

LA CUENCA CUATERNARIA ENDORREICA DE CACHIPAMPA, CALCHAQUENIA, SALTA

José Antonio SALFITY^{1,2} y José Eduardo SASTRE¹

¹ Instituto del Cenozoico, Universidad Nacional de Salta, E-mails: salfity@usa.net, jsastre@unsa.edu.ar

² CONICET-Universidad de Buenos Aires

RESUMEN

La cuenca de Cachipampa, Salta, es una pequeña depresión tectónica endorreica formada durante el Cuaternario, limitada por el norte, este y oeste por serranías constituidas por terrenos precámbrico-eocámbricos de la Formación Puncoviscana; cretácico-paleógenos del Grupo Salta, y por el sur, por unidades del Eoceno Medio-Plioceno-¿Pleistoceno? del Grupo Payogastilla. El marco regional donde está emplazada es la provincia geológica Calchaquenia, al sur de la Cordillera Oriental, sobre el borde oriental del valle Calchaquí. La tectónica la rigen fallas inversas de vergencia occidental, algunas de las cuales fueron fallas directas activas durante el depósito del Grupo Salta y, posteriormente, fallas inversas durante la inversión de esa cuenca desde el Eoceno Medio al Plioceno-¿Pleistoceno?, tiempos en que se completó el potente relleno de la cuenca de antepaís del Grupo Payogastilla. Los movimientos compresivos del diastrofismo Diaguita, que invirtieron la cuenca del Grupo Payogastilla, tuvieron como epílogo la formación de la cuenca fluvial y lacustre cuaternaria de Cachipampa, cuyo estilo tectónico se definiría como de cuenca del tipo a cuestras (o montada) o bien de cuenca intermontana con relleno posttectónico.

Palabras clave: *Argentina, Calchaquenia, Cachipampa, Cuenca endorreica, Cuaternario.*

ABSTRACT: *The endorheic Quaternary Cachipampa basin, Calchaquenia, Salta.* The Cachipampa basin, in the Province of Salta, is a small, endorheic tectonic depression formed during the Quaternary and located eastwards of the valle Calchaquí. The northern, eastern and western basin boundaries are tectonic blocks formed by Puncoviscana Formation (Proterozoic-Eocambrian) and Salta Group (Cretaceous-Paleogene); the southern limit is Middle Eocene-Pliocene-Pleistocene? sediments of the Payogastilla Group. The regional framework where the Cachipampa basin is located is the geological province of Calchaquenia, southwards of Cordillera Oriental. West-verging reverse faults govern the tectonics, some of which were active normal faults during the deposition of the Salta Group. These reverse faults led to the inversion of the Salta Group basin from Middle Eocene to Pliocene-Pleistocene? and, contemporarily, the thick sedimentary filling of the Payogastilla Group foreland basin took place and was completed. The compressive movements of the Diaguita orogeny (Late Pliocene-Early Pleistocene) inverted the Payogastilla Group basin and, as ultimately tectonic episode, originated the fluvial and lacustrine Quaternary basin of Cachipampa, whose structural style may be defined as either that of piggyback-like basin or that of intermontane depression with posttectonic sedimentary filling.

Keywords: *Argentina, Calchaquenia, Cachipampa, Endorheic basin, Quaternary.*

INTRODUCCIÓN

La cuenca endorreica de Cachipampa (Ruiz Huidobro 1960, Raskovsky 1970) se ubica al oriente del valle Calchaquí, unos 75 km en línea recta al sudoeste de la ciudad de Salta (Fig. 1). Las coordenadas geográficas del centro de la cuenca son: 65°54' longitud oeste y 25° 15' latitud sur.

Esta cuenca es un pequeño enclave interpuesto en el borde nordeste de la cuenca hídrica del valle Calchaquí, muy cerca de la divisoria de aguas con las cuencas de Escoipe al este, y de El Toro al norte (Fig. 2). Esta línea divisoria sigue las má-

ximas alturas de una serie de cerros cuyas cotas superan los 5.000 m s.n.m.: Acay (5.716 m), San Miguel (5.705 m), Lampa-sillos (5.163 m), Zamaca (5.038 m) y Mal-cante (5.226 m), cumbre más cercana a la cuenca de Cachipampa.

La cuenca de Cachipampa es un sitio muy conocido pues es el tránsito habitual entre el valle de Lerma y el valle Calchaquí a través de la ruta 33 (Fig. 3). Desde el año 1996 es una zona protegida al encontrarse totalmente incorporada dentro del Parque Nacional Los Cardones. Esta comarca es conocida con los nombres de llanura o planicie de Cachipampa.

El objetivo de este trabajo es describir la geología y considerar el origen de esta singular depresión tectónica de altura, endorreica, que se muestra como una pequeña Puna, en torno de la cual se instaló un régimen fluvial abierto integrado al sistema atlántico.

Metodología

La información geológica regional se tomó del mapa geológico de la provincia de Salta (Salfity y Monaldi 1998) y los detalles de la comarca de Cachipampa para las tareas de campo se basaron en fotografías aéreas a escala 1: 35.000 (Servicio

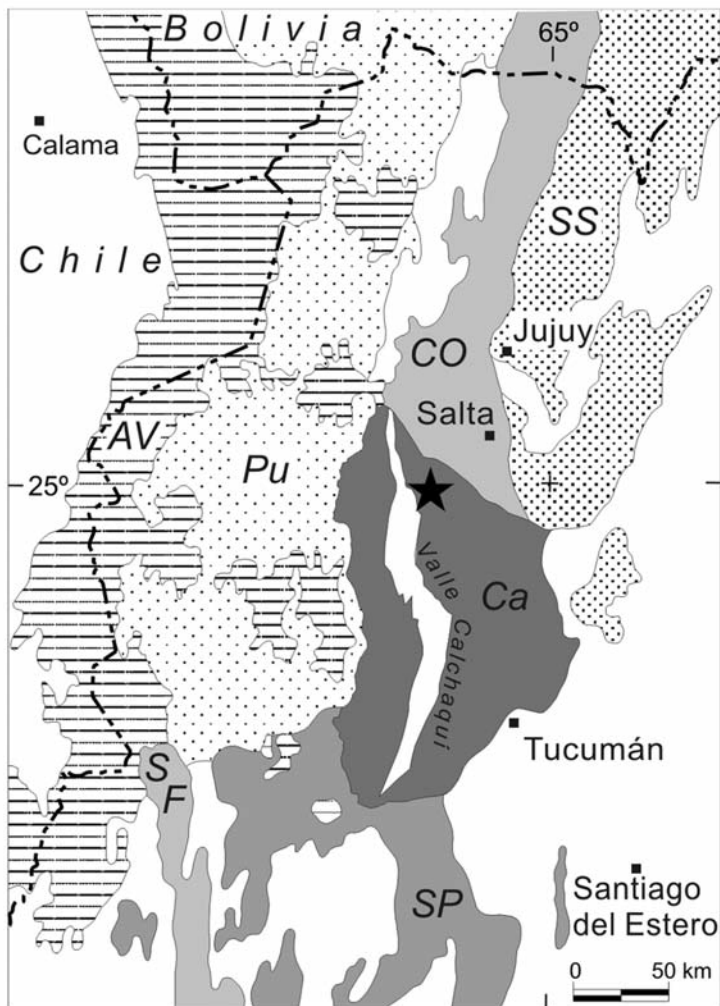


Figura 1: Ubicación de Cachipampa (estrella) en el contexto de las provincias geológicas del norte argentino. SS Sierras Subandinas, CO Cordillera Oriental, Ca Calchaquenia, SP Sierras Pampeanas, Pu Puna, AV Arco volcánico neógeno, SF Sistema de Famatina.

Geológico Minero Argentino, 1970) y en imágenes satelitales Landsat. También se consultó la cartografía del Instituto Geográfico Militar a escala 1:100.000 y de *Shuttle Radar Topography Mission*.

GEOLOGÍA

Desde el punto de vista morfoestructural, la cuenca de Cachipampa se ubica en el extremo norte de la provincia geológica de Calchaquenia (Salfity 2006), que constituye la transición entre la Cordillera Oriental, al norte, y las Sierras Pampeanas, al sur.

La geología de Calchaquenia consiste de cuatro principales unidades litoestratigráficas: i) El basamento precretácico, constituido por la Formación Puncoviscana (Proterozoico Superior-Eocámbrico), en partes intruida por diversos granitoides;

ii) El Grupo Salta (Cretácico-Eoceno); iii) El Grupo Payogastilla (Eoceno-Plioceno Tardío a ¿Pleistoceno?); iv) Depósitos fluviales y lacustres del Cuaternario (Figs. 3 y 4).

Al norte de la cuenca de Cachipampa, la geología está dominada por bloques del basamento sobre el cual descansan en discordancia los Subgrupos Balbuena y Santa Bárbara; en esa zona rigió durante el Cretácico un alto estructural (alto de Salta-Jujuy) donde no se acumuló el Subgrupo Pirgua (Fig. 5). Al sur de Cachipampa se desarrolló la subcuenca de Alemania donde se acumularon las espesas sucesiones cretácicas del Subgrupo Pirgua (Sabino 2004, Marquillas *et al.* 2005). De este modo, la cuenca de Cachipampa está situada entre el borde norte de la subcuenca de Alemania y el borde austral del alto de Salta-Jujuy, y en el extremo

nordeste del depocentro del Grupo Payogastilla.

ESTRATIGRAFÍA

El entorno serrano de la cuenca de Cachipampa tiene expuestas las unidades estratigráficas precuaternarias representativas de Calchaquenia. El relleno cuaternario de la cuenca está compuesto por acumulaciones fluviales y lacustres cuyos espesores completos no están expuestos a la observación.

El basamento está representado por la Formación Puncoviscana que aflora al norte y al oeste de la comarca, constituida por grauvacas y lutitas bien estratificadas, plegadas, falladas y con intenso clivaje (Fig. 6). La Formación Puncoviscana aflora por los empujes de la falla El Zorrito.

En la comarca septentrional de la cuenca de Cachipampa, el Subgrupo Balbuena está representado por areniscas de la Formación Lecho, calizas de la Formación Yacoraitte y pelitas y calizas de la Formación Tunal, sobre la cual se apoya en concordancia el Subgrupo Santa Bárbara. Ambos subgrupos afloran en la sierra El Zapallar que forma el flanco oriental de la cuenca de Cachipampa. Esta sierra se originó por efectos de una fractura inversa de vergencia al oeste que, más hacia el sur, sirve de límite entre los valles de Amblayo (o Rumiarco) y de Tonco (Santomero 1965) (Fig. 3). La Caliza Yacoraitte también aflora en la parte central de la cuenca de Cachipampa, donde forma una suave línea serrana de rumbo NNE que constituye la prolongación septentrional de la sierra del Bayo, o sea el flanco oeste del valle de Tonco (Figs. 3 y 6). El Grupo Payogastilla está expuesto en el sur de la cuenca de Cachipampa, donde predominan conglomerados, areniscas y limolitas de la parte media y superior. Estos depósitos forman parte de un pliegue sinclinal sobre cuyo eje se encauzan, hacia el sur, las nacientes del río Tonco (Figs. 3 y 6). La base del Grupo Payogastilla es regionalmente discordante (discordancia Incaica) sobre el Subgrupo

Santa Bárbara (Fig. 4) (Hong *et al.* 2007). Las unidades estratigráficas aluviales y lacustres forman parte del relleno cuaternario de la cuenca de Cachipampa (Fig. 6). No ha sido posible conocer el desarrollo completo de los espesores y de las facies debido a que se encuentran virtualmente cubiertos por material de acarreo, no obstante lo cual es posible discernir su distribución superficial.

Los depósitos aluviales Qg, expuestos en el norte de la cuenca, son los más antiguos debido a que afloran con mayor elevación topográfica que los restantes. Los clastos provienen de la Formación Puncoviscana, poseen alto grado de redondeamiento y muestran cierto grado de diagénesis.

Los depósitos aluviales Qg1 se formaron en el pie de monte al oeste de la sierra El Zapallar. También se originaron al oeste de la sierra de La Apacheta cuyo drenaje se orienta hacia el valle Calchaquí. Ambos afloramientos poseen igual elevación topográfica y los clastos que los conforman tienen bajo grado de redondeamiento.

Los depósitos aluviales Qg2 están constituidos por clastos de variadas granulometría y litología (pizarra, caliza), angulosos y sin diagénesis. Estos depósitos rodean la cuenca de Cachipampa en cuya parte central ocurren depósitos lacustres (QL); ambos cubren el eje del sinclinal del centro de la cuenca.

La parte más deprimida de la cuenca está ocupada por una pequeña laguna intermitente (laguna El Hervidero, también conocida como Ciénega Grande y Agua del Guanaco), donde se acumula agua de lluvia solamente durante el verano. Esta laguna está instalada sobre el área centro-occidental de la depresión, hacia donde confluyen las pendientes desde todas las direcciones. Las pendientes de la superficie de la cuenca muestran una asimetría según la cual éstas son abruptas en el noroeste y tendidas en el resto, y pierden altura en dirección a la laguna El Hervidero.

Los depósitos lacustres ocurren en la parte central de la cuenca y su extensión

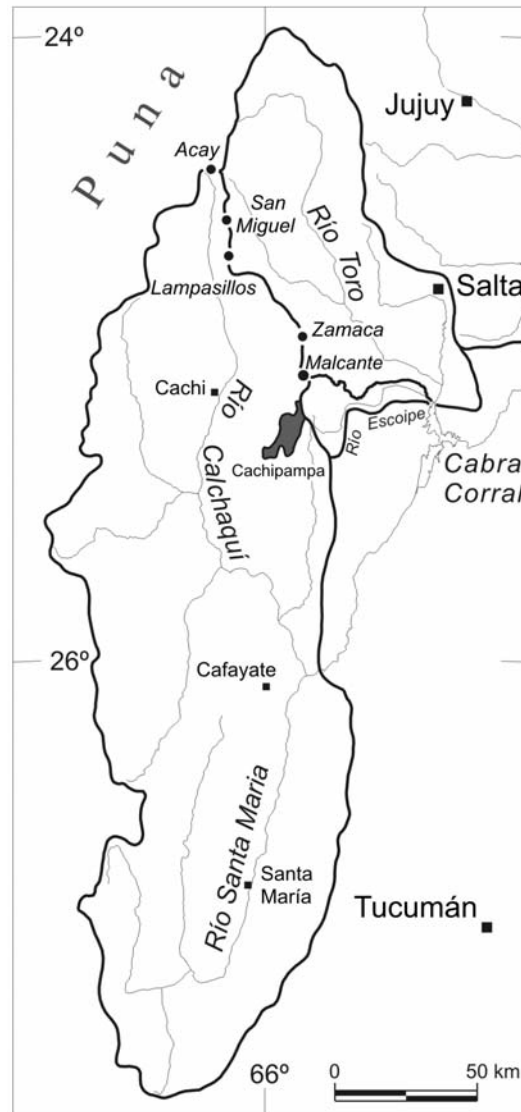


Figura 2: Posición de la cuenca de Cachipampa (gris oscuro) en el límite nordeste de la cuenca hídrica del valle Calchaquí, en adyacencias de la divisoria de aguas con las cuencas de los ríos Toro y Escoipe. Línea llena negra: divisoria de aguas. Círculos negros: cumbres mayores de 5.000 m s.n.m.

superficial está relacionada con los antiguos límites de la paleolaguna que le dio origen. El remanente actual de esta paleolaguna es la laguna El Hervidero, cuya pequeña dimensión contrasta respecto de la extensión abarcada por aquella. El material del depósito lacustre de la cuenca de Cachipampa es el de una playa formada en la porción distal de los glaciares, caracterizado por un piso duro, compuesto por arcilla y limo.

La intensa insolación y evaporación que rige el clima extremo de la comarca, cuya cota mínima es de 3.125 m sobre el nivel del mar, induce a que se restrinja la superficie inundada. La precipitación media anual en Cachipampa es escasa, estimada

entre 200 y 300 milímetros (Bianchi 2006). No obstante ello, debe aceptarse que durante el Cuaternario tardío el clima haya sido más húmedo que el actual y hayan ocurrido precipitaciones de mayores intensidades que lograron inundar el vaso de la cuenca hasta los niveles ahora detectados.

Alrededor del perímetro del área con registros lacustres, los depósitos de pie de monte coalescen en bajadas aluviales hacia la paleolaguna, principalmente desde el norte y desde el sur. Estos depósitos provienen de detritos desde las serranías circundantes constituidas por unidades del basamento (grauvaca y lutita) y del Grupo Salta (principalmente caliza). Los

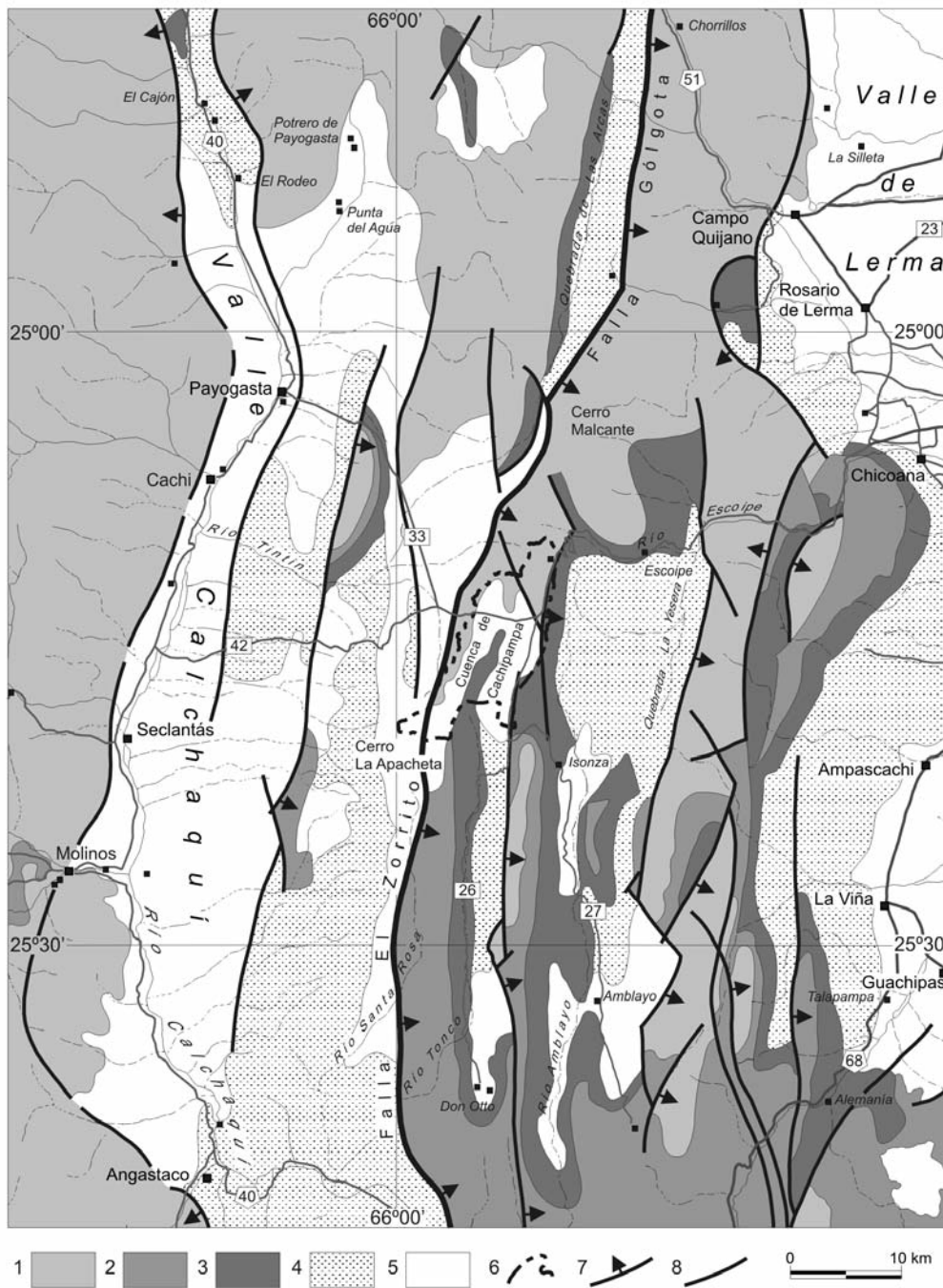


Figura 3: Mapa geológico regional. 1 Basamento (Formación Puncovicana, Precámbrico-Eocámbrico), 2 Subgrupo Pírgua (Cretácico, depósitos sinrift), 3 Subgrupos Balbuena y Santa Bárbara (Campaniano-Eoceno, depósitos posrift), 4 Grupo Payogastilla (Eoceno-Plioceno Tardío a ¿Pleistoceno?, antepaís), 5 Cuaternario (fluvial, lacustre), 6 Divisoria de agua de la cuenca de Cachipampa, 7 Falla inversa con indicación de la inclinación, 8 Falla.

depósitos conglomerádicos provenientes del Grupo Payogastilla proveen clastos que se reciclan en los glaciares de acumulación. El borde occidental de la paleoalaguna posee una red de drenaje incipiente y restringida, como consecuencia de lo cual no se registraron depósitos de pie de monte.

ESTRUCTURA

La cuenca de Cachipampa se ubica sobre el bloque colgante de una conspicua falla inversa de más de 150 km de longitud, de buzamiento al este y de vergencia occidental, conocida como falla El Zorrillo, que forma parte del borde oriental de la cuenca hídrica del valle Calchaquí (Figs. 3, 5 y 6).

Este bloque vincula, al sur de Cachipampa, el Subgrupo Pírgua de la subcuenca de Alemania con depósitos terciarios y, al norte, el basamento del cerro Malcante también con depósitos terciarios (Fig. 3). Al sur de la cuenca de Cachipampa, el plano de la falla El Zorrillo fue parte del borde sudoccidental la cuenca cretácica del Subgrupo Pírgua, mientras que el tramo norte no habría tenido actividad du-

rante ese lapso (Fig. 5). El plano de la falla El Zorrito, inclinado al oriente, constituyó uno de los bordes originales del rift cretácico de Alemania, que a la sazón se comportó como una falla directa (Salfity y Marquillas 1994).

La inversión del flanco occidental de la subcuenca de Alemania, que se materializó a través de la transformación de la falla El Zorrito en una falla inversa, habría comenzado en el Eoceno Medio junto con los primeros movimientos de la fase Incaica (Hongn *et al.* 2007), con posteriores y sucesivos pulsos en el Mioceno-Plioceno (fase Quechua) y en el Plioceno-Pleistoceno (fase Diaguita).

Un dato que confirma los movimientos de la fase Quechua se registra inmediatamente al este de la cuenca de Cachipampa, en la quebrada La Yesera, donde se describió una notable discordancia angular entre las Formaciones Guanaco (Mioceno) y Piquete (Plioceno) (González Villa 2002).

Aunque no se cuenta con registros fehacientes acerca de la movilidad de la falla El Zorrito en tiempos premiocenos, es probable que su más intensa actividad haya acontecido al finalizar el Neógeno, es decir durante el segundo pulso de la fase Quechua (Plioceno temprano), pues afectó a los depósitos de la parte superior del Grupo Payogastilla, por ejemplo en el flanco oriental del cerro La Apacheta (Ruiz Huidobro 1960). Es probable que durante la reactivación neógena de la falla El Zorrito, ésta haya regulado localmente los depocentros adyacentes desarrollados durante el Neógeno: al oeste de la falla, el depocentro de Las Arcas-Calchaquí del Grupo Payogastilla y, al este, el de Tonco-La Yesera del Grupo Orán (correlativo del Grupo Payogastilla) (Fig. 3). Los depósitos del Grupo Payogastilla de la cuenca de Cachipampa -cubiertos por terrenos cuaternarios- son una continuación de los aflorados en el norte del valle de Tonco; se considera que el espesor que se conserva en el subsuelo de la cuenca sería comparativamente menor que el de las secciones terciarias del este (cuenca de La Yesera) y del sur (cuenca

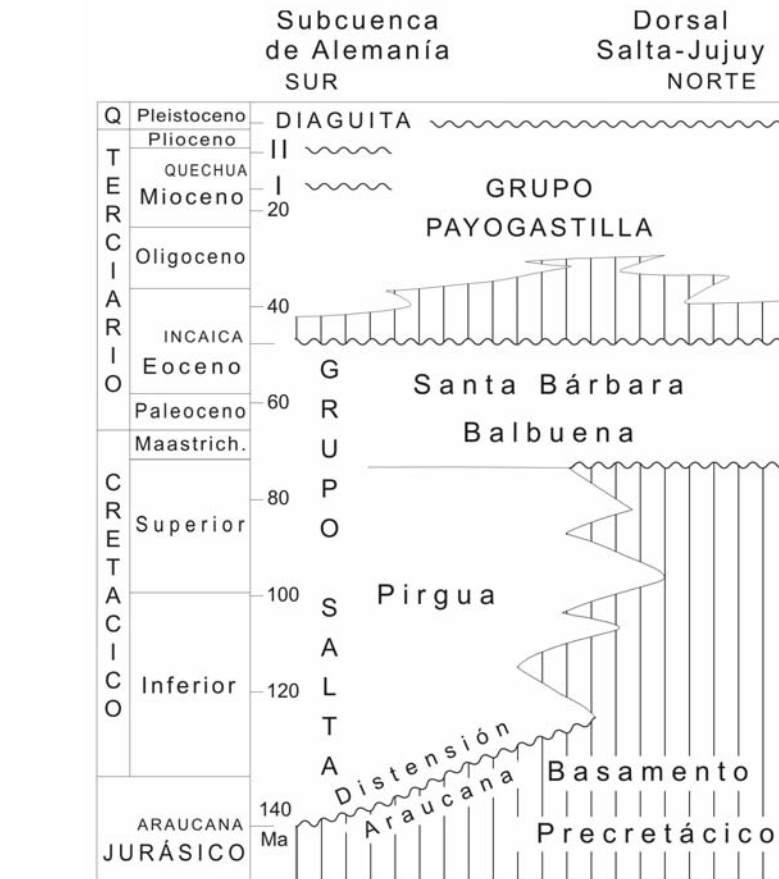


Figura 4: Cuadro estratigráfico de las comarcas al norte y al sur de Cachipampa.

de Tonco). La estructura de la cuenca de Cachipampa está regulada por fracturas inversas de vergencia occidental, es decir con planos inclinados al este (Fig. 6). Estas fallas se inscriben regionalmente en el marco tectónico del flanco oriental del valle Calchaquí (Fig. 3) y representan un típico estilo estructural que se contrapone con el régimen regular de las fallas inversas andinas de vergencia oriental (*cf.* Monaldi 2006). La falla de mayor envergadura de la comarca de Cachipampa pertenece al tramo norte de la falla El Zorrito, cuyo bloque colgante es la sierra Agua del Guanaco constituida por la Formación Puncoviscana y corrida al oeste sobre los depósitos neógenos del Grupo Payogastilla de la sierra de La Apacheta (Figs. 3 y 6, corte estructural). De esta manera, la falla El Zorrito constituye el límite estructural del oeste de la cuenca de Cachipampa. El

cabalgamiento de la falla El Zorrito pone en evidencia, por un lado, la magnitud del rechazo estratigráfico (Precámbrico sobre Mioceno-Plioceno) y, por el otro, la edad del movimiento, evidentemente posterior a la del Grupo Payogastilla, estimado como ocurrido entre el Plioceno Tardío y el Pleistoceno Temprano. La falla El Zapallar forma el límite oriental, en cuyo tramo norte las capas de la Formación Yacoraité se encuentran volcadas. Esta falla incrementa su rechazo en dirección al sur, donde logra aflorar el basamento de la Formación Puncoviscana al oeste de la localidad de Isonza. Ambas fallas -El Zorrito y El Zapallar- poseen la misma vergencia occidental. Tanto las sucesiones del Grupo Salta como del Grupo Payogastilla se encuentran plegadas en anticlinales y sinclinales cuyos planos axiales acompañan la inclinación hacia el este de las fallas inversas asociadas. El extenso pliegue sinclinal del

valle de Tonco tiene continuidad hacia el norte, dentro de la cuenca de Cachipampa. Por ello la cuenca de Cachipampa en su porción oriental es un valle sinclinal.

La falla El Zorrito y el origen de la depresión tectónica de Cachipampa

Los intensos movimientos del diastrosismo Diaguita, expresados por la falla de vergencia occidental El Zorrito, originaron la inversión de la cuenca del Grupo Payogastilla en el oriente del valle Calchaquí. En virtud de ello, en la sierra Agua del Guanaco tuvo lugar el cabalgamiento de la Formación Puncoviscana sobre la parte superior del Grupo Payogastilla (Fig. 6, corte estructural). El bloque colgante de la falla El Zorrito contiene en sus espaldas a la depresión endorreica de Cachipampa, que se originó durante el Cuaternario análogamente a una cuenca del tipo *piggyback* (Ori y Friend 1984). Es decir, la generación de la cuenca habría sido contemporánea con el levantamiento de la sierra Agua del Guanaco. Se cuenta con registros de actividad neotectónica de la falla El Zorrito en la esquina noroeste de la propia comarca de Cachipampa, inmediatamente al norte de la ruta 33 (Wayne 1994); también más al sur y fuera de la zona, al nordeste de Cafayate, sobre el flanco oriental del valle Calchaquí (Gallardo 1990). Sin embargo, por encontrarse ocultos a la observación, no es posible conocer el perfil estratigráfico de los depósitos cuaternarios que permitan discernir su filiación tectosedimentaria, es decir si se trata de acumulaciones sintectónicas que avalen la naturaleza de cuenca de tipo *piggyback* arriba postulada. Otra alternativa consiste en atribuir a la depresión endorreica de Cachipampa un origen de cuenca intermontana, rellenada por depósitos posttectónicos.

La depresión adquirió su condición endorreica por elevación de su divisoria austral, constituida principalmente por las sedimentitas del Grupo Payogastilla. No obstante ello, este límite austral es precario y se encuentra en proceso de ser capturado por la erosión retrocedente del río Tonco. El haz de fracturas regionales

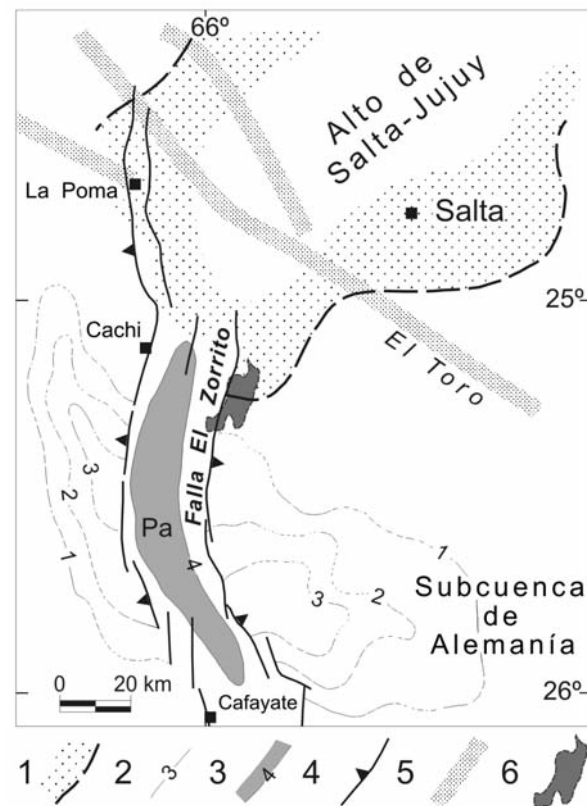


Figura 5: Posición de Cachipampa respecto de las estructuras paleogeográficas cretácicas y terciarias (basado en Salfity 2006). 1 Alto estructural de Salta-Jujuy, vigente durante la etapa sinrift (Cretácico) del Subgrupo Pirgua, 2 Curva isopásica en km del Subgrupo Pirgua en el depocentro de Alemania, 3 Curva isopásica en km del Grupo Payogastilla (Pa), 4 Fallas inversas que definen el límite de la fosa tectónica del valle Calchaquí, 5 Lineamiento El Toro, 6 Cuenca de Cachipampa.

con rumbo norte-sur y buzamiento hacia el este del flanco oriental del valle Calchaquí no solamente indujo a la formación de la cuenca endorreica de Cachipampa sino que permitió la elevación por encima de los 3.000 m s.n.m. del tramo norte la estructura sinclinal del Tonco, de la cuenca Cachipampa y, más al norte, del basamento precámbrico a más de 5.000 m s.n.m.

GEOMORFOLOGÍA

La cuenca de Cachipampa es una depresión endorreica intermontana de altura, alargada según el rumbo NNE-SSW e interpuesta entre dos estructuras geológicas: al norte, el inmenso bloque de basamento expuesto en el cerro Malcante y su continuación austral, las Cumbres del Obispo y, al sur, el sinclinal de Tonco y las potentes unidades mioceno-pleocenas plegadas del cerro La Apacheta (3.870 m s.n.m.) (Figs. 3, 6 y 7).

Los límites al este y al oeste son cordones serranos menos elevados, respectivamen-

te, la sierra El Zapallar, continuación septentrional de los filos del Pelado, y la sierra Agua del Guanaco (Fig. 7). Los desprendimientos aislados y reducidos de la porción austral de la serranía de Agua del Guanaco forman parte de un monte-isla. Por el norte y por el sur, las cotas de las nacientes de la cuenca de Cachipampa alcanzan los 3.625 m s.n.m. en las Cumbres del Obispo y 3.870 m s.n.m. en el cerro La Apacheta. La cota de la parte más deprimida, en torno de los límites estacionalmente inundables de la laguna El Hervidero, es de 3.125 m s.n.m. por lo que el máximo desnivel interno es cercano a los 500 metros. La longitud del eje mayor de la cuenca, entre sus puntos extremos, es de 22 km y el ancho máximo es de 7,6 kilómetros. La superficie de la cuenca mide 10.640 ha, la superficie de la laguna El Hervidero es de 80 ha y la superficie abarcada por los depósitos lacustres de la paleolaguna alcanza las 1.270 ha; el perímetro de la cuenca es de 63,1 km y el de la laguna, 5,6 kilómetros.

Las divisorias de aguas de la cuenca de

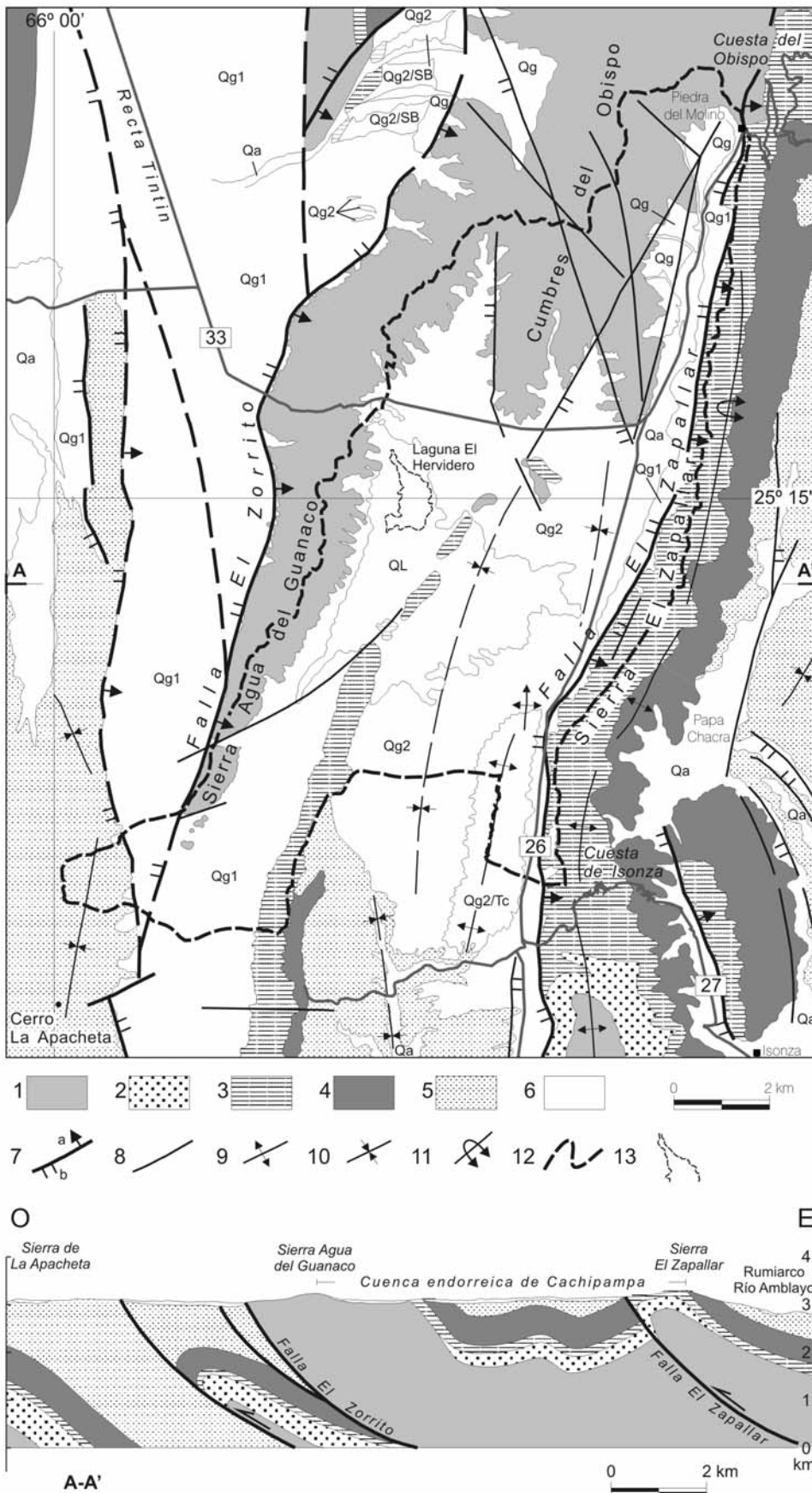


Figura 6: Mapa geológico y corte estructural de la cuenca de Cachipampa. 1 Basamento (Formación Puncoviscana, Precámbrico-Eocámbrico), 2 Subgrupo Pirgua (Cretácico, depósitos sinrift), 3 Subgrupo Balbuena (Campa-niano-Paleoceno, depósitos posrift), 4 Subgrupo Santa Bárbara (Paleoceno-Eoceno, depósitos posrift), 5 Grupo Payogastilla (Eoceno-Plioceno Tardío a ¿Pleistoceno?, antepaís), 6 Cuaternario: QL Sedimentos lacustres del centro de la cuenca, Qa Sedimentos aluviales de valles, Qg Glacis de acumulación (Elevación topográfica: $Qg > Qg1 > Qg2$), 7 Falla inversa: a) inclinación del plano de falla, b) labio bajo, 8 Falla, 9 Anticlinal, 10 Sinclinal, 11 Anticlinal volcado, 12 Divisoria de aguas de la cuenca, 13 Laguna El Hervidero.

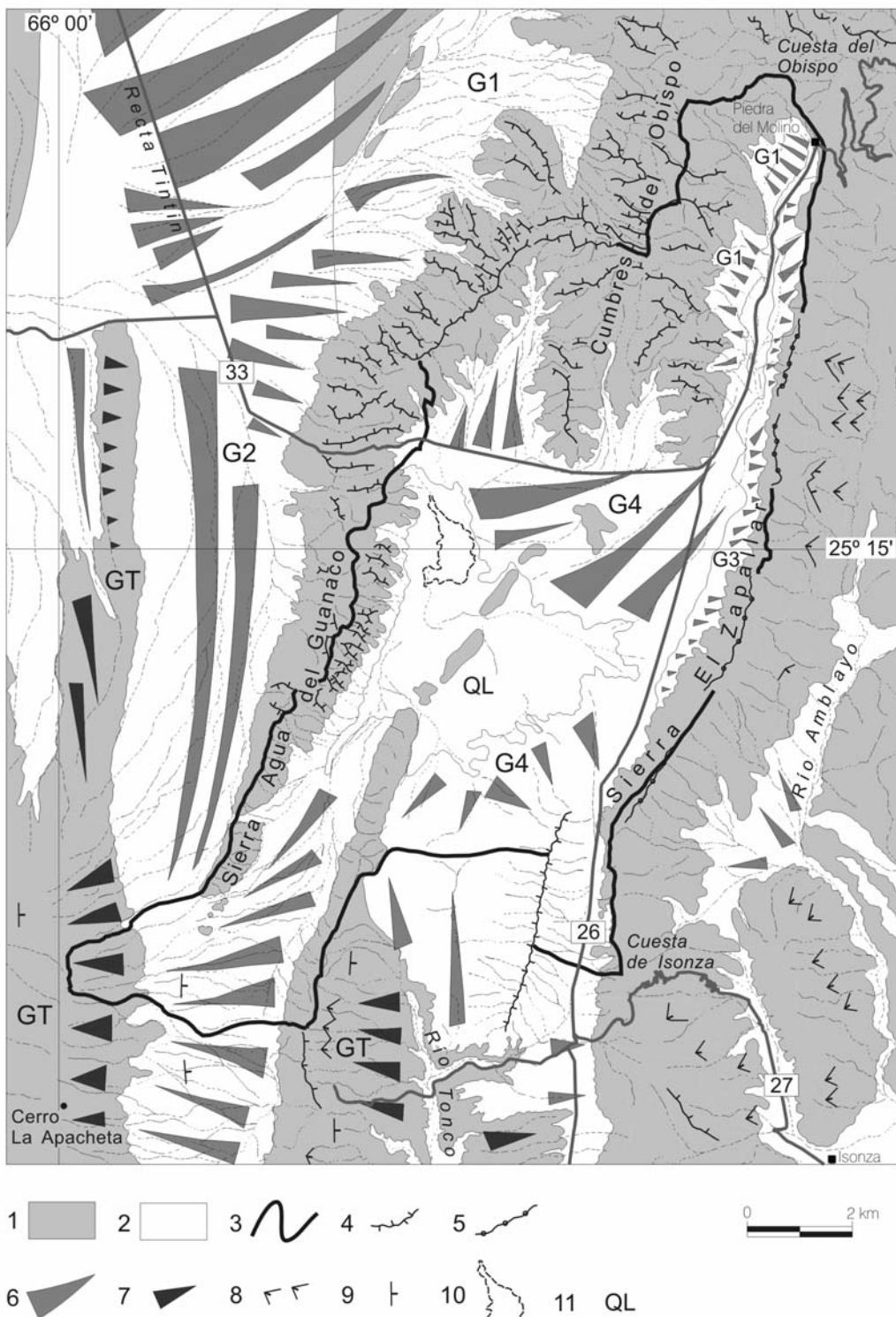


Figura 7: Mapa geomorfológico de la cuenca de Cachipampa. 1 Precuaternario, 2 Cuaternario, 3 Divisoria de aguas de la cuenca, 4 Divisoria de aguas de cresta aguda, 5 Divisoria de aguas convexa y suave, 6 Glacis de acumulación, 7 Glacis de erosión en unidades terciarias, 8 Relieve de cresta, 9 Rumbo y buzamiento fotointerpretado, 10 Laguna El Hervidero, 11 Distribución actual de los depósitos lacustres de la paleolaguna (QL). G1>G2>G3>G4: Glacis de acumulación; se indica la antigüedad relativa según la posición topográfica. GT: Glacis de erosión formado en el Grupo Payogastilla.

Cachipampa sirven, a la vez, de límite con las cuencas hídricas circundantes, abiertas al sistema atlántico (Fig. 8). De este modo, la cuenca de Cachipampa se encuentra rodeada al norte por la cuenca de Escoipe, al este por la cuenca de Amblayo, al sur por la cuenca de Tonco y de

Santa Rosa y al oeste por la cuenca de Tintín y, puntualmente, con las nacientes de las quebradas Los Arce y Monte Nieva. Con excepción de la cuenca de Escoipe que drena hacia el este en el valle de Lerma, las restantes son tributarias de la cuenca del río Calchaquí.

Glacis de acumulación y glacis de erosión

Los glacis de acumulación que rodean la cuenca de Cachipampa se formaron por coalescencia de abanicos aluviales (Fig. 7). Los glacis G1, G2, G3 y G4 son de acumulación y se formaron a partir de

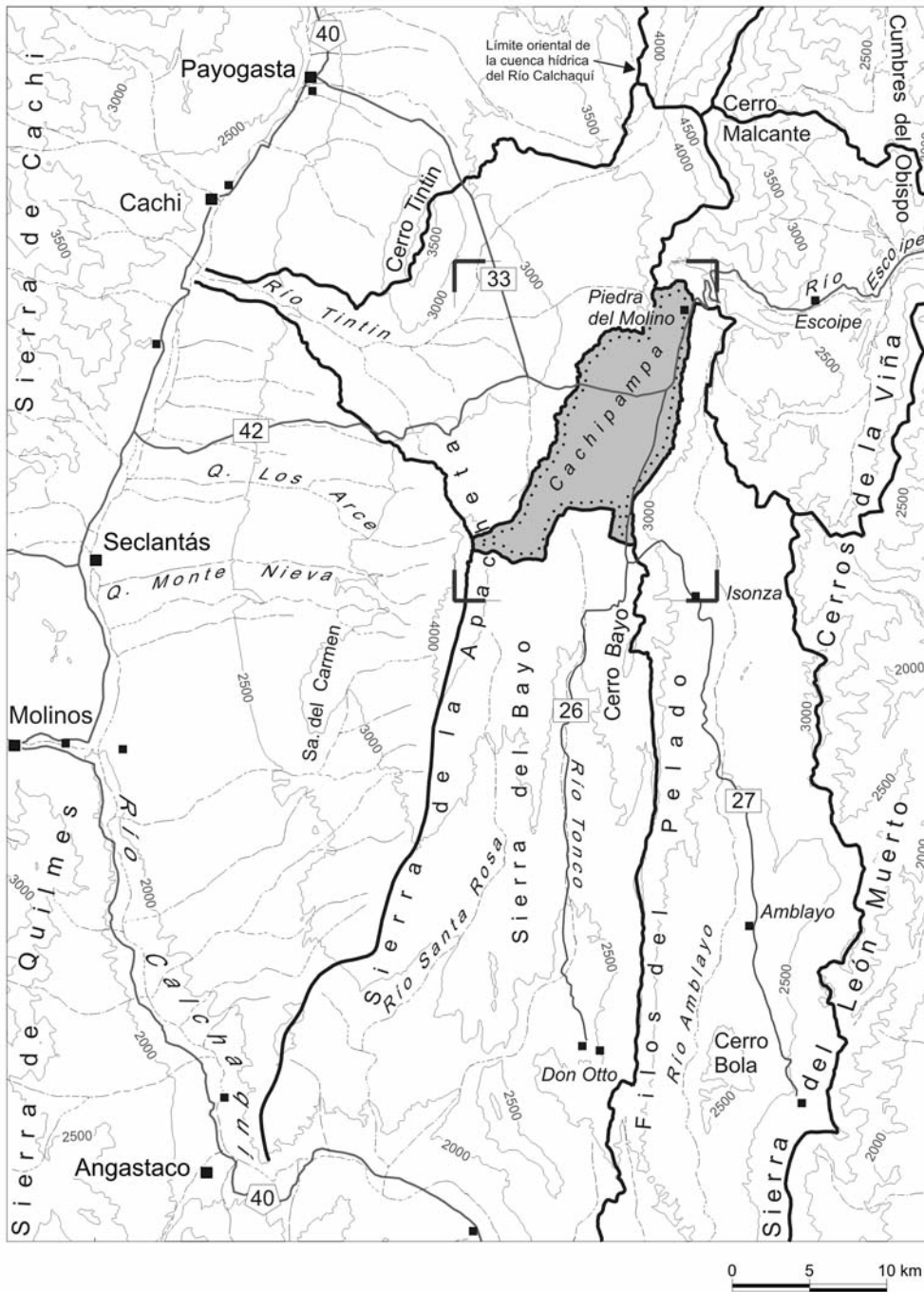


Figura 8: Posición de la cuenca endorreica de Cachipampa respecto de las cuencas hídricas circundantes: cuenca de Escoipe por el norte, cuenca de Amblayo por el este, cuencas de Tonco y de Santa Rosa por el sur y cuenca de Tintín por el oeste. El recuadro indica la posición de las Figs. 6 y 7.

material tanto de la Formación Puncoviscana como del Grupo Salta y del Grupo Payogastilla. Es posible establecer una cronología relativa de los cuatro glaciares, según la cual el glaciar G1 es el más antiguo y el glaciar G4 el más joven, antigüedad deducida por la posición topográfica. Los glaciares G1 y G2 están ubicados al este y oeste de las Cumbres del Obispo. Fuera de la depresión, sobre el flanco oeste, se

destaca el glaciar de acumulación G2 de las nacientes del río Tintín, cuyos cauces drenan hacia el río Calchaquí. El glaciar G3 está formado por pequeños conos coalescentes sobre el pie occidental de la sierra de El Zapallar. El glaciar G4 es el que rodea los depósitos lacustres del centro de la cuenca. Éste se formó principalmente a partir de la Formación Puncoviscana, desde el norte, y del Subgrupo

Balbuena desde el este y sudoeste.

El glaciar GT se formó en rocas terciarias del Grupo Payogastilla. Es un glaciar de erosión o pedimento que posee una carpeta sedimentaria de poco espesor (en forma de material en tránsito hoy inactivo) que cubre las rocas terciarias. Este posee una fase distal de pequeños abanicos aluviales.

El rasgo geomorfológico que rodea la

cuenca por el oriente es el de relieve de crestas homoclinales que forman las capas de caliza de la Formación Yacoraite (Subgrupo Balbuena). Estas capas buzanan hacia el este con un ángulo mayor de 45° lo que produce un relieve menos abrupto que hacia el oeste, donde la pendiente es empinada por el rebatimiento de los estratos (Fig. 7).

El drenaje de las cabeceras del río Tonco compone un paisaje de *badlands* con elevada densidad de drenaje y diseño dendrítico. Es el resultado de la erosión de la cubierta cuaternaria y de la intensa incisión fluvial de los sedimentos terciarios subyacentes del Grupo Payogastilla, compuesto por material impermeable y poco resistente a la erosión.

La red hidrográfica de la comarca de Cachipampa muestra cursos fluviales que poseen redes tanto dendríticas como paralelas que drenan hacia el valle Calchaquí desde el oeste de las Cumbres del Obispo y de la sierra Agua del Guanaco (Figs. 7 y 8). Desde estas sierras, el sistema de drenaje endorreico de la cuenca de Cachipampa es también dendrítico y los cauces aportan sus caudales y sedimentos a la laguna El Hervidero.

El límite austral de la cuenca de Cachipampa y las terrazas de la cuenca del río Tonco

La divisoria de aguas de la cuenca Cachipampa con el valle del río Tonco tiene una geometría que consiste de tramos combinados de rumbo norte-sur con otros de rumbo este-oeste (Fig. 7). Este límite muestra evidencias de mantenerse sostenido por un equilibrio totalmente inestable, al punto que ambas cuencas estarían separadas por un desnivel estimado en unos 20 metros, o menor. Esto respalda la hipótesis planteada por Raskovsky (1970) de una futura captura de la cuenca Cachipampa por erosión retrocedente del río Tonco. Dicho límite atraviesa la curva de nivel de 3.200 m, cota que comparten la superficie de la llanura de Cachipampa y las terrazas más antiguas (las más elevadas) dispuestas sobre ambos flancos del valle de Tonco. Esta ob-

servación ha sido debidamente descrita por Raskovsky (1970), según la cual la actual llanura de Cachi-pampa se prolongaba hacia el sur cubriendo la totalidad de la estructura monoclinal-sinclinal del valle de Tonco. La cota de la superficie de las mencionadas terrazas se corresponde claramente con el nivel de la superficie de la llanura de Cachipampa. El valle de Tonco, surcado por el río homónimo que avanzó desde el sur hacia el norte, mantiene ese proceso continuo de erosión retrocedente favorecida por la friabilidad de los niveles sedimentarios del Grupo Payogastilla y también del Subgrupo Santa Bárbara. Este proceso erosivo conducirá seguramente, en el futuro, a la captura de la cuenca de Cachipampa, actualmente cerrada.

CONCLUSIONES

La cuenca de Cachipampa es una depresión tectónica intermontana de altura, endorreica, rodeada por cuencas hídricas de drenaje externo.

Las sierras que delimitan la cuenca son de edad precámbrico-eocámbrica por el norte y por el oeste, y cretácico-paleógena por el este y sudoeste. El límite austral registra el pasaje entre los depósitos cuaternarios de la llanura de Cachipampa y las acumulaciones plegadas neógenas del Grupo Payogastilla, donde nace el río Tonco. Este límite es susceptible de ser capturado por erosión en forma retrocedente de las cabeceras del río Tonco, que lograría de ese modo la captura de la cuenca endorreica de Cachipampa.

El origen de la cuenca de Cachipampa es tectónico: el bloque colgante de la fractura inversa que elevó la sierra Agua del Guanaco, formada por rocas del basamento, es el borde occidental y contiene en sus espaldas a la cuenca. Por el norte, la cuenca se cierra por la presencia del basamento de la Formación Puncovicana. El límite oriental lo forman depósitos plegados y volcados del Grupo Salta. La posición estructural de la cuenca respecto de las fallas inversas que la delimitan permite interpretarla como originada

en forma de *piggyback basin* -proceso que habría sido contemporáneo con el levantamiento póstumo de la sierra Agua del Guanaco-, o bien como de una simple cuenca intermontana interpuesta entre fallas inversas, en este caso rellena con depósitos de origen postectónico.

La vergencia hacia el oeste de las fallas inversas que delimitan la cuenca de Cachipampa mantiene el estilo tectónico del borde oriental del valle Calchaquí; éstas constituyen retrocorrimientos a los empujes andinos, de vergencia oriental. En el caso de la falla El Zorrito, que fue afectada por una sucesión de movimientos a partir del Eoceno Medio, Mioceno y Plioceno temprano, invirtió la cuenca del Grupo Salta por lo menos en esas tres ocasiones. Contemporáneamente con ellas se gestaron las cuencas o subcuencas del Grupo Payogastilla acumulado en evidente discordancia regional sobre el Grupo Salta. Finalmente, los espesos depósitos del Grupo Payogastilla fueron plegados y fallados durante la fase Diaguita (Plioceno tardío-Pleistoceno temprano) cuyas estructuras resultantes fueron las que indujeron a la formación de la cuenca cerrada de Cachipampa.

Por su posición geográfica en la provincia geológica Calchaquenia y como un enclave en el límite de la divisoria nor-oriental de aguas del valle Calchaquí, la cuenca de Cachipampa resulta una comarca de singular geomorfología por su posición geográfica en altura y por su condición endorreica.

El relleno sedimentario está representado por depósitos de pie de monte constituidos por bajadas aluviales y abanicos aluviales. Estas acumulaciones rodean por el norte, este y oeste a los depósitos lacustres de una extensa paleolaguna, cuya expresión actual es la pequeña laguna intermitente El Hervidero.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo es un homenaje a la memoria del amigo y colega Mario A. Raskovsky, pionero de la geología del uranio y de la estratigrafía y geomorfología del valle de

Tonco. El doctor J. W. Wayne, de la Universidad de Nebraska, proporcionó valiosa información inédita de su autoría y revisó la versión inicial del manuscrito. Los autores agradecen al doctor Emilio González Díaz la lectura crítica del manuscrito y los atinados comentarios que fueron determinantes para mejorar el manuscrito, y a otro árbitro anónimo quien formuló acertadas sugerencias sobre conceptos estructurales. Este trabajo es una contribución al Instituto del Cenozoico y contó con el apoyo del Conicet (PIP 02827) y de la Universidad Nacional de Salta (Consejo de Investigación, Proyecto 1198).

TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Bianchi, A.R. 2006. Distribución geográfica de las lluvias en el noroeste de Argentina. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Salta.
- Gallardo, E.F. 1990. Geología del Cuaternario en la confluencia de los ríos Calchaquí y Santa María (Salta). *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 43(4) (1988): 435-444.
- González Villa, R.E. 2002. El Subgrupo Jujuy (Neógeno) entre los 24°-26° LS y 64°-66° LO, tramo centro-austral de la cadena Subandina argentina, provincias de Salta y Jujuy. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Salta (inédita), 291 p., Salta.
- Hongn, F., del Papa, C., Powell, J., Petrinovic, I., Mon, R. y Deraco, V. 2007. Middle Eocene deformation and sedimentation in the Puna-Eastern Cordillera transition (23°-26°): Control by preexisting heterogeneities on the pattern of initial Andean shortening. *Geology* 35(3): 271-274.
- Marquillas, R.A., del Papa, C. y Sabino, I.F. 2005. Sedimentary aspects and paleoenvironmental evolution of a rift basin: Salta Group (Cretaceous-Paleogene), northwestern Argentina. *International Journal of Earth Sciences (Geologische Rundschau)* 94: 94-113.
- Monaldi, C.R. 2006. Estructura. En Salfity, J.A. y Monaldi, C.R. (eds.) Hoja Geológica 2566-IV Metán, Escala 1:250.000, Provincia de Salta. SEGEMAR, Servicio Geológico Minero Argentino, Boletín 319, 74p., Buenos Aires.
- Ori, G.G. y Friend, P.F. 1984. Sedimentary basins formed and carried piggyback on active thrust sheets. *Geology* 12(8): 475-478.
- Raskovsky, M.A. 1970. Geología del valle del Tonco. Comisión Nacional de Energía Atómica (inédito), 63 p., Salta.
- Ruiz Huidobro, O.J. 1960. Descripción geológica de la Hoja 8e, Chicoana, provincia de Salta. Dirección Nacional de Geología y Minería, Boletín 89, 46p., Buenos Aires.
- Sabino, I.F. 2004. Estratigrafía de la Formación La Yesera (Cretácico): base del relleno sinrift del Grupo Salta, noroeste argentino. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 59(2): 341-359.
- Salfity, J.A. 2006. Geología regional del valle Calchaquí, Argentina. *Anales de la Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 56 (2004): 133-150, Buenos Aires.
- Salfity, J.A. y Marquillas, R.A. 1994. Tectonic and sedimentary evolution of the Cretaceous-Eocene Salta Group Basin, Argentina. En Salfity, J.A. (ed.) *Cretaceous Tectonics of the Andes, Earth Evolution Sciences*, Friedr. Vieweg & Sohn, 266-315, Braunschweig-Wiesbaden
- Salfity, J.A. y Monaldi, C.R. 1998. Mapa Geológico de la Provincia de Salta, Escala 1:500.000. Servicio Geológico Minero Argentino, Buenos Aires.
- Santomero, A.M.O. 1965. Prospección radimétrica en la cuenca del río Amblayo. 2° Jornadas Geológicas Argentinas (1963), Actas en Acta Geológica Lilloana 5: 167-182, Tucumán.
- Wayne, J.W. 1994. Mass wasting as a geological hazard in the Province of Salta, Argentina (1994). Gobierno de la Provincia de Salta (inédito) 28 p., Salta.

Recibido: 13 de marzo, 2009

Aceptado: 22 de septiembre, 2009