

FÓSILES DE SAN JUAN

Fossils of San Juan province

OSVALDO L. BORDONARO¹ Y MARIANA M. RAVIOLO²

¹IANIGLA, CCT-Mendoza, ²Soluciones Petrográficas
obordona@mendoza-conicet.gob.ar

RESUMEN

Se mencionan los principales fósiles que se hallan en el actual territorio de la provincia de San Juan, agrupados según las Eras Paleozoica, Mesozoica y Cenozoica. Se describen brevemente las características morfológicas de los fósiles más representativos, indicando su lugar de hallazgo, su edad y el ambiente sedimentario que lo caracteriza. También se definen y describen algunos conceptos y procesos geológicos utilizados en las ciencias paleontológicas.

Palabras clave: Fósiles, Paleozoico, Mesozoico, Cenozoico, San Juan

SUMMARY

The main fossils of San Juan province are mentioned. They are grouped into the Paleozoic, Mesozoic and Cenozoic Eras. The morphological features of the most representative fossils are briefly described, with indication of their ages, localities and characteristic sedimentary environments. Also defined are some concepts and geological processes used in paleontological sciences.

Key words: Fossils, Paleozoic, Mesozoic, Cenozoic, San Juan province

INTRODUCCIÓN

San Juan posee en sus montañas los testimonios de una historia geológica muy remota con organismos fosilizados que habitaron esta región hace millones de años, cuando la provincia tenía una geografía y una biota muy diferentes de la actual. Mediante las rocas y los fósiles de toda la provincia se puede reconstruir esta historia con sus diferentes ecosistemas que son el resultado de 1000 millones de años de evolución geológica y paleontológica.

Los fósiles

La Paleontología es la ciencia que estudia la vida antigua que existió sobre la Tierra y su evolución a través del tiempo. Su herramienta de estudio son los fósiles.

Un **fósil** es un organismo, o un resto de un organismo, o cualquier indicio de vida, que existió en el pasado geológico de la Tierra y que se conserva hasta el presente, es decir que está fosilizado.

La **fosilización** es el conjunto de fenómenos físicos y químicos por los cuales un organismo es preservado hasta la actualidad, bajo condiciones especiales de sepultamiento, aislamiento, presión y temperatura. La estructura orgánica, generalmente las partes duras (esqueletos, caparazones, conchillas, uñas, dientes, tejido leñoso, cutícula, quitina) son reemplazadas por minerales molécula por molécula. Esos minerales pueden ser carbonatos, silicatos, fosfatos, o cualquier otro. También pueden preservarse las partes blandas de un organismo (órganos, tejidos, piel, pelos, etc.) bajo condiciones especiales de aislamiento de los agentes destructivos químicos y físicos.

La fosilización generalmente necesita de mucho tiempo y de condiciones físicas y químicas muy especiales para producirse. Ello ocurre cuando los sedimentos que contienen los restos orgánicos quedan enterrados a varios miles de metros de profundidad o aislados de las condiciones ambientales. La fosilización es un hecho excepcional, no todos los organismos que mueren se fosilizan, sino sólo un pequeño porcentaje de ellos. Lo más común es que sus partes se destruyan antes de fosilizarse. Una de las condiciones imprescindibles para la fosilización es el rápido enterramiento o aislamiento del organismo muerto. Ello favorece la preservación de las partes orgánicas de los agentes físicos y químicos que normalmente las destruirían.

A continuación se detallan las etapas en la formación de un **yacimiento fosilífero**:

- **Biocenosis:** es la asociación de seres vivos en un determinado biotopo. Una comunidad interactuando con el medio ambiente. Un ecosistema.
- **Tanatocenosis:** es la acumulación de los organismos muertos que vivieron en un determinado biotopo. Es la etapa de acumulación de restos orgánicos en el lugar donde viven.
- **Tafocenosis:** es momento en que los organismos muertos quedan enterrados. Etapa de sepultamiento de los restos de organismos.
- **Fosilización:** son los diferentes procesos físicos y químicos que mineralizan los restos orgánicos enterrados a mucha profundidad y sometidos a alta presión y temperatura. En esta etapa, los sedimentos blandos también se transforman en rocas. Es la etapa de petrificación.
- **Orictocenosis:** es la asociación de restos fósiles que fueron ascendidos por movimientos tectónicos mediante plegamientos y fallas hasta la superficie terrestre y donde la erosión los deja expuestos y pueden ser hallados.

Se deduce de estos procesos, que los fósiles se conservan principalmente en las rocas sedimentarias. Las diferentes capas de rocas sedimentarias se llaman **estratos**, y

es dentro de los estratos donde se hallan los fósiles. Al conjunto de estratos que comparten características similares de composición y colores, se le llama **Formación**, y se le pone el nombre del lugar donde fue estudiada por primera vez. Por ello, veremos nombres como Formación Agua Negra, San Juan, Zonda, Talacasto, Pachón, etc. La disciplina geológica que estudia la sucesión de estratos, su edad y composición se llama **estratigrafía** y la disciplina que estudia los fósiles que contienen esos estratos se llama **bioestratigrafía**.

En las rocas metamórficas es poco frecuente encontrar fósiles, ya que en ellas se producen grandes presiones y temperaturas en profundidad, que generalmente destruyen los restos fosilizados que pudieran contener. En las rocas ígneas nunca se hallarán fósiles, porque las temperaturas y presiones son aún mayores, ya que estas rocas se originan a partir del magma.

Tipos de fósiles

Existen diferentes tipos de fósiles que son clasificados de la siguiente forma:

- **Fósil:** cualquier resto o evidencia de un organismo antiguo que se preserva hasta la actualidad.
- **Fósiles vivientes:** son los animales o vegetales actuales impropriamente llamados fósiles porque se consideran verdaderas reliquias biológicas, ya que viven desde épocas geológicas remotas sin haber cambiado su aspecto morfológico. Ejemplos de estos organismos son las *Lingula* (Braquiópodo), *Latimeria* (Celacanto), Tortugas y Cocodrilos (Reptiles), Araucarias, Cicas y Ginkgos (Gimnospermas), Monotremas (Mamíferos), Estromatolitos (Cianobacterias).
- **Pseudofósiles:** son objetos o formas de origen inorgánico que parecen orgánicos. Ejemplos de ellos son las dendritas de óxido de manganeso, que aparentan ser hojitas de helechos; las concreciones esferoidales que parecen huevos; o cualquier caprichosa y azarosa formación inorgánica que se asemeje a organismos petrificados.
- **Improntas:** son moldes de organismos impresos en los sedimentos. Estas pueden ser de animales (piel, huesos, placas), invertebrados (valvas) o de vegetales (hojas, tallos, frutos).
- **Trazas e Icnitas:** son las huellas fosilizadas de actividad dejadas por los organismos en el sedimento. Pueden ser de vertebrados (pisadas o rastrillada) o de invertebrados (marcas de patitas, excavaciones o perforaciones de artrópodos, nidos de hormigas o avispas), o marcas de desplazamiento de organismos de cuerpos blandos como gusanos.
- **Estromatolitos:** son las acumulaciones de sedimentos carbonáticos precipitados por cianobacterias, que adoptan una forma particular, generalmente laminada, en domo o en abanico.
- **Palinomorfos:** son los restos orgánicos de polen, esporas y microplancton, que se preservan en los sedimentos casi sin alteración de su composición orgánica original.

- **Coprolitos:** son los excrementos fosilizados de animales.

Procesos de fosilización

Los procesos de fosilización más comunes por los cuales un organismo llega a fosilizarse son los siguientes:

- **Petrificación:** es el proceso de fosilización que transforma la materia orgánica (partes duras) en minerales por reemplazo molecular. Los más comunes son:
 - Carbonatación (CO₃ Ca): caparzones y conchillas de invertebrados
 - Silicificación (O₂ Si): madera, caparzones, conchillas, huesos
 - Sulfatación, Yeso (SO₄ Ca): conchillas de invertebrados
 - Fosfatación, Fosfato de Calcio ((PO₃)₂Ca₃): conchillas, algunos huesos y coprolitos
- **Sulfuración, Sulfuro de Hierro (SFe, pirita):** caparzones de invertebrados
- **Carbonización:** es el proceso de fosilización que transforma la materia orgánica vegetal en carbono, por pérdida de los componentes volátiles que poseen, con el consecuente enriquecimiento del carbono. Este proceso es muy común en fósiles de hojas y tallos.
- **Momificación:** es el proceso de fosilización que permite que se conserve intacta la materia orgánica (partes blandas) de un organismo que vivió en épocas geológicas pasadas. Ejemplos: Insectos conservados en ámbar, mamuts congelados, rinocerontes conservados en asfalto, etc.

Las eras y períodos geológicos

Los fósiles les permitieron a los geólogos construir un calendario de la Tierra, que al principio tenía edades relativas sin datar pero luego fue datado en forma absoluta con los minerales radiactivos contenidos en las rocas, asignándole fechas en millones de años.

La historia de la Tierra se ha dividido en cinco grandes **Eras Geológicas**, que representan tiempos geológicos y se definen por el tipo de vida que contenían.

La **Era Arcaica** (antiguo): es la más antigua y se caracteriza por no poseer vida visible ni oxígeno atmosférico. Sólo existían las bacterias

La **Era Proterozoica** (vida primitiva): se caracteriza por tener formas de vida primitiva y simple, como bacterias, algas, los primeros metazoarios y un incipiente contenido de oxígeno atmosférico.

La **Era Paleozoica** (vida antigua): tiene formas de vida más organizadas y aparecen las partes duras (caparzones, esqueletos y tejido leñoso), como los invertebrados, los primeros vertebrados y las primeras plantas vasculares, con un rápido incremento del oxígeno atmosférico.

La **Era Mesozoica** (vida media): posee organismos invertebrados, vertebrados y vegetales más complejos, pero la mayoría extinguidos, como los amonites, dinosaurios y gimnospermas, con un 100 % de oxígeno atmosférico.

La **Era Cenozoica** (vida nueva): contiene formas de vida muy complejas y que existen actualmente, como los mamíferos y las angiospermas (plantas con flores).

Las Eras, a su vez, se subdividen en **Períodos**, que son lapsos menores en los que se desarrollaron determinados grupos biológicos, con especies que los caracterizan y definen.

De esta manera se conocen los siguientes períodos dentro de cada Era (Figuras 2, 3 y 4)

Era Paleozoica: **Cámbrico, Ordovícico, Silúrico, Devónico, Carbonífero y Pérmico.**

Era Mesozoica: **Triásico, Jurásico y Cretácico**

Era Cenozoica: **Paleógeno:** Paleoceno, Eoceno y Oligoceno

Neógeno: Mioceno y Plioceno

Cuaternario: Pleistoceno y Holoceno

Mediante los métodos de datación de isótopos radioactivos (**radimetría**) es posible conocer la antigüedad que tiene una roca, medida en millones de años (m.a.). En consecuencia sabemos la antigüedad que tiene cada período geológico. Sobre la base de este calendario de la historia geológica de la Tierra, se puede saber en qué Era y Período nos encontramos cuando hallamos una roca o un fósil, en cualquier lugar de la Tierra y, por lo tanto, saber también la cantidad de millones de años que tienen las rocas que poseen ese fósil.

De esta manera, los geólogos interpretan mediante las rocas y los fósiles de cualquier lugar la historia geológica que allí aconteció, el tipo de ambiente que hubo, la vida que proliferó y la antigüedad que tienen. Es como si la Tierra fuese un libro abierto, esperando ser leído en su particular lenguaje geológico.

Fósiles de San Juan

A continuación se describen algunos fósiles que son característicos de San Juan y se menciona su lugar de hallazgo, su edad y la reconstrucción del ecosistema en donde estos organismos proliferaron.

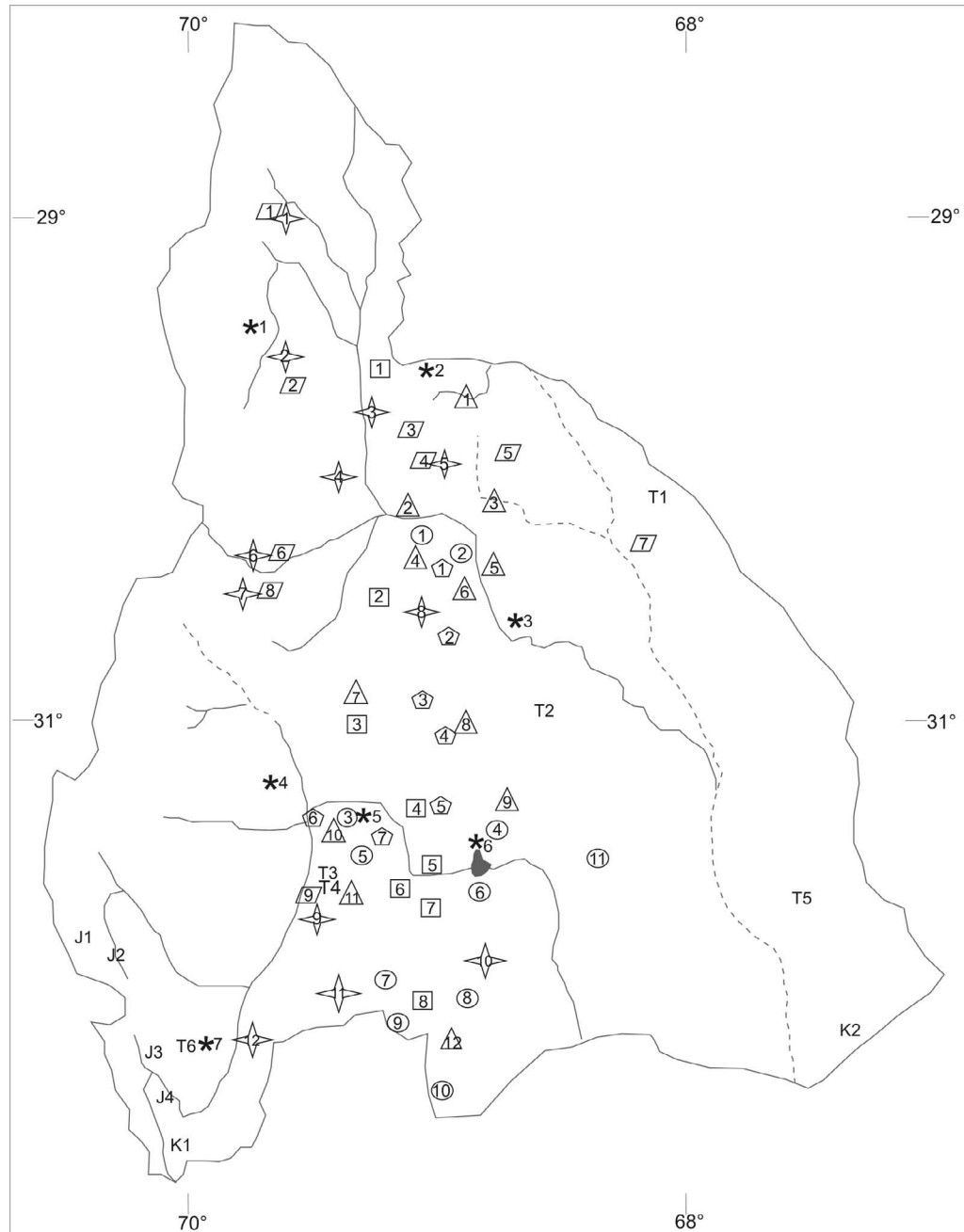


Figura 1. Ubicación de las principales localidades fosilíferas de San Juan
 Figure 1. Location of the main fossiliferous localities in San Juan province

Principales localidades fosilíferas de San Juan

Devónico

- 1 La Punilla
- 2 El Coronel
- 3 La Invernada
- 4 La Dehesa
- 5 Baños de Ullum
- 6 Río San Juan
- 7 Punta Negra
- 8 Bachongo

Silúrico

- 1 Loma de los Piojos
- 2 Tucunuco
- 3 Gualilán
- 4 Talacasto
- 5 La Dehesa
- 6 Caligasta
- 7 Tambolar

Ordovícico

- 1 Gualcamayo
- 2 Río Jáchal
- 3 Huaco
- 4 Las Aguaditas
- 5 Co. La Silla
- 6 Niquivil
- 7 Sa. de la Invernada
- 8 Talacasto
- 9 Villicum Este
- 10 Alcaparroza
- 11 Sa. del Tontal
- 12 Los Berros

Cámbrico

- 1 Los Túneles
- 2 Co. San Roque
- 3 Los Ratones
- 4 Villicum Sur
- 5 Ojos de Agua
- 6 Qda. de Zonda
- 7 Los Sombreros
- 8 Qda. La Flecha
- 9 Santa Clara
- 10 Qda. De Acequión
- 11 Pie de Palo

Neógeno

- *1 Valle del Cura
- *2 Guandacol
- *3 Mogna
- *4 Puchuzún
- *5 Pachaco
- *6 Loma de las Tapias
- *7 Cinches

Cretácico

- K1 Río Volcán
- K2 Guayaguás

Jurásico

- J1 El Pachón
- J2 Los Erizos
- J3 Los Patillos
- J4 Alto Río los Patos

Triásico

- T1 Ischigualasto
- T2 Cerro Morado
- T3 Rincón Blanco
- T4 Barreal-Hilario
- T5 Marayes
- T6 Rancho de Lata

Pérmico

- 1 San Guillermo
- 2 Colanguil
- 3 Yerba Loca
- 4 Panacán
- 5 Yanzo
- 6 Arrequequintín
- 7 Sa. de Valle Fértil
- 8 Agua Negra
- 9 Barreal

Carbonífero

- 1 San Guillermo
- 2 Colanguil
- 3 Malimán
- 4 Angualasto
- 5 Panacán
- 6 Arrequequintín
- 7 Agua Negra
- 8 Río Francia
- 9 Barreal
- 10 Rinconada
- 11 Ansilta
- 12 Yalguaráz

Era Proterozoica

Las rocas más antiguas que se hallan en la provincia de San Juan pertenecen a la Era Proterozoica y si bien no se han hallado fósiles en ellas, las mismas han sido datadas por métodos radiométricos que dieron edades del orden de los 1000 millones de años. Estas rocas son metamórficas porque han estado sometidas a altas presiones y temperaturas en zonas muy profundas de la corteza terrestre. Estas condiciones han destruido totalmente todo indicio de materia orgánica imposibilitando la preservación de los fósiles. Estas rocas se encuentran en las sierras de Pie de Palo, cerro Barbosa, cerro Valdivia y sierra de Valle Fértil.

Era Paleozoica

La Era Paleozoica fue un tiempo caracterizado por organismos muy simples, como son los invertebrados, los primeros vertebrados como peces, anfibios y reptiles y las primeras plantas vasculares. A nivel mundial existían dos grandes continentes: Gondwana y Laurentia y otros cinco más pequeños, los que al terminar la Era se fueron uniendo para formar un único supercontinente llamado Pangea.

Las rocas y fósiles de la Era Paleozoica (Figura 2) se encuentran muy bien representadas en la región llamada Precordillera que se distribuye en una faja sobre el centro

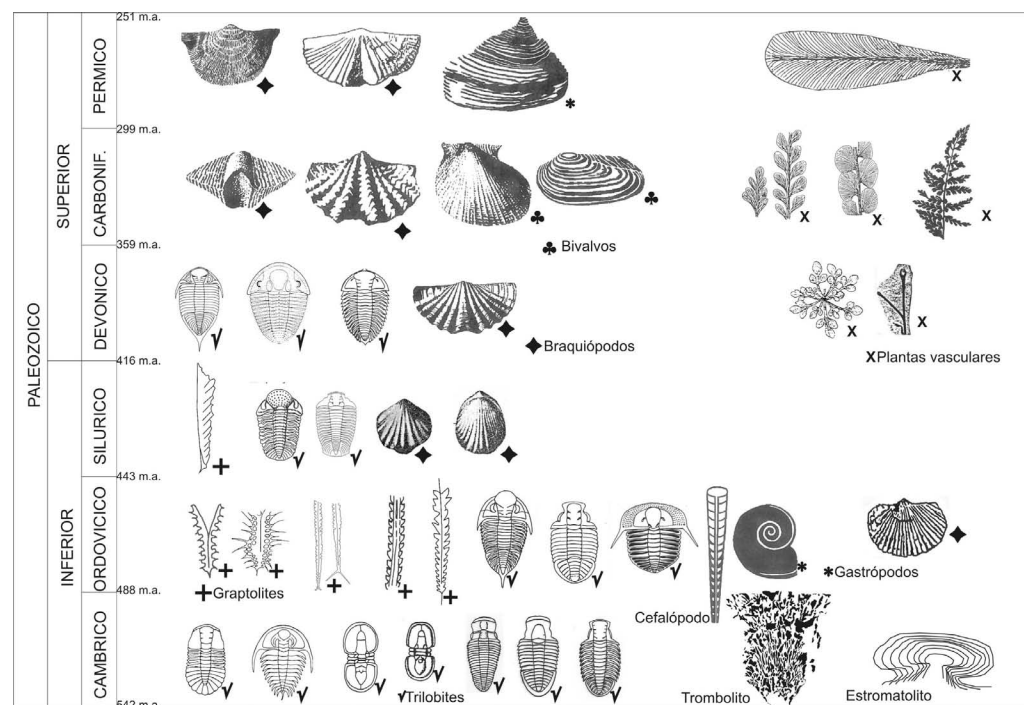


Figura 2- Principales fósiles de la Era Paleozoica de San Juan
Figure 2. Main fossils from the Palaeozoic Era in San Juan

de la provincia (Figura 1). Los organismos fósiles más antiguos de esta Era son los trilobites, que eran artrópodos marinos de hábitos bentónicos y planctónicos y tenían el caparazón articulado y dividido en tres lóbulos de donde proviene su nombre. Se conocen trilobites en rocas calizas del Período Cámbrico que vivían en una plataforma continental somera y cálida similar a las Bahamas. Los trilobites más antiguos denominado *Olenellus zondaensis* y *Fremontella inopinata* pertenecen al Cámbrico Inferior (550 m.a.) y provienen de la sierra de Villicum y de la sierra de Marquesado, también hay otros del Cámbrico Medio como *Asaphiscus*, *Kootenia* y *Olenoides* que son abundantes en la quebradas de Zonda y de Juan Pobre, mientras que en la Sierra del Tontal abundan otras formas pequeñas como *Agnostus exulatus* y *Tonkinella stephensis*. Otros del Cámbrico Superior como *Saukia* de la quebrada de la Flecha y también en Guandacol. Los trilobites del Período Ordovícico conocidos como *Anamitella*, *Guandacolithus*, *Dalmanitina*, están en la sierra de Villicun, sierra de Talacasto, Huaco, Gualcamayo y Las Aguaditas. En el Período Silúrico se puede mencionar *Phacops argentinus* en la zona de Hualilán y Jáchal. En el Período Devónico (350 m.a.) se conoce *Dalmanites* en Talacasto y en la sierra de la Punilla hay ejemplares de *Punillaspis* y *Malimanaspis*.

Unos fósiles muy especiales son los Estromatolitos y Trombolitos, que son acumulaciones biosedimentarias hechas por cianobacterias que hacen precipitar carbonato de calcio en el fondo marino y generan unas estructuras con formas de domos o abanicos. Se las encuentra en rocas calcáreas del Cámbrico Superior en las quebradas de La Flecha, del Río Acequión, del Río Blanco y también en el cerro San Roque de Jáchal.

Los Braquiópodos son fósiles de invertebrados marinos que poseen dos valvas asimétricas, son muy comunes en todos los periodos de la Era Paleozoica. Se los halla en diferentes lugares de la Precordillera (Huaco, Jáchal, Pachaco, Calingasta y Barreal) y Cordillera Frontal (Agua Negra y San Guillermo).

Dentro de los moluscos se conocen fósiles distribuidos en toda la Precordillera que son comunes en rocas calizas de la Formación San Juan del Período Ordovícico (480 m.a.). Los *Maclurites* son moluscos garrópodos con forma de caracol espiralado de 5 cm de diámetro y *Ortoceras* son moluscos cefalópodos con forma de tubos segmentados de 10 cm de largo. También hay gastrópodos y bivalvos de los Periodos Carbonífero y Pérmico, en varios sitios de la Precordillera.

Un grupo particular de fósiles son los Graptolitos, invertebrados marinos reunidos en pequeñas colonias que lucen como un trazo en la roca, su nombre significa piedra escrita. Se los encuentra en rocas arcillosas del Período Ordovícico en varios lugares de la Precordillera (sierras de Villicum, Yerba Loca, Invernada y Tontal) y se los denomina *Nemagraptus*, *Climacograptus*, *Tetragraptus* o *Glossograptus*. Los del Período Silúrico son *Monograptus* y *Atavograptus*.

A partir del Período Devónico aparecen las primeras plantas vasculares que conquistaron los continentes (Lycófitas y Psilófitas). Se conocen plantas fósiles como *Furqueia*, *Haplostisma* y *Ciclostigma* en rocas devónicas de la Formación Punta Negra que se hallan muy extendidas en toda la Precordillera. Durante los Periodos Carbonífero y Pérmico ya aparecen las Pteridofitas, las Progimnospermas y las primeras Gimnos-

permas como *Fedekurtzia*, *Nothorhacopteris*, *Botrychiopsis*, *Glossopteris* y *Gangamopteris*. Estas se localizan en Rinconada, Huaco, Barreal y Yanzo. En la quebrada de Arrequeñtín se conoce un bosque de Lycófitas arbóreas de grandes dimensiones.

Las trazas fósiles son las huellas de actividad dejadas por los organismos invertebrados en el sedimento ocasionadas por marcas de patitas de artrópodos, excavaciones o perforaciones de gusanos o marcas de desplazamiento de organismos de cuerpos blandos como gusanos. *Didymaulichnus* y *Gordia* se hallaron en la sierra de Pie de Palo que indicarían una posible edad Cámbrica. Otras como *Nereites*, *Cruziana* y *Zoophycos* se reconocen en rocas del Silúrico y Devónico de la Precordillera central. *Orchesteropus atavus* se halla en el Carbonífero de Huaco.

Durante la primera mitad de la Era Paleozoica la totalidad de los fósiles y rocas de San Juan son de ambientes marinos, mientras que en la segunda mitad se reconocen tanto restos marinos como continentales. Hacia fines de esta Era el mar se fue retirando lentamente hacia el oeste de la provincia y los fósiles marinos sólo se encuentran en el sector de Barreal, Calingasta, Agua Negra, Colanguil y San Guillermo. Al terminar la Era Paleozoica el mar se retiró totalmente del territorio sanjuanino y en su lugar se instalaron cuencas continentales acompañadas con una intensa actividad volcánica.

Era Mesozoica

La Era Mesozoica es conocida también como la “era de los reptiles”, ya que este grupo dominó todos los ambientes terrestres, el mar (ictiosaurios) y el aire (pterosaurios). Además, se originaron dos nuevas clases de vertebrados: las aves y los mamíferos. Un hecho significativo de esta era, que condicionó la evolución y aislamiento de los organismos, fue la paulatina fragmentación del supercontinente Pangea, el cual fue dando origen a los continentes que hoy conocemos.

Dentro de esta Era (Figura 3), el Valle de la Luna constituye un tema especial por la abundancia y diversidad de fósiles que posee. En la llamada cuenca de Ischigualasto y Villa Unión se desarrollaban durante el Período Triásico (200 a 250 m.a.) depósitos de ambientes continentales cálidos y húmedos con abundantes ríos, lagos, lagunas y pantanos. De allí se han extraído fósiles de anfibios, reptiles y dinosaurios que son únicos en Sudamérica. Hay Reptiles Rincosaurios, Arcosaurios, Rausúquidos y Esfenosúquidos y Anfibios Laberintodontes. Los Reptiles Mamiferoides son importantes porque fueron los antecesores de los Mamíferos, y entre ellos se encuentra el grupo de los Dicynodontes, del tamaño de un buey, llamados *Ischigualastia jenseni* y *Jachaleria colorata* y del grupo de los Cynodontes, del tamaño de un perro, llamado *Exaeretodon*. También están los Pre-Dinosaurios como *Lagosuchus talampayensis* y *Lagerpeton chañarensis*. Hay dinosaurios Saurisquios como los Terópodos llamados *Herrerasaurus ischigualastensis* o *Eoraptor lunensis* o los Saurópodos llamados *Riojasaurus incertus* o *Coloradisauros brevis* o también el dinosaurio Ornitisquio llamado *Pisanosaurus mertii*. Junto a los reptiles hay fósiles de plantas gimnospermas del tamaño de una palmera como es

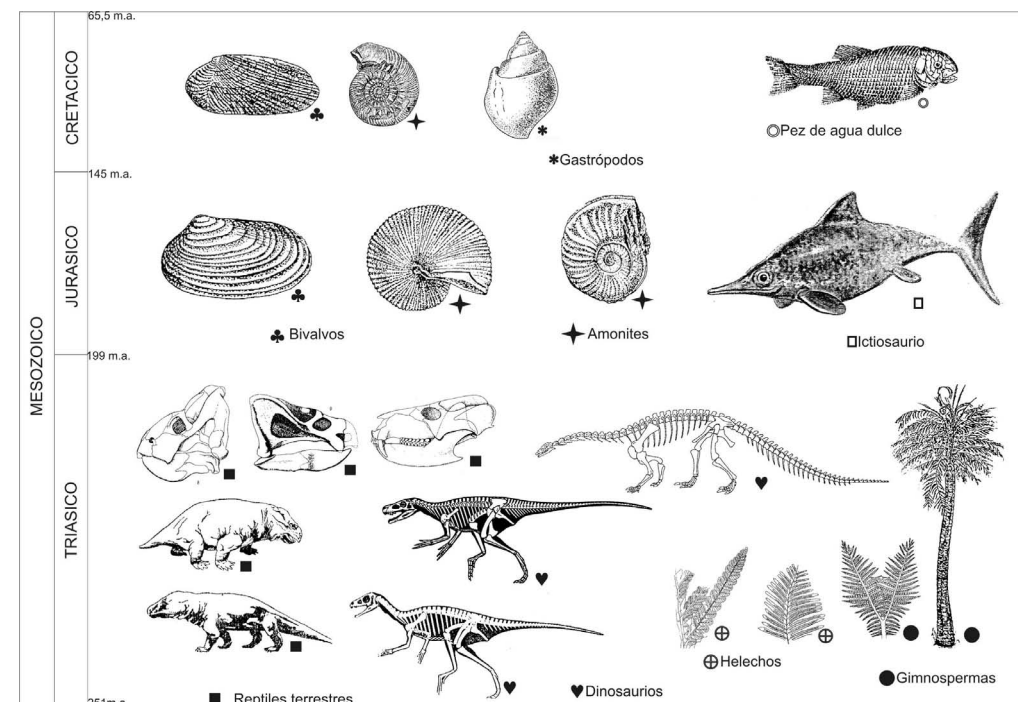


Figura 3. Principales fósiles de la Era Mesozoica de San Juan
Figure 3. Main fossils from the Mesozoic Era in San Juan

Dicroidium zuberi, helechos como *Cladophlebis* y *Lepidopteris*, Equisetáceas como *Neocalamites*, o también Coníferas y Ginkgoales. Esta flora también se las encuentra en Marayes, Barreal, Rincón Blanco y en el flanco occidental del Cordón del Espinacito. Otra localidad que posee un dinosaurio Prosaurópodo es el cerro Morado al sur de la Sierra de Mogna.

Durante los Períodos Jurásico y Cretácico un océano profundo inundaba el sector suroeste de San Juan y hoy sus rocas se las encuentra en la Cordillera Principal en localidades de Pachón, Los Erizos, Los Patillos y Alto Río de Los Patos (Figura 1). Los fósiles que abundaban en estos mares eran unos moluscos cefalópodos llamados Amonites que tienen forma de caracol en espiral con divisiones internas o tabiques. Entre las formas jurásicas más comunes se hallan *Otozamites*, *Harpoceras*, *Sonninia espinacitensis*, *Perisphinctes* o *Macrocephalites macrocephalus*. En rocas cretácicas del río Volcán hay *Harpogodes* y *Spiticeras*. Junto a ellos también hay moluscos Gastrópodos de tipo caracol como *Natica* y *Tylostoma* y otros bivalvos como *Gryphaea*, *Cardinia*, *Ptychomia* o *Weyla*. También son llamativos los fósiles de Erizos marinos de 160 m.a. que se encuentran en la Formación Los Erizos. Asociados a los invertebrados se hallaron los restos óseos de reptiles marinos Ictiosaurios llamados *Ichthyosaurus*

sanjuanensis y *Ancanamunia espinacitensis* que tenían el aspecto de un delfín y eran los grandes depredadores de los mares mesozoicos.

Durante el Período Cretácico se desarrollaba en el sureste de San Juan y este de San Luis un ambiente de tipo continental de clima cálido, con caudalosos ríos y lagunas con peces, donde proliferaban los reptiles voladores como el Pterodáctilo de la sierra de las Quijadas. En la sierra de Guayaguás y Catantal es posible encontrar fósiles de peces de agua dulce aunque aún no se hallaron reptiles.

Era Cenozoica

La Era Cenozoica es conocida como la “Era de los Mamíferos”, ya que está caracterizada por el gran desarrollo de estos vertebrados. Aunque el origen de los mamíferos se remonta al Mesozoico (final del Triásico), a un tiempo en que la tierra estaba dominada por los dinosaurios, fue la extinción de estos últimos y la de otros grupos de animales al final del Cretácico la que dio lugar a una rápida diversificación de los mamíferos, que evolucionaron en distintas líneas filogenéticas.

El Cenozoico de San Juan, al igual que el del resto de América del Sur, está caracterizado por una fauna de mamíferos muy particular. Esto se debe al aislamiento geográfico que tuvo el continente sudamericano durante gran parte de esta Era. El Cenozoico sudamericano estuvo marcado por el levantamiento de la Cordillera de los Andes. Además, se sucedieron diversos episodios de transgresiones y regresiones marinas y, en algunos casos, el mar llegó a ocupar gran parte del territorio argentino. Todo ello iba acompañado de cambios climáticos globales que condicionaron el desarrollo de la fauna y la flora. El clima, a lo largo del Cenozoico, pasó de ser cálido y húmedo a más templado y seco; los ambientes de bosques tropicales se fueron transformando en praderas o sabanas arboladas más o menos áridas, donde predominaban los herbívoros.

En San Juan existe una gran variedad de mamíferos fósiles que vivieron durante el Período Neógeno ubicado entre 23 y 2 m.a. (Figura 4). Entre los más comunes hay antepasados de roedores del tamaño de un ratón, o los grandes acorazados de hasta 1m de alto como el *Gliptodonte*, pariente lejano de los actuales quirquinchos, el *Toxodonte* de hábitos acuáticos parecido a un hipopótamo, o también el *Megaterio* como un enorme perezoso peludo de 3 m de alto. Mamíferos herbívoros de aspecto similar a un pony como el *Proteroterio*. Otros son similares a un guanaco con trompa como la *Macrauchenia* o el *Tipoterio* un ungulado del tamaño de una liebre y un particular carnívoro marsupial del tamaño de un perro el *Borienido*. Junto a ellos hay fósiles de lagartos, tortugas, anfibios, aves y hasta invertebrados moluscos de agua dulce. Estos vivían en zonas de ríos, pantanos y praderas con pastizales. Estos yacimientos paleontológicos se los encuentra principalmente en Loma de Las Tapias de Ullúm, aunque también hay otros registros en Mogna y en Huachipampa. En Puchuzún se halló una gran variedad de fósiles de mamíferos, aves y peces que vivieron en un hábitat vinculado a un lago.

La última ingesión marina del océano Atlántico en la provincia de San Juan se registró hace unos 15 millones de años en el Mioceno y se la documenta mediante microfósiles, polen y esporas hallados en el flanco este del cordón del Espinacito, en Cordillera Principal.

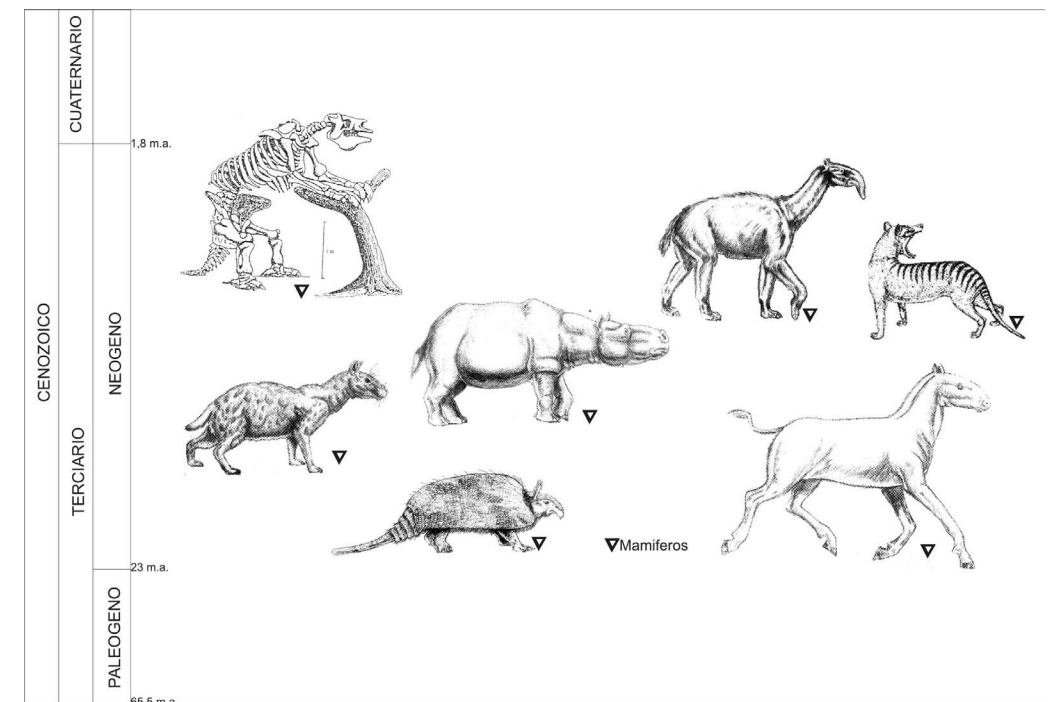


Figura 4. Principales fósiles de la Era Cenozoica de San Juan
Figure 4. Main fossils from the Cenozoic Era in San Juan

Durante el Neógeno también se conocen fósiles de hojas y polen de angiospermas que están localizadas en rocas Miocenas el Valle del Cura, Río Guandacol, Cordón del Espinacito y Pachaco (Figura 1).

Fue a partir del Mioceno que comenzó el levantamiento de la Cordillera Andina. Primero se elevó la Cordillera Principal hace unos 10 m.a., después la Cordillera Frontal hace unos 8 m.a y finalmente hace unos 5 m.a comenzó la formación de la Pre-cordillera, que también en forma simultánea reactivó Sierras Pampeanas, evento que finalizó hace apenas 2 millones de años.

Significado e importancia de los fósiles

La importancia de los yacimientos paleontológicos de San Juan radica en que constituyen un catálogo de una fauna y flora ya extinguida que habitó esta región en un pasado remoto. Proporcionan una prueba de la evolución biológica y de los cambios ambientales acaecidos durante cientos de millones de años en la región. Son como un museo al natural. Por otra parte, el excelente estado de fosilización que tienen muchos de ellos, como su abundancia y exclusividad, los convierte en yacimientos típicos de Sudamérica con una importancia científica de nivel y renombre internacional. Estas riquezas paleontológicas deben estar al alcance, no sólo de científicos y especialistas,

sino también de la gente común que desee conocerlas. Desde un punto de vista educativo y cultural, los fósiles son un testimonio irrefutable de la historia biológica de San Juan y, por lo tanto, son patrimonio de la provincia de San Juan y de sus habitantes. Al mismo tiempo, este acervo paleontológico debe ser protegido de la depredación causada por aficionados, coleccionistas, turistas y comerciantes de fósiles, quienes devastan impunemente estos sitios fosilíferos, a veces por desconocimiento del valor que ellos tienen, o por la falta de estrictas leyes de protección de los mismos. Para proteger estos yacimientos deben ser declarados Patrimonio Paleontológico Provincial y crear en estos sitios Zonas de Reservas Naturales o Áreas Protegidas, con la necesaria protección y custodia de los mismos.

Los fósiles que se extraen de estos yacimientos, para ser estudiados por científicos y especialistas paleontólogos, deben ser depositados en lugares seguros y protegidos de la destrucción. Estos lugares deben ser museos o instituciones científicas o universitarias, los que deben estar dirigidos o controlados por profesionales habilitados e idóneos para el manejo y control del material fósil. Un fósil depositado en un museo, que no esté debidamente estudiado o clasificado por personal idóneo, no posee ningún valor científico ni cultural para la comunidad que concurre a verlo. Será simplemente un objeto extraño de la naturaleza. La adecuada difusión popular acerca del significado geológico y paleontológico de los fósiles permitirá un mejor entendimiento acerca de cómo han actuado las leyes biológicas sobre las especies que vivieron en el pasado. De esta manera, se podrá inculcar en las generaciones presentes y futuras una conciencia ecológica, para preservar el suelo que se habita y proteger tanto a las especies vivientes, como a las especies fosilizadas. Este criterio puede aportar un camino de solución a los desastres ecológicos que vemos en la actualidad, y que en su mayoría fueron provocados por desconocimiento del delicado equilibrio necesario para sobrevivir.

BIBLIOGRAFÍA

- APARICIO, E.P., 1975. *Mapa geológico de San Juan*. Instituto de Investigaciones Geológicas, Facultad de Ciencias Exactas e Ingeniería Industrial, Universidad Nacional de San Juan.
- AZCÚY, C.L., CARRIZO, H.A. y CAMINOS, R., 1999. Carbonífero y Pérmico de las Sierras Pampeanas, Famatina, Cordillera Frontal y Bloque de San Rafael. En: Caminos, R. (ed.), *Geología Argentina*, SEGEMAR, *Anales* 29: 261-318.
- BALDIS, B. y PERALTA, S., 1999. Silúrico y Devónico de la Precordillera de Cuyo y Bloque de San Rafael. En: Caminos, R. (ed.), *Geología Argentina*, SEGEMAR, *Anales* 29: 215-238.
- BARREDA, V., ANZÓTEGUI, L., PRIETO, A., ACEÑOLAZA, P., BIANCHI, M., BORROMEI, A., BREA, M., CACCAVARI, M., CUADRADO, G., GARRALLA, S., GRILL, S., GUERSTEIN, R., LUTZ, A., MANCINI, V., MAUTINO, L., OTTONE, E., QUATTROCCHIO, M., ROMERO, E., ZAMALOA, M. y ZUCOL, A., 2007. Diversificación y cambios de las angiospermas durante el Neógeno en Argentina. *Asociación Paleontológica Argentina, Publicación Especial* 11: 173-191.

- BERESI, M., 1990. El Ordovícico de la Precordillera de San Juan. En: Bordonaro, O. (ed.), *Relatorio de Geología y Recursos Naturales de la Provincia de San Juan, XI Congreso Geológico Argentino*: 32-47. San Juan.
- BORDONARO, O.L., 1990. El Sistema Cámbrico de la Provincia de San Juan. En: Bordonaro, O. (ed.), *Relatorio de Geología y Recursos Naturales de la Provincia de San Juan, XI Congreso Geológico Argentino*: 18-30.
- BORDONARO, O.L., 1999. Cámbrico y Ordovícico de Precordillera y Bloque de San Rafael. En: *Geología Argentina*, (R. Caminos, edit.), SEGEMAR, *anales* 29: 189-204.
- BORDONARO, O.L., 2003. Evolución paleogeográfica y paleoambiental de la cuenca cámbrica de la Precordillera argentina. *Revista Asociación Geológica Argentina* 58 (3): 329-346.
- BORDONARO, O.L., ACEÑOLAZA, G. y PEREYRA, M.A. 1992. Primeras trazas fósiles de la Sierra de Pie de Palo, San Juan, Argentina. *Ciencias* 1(1):7-16.
- BONAPARTE, J., 1996. *Dinosaurios de América del Sur*. Museo de Ciencias Naturales Bernardino Rivadavia.
- CONTRERAS, V. H., DAMIANI, O., MILANA, J. P., BRACCO, A. y BARRERA, O. M., 1990. Paleógeno y Neógeno de San Juan. En: Bordonaro, O. (ed.), *Relatorio de Geología y Recursos Naturales de la Provincia de San Juan, XI Congreso Geológico Argentino*: 154-185.
- CONTRERAS, V. H., 2005. *Los animales prehistóricos de Loma de Las Tapias (Ullúm-Albaradón)*, San Juan. Universidad Nacional de San Juan. Secretaría de Extensión.
- GASPARINI, Z. 1985. Los Reptiles marinos Jurásicos de América del Sur. *Ameghiniana* 22 (1-2): 23-34.
- KOKOGIAN, D., SPALLETTI, L., MOREL, E., ATARBE, A., MARTÍNEZ, R., ALCOBER, O., MILANA, J.P., ZABATTIERI, A.M. y PAPÚ, O., 1999. Los depósitos continentales Triásicos. En: Caminos, R. (ed.), *Geología Argentina*, SEGEMAR, *Anales* 29: 377-398.
- MILANA, J.P., MARTINEZ, R. y ALCOBER, O., 1998. Una nueva localidad con Dinosaurios de edad Triásica superior – Jurásica inferior, Departamento de Jáchal, San Juan. *Acta Geológica Lilloana* 18 (1): 168-169.
- PERALTA, S., 1990. Silúrico de la Precordillera de San Juan. En: Bordonaro, O. (ed.), *Relatorio de Geología y Recursos Naturales de la Provincia de San Juan, XI Congreso Geológico Argentino*: 48-65.
- PÉREZ, D. J., OTTONE, G. y RAMOS, V., 1996. La ingresión marina Miocena en la Provincia de San Juan. Sus implicancias paleogeográficas. *XIII Congreso Geológico Argentino* 1:385-398.
- RAMOS, V., CRISTALINI y PÉREZ, D.J., 2002. El levantamiento diacrónico de las Sierras Pampeanas en la zona de subducción horizontal. *XV Congreso Geológico Argentino* 3: 265-270.
- ZAMBRANO, J.J., 1990. Jurásico y Cretácico de San Juan. En: Bordonaro, O. (ed.), *Relatorio de Geología y Recursos Naturales de la Provincia de San Juan, XI Congreso Geológico Argentino*: 140-153.