente, integrando específicamente en esos casos bochones colgados. La Piedra Movediza, caída el 29 de Febrero de 1912 y cuya magnificencia atrajo no sólo turistas sino además a estudiosos de aquella época fue de las rocas colgadas más espectaculares (Fig. 14). Dicha roca, que además presentaba movimiento, constituyó una de las más famosas rocas movedizas o tambaleantes. Un excelente ejemplo de estos bochones colgados lo ofrece El Centinela (Fig. 15) ubicado en el cerro homónimo. Otras rocas de colgadas, de belleza similar a las descritas, suelen observarse en cerros ubicados en los alrededores de la ciudad de Tandil como en otros sectores del partido.

El desarrollo de cuevas o cavernas no tiene mayor desarrollo en las secuencias rocosas correspondientes al Basamento Cristalino. No obstante, en sectores específicos suelen registrarse algunas de dimensiones, en general, escasas. Al respecto, en parte de las laderas del Cerro La Movediza se presentan con dimensiones de unos 5 a 6 m de longitud, alturas similares y ancho de unos 2 o 3 m como máximo. Son producto principalmente de procesos de meteorización a través de superficies de debilidad, extracción y transporte del material meteorizado.

Un conjunto de rasgos integrados por oquedades, cavidades y/o depresiones cerradas de distinto tipo, conocidos colectivamente como hoyos de meteorización (Thornbury 1958), *gnammas* (Twidale 1968) o pilancones de meteorización (Gutiérrez Elorza 2001) suelen observarse -asociados o no a canales rocosos- en distintos lugares del paisaje y constituyen geoformas de interés geológico y además, turístico (Fig. 16).

Excelentes exposiciones de los mismos se diferencian en sectores del Cerro Libertador General San Martín, Cerro La Movediza y La Cascada en el ámbito de la ciudad de Tandil. Estos rasgos presentan formas y dimensiones variadas, siendo las primeras desde aproximadamente subcirculares, elongadas o una combinación de ellas, con diámetros que oscilan entre escasos 1 o 2 cm hasta 0,5 m de diámetro, en ocasiones mayores y cuando se presentan elongadas tienen hasta 2 o 3 m de largo. Las profundidades son de 1 o 2 cm a 0,4 m y aún mayores, pudiendo mostrar en su interior fragmentos de la roca en la cual se desarrollan, agua y en ocasiones vegetación.

Rasgos de aspecto domático se observan en distintos sectores del ámbito serrano. Hacia el extremo sur del partido de Tandil algunas pendientes presentan una típica forma de aspecto semidómico cubierta por secuencias de la Cubierta Sedimentaria del Precámbrico-Paleozoico inferior. Allí suelen observarse algunos rasgos menores representados por cortezas o láminas de exfoliación de unos 10 cm de espesor y escasos metros de largo y ancho, producto del “desprendimiento” hacia afuera de delgados mantos de roca.

### ***Formas en Rocas de la Cubierta Sedimentaria del Precámbrico – Paleozoico inferior***

Estas formas integran cerros y lomadas mayores y un conjunto de rasgos de menor jerarquía elaborados a partir de aquellos.

Los cerros y lomadas que se desarrollan a partir de rocas de edad Precámbrico-Paleozoico inferior o bien que se presentan coronados por ellas, se reconocen en distintos sectores de la región considerada. Dentro de los límites del Partido de Tandil se encuentran hacia el extremo sur del mismo. Similar ubicación geográfica presentan en el Partido de Azul. Por su parte, en el Partido de Olavarría estos rasgos se visualizan discontinuamente con una dirección noroeste-sureste a lo largo de unos 50 km, si bien un importante desarrollo de los mismos se localiza hacia el este y sureste de la ciudad homónima, conformando gran parte de los cuerpos de Sierras Bayas y Sierra Negra.

Estos cerros y lomadas, modelados en secuencias rocosas estratificadas en general, horizontalmente o levemente inclinadas, presentan a menudo un aspecto tabular y alargado (Fig. 17). Sus cimas suelen ser relativamente planas o con una muy leve inclinación en algunos, dando lugar en estos últimos casos a suaves cuestas. Otras

veces, adquieren aspecto similar a conos truncados, con cimas de aspecto plano, como ocurre en sectores del sur del Partido de Tandil. Allí, los procesos erosivos a partir de estas secuencias de rocas han originado además, formas con aspecto de anfiteatro muy característico.

Los cerros y serranías en el área de Olavarría son en términos generales algo más suavizados que muchos de los desarrollados en el extremo sur del Partido de Tandil, siendo también más importantes los depósitos acumulados en las laderas de estos últimos.

Gran parte de los cerros coronados por las secuencias de la Cubierta Sedimentaria del Precámbrico-Paleozoico inferior preferentemente en el Partido de Tandil, presentan hacia las partes superiores uno o más frentes escarpados, de dimensiones y jerarquías variables, con pendientes verticales o muy cercanas a ellas pudiendo alcanzar hasta unos 6 a 7 m de altura máxima. Suelen desarrollar una gran continuidad lateral bordeando muchos de los cerros del área y dando paso, ladera abajo, a pendientes dominadas por procesos de remoción en masa y escurrimiento superficial del agua. La erosión diferencial ha generado en estos cerros además, bancos (donde suelen observarse taludes <sup>(21)</sup> de menor jerarquía asociados) y formas con aspecto de anfiteatro ya citadas.

Otros cerros que se ubican en el área y, que suelen relacionarse en ocasiones con los antes mencionados o bien presentarse aislados, no tienen en general frentes escarpados con el desarrollo de los anteriores. Por el contrario, son en general elongados y las partes superiores se conectan con las laderas adyacentes de una forma predominantemente suave y menos marcada debido a la carencia de aquellos frentes hacia las partes superiores. Algunos de los cerros con estas características se observan hacia el extremo sur del Partido de Tandil en las cercanías del Almacén La Numancia, presentando una longitud de aproximadamente 2 a 3 km. Superficialmente presentan depósitos eólicos y detritos producto de meteorización y remoción en masa.

Un conjunto de rasgos menores desarrollados en los cerros integrados preferentemente por ortocuarcitas (rocas sedimentarias con elevado contenido del mineral cuarzo) está constituido por reparos o aleros, formas cavernosas, acanaladas y orificios de escasas dimensiones en general.

Por su parte en las secuencias rocosas de la Formación Loma Negra (Grupo Sierras Bayas) en el sector de las Sierras de Olavarría se han desarrollado rasgos de disolución correspondientes a un episodio *kárstico* <sup>(22)</sup>, previo a la depositación de la Formación Cerro Negro (Barrio *et al.* 1991).

### ***Formas en secuencias sedimentarias del Cenozoico superior***

A partir de las geoformas mayores modeladas en rocas del Basamento Cristalino y de la Cubierta Sedimentaria del Precámbrico – Paleozoico inferior, integradas por cerros y serranías como elementos de principal jerarquía del paisaje, se desarrolla un conjunto de rasgos vinculados a las secuencias sedimentarias correspondientes al Cenozoico superior. Dichos rasgos son el resultado de procesos relacionados con acción eólica, fluvial y de remoción en masa, estos últimos generados preferente aunque no excluyentemente en las laderas de las serranías del área.

Exceptuando los afloramientos rocosos del Basamento Cristalino, la Cubierta Sedimentaria del Precámbrico-Paleozoico inferior y sectores de cuerpos de agua con depósitos fluviales-lacustres la totalidad del área está representada por una extensa franja eólica. Esta es principalmente el resultado de procesos de acumulación de finas partículas por acción del viento denominadas *loess* y adicionalmente de procesos fluviales responsable del desarrollo de la actual red hidrográfica.

La franja eólica se integra por suaves ondulaciones constituidas básicamente por lomadas (parte altas) y líneas de bajo (partes deprimidas) las que se extienden en ocasiones por kilómetros dentro del sector. Estas formas presentan mejor expresión en la parte proximal al ámbito de mayor relieve, mientras que hacia partes distales son comunes mínimas alturas (alrededor del metro) y pendientes longitudinales (cerca a 0,10%). En algunos sectores de la franja eólica del último ámbito, correspondiente a las cuencas de los arroyos Tapalqué y Azul, se desarrollan antiguas lomadas longitudinales degradadas de génesis eólica, con dirección suroeste-noreste. Estas lomadas que, excepcionalmente pueden ser inferidas en mapas topográficos, han generado un relieve de escasa altura relativa que obstaculiza en parte el escurrimiento superficial del agua.

Parte de la red de drenaje actual en el área comenzó a desarrollarse durante el Pleistoceno superior. Las edades más antiguas obtenidas de los depósitos que la integran

son de alrededor de 30.000 años antes del presente y provienen de la cuenca de drenaje del Arroyo Tapalqué en la ciudad y alrededores de Olavarría. Esta red, implantada actualmente en un paisaje heredado de condiciones de clima más seco que en el presente (y modelado en gran parte por procesos de acumulación eólica) ha labrado sus valles en secuencias sedimentarias más antiguas del Cenozoico superior. Dichos valles se presentan bien elaborados en el ámbito de mayor relieve y poseen divisorias de aguas de escasa altura y pobremente definidas en el de menor relieve. Las planicies de inundación en los valles son más marcadas y de mayor desarrollo a lo largo de los principales colectores del área, siendo estos, los cursos más antiguos de la actual red de drenaje, mientras que otros más jóvenes han labrado sus cauces en depósitos eólicos sin presencia de sedimentación Lujanense - Platense. El desarrollo de sedimentos eólicos cubriendo depósitos fluviales Lujanenses y/o Platenses, como fuera observado en sectores de algunos colectores principales indica que la acumulación debido a la acción del viento ha sido importante, cubriendo al menos parte de las planicies de inundación durante episodios de clima más seco en la región.

La red hidrográfica de la franja eólica en el ámbito de menor relieve se caracteriza por un desarrollo muy bajo de cursos de agua, que contrasta con el del sector serrano. Al respecto en la vertiente noreste, a través de un trayecto de aproximadamente 130 km, solamente se desarrollan los principales colectores y algunos de menor jerarquía, mientras que desde el Arroyo Tapalqué hacia el oeste solo dos cursos importantes (arroyos Brandsen y San Quilco) se reconocen a través de unos 60 kilómetros. Los exiguos valores de pendiente y una cubierta vegetal continua (sumado en ocasiones a obras realizadas por el hombre) obstaculizan el escurrimiento superficial del agua minimizando los procesos erosivos por acción fluvial. Esta situación se refleja por el escaso desarrollo de cursos de agua bien definidos, por sectores de concentración de las aguas en superficie representados mayoritariamente por bañados o terrenos anegados y por un conjunto importante de zanjeos, cuyas mayores manifestaciones se encuentran en el Partido de Olavarría y están vinculados a las cuencas de los arroyos San Quilco y Brandsen - Las Flores, donde fueron realizados con el objetivo de aumentar el escurrimiento superficial en lugares de mínima pendiente. Los bañados o terrenos anegados que se ubican con mayor frecuencia en los partidos de Olavarría y Azul, se reconocen preferentemente en sectores de las cuencas de drenaje de los arroyos San Quilco, Brandsen - Las Flores,

Tapalqué y Azul, aunque evidencias de los mismos pueden observarse en otras. Acompañan a cursos de agua, líneas de bajo y en ocasiones terraplenes de vías férreas y caminos. Algunos pueden hacerlo por 10 o 15 km a lo largo de cursos de agua mientras que otros ocupan áreas en ocasiones de más de 200 kilómetros cuadrados.

En esta franja eólica aunque de manera más notoria en el sector de menor relieve se desarrolla un número considerable de depresiones de variadas dimensiones ocupadas actualmente por agua que dan lugar a lagunas principalmente transitorias y en mucha menor proporción lagunas permanentes. Estas últimas presentan mayor desarrollo en el Partido de Olavarría estando representadas principalmente por las lagunas Blanca Grande, Blanca Chica y La Tigra Nueva, la primera con un eje mayor cercano a los 2,5 kilómetros.

En épocas de intensas precipitaciones en muchos sectores del ámbito de suave relieve el desarrollo de cauces resulta insuficiente para el transporte del agua, produciéndose el escurrimiento superficial en forma de manto que produce el anegamiento de parte del área. La asociación de bajos valores de pendiente sumado al desarrollo de lomadas longitudinales degradadas con dirección casi transversal al escurrimiento regional observadas en los partidos de Olavarría y Azul influiría retardando y, además considerando las últimas, desviando en parte el escurrimiento superficial de las aguas. Una situación de retardo y desvío en dicho movimiento del agua también sería en parte consecuencia de distintas obras realizadas por el hombre.

En el ámbito de mayor relieve los sectores interserranos se presentan cubiertos superficialmente por depósitos del Cenozoico superior, principalmente eólicos, a partir de los cuales se han labrado los cauces de la actual red de drenaje. Una parte importante de los cerros y cursos de agua referidos muestran una alineación coincidente con estructuras geológicas presentes en las rocas del Basamento Cristalino ya señaladas. El desarrollo de estructuras con direcciones perpendiculares ha producido, en sectores del ámbito serrano, una red de drenaje de diseño rectangular <sup>(23)</sup>, bien representada al norte del Cerro La Crespa (cuenca del Arroyo Azul). Un diseño de tipo radial <sup>(24)</sup> debido a la presencia de cerros elaborados en rocas del basamento mencionado controla el escurrimiento superficial de las aguas en sectores del ámbito serrano, como es notorio a partir del Cerro La Crespa (Partido de Azul), Sierra Alta de Vela y cerros ubicados a unos 20 km al sur de la ciudad de Tandil, ambos en el Partido de Tandil.

En sectores del ámbito serrano parte de los valles atraviesan secuencias rocosas del Basamento Cristalino o de la Cubierta Sedimentaria del Precámbrico-Paleozoico inferior, no obstante, muchos de los cursos actuales ubicados en aquellos valles están labrados en depósitos principalmente eólicos del Cenozoico superior. Los procesos de acumulación eólica de depósitos de fina granometría (*loess* y limos loessoides) que han sido importantes durante parte del desarrollo del paisaje en la región de TOA han cubierto el relieve “ahogando” valles preexistentes. En esos sectores, los cursos actuales son más jóvenes y no han elaborado los valles por los cuales circulan. Un ejemplo de estos últimos puede observarse en Boca de La Sierra donde el Arroyo La Corina, atraviesa un sector del cordón serrano con desarrollo de un abra muy característica.

Las laderas de muchos de los cerros que caracterizan el ámbito serrano elaborados en rocas de la Cubierta Sedimentaria del Precámbrico-Paleozoico inferior, especialmente aquellas que se desarrollan en el extremo sur del Partido de Tandil presentan rasgos producto de procesos de remoción en masa antiguos y recientes (Fig. 18) representados principalmente por zonas de arranque de materiales, lomadas, fracturas, bloques de rocas de dimensiones variadas y depresiones asociadas, algunas de ellas ocupadas por cuerpos de agua (Gentile 2006). Rasgos similares y antiguos, aunque de mucho menor desarrollo que en el sector mencionado, se observan en las laderas de los cerros elaborados en rocas del Basamento Cristalino en el área de Tandil. Las evidencias de dichos procesos sugiere la importancia de los mismos, señalando por un lado que fueron (y son) activos en el modelado y evolución de las laderas, advirtiendo además sobre la amenaza que representan. El uso del espacio serrano va en constante aumento y distintas actividades en las laderas consideradas podrían ser afectadas por nuevos movimientos en masa. La falta de registro de ellos en algunos sectores no prueba que no sean un problema en el futuro y deberían ser considerados al momento de establecer normas de planificación para el uso de las tierras.

Procesos de remoción en masa de menor magnitud, se han observado en sectores, a lo largo de cursos de agua con desarrollo de barrancas, principalmente en aquellos carentes de árboles. Estos procesos han generado bloques deslizados, los cuales participan además en la formación de taludes de dimensiones escasas desarrollados al pie de las barrancas referidas.

## USO DEL PATRIMONIO GEOLOGICO

El patrimonio geológico de la región de TOA ha sido y es intensamente usufructuado desde el punto de vista geológico, agrícola y turístico, entre otros. El registro del uso de los componentes que lo integran por parte de los primeros habitantes del área, se remonta hacia un poco menos de los 10.000 años antes del presente durante el Holoceno temprano, como queda demostrado por el hallazgo de materiales líticos inmersos en secuencias sedimentarias fluvio-lacustres del Holoceno en sectores del Arroyo Azul y Arroyo Tapalqué en los partidos de Azul y Olavarría respectivamente (Messineo y Politis en prensa, ver capítulo 7). De edad más reciente, pero previa a la llegada de los conquistadores las manifestaciones de la utilización de los componentes de dicho patrimonio están dadas por la presencia de materiales líticos en secuencias sedimentarias del Holoceno tardío en el Partido de Olavarría (Messineo y Pal en prensa, ver capítulo 8). También son evidencias del uso del patrimonio geológico en épocas pasadas la construcción de pircas en sectores serranos de los partidos de Tandil y Azul (Ferrer y Pedrota 2006 y capítulo 10), en las que se utilizaron rocas principalmente del Basamento Cristalino y de la Cubierta Sedimentaria del Precámbrico-Paleozoico inferior.

No obstante, las explotaciones más intensas comienzan a partir de la actividad minera en la región la que se remonta en algunas zonas del ámbito de TOA a más de 100 años. Al respecto, la producción minera en la ciudad de Tandil se inicia hacia 1870 mediante la extracción de granitos para construcción de adoquines y cordones (Caballé y Kirilovsky 2004), comenzando alrededor del mismo año la explotación de canteras en el área de Olavarría (Poiré *et al.* 2005 y capítulo 14). A esto habría que sumarle la extracción de arenas fluviales ubicadas en el subsuelo de la ciudad de Tandil para su utilización en la construcción y cuyas galerías subterráneas, producto de aquella actividad, se conservan aún en parte en distintos sectores de dicha localidad (Gentile y Villalba, 2008). En la actualidad las rocas del Basamento Cristalino y de la Cubierta Sedimentaria del Precámbrico-Paleozoico inferior son intensivamente explotadas en dicho ámbito. En el Partido de Tandil se extraen principalmente rocas del primero de los conjuntos señalados y, en mucha menor proporción, arcillas. Las primeras a través de canteras ubicadas en las cercanías de la ciudad homónima y las restantes en el extremo

sur del partido. En el Partido de Azul al igual que en el de Tandil se explotan distintas rocas del Basamento Cristalino y arcillas del citado basamento en particular en las cercanías de Chillar. En el Partido de Olavarría se extraen calizas, dolomías y distintos tipos de arcillas de la Cubierta Sedimentaria del Precámbrico-Paleozoico inferior, como asimismo rocas del Basamento Cristalino. Si bien la mayor parte de las explotaciones de rocas de este Basamento y de la Cubierta Sedimentaria del Precámbrico-Paleozoico inferior está vinculada a la industria del cemento y de la cal, como también a la producción de triturados, tejas, ladrillos y cerámicos, parte de ellas han sido y son explotadas además, como materiales ornamentales en la región de TOA. En el área de Tandil las rocas ornamentales provienen básicamente del Basamento Cristalino al igual que en el Partido de Azul, mientras que en el sector de Olavarría se explotan tanto de la Cubierta Sedimentaria del Precámbrico – Paleozoico inferior como del Basamento Cristalino (Echeveste *et al.* 2005).

No obstante el uso intensivo que se aplica a los suelos a través de actividades agrícola - ganaderas, es la extracción de rocas del Basamento Cristalino y de la Cubierta Sedimentaria del Precámbrico-Paleozoico inferior (y en menor medida de depósitos del Cenozoico superior incluyendo además suelos en sentido estricto) la que provoca mayor impacto en la sociedad, producto principalmente de la manifiesta degradación de los paisajes desarrollados en los sectores afectados. Como consecuencia de la actividad extractiva, una parte importante de las secuencias de rocas y rasgos del relieve ha sido intensamente degradada, correspondiendo al área de Sierras de Olavarría la zona más afectada. No obstante, sectores localizados en los alrededores del ejido urbano de la ciudad de Tandil muestran un importante deterioro. Ello ha sido y es motivo, de debates y conflictos de diversa índole en la sociedad tandilense. El patrimonio geológico también es afectado como consecuencia del desarrollo urbano y de distintas actividades humanas en sectores de alto potencial patrimonial, situación que requiere de una pronta búsqueda de soluciones para alcanzar un equilibrio entre la conservación y el uso de los recursos geológicos de la zona.

Desde el punto de vista de la información contenida, cada roca destruida o extraída, como los rasgos integrantes de los paisajes elaborados en ellas, implica la pérdida de información básica, irrecuperable, que quita la posibilidad de acceder al conocimiento de una parte de la historia del planeta. Rocas y también algunos paisajes

son el resultado, en general, de procesos que actuaron en la mayoría de los casos durante millones de años. Para ambos componentes, el tiempo geológico involucrado en su formación supera en varios órdenes de magnitud aquel requerido (a través de algunas actividades como la minería) por las acciones del hombre para arrasarlos.

## **ALGUNAS PROPUESTAS DE USO DE PARTE DEL PATRIMONIO GEOLÓGICO**

El Patrimonio Geológico de la región de TOA es sumamente rico y variado en el desarrollo de secuencias de rocas y ensamble de rasgos que dan lugar a paisajes de singular belleza, en las zonas serranas como en el ámbito de llanuras que las circundan. Los procesos geológicos que actuaron a través de millones de años y, cuyas evidencias se conservan en dichas rocas, son los responsables de estas últimas y de los paisajes que contemplamos.

La actividad extractiva de distintos componentes del patrimonio geológico ha ido paulatinamente deteriorando distintos sectores, principalmente del entorno serrano. Actualmente, el uso del espacio físico en las áreas serranas del sistema de Tandilia en general y en la región considerada en particular, va en constante aumento como consecuencia de un fuerte intercambio entre oferta y demanda vinculado a distintos tipos de actividades sociales, tales como deportivas, turísticas, culturales y urbanísticas (de gran trascendencia en el ámbito de la ciudad de Tandil), que se suman a las tradicionales vinculadas a la industria minera. Asimismo, nuevas acciones de desarrollo pueden incrementar el uso del espacio físico, comprometiendo aún más los paisajes de la zona. Estas situaciones deberían advertir a aquellos encargados de establecer mecanismos tendientes a la utilización racional de las tierras, al menos para el uso de aquellos sectores más comprometidos. Los organismos públicos deberían impulsar líneas de planificación futura, con el objetivo fundamental de lograr un manejo racional y, por consiguiente, adecuado de los recursos geológicos del área. Estos aspectos deberían ser contemplados en normas que tengan como objetivo la toma de conciencia de los integrantes de la sociedad respecto del patrimonio, en general, y del geológico en particular, así como de la importancia de su conservación. Consecuentemente se debería disponer de marcos legales que permitan regular adecuadamente dicho patrimonio y

además establecer medidas de protección y uso del mismo, así como impulsar líneas de acción vinculadas a turismo educativo que favorecerían por extensión la protección del patrimonio geológico de la zona. A partir de lo señalado anteriormente resulta evidente la necesidad de efectuar un inventario o catálogo de puntos de interés geológico (PIG) lo que requeriría del establecimiento de los criterios (importancia científica, turística, etc.) de selección de los sitios de interés geológico. Además, la generación de circuitos educativos para estudiantes de los niveles primario y secundario de la región de TOA en particular y para el público en general, impulsaría aún más a incentivar aspectos vinculados a la importancia y conservación del patrimonio geológico. Asimismo, la zona cuenta con excelentes ejemplos de actividades mineras realizadas en rocas del Basamento Cristalino y de la Cubierta Sedimentaria del Precámbrico-Paleozoico inferior, como también en secuencias del Cenozoico superior. Actualmente muchas de ellas en desuso y estéticamente carentes de atractivos podrían ser, a través de procesos de reconversión, utilizadas alternativamente como museos o espacios recreativos favoreciendo aspectos educativos y turísticos y generando, además, fuentes de trabajo.

Las secuencias de rocas y paisajes integrantes del patrimonio geológico son además de recursos naturales no renovables las llaves para acceder al conocimiento de la historia de la Tierra. Cualquier medida que conduzca a un uso racional del mismo será beneficiosa para todos los integrantes de la sociedad.

## **PRINCIPALES SITIOS DE INTERES**

Dentro del ámbito considerado se desarrolla un conjunto variado de sitios de interés geológico - geomorfológico y turístico. Algunos de ellos conforman parte de lugares turísticos actuales mientras que otros potenciales e igualmente importantes podrían ser incorporados, ya que representan localidades de alto contenido estético, cultural y turístico. La mayoría de los sitios responden en general a sectores muy localizados del paisaje y representan en conjunto vistas o panorámicas que se aprecian a la distancia. No obstante, distintos circuitos o recorridos potenciales de singulares atractivos dentro del ámbito serrano y de llanura se presentan agrupados, dándose en el ítem correspondiente (además de algunos puntuales) varios de ellos a modo de ejemplo.

## *Actuales*

**Cerro La Movediza:** Se ubica a unos 3,5 km al oeste del centro de la ciudad de Tandil y presenta una altura de aproximadamente 295 metros. Está elaborado en rocas del Basamento Cristalino y constituye un remanente de procesos de meteorización y erosión. En distintos sectores se presentan típicas rocas de aspecto redondeado conformando bochones (Fig. 13), algunos de los cuales se presentan colgados. En parte de las laderas se desarrollan algunas cuevas de variables dimensiones, las cuales son resultado de meteorización a lo largo de superficies de diaclasas<sup>(25)</sup> y movilización de los productos generados. En un sector de la ladera yacen grandes fragmentos de la antigua Piedra Movediza (Fig. 14) que conformó una roca colgada, tambaleante. Integrando parte de los principales rasgos menores y productos que allí se desarrollan, se diferencian *gnammas*, canales rocosos y, en sectores de laderas en las partes bajas *corestones*, con cortezas producto de meteorización esferoidal inmersos en mantos de meteorización.

**Cerro El Centinela:** Se localiza a unos 4 km al suroeste de la ciudad de Tandil con una altura de 330 m aproximadamente. El Centinela propiamente dicho (Fig. 15) constituye una roca colgada, no obstante en distintos sectores del cerro, se muestran excelentes evidencias de meteorización de las rocas con formación de saprolitos y *corestones*, como también antiguas excavaciones mineras.

**Cerro Parque Independencia:** Se encuentra dentro del ejido urbano de la ciudad de Tandil, a unas 10 cuadras al sur del centro de la misma. Elaborado a partir de rocas del Basamento Cristalino, muestra evidencias de meteorización y excelentes exposiciones de diaclasas.

**La Cascada:** Se sitúa a unos 5,5 km al sureste de la ciudad de Tandil. Corresponde a un valle elaborado en rocas del Basamento Cristalino. El cauce principal que conduce las aguas de escurrimiento muestra, como consecuencia de procesos de erosión diferencial, resaltos a lo largo del mismo. Uno de ellos ubicado hacia las partes terminales integra un salto de agua que le da el nombre al sitio. Adicionalmente se observan en el área importantes sistemas de diaclasas, zonas de meteorización, *gnammas* y lomadas en las laderas producto de remoción en masa.

**Sierra del Tigre:** Se ubica a unos 6 km al sur de la ciudad de Tandil y presenta una altura de unos 389 metros. Elaborada en rocas del Basamento Cristalino, muestra entre otras formas, *gnammas*, canales rocosos y en parte de las laderas el desarrollo de importantes mantos de meteorización, en sectores con *corestones* inmersos en la masa.

**Cerro Libertador General San Martín:** Se encuentra dentro del ejido urbano de la ciudad de Tandil, a unas 12 cuadras de la Plaza Independencia. Se desarrolla en rocas del Basamento Cristalino, diferenciándose formas domáticas incipientes, *gnammas* (Fig. 16), zonas meteorizadas y diaclasas.

**Circuito Parque Independencia - Lago del Fuerte - Villa del Lago:** Se ubica en la ciudad de Tandil y conforma uno de los circuitos más visitados. De alto contenido paisajístico combina rasgos naturales con actividad antrópica, reflejada entre otras por el Lago del Fuerte, la Portada del Parque Independencia y el Castillo Morisco, en la cima del parque citado.

**Boca de La Sierra:** Se ubica a unos 30 km al sur de la ciudad de Azul y se accede por la Ruta 80. Se trata de un paisaje elaborado principalmente en rocas del Basamento Cristalino y donde el valle del Arroyo La Corina atraviesa el cordón serrano. A un costado de la ruta citada se encuentra El Mirador, un lugar panorámico que permite una excelente visión del paisaje circundante.

**Salto de Piedra:** Ubicado en el Arroyo Tapalqué a unos 8 km al suroeste de la ciudad de Olavarría (Fig. 19). Allí, la erosión fluvial de las rocas que integran el sustrato ha desarrollado resaltes en el lecho del cauce, el más importante genera una caída de agua que ha dado nombre al sitio. A unos 250 m aguas abajo del salto de agua principal, en la margen derecha del arroyo, se visualizan secuencias fluviales acumuladas aproximadamente a partir de los 30.000 años antes del presente.

**Laguna Blanca Chica:** Distante unos 13 km al noroeste de la ciudad de Olavarría, conforma un típico espejo de aguas permanentes de la provincia en un entorno característico del ámbito de suave relieve. Presenta unos 2,5 km de eje mayor y está elaborada en depósitos asignables al Cenozoico superior.

### ***Potenciales***

**Canteras al oeste - oeste suroeste del Monte El Calvario:** Actualmente fuera de actividad. Muestran antiguos frentes de explotación elaborados en rocas del Basamento Cristalino, con desarrollo de diaclasas.

**Circuito serranías al sur del Partido de Tandil:** Desde la intersección de la Ruta 74 con la Ruta 30 y continuando por la última hacia el sur, se accede a un paisaje de cerros y valles interserranos de singular belleza. En los primeros 15 km (aproximadamente hasta las cercanías del Almacén El Empalme), a partir de aquella intersección, los cerros modelados a partir de rocas del Basamento Cristalino que se desarrollan principalmente al este de la Ruta 30 presentan un aspecto ondulado, que contrasta con el que presenta Sierra La Juanita (elaborada principalmente en rocas de la Cubierta Sedimentaria del Precámbrico-Paleozoico inferior) la que se observa a la distancia y hacia el suroeste. Desde el almacén indicado hasta el Paraje La Numancia a lo largo de un trayecto de unos 25 km, si bien se observan en rocas del Basamento Cristalino, los cerros están principalmente elaborados en secuencias de la Cubierta Sedimentaria del Precámbrico-Paleozoico inferior y evidencian un aspecto más tabular a la distancia.

**Antiguas “minas de arena” producto de actividad minera:** Están ubicadas en parte del subsuelo de la ciudad de Tandil y representan parte de la historia de la ciudad y dan testimonio de las prácticas mineras efectuadas en el pasado. La preservación de aquellas que cumplan con requisitos de selección preestablecidos permitiría el estudio de estos ambientes subterráneos, incluyendo los aspectos geológicos, paleontológicos, arqueológicos e históricos.

**Sierra Alta de Vela:** Se encuentra a 12 km aproximadamente, al este de la localidad de María Ignacia y a unos 25 km al suroeste de la ciudad de Tandil, desde la cual se accede por la Ruta 74. Se trata de serranías con alturas próximas a los 484 m modeladas en rocas del Basamento Cristalino y valles interserranos rodeados de lomadas elaboradas en secuencias sedimentarias del Cenozoico superior.

**Circuito ámbito de suave relieve - Serranías al sur del Partido de Azul:** A unos 3 km al sureste de la intersección de las rutas 3 y 226 nace un camino de tierra con dirección sur. A lo largo del trayecto que asciende paulatinamente a medida que se aproxima al sector serrano, se va atravesando un paisaje de suave relieve modelado en secuencias del Cenozoico superior coronadas por depósitos de *loess* y desarrollo del suelo actual. Aproximadamente a partir del Cerro Siempre Amigos, se inicia un trayecto

de unos 27 km dentro del entorno serrano que culmina en la Ruta 80 a unos 4 km al sureste de Boca de la Sierra. Los rasgos de mayor relieve modelados en secuencias rocosas del Basamento Cristalino dan lugar a los principales cerros del partido: La Crespa, Las Malvinas, La Armonía, Los Angeles, mientras que a lo largo de los valles integrados por depósitos de Cenozoico superior se visualizan cursos de agua integrantes de las cuencas de los arroyos Azul y de los Huesos. En muchos tramos, el camino es transversal a la dirección de los valles dando lugar a un relieve ondulado muy característico.

**Circuito Boca de La Sierra - Monasterio Trapense:** Se recorre desde Boca de la Sierra por la Ruta 80 hacia la localidad de Pablo Acosta a lo largo de un trayecto de unos 7 km. Típico paisaje del ambiente serrano, con cerros elaborados en rocas del Basamento Cristalino y valles interserranos cubiertos con depósitos del Cenozoico superior que dan como resultado un entorno de singular atractivo (Fig. 20). A lo largo del trayecto se observan algunos de los principales cerros del área de Azul, entre otros el Cerro Los Angeles que integra parte de la divisoria de aguas que bifurca el drenaje hacia la cuenca del Arroyo Azul al oeste y a la del Arroyo de los Huesos hacia el este.

**Circuito en zonas de canteras en el área de Sierras Bayas – Sierra Negra:** Numerosas vías de acceso se complementan para recorrer este entorno serrano donde predominan cerros de la Cubierta Sedimentaria del Precámbrico – Paleozoico inferior y en menor proporción del Basamento Cristalino. A lo largo de algunos de los valles interserranos que caracterizan el área se ubican los arroyos San Jacinto, Hinojo y Nieves, principales tributarios del Arroyo Tapalqué. Completan el paisaje un conjunto importante de canteras en actividad y otras abandonadas, algunas de las cuales son ocupadas por cuerpos de agua y utilizadas deportivamente.

**Laguna Blanca Grande:** Se encuentra en el Partido de Olavarría, a unos 60 km al noroeste de la ciudad homónima. Se trata de un cuerpo de agua permanente de unos 2,5 km de eje mayor, ubicado en el ámbito de suave relieve. Desarrollado en depósitos del Cenozoico superior, muestra en distintos sectores sedimentos de génesis eólica.

## **REFERENCIAS CITADAS Y LECTURAS SUGERIDAS**

- Amos, A., B. Quartino y R. Zardini 1972. El " Grupo La Tinta " (Provincia de Buenos Aires). Paleozoico y Precámbrico? *25 Cong. Bras. Geol., Actas*: 211-221. San Pablo.
- Andreis, R., P. Zalba, A. Iñiguez Rodriguez y M. Morosi 1996. Estratigrafía y evolución paleoambiental de la sucesión superior de la Formación Cerro Largo, Sierras Bayas (Buenos Aires, Argentina). *6 Reunión Argentina de Sedimentología, Actas*: 293-298.
- Barrio, C., D. Poiré y A. Iñiguez Rodríguez 1991. El contacto entre la Formación Loma Negra (Grupo Sierras Bayas) y la Formación Cerro Negro: un ejemplo de Paleokarst, Olavarría, provincia de Buenos Aires. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 46 (1-2): 69-76.
- Borello, A. 1966. Trazas, restos tubiformes y cuerpos fósiles problemáticos de la Formación La Tinta, Sierras Septentrionales de la Provincia de Buenos Aires. *Paleontografía Bonaerense, Fasc. 5, Comisión de Investigaciones Científicas, Provincia de Buenos Aires*. La Plata.
- Caballé, M. y E. Kirilovsky 2004. ¿Minería vs. reserva natural? *Revista del Consejo Profesional de Ciencias Naturales de la Prov. de Bs. As.* 1 (1): 6-10.
- Carbonari, J., R. A. Huarte y A. Figini. 1992. Miembro Guerrero, Formación Luján (Pleistoceno, Pcia. Buenos Aires) Edades 14 C. *Terceras Jornadas Geol. Bonaer. (La Plata, 1992). Actas*, pp: 245-247.
- Cendrero, A., E. Elízaga, E. Gallego, A. García-Cortés, J. Morales y J. Palacio 1996. Patrimonio Geológico. Bases para su valoración, protección, conservación y utilización. *MOPTMA Serie Monográfica*. 112 pp.
- Cingolani, C., L. Hartmann, J. Santos y N. McNaughton 2002. U-Pb SHRIMP dating of zircons from the Buenos Aires Complex of the Tandilia Belt, Río de La Plata Craton, Argentina. *15 Congreso Geológico Argentino, Actas*, I, pp: 149-154.
- Dalla Salda, L. y A. Iñiguez 1979. La Tinta, Precámbrico y Paleozoico de Buenos Aires. *7 Congreso Geológico Argentino, Actas* 1: 539-550.
- Echeveste, 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. Cap. XXVI*: 409-416. La Plata.
- Fairbridge R. 1968. Perched Block, Boulder. En: *The Encyclopedia of Geomorphology. Encyclopedia of Earth Sciences Series*. R. W. Fairbridge (Ed.), Vol. III, pp: 823-824. Reinhold Book Corpor. Nueva York.
- Ferrer, E. A. y V. Pedrotta 2006. *Los Corrales de Piedra. Comercio y asentamientos aborígenes en las Sierras de Tandil, Azul y Olavarría*. Crecer Ediciones. Tandil.
- Figini, A., F. Fidalgo, R. Huarte, J. Carbonari y R. Gentile 1995. Cronología radiocarbónica de los sedimentos de la Formación Luján en Arroyo Tapalqué, Provincia de Buenos Aires. *Cuartas Jornadas Geológicas y Geofísicas Bonaerenses*. Vol.1, pp: 119-126.
- Frenguelli, J. 1950. Rasgos generales de la morfología y geología de la Provincia de Bs. As. *MOP, LEMIT, Serie 2*, pp: 1-72. La Plata.
- Gentile, R. y A. Ribot 2001. Niveles de tefras en sedimentos continentales del Pleistoceno tardío - Holoceno (Provincia de Buenos Aires). *Revista Intersecciones en Antropología* 2: 47-59.

- Gentile, R. 2006. Movimientos en masa en laderas del sur del Partido de Tandil (Provincia de Buenos Aires). *Actas III Congreso Argentino de Cuaternario y Geomorfología* T 1: 405-415. Córdoba.
- Gentile, R. y H. Villalba. 2008. Antiguas “minas de arena” y daños en obras (Tandil, Provincia de Buenos Aires). *Revista de Geología Aplicada a la Ingeniería y al Ambiente*. 22: 13-29.
- Gutiérrez Elorza, M. 2001. Geomorfología Climática. *Ediciones Omega*, Barcelona.
- Harrington H. 1956. Argentina. En: W. F. Jenks (Ed.), *Handbook of South American geology. Geol. Soc. Amer., Memoir* 65: 129-165. Nueva York.
- Iñiguez Rodríguez, A. y P. Zalba 1974. Nuevo nivel de arcilitas en la zona de Cerro Negro, Partido de Olavarría, Provincia de Buenos Aires. *Anales del LEMIT, Serie 2* (264): 95-100.
- Kilmurray, J. y M. Teruggi 1982. *Fábrica de metamorfitas. Texturas y estructuras*. Colección Ciencias de la Tierra, Estudios N° 2. Ediciones Científicas Librart (ECAL). Buenos Aires.
- Marchese, H. y E. Di Paola 1975. Reinterpretación estratigráfica de la Perforación de Punta Mogotes I, provincia de Buenos Aires. *Asociación Geológica Argentina, Revista* 30 (1): 44-52.
- Messineo, P. y G. Politis (en prensa). El Holoceno temprano: La Moderna y Campo Laborde. En: *INCUAPA 10 años: Perspectivas en Arqueología Pampeana Contemporánea*. G. Politis (ed). Facultad de Ciencias Sociales (UNCPBA).
- Messineo, P. y N. Pal (en prensa). El Holoceno tardío en la cuenca superior del Arroyo Tapalqué (partidos de Olavarría y Benito Juárez). En: *INCUAPA 10 años: Perspectivas en Arqueología Pampeana Contemporánea*. G. Politis (ed). Facultad de Ciencias Sociales (UNCPBA).
- Nágera, J. 1932. *Primera carta geológica general de Tandilia*. Escala 1:500.000.
- Nágera, J. 1940. *Historia física de la Provincia de Buenos Aires*, 1. Tandilia. Universidad Nacional de La Plata, Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación. Biblioteca Humanidades. La Plata.
- Nieto, L. 2001. Geodiversidad: propuesta de una definición integradora. *Boletín Geológico y Minero* 112 (2): 3-12.
- Poiré, G. 1987. Mineralogía y Sedimentología de la Formación Sierras Bayas en el Núcleo Septentrional de las sierras homónimas, partido de Olavarría, provincia de Buenos Aires. Tesis doctoral inédita. Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata.
- Poiré, G. 1993. Estratigrafía del Precámbrico sedimentario de Olavarría, Sierras Bayas, provincia de Buenos Aires, Argentina. *13 Congreso Geológico Argentino y 3 Congreso de Exploración de Hidrocarburos, Actas* 2: 1-11.
- Poiré, G. y L. Spalletti 2005. La Cubierta Sedimentaria Precámbrica - Paleozoica Inferior del Sistema de Tandilia. En: *Relatorio del XVI Congreso Geológico Argentino. Geología y Recursos Minerales de la Provincia de Buenos Aires*, R. de Barrio, R. Etcheverry, M. F. Caballé y E. Llambías (eds.), Cap. IV, pp: 51-68. La Plata.
- Poiré, G., J. Canalicchio y G. Alonso 2005. Las calizas del Sistema de Tandilia y su utilización en la industria cementera. En: *Relatorio del XVI Congreso Geológico Argentino. Geología y Recursos Minerales de la Provincia de Buenos Aires*, R.

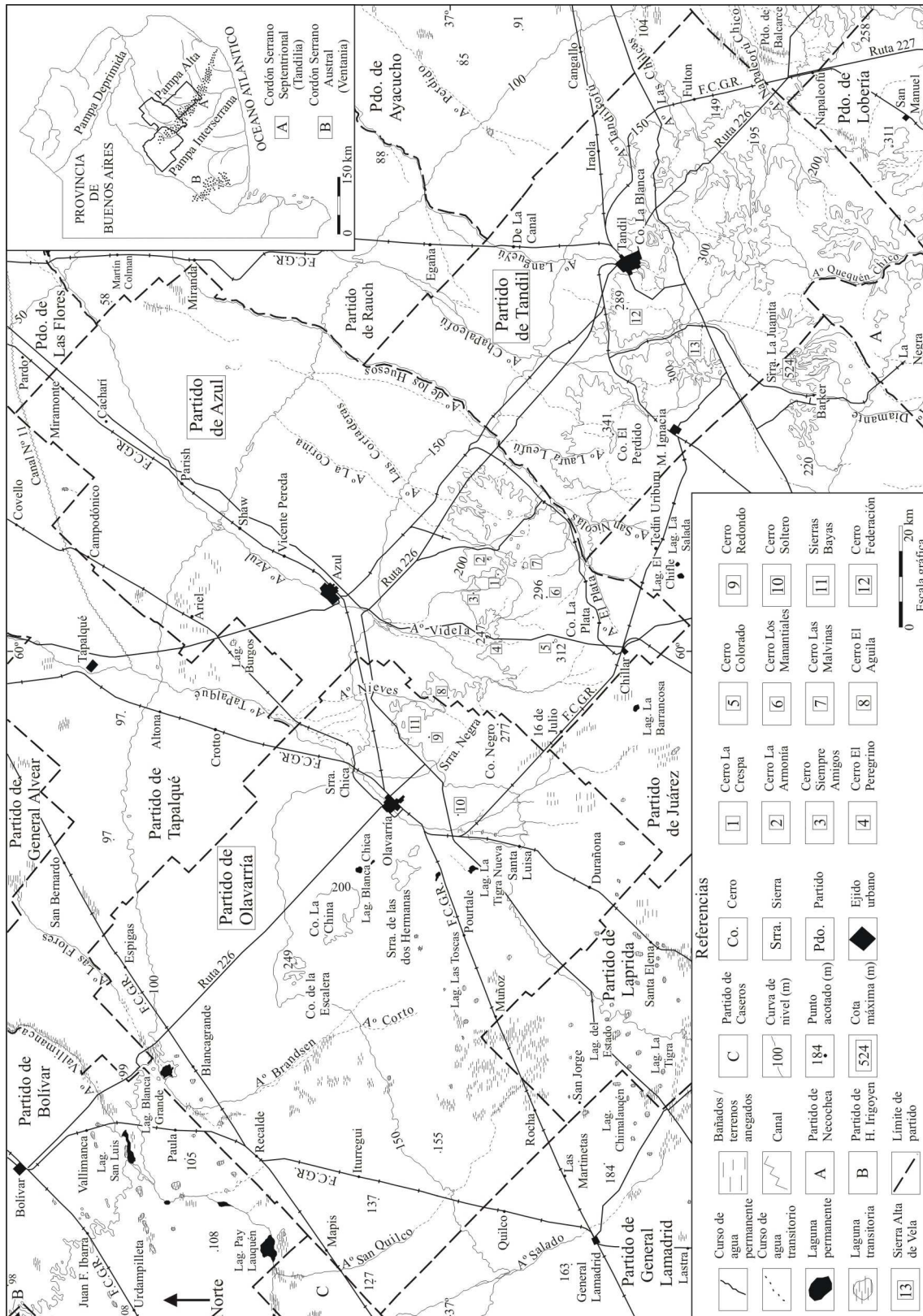
- de Barrio, R. Etcheverry, M. F. Caballé y E. Llambías (eds.), Cap. IV, pp: 387-396. La Plata.
- Strahler, A. 1992. *Geología Física*. Ediciones Omega, S. A. Barcelona.
- Tarback, E. y F. Lutgens 2000. *Ciencias de la Tierra. Una Introducción a la Geología Física*. Sexta Edición. Prentice Hall. Madrid.
- Teruggi, M. 1982. *Diccionario Sedimentológico. Volumen I: Rocas Clásticas y Piroclásticas*. Ediciones Científicas Argentinas Librart (ECAL). Buenos Aires.
- Teruggi, M., M. Leguizamón y V. Ramos 1988. Metamorfitas de bajo grado con afinidades oceánicas en el basamento de Tandil: su implicancia geotectónica, provincia de Buenos Aires. *Asociación Geológica Argentina, Revista* 43 (3): 366-374.
- Thornbury W. 1960. *Principios de Geomorfología*. Editorial Kapelustz. Buenos Aires.
- Twidale C. 1968. Granite Landforms. En: *The Encyclopedia of Geomorphology. Encyclopedia of Earth Sciences Series*, R. W. Fairbridge (ed.), Vol. III: 488-492. Reinhold Book Corpor. Nueva York.
- Zalba, P. 1979. Clay deposits of Las Aguilas Formation, Barker, Buenos Aires province, Argentina. *Clays and Clay Minerals* 27 (6): 433-439.

## GLOSARIO DE TÉRMINOS

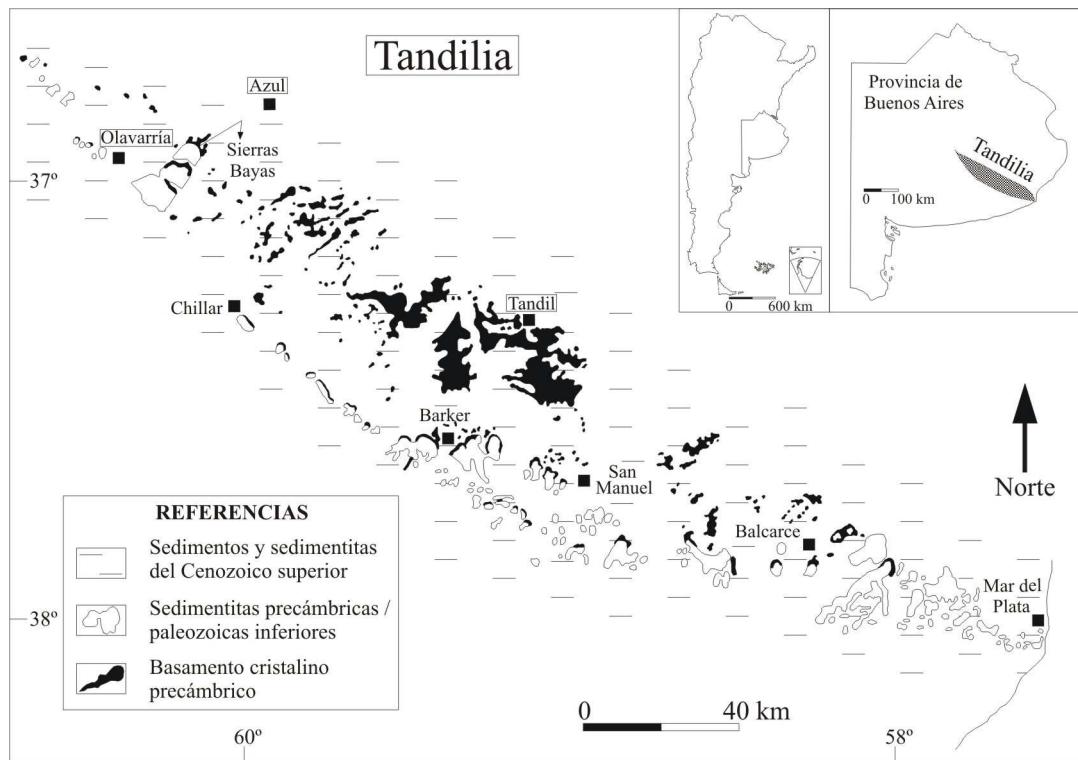
- (1) **Roca:** Asociación o agregado natural de minerales en estado sólido.
- (2) **Corteza terrestre:** Es la envoltura o capa sólida exterior de la Tierra, constituida principalmente por minerales silicatos. Se divide en corteza continental y corteza oceánica, siendo la primera más gruesa que la restante.
- (3) **Procesos orogénicos:** Vinculados a la orogenia o procesos formadores de montañas.
- (4) **Procesos magmáticos:** Vinculados a la actividad del magma representando éste un estado fundido a alta temperatura y móvil de una roca, generalmente de composición mineral silicato y con gases y otros minerales disueltos.
- (5) **Procesos sedimentarios:** Son aquellos que conducen a la formación de sedimentos y sedimentitas a partir de rocas y materiales preexistentes. Comprenden la destrucción de las rocas, el transporte de los materiales, la concentración o depositación y sus transformaciones postdepositacionales.
- (6) **Cenozoico superior:** Utilizado en general para hacer referencia a las secuencias correspondientes al Neógeno y Cuaternario.
- (7) **Divisoria de agua:** Línea imaginaria que rodea una cuenca hidrográfica y define sus límites.
- (8) **Roca ígnea:** Roca formada por solidificación en superficie o por debajo de ella a partir de un estado fundido a alta temperatura.
- (9) **Roca metamórfica:** Roca que ha sufrido transformaciones y reestructuraciones como resultado de un ajuste físico-químico de los componentes de la misma bajo condiciones particulares de presión y temperatura, mientras se encuentran en estado sólido (sin fusión).
- (10) **Migmatita:** Roca de “mezcla” compuesta por un material huésped metamórfico que alterna con granito (Roca ígnea).
- (11) **Meteorización:** Proceso geomórfico que produce la alteración de las rocas como consecuencia de la descomposición química (meteorización química) o

fragmentación física o mecánica (meteorización física) de las rocas de la corteza *in situ*.

- (12) **Plataforma continental:** Franja somera y poco inclinada de fondo marino contigua a la de costa continental y terminada por su borde externo en el talud continental.
- (13) **Biocenosis:** Asociación de especies distintas, animales y vegetales, todas indispensables para la supervivencia de la comunidad. El ambiente físico ocupado por una biocenosis se denomina biotopo. El conjunto de biocenosis con sus biotopos integra un ecosistema.
- (14) **Roca sedimentaria:** Cualquier roca (suelta, incoherente, compactada) que se deposita o ha depositado en la superficie terrestre incluidos los fondos ácueos, por acción de procesos exógenos. Según el grado de compactación se distinguen sedimentos y sedimentitas. Los sedimentos son agregados inconsolidados inorgánicos u orgánicos acumulados por procesos de sedimentación, mientras que las sedimentitas corresponden a sedimentos endurecidos.
- (15) **Remoción en masa:** Los procesos de remoción en masa se refieren al desplazamiento de materiales a lo largo de las pendientes del terreno por acción de la gravedad.
- (16) **Piroclástico:** Que ha sido formado explosivamente por fragmentación o trituración volcánica.
- (17) **Suelo:** Parte natural de la superficie de la Tierra, caracterizado por capas paralelas a dicha superficie, resultantes de la modificación de materiales rocosos como consecuencia de la acción de procesos físicos, químicos y biológicos que actuaron bajo distintas condiciones durante períodos de tiempo variable.
- (18) **Erosión:** Proceso geomórfico que conduce al desgaste más bien localizado de la corteza por la acción de distintos procesos (fluviales, glaciales, eólicos).
- (19) **Proceso geomórfico:** Son todos los cambios físicos y químicos que sufren los materiales de la Tierra y provocan cambios en la configuración superficial de la misma.
- (20) **Meteorización esferoidal:** Proceso de meteorización química que conduce a la formación en pequeña escala de capas concéntricas alrededor de un núcleo interno.
- (21) **Talud:** Acumulación de materiales al pie de una pendiente.
- (22) **Kárstico:** El nombre *kárstico* (o cárstico) es un término aplicado a un tipo muy característico de paisaje en el cual la meteorización química, específicamente la disolución, es el proceso dominante en la elaboración de las formas.
- (23) **Diseño rectangular:** Los cursos de agua presentan recodos en ángulo recto.
- (24) **Diseño radial:** Los cursos de agua divergen de un terreno central elevado.
- (25) **Diaclasa:** Fractura en las rocas producto de esfuerzos que se producen en la Tierra.



**Figura 1:** Ubicación del área.



**Figura 2:** Geología de Tandilia. El conjunto rocoso asignado al basamento cristalino y sedimentitas precámbricas / paleozoicas inferiores fue tomado y parcialmente modificado de Poiré y Spalletti (2005).



**Figura 3:** Cerros de aspecto ondulado modelados en rocas del Basamento cristalino en el sector de mayor relieve. Alrededores de la ciudad de Tandil.



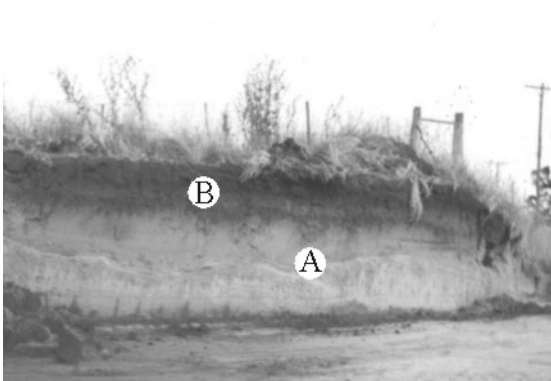
**Figura 4:** Paisaje típico del ámbito de suave relieve en el Partido de Azul.



**Figura 5:** Secuencias rocosas correspondientes a la Cubierta Sedimentaria del precámbrico – Paleozoico inferior en el camino de acceso a la localidad de Sierras Bayas (Partido de Olavarría).



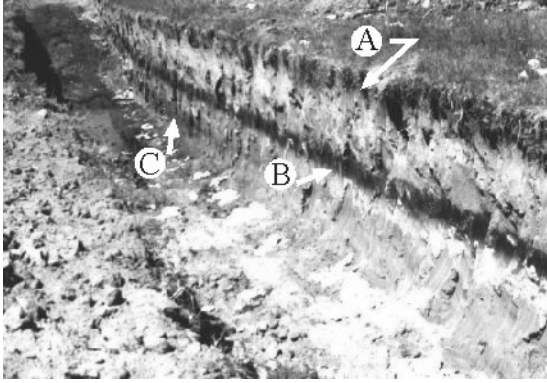
**Figura 6:** (A): Cueva de grandes mamíferos extinguidos en depósitos del Cenozoico superior (Partido de Tandil)



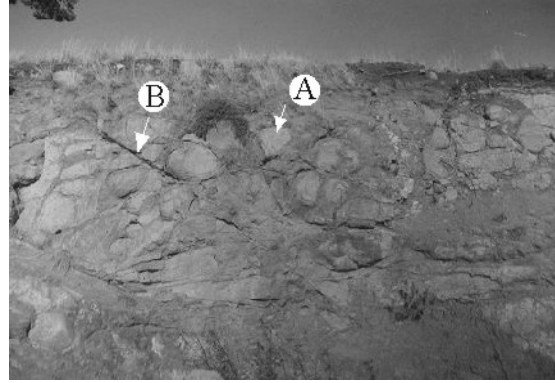
**Figura 7:** (A): Depósitos eólicos (*Loess*) con desarrollo de suelo en la parte superior (B). Ciudad de Tandil.



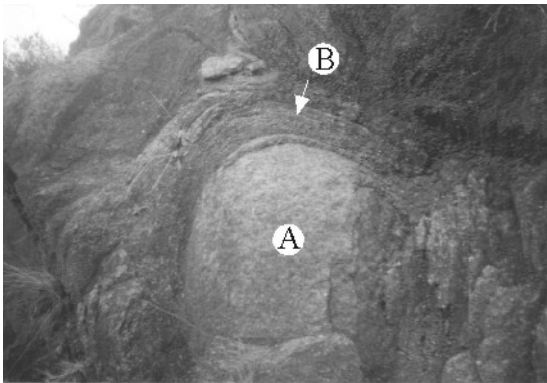
**Figura 8:** A la distancia barranca (A) compuesta principalmente por depósitos del Lujanense y Platense. Balneario Salto de Piedra (Partido de Olavarría).



**Figura 9:** (A): Suelo actual. B y C suelos antiguos, desarrollados en depósitos Platenses y Lujanenses respectivamente. Excavación en la margen izquierda del A° Tapalqué (Partido de Olavarría).



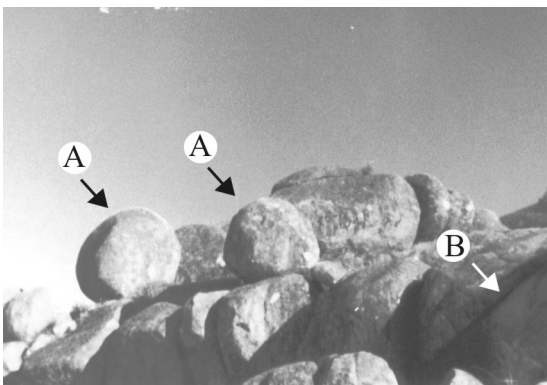
**Figura 10:** Manto de meteorización con desarrollo de *corestones* (A), limitados por diaclasas (B) y zonas intensamente meteorizadas. Cercanías del Cerro El Centinela (Tandil).



**Figura 11:** (A): *Corestone* inmerso en un manto de meteorización. Note las capas concéntricas (B) que lo rodean producto de meteorización esferoidal.



**Figura 12:** Cerro La Movediza en la ciudad de Tandil. Resultado de procesos de meteorización y remoción de los materiales.



**Figura 13:** Cerro La Movediza. (A): Bochones. (B): Diaclasas inclinadas.



**Figura 14:** La Piedra Movediza (ciudad de Tandil). Tomado de Fairbridge (1968).



**Figura 15:** El Centinela (Ciudad de Tandil). Típico bochón colgado.



**Figura 16:** *Gnamma* en el Cerro Libertador General San Martín (Ciudad de Tandil).



**Figura 17:** A la distancia cerros de aspecto tabular, horizontales a subhorizontales elaborados en secuencias rocosas de la Cubieta Sedimentaria del Precámbrico – Paleozoico inferior en cercanías de la localidad de Sierras Bayas (Partido de Olavarría).



**Figura 18:** (A): Frente escarpado en sedimentitas de la Cubieta Sedimentaria del Precámbrico – Paleozoico inferior. (Flechas blancas verticales): Antiguas lomadas producto de remoción en masa. (Flechas negras): Rasgos generados por procesos de remoción en masa recientes. Extremo sur del Partido de Tandil.



**Figura 19:** Balneario Salto de Piedra en el Arroyo Tapalqué (Partido de Olavarría).



**Figura 20:** Paisaje serrano en el área de Boca de la Sierra (Partido de Azul).

Eón	Era	Período		Edad en millones de años	Epoca		Edad en millones de años		
Fanerozoico	Cenozoico	Edad de los mamíferos	Cuaternario	0	Holoceno	0,0115	0		
			Neógeno	2,6				Pleistoceno	1,8
			Paleógeno	23				Gelasiano	2,6
	Mesozoico	Edad de los reptiles	Cretácico	65,5	Plioceno	5,332	23,03		
			Jurásico	145,5	Mioceno	23,03			
			Triásico	199,6	Oligoceno	33,9			
	Paleozoico	Edad de los anfibios	Pérmico	251	Eoceno	55,8	65,5		
			Carbonífero	299	Paleoceno	65,5			
			Edad de los peces	Devónico	359,2				
				Silúrico	416				
			Edad de los invertebrados	Ordovícico	443,7				
	Cámbrico	488,3							
	Proterozoico	Neoproterozoico	Ediacareano	542			<p>Basado en una edición del año 2004 del Cuadro Estratigráfico Internacional de la Comisión Internacional sobre Estratigrafía de la Unión Internacional de Ciencias Geológicas.</p> <p>Para las subdivisiones de la Era Cenozoico se han seguido principalmente las recomendaciones del Grupo de Tareas del Cuaternario, Comisión Internacional de Estratigrafía, de la Unión Internacional de Ciencias Geológicas y la Unión Internacional para Investigaciones del Cuaternario.</p> <p>Solamente se han colocado las épocas correspondientes al Paleógeno y Neógeno.</p> <p>Los Períodos del Proterozoico no se dividen en Epocas.</p> <p>Las Eras del Arqueano no se dividen en Periodos.</p>		
			Crioxeniano	630					
Toniano			850						
Mesoproterozoico		Steniano	1000						
		Ectasiano	1200						
		Calymmiano	1400						
Paleoproterozoico		Statheriano	1600						
		Orosiriano	1800						
		Rhyaciano	2050						
Arqueano	Neoarqueano	2300							
	Mesoarqueano	2500							
	Paleoarqueano	2800							
	Eoarqueano	3200							
Hadeano		3600							
		3850							
		4570							

Tabla del tiempo geológico resumida.