



# SITIOS INTERES GEOLOGICOS

de la República Argentina

DIRCORDANCIA TILCÁRICA

*Una superficie muy antigua  
que separa dos mares*

María Alejandra González<sup>1</sup>



Servicio Geológico Minero Argentino

Anales 46 | Buenos Aires 2008



INSTITUTO DE  
GEOLOGÍA Y  
RECURSOS  
MINERALES

# Sitios de Interés Geológico de la República Argentina

## EDITOR

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

## COORDINACIÓN

Alberto Ardolino y Hebe Lema

## DISEÑO EDITORIAL

Daniel Rastelli

### Referencia bibliográfica

Sitios de Interés Geológico de la República Argentina. CSIGA (Ed.) Instituto  
de Geología y Recursos Minerales. Servicio Geológico Minero Argentino,  
Anales 46, I, 446 págs., Buenos Aires. 2008.

ISSN 0328-2325

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



INSTITUTO DE  
GEOLOGÍA Y  
RECURSOS  
MINERALES

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



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

[www.segemar.gov.ar](http://www.segemar.gov.ar) | [comunicacion@segemar.gov.ar](mailto:comunicacion@segemar.gov.ar) | [csiga@segemar.gov.ar](mailto:csiga@segemar.gov.ar)

BUENOS AIRES - 2008

**■ RESUMEN**

Los procesos naturales ocurridos a lo largo de la historia del planeta quedan registrados en las rocas y en las formas de relieve labradas sobre ellas, las que en silencio nos cuentan cómo y cuándo se formaron.

En el noroeste argentino existe una superficie que separa dos tipos litológicos, con colores, estructuras e historias geológicas distintas y que, además, representa un período de unos 30 millones de años (entre los 540 y 510 millones de años atrás) en el cual no se formaron rocas o si las hubo, ya no están. Esta superficie es el resultado de un proceso tectónico, denominado Fase Tilcárica, que elevó y plegó los depósitos sedimentarios de uno de los mares más antiguos registrados en nuestro país, dejándolos expuestos al desgaste hasta que, posteriormente, fueron cubiertos por un mar tranquilo. Los depósitos de este nuevo mar generaron rocas muy diferentes a las anteriores. A la superficie divisoria entre las más antiguas, muy plegadas, y las que se depositaron sobre ellas, se la conoce como discordancia Tilcárica.

**■ ABSTRACT**

The natural processes that took place in the Earth's history are recorded in the rocks and their relief forms, which silently tell us when and where they were formed.

In the Argentine northwest there is a surface that separates two lithological types, with different colours, structures and geological histories which represents a period of about 30 million years (between 540 and 510 million years ago) during which no rocks were formed or, if there were any, they are no longer there. This surface is the result of a tectonic process, known as Tilcaric Phase, which raised and folded the sedimentary deposits of one of the oldest seas in our country, leaving them exposed to erosion until they were finally covered by a quiet sea. The rocks generated by the deposits of this new sea were very different from the previous ones. The dividing surface between the old, folded rocks and the rocks that were deposited on them is known as Tilcaric unconformity.

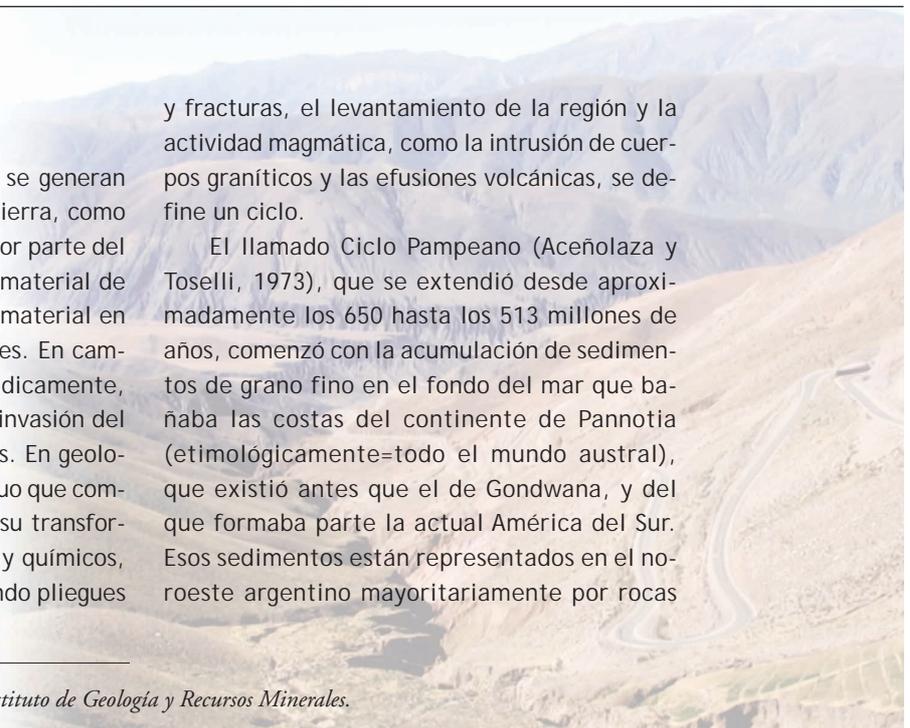
**INTRODUCCIÓN**

Existen procesos naturales que se generan continuamente en la historia de la tierra, como la erosión de las regiones elevadas por parte del agua y del viento, el transporte de material de un área a otra y el depósito de ese material en el cauce de los ríos, en lagos y mares. En cambio, hay otros que ocurren esporádicamente, como la erupción de un volcán o la invasión del mar hacia el continente, entre otros. En geología, cuando existe un proceso continuo que comprende el depósito de sedimentos, su transformación a través de procesos físicos y químicos, la deformación de esas rocas formando pliegues

y fracturas, el levantamiento de la región y la actividad magmática, como la intrusión de cuerpos graníticos y las efusiones volcánicas, se define un ciclo.

El llamado Ciclo Pampeano (Aceñolaza y Toselli, 1973), que se extendió desde aproximadamente los 650 hasta los 513 millones de años, comenzó con la acumulación de sedimentos de grano fino en el fondo del mar que bañaba las costas del continente de Pannotia (etimológicamente=todo el mundo austral), que existió antes que el de Gondwana, y del que formaba parte la actual América del Sur. Esos sedimentos están representados en el noroeste argentino mayoritariamente por rocas

1. Servicio Geológico Minero Argentino, Instituto de Geología y Recursos Minerales.



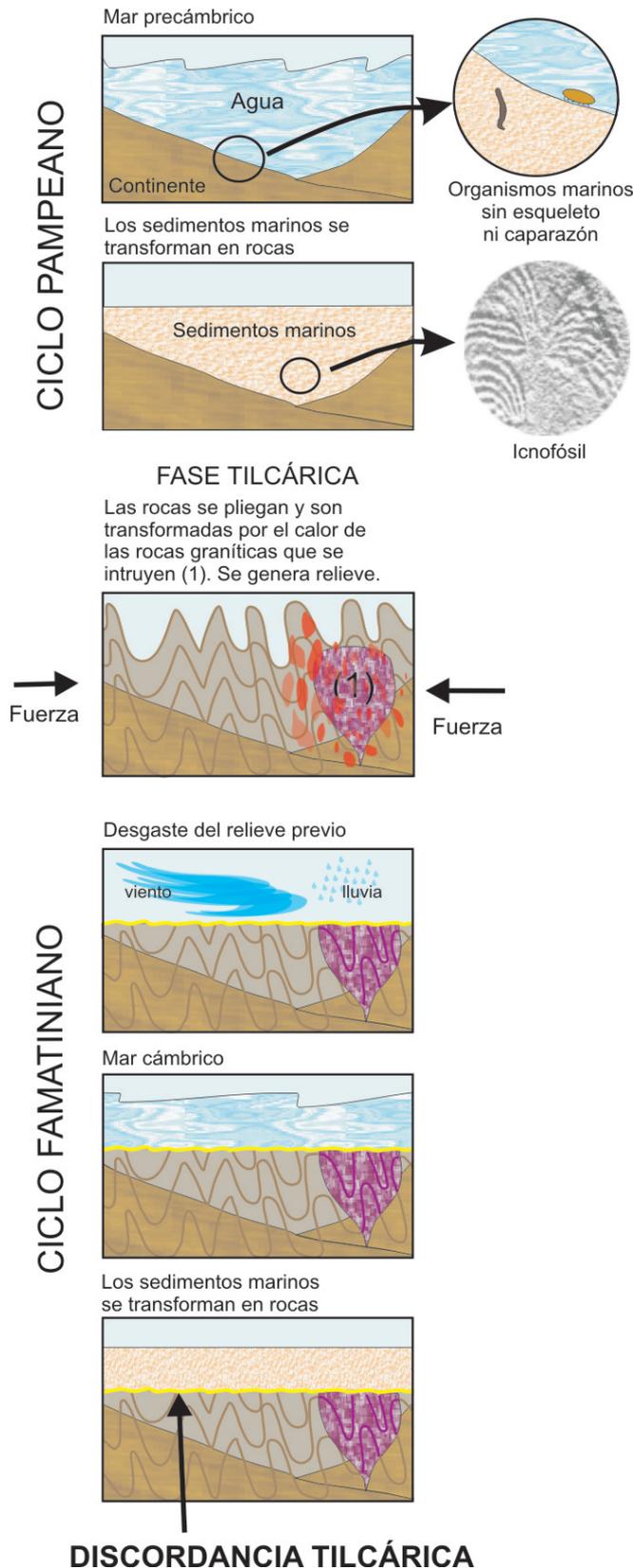


Figura 1. Esquema de los eventos que generaron la discordancia Tilcárica.

metamórficas deformadas reunidas bajo el nombre de Formación Puncoviscana. El Ciclo Pampeano incluye, en consecuencia, además de la depositación de sedimentos marinos,

metamorfismo y actividad tanto volcánica como plutónica.

Este ciclo culmina con la Fase Tilcárica (Turner y Méndez, 1975). Una fase orogénica es un proceso tectónico por el cual se forman las montañas. Estos eventos se generan en el interior de la tierra cuando fuerzas de gran magnitud logran fracturar, plegar y levantar grandes volúmenes de material. Actúan sobre superficies muy extensas, por lo tanto su registro es más evidente. La Fase Tilcárica, además de deformar fuertemente a las rocas del noroeste argentino, elevó el área dejándola expuesta a la erosión.

Finalizado este acontecimiento, hace 513 millones de años, comenzó otro, el Ciclo Famatiniano (Aceñolaza y Toselli, 1973), en el cual se reúnen un conjunto de procesos geológicos que condujeron a la conformación final del suroeste del Gondwana. En el noroeste argentino se inició con la sedimentación marina, cuyas rocas se reunieron en el denominado Grupo Mesón y continuó su historia hasta los tiempos del Devónico medio.

En la actualidad, sobre algunas laderas de los valles del noroeste se encuentran las rocas del ciclo Pampeano seguidas de las del Famatiniano en una sucesión normal. Pero, entre las rocas más antiguas deformadas y las que se encuentran por encima, a simple vista se observa una falta de paralelismo. En lugar de encontrar capas paralelas, unas encima de otras, vemos que entre ellas se forma un ángulo que demuestra la diferente posición estructural. Los procesos tectónicos que sufrieron las rocas más viejas fueron muy diferentes a los que soportaron las otras. Además de esta diferenciación geométrica y de color, las inferiores verdosas, las superiores rosadas, que son muy evidentes, existe un salto en el tiempo, donde un período de casi 30 millones de años no quedó registrado. La superficie que separa los dos tipos de rocas es vista en corte como una línea e indica un cambio en las condiciones ambientales y un período en el que se produjo erosión o ausencia de depositación. Esta falta en el registro geológico, que la naturaleza nos muestra como una simple superficie, es conocida como Discordancia Tilcárica (Figura 1).

## HAGAMOS UN POCO DE HISTORIA

En la literatura geológica argentina se pueden encontrar trabajos muy antiguos que tratan

el tema de la discordancia entre rocas precámbricas y cámbricas, a partir de Windhausen (1931). Una de las primeras observaciones puntuales fue realizada por Keidel (1943) en los alrededores del granito de la Quesera (ubicado en la provincia de Salta). Los estudios que enfocaban el ordenamiento cronológico de las rocas (secuencias estratigráficas) del noroeste argentino establecían la presencia de un denominado «basamento cristalino precámbrico», separado por un espacio de tiempo (discordancia) de las rocas cambro-ordovícicas (Keidel, 1947). Luego, el análisis de Borrello (1972) permitió concluir que esta discordancia era producto de un proceso tectónico denominado orogénesis Assyntica. Posteriormente, Aceñolaza y Toselli (1973) introdujeron el concepto de Ciclo Pampeano, que finaliza con la discordancia producto de la Fase Tilcárca, como fue anteriormente descrito.

Para esta misma época comenzaron a modificarse algunos conceptos. Primeramente, se determinó que las rocas más antiguas no forman parte del basamento y, en segundo lugar, el hallazgo de icnofósiles sumado a las dataciones radimétricas obtenidas (ver recuadro Dataciones radimétricas) confirmaron que las rocas que están por debajo de la discordancia no son precámbricas exclusivamente, sino que su edad se extiende hasta el Cámbrico medio.

Otros trabajos se ocuparon de describir y hasta de medir esta superficie. En el borde occidental de la Cordillera Oriental, en los alrededores de Cangrejillos, Ramos (1973) midió una angularidad de 30° en el cerro del Cardonal, aunque, debido al plegamiento, en algunos sectores ese valor disminuye.

Existen diferentes estudios regionales del noroeste (Turner, 1972; Méndez y otros autores, 1979), de estratigrafía del Paleozoico superior (Rossi y otros, 1992; Sánchez, 1984; Omarini y Sureda, 1993), de metamorfismo (Omarini y Do Campo, 1993; Do Campo, 1999) y de tectónica (Omarini, 1983) en los que se puede obtener información acerca de esta discordancia.

## LUGARES DONDE LA PODEMOS OBSERVAR

La discordancia Tilcárca está ampliamente representada en Jujuy y Salta, en la provincia geológica denominada Cordillera Oriental, en aquellos lugares donde se encuentran en contacto rocas de la Formación Puncoviscana y del Grupo Mesón.

Su rasgo más sobresaliente es la angularidad entre los estratos por encima y por debajo de ella. Los inferiores, fuertemente plegados, forman un ángulo que varía entre los 30° y 80° con los superiores, los estratos marinos del Grupo Mesón. Uno de los lugares donde se la puede apreciar mejor es en la provincia de Jujuy, en la ruta provincial 52 que une Purmamarca con el paso de Jama, punto fronterizo con la República de Chile (Figura 2).

Frente a la localidad de Purmamarca, mirando hacia el norte se encuentra el cerro Morado, en cuya ladera se puede observar la discordancia. Aunque para tocarla se debe cruzar el río y realizar una breve caminata, la vista desde la ruta es muy buena (Fotografía 1). Al salir del

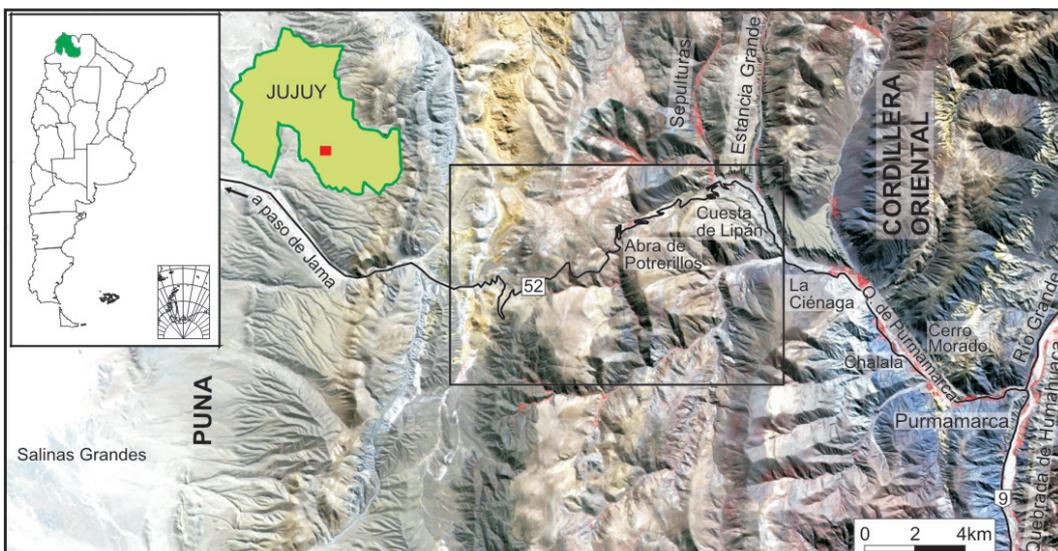


Figura 2. El mejor lugar para apreciar la discordancia Tilcárca está sobre la ruta provincial 52, que une Purmamarca con el paso de Jama, punto fronterizo con la República de Chile. El recuadro corresponde al área abarcada por la figura 3.



**Fotografía 1.** La discordancia Tilcárica en el cerro Morado. Las rocas oscuras inferiores corresponden a la Formación Puncoviscana, mientras que las rojizas superiores pertenecen al Grupo Mesón (Fotografía por M. Sánchez, 1984).

pueblo para dirigirnos hacia el oeste, la ruta se mantiene a nivel y sobre la margen sur de la quebrada de Purmamarca. Luego de pasar por Chalala y La Ciénaga, comienza a ascender por la cuesta de Lipán hasta llegar a su parte más alta, el abra de Potrerillos. Desde allí, al mirar hacia atrás se descubre un paisaje maravilloso; sobre las márgenes de las quebradas de Purmamarca, Sepulturas y Estancia Grande se hallan antiguos abanicos aluviales que hoy se

encuentran hasta 200 metros por encima del nivel del río (Fotografía 2).

A corto trecho desde la cuesta de Lipán, sobre la mano derecha, en un corte de pocos metros de alto excavado en la roca cuando se realizó el camino, se pueden distinguir hermosos pliegues en las rocas de la Formación Puncoviscana y si observamos detalladamente veremos a la discordancia Tilcárica en varios tramos (Figura 3).

Siguiendo hacia el oeste, se llega a un monolito que señala una altitud de 4.170 metros sobre el nivel del mar (Fotografía 3). A partir de allí disminuye la altura y se baja hacia el ambiente de Puna, donde ya no es posible observar la discordancia.

Además de los lugares mencionados, se puede observar la discordancia en el límite entre la Cordillera Oriental y la Puna, al sur de las Salinas Grandes, y en el ámbito de la quebrada de Humahuaca, en las quebradas transversales al río Grande (Figura 2), y a unos 30 kilómetros al norte de Purmamarca, en el denominado Angosto del Perchel. En este último lugar, Sánchez (1984) midió una angularidad de 30 grados. Las quebradas se pueden atravesar en su mayoría a caballo o a pie. Por la de Huasamayo existe una senda hacia el sur que lleva al cerro de Punta Corral (4.245 metros sobre el nivel del mar), ubicado a unos 10 kilómetros al este de Purmamarca, donde también se puede observar la discordancia. Esta senda es frecuentada por gran cantidad de fieles durante Semana Santa.

En la provincia de Salta se la ve en los alrededores del Angosto de la Quesera, al oeste de la quebrada del Toro.



**Fotografía 2.** Vista desde el abra de Potrerillos hacia las quebradas de Purmamarca, Sepulturas y Estancia Grande. Sobre las márgenes de éstas se hallan antiguos abanicos aluviales (Fotografía por Walter Escosteguy).

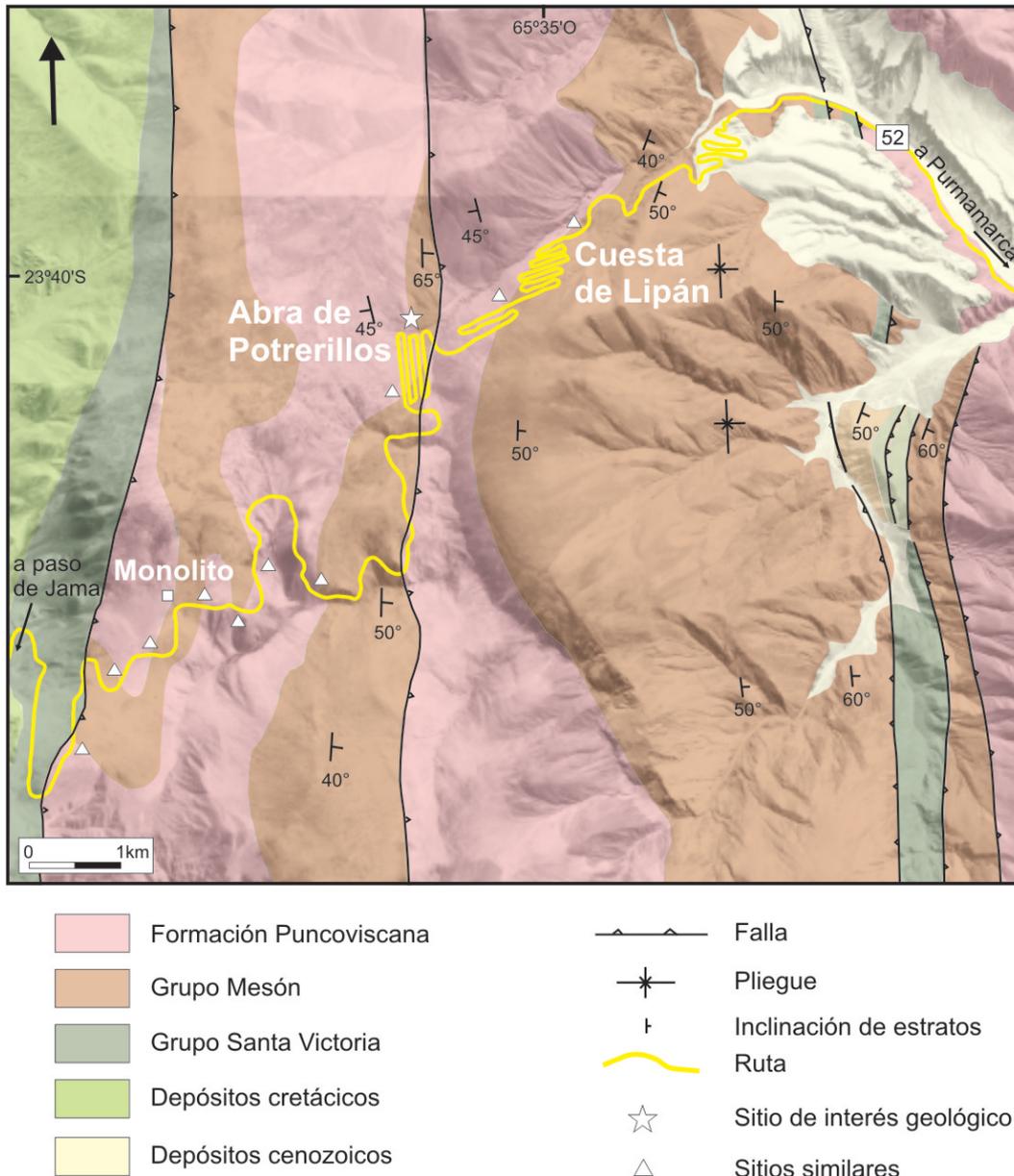


Figura 3. Señalización de varios de los lugares donde se puede observar la discordancia Tilcárca a lo largo de la ruta provincial 52 y la distinción del mejor lugar de observación.

### UN SITIO DE PRIVILEGIO

Si bien la discordancia Tilcárca es una expresión regional que abarca una amplia superficie, es en cercanías del abra de Potrerillos (Figura 3) donde la podemos ver con mayor facilidad ya que allí se encuentra a la vera del camino.

En este lugar privilegiado (Fotografía 4) se observa muy bien que las rocas más antiguas, de tonalidades oscuras, están deformadas y truncadas contra una línea neta que las separa de las rocas sedimentarias claras, más jóvenes. Por lo tanto, podemos inferir que los materiales que están por debajo y por encima de esta línea se produjeron en condiciones diferentes y que además, entre uno y otro transcurrió un tiempo en



Fotografía 3. Monolito que señala los 4.170 metros de altitud sobre el nivel del mar (Fotografía por Walter Escosteguy).



**Fotografía 4.** Corte a la vera de la ruta provincial 52 donde mejor se observa la discordancia Tilcárca, representada por la línea diagonal que separa las rocas oscuras de la Formación Puncoviscana de las más claras del Grupo Mesón.

el que la erosión dio como resultado el truncamiento de las rocas inferiores.

### ¿Qué fue lo que sucedió aquí?

Los sedimentos que constituyen la Formación Puncoviscana son de variado tamaño de grano, desde pelitas a conglomerados, y se depositaron en el mar formando grandes abanicos submarinos. Posteriormente, fueron afectados por mucha presión, generándose un proceso denominado metamorfismo que modificó la estructura y la composición de las rocas, hasta transformarlas en pizarras, esquistos y filitas (Fotografía 5).

Durante la Fase Tilcárca se produjo la deformación de estas rocas, que fue tan intensa que generó pliegues tan apretados que sus lados (flancos) quedaron paralelos entre sí y en el punto de inflexión (charnela) formaron una curva



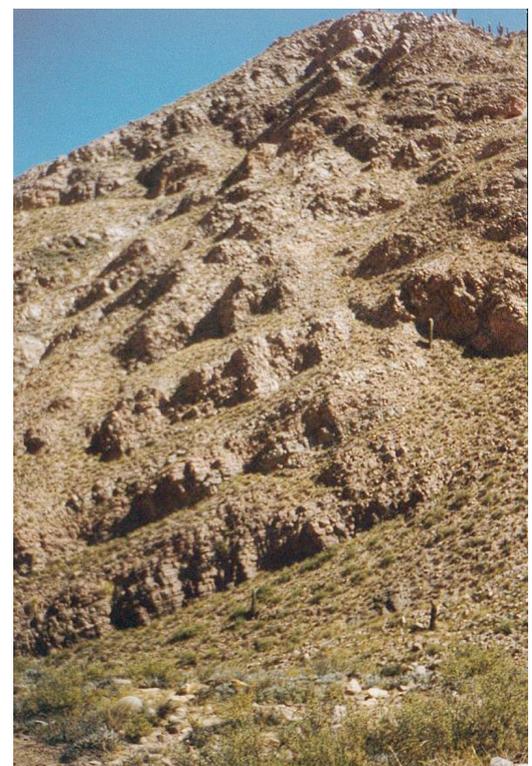
**Fotografía 5.** Pizarras de la Formación Puncoviscana en el Angosto del Perchel (Fotografía por M. Viruel y M. Lombardero).

muy cerrada, tal como se puede ver en la figura 4. Posteriormente la erosión desgastó el relieve formado y generó una superficie, que en la fotografía 4 se ve como una línea bien definida y que está representando a la discordancia Tilcárca. En este punto estamos en el límite temporal entre los dos primeros mares que existieron en el noroeste argentino, cuando los seres vivos aún no tenían esqueleto ni caparzones, hace aproximadamente 550 millones de años.

Finalmente, el nuevo mar que durante el Cámbrico inundó el área, depositó, mediante la acción de mareas y oleaje, las arenas y conglomerados que integran al Grupo Mesón, el cual se caracteriza por sus colores rosados y por una sucesión de estratos aproximadamente paralelos entre sí (Fotografías 4 y 6).

### ¿Por qué hoy podemos ver la discordancia Tilcárca en superficie?

Relatar brevemente la historia geológica de la Cordillera Oriental nos permitirá entender el porqué. Por el momento, sabemos lo que sucedió hasta que terminó de depositarse el Grupo Mesón. Pero, ¿qué ocurrió después? Una nueva fase, la Irúyica, provocó la finalización del Ciclo Famatiniano y posteriormente a ella hubo un período de calma durante el cual se generó una nueva discordancia. Posteriormente se generó



**Fotografía 6.** Ladera en la que se observan las rocas del Grupo Mesón en bancos aproximadamente paralelos.

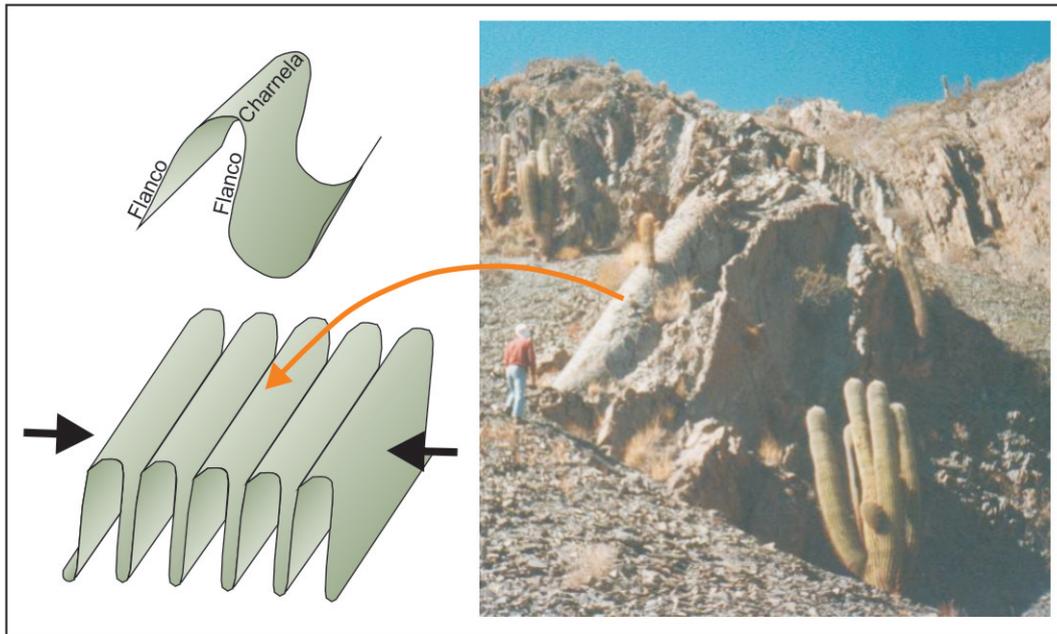


Figura 4. Pliegue de las rocas de la Formación Puncoviscana en la quebrada de Humahuaca.

una nueva cuenca en la que se instaló un mar de mucha mayor extensión que el anterior y que abarcó los terrenos ocupados actualmente por la Puna, la Cordillera Oriental y las Sierras Subandinas, es decir, prácticamente todo el noroeste argentino. En él, se depositaron los sedimentos que se reúnen bajo el nombre de Grupo Santa Victoria, que está constituido por areniscas blanquecinas, moradas y gris amarillentas y por lutitas negras y gris verdosas, con abundan-

tes fósiles de edad ordovícica. Para esta época los seres vivos ya eran capaces de generar partes duras en su organismo, las que se preservaron generando restos fósiles de gastrópodos, braquiópodos, bivalvos y trilobites.

A fines del Ordovícico, una nueva fase, la Oclóyica, se produjo en la región y provocó, entre otras cosas, el levantamiento de la Cordillera Oriental. Consecuentemente, todos los sedimentos que antes estaban en profundidad ascendieron y quedaron expuestos. A partir de este momento, el relieve generado se transformó en un área que aportó, durante el Cretácico y el Cenozoico, sedimentos a los sectores deprimidos.

En el Paleógeno el área fue elevada hasta la posición actual por la orogenia Andina, razón por la cual hoy podemos reconstruir la historia y ver en una ladera o a la vera de un camino a la discordancia Tilcárca, la cual, como era de esperar, no está en su posición original (ver cuadro Ubicándose en el tiempo).

## EDAD

Para descubrir la antigüedad de la discordancia Tilcárca, los investigadores primero estimaron la edad de las rocas que están por encima y por debajo de ella, recurriendo a varias herramientas.

Para determinar la de la Formación Puncoviscana se basaron en la presencia de icnofósiles y dataciones radimétricas de granitos y de rocas metamórficas (ver recuadros). De

### DATAIONES RADIMÉTRICAS DE GRANITOS Y ROCAS METAMÓRFICAS

Otro indicio que nos permite conocer la edad, es la presencia de rocas intruidas por otras (ver figura 1). La Formación Puncoviscana aloja granitos que contienen minerales con elementos químicos que facilitan los ensayos necesarios para calcular su edad. Se sabe por este método que tendrían aproximadamente 535 millones de años (Bachmann y otros, 1987), por lo cual se infiere que la Formación Puncoviscana es aún más antigua. Se sabe también, que esta última fue sometida a presión y temperatura, lo que modificó su composición mineralógica original. Al igual que en el caso anterior, los nuevos minerales así formados nos permiten determinar cuándo se originaron y así saber cuándo habría ocurrido el metamorfismo. Según dataciones de Cordani y otros (1990) esto habría tenido lugar entre los 410 y 485 millones de años.

**ICNOFÓSILES**



*En el mar, donde se estaban depositando los sedimentos que dieron origen a la Formación Puncoviscana, habitaban especies que no tenían esqueleto. Por lo tanto no se pueden encontrar restos de partes duras de sus cuerpos. No obstante, se encontraron evidencias de vida, tales como rastros de pisadas (icnofósiles), excavaciones para refugio o alimentación y coprolitos (excrementos), entre otros. En varios lugares del noroeste argentino se encontraron icnofósiles en las rocas de la Formación Puncoviscana y esto permitió asignarles una edad entre el Precámbrico superior y el Cámbrico inferior.*

esta forma establecieron que su edad estaría acotada entre los 650 y 542 millones de años.

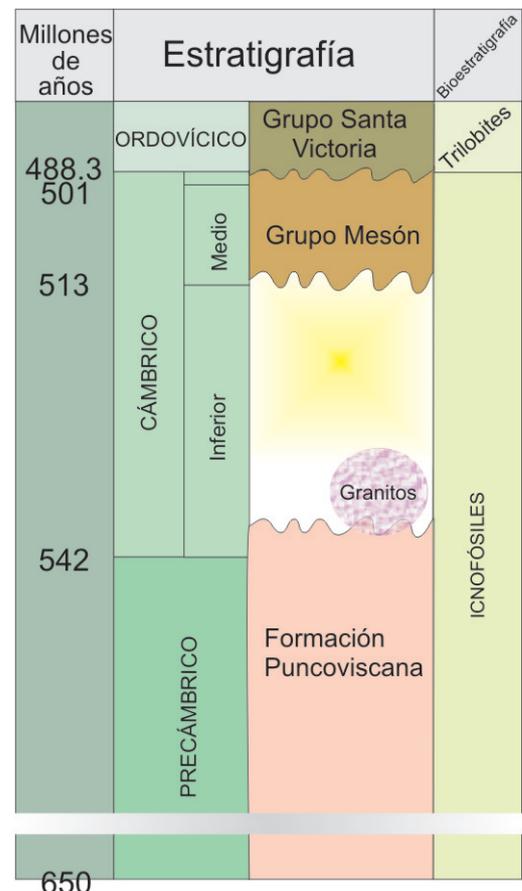
Para el Grupo Mesón, en cambio, tuvieron que recurrir a métodos indirectos, ya que no posee rocas que se puedan datar radimétricamente y además, los icnofósiles que contiene no permiten determinar su edad con precisión. Sin embargo, como se conoce la edad de las rocas sobre las cuales se apoya y se sabe, mediante

fósiles, la de las que lo cubren (Grupo Santa Victoria, Ordovícico inferior) se obtuvo un rango de posible edad que estaría comprendido entre el Cámbrico medio y superior.

Luego de estas evidencias, podemos aproximar la edad de la discordancia entre la más nueva de los granitos y aquella que coincide con el comienzo de la sedimentación del Grupo Mesón (Figura 5).

**MEDIDAS DE PROTECCIÓN**

Como vimos anteriormente, el mejor lugar para ver la discordancia Tilcárca es en el abra de Potrerillos (señalado en la figura 3), que se halla sobre una ruta de tránsito frecuente que une, a través del paso de Jama, a nuestro país con Chile. Este camino es utilizado por las economías regionales del norte argentino, sur de Bolivia, Paraguay y sur de Brasil, para acceder a los puertos de aguas profundas del Pacífico. La gran ventaja de este paso es la posibilidad de tránsito en toda época del año, ya que no es afectado por nevadas o viento blanco como otros pasos andinos.

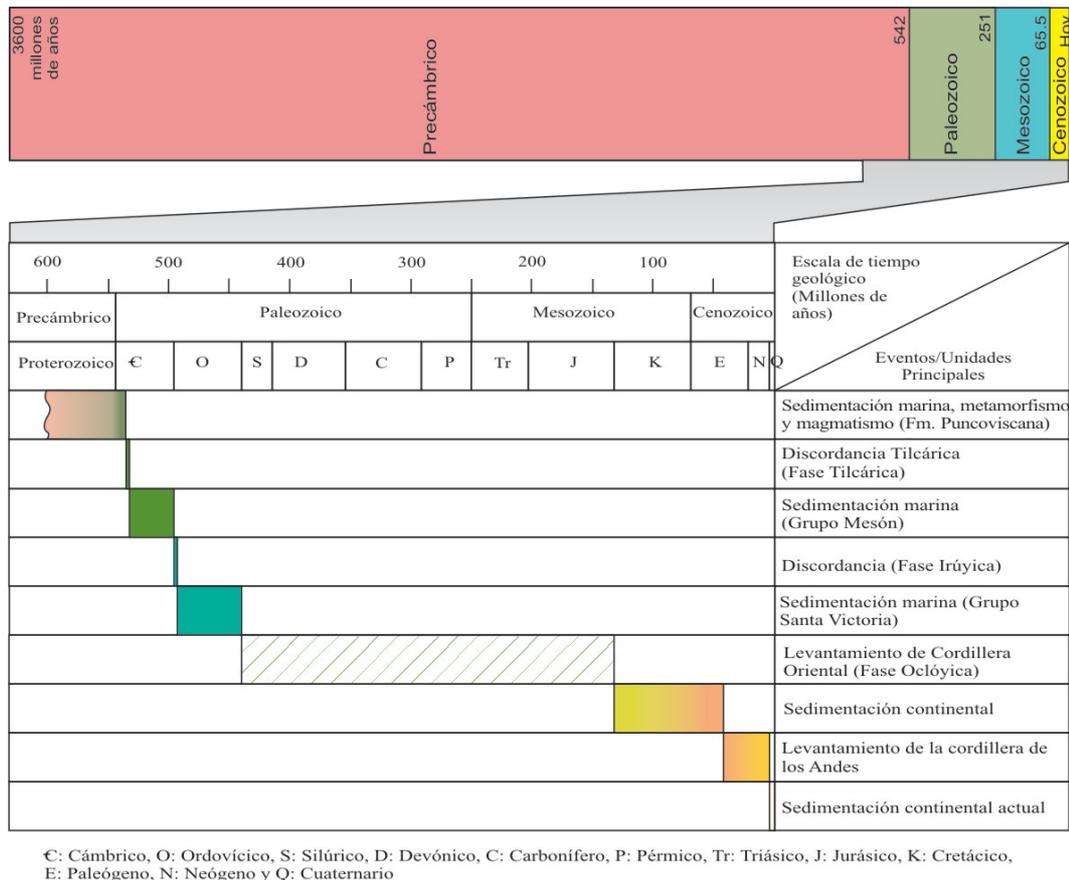


**Figura 5.** Cuadro estratigráfico en el que el sector sombreado en amarillo representa la edad aproximada de la discordancia Tilcárca.

Desde el 2004, la quebrada de Humahuaca es Patrimonio Cultural de la Humanidad (UNESCO) y la provincia de Jujuy posee un organismo denominado «Unidad de Gestión de la Quebrada de Humahuaca» que depende de la Secretaría de Turismo y Cultura de la provincia de Jujuy.

Sería conveniente que en este marco, se contemple la posibilidad de incluir este sitio como otro patrimonio a preservar. Una medida tendiente a la difusión podría consistir en la señalización del lugar mediante un cartel explicativo a la vera de la ruta.

## UBICÁNDOSE EN EL TIEMPO



## AGRADECIMIENTOS

Deseo agradecer a la Dra. María Cristina Sánchez por haber proporcionado las fotos de la discordancia en el cerro Morado, además de haber realizado una lectura crítica del texto, al Dr. Victor Ramos por la revisión del manuscrito y al Dr. Roberto Rodríguez Fernández por haber compartido sus conocimientos y las campañas en las que conocí este sitio, hace ya una década.

## TRABAJOS CITADOS

Aceñolaza, F. G. y Toselli, A. J., 1973. Consideraciones estratigráficas y tectónicas sobre el Paleozoico inferior del Noroeste Argentino. 2°

Congreso Latinoamericano de Geología. Actas 2:755-763. Caracas.  
 Aceñolaza, F. G., Aceñolaza, G. F. y Esteban, S., 1999. Estratigrafía y correlación regional. Bioestratigrafía de la Formación Puncoviscana y unidades equivalentes en el NOA. En: Geología del Noroeste Argentino. Relatorio del 14° Congreso Geológico Argentino. Tomo 1: 91-114.  
 Bachmann, G., Grauert, G., Kramm, U., Lork, A. y Miller, H., 1987. El magmatismo del Cámbrico medio a Cámbrico superior en el basamento del noroeste argentino. Investigaciones isotópicas y geocronológicas sobre los granitoides de los complejos Santa Rosa de Tastil y Cañaní. 10° Congreso Geológico Argentino, Actas 4: 125-127. Tucumán.

- Borrello, A. V., 1972. La estructura asintótica de la Argentina. *Revista Brasileña de Geociencias*. T2(2):71-84. San Pablo.
- Cordani, U., Omarini, R., Vancini, K. y Petronilho, L., 1990. Geocronología Rb/Sr y K/Ar del complejo granítico Santa Rosa de Tastil y de la Formación Puncoviscana, Salta, Argentina. 11° Congreso Geológico Argentino, Actas 2: 239-242. San Juan.
- Do Campo, M., 1999. Metamorfismo del basamento en la Cordillera Oriental y borde oriental de la Puna. En: *Geología del noroeste argentino*, Relatorio de 14° Congreso Geológico Argentino, Tomo 1:41-51, Salta.
- Keidel, J., 1943. El Ordovícico inferior de los Andes del Noroeste argentino y sus depósitos marinos glaciares. *Academia Nacional de Ciencias de Córdoba. Boletín* 36(29):140-229.
- Keidel, J., 1947. El Precámbrico. *Geografía de la República Argentina*. Sociedad Argentina de Estudios geográficos 1:48-126. Buenos Aires.
- Méndez, V., Turner, J.C.M., Navarini, A., Amengual, R. y Viera, O., 1979. *Geología de la región noroeste, provincias de Salta y Jujuy, Rep. Argentina*. Dirección General de Fabricaciones Militares, 118 p., Buenos Aires.
- Omarini, R. H., 1983. Caracterización litológica, diferenciación y génesis de la Formación Puncoviscana entre el valle de Lerma y la Faja eruptiva de la Puna. Universidad Nacional de Salta. Tesis doctoral inédita, 202 p., Salta.
- Omarini, R. H. y Do Campo, M., 1993. Caracterización geoquímica de sedimentitas del límite precámbrico - cámbrico en el noroeste argentino (Formación Puncoviscana): consideraciones sobre su procedencia y ambiente tectónico. 12° Congreso Geológico Argentino y 2° Congreso de Exploración de Hidrocarburos, Actas 1:300-309. Mendoza.
- Omarini, R. y Sureda, R., 1993. Evolución geodinámica y configuración paleogeográfica en los Andes Centrales del Proterozoico superior al Paleozoico inferior: modelos, alternativas y problemas. 12° Congreso Geológico Argentino y 2° Congreso de Exploración de Hidrocarburos, Actas 3:291-307.
- Ramos, V., 1973. Estructura de los primeros contrafuertes de la Puna salto-jujeña y sus manifestaciones volcánicas asociadas. 5° Congreso Geológico Argentino, Actas 4:160-202.
- Rossi, J. N., Toselli, A. J., y Durand, F. R., 1992. Metamorfismo de baja presión, su relación con el desarrollo de la cuenca Puncoviscana, plutonismo y régimen tectónico. Argentina. *Estudios Geológicos*, 48(5-6):209-381. Madrid.
- Sánchez, M. C., 1984. El Grupo Mesón (Cámbrico) en el extremo austral de la quebrada de Humahuaca, Provincia de Jujuy. Universidad Nacional de Salta. Tesis Profesional Doctoral. Inédita, 248 p.
- Turner, J. C. M., 1972. Cordillera Oriental. En: Leanza, A. F. (Ed.): *Geología Regional Argentina*. Academia Nacional de Ciencias de Córdoba 1: 117-142.
- Turner, J. C. M. y Méndez, V., 1975. Geología del sector oriental de los departamentos de Santa Victoria e Iruya. Provincia de Salta. República Argentina. *Boletín Nacional de Ciencias*. 1:13-56. Córdoba.
- Windhausen, A., 1931. *Geología Argentina (Segunda Parte: Geología Histórica y Regional del territorio argentino)*. Editorial Peuser. 645p.