

REVISTA
DE LA
ASOCIACION GEOLOGICA ARGENTINA

Tomo IX

Julio de 1954

Nº 3

UNA INTERESANTE DISLOCACION EN POTRERO DE GARAY
(VALLE DE CALAMUCHITA)

Y OBSERVACIONES SOBRE LAS SIERRAS CHICA Y GRANDE
DE CORDOBA

POR OTTO SCHLAGINTWEIT

RESUMEN

En la parte norte del Valle de Calamuchita, al pie occidental de la sierra Chica de Córdoba, cerca de la Capilla de Potrero de Garay, una falla inversa sobrepone los esquistos cristalinos de la sierra Chica al pampeano superior. Este sobrescurrimiento, con plano de corrimiento inclinado al NE 30°-40°, está excelentemente expuesto en unos 210 m y es reconocible en una extensión total de dos kilómetros. El lugar se encuentra en un sector de carga tectónica especialmente fuerte, donde la falla marginal de la sierra de más al Sur, penetra el cuerpo de la misma. Su papel de falla marginal pasa a la falla de Garay, por lo menos en un trecho.

Se menciona otro lugar en sierra Chica, El Cuadrado, cerca de La Falda, donde el ascenso moderno de la sierra está documentado por restos de conoides de muy poca edad, sobre la semillanura cumbre de la sierra, en una situación actualmente paradójica. Otra evidencia la dan los dislocados Estratos de los Llanos del valle de Punilla, afectados por la falla marginal del pie occidental de la sierra Chica.

Se describen brevemente los principales rasgos tectónicos de la vertiente oriental de la sierra Grande, en el dominio del valle de Punilla, para hacer resaltar la diferencia entre éste y el valle de Calamuchita, ambos pertenecientes a la misma fosa entre sierra Chica y sierra Grande. En el valle de Punilla la sierra Grande se eleva en tres escalones tectónicos principales, que han fracturado la semillanura original coherente. Contrastando existe en el valle de Calamuchita un solo plano inclinado, entre el pie de la sierra Chica y la alta escarpa del bloque principal de la sierra Grande, coronado por la extensa Pampa de Achala. Como nuevo elemento que falta más al norte, se levanta sobre esta pampa un bloque angosto, el cordón del cerro Champaquí. Quedando aun por determinar en un estudio minucioso si se trata de un bloque puramente tectónico, en forma de cuña o de un "monadnock" afectado por fallas.

La falla de Potrero de Garay no solamente permite fechar una fase (la última) del ascenso de la Sierra Chica (Pampeano Superior, Cuartario) sino que interesa para la resolución del problema aun planteado: ¿tensión o compresión; fallas marginales; normales o inversas en la tafrogénesis de las sierras pampeanas?

This One



78D7-GTN-YGEW

Materia protegida por derechos de autor

La sierra Chica de Córdoba, constituida esencialmente por esquistos cristalinos, precámbricos, es un bloque alargado de rumbo general NS, dividido en dos partes: sierra Chica del norte y sierra Chica del sur. La parte cumbral presenta una semillanura¹, inclinada en la actualidad hacia el Este.

El flanco occidental de la sierra Chica se manifiesta poco tendido, como resultado de una falla [ver diagrama de R. Beder (2), reproducido en el tomo II de la *Geología Argentina* de Windhausen, el plano de W. Gross (7) y los bosquejos de A. Castellanos (4) y de F. Machatscheck (10)]. Prescindiendo de las terminaciones N y S, esta falla se evidencia morfológicamente en toda su extensión por la escarpa con que la sierra cae a los valles de Punilla y Calamuchita, respectivamente².

La falla oeste de la sierra Chica no es única, sino múltiple; trátase de un paquete de fallas paralelas muy cercanas. Se manifiesta no sólo morfológicamente, sino que se evidencia por la intensa fracturación y trituración de las rocas adyacentes (brechas tectónicas y milonitas)³, observables en muchos lugares.

La pendiente oriental de la sierra Chica no presenta un descenso uniforme del bloque inclinado y no está libre de fallas. No me ocupó en el presente trabajo de estas dislocaciones que, en la mayoría de los casos, no son fáciles de reconocer.

Dada la escasez de estratos correlativos es difícil determinar, en las sierras de Córdoba, la edad de los movimientos tectónicos. Podemos decir que hubo varias fases, y que la última, a la cual las sierras deben su actual relieve, es muy moderna. Uno de los lugares más interesantes, al respecto, se encuentra en la parte norte del valle de Calamuchita, en las inmediaciones de la capilla y del casco de la estancia Potrero de Garay (Potrero Tutzer).

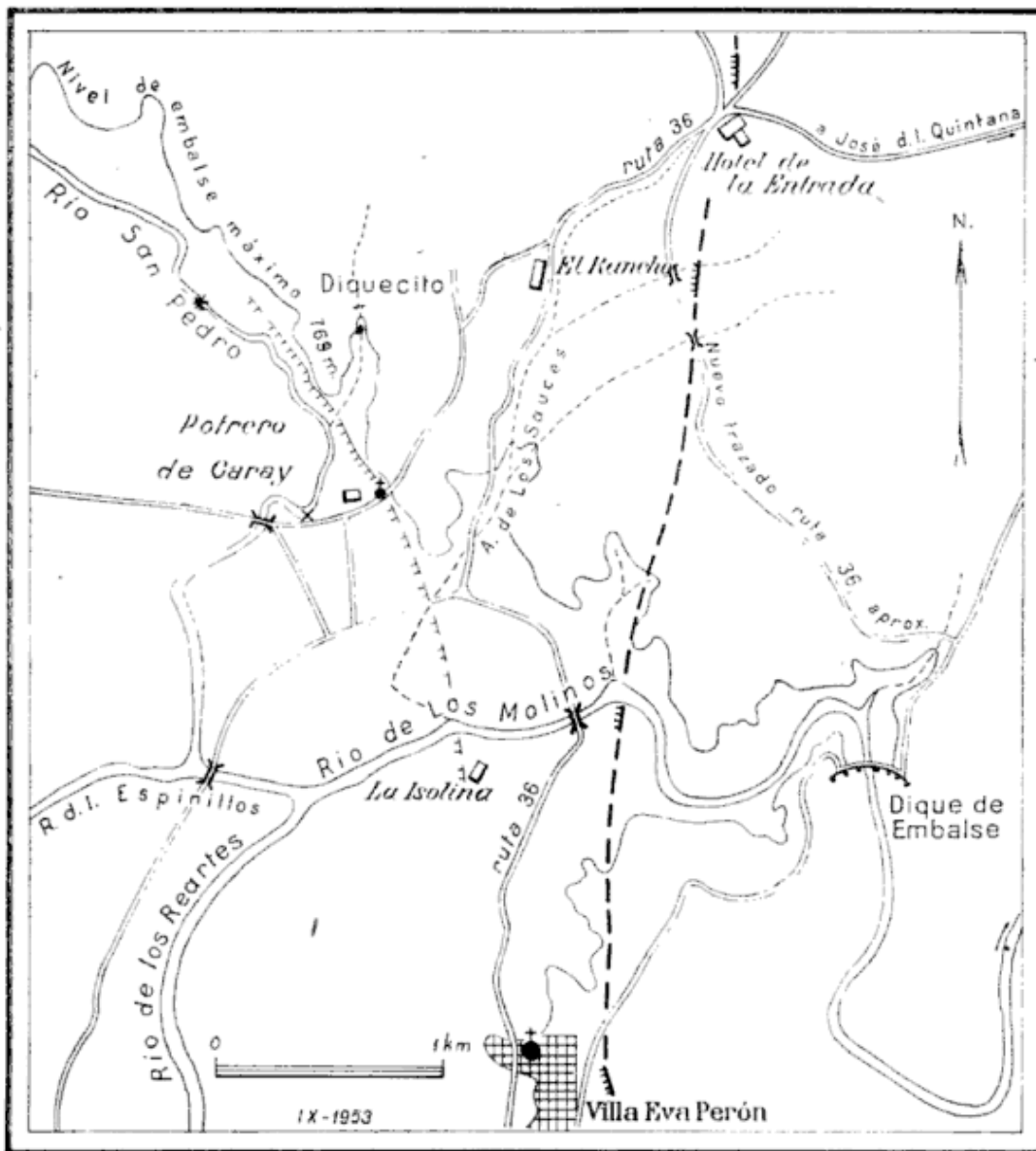
Hace varios años que el doctor Ramón R. de la Vega llamó la atención sobre este lugar. El reconoció el carácter y la significación de la dislocación observable. La menciona al margen en su trabajo

¹ Evito las palabras peniplanicie y penillanura porque la traducción literal del "peneplain" de Davis implica un determinado concepto.

² Llamo valle de Calamuchita a toda la depresión tectónica, longitudinal, entre la sierra Chica y la sierra Grande, al sur del cordón de Santiago, siendo la continuación hacia el sur del valle de Punilla. Las dos están separadas por el umbral transversal de dicho cordón, que por un trecho forma la divisoria entre el río Primero y el río Segundo.

³ Siguiendo lo acostumbrado por otros autores, uso el término milonita en su sentido etimológico que significa roca "molida", si bien el primero que usó este término (Lapworth) entendió por milonita un producto de molienda tectónica de diferentes componentes de rocas.

de tesis (5). Tratándose de un estudio inédito, trataré de salvar del olvido la dislocación de Potrero de Tutzer, lo que es tanto más necesario como que, dentro de algún tiempo, los interesantes aflora-



1: 2: - - - - - 3: * 4: x

Fig. 1. — Bosquejo con la ubicación de la falla de Potrero de Garay y de la falla principal de la Sierra Chica: 1, falla de Potrero de Garay; separa Pampeano superior en el SW, de esquistos cristalinos en el NE; 2, Falla principal de la Sierra Chica, corre en esquistos cristalinos; 3, lugar del hallazgo de una placa de probablemente *Daedicurus*, por F. A. Leonardi; 4, lugar del hallazgo de *Daedicurus* e *Hippidium*, por A. Castellanos.

mientos desaparecerán debajo de las aguas del lago de embalse de Los Molinos.

Cerca del Potrero de Garay desemboca el río San Pedro en el río de los Espinillos, el que, a unos 500 metros aguas abajo, confluye al río de los Reartes, formando el río de los Molinos, tributario del

río Segundo. El río San Pedro tiene en su orilla izquierda, a 1.5 km de su desembocadura, una primera barranca constituida por "Pampeano", inmediatamente debajo del casco de la estancia. Es el lugar de los perfiles 1 y 2 de A. Castellanos (3) (fig. 2)¹. Esta barranca termina en el NW en un vallecito proveniente de la izquierda², para aparecer en seguida de nuevo como una segunda barranca, constituida también por Pampeano superior. Mientras que la primera barranca está cubierta por acarreo moderno, se sobreponen al Pampeano de la segunda barranca, esquistos cristalinos de la sierra Chica, constituyendo toda la parte superior del faldeo (fig. 2 y fotos), el límite entre el Pampeano y los esquistos es un neto contacto tectónico, el que se visualiza desde el Vallecito, sin interrupción, en un trecho de 210 metros, en dirección NW 330°. En los últimos 50 me-

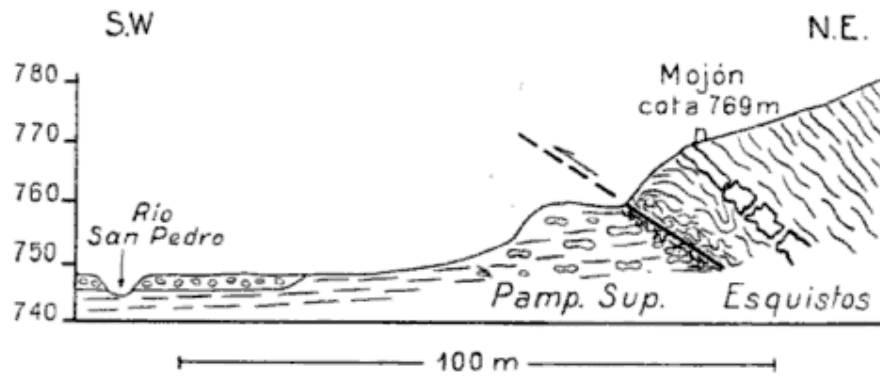


Fig. 2. — Perfil a través de la falla de Potrero de Garay

tros, detrás de una zanja honda, el Pampeano no forma más barranca; sin embargo, el contacto con los esquistos sobrepuestos es bien visible. Luego desaparece el Pampeano bajo escombros de faldeo, para reaparecer detrás de un claro de 60 metros, en forma de un afloramiento aislado. A una distancia de 320 metros, siempre en la misma dirección general NW, puede verse en una corta zanja un afloramiento de rocas del basamento muy trituradas, indicando que por ese lugar pasa la falla. No es visible en ese punto el contacto con el Pampeano, pero éste aflora, abajo, en el lecho del cercano río. En total resulta evidenciada la falla en un trecho de 590 metros, contados desde el punto de salida, en el Vallecito.

El Pampeano es visible desde el pie de nuestra barranca, en el mismo lecho del río, debajo del agua, en forma aislada, hasta el punto señalado en el bosquejo de la figura 1 con un asterisco; allá

¹ La leyenda dice "margen derecha" del río, un *lapsus calami*, como se desprende del texto.

² (Con un pequeño dique aguas arriba; lo llamaré a continuación "el vallecito").

sale fuera del agua por un trecho de 50 metros, con espesor visible de 1,50 metros, siempre cubierto por ripio de terraza. El estudiante Pedro A. Leonardi extrajo en el lugar una placa aun no determinada, que perteneció probablemente a un *Daedicurus*, en un banco cubierto por el agua.

En todo el trecho, entre el vallecito mencionado y un poco más allá de la zanja honda, se ve claramente que el plano de contacto entre el Pampeano y los esquistos cristalinos se inclina hacia el E. hacia la sierra. En muchos puntos del contacto se puede medir perfectamente bien la inclinación del plano de falla, la que varía entre 30° y 40°, siendo en el punto más al NW de 45°. El lugar más impresionante se encuentra en una corta zanja, paralela al Vallecito y a poca distancia de éste. Allí se han formado dos pequeñas semi-cuevas con techo sobresaliente, en el contacto del Pampeano con los esquistos (véase la fig. 4). Una falla transversal, de 1,25 metros de rechazo, cruza el contacto y desplaza la parte sudoriental hacia arriba.

Otro punto digno de mención se encuentra más al NW, en donde la abrupta barranca del Pampeano desaparece. El faldeo está surcado por la mencionada zanja honda, la que surca los esquistos y el Pampeano subyacente. En el límite hay un pequeño salto. El plano de la falla inversa es perfectamente visible. La zanja está labrada en una ondulación de la falda. La forma como aflora el contacto entre Pampeano y esquistos es la forma típica para el afloramiento de un plano inclinado contra la pendiente topográfica en terreno accidentado.

A lo largo de todo el trecho hasta ahora mencionado, el carácter inverso de la falla es evidente. En las paredes de la barranca se nota, en posición subhorizontal, el Pampeano, tectónicamente afectado, pero solamente cerca del contacto. Llama la atención que los esquistos sobrepuestos estén tectónicamente afectados en mayor grado. Aplastamiento y trituración, brechas tectónicas, fracturación de filones de pegmatitas y de cuarzo, esquistización de filones o mantos de rocas básicas, y muchas vetitas de calcita, todos éstos, fenómenos característicos a lo largo de planos de fallas, que son observables en este caso en el faldeo, hasta muy arriba. Estando los esquistos mucho más afectados que el Pampeano, es evidente que ellos ya han sufrido serias compresiones tectónicas antes de haber sido empujados sobre éste. La inclinación de los esquistos es constante hacia el NE en todo el faldeo ¹.

¹ La interesante y trascendente falla de Potrero de Garay desaparecerá dentro de poco debajo del nivel máximo del futuro lago de embalse; por tal motivo cito los

Al sudeste del Vallecito la falla de Potrero de Garay sigue con rumbo SE. En el Vallecito es bien visible en la orilla derecha. Al otro lado de él, el límite entre Pampeano y esquistos es reconocible hasta cerca de la capilla, aunque no está tan bien expuesto como en el N. Más allá es posible trazar, aproximadamente, la falla hasta el río de los Molinos. Está marcada por un bordo formado por los esquistos. Resulta así la falla claramente evidenciada en casi un kilómetro, siendo indudable su extensión en otro kilómetro más, hasta el río de los Molinos.

Al sur del río de los Molinos, un bordo de poca altura, de esquistos cristalinos, puede ser interpretado como continuación del labio superior de la falla. Esta falla tuerce hacia el S y desaparece pronto bajo cubiertas cuartarias. No puede decirse si muere allí o si converge con la falla principal de la sierra Chica.

El Pampeano de las barrancas del río San Pedro pertenece a un relleno de mayor extensión en el valle del río de los Reartes. No es muy potente. El antiguo Basamento aflora en varios lugares (Castellanos, 3 y 4). En el río San Pedro el Pampeano es visible, en el lecho del río, hasta el lugar del nuevo hallazgo de una placa de *Daeidicurus*. Sigue todavía un largo trecho más arriba; recién en las cercanías de los balnearios de Ciudad de América aparece el Basamento.

Al sur del río de los Molinos, el Pampeano se acerca mucho, en parte, a la falda de la sierra, pero en ningún lugar es visible un contacto. Modernos conos de deyección, escombros de faldeo, etcétera, cubren no solamente la posible continuación de la falla del Potrero de Garay, sino también, casi en todas partes, la falla principal, marginal de la sierra Chica. Esta corre más al E que la de Garay. (Véase fig. 1.)

Entre los lugares donde la faja de la falla principal está expuesta, se destaca actualmente la pared de la excavación para el tanque subterráneo de agua de Villa Eva Perón. Sobre esquistos amasados, arrugados y fallados de la parte inferior de la pared yace un paquete de esquistos más tranquilos, separados de los de abajo por un plano liso, de corrimiento tectónico, que se inclina hacia el ENE con sólo 15°. En el contacto hay arcilla de falla. Es un neto sobreescurrecimiento. Es difícil decir si tiene más importancia que la local. Catorce kilómetros más al S, un kilómetro al sur de la Estación de Servicio de Y. P. F. de Villa General Belgrano, canteras inmediata-

colegas con los cuales he visitado el lugar: C. Báez, O. Braccini, G. Carafí, R. de la Vega, F. González Bonorino, W. Gross, J. Keidel, J. Olsacher, M. Pensa, W. Sander, todos los cuales se mostraron muy interesados en el fenómeno tectónico por la nitidez e indiscutibilidad del carácter de la dislocación.



Fig. 3. — El primer escalón con la barranca en la sombra está constituido por Pampeano superior. Encima de éste yacen los esquistos cristalinos de la Sierra Chica. El contacto está marcado por la línea de sombra que produce el escalón superior. Abajo el Río San Pedro. Vista tomada en dirección NW.



Fig. 1. — Detalle del sobreescorrimiento en la semi-cueva mencionada en el texto. El techo oscuro, sobresaliente, está formado por esquistos cristalinos; abajo el Pampeano superior. El plano de corrimiento se inclina a! NE, con 30°.

mente al este de la Ruta 36 permiten formarse una idea de la intensa fracturación y trituración en la faja de la falla marginal de la sierra Chica.

Al norte del río de los Molinos, en el puente sobre el primer arroyo cruzado por el nuevo trazado de la Ruta 36, a 600 metros al sur de la horqueta de los caminos, los trabajos viales hicieron visible una fuerte trituración de la roca. Hacia el sur la ruta sigue por un trecho en esquistos muy dislocados. Una faja ancha de roca triturada, antes muy bien expuesta sobre la Ruta 36 a unos 150 m al norte del empalme mencionado, en la actualidad bastante borrado por nivelado, es otra evidencia.

La existencia de una falla queda indicada aquí, además, por una vertiente de agua en la misma horqueta de los dos caminos, la que desaparece en años secos. La presencia de agua a poca profundidad está indicada por un gran número de sauces. En la excavación para la pileta de la fuente de la Hostería de la Entrada encontraron mucha arcilla "plástica" de color rojo vivo; arcilla de falla, como es de suponer.

Queda fuera de duda que con los dos últimos afloramientos mencionados, de rocas trituradas, nos encontramos en la continuación de la dislocación que proviene del tanque de Villa Eva Perón. En el trecho intermedio hay poca pero suficiente evidencia para demostrar la existencia de la falla en la orilla sur del río de los Molinos. Rocas trituradas en cortes del camino de acceso a las obras del dique de embalse y rasgos topogáficos tales como la zanja en la orilla sur y el valle izquierdo, que inmediatamente debajo del viejo puente baja al río; además pequeñas vertientes, tanto al sur como al norte del río.

De lo expuesto se desprende que la que más al sur es falla marginal de la sierra Chica, entra al mismo cuerpo de la sierra más o menos desde el Río de los Molinos. El paso de la falla ha causado una depresión topográfica, un portezuelo, aprovechado en la Ruta 36 para cruzar la sierra. La altura del portezuelo es aproximadamente 800 m s. n. m. En el norte y en el sur la sierra se eleva en poca distancia, a 1000 m. y aun más. Es un caso similar al del portezuelo de San Roque (Quebrada Honda), depresión tectónica que separa la sierra Chica del sur de la del norte (véase Gross 7 y 8). Existen más casos análogos en las sierras de Córdoba.

Aproximadamente desde el lugar donde la falla principal de la sierra Chica entra en el cuerpo de la sierra, su papel de falla marginal pasa a la dislocación de P. de Garay, por lo menos en un trecho. Llama la atención que simultáneamente el borde topográfico de la sierra, que en el sur del río de los Molinos tiene rumbo casi exacta-

mente NS, hace un leve codo al norte del río, dirigiéndose hacia el NNW.

La falla inversa de Potrero de Garay puede ser solamente un fenómeno local, de poca extensión longitudinal, debido a una fuerte carga tectónica en este sector. Los nuevos caminos abiertos en Ciudad de América han puesto al descubierto un gran número de fallas. Los detalles tendrán que ser estudiados.

El sobreescurrecimiento de Potrero de Garay puede ser interpretado como un movimiento de compensación bajo fuerte presión. Eso no implica que también la falla principal de la sierra Chica tenga carácter inverso. Pero lo que se observa en la pared posterior del tanque de Villa Eva Perón habla, naturalmente, en favor de una falla de este tipo, probablemente para toda la extensión de la falla marginal de la sierra Chica.



Fig. 5. — Perfil esquematizado para demostrar la situación de la falla de Potrero Garay con referencia a la falla principal de la sierra Chica

En lo que concierne a *la edad del sobreescurrecimiento de Potrero de Garay*, cabe decir que éste es *más moderno que el Ensenadense*, que aflora en el lecho del río San Pedro como capa más inferior, visible desde la última barranca. A. Castellanos (3) encontró allí una placa de *Daedicurus*, y en una capa sobrepuesta, un fragmento mandibular de *Hippidium*. Encima del Ensenadense sigue, en la misma barranca, un complejo de unos 16 metros de Pampeano superior, "Postpampeano", hasta Platense, según A. Castellanos (3). Resulta un poco difícil establecer qué bancos de las subdivisiones de Castellanos están en contacto con los esquistos cristalinos en nuestra barranca. Según mi criterio, la dislocación tiene que ser Postbelgranense o aun más moderna.

Tenemos en Potrero de Garay una comprobación más de movimientos tafrogénicos cuartarios, un nuevo aporte a las muchas observaciones que en los últimos decenios han sido hechas sobre movimientos muy modernos.

Existe en la sierra Chica *otro lugar* donde dislocaciones de considerable rechazo en la época cuartaria se manifiestan claramente. En

la latitud de La Falda, en el lugar denominado *El Cuadrado*, se encuentra, en la parte cumbral de la sierra Chica del Norte, un cuerpo de depósitos de acarreo con características de conos de deyección. Por su aspecto son muy modernos. Sus componentes son de procedencia local, esquistos cristalinos, bastante angulosos. Entre el material principalmente grueso hay delgadas intercalaciones de arena y arena arcillosa. Este complejo tiene una extensión NW-SE de unos dos kilómetros, un ancho variable de más de un kilómetro y un espesor de unos 50 metros. Lo corta el camino de La Falda a Río Ceбалlos. Está señalado en el mapa de Gross (7).

La semillanura cumbral de la sierra Chica, sobre la cual yacen estos conoides, está inclinada hacia E por el vuelco del bloque de la sierra. No es una planicie perfecta, sino ondulada, con altos y bajos de pendientes muy suaves, valles anchos y chatos. Está surcada por una erosión juvenil, consecuencia del rejuvenecimiento de un viejo sistema causado por el levantamiento y vuelco del bloque. Los hondos y angostos valles juveniles entallados en la semillanura contrastan con los viejos valles. Más llamativo aun resulta el contraste con las quebradas que surcan la empinada falda occidental de la sierra. Esta escarpa es el efecto del desgaste regresivo de la pared de la falla. La llanura cumbral de la sierra termina bruscamente en el oeste. Un paseo a lo largo del borde, por ejemplo, desde Pan de Azúcar hasta la latitud de Biolet Massé, es muy instructivo. Para más detalles remito al lector a Gross (7 y 8).

Al lado del camino hay un lugar en donde se ve qué partes distales de esta formación de pie de monte han sido volcadas a uno de los antiguos valles.

Estos depósitos de El Cuadrado, yacimiento único sobre la sierra Chica, se encuentran en la actualidad en una situación completamente paradójica. Deben haber sido depositados cuando la semillanura cumbral de la sierra Chica aun no había sido levantada por el último fuerte ascenso. La diferencia de altura entre el pie de la escarpa y la base de los depósitos de El Cuadrado es de unos 400 metros. Dejo abierta la cuestión de si estos remanentes, arriba en la sierra, pueden ser correlacionados con los grandes conos de deyección de la parte baja del valle de Punilla, en particular con los del norte de La Falda.

De cualquier manera, la situación de los depósitos de El Cuadrado y los rasgos morfológicos documentan que *el último y fuerte ascenso de la sierra Chica es sumamente moderno*.

Al margen de su estudio sobre la sierra de los Llanos, B. V. Freyberg ha hecho una buena descripción de la llanura cumbral de

la sierra Chica, de los valles juveniles entallados en ella, de la abrupta caída hacia el valle de Punilla, etc. (6). Ha observado los depósitos de El Cuadrado y ha interpretado el significado de su rara situación. Su confusión en otros sedimentos más antiguos sobre la sierra se explica por la brevedad de su observación. Más tarde, Gross (7 y 8) ha tratado las cosas con mucho esmero.

Quiero abordar otra circunstancia más que nos permitirá fechar movimientos tectónicos de la sierra Chica. En su pie occidental se extiende, en el valle de Punilla, desde Biale Massé hacia el N, una franja de afloramientos aislados de *Estratos de los Llanos*, interrumpidos solamente por cubiertas cuartarias. Son conglomerados brechosos, areniscas no muy consolidadas, más o menos arcillosas, arcillas, margas, areniscas calcáreas y bancos calcáreos. Estos constituyen un horizonte muy característico de variado espesor; hay bancos bastante puros, como en Biale Massé. Los colores predominantes de las areniscas, arcillas, etc., varían del rojo al bermejo y castaño; las hay también grises y verdosas. En las areniscas de grano no demasiado grueso pueden abundar agallas de arcillas que se destacan por sus tonos más oscuros. Concreciones de ópalo son raras, siendo más frecuentes en la quebrada de Ochoa, al norte de Capilla del Monte. En la región clásica de los Estratos de los Llanos (La Rioja), las concreciones de ópalo están también muy irregularmente distribuidas. No han sido encontrados fósiles en el complejo descrito, en el valle de Punilla, pero por su semejanza con los Estratos de los Llanos de La Rioja, no cabe duda que se trata de los mismos, perteneciendo por lo tanto, según la actual opinión general, al Mioceno superior.

Los componentes de las brechas y areniscas, como también los aislados trocitos en los calcáreos, son bastante angulosos, demostrando arrastre corto. Son, en su gran mayoría, trozos de granito y pegmatita, cuarzo y feldespato. Proviene del cercano granito de la sierra Grande, en el O; trozos de esquistos de la sierra Chica son muy escasos, a pesar de que la franja de los Estratos de los Llanos, en el valle de Punilla, se encuentra en el mismo pie de la sierra Chica. En pleno contraste, todos los depósitos cuartarios que han sido acarreados desde la sierra Chica están compuestos esencialmente por trozos de esquistos. Esta diferencia es notable, por ejemplo, en Biale Massé y permite individualizar por una parte los Estratos de los Llanos, y por otra, los grandes conos de deyección cortados en altas barrancas por el río, que se sobreponen sobre los primeros.

Equivalentes de los Estratos de los Llanos del valle de Punilla se encuentran en las orillas de las Salinas Grandes. Me inclino a to-

mar como equivalentes también los calcáreos de La Playa en la falda occidental de la sierra de Guasapampa. No son travertinos de manantiales, sino travertinos lacustres. Gracias a su explotación han sido encontrados pequeños gasterópodos y huesos de mamíferos, cuya determinación desconozco. Estos calcáreos son litológicamente muy parecidos a los del valle de Punilla. Su substrato de areniscas coloradas, más o menos arcillosas y brechosas, tiene las mismas características de aquéllas. Descansan sobre el Basamento Cristalino.

En el valle de Punilla, los Estratos de los Llanos han sido depositados, evidentemente, en un viejo surco entre la actual sierra Grande y la sierra Chica, pero en un relieve muy distinto del actual, como ya lo ha expuesto Gross (7 y 8). La sierra Chica existía en aquel entonces solamente en forma de un umbral bajo. No pudo haber tenido la forma y altura actuales; en caso contrario, los Estratos de los Llanos deberían contener principalmente trozos de esquistos. La sierra Grande existía en forma de un abovedamiento de mayor extensión, pero seguramente bajo. Las razones ya han sido expuestas anteriormente.

Gross (7) ha descrito las dislocaciones que han sufrido los Estratos de los Llanos en el valle de Punilla. Para los fines de este artículo basta recalcar lo siguiente: En todo el valle, excepción hecha de Biolet Massé, la franja de los Estratos de los Llanos buza contra la sierra Chica, contra la falla. En varios lugares es dable observar el contacto con los esquistos de la sierra. Ambos están afectados por la falla, amasados y triturados, dando por resultado, a veces, una milonita de mezcla entre los esquistos y los Estratos de los Llanos. Inmediatamente al este de la franja de estos últimos, pasa la falla la sierra Chica, evidenciada por la fracturación y trituración de los esquistos y de los filones de pegmatita y cuarzo.

Remito al lector a Gross (7) para la descripción de los afloramientos más instructivos. Agregó que hoy conocemos entre Biolet Massé y La Cumbre más afloramientos, de manera que la franja de los Estratos de los Llanos resulta más coherente. En Biolet Massé se ve, en el mismo lecho del río, cómo éstos descansan sobre gneis. En todo el valle descansan sobre el Basamento, si bien la sobreposición misma no es visible directamente.

La deducción de que en el tiempo en que fueron depositados los Estratos de los Llanos, el relieve era muy distinto y mucho menos acentuado que en la actualidad, lleva, junto con lo expuesto anteriormente, a la conclusión de que hubo, por lo menos, dos fases de ascenso de la sierra Chica: una débil, antes de que fueran depositados los Estratos de los Llanos, y otra posterior que afectó a los es-

tos y que originó el actual relieve. Hace tiempo que diferentes autores han llegado a la conclusión de que hubo varias fases en el ascenso de las sierras Pampeanas, ya que la última es muy moderna. Para estas ideas tenemos, como hemos visto, buenas comprobaciones en la sierra Chica de Córdoba.

En la *sierra Grande* es más difícil demostrar que el último ascenso sea tan reciente como el de la sierra Chica. Beder (1) señaló un ascenso tectónico muy moderno, en escalones, en el flanco occidental de la sierra Grande. Creyó haber visto terrazas fluviales sobre estos escalones a gran altura sobre el actual lecho del río de los Sauces (Bolsón de Nono). Pero, por lo menos en la terraza más alta, 600 metros sobre el río, no existe ripio sino potentes brechas tectónicas y escombros de faldeo¹.

Para la región del *valle de Punilla*, Gross (7 y 8) ha descrito prolijamente, como en la latitud de Los Gigantes, en la falda oriental de la sierra Grande, existen tres escalones principales, cada uno separado del otro por una dislocación. Cada bloque termina en una superficie bastante plana, una "pampa", generalmente inclinada hacia el E, con los mismos rasgos morfológicos que tiene la semillanura cumbral de la sierra Chica. Las diferentes "pampas" de la sierra Grande fueron originalmente un plano continuado de allanamiento, que posteriormente fué quebrado por fallas y levantado en escalones. Las escarpas resultantes y las pampas están disectadas por una erosión reavivada, cuyos rasgos son muy juveniles. No entro a discutir si se trata de "truncos terminales" o de "truncos primarios"; si los conceptos de M. W. Davis o los de W. Penck explican mejor la génesis de las semillanuras, o si satisface más el concepto de L. C. King sobre el *pediplain* (pie de monte rocoso). Este autor hace mucha justicia a Penck, acepta sus principales ideas y rechaza las de Davis. Recomendando la lectura de la reciente publicación de King (9), y la de Gross sobre la morfología del valle de Punilla (8) a todos los interesados en el fenómeno de las semillanuras. En Gross se encuentran bien explicadas —en castellano— las ideas de Penck.

Para volver después al valle de Calamuchita, recordaré primero los principales rasgos del valle de Punilla: este valle es una depresión tectónica, una fosa entre la sierra Chica y la sierra Grande. Esta última, constituida casi exclusivamente por el granito del batolito de Achala, se eleva de la fosa con tres principales gradas. Los tres bloques principales son, según Gross (7), en orden ascendente, el del

¹ En la descripción geológica de la hoja 21h (Champaquí), cuya pronta publicación esperamos, encontraremos más informaciones de J. Olsacher sobre este asunto.

Potrero-Matadero, el del Mogote con el de la pampa de San Luis y el bloque de la Pampa de Achala. Las fallas que los separan son la del "Pie de Potrero", la "del Mogote" y la "de los Gigantes". Para generalizar hablamos siempre de una falla, pero en realidad se trata de un paquete de fallas más o menos paralelas, tal como en la sierra Chica. Y fuera de las "fallas principales", todos los bloques están surcados por un considerable número de fallas, longitudinales, transversales y oblicuas, indudablemente no todas de la misma edad. Los bloques que aquí nos interesan en particular, son el bloque del Mogote y el de la Pampa de Achala con los cerros de los Gigantes.

El camino vecinal, que desde la ruta nacional 20 va hasta el pie de la cuesta de los Gigantes, recorre en la semillanura del bloque del Mogote unos tres kilómetros, para terminar a una altura de 1.900 metros sobre el nivel del mar, al pie de la escarpa de los Gigantes; hay aquí un brusco acodamiento de la pendiente. En este codo encontramos la falla de los Gigantes o, más correctamente, una franja de muchas fallas paralelas, una cerca de la otra; las fallas están evidenciadas por zonas de fracturación y trituración del granito, y por vertientes de agua.

Ascendiendo por la escarpa plagada de fallas se cruza un borde destrozado por éstas, por diaclasas y por erosión, llegando a la planicie cumbre de la sierra a una altura de 2.300 metros sobre el nivel del mar. Nos encontramos aquí en el extremo norte de la pampa de Achala. Desde los Gigantes esta pampa se inclina en dirección NW, perdiendo rápidamente altura. En dirección S continúa 65 kilómetros más, contando solamente hasta el pie del Champaquí. Donde el camino Carlos Paz-Mina Clavero cruza la pampa, ella tiene más de 10 kilómetros de ancho.

El grupo de los cerros de los Gigantes, con el cerro de la Cruz y los Mogotes de los Gigantes propiamente dichos, como los más conocidos, forman un laberinto de torres, mogotes y cajones. Esto no es más que el resultado del intenso despedazamiento del borde de la pampa por fallas, diaclasas y erosión. Los Gigantes no son un grupo aparte, individualizado, como a veces se lee (en contraste con el Champaquí; véase más adelante).

Desde el pie de los Gigantes la falla continúa con rumbo NW por un kilómetro, separando con brusco acodamiento de la pendiente el bloque de Achala del bloque del Mogote; luego corre por quebradas, la última es la quebrada de la Puerta (río Retamillo, en la hoja 21 h), cambiando su papel morfológico. En dirección opuesta sigue, por lo pronto, hasta Copina (1.450 m s. n. m.), torciendo su rumbo al SSE. En general, existen dos fallas principales, paralelas, separadas por un

angosto bloque de poca altura, especie de bajo promontorio intermedio. Véanse detalles en Gross (7).

La población de Copina está situada sobre la falla. Por la escarpa, detrás de la falla, sube la carretera a Mina Clavero, con muchas vueltas, para llegar a la Pampa de Achala, a 2.200 metros sobre el nivel del mar.

Al este de Copina se extiende un plano inclinado, el mismo que hemos visto al pie de Los Gigantes, disectados los dos por erosión juvenil. El dorso del cordón de Santiago, que ya hemos mencionado como divisorio entre el valle de Punilla y el valle de Calamuchita, pertenece a este plano como un remanente perdonado por la erosión y denudación.

En contraste con el valle de Punilla, con sus tres escalones principales bien pronunciados, en el *valle de Calamuchita* existe, por lo menos a primera vista, una pendiente uniforme, sin escalones llamativos, y que se extiende, con paulatino ascenso, desde el pie de la sierra Chica en dirección a la sierra Grande, hasta que, por ejemplo, en La Cumbrecita, a 1.450 metros sobre el nivel del mar, llega a una alta escarpa. Por lo menos es así en la línea Villa General Belgrano-Atos Pampa-La Cumbrecita. Sobre este plano, inclinado hacia el E y surcado hondamente por ríos y arroyos juveniles, se encuentran, entre otras, las poblaciones de Atos Pampa, Villa Berna (El Arriño), La Trucha, partes de La Cumbrecita y Yacanto Chico. Lo llamo *plano de Atos Pampa*. Este plano corta, sin accidente topográfico, el límite entre granito y gneis, siendo ello bien observable, por ejemplo, en los alrededores de La Trucha. Sobre este plano hay grandes manchas de Pampeano superior, en hondonadas chatas, algo al este de Atos Pampa y en Atos Pampa mismo, con restos de *Glyptodon*, *Megatherium* y *Glossotherium*, según A. Castellanos (4). Un remanente muy pequeño he encontrado muy cerca, al norte de Villa Berna. Mayor extensión tiene el Pampeano en la zona de Yacanto Chico.

El acodamiento de La Cumbrecita es otra vez causado por una falla bien patente. La tomo, como Castellanos (4) y Machatscheck (10), como continuación de la de Los Gigantes-Copina. La he seguido en dirección N hasta el río Yatán (del Espinillo); más al N la he observado sólo desde lejos. Al sur de Copina la falla, junto con su escarpa, cambia la dirección SSE a una dirección general sur.

Detrás de la falla de La Cumbrecita se eleva, con empinada escarpa, el cuerpo principal de la sierra Grande. Pero la falla de La Cumbrecita se desvanece pronto en dirección S. Su papel morfoló-

gico de generador de escarpa pasa a un paquete de fallas situado más al O. Pasa por Casas Viejas a aproximadamente 1.600 metros sobre el nivel del mar. Viene del N y se deja seguir, claramente, en dirección S, pasando por Villa Alpina, situada sobre la orilla norte del río de los Reartes. Al otro lado del río se manifiesta bien en el pie de La Mesilla, habiendo entrado ya en el dominio del gneis.

Todos los ríos que vienen de la parte alta de la sierra Grande cruzan la escarpa en estrechas gargantas, con cascadas, como lo subraya A. Castellanos (4). Lo mismo sucede al norte del cordón de Santiago.

En el mencionado sector del valle de Calamuchita veo, como ya he mencionado, en el este de la escarpa de La Cumbrecita-Villa Alpina, un solo y continuo plano inclinado que se extiende hasta el pie de la sierra Chica, donde conos de deyección que salen de esta sierra se sobreponen a él. Este plano de Atos Pampa continúa, con el mismo carácter, hasta la región de Yacanto Chico (1.100 m s. n. m.). Desde más o menos ese punto se extiende en dirección SE a la cuenca del lago de embalse del río Tercero-La Cruz, perdiendo altura. Es éste el mismo concepto que tiene Machatscheck; él ha expuesto claramente los rasgos morfológicos de este sector.

Para el valle de los Reartes, parte norte del valle de Calamuchita, A. Castellanos (4) señala la existencia de dos escalones tectónicos, bajos, entre el valle y la escarpa de la sierra. No conozco personalmente los detalles en aquel paraje. Puede pensarse *a priori* en una continuación de los escalones de Las Higuieritas (Gross, 7, pág. 88). En San Clemente me pareció observar durante una rápida visita, que hay dos escalones debajo de la gran escarpa de la sierra Grande. Convendría establecer las correlaciones. Por lo demás, fallas longitudinales de menor importancia son oblicuas en toda la sierra.

De cualquier manera, las notables fallas de Pie de Potrero y del Mogote, al norte del cordón de Santiago, no lo cruzan sino que mueren antes, doblando un poco hacia el Este. Gross (7, pág. 97) ya ha señalado esto en su mapa y en el texto. Mirando desde puntos adecuados de la sierra Chica se recibe la impresión de que las mencionadas fallas, por lo menos la del Mogote, choca con el frente de la sierra Chica. Esto explicaría la diferencia entre el valle de Punilla y el de Calamuchita. Puede ser que el cordón de Santiago, dorso que separa los dos valles, no sea sólo un remanente de la original superficie de la semillanura, respetado por la erosión, sino que deba tal vez su existencia a causas tectónicas. Se encuentra precisamente en el sector donde las fallas del Pie de Potrero y del Mogote desaparecen y donde, un poco al sur de Copina, aparecen las "astillas" de Las Higuieritas (Gross, 7).

No comparto la interpretación de Machatscheck, quien en su bosquejo dibuja en el sector crítico una ramificación desde la falla Cumbrecita-Copina-Gigantes, uniéndola con la falla del Mogote-Pampa de de San Luis. Tampoco estoy conforme con el rumbo que en la parte norte de su bosquejo, más o menos desde Copina, da a la “escarpa de la sierra Grande”. En realidad esta escarpa tuerce al NNW y NW, junto con la falla en su pie.

Fallas transversales y oblicuas a las principales pueden ser vistas en muchos lugares de las sierras de Córdoba; en particular en las escarpas y sus bordes donde las condiciones son favorables para su observación. Un solo ejemplo: en el sector de La Cumbrecita en el sistema del río del Medio, un haz de fallas de rumbo aproximadamente NE, cruza la falla NS de La Cumbrecita, por lo que la escarpa de La Cumbrecita retrocede hacia el O. Fallas oblicuas y transversales tienen tal vez un cierto papel en el origen de los dorsales interfluvios entre los ríos que bajan de la sierra Grande, si bien tengo la impresión que son esencialmente partes de la primitiva semillanura, como ya dijo Castellanos. Sus valles anchos y chatos, hondonadas y lomadas bajas determinaron los cursos de los primitivos ríos.

Si del extremo occidental del plano de Atos Pampa ascendemos, por ejemplo, desde La Cumbrecita, la escarpa en dirección al O, llegamos aproximadamente a los 2.000 metros sobre el nivel del mar, a una ancha pampa que se extiende hacia el S y N y que se eleva paulatinamente en dirección O hasta su borde occidental, que aquí tiene cerca de 2.300 metros. Nos encontramos nuevamente en el plano cumbral de la sierra Grande, continuación de la Pampa de Achala. Este verdadero altiplano se manifiesta suavemente ondulado, pero atacado y acuchillado desde el E por la acción regresiva de las cabeceras de los ríos que de la sierra bajan al valle de Calamuchita, y presenta los mismos rasgos que todas las otras semillanuras: un rejuvenecimiento de la erosión.

La pampa cae abruptamente hacia el oeste del Bolsón de Nono o más al N a la pampa de Pocho, por escalones tectónicos¹.

Como *nuevo elemento*, emerge del altiplano un bloque alargado angosto que culmina en el cerro *Champaquí* (2.883 m), punto culminante de las sierras de Córdoba. Dentro del mismo bloque se levanta, al norte del cerro Champaquí, la conspicua pirámide del cerro Grande,

¹ Para más detalles remito al lector a las hojas 20h y 21h (Gigantes y Champaquí), con la correspondiente descripción geológica, por J. Olsacher. Además, sobre el particular pueden consultarse trabajos de tesis inéditos de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba.

como la llaman los pobladores (Cerro Negro de la Hoja 21 h). Más al N se elevan aislados sobre la pampa el cerro Largo, ya mucho más bajo y otros mogotes de poca altura relativa. Da la impresión, a primera vista, de que todos estos cerros, incluso el Champaquí, fuesen “monadnocks”, cerros respetados por la llanurización. Esta era la idea de Schmieder [(11) donde se encuentra una fotografía de uno de los pequeños cerros aislados al norte del cerro Grande]. A los cerritos de más al N los conozco solamente desde lejos. Ahora bien: en la falda oriental del Champaquí he visto fallas longitudinales paralelas. Estas fallas, como también eventuales fallas transversales, no son concluyentes por sí solas, respecto al problema de si se trata de un bloque levantado tectónicamente sobre el nivel de la Pampa de Achala o si se trata de monadnocks. La razón de esto es que, si el bloque de Achala está afectado por fallas anteriores y en particular posteriores a la llanurización, los monadnocks también pueden haber sido afectados por las mismas fracturaciones. Si se tratase de un bloque tectónicamente levantado sobre la pampa, a lo largo de fallas, éstas tienen que ser fallas de rotación que produjeron un bloque en forma de cuña. Es necesario estudiar sobre el terreno detenidamente todos los aspectos.

El Champaquí y los cerros colindantes al N forman un verdadero cordón. No están coronados por remanentes de una llanura cumbral, a menos que se quiera interpretar como tal a la reducida llanura rodeada por pequeños mogotes en la cúspide del cerro Champaquí.

El Champaquí y su continuación hacia el N está cortado en el O por la caída tectónica, en escalones, de la sierra Grande, causa de uno de los más atractivos paisajes de las sierras de Córdoba.

Unos tres kilómetros, en línea recta, al SSW del cerro de la Cruz o al S de los Mogotes de Los Gigantes se levanta el pequeño cerro Aspero sobre la pampa que le rodea. Su altura relativa es de unos 30 metros. Sin embargo, este cerrito aislado llama la atención desde muy lejos. Aquí también se presenta el problema de considerarlo como un monadnock.

Entre los *problemas* de las sierras de Córdoba, uno de los más interesantes es conocer *el carácter de las grandes fallas principales que determinan los bloques*, si son *inversas o normales*. Son consideradas inversas por varios autores, aquí y en otras sierras pampeanas por contar, teóricamente, con fuerzas compresivas durante la tafrogénesis. *En la sierra Grande* (de Córdoba), tanto en su caída oriental como en la occidental, existen muchas fallas cuyos planos se inclinan ora contra el bloque levantado, ora contra la fosa, siendo la inclinación casi

siempre cercana a la vertical. Es el caso que muestra la falla principal de Los Gigantes entre la quebrada de la Puerta en el N y Copina en el S, a lo largo de su recorrido. Además, en el sector de Los Gigantes, en el borde oriental del bloque de Achala, he observado varias fallas inversas, de rumbo N-S, oblicuas a la falla principal. Una de estas fallas N-S, al O del cerro de la Cruz, se puede seguir, sin interrupción, por varios kilómetros, con un plano de inclinación constante hacia el W con 70° - 80° , siempre perfectamente visible en pared alta, sobre pendiente. Otra falla, al E del cerro de la Cruz, es evidente en varios kilómetros, con inclinación de 45° - 50° hacia el W; en un lugar puede ser observado un excelente afloramiento del plano de la falla con un perfecto espejo de fricción, debajo de éste una franja de arcilla de falla, y más abajo una potente zona de trituración. Es de lamentar que los mapas de que disponemos por su escala reducida y falta de detalles topográficos, no permitan asentar estas interesantes fallas ni algunas otras.

A la falla principal, marginal, de la sierra Chica, A. Castellanos (4) y W. Gross (7) le asignan carácter inverso, como ya mencioné. Gross se basa en particular en observaciones de la inclinación de planos de falla en el sector del dique San Roque. Estas observaciones por sí solas no me parecen suficientemente concluyentes. Tampoco lo es la inclinación oriental de los Estratos de los Llanos en el valle de Punilla (7, pág. 117). De más peso es lo observable detrás del tanque de Villa Eva Perón.

En Potrero de Garay tenemos comprobada la existencia de fuerzas compresivas. — Allí es bien visible una falla inversa, un sobreescurreamiento, en una extensión de un kilómetro seguro, y probablemente de dos. Si bien se trata de un fenómeno relativamente local, de compensación de fuerzas producidas por una convergencia de fallas, siempre indica un movimiento en dirección de E a W contra la fosa tectónica, por lo menos en una de las últimas fases del levantamiento de la sierra Chica.

Córdoba, setiembre de 1954.

ABSTRACT. — At the western foot of sierra Chica, Córdoba, north of Calamuchita valley, and near the Potrero de Garay chapel runs a thrust fault, by which Precambrian schists of the sierra Chica come to rest on upper Pampeano sediments (Pleistocene). This dislocation is excellently exposed along 210 meters and can be recognized for two kilometers at least. The thrust plane dips 30° - 40° NE. The feature is situated in a place of especial heavy tectonic burden, where the main, marginal fault of the sierra Chica enters, from the South, the body of the sierra Chica, losing its marginal character.

Attention is called upon another place of sierra Chica, namely El Cuadrado near La Falda, where modern uplift is well shown by fans resting over an uplifted crestal plain, in a situation at present paradoxical. Another data for the uplift of the sierra is given by dislocated "Estratos de los Llanos" (upper Miocene) in the Punilla valley, affected by the marginal fault of sierra Chica.

A short account is given of the main tectonic features of the eastern sierra Grande slope in valle de Punilla, to show the difference between valle de Punilla and valle de Calamuchita, both belonging to the same rift valley, between sierra Chica and sierra Grande. Contrasting with valley de Punilla and its tectonic steps, which have broken the original coherent peneplain, there is, in most of valle de Calamuchita only one inclined plain between the sierra Chica western foot hills and the high scarp of sierra Grande block. The latter is coronated by the extensive Pampa de Achala.

Potrero de Garay fault permits us not only to date the last (?) uplifting of sierra Chica (during the upper pampeano, Pleistocene) but has an interest for the solution of the problem: tension or compression, normal or reversed marginal faults, during the tafrogenesis of Argentinean sierras pampeanas?

BIBLIOGRAFIA

1. BEDÉ, R. 1916. *Estudios geológicos e hidrológicos en los alrededores de Villa Dolores (Prov. de Córdoba)*. Bol. 14 B, Dir. Gral. Min. Geol. Hidr., Bs. As.
2. — 1922. *Estudios geológicos en la sierra de Córdoba, etc.* Bol. 33 B. Dir. Gral. Min. Geol., Bs. As.
3. CASTELLANOS, A. 1935. *Los sedimentos del Pampeano inferior y del Araucano en el valle de los Reartes (sierra de Córdoba)*. Rosario.
4. — 1950/51. *Das "Valle de los Reartes" in der sierra de Córdoba*. "Die Erde", Z. d. Ges. f. Erdkunde, Heft 1, Berlin.
5. DE LA VEGA, R. R. 1950. *Contribución al estudio geológico e hidrogeológico de la cuenca del río Jesús María, Prov. de Córdoba*. Tesis inéd. Fac. C. E. F. y Naturales, Univ. Nac. de Córdoba.
6. FREYBERG, B. VON 1927. *Geologische Untersuchungen in der Sierra de los Llanos*. Abhandl. Senckenberg Naturf. Ges. XXXIX, Frankfurt.
7. GROSS, W. 1948. *Cuadro tectónico del valle de Punilla*. Rev. Asoc. Geol. Arg. III, 2, Bs. As.
8. — 1948. *Cuadro morfológico del valle de Punilla*. Rev. Fac. C. E. F. y Naturales, Univ. Nac. Córdoba, XI, 4, Córdoba.
9. KING, L. C. 1953. *Canons of landscape evolution*. Bull. Geol. Soc. Am. IXIV, 7.
10. MACHATSHECK, F. 1950/51. *In den Sierren von Córdoba*. "Die Erde", Z. d. Ges. f. Erdkunde, Heft 1, Berlin.
11. SCHMIEDER, O. 1921. *Apuntes geomorfológicos de la sierra Grande de Córdoba*. Bol. Acad. Nac. Cs. Córdoba, XXV.