

REVISTA
DE LA
ASOCIACION GEOLOGICA ARGENTINA

SUMARIO

- | | |
|--|-----|
| M. G. MÉSIGOS, El paleozoico superior de Barreal y su continuación austral. « Sierra de Barreal » (provincia de San Juan)..... | 65 |
| G. FURQUE, Estudio hidrogeológico de las vertientes de Quilino (provincia de Córdoba)..... | 100 |

BUENOS AIRES
REPUBLICA ARGENTINA

1953

REVISTA
DE LA
ASOCIACION GEOLOGICA ARGENTINA

Tomo VIII

Abril de 1953

Nº 2

EL PALEOZOICO SUPERIOR DE BARREAL Y SU CONTINUACION AUSTRAL

« SIERRA DE BARREAL »

(PROVINCIA DE SAN JUAN)

POR MARCELO GUILLERMO MESIGOS

INTRODUCCIÓN

Para la realización del presente trabajo fué necesario una campaña de dos meses, durante los cuales se realizó el relevamiento topográfico y geológico a escala 1:10.000 de una zona que abarca 18 kilómetros cuadrados en la llamada « Sierra de Barreal » situada al este del pueblo del mismo nombre.

Además del mapa ya mencionado se ha realizado una serie de 25 perfiles transversales al rumbo general de la estructura y separados entre sí por poca distancia, con los cuales ha sido posible desentrañar la complicada estructura de esta « Sierra ».

El trabajo ha sido completado con el estudio y la revisión de los fósiles hallados en la región y su comparación con otras faunas carboníferas, no sólo de nuestro país sino también de los Estados Unidos, de Europa y de Asia.

1. UBICACIÓN DE LA ZONA Y RASGOS GEOMORFOLÓGICOS

La zona estudiada se halla ubicada en el Departamento de Calingasta, Provincia de San Juan. Comprende la parte norte de una angosta faja, constituida ante todo por rocas paleozoicas que, desde las cercanías del pueblo de Sorocayense se extiende hasta más allá de Leoncito Encima¹ a lo largo del borde occidental de la Precordillera.

¹ Este lugar es conocido en la literatura geológica con este nombre, sin embargo el nombre topográfico correcto es: « Estancia del Leoncito de Arriba ». En el presente trabajo se usará el primero que es el generalizado por el uso.

This One

5



442F-4UN-PNPD

La parte norte de esta angosta faja situada directamente al este de los pueblos de Sorocayense y Barreal, suele distinguirse con el nombre de «Sierra Colorada de Barreal» o simplemente «Sierra de Barreal». Esta región forma una unidad morfo-estructural perfectamente definida y claramente separada del Cordón del Cerro Bola que se eleva bastante más al este.

La «Sierra de Barreal» alcanza aquí alturas absolutas de 2200 metros sobre el nivel del mar, pero sólo de unos 500 metros sobre el nivel del ancho valle del Río de los Patos.

A partir del Río de los Patos hacia el este se encuentra primero un plano inclinado hacia el oeste, constituido por conos de deyección del Pleistoceno, algo aterrizados, que se apoyan luego al este del último canal de riego, contra las rocas paleozoicas de la «Sierra de Barreal».

Esta Sierra está surcada por numerosas quebradas secas con desagüe hacia el oeste, que la recortan profundamente originando un relieve juvenil áspero y abrupto. Los fuertes desniveles y los numerosos saltos que interrumpen las vaguadas, dificultan considerablemente el acceso y el recorrido de esta zona desértica.

Sigue hacia el este a esta faja de rocas paleozoicas de 2 km de ancho, una región constituida otra vez, por acumulaciones aluvionales cuaternarias, viejos conos de deyección, hoy elevados a considerable altura ya que alcanzan los 2400 metros, o sea un nivel más alto que el de las más altas cumbres de la «Sierra de Barreal».

Refiriéndonos ahora a la zona de afloramientos paleozoicos, es decir a la llamada «Sierra de Barreal», se observa en el extremo sur de ella un braquianticlinal de rumbo norte-sur al que denominaré *Braquianticlinal de El Paso*, poco más al nor-oeste de él se puede observar otro braquianticlinal de mayor tamaño que el primero y también de rumbo norte-sur y al que denominaré *Braquianticlinal de Hoyada Verde* y que se halla en el centro de la zona relevada: interpuesto entre ambos braquianticlinales se observa un sinclinal muy apretado de rumbo nordeste-suroeste y que se hunde tanto hacia el norte como hacia el sur.

Es evidente que en la llamada «Sierra de Barreal», la estructura interna ejerce un control estricto sobre las líneas de drenaje, las que se disponen siguiendo generalmente diaclasas, fracturas u otras líneas de mínima resistencia.

Así por ejemplo sucede con la quebrada de Un Salto, que corre paralelamente al ala este y noreste del «Braquianticlinal de Hoyada Verde», atraviesa luego la estructura de este a oeste aprovechando una línea de mínima resistencia, que en este caso es posiblemente una zona de diaclasas de tracción; lo mismo sucede con la Quebrada de la Liebre y

con todas las quebradas que corren de este a oeste, es decir aquéllas cuyo rumbo es normal con respecto de la estructura.

En cambio en las quebradas que corren paralelamente al rumbo de la estructura se observa que en ellas el control lo ejercen ya fallas longitudinales o bien intercalaciones de « flagstones »¹ de menor resistencia que el resto de las rocas.

2. INVESTIGACIONES ANTERIORES

El paleozoico superior fosilífero de la región de Barreal fué descubierto por Stappenbeck, quien en 1910 publicó una sucinta descripción de los afloramientos hallados en la Quebrada de Un Salto o del Salto. En las localidades conocidas hoy con los nombres de « Esquina Gris » y « Esquina Colorada », coleccionó abundantes restos de braquiópodos, gastrópodos, cefalópodos y otros fósiles muy deficientemente conservados. La similitud de algunos ejemplares con *Productus-cora* D'Orb., *Productus lineatus* Waagen y *Productus pustulatus* y ante todo la presencia de un *Spiriferidae* que identificara con *Spirifer supramosquensis* Nick., le llevó a sugerir una edad Carbónica para la fauna y señalar «el piso como piso del *Spirifer supramosquensis* (Stappenbeck, 1910, pág. 38).

Años después, en 1937, Du Toit visitó la localidad descubierta por Stappenbeck, pero extendió sus observaciones a la región situada al sur de la Quebrada del Salto, descubriendo las tillitas y sedimentos asociados que afloran en la localidad llamada « Hoyada Verde » en el mapa que acompaña a este trabajo. En lutitas verdes, poco arriba de estas tillitas, halló nuevos fósiles marinos, en un nivel que consideró inferior al descubierta por Stappenbeck en la Quebrada del Salto.

En 1927, Du Toit dió a conocer sus observaciones, estimando que las tillitas y sedimentos fosilíferos asociados, constituyen el núcleo de un domo o braquianticlinal en cuya ala oriental se encuentra el nivel fosilífero de « Esquina Gris ». Los fósiles coleccionados por Du Toit, tanto en la « Hoyada Verde », como en la Quebrada del Salto, fueron descritos por Cowper Reed en un apéndice de aquel trabajo. Pese a que los fósiles provienen de dos niveles distintos y que no existe ninguna especie común a ambos, Cowper Reed discutió la edad de los mismos como si hubieran sido coleccionados en un solo horizonte y constituyeran una sola fauna.

En base ante todo de su determinación de *Spirifer cf. supramosquen-*

¹ « Flagstones » : arenisca, generalmente arcillosa de grano muy fino, finamente estratificada y con « ripple marks » en las superficies de estratificación.

sis Nik, *Spirifer rajah* Salter, *Spirifer mexicanus* Shum, var. *neotropica* Reed y *Spiriferina zewanensis* (Diener), llegó a la conclusión de que la fauna correspondía al Carbónico superior. Destacó sus notables diferencias con las faunas Carbónicas de Brasil y Bolivia y señaló, que aparte de ciertas relaciones con la fauna de Guadalupe, descrita por Girty, tampoco presentaba semejanzas especiales con las norteamericanas.

En 1939, Keidel se refirió con cierto detalle a la región de Barreal en su estudio sobre los « Gondwanides Argentinos ». Señaló que la « fauna Carbónica » de Barreal descrita por Reed no es una única unidad sino que, tal como Du Toit lo mencionara proviene de dos localidades y niveles distintos. Basándose en la presencia de *Spirifer zewanensis* (Diener), identificada por Reed en la fauna del nivel inferior, es decir, en las lutitas de la « Hoyada Verde », llegó a la conclusión de que esta fauna era más joven que la de *Spirifer supramosquensis* de la Quebrada del Salto, en razón de que *Spiriferina zewanensis* es una forma conocida del Pérmico de Zewan, en la India. Según Keidel pues, el núcleo del « domo » de Du Toit estaría constituido por una serie Pérmica mientras que las « alas » estarían formadas por una sucesión del Carbónico. De tal manera el « domo » vino a ser considerado una verdadera « ventana tectónica » en el sentido de los geólogos alpinos.

En 1944 la región fué nuevamente estudiada por A. Cuerda. El resultado de estas investigaciones, que constituyeron el tema de una tesis doctoral en la Universidad de La Plata, aún no ha sido publicado ¹.

Cuerda circunscribió su investigación a la serie de tillitas y sedimentos asociados que afloran en la « Hoyada Verde » y pudo demostrar, con el hallazgo de *Syringothyris Keideli* Harr. en las lutitas del nivel inferior de Du Toit, que esta serie lejos de corresponder al Pérmico, debe atribuirse en verdad al Carbónico inferior. Cuerda distinguió pues una « serie inferior » infracarbónica y una « serie superior » supracarbónica que constituye los flancos del braquianticlinal, volviéndose a la idea de un « domo » expuesta por Du Toit.

Por otra parte señaló que la « serie inferior » constituida por diversos sedimentos, se halla fuertemente plegada e imbricada y que la « serie superior » se dispone en marcada discordancia angular sobre esta estructura más antigua.

Cuando Cuerda daba ya fin a sus estudios, Heim visitó la región y le acompañó en sus trabajos durante algunos días. En 1945, Heim publicó una breve descripción de la geología de esta zona, que si bien es atinada en ciertos aspectos, adolece de algunos defectos serios.

¹ Los fósiles coleccionados por Cuerda fueron determinados por Leanza en (19).

Tal como Cuerda, Heim interpretó la zona como constituida por un gran braquianticlinal de rumbo NNW, con el núcleo formado por una serie infracarbónica y una serie supracarbónica en discordancia angular sobre la primera.

La serie superior estaría a su vez plegada y sobre ella descansan en discordancia angular muy marcada, pórfidos cuarcíferos y tobas de pórfidos atribuidas al Triásico.

En 1949 Keidel, aceptando las ideas de Cuerda abandonó la idea de una « Ventana Tectónica », y admitiendo la edad Infracarbónica de la « Serie inferior » se inclinó a considerar la estructura de la región de manera similar a la de Heim.

En 1949 Zöllner, extendiendo las observaciones a la zona situada al sur y suroeste de la « Hoyada Verde » y comparando la región de Barreal con la de Leoncito Encima, 20 km más al sur, distinguió una otra serie más antigua, separada del Carbónico Inferior por una discordancia angular muy marcada y a la cual atribuyó edad Devónica.

De acuerdo con las ideas de Zöllner existiría pues en Barreal tres series paleozoicas referidas respectivamente al Devónico, Carbónico Inferior y Carbónico Superior separadas respectivamente entre sí por discordancias angulares y cubiertas por pórfidos cuarcíferos y otras rocas triásicas, también en discordancia angular sobre las rocas paleozoicas.

Según Zöllner los movimientos tectónicos más antiguos acaecidos en esta región, que él llama « pretilíticos » serían del Devónico Superior y habrían producido una compleja estructura imbricada en las capas paleozoicas más antiguas de Barreal. Luego se habrían producido movimientos intercarbónicos más débiles que dislocaron la « Serie inferior » de Barreal. En tiempos Post-Carbónicos y pre-Triásico superior se habría producido un tercer ciclo de movimientos, dando origen al plegamiento de la « Serie superior » de Barreal o de los « flancos del anticlinal ». Luego, movimientos post-triásicos y pre-miocénicos habrán dado origen a la discordancia entre los depósitos triásicos y los llamados « estratos calchaqueños ».

Por último, movimientos cuartarios habrían abovedado los sedimentos del cuartario inferior de esta región que, en parte, se encuentran hoy en posición subvertical.

3. ESTRATIGRAFÍA

El presente estudio tiene por objeto primordial la investigación de la estructura tectónica de la « Sierra de Barreal ». Etapa previa a todo intento de análisis tectónico es, sin embargo, el estudio de la sucesión estratigráfica de la región. En este caso la complejidad manifiesta de tal

estructura, producto de repetidos movimientos tectónicos de desigual intensidad e importancia, ha obligado a profundizar el análisis estratigráfico y ha llevado a distinguir diversas formaciones paleozoicas sin cuya individualización fracasaría toda posibilidad de entender cabalmente el problema estructural.

El cuadro siguiente resume mis observaciones referentes a la sucesión estratigráfica expuesta en la Sierra de Barreal. Cabe señalar que, siguiendo las modernas tendencias de nomenclatura estratigráfica, he utilizado el término «formación», para designar «unidades de roca» y el de «grupo» para el conjunto de dos o más formaciones.

Edad	Formación	Espesor (mts.)
Cuartario	Conos subrecientes	?
	Cuartario viejo	
D	D	
Mio-plioceno	« Estratos calchaqueños »	?
D	D	
Trias superior	Grupo de Sorocayense	650
D	D	
Pennsylvaniano	Grupo de Barreal { Formación Mono Verde » Esquina Gris » Tres Saltos	320
		470
		737
D	D	1.527
Mississippiano	Grupo de San Eduardo { Formación El Retamo Form. Hoyada Verde Formación El Paso	182
		335
		220
D	D	737
Ordovícico	Formación de Hilario	400
	BASE OCULTA	

A. Paleozoico

Como se ha mencionado ya, en la Sierra de Barreal afloran diversas formaciones de sedimentos paleozoicos que pueden agruparse en tres conjuntos distintos según su edad.

Las rocas más antiguas tomadas por Devónicas, pero que aquí consideraré como más probablemente Ordovícicas, aparecen constituyendo el núcleo más antiguo del Braquianticlinal de El Paso, en el extremo austral de la zona estudiada.

Un segundo conjunto de formaciones, que por sus fósiles corresponden al período Mississippiano, se halla distribuido en tres zonas diversas: 1) formando la cubierta del núcleo ordovícico del Braquianticlinal de El

Paso; 2) constituyendo el núcleo del Braquianticlinal de Hoyada Verde en la región central de la Sierra; y 3) integrando el borde occidental del último Braquianticlinal en el extremo norte del área relevada.

Por último, un tercer conjunto de formaciones atribuidas al Pennsylvaniano en virtud de los fósiles que una de ellas contiene, forma las alas de ambos braquianticlinales y la región sinclinal interpuesta entre ellos.

a) *Ordovícico. Formación de Hilario.* — El grupo de rocas más antiguo de cuantos aparecen en la Sierra de Barreal, y al cual designaré con el nombre de Formación de Hilario aflora exclusivamente en el rincón sudeste del área relevada, constituyendo el núcleo del Braquianticlinal de El Paso. Los asomos cubren un área ovalada, de unos 800 metros de largo en sentido norte-sur y de unos 400 metros de ancho.

La Formación de Hilario consiste en una sucesión monótona de grauvacas y areniscas feldespáticas, algo metamorfizadas, de color pardogrisáceo oscuro, con algunas intercalaciones arcillosas. Las grauvacas y areniscas son compactas y masivas, estando constituidas esencialmente por cuarzo y feldespato; el tamaño de los granos es mediano y el grosor de los bancos varía entre 0,40 y 0,60 m.

La base de esta formación no es visible en la reducida zona de afloramientos. Su contacto superior es, en cambio, evidente, estando la Formación de Hilario recubierta en marcada discordancia angular por la Formación de El Paso de edad Missisippiana. Dado que las grauvacas y areniscas están fuertemente plegadas e imbricadas, teniendo hoy posición subvertical, se hace difícil calcular su espesor, pero quizá puede estimarse en unos 400 metros la potencia de la parte aflorante.

El conjunto de sedimentos que acabo de describir someramente, carece en absoluto de fósiles. Parece extraño, pues, que me haya decidido a suponerlo de edad Ordovícica, apartándome de la idea de Zöllner, quien sugiriera una fecha Devónica como la más probable.

Más extraño podría parecer aun, la designación de Formación de Hilario, que he utilizado para denotar este conjunto, pero precisamente los motivos que me han inducido a emplear tal nombre, me llevan a admitir una edad Ordovícica como la más probable.

Desde hace tiempo se conoce, tanto al norte como al este y al sudeste de la Sierra de Barreal, un potente conjunto de grauvacas y lutitas muy similares a las que afloran en el Braquianticlinal de El Paso y que han sido referidas al Devónico por Heim, Frenguelli y Zöllner. Bracaccini, sin embargo, ya ha admitido la posibilidad de que esta formación fuera Silúrica y aun quizá más antigua. En vista de que alcanzan máximo desarrollo en la región del Cerro Hilario, poco al este del pueblito del mismo nombre, cabe designar a este conjunto de rocas antiguas con el nombre de Formación de Hilario.

Las descripciones que Stipanovic (23) y Pozzo (20) hacen de este grupo de rocas, concuerdan exactamente con las características que muestran en la Sierra de Barreal. En el Cerro Hilario la formación alcanza un espesor considerable, estimado en más de 800 metros. En su parte media se intercalan allí algunas lentes de lutitas negras alumíferas que poco más al norte en la Quebrada de Alcaparrosa (Cordón de la Alumbreira), han dado escasos restos de Graptolites descubiertos por Angelelli en 1938 (1).

Los ejemplares fueron determinados por Turner (24) como :

Climacograptus aff. *antiquus* Lapw

Amplexograptus sp.

y considerados como de edad Caradociana, ya que *C. antiquus* es una especie característica del Caradociano de Gran Bretaña.

En el Braquianticlinal de El Paso no se han observado intercalaciones de lutitas negras entre las grauvacas y areniscas, pero ello se debe, probablemente, al hecho de que aquí aflora sólo la parte alta de la formación, mientras que tales lutitas se encuentran en la parte media. Teniendo en cuenta la evidente semejanza litológica entre las rocas que afloran en el núcleo del Braquianticlinal de El Paso y las que constituyen la Formación de Hilario un poco al norte de la Sierra de Barreal, he creído posible considerarlas como parte integrante de esta formación y, por ende, de edad Ordovícica.

b) *Mississippiano. Grupo de San Eduardo.* — Bajo el nombre de Grupo de San Eduardo reuniré aquí al conjunto de tres formaciones distintas desconectadas entre sí y expuestas en afloramientos separados, a las cuales designaré con los nombres de : Formación de El Paso, Formación de Hoyada Verde y Formación de El Retamo respectivamente.

Pese a esta discontinuidad física entre los asomos de las tres formaciones mencionadas, que impide establecer objetivamente sus verdaderas relaciones estratigráficas, es altamente probable que formen parte integrante de una única serie sedimentaria de edad Mississippiana, ya que todas han brindado restos fósiles referibles a tal período, aunque no directamente comparables entre sí.

La Formación de El Paso aflora sólo en el extremo sudeste del área relevada, constituyendo el ala occidental del Braquianticlinal de El Paso, recubriendo en marcada discordancia angular a la formación Ordovícica de Hilario que forma el núcleo. Por tal razón se hace probable que sea ésta la más antigua de las tres aquí reunidas en el Grupo de San Eduardo.

La Formación de Hoyada Verde forma, en cambio, el núcleo del gran Braquianticlinal de Hoyada Verde. Su contacto basal no es observable y ciertas relaciones litológicas con la Formación de El Paso, así

como paleontológicas, pues ambas encierran fósiles marinos y depósitos glaciales, hace probable que esta formación suceda a la de El Paso en aquella hipotética y única sucesión Mississippiana.

Por último la Formación de El Retamo, aflora exclusivamente en una angosta faja en el borde noroeste de la zona relevada, aislada entre fracturas y desconectada por completo de todos los demás grupos paleozoicos.

La ausencia de conglomerados glaciales y la presencia de plantas fósiles en estas capas, hace que ésta sea la más joven de las tres formaciones del Grupo de San Eduardo, sin que ello signifique admitir ninguna diferencia apreciable de edad entre ellas.

1. *Formación de El Paso* : La Formación de El Paso aflora en una faja de 300 a 400 metros de ancho y 1300 de largo, formando el ala occidental del Braquianticlinal de El Paso. El perfil estratigráfico de esta formación es como sigue (fig. 1 A) :

Techo : Formación de Tres Saltos (Pennsylvaniano)

Discordancia angular

Formación de El Paso :

	Metros
10. Lutitas muy fragmentosas de color morado, azul o verde, con intercalaciones de areniscas celeste verdosas. Escasas intercalaciones delgadas de areniscas calcáreas.....	22
9. « Tillita » de color pardo, con numerosos rodados pulidos y estriados de tamaño variable (10 cm). Los rodados son generalmente de grauvacas verdes del Devónico de la Precordillera, pero hay también de cuarzo, granitos, etc. Se observan también bloques erráticos de gran tamaño (3 m ³).....	27
8. Lutitas muy fragmentosas bien estratificadas en láminas delgadas, de color azul pasando hacia abajo a morado. Recorridas por venitas muy finas de yeso. Se encuentran restos de gastrópodos.....	25
7. Arenisca rojiza, compacta, de grano fino, estratificada en bancos gruesos. El componente principal es el cuarzo.....	30
6. Arenisca pardo amarillenta, compacta, de grano fino, bien estratificada. El componente principal es el cuarzo.....	20
5. Arenisca conglomerádica de color gris verdoso, pasando a veces a un verdadero conglomerado. El cuarzo es el componente más abundante.....	40
4. Arenisca silíceas de color pardo, de grano fino, estratificada en bancos no muy gruesos.....	20
3. Arenisca de color verde claro con coloración secundaria violácea compacta, de grano fino. El cuarzo es abundante.....	5
2. « Tillita » de color pardo con rodados pulidos y estriados, cuyo tamaño oscila entre los 0,20 cm. Posee numerosas intercalaciones de areniscas.....	25
1. Arenisca de color verde claro con coloración secundaria violeta, de grano fino. Semejante al n° 3.....	5
Total.....	219

Discordancia angular

Formación de Hilario (Ordovícico)

2. *Formación de Hoyada Verde*: Aflora en la parte central de la región relevada, en una pequeña hondonada en forma de batea que alcanza a unos 1500 m de largo en sentido norte-sur por unos 400 m de ancho. El lugar no tiene nombre vernáculo pero en virtud del color intensamente verde de las rocas que allí afloran, rodeadas por todas partes de altas escarpas de areniscas rojizas, lo he designado en mi mapa con el de Hoyada Verde. Es esta la famosa « Ventana de Barreal », en realidad otro braquianticlinal profundamente erodado en su centro y mostrando su núcleo constituido por la Formación de Hoyada Verde. La abundancia de lutitas arcillosas fácilmente desmenuzables, ha originado aquí un relieve de lomadas suaves que contrasta notablemente con el del resto de la Sierra de Barreal.

Pese a que la Formación de Hoyada Verde está plegada e imbricada a lo largo de fracturas subparalelas, ha sido posible establecer la sucesión estratigráfica de la siguiente manera (fig. 1 B):

Techo: Formación de Tres Saltos (Pennsylvaniano)

Discordancia angular

Formación de Hoyada Verde

	Metros
7. Areniscas finamente estratificadas, de color verdoso, de grano muy fino, con « ripple mark » en las muchas superficies de estratificación. Posee restos escasos de gastrópodos (<i>Worthemia</i>).....	10
6. Areniscas muy micáceas, de color verde pardusco estratificadas en láminas muy delgadas, con « ripple mark » en las superficies de estratificación. Se observan también rastros de vermes.....	80
5. Lutitas de color azul verdoso, muy fragmentosas, estratificadas en láminas muy delgadas. Recorridas por venitas de yeso muy angostas. Este miembro es muy semejante al miembro que se encuentra debajo.....	20
4. Lutitas de color azul verdoso, finamente laminadas, fragmentosas. Recorrida por finas venitas de yeso y con numerosas intercalaciones de areniscas calcáreas en bancos de 0,10 cm de espesor. Tanto en las intercalaciones calcáreas como en las lutitas mismas, se hallan abundantes fósiles, entre los que se destacan: <i>Spirifer argentinus</i> Reed, <i>Spirifer saltensis</i> Reed, <i>Torynifer pseudolineatus</i> (Hall), <i>Spiriferellina octoplicata</i> Sow, <i>Juresania juresanensis</i> (Tscher), <i>Pseudoamussium ellipticum</i> Reed, <i>Worthemia</i> sp., <i>Fenestrellina</i> sp.....	125
3. Bancos de conglomerados de color verde claro, con pequeños rodados de grauvacas y cuarcitas distribuidos en bandas paralelas y unidos por un cemento muy fino y arenoso. Es un sedimento de origen glacimarinero.....	10
2. « Tillita » de color verde botella. Los rodados son poco seleccionados, de tamaño muy variable observándose también bloques erráticos de unos 3 m ³ de volumen, es muy común encontrar rodados con las superficies pulidas y estriadas. La composición de los rodados es muy heterogénea pero predominan las grauvacas de color verde y las cuarcitas. La distribución es muy heterogénea y están ligados	

por cemento arenoso. En la parte superior de este miembro se hallan escasos restos de Gastrópodos muy mal conservados..... 50

1. Lutitas finamente laminadas de color verde o bien morado, muy fragmentosas, desintegrándose en finos trozos aciculares. Poseen numerosas concreciones calcáreas y están recorridas por finas venitas de yeso. Hay también bancos de cuarcitas intercalados de 0,20 cm de espesor. El pasaje de estas lutitas a las «tillitas» de encima es gradual. Se encuentran restos de plantas (*Dadoxylon* sp.) y Gastrópodos (*Worthemia* sp.)..... 40
- Total..... 335

Base oculta.

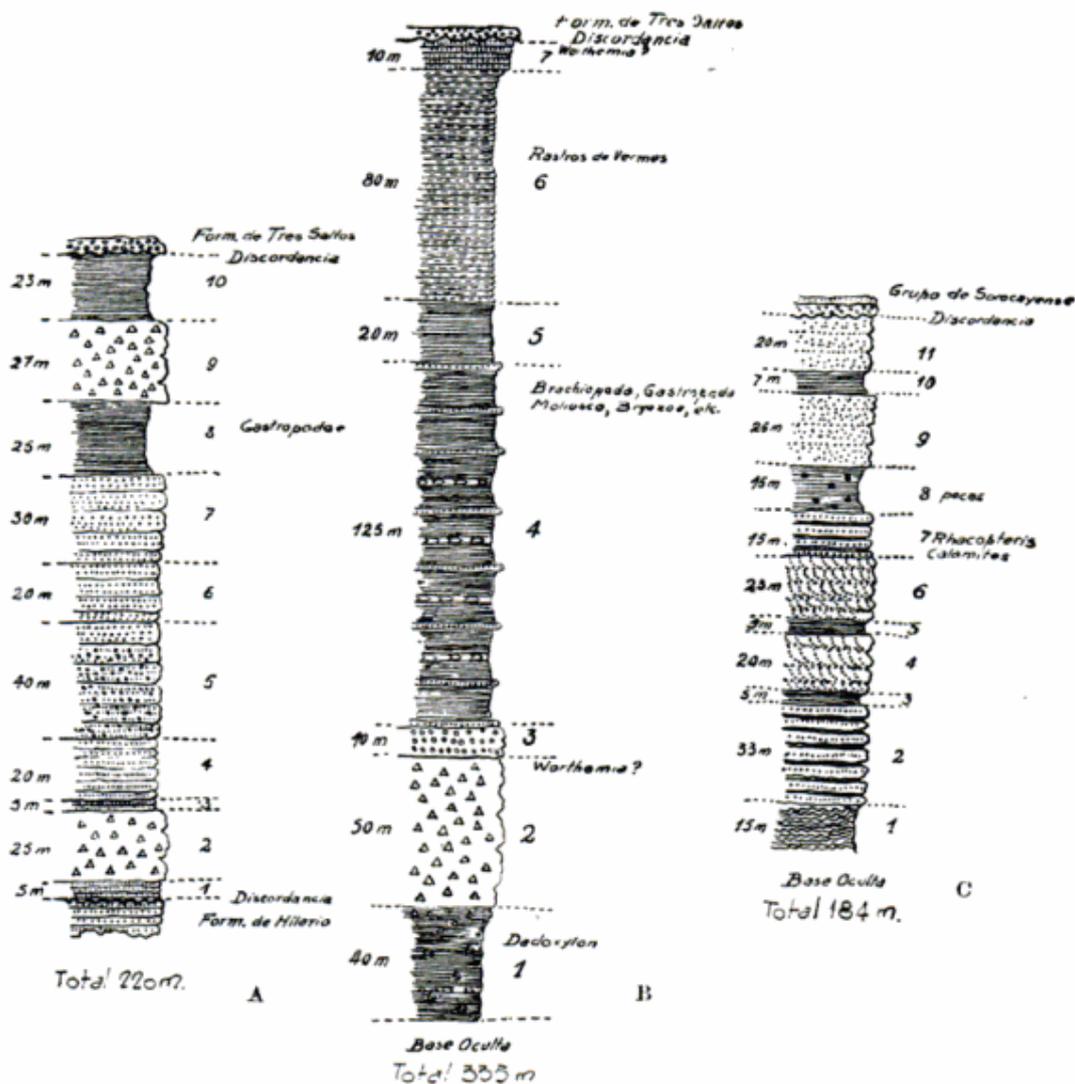


Figura 1

3. *Formación de El Retamo* : Aflora en el borde noroeste de la Sierra de Barreal, en una faja de unos 2000 m de largo en sentido norte-sur por 300 a 400 m de ancho. Esta formación se halla separada de los demás grupos de rocas paleozoicas por fracturas.

La sucesión litológica, tal como se observa en la Quebrada de El Retamo y en la Quebrada de los Tres Saltos, donde los afloramientos adquieren mayor desarrollo es como sigue (fig. 1 C) :

Techo : Sección I, Grupo de Sorocayense (Triásico Superior).

Discordancia angular

Formación de El Retamo :

	Metros
11. Areniscas feldespáticas de grano grueso, pigmentadas secundariamente de color rojo, bien estratificadas en bancos gruesos. El componente principal de esta roca es el feldespato.....	20
10. Lutitas de color verde oscuro, finamente estratificadas, muy fragmentosas	7
9. Areniscas feldespáticas de grano grueso, bien estratificadas. Este miembro es semejante al nº 11.....	25
8. Lutitas de color verde o morado, finamente estratificadas y muy fragmentosas. Posee concreciones en cuyo interior hay escamas de peces indeterminables.....	15
7. Areniscas de color verde de grano mediano o fino, estratificadas en bancos gruesos y delgados. Sobre las superficies de estratificación, poseen « ripple marks ». Intercalados hay bancos de lutitas verdes y azules que contienen restos de plantas (<i>Rhacopteris ovata</i> Walk) y pelecípodos indeterminables.....	15
6. Arenisca de color rosado, de grano mediano, muy poco coherente, estratificada en bancos gruesos, con laminación entrecruzada. Está constituida esencialmente por granos de cuarzo muy redondeados, feldespato y mica unidos por un cemento calcáreo arcilloso. Hay una intercalación de un banco de 3 m de espesor de concreciones negras dispuestas muy regularmente	23
5. Banco de lutitas azules o negras, finamente laminadas, muy fragmentosas.....	5
4. Arenisca de color blanco, muy feldespática, de grano grueso, con laminación entrecruzada, estratificada en bancos gruesos. Los componentes son : mica y granos de cuarzo muy redondeados unidos por cemento muy calcáreo.....	20
3. Lutitas de color azul-negruzco, estratificadas en láminas muy finas y muy fragmentosas.....	5
2. Areniscas de color gris violáceo, de grano fino. El componente principal es el cuarzo pero hay pequeña cantidad de mica. Tiene intercalaciones de « flagstone » de color gris violáceo.....	33
1. « Flagstone » de color verde botella.....	15
Total.....	183

Base oculta.

4. *Fósiles y edad del Grupo de San Eduardo* : Las tres formaciones reunidas aquí en el Grupo de San Eduardo han resultado fosilíferas, pero sólo los restos de invertebrados hallados en la de Hoyada Verde y de plantas en la de El Retamo, han podido determinarse específicamente.

La tabla de la página 77 enumera todas las especies identificadas hasta el presente y su posición estratigráfica dentro de las tres formaciones mencionadas.

Los fósiles marinos de la Formación de Hoyada Verde fueron des-

cubiertos por Du Toit y determinados originariamente por Cowper Reed. Algunas de las determinaciones específicas de Reed son, sin duda, incorrectas y en base a nuevo y abundante material coleccionado he podido rectificarlas en parte y añadir algunas especies a la lista.

En particular, la identificación de el pequeño Spiriferidae de Barreal como «*Spiriferina*» *zewanensis* es, evidentemente, desacertada. Los

Fósiles	Formaciones	Formación de El Paso	Formación de Hoyada Verde				Formación de El Retamo	
			Capas n°				Capas n°	
			1	2	4	7	7	8
CRINOIDEA :								
	<i>Cyathocrinus</i> sp.....			+				
BRYOZOA :								
	<i>Fenestrellina</i> aff. <i>perelegans</i> Meek.....			+				
	<i>Polypora</i> sp.....			+				
BRACHIOPODA :								
	<i>Spirifer argentinus</i> (Reed).....			+				
	<i>Spirifer saltensis</i> Reed.....			+				
	<i>Cyrtospirifer leoncitensis</i> Harr.....			+				
	<i>Syringothyris Keideli</i> Harr.....			+				
	<i>Torynifer pseudolineatus</i> (Hall.).....			+				
	<i>Spiriferellina octoplicata</i> (Sow.).....			+				
	<i>Juresania juresanensis</i> (Tscher.).....			+				
	<i>Beecheria</i> aff. <i>B. sublaevis</i> Waag.....			+				
	<i>Orbiculoidea</i> sp.....			+				
MOLLUSCA :								
	<i>Nucula</i> aff. <i>N. Bellistriata</i> (Conrad.).....			+				
	<i>Naiadites</i> sp.....			+				
	<i>Pseudoamussium ellipticum</i> Reed.....			+				
	<i>Worthemia</i> sp.....				+			
	<i>Glabrocingulun</i> sp.....			+				
	<i>Gastropoda</i> indet.....	+	+					
PISCES :								
	Gen. et sp. indet.....							+
PLANTAS :								
	<i>Dadoxylon</i> sp.....		+					
	<i>Rhacopteris ovata</i> Walk.....						+	
	<i>Calamites peruvianus</i> Goth.....						+	

excelentes ejemplares que he podido coleccionar demuestran que se trata en realidad, de *Spiriferellina (Spiriferina) octoplicata* (Sow), siendo extraordinariamente parecida a las ilustradas y descritas por F. J. North (19) del Avoniano de Gran Bretaña.

La adición más significativa a la lista de especies es, sin duda, *Torynifer pseudoliniatus* (Hall), forma característica y exclusiva, hasta ahora, del Waverlyano (Mississippiano inferior) de los EE.UU. especialmente frecuente en la Formación de Keokuk (Waverlyano Superior).

Este hecho, unido al evidente parentesco de *Syringothyris Keideli* Harr. con *Syringothyris texta* Win. de la misma formación norteamericana, me induce a considerar la edad de la Formación de Hoyada Verde como Mississippiano inferior.

Conviene mencionar, sin embargo, que *Syringothyris Keideli* Harr. y *Cyrtospirifer leoncitencis* Harr. han sido señalados por Cnerda (7) y por Keidel (1946) en la Formación Hoyada Verde, no habiendo tenido la fortuna de hallar nuevos ejemplares de estas especies. *Torynifer pseudoliniatus* (Hall), se halla, en cambio, presente tanto en Calingasta (La Capilla) como en Leoncito Encima. En ambas localidades he podido coleccionar excelentes ejemplares de esta característica especie que, en la última, se asocia a *Syringothyris Keideli* Harr. y *Cyrtospirifer leoncitencis* Harr. La presencia de estas dos especies en la Formación de Hoyada Verde, pues, no tan sólo sería de extrañar sino de esperar.

Los restos de plantas de la Formación El Retamo, originariamente descubiertos por el doctor Harrington en 1937 fueron determinados hace algún tiempo por el doctor Frenguelli. Sus identificaciones indican también una edad infracarbónica para esta formación, que concuerda perfectamente con la de la Formación de Hoyada Verde.

Por último, los Gastrópodos de la Formación de El Paso parecen corresponder a una gran forma de *Worthemia* similar a la de las capas n° 1-2-4 y 7 de la Formación de Hoyada Verde.

5. *Ambiente de sedimentación. Grupo de San Eduardo*: Admitida la sucesión El Paso-Hoyada Verde-El Retamo y tomando en consideración la constitución litológica y el contenido paleontológico de estas formaciones es dable admitir que representan parte de un ciclo sedimentario que comenzó con la acumulación de depósitos glaciales y marinos, terminando con sedimentos continentales o subcontinentales.

Los sedimentos más antiguos de la Formación de El Paso «son tillitas»: conglomerados glaciales que podrían representar depósitos francamente continentales pero que con mayores probabilidades han sido acumulados subaqueamente en ambiente marino.

Difícil es, en verdad distinguir verdaderas tillitas continentales de conglomerados glaci-marinos depositados por la licuación de una lengua glacial penetrando más o menos profundamente en el mar. El sedimento

resultante tendrá, evidentemente, caracteres similares ya que en ambos casos el agente de transporte y el proceso de acumulación es el mismo.

Sobre estas primeras tillitas aparece un espeso grupo de areniscas que, por sus características faciológicas, corresponden a sedimentos acumulados en una « undazona » según la clasificación de Rich.

La parte superior de la Formación de El Paso está constituida por lutitas finamente estratificadas, con delgadas intercalaciones de areniscas de grano fino y con escasos restos de una gran especie de *Worthenia* sp.

Este conjunto de lutitas que en su parte media lleva una intercalación de « tillitas » masivas, representan, sin duda, sedimentos acumulados en un ambiente de « clino », por lo que se hace probable que las « tillitas » sean también acumulaciones marinas. Si representan verdaderos sedimentos continentales, se deberá admitir rápidas y frecuentes oscilaciones de la cubeta sedimentaria traducidas en hundimientos y levantamientos con respecto al nivel del mar. Si bien ello no es imposible, es altamente improbable. El hecho de que los sedimentos arriba y abajo de cada intercalación de « tillitas » tanto en esta formación como en la Hoyada Verde, sean fundamentalmente marinos, hace sospechoso el origen continental de aquellas intercalaciones. Aceptar este origen equivaldría a aceptar que cada levantamiento de la cuenca ha coincidido exactamente con un período glacial y con la acumulación de tillitas verdaderas. Aún admitiendo que estas oscilaciones no fueran de origen tectónico sino que respondieran a razones isostáticas, se hace difícil admitir una coincidencia tan perfecta. Ello nos lleva a suponer, pues, que todas estas « tillitas » han sido acumuladas en ambiente marino, lo que parece confrontado por el hallazgo de gastrópodos en la parte superior de la tillita de Hoyada Verde (7).

Los dos tercios inferiores de la Formación de Hoyada Verde están constituidos por lutitas, finamente estratificadas, en parte bandeadas, a manera de « varves » y conteniendo a veces en su parte inferior, delgadas intercalaciones de areniscas. Esta sucesión contiene también una intercalación de « tillitas » masivas de unos 50 metros de espesor. El carácter de los sedimentos, los fósiles que contienen en abundancia y la manera en que se presentan los restos, indican que estas lutitas son sedimentos acumulados en ambiente de « clino », tal como aquellas de la parte alta de la Formación de El Paso. La « tillita » que como ya se ha mencionado, lleva escasos gastrópodos en su parte superior, es también muy probablemente un sedimento glaci-marino, como así mismo las lutitas bandeadas que se intercalan entre ella y las lutitas fosilíferas.

El tercio superior, en cambio, representa sin duda acumulaciones en un ambiente de « unda » y teniendo en cuenta los caracteres litológicos de los sedimentos, diríamos que se depositaron en la parte proximal de

de una «undazona» pasando a regiones francamente litorales, quizá en parte de playa.

Los «flagstones» y areniscas con las cuales se inicia la Formación de El Retamo corresponden también a típicos sedimentos de «unda» pero las areniscas con laminación entrecruzada que se les sobreponen podrían representar depósitos deltaicos. En realidad poca diferencia existe entre un delta y un «undathem» es de grado y no de cualidad, predominando en la acumulación de uno la acción fluvial y la marina en el otro.

El ambiente de sedimentación en sí es, en ambos casos, marino, pues en un delta sólo la parte superior de la planicie superior se halla bajo el control directo de acumulación fluvial. Por fuera del «borde litoral» del delta toda la planicie de acumulación se encuentra bajo el nivel del mar, y representa una verdadera «undazona» donde se originan sedimentos de transporte fluvial pero de acumulación marina.

Es posible, pues, que aquí asistamos a un episodio pasajero, donde la preponderancia de la acción fluvial sobre la marina, dió origen a acumulaciones deltaicas en ambiente de proximidad de la costa comparable al de los «flagstones» y areniscas inferiores ya mencionadas.

Los «flagstones», areniscas laminadas y lutitas que suceden a las areniscas con laminación entrecruzada, posiblemente representan acumulaciones francamente continentales, quizá depositadas en lagunas costeras y hasta en parte, depósitos fluviales. La presencia de restos de plantas fósiles y de escamas de peces en estas capas presta apoyo a esta idea.

La parte más alta de la Formación de El Retamo constituída por areniscas masivas, de grano grueso con intercalaciones de lutitas negras, podría representar también acumulaciones continentales, pero no existen datos suficientes como para emitir una opinión formal al respecto.

c) *Pennsylvaniano. Grupo de Barreal.* — El tercer conjunto de rocas Paleozoicas que afloran en esta zona, lo constituyen la Formación de Tres Saltos, la Formación de Esquina Gris y la Formación del Mono Verde, que en este orden reuniré bajo el nombre de Grupo de Barreal.

Los afloramientos del citado Grupo de Barreal se distribuyen formando las envolturas de ambos braquianticlinales y el sinclinal interpuesto entre ellos. Las distintas formaciones que constituyen este Grupo, se hallan separadas por fracturas sublongitudinales que imbrican el conjunto e impiden conocer exactamente la relación estratigráfica que existe entre ellas.

La Formación de Tres Saltos ha brindado restos de plantas y pelecipodos muy mal conservados; en la Formación de Esquina Gris y Esquina Colorada se han hallado innumerables restos de *Braquiopoda*, *Gastropoda* y *Mollusca*, etc., que han permitido referir la fauna del

Grupo de Barreal al Pennsylvaniano Superior. En la Formación del Mono Verde también se han hallado fósiles (*Pelecypoda*) que corresponden a formas conocidas del mismo nivel.

La Formación de Tres Saltos constituye la envoltura interna del núcleo Mississippiano (Formación de Hoyada Verde) del braquianticlinal de Hoyada Verde, sobre el que se apoya en discordancia angular fuerte. Forma también la envoltura externa del braquianticlinal de El Paso, recubriendo en este caso, en discordancia angular suave a la Formación de El Paso, de edad Mississippiana, es por esta razón que consideré a esta formación como la parte inferior del Grupo de Barreal.

La Formación de Esquina Gris ocupa el extremo noroeste del braquianticlinal de Hoyada Verde, acuñándose hacia el sur entre dos fracturas subparalelas. Su contacto basal no se observa, pero es probable que ella suceda a la Formación de Tres Saltos, hecho fundado exclusivamente en razones de índole tectónico.

Finalmente la Formación del Mono Verde que constituye el extremo suroeste y el sinclinal interpuesto entre ambos braquianticlinales, es considerada como la parte más alta del Grupo de Barreal, si bien es oportuno señalar que la diferencia de edad entre estas tres formaciones no debe ser apreciable.

1. *Formación de Tres Saltos* : La Formación de Tres Saltos constituye la envoltura interna del braquianticlinal de Hoyada Verde, apoyándose en discordancia angular fuerte sobre la Formación de Hoyada Verde de edad Mississippiana. Aflora también en el braquianticlinal de El Paso, constituyendo en este caso la porción occidental de la envoltura externa del mismo y apoyándose en discordancia angular suave sobre la Formación de El Paso (Mississippiano). Por el hecho de apoyarse en ambos casos sobre formaciones de edad Mississippiana consideraré a esta formación como la parte inferior del Grupo de Barreal.

El perfil estratigráfico es como sigue (fig. 2 A):

Techo : Sección I del Grupo de Sorocayense (Triásico superior)

Discordancia angular

Formación de Tres Saltos

	Metros
15. « Tillita » de color verde botella. Los rodados, pulidos y estriados, están muy dispersos, son de tamaño variable (0,10 m). Predominan los rodados de cuarcitas y grauvacas. El cemento es muy arenoso. Intercalados hay numerosos bancos de areniscas.....	25
14. Arenisca feldespática de color rojo, de grano grueso, compacta, bien estratificada en bancos gruesos o finos ¹	75
13. « Flagstone » de color violáceo finamente estratificados, muy desme-	

¹ Posee fósiles entre los que se distingue *Ps. Lineatus* Waag. *Worthemia* ? *Spiriferidae*.

nuzable en trozos de forma acicular. El componente principal es el cuarzo.....	20
12. Arenisca feldespática de color rojo, semejante al n° 14.....	280
11. « Flagstone » de color violáceo, semejante al n° 13.....	15
10. Arenisca feldespática de color rojo, semejante al n° 14.....	45
9. « Flagstone » de color violáceo, semejante al n° 13.....	15
8. Arenisca feldespática de color rojo, semejante al n° 14.....	80
7. « Flagstone » de color violáceo, semejante al n° 13.....	15
6. Arenisca feldespática de color rojo, semejante al n° 14.....	120
5. « Flagstone » de color violáceo, semejante al n° 13.....	15
4. Arenisca feldespática de color rojo, semejante al n° 14.....	14
3. « Flagstone » de color violáceo, semejante al n° 13.....	5
2. Arenisca feldespática de color rojo, semejante al n° 14.....	7
1. Conglomerado de base, de carácter glacial como lo atestigua el hecho de poseer rodados pulidos y estriados. Los rodados son generalmente de cuarzo, cuarcitas y granvacas. El cemento es muy arenoso. El espesor de este conglomerado es muy variable, siendo el máximo de.....	10
Total.....	741

Discordancia angular

Formación de El Paso y Formación de Hoyada Verde

2. *Formación de Esquina Gris*: Aflora esta formación en el extremo nordeste del braquianticlinal de Hoyada Verde. Está constituida por un conjunto de areniscas « flagstones » y lutitas, con abundantes restos de fósiles que han sido referidos a formas conocidas del Pennsylvaniano Superior.

Son éstas las capas donde coleccionó Stappenbeck los fósiles de la Quebrada del Salto, a las que consideró como correspondientes al piso de *Spirifer supramosquensis* Nik.

La sucesión estratigráfica es la siguiente (fig. 2 B):

Techo: Tobas de pórfido. Parte superior de la serie Porfirítica Triásica ? (Triásico Medio ?).

Discordancia angular

Formación de Esquina Gris

	Metros
9. Areniscas de color amarillo, de grano fino, estratificadas en bancos finos. Con « ripple marks » sobre las superficies de estratificación. El principal componente es el cuarzo.....	28
8. « Flagstones » de color morado, finamente estratificados, desmenuzables en trozos aciculares.....	12
7. Areniscas de color amarillo y de grano fino, semejantes al n° 9....	80
6. Areniscas y « flagstones » de color verde y de grano fino, estratificadas en láminas muy delgadas. Sobre las superficies de estratificación se observan « cone in cone ».....	70
5. Lutitas de color verde oscuro, finamente estratificadas, muy fraccionables. Recorridas por venitas finas de yeso.....	15
4. Lutitas de color verde oscuro, estratificadas en láminas de espesor variable (hasta 0,20 cm de espesor). Fraccionables en trozos gran-	

des. Tiene intercalaciones de areniscas finas de color gris. En este miembro se han encontrado abundantes fósiles entre los que se destacan : <i>Spirifer</i> cf. <i>S. supramosquensis</i> Nik, <i>Spirifer rajah</i> Salter, <i>Spirifer mexicanus</i> var. <i>neotropica</i> Shum, <i>Spirifer barrealsensis</i> Reed, <i>Reticularia notica</i> Reed, <i>Linoproductus cora</i> (D'Orb.), <i>Chonetes pseudovariolata</i> Nik, <i>Mourlonia barrealsensis</i> Reed, <i>Euomphalus subcircularis</i> Mansuy, <i>Aviculopecten barrealsensis</i> Reed, etc.....	12
3. « Varves » de color pardo claro.....	8
2. Lutitas de color violáceo, estratificadas en láminas finas, poco desmenuzables. Este miembro posee escasos restos fósiles entre los que se reconoce <i>Linoproductus cora</i> (D'Orb.), <i>Spirifer</i> cf. <i>S. supramosquensis</i> Nik, <i>Mourlonia barrealsensis</i> (Reed), etc.....	15
1. Areniscas de color blanco amarillento, pigmentadas secundariamente de color rojo, muy silíceas, compactas, estratificadas en bancos más o menos gruesos.....	238
Total.....	478
Base oculta.	

3. *Formación del Mono Verde* : La Formación del Mono Verde se distribuye formando el extremo sudoeste del braquianticlinal de Hoyada Verde y el sinclinal interpuesto entre ambos braquianticlinales. La segunda zona comprende una faja de unos 500 m de ancho por unos 2500 m de largo en el sentido norte-sur; la primera, en cambio, tiene 700 m de ancho pero sólo 1900 m de largo también en el sentido norte-sur.

Es un conjunto de areniscas moteadas con fajas de « flagstones » morados intercalados y en la parte superior, bancos de areniscas y « flagstones » de color verde claro.

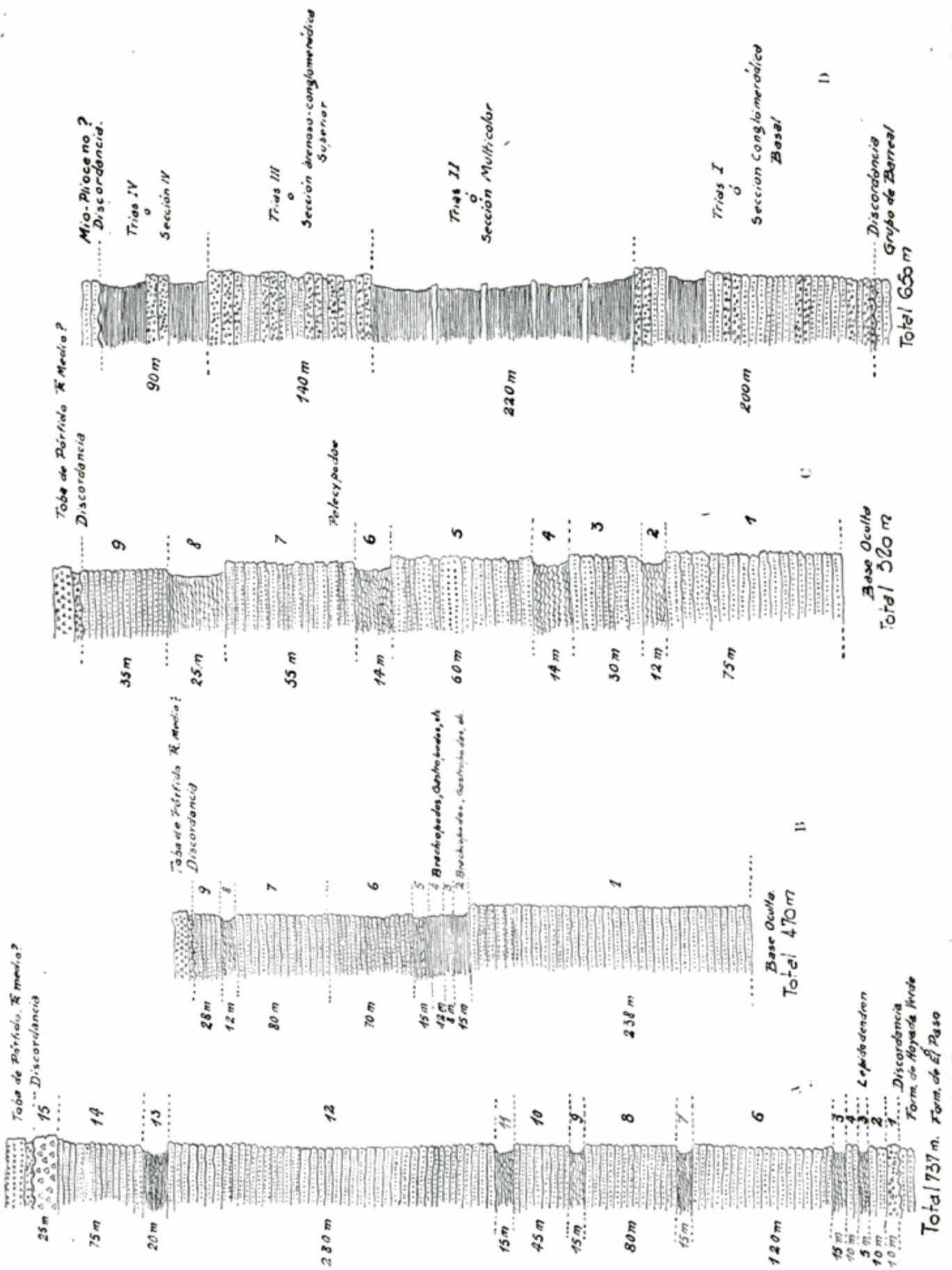
El perfil estratigráfico es el siguiente (fig. 2 C) :

Techo : Tobas de pórfido. Parte superior de la serie Porfírica Triásica † (Triásico Medio †).

Discordancia angular

Formación del Mono Verde

	Metros
9. Arenisca de color verde claro, de grano fino, estratificada en bancos delgados. En sus superficies de estratificación tiene « ripple marks ». El principal componente es el cuarzo.....	35
8. « Flagstones » y lutitas de color verde claro, estratificadas en láminas finas, muy desmenuzables.....	25
7. Areniscas de color rosado o lila con motas blancas, las motas se deben a una concentración de minerales caolínicos, son también más blancas que el resto de la roca, por lo que las superficies expuestas a la alteración carecen de ellas pues han sido eliminadas quedando sólo los huecos. El grano de esta arenisca es mediano y está estratificado en bancos de espesor muy variable. Cuando los bancos son delgados hay « ripple marks » sobre su superficie. En un banco de arenisca conglomerádica intercalada en estas areniscas encontré numerosos restos de pelecípodos que pertenecen posiblemente al género <i>Edmondia</i>	55



6. « Flagstones » de color azul o morado, finamente estratificados y muy desmenuzables	14
5. Areniscas rosadas con motas blancas, semejantes a las del n° 7.....	60
4. « Flagstones » de color azul o morado, semejantes a los del n° 6....	14
3. Arenisca de color rosado con motas blancas, semejantes a las del n° 7.....	30
2. « Flagstones » de color azul o morado, semejantes a los del n° 6....	12
1. Arenisca de color rosado, muy feldespática, de grano fino, bien estratificada en bancos más o menos gruesos.....	75
Total.....	320

Base oculta.

4. *Fósiles y edad del Grupo de Barreal*: De las tres formaciones que constituyen el Grupo de Barreal, sólo la de Esquina Gris ha brindado abundantes restos fósiles, que han podido determinarse específicamente.

En la página 86 daré una lista de las especies determinadas hasta la fecha en el Grupo de Barreal.

Los fósiles marinos de la Formación de Esquina Gris fueron descubiertos por Stappenbeck en 1910, en la Quebrada del Salto. Sus determinaciones, entre las que se destaca la de un ejemplar clasificado como *Spirifer cf. supramosquensis* Nick, lo llevaron a referir estas capas al piso de *Spirifer supramosquensis* es decir « Gscheliano ».

Años más tarde, Du Toit coleccionó nuevamente fósiles en el mismo lugar de Stappenbeck, como asimismo en una nueva localidad ubicada en la zona aquí llamada Hoyada Verde. Estos fósiles fueron estudiados por Cowper Reed, quien sin hacer distinción entre los ejemplares de los dos niveles donde coleccionó Du Toit, llegó a la conclusión de que la fauna de Barreal correspondía a la parte inferior del Carbónico Superior.

Posteriormente se han vuelto a coleccionar fósiles en las localidades de la Quebrada del Salto: Esquina Gris y Esquina Colorada como se las designa actualmente. En las nuevas colecciones no se ha identificado ninguna especie distinta de las reconocidas por Cowper Reed, si bien es cierto que ha sido necesario modificar en algunos casos las determinaciones genéricas.

Es particularmente interesante la presencia de *Euomphalus subcircularis* Mansuy, citada ya para el Carbónico Superior de Yunnan. *Productus lineatus* Waagen, considerados por Kozłowski sinónimo de *Productus cora* D'Orb., es otra de las especies identificadas en la fauna del Grupo de Barreal y conocida además en el Carbónico Superior de Bolivia. Ha sido citada también para las tres secciones de la « Productus Limestones » de Salt Range, considerada por los geólogos hindúes de edad Pérmica, y para los estratos del Carbónico Superior del Estado de Pará, Brasil.

Formaciones Fosiles	Formación de Tres Saltos	Formación de Esquina Gris	Formación de Mono Verde
	Capas n°	Capas n°	Capas n°
	2	2	4
BRYOZOA :			
<i>Fenestrellina</i> aff. <i>perelegans</i> (Meek)...			+
BRACHIOPODA :			
<i>Orbiculoidea saltensis</i> Reed.....			+
<i>Linoproductus lineatus</i> (Waag.).....			+
<i>Linoproductus cora</i> (D'Orb.).....	+	+	+
<i>Productus curvirostris</i> Schelwien, var. <i>barrealensis</i> Reed			+
<i>Productus</i> (Marginifera) <i>echinatus</i> Waagen			+
<i>Productus</i> (Marginifera) <i>spinulocostatus</i> Abich. var. <i>peregrina</i> Reed.....			+
<i>Chonetes pseudovariolata</i> Nik			+
<i>Chonetes granulifer</i> Owen			+
<i>Camarophoria mutabilis</i> Tscherniscew .			+
<i>Spirifer</i> cf. <i>supramosquensis</i> Nik.....		+	+
» <i>barrealensis</i> Reed.....			+
» <i>mexicanus</i> Shum. var. <i>neotropica</i> Reed.. ..			+
<i>Spirifer</i> (Martinia) <i>simensis</i> Tsch. ...			+
<i>Spirifer</i> (Martiniopsis) <i>aschensis</i> Tsch. ...			+
<i>Reticularia notica</i> Reed.....			+
MOLLUSCA :			
<i>Pseudoamussium</i> cf. <i>fibrillosum</i> (Salt.) .			+
<i>Aviculopecten barrealensis</i> Reed.....			+
<i>Nuculana</i> (Leda) cf. <i>bellistriata</i> Stev..			+
<i>Edmondia</i> sp			+
<i>Euomphalus subcircularis</i> Mansuy.....			+
<i>Mourlonia advena</i> (Reed)			+
<i>Mourlonia barrealensis</i> (Reed) :.....		+	+
<i>Glabrocingulum argentinus</i> (Reed).....			+
<i>Orthoceras</i> sp			+
PISCES :			
Gen. et sp. indet			+
PLANTAS :			
<i>Lepidodendron</i> sp.....	+	+	

La clasificación de un *Spiriferidae* como *Spirifer cf. supramosquensis* Nick, si la determinación fuera correcta confirmaría también que los estratos del Grupo de Barreal son de edad Carbónica Superior.

En este Grupo se ha hallado *Chonetes granulifer* Owen, especie común en el Pennsylvaniano de la parte central y oriental de Norte América, así como también una variedad de *Spirifer mexicanus* Shumard, especie ésta también común del Pennsylvaniano de EE.UU.

Ateniéndose a las relaciones de la fauna de este grupo con la de Guadalupe de los EE.UU., descripta por Girty, convendría quizás adoptar la terminología norteamericana y hablar de una edad Pennsylvaniana para el Grupo de Barreal.

En las otras dos formaciones los fósiles son escasos y mal conservados. En la Formación de Tres Saltos el doctor Harrington ha coleccionado fósiles indeterminables, mientras que en la Formación del Mono Verde, se han hallado restos de pelecípodos, en un banco intercalado en las areniscas moteadas del miembro n° 7 y que he identificado como pertenecientes al género *Edmondia*.

5. *Ambientes de sedimentación. Grupo de Barreal*: Si aceptamos la sucesión Tres Saltos-Esquina Gris-Mono Verde para las capas que constituyen el Grupo de Barreal, las características litológicas de los sedimentos y su contenido en fósiles, nos lleva a admitir que todo el conjunto fué acumulado en ambiente marino.

Las capas basales que yacen en discordancia sobre el Grupo de San Eduardo, están constituídas por conglomerados gruesos, que en parte tienen el aspecto de verdaderas «tillitas» encerrando rodados y bloques pulidos y estriados. Se trata muy probablemente de un depósito «glaci-marino», bastante variable lateralmente, ya que, en ciertos lugares cobra el aspecto de una pudinga, o suele presentarse con estratificación bastante evidente.

Sobre este grupo basal, continúa una espesa serie de areniscas feldespáticas y «flagstones» alternantes. Todo el conjunto tiene las características propias de un sedimento de «unda», y la alternancia, al menos 6 veces, de areniscas y de «flagstones», sugiere que los respectivos «ciclotems», representan un ritmo sedimentario quizá debido a débiles oscilaciones de la cuenca, con desplazamientos concomitantes de la antigua línea de costa.

La Formación de Tres Saltos termina hacia arriba, con una faja de areniscas, dentro de la cual se intercalan espesos lentes de conglomerados glaci-marinos, que contienen grandes bloques y rodados pulidos estriados.

La mitad inferior de la formación de Esquina Gris está formada por un conjunto de areniscas de características similares a las ya mencionadas, de la Formación de Tres Saltos. Como éstas, pues, parecen corresponder a sedimentos depositados en ambiente de «unda».

Sobre estas areniscas, sigue un conjunto bastante potente de lutitas finamente estratificadas, en parte fosilíferas y de colores rojizo-violáceo verdes y azules, que llevan una intercalación de sedimentos bandeados similares a « varves ». Las *litofacies* de estos depósitos, comprendiendo en el término el contenido paleontológico, indica que fueron acumulados en ambiente de « clino ». Como los sedimentos bandeados se encuentran intercalados entre lutitas con fósiles marinos, es muy probable que estas capas no representen verdaderos « varves » glaci-lacustres, sino sedimentos glaci-marinos depositados bajo condiciones similares de oscilaciones climáticas rítmicas.

Las areniscas blanquecinas de la parte superior de la Formación de Esquina Gris, señalan el avance de un nuevo « *untathem* » sobre los sedimentos de « clino » ya mencionados. Todo el conjunto de la formación del Mono Verde corresponde también a sedimentos acumulados en ambiente de « unda », volviéndose a percibir aquí alternancia de areniscas y « *flagstones* », como en el caso de la formación de Tres Saltos.

Los *ciclothems*, más irregulares, señalan otra vez oscilaciones que podrían interpretarse como debidas a desplazamientos de la línea de costa, aunque no tan rítmicos y regulares como los ya apuntados en el caso de la formación de Tres Saltos.

En lo que respecta a la región de origen de los sedimentos, poco es en verdad lo que puede decirse, ya que para ello sería necesario estudiar una región mucho más extensa que la relevada. No obstante, teniendo en cuenta que los conglomerados, glaci-marinos, tanto del Grupo de San Eduardo como del Grupo de Barreal, contienen rodados de grauwacas y cuarcitas, de tipos similares a los de los sedimentos Devónicos y Ordovícicos, como ocurre en Leoncito Encima, podemos admitir como más probable, que la zona de origen de los sedimentos, tanto del Grupo de San Eduardo como del Grupo de Barreal, se encontraba al este de la Sierra de Barreal, en la región donde se levanta hoy la Precordillera.

B. *Mesozoico*

Inmediatamente al norte de la Sierra de Barreal, los sedimentos paleozoicos que acabo de describir desaparecen bajo una espesa serie de rocas volcánicas, piroclásticas, y depósitos continentales plantíferos que, por los restos fósiles que encierran han sido referidos al Triásico superior (Keuper).

Este conjunto de rocas que ha sido estudiado detalladamente por Du Toit (9), Stipanovic (23) y Pozzo (20), está también representado en la zona relevada, si bien que aquí aparece en varias manchas pequeñas y desconectadas entre sí, formando remanentes de erosión de una cubierta otrora continua.

Como el objeto primordial de este trabajo es el estudio de las estructuras paleozoicas de la Sierra de Barreal, no he intentado un análisis detallado de estas capas mesozoicas y he creído conveniente ceñirme a las investigaciones realizadas por Stipanovic y Pozzo más al norte aceptando sus resultados estratigráficos.

Este conjunto de sedimentos triásicos, que puede designarse con el nombre de Grupo de Sorocayense, según la región donde adquiere máximo desarrollo, fué subdividido por Stipanovic en 4 « Secciones » a las cuales designó, de abajo hacia arriba: Sección Basal Conglomerádica o Triásico I, Sección Multicolor o Triásico II, Sección Arenoso-conglomerádica superior o Triásico III y Triásico IV. En realidad estas secciones son otras tantas « formaciones », cuyo conjunto constituye el aquí llamado « Grupo de Sorocayense. Según las reglas de nomenclatura estratigráfica estas formaciones deberían designarse con nombres derivados de toponímicos locales, pero, como según ya he señalado, no he creído oportuno cambiarlos, ateniéndome a la nomenclatura propuesta por Stipanovic.

1. *Toba de Pórfido* (Parte superior de la « Serie Porfirítica Triásica ? », Triásico Medio ?). — Tanto sobre la Formación de Esquina Gris como sobre la Formación del Mono Verde se apoya en discordancia angular un conjunto de conglomerados y tobas de pórfido que consideraré pertenecientes a la parte superior de la « Serie Porfirítica Triásica » referida dubitativamente al Triásico medio.

Inmediatamente por encima de los sedimentos paleozoicos se encuentra un conglomerado de espesor variable compuesto por abundantes rodados, especialmente de pórfidos y que, evidentemente, ha rellenado en forma rápida un relieve muy pronunciado. Luego del conglomerado sigue una toba cinerítica de pórfido cuarcífero de color rojo ladrillo y de bastante espesor que se apoya normalmente sobre el conglomerado.

Sobre la superficie de esta toba se observan cavidades de forma variada o bien regular, dejadas por minerales desaparecidos y que dan a la roca un aspecto poroso, a pesar de que en general es compacta. Al observarla al microscopio se observa una estructura porfiroclástica. El cuarzo es el principal componente, presentándose en granos de forma irregular, a veces angulosos y otras idioformo, con inclusiones de zircón. Hay además biotita en cristales alargados muy alterados. Se observa también en menor proporción granos de microclino y como minerales secundarios calcita y óxidos de hierro, estos últimos manchan toda la roca de un color rojizo. El cemento es cinerítico devitrificado. La observación de estos caracteres como así también de los contactos de la roca permite afirmar que se trata de una toba cinerítica de pórfido cuarcífero.

Hacia arriba la toba pasa a una brecha tobácea.

2. *Toba de Pórfido*. — Al oeste de la Formación de El Retamo y separada de ella por una falla sublongitudinal se observan pequeños remanentes de tobas de pórfido de color rojo toscano, con rumbo 110° y que buzan 35° a 40° hacia el oeste hundiéndose debajo del pleistoceno.

Se encuentra primero una toba fina de color rojo oscuro, sigue luego una toba compacta de color rojo toscano, compuesta esencialmente por cristales irregulares de cuarzo y feldespato, con pasta afanítica. Observándola al microscopio se distinguen fenocristales de cuarzo, sanidina y de minerales ferromagnésicos, a veces también, pequeños rodaditos de cuarcita y numerosas microlitas. La calcita y el óxido de hierro están presentes como productos de alteración.

Esta toba se distingue muy fácilmente de las tobas correspondientes a la « Serie Porfirítica Triásica » por su color y su composición mineralógica.

Por encima de ella hallamos una toba brechosa también de color rojo toscano.

Su edad queda indeterminada y sólo se la puede referir en forma dubitativa al Triásico superior.

3. *Grupo de Sorocayense*. Triásico Superior (Keuper). — Los sedimentos pertenecientes al Triásico superior que afloran en la zona relevada han sido estudiados detalladamente por Stipanovic (23) y Pozzo (20). Como el objeto primordial de este trabajo es el estudio de las estructuras y los conjuntos paleozoicos, me atenderé en cuanto se refiera a los sedimentos del Triásico, a las conclusiones de los autores mencionados. Sin embargo, como ya lo dije anteriormente, designaré a este conjunto de sedimentos con el nombre de Grupo de Sorocayense por ser próximo al pueblo de este nombre donde ellos adquieren más desarrollo.

Se considerará este grupo dividido en cuatro secciones que, según las denominaciones de Stipanovic, son: Sección IV o Triásico IV; Sección arenoso-conglomerádica superior o Triásico III; Sección multicolor o Triásico II y Sección conglomerádica basal o Triásico I.

En la Sierra de Barreal el Grupo de Sorocayense aflora en los Colorados. Hallamos también afloramientos correspondientes a este grupo, en el extremo noroeste del braquianticlinal de Hoyada Verde, apoyándose en discordancia sobre los sedimentos de la Formación El Retamo.

El Triásico I o Sección basal conglomerádica aflora al sur de los Cerros Colorados, donde se apoya en discordancia sobre el Grupo de Barreal. Aparece también en los remanentes de areniscas que se apoyan discordantemente sobre la Formación de El Retamo, y en un pequeño afloramiento de 3 metros de espesor de conglomerados a la altura del perfil n° 18, que se apoya discordantemente sobre la formación de El Retamo han sido consideradas pertenecientes a esta sección por su semejanza

con los conglomerados y areniscas de la sección basal conglomerádica.

El perfil completo del Triásico I no se halla en la zona estudiada, donde se observa esta sección parcialmente, pero de la lectura del trabajo de Stipanovic se desprende que la Sección basal conglomerádica está constituida por un conjunto de conglomerados y areniscas en la parte inferior y luego sedimentos tobáceos de color rojo. Más arriba aún aparece el primer nivel fosilífero con restos de plantas y con bancos de ópalo, de color oscuro, intercalados.

El espesor de esta sección no ha sido medido exactamente, por impedirlo la presencia de fracturas, pero Stipanovic lo ha calculado en unos 200 metros como máximo.

Comienza luego el Triásico II o Sección multicolor cuyo perfil completo se puede observar en la parte inferior de la ladera de los Cerros Colorados. En esta sección predominan las tobas arenosas o bentoníticas con varios niveles de plantas fósiles. Corresponde también al Triásico II el nivel de bentonita que se explota en la mina de la Quebrada de la Cortaderita. El espesor ha sido calculado por Stipanovic en unos 200 metros.

Sigue luego el Triásico III o Sección arenoso-conglomerádica superior cuyo perfil completo aflora en la parte superior de la ladera de los Cos. Colorados. Esta parte está formada principalmente por sedimentos arenosos y conglomerádicos, con numerosas intercalaciones de tobas finas de color rojo. La parte inferior de color rojo ladrillo es aquella que Du Toit llamó « red conglomeratic strats of stage V » y a la que consideró de edad reto-liásica.

La parte superior es de color pardo terroso y está constituida por conglomerados finos y areniscas gruesas. El espesor de esta sección se calcula en 120 metros.

El Triásico IV se distingue fácilmente por el tipo y la coloración de los sedimentos que lo forman. Aflora en la parte más alta de los Cerros Colorados, pero allí sólo se observa su parte inferior. La superior no aparece en la parte relevada y sólo se encuentra más al norte, en la Quebrada de Cepeda. Los sedimentos son esencialmente tobas arenoso-arcillosas de color verde celeste y muy poco coherentes. El espesor fué calculado por Stipanovic en unos 90 metros.

Tomando en cuenta las determinaciones de los fósiles hechas por Stipanovic se puede considerar al Grupo de Sorocayense perteneciente al Triásico superior o Keuper con el agregado de que la parte alta de la Sección IV podría considerarse Liásica inferior (ver fig. 2 D).

4. *Ambiente de sedimentación del Grupo de Sorocayense.* — Los sedimentos Triásicos de la Precordillera están constituidos principalmente por conglomerados muy espesos, areniscas de grano variable y tobas

con numerosos niveles plantíferos y con varias intercalaciones de pizarras negras con restos de *Semionotus*. Estos sedimentos han sido considerados por los autores que se han ocupado de su estudio, como depositados en un ambiente continental.

La presencia de conglomerados de gran espesor, con rodados de tamaño variable y muy redondeados, dispuestos en forma heterogénea corresponden efectivamente a depósitos continentales. Las intercalaciones de pizarras negras con *Semionotus* indican que, la deposición en estos casos se ha efectuado en pequeñas lagunas donde habitaban estos peces de agua dulce. La abundancia de niveles de tobas finas, indica además que las efusiones volcánicas fueron numerosas durante el Triásico.

La sedimentación durante este período se ha efectuado en cuencas más o menos individuales. A una de esas cuencas, a la de Barreal, corresponden los sedimentos del Grupo de Sorocayense que afloran en la zona de la Sierra Barreal y en los cuales se reconocen los mismos caracteres que en los demás sedimentos triásicos de la Precordillera.

En resumen, el ambiente de sedimentación del Grupo de Sorocayense sería también continental como lo son siempre los sedimentos del Keuper en la Argentina.

C. Cenozoico. Terciario

En la Sierra de Barreal no afloran sedimentos terciarios correspondientes a los llamados « Estratos calchaqueños ». Fuera de la zona estudiada, Stipanovic los halló en la Qda. de Cepeda y Zöllner los observó en el borde oriental de la Cordillera de Ansilta, donde se apoyan en discordancia sobre los sedimentos suavemente plegados del Triásico.

Consideraré de edad terciaria, a pesar de no existir suficiente cantidad de pruebas como para asegurarlo exactamente, a un conjunto de rocas sedimentarias y volcánicas de poco espesor que afloran en el extremo sur de la zona relevada, especialmente en el llamado Cerro de las Piedras Pintadas y en la Quebrada de Eloy.

En la parte inferior de este conjunto aparece una toba conglomerádica de color verde claro, compuesta por granos de cuarzo muy redondeados y granos de feldespato cementados por calcita e impregnado todo por óxido de Fe. Al microscopio se distinguen cuarzo muy limpio y con pocas inclusiones, feldespato potásico, plagioclasas (andesina ácida) y microclino. Hay además tridimita y microlitas de rocas volcánicas y rodaditos de rocas ígneas y sedimentarias.

Arriba de las tobas conglomerádicas aparecen mantos de andesita de color verde claro. Vista al microscopio se observan abundantes fenocristales de plagioclasa (andesina ácida), anfíboles (hornblenda) cuarzo y minerales opacos de óxido de Fe. La pasta es felsítica.

Por su composición mineralógica corresponde esta roca a una andesita hornblendífera.

Todo este conjunto recubre en forma de domo suave a las formaciones paleozoicas que afloran en el domo o Braquianticlinal de El Paso, sobre las que se apoyan en discordancia.

D. *Pleistoceno*

La espesa cubierta pleistocena, constituye las lomadas suaves que se extienden al oeste de la Sierra de Barreal hasta el Río de los Patos, y hacia el este formando las numerosas « pampas », que se interponen entre la Sierra y la Precordillera.

Como no se han realizado estudios suficientes, que permitan dilucidar la edad y la tectónica de estos sedimentos por estar fuera del alcance dado a este trabajo, sólo se mencionaran en forma rápida, las características de los sedimentos cuartarios.

Los sedimentos pleistocenos que están compuestos en esta zona por conglomerados no cementados, con rodados muy redondeados, de tamaño variable, y que corresponden a rocas ígneas, (granitos, andesitas, pórfidos cuarcíferos) o sedimentarias, (grauvacas, cuarcitas y calizas) son esencialmente « fanglomerados ».

Estos « fanglomerados » se disponen formando terrazas a distintos niveles topográficos. En la zona de la Sierra de Barreal se distinguen cuatro niveles bien definidos que son: 1°, el nivel alto al este de la Sierra; 2°, el nivel de los remanentes cuartarios dentro de la Sierra misma; 3° y 4°, dos niveles entre la Sierra de Barreal y el Río de los Patos.

Con respecto a la edad de estos niveles existe ambigüedad pues no hay pruebas suficientes que permitan asegurarla exactamente, sin embargo, se considerarán pertenecientes al Pleistoceno superior.

Finalmente, existe un quinto nivel constituido por la espesa capa de acarreo moderno, proporcionada por la erosión actual de la Sierra y que rellena las vaguadas. Este quinto nivel es más moderno aún correspondiendo su deposición a un período reciente.

4. TECTÓNICA

A) *Descripción de la estructura interna de la Sierra de Barreal*

Con el fin de facilitar la descripción de la estructura interna de la Sierra de Barreal, ésta será dividida en varias zonas.

Para efectuar esta división de carácter puramente descriptivo se han tenido en cuenta los rasgos estructurales de cada una de ellas, así se tendrá una zona que comprende el Braquianticlinal de El Paso, otra la

del Braquianticlinal de Hoyada Verde, una tercera zona la del sinclinal interpuesto, el extremo NW del Braquianticlinal Hoyada Verde la cuarta, la zona donde afloran sedimentos triásicos la quinta zona y finalmente la sexta zona que comprende el extremo sur donde afloran tobas y andesitas de edad terciaria.

1. *Braquianticlinal de El Paso.* — El Braquianticlinal de El Paso tiene rumbo 170° , alcanzando una longitud visible de 1700 metros y un ancho de 700. El eje de este braquianticlinal se hunde hacia el norte con un valor aproximado de 50° .

La mitad oriental de este braquianticlinal desaparece bajo los conglomerados pleistocenos que constituyen la terraza más alta y de tal manera sólo es visible en la actualidad el núcleo y el ala occidental del mismo.

Hacia el sur está cubierto por rocas terciarias y al oeste una falla inversa, sublongitudinal y subparalela lo separa de la «zona del sinclinal intermedio». En el extremo norte de este braquianticlinal, se observa una falla oblicua con rumbo 135° que separa al Grupo de Sorocayense (Sección I) de las formaciones paleozoicas que asoman en el extremo norte del braquianticlinal.

a) *Núcleo del Braquianticlinal de El Paso:* La Formación de Hilario constituye el núcleo del Braquianticlinal de El Paso. Las capas de esta formación poseen rumbo norte-sur y se disponen casi verticalmente, buzando entre 82° y 88° hacia el oeste. Al norte y al oeste las capas basales de la Formación de El Paso se apoyan con marcada discordancia angular sobre los bancos de la Formación de Hilario.

Como la zona donde afloran los sedimentos de la Formación de Hilario en la Sierra de Barreal es pequeña, es difícil observar aquí el estilo de plegamiento de estas capas.

A unos 20 km al sur de esta zona, en la región de Leoncito Encima, donde los afloramientos de la Formación de Hilario son mucho más continuos y extensos, Zöllner ha podido observar que estas capas están afectadas por un plegamiento que consiste en pliegues de alas paralelas o bien series de sinclinales fallados, con las alas subparalelas, faltando los anticlinales intermedios como resultado de la imbricación.

Es muy probable que éste sea también el estilo de plegamiento en el núcleo del Braquianticlinal de El Paso, pero como aquí el ancho de la zona de afloramientos es muy reducido, las capas se presentan como simplemente inclinadas en una sola dirección.

b) *Alas del Braquianticlinal de El Paso:* El ala occidental y el cierre norte de este braquianticlinal están constituídos por la Formación de El Paso y las capas inferiores de la Formación de Tres Saltos.

El conglomerado glaci-marino de la parte inferior de la Formación de

El Paso, se apoya en discordancia angular fuerte sobre los estratos ordovícicos del núcleo (Formación de Hilario).

Las capas de aquella formación tienen rumbo periclinal y buzan con valores entre 60° y 65° hacia el oeste, noroeste y norte a medida que se sigue el rumbo de los estratos desde el sur hacia el norte.

El conglomerado basal de la Formación de Tres Saltos se apoya en suave discordancia angular sobre los sedimentos de la Formación de El Paso. Las capas de esta formación también tienen rumbo periclinal, ajustándose al de los estratos de la Formación de El Paso, pero buzando con ángulos algo menores, de aproximadamente 50° .

De esta breve descripción se desprende, pues, que el Braquianticlinal de El Paso, está constituido por un núcleo de sedimentos ordovícicos fuertemente plegados y muy probablemente imbricados. La cubierta de este núcleo visible en la actualidad sólo en el ala occidental está formada por las capas Mississippianas de la Formación de El Paso recubiertas en discordancia por los estratos basales de la Formación Pennsylvaniana de Tres Saltos. Este conjunto de sedimentos se disponen en marcada discordancia angular sobre el núcleo ordovícico, con rumbo periclinal y fuerte inclinación variable entre 50° y 65° .

Los perfiles n^{os} 20-21-22-23-24 muestran los detalles estructurales de esta zona.

2. *Braquianticlinal de Hoyada Verde.* — El Braquianticlinal de Hoyada Verde ubicado inmediatamente al nordeste de el Braquianticlinal de El Paso está separado de él por un sinclinal muy apretado interpuesto entre ambos.

Este braquianticlinal es de mayor tamaño que el anterior, pues tiene unos 5 km de largo y 1700 metros de ancho. La estructura del mismo es también más complicada.

Su eje tiene rumbo 160° ; culmina en la parte central de la Hoyada Verde y se hunde tanto hacia el norte como hacia el sur con valores de 20° a 22° .

La longitud de onda del pliegue primario de este braquianticlinal es del mismo orden que la amplitud.

Sobre este pliegue principal se sobreimponen pliegues de segundo orden, con lo cual la estructura tiene un carácter de verdadero braquianticlinorio.

Los pliegues secundarios, cuya longitud y amplitud de onda es del orden de los 100 a 200 metros, son cerrados y volcados. Sus planos axiales se inclinan hacia afuera, es decir, en el mismo sentido de la inclinación de las alas del pliegue primario, con lo cual todo el conjunto puede describirse como un «braquianticlinorio anormal» en el sentido de Billings. (2).

Este braquianticlinal está separado del «sinclinal intermedio» que se encuentra al sureste de él por una falla inversa sublongitudinal y subparalela. Al este del mismo hallamos la «zona de los Colorados» donde afloran sedimentos del Grupo de Sorocayense. Esta zona está separada de la del braquianticlinal de Hoyada Verde por una falla sublongitudinal.

En el ala occidental deben distinguirse dos zonas, una austral de considerable ancho, que termina hacia el oeste con una fractura sublongitudinal que pone en contacto los sedimentos paleozoicos con los depósitos pleistocenos de la cuenca del Río de Los Patos; y otra norte, donde el ala se enangosta y se pone en contacto anormal con los sedimentos missisipianos de la Formación El Retamo. Estos últimos sedimentos integran una zona estructural distinta que será descrita más adelante.

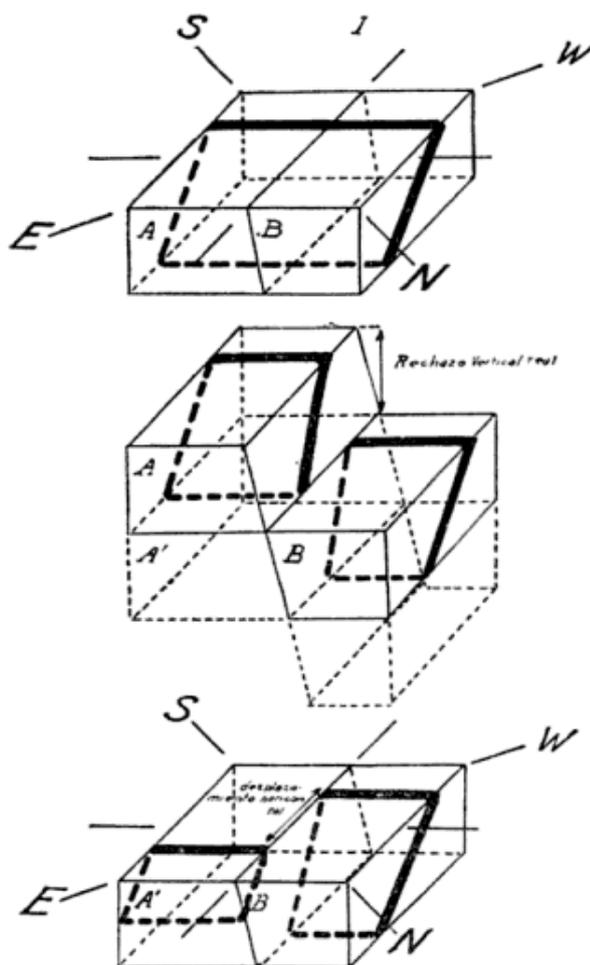


Figura 3

En el extremo norte del braquianticlinal, el ala oriental se pone en contacto con esta última zona por intermedio de una fractura subparalela. Hacia el sur estas dos zonas del ala occidental están separadas por una falla transversal que corre algo al sur de la quebrada de Tres Saltos.

a) *Núcleo del Braquianticlinal de Hoyada Verde*: El núcleo de este braquianticlinal está constituido por la Formación de Hoyada Verde. Sus capas moderadamente plegadas, están dispuestas en dos anticlinales disimétricos cuyos planos axiales se inclinan levemente hacia el este. Ambos anticlinales tienen rumbo de 160° y ejes hundidos 15° hacia el norte. Las alas occidentales están suprimidas por fracturas longitudinales, subparalelas, mientras que las orientales están conservadas y se inclinan hacia el este con ángulos de unos 40° .

El rechazo de estas fracturas es de escasa magnitud y del orden de los 50-70 metros, habiendo producido la supresión de los sinclinales. Es interesante hacer notar que esta imbricación incipiente es de tipo distinto de la que afecta a las del gran Braquianticlinal de Hoyada Verde,

Material protegido por derechos de autor

ya que por efecto de la fracturación, se han suprimido aquí las charnelas sinclinales mientras que en aquellas alas, como se verá más adelante, han desaparecido los cierres anticlinales.

Por otra parte es evidente que esta fracturación longitudinal del núcleo no afecta a la cubierta pennsylvaniana, siendo sin duda anterior a la deposición de la Formación de Tres Saltos.

Esta estructura sencilla está afectada por una falla transversal que se observa en el extremo nordeste de la Hoyada Verde. Se trata de una falla normal, con plano levemente inclinado hacia el norte, y de unos 50 metros de rechazo vertical.

Como afecta a capas inclinadas uniformemente hacia el este con ángulo de unos 45° , en el terreno se observa un « rechazo » horizontal de 80 metros, pero es evidente que tal desplazamiento es aparente y que en realidad no existe rechazo horizontal verdadero. La figura 3 bosqueja esquemáticamente este caso.

Es evidente, pues, que se trata de una falla de tracción normal que produjo un pequeño descenso del bloque norte. La falla termina hacia el oeste contra una de las fracturas subparalelas ya mencionadas, siendo evidente que no afecta al ala este del gran braquianticlinal de Hoyada Verde. Por lo tanto, no puede haber duda de que esta fractura es anterior a la definición de los sedimentos basales de la formación pennsylvaniana de Tres Saltos.

En los perfiles números 14-17 está bosquejada la estructura del núcleo.

b) Alas del Braquianticlinal de Hoyada Verde : Las alas del Braquianticlinal de Hoyada Verde están constituidas por las tres formaciones pennsylvanianas que integran el Grupo de Barreal.

El contacto se hace siempre por intermedio de la Formación de Tres Saltos, que comienza con un conglomerado glaci-marino apoyado en marcadísima discordancia angular sobre el núcleo mississippiano. Este contacto ha sido interpretado de distintas maneras por diversos investigadores que han estudiado esta zona. Keidel, en 1939 (16) lo interpretó como un plano de corrimiento, suponiendo que las capas del núcleo eran más jóvenes que las de su cubierta, de donde surgió la idea de una verdadera « ventana tectónica ». Heim, en 1945 (13), como asimismo A. Cuerda (7) en 1946, lo consideraron, en cambio, como una discordancia angular primaria. Bracaccini en 1946 (3) volvió a la idea de un contacto anormal, pero admitiendo que no existía inversión estratigráfica como la postulada por Keidel, interpretando el contacto como una discordancia tectónica debida a una falla paralela. Zöllner en 1950 (25) volvió a la idea de Heim y Cuerda, aceptando que se trata de una discordancia angular primaria. La investigación detallada de la zona, demuestra de manera concluyente que el contacto es en verdad una discordancia

angular y que el conglomerado basal de la Formación de Tres Saltos se apoya sobre una estructura de plegamiento e imbricación incipiente, sin duda anterior a la acumulación del Grupo de Barreal, que afecta solamente a las capas mississippianas de Hoyada Verde.

El carácter normal del contacto se advierte de manera obvia en el extremo sur de la Hoyada Verde, donde el conglomerado basal de la Formación de Tres Saltos, rellena un relieve muy irregular labrado en las capas de la Formación de Hoyada Verde. Las anfractuosidades de este contacto, demuestran que de ninguna manera puede admitirse que el plano corresponde a una superficie de discontinuidad neta, producida por falla o corrimiento.

Como se ha mencionado ya, el conjunto de sedimentos que integran el Grupo de Barreal se disponen en un «braquianticlinorio anormal», complicado por numerosas fallas subparalelas, cuyos planos se inclinan también hacia afuera de la estructura y que han producido una fuerte imbricación de los pliegues de segundo orden, con supresión de casi todas las charnelas anticlinales. Los rechazos de estas fracturas son por lo general considerables, alcanzando en algunos casos hasta unos 500 metros.

Por razones de mayor claridad en la exposición, convendría describir separadamente diversas zonas de este conjunto, caracterizadas por estructuras algo distintas.

Ala occidental: En esta ala se puede reconocer una «faja proximal» angosta, directamente al oeste del núcleo, que se extiende por un largo trecho de norte a sur, y una «distal», separada de la anterior por una falla subparalela y que sólo se desarrolla en el extremo sudoeste.

La «faja proximal» está integrada exclusivamente por la formación de Tres Saltos. Las capas tienen rumbo 160° y se inclinan con bastante uniformidad hacia el oeste con ángulo de 45° , no advirtiéndose charnelas de pliegues que, sin duda, han sido suprimidos e imbricados.

La «faja distal» está formada en cambio por la Formación del Mono Verde, observándose aquí la existencia de varios pliegues separados por fracturas paralelas. Los planos axiales se inclinan fuertemente hacia el oeste y los ejes de los pliegues se hunden hacia el sur con ángulos de 10° . En la zona colindante con la «faja proximal», se observan dos sinclinales con un pequeño anticlinal interpuesto, siendo ésta una de las escasísimas charnelas anticlinales conservadas en todas las alas del gran Braquianticlinial de Hoyada Verde. Una fractura subparalela separa al sinclinal más occidental de estos dos, de otro menos cerrado que se observa a lo largo del borde oeste de los afloramientos, cerca ya de la cubierta del acarreo pleistoceno.

Esta «faja distal» no se observa en el borde noroeste, ya que termina bruscamente hacia el norte contra la Formación de El Retamo, por medio

de una fractura transversal que pasa poco al sur de la Quebrada de Tres Saltos.

Ala oriental: En esta ala será necesario distinguir 3 fajas, a las cuales se puede llamar: proximal, intermedia y distal respectivamente. Las dos primeras « fajas » están constituídas por la Formación de Tres Saltos, pero mientras en la « proximal » aparece la sección inferior de ella, en la « intermedia », en cambio aflora sólo la sección superior. La « faja distal » está, en cambio, integrada exclusivamente por la Formación de Esquina Gris. Las tres fajas están separadas entre sí por fracturas subparalelas de considerable rechazo, cuyos planos se inclinan fuertemente hacia el este.

En la « faja proximal » las capas tienen rumbo general de 160° , incliniéndose entre 50° y 70° al este. No se observan charnelas de plegamiento, pero la variabilidad de la inclinación, hace sospechar que deben existir aquí varias fracturas subparalelas muy difíciles de distinguir.

La « faja intermedia » termina hacia el norte, acunándose entre dos fracturas subparalelas, inmediatamente al norte de la Quebrada de Un Salto. Hacia el nordeste limita con la « faja distal », pero hacia el sudeste se halla separada de la « zona del sinclinal interpuesto » por la misma falla sublongitudinal, que se prolonga hacia el sur. En esta « faja » se observa que el rumbo general de las capas es de 160° , pero mientras en la zona norte los estratos se inclinan hasta 70° hacia el este, la inclinación disminuye a medida que se dirige hacia el sur, donde las capas están subhorizontales y levemente onduladas en pliegues muy suaves y abiertos.

A la altura del perfil n° 18, se observa un pequeño remanente de conglomerados que representan las capas basales del grupo triásico de Sorocayense. Estos conglomerados, que alcanzan a 3 metros de espesor, se disponen horizontalmente y en marcada discordancia angular sobre las capas fuertemente inclinadas hacia el este de la Formación Pennsylvaniana de Tres Saltos. Notable es, que la fractura subparalela que separa la « faja intermedia » de la que ha sido llamada « zona del sinclinal interpuesto », afecta también a estos conglomerados triásicos, de tal manera que los estratos pennsylvanianos de la Formación del Mono Verde que afloran en aquel sinclinal, estando corridos y sobrepuestos a los conglomerados triásicos. Es evidente, pues, que se trata de una falla reactivada en tiempos post-triásicos y probablemente terciarios.

La « faja distal », integrada como hemos dicho exclusivamente por la Formación de Esquina Gris, se acuña hacia el sur entre dos fallas subparalelas, pero alcanza a intercalarse por breve trecho antes de desaparecer definitivamente, entre la « faja intermedia » y la « zona del sinclinal interpuesto ».

Esta « faja » está delimitada a lo largo de su borde oriental, por una

fractura sublongitudinal que la separa, en el sur, de la « zona del sinclinal interpuesto » y en el norte, de la « zona de los Cerros Colorados », donde afloran exclusivamente sedimentos triásicos del Grupo de Sorocayense. Su lado occidental limita, también por una falla subparalela inclinada hacia el este, con la « faja intermedia », pero en su extremo norte se pone en contacto tectónico con la Formación de El Retamo que aflora en la « zona noroeste de la Sierra de Barreal.

En el extremo norte de esta faja las capas están onduladas en dos anticlinales menores y un leve sinclinal interpuesto. Los pliegues se hunden hacia el norte con ángulo muy fuerte, de hasta 40° , y se disponen « en échelon » de tal manera que el cierre del anticlinal más occidental se encuentra también más al norte.

Hacia el sur los ejes ascienden rápidamente y la estructura es cortada algo oblicuamente por la falla subparalela que separa esta faja de la intermedia. En la angosta banda austral, que se eleva directamente al oeste de la Quebrada de Un Salto, las capas, pues, tienen rumbo de 160° y se inclinan pronunciadamente hacia el este con ángulos de 70° , habiendo desaparecido aquí todo plegamiento.

En la zona norte de esta faja y a ambos lados de la Quebrada de Un Salto, se observan varios remanentes de conglomerados y tobas de pórfido, que han sido consideradas como pertenecientes a la llamada « Serie porfirítica » del Triásico medio. Estas capas se apoyan en marcada discordancia angular sobre la Formación de Esquina Gris y se hallan suavemente dislocadas a consecuencia de movimientos probablemente terciarios.

El cierre sur : El cierre sur del gran Braquianticlinal de Hoyada Verde está constituido exclusivamente por la Formación de Tres Saltos, cuyas capas, girando con rumbo periclinal, rodean al núcleo mississippiano.

En esta zona se observa la culminación longitudinal de los ejes de los pliegues que afectan a la Formación de Tres Saltos. La culminación se encuentra en el Cerro Morado y desde allí hacia el sur los ejes se hunden con ángulo progresivo hasta alcanzar 22° .

Aquí en el perfil del Cerro Morado, las capas de la Formación de Tres Saltos están dispuestas en pliegues de segundo y tercer orden. En el extremo oriental del perfil, cerca de la falla subparalela que separa la « faja proximal » de la « intermedia » se nota un suave anticlinal secundario afectado por varios pliegues menores de tercer orden, constituyendo en conjunto un « anticlinorio secundario ». El sinclinal que sigue hacia el oeste es, en cambio, único, muy cerrado y disimétrico, con plano axial fuertemente inclinado hacia el este. Más al oeste aflora un nuevo anticlinal de segundo orden, suave y amplio, cuyo eje pasa aproximadamente por el Cerro Morado y cuyo plano es subvertical. El ala occidental

de este anticlinal secundario forma toda la zona que se extiende al oeste del Cerro Morado; allí las capas se inclinan hacia el oeste con un ángulo de unos 45° . Es muy probable que varias fallas subparalelas de menor importancia existan en esta zona, pero se hace muy difícil distinguirlas en el terreno debido a la monotonía de los sedimentos y a la coincidencia de los planos estratigráficos.

Conviene mencionar, que desde la culminación en el Cerro Morado hasta el borde de los afloramientos del núcleo mississippiano, el hundimiento de los ejes de pliegues hacia el norte es muy débil. El aparente descenso que se observa en el rincón sudeste de la Hoyada Verde, donde la base de la Formación de Tres Saltos se encuentra a mucho menor altura absoluta que en el Co. Morado, se debe en realidad a un deslizamiento («land-slide») moderno de un gran bloque de aquellos sedimentos, que se han escurrido hacia el cuenco de «Hoyada Verde».

El cierre norte: El cierre norte también está constituido por la Formación de Tres Saltos. Aquí las capas se disponen en un gran anticlinal secundario de rumbo 160° aproximadamente y en plano vertical, con eje hundido 20° hacia el norte. Este anticlinal es cortado oblicuamente por la falla que separa la «faja proximal» de la «intermedia», pero su ala occidental se ondula en otro pliegue dando origen a un nuevo anticlinal menor y menos cerrado, que aparece «en échelon» hacia el noroeste del anterior. Este segundo anticlinal también tiene, como el sinclinal interpuesto, plano axial subvertical y eje hundido 20° al norte. Conviene mencionar que este anticlinal es cortado normalmente, poco antes de su terminación norte por la garganta transversal de la Quebrada de Un Salto. Poco más al norte aún, toda esta estructura desaparece al ponerse en contacto la Formación de Esquina Gris con la de El Retamo por medio de una de las tantas fallas subparalelas de primer orden.

En los perfiles n^{os} 2-3-5-7-14-17-18-20 están bosquejados los detalles estructurales de esta zona.

3. *Zona del «sinclinal interpuesto».* — Entre el Braquianticlinal de El Paso y el de Hoyada Verde se interpone un sinclinal apretado, constituido exclusivamente por la Formación del Mono Verde, separados de aquéllos por fracturas subparalelas que se inclinan hacia el eje del sinclinal. La falla oriental se prolonga hacia el norte, con saltos provocados por fracturas oblicuas «en échelon», separando a la Formación del Mono Verde, del Grupo Triásico de Sorocayense que aflora en la cabecera de la Quebrada de Un Salto. Hacia el sur las dos grandes fracturas que delimitan la «zona del sinclinal interpuesto» se aproximan y finalmente se unen, terminando aquélla en cuña antes de alcanzar los afloramientos de tobas terciarias del sur de nuestra zona.

El plano axial de este sinclinal es subvertical y suavemente ondulado. El eje culmina en la zona del perfil n° 18 y desde allí hacia el norte y el sur se hunde con ángulo de 25° y 23° respectivamente. Es digno de destacar, pues, que la culminación longitudinal de estos pliegues no concuerda con la culminación de los pliegues en la «zona del cierre sur» del Braquianticlinal de Hoyada Verde, sino que se encuentra bastante desplazada hacia el sur.

Debido al escaso desnivel entre el extremo norte de esta zona y la región de culminación, en la mita septentrional aflora a lo largo de la línea axial, el grupo sedimentario más alto de la Formación del Mono Verde, es decir, las areniscas y flagstones n°s 8 y 9 del perfil (fig. 2 C). Este conjunto no aparece en la sección sur ya que aquí a lo largo del eje sinclinal, descendiendo rápidamente la altura de los cerros, habiendo desaparecido aquellas capas por erosión posterior.

En el extremo norte sólo se ha reconocido una angosta banda de capas, inclinadas hacia el este, que repiten una pequeña parte del ala occidental del sinclinal, cortado por una fractura que la pone en contacto con sedimentos triásicos.

También en esta zona, y especialmente al norte de la región de culminación se han encontrado remanentes bastante extensos de conglomerados y tobas de pórfido del Triásico medio, reposando en marcada discordancia angular sobre las capas pennsylvanianas. Se observa claramente que estos sedimentos triásicos se han depositado sobre un relieve levemente pronunciado, labrado en aquellas capas delgadas.

4. *Zona del extremo noroeste.* — Esta zona está integrada exclusivamente por sedimentos de la Formación de El Retamo. Se halla claramente delimitada por fracturas que la separan tanto del ala occidental del Braquianticlinal de Hoyada Verde como de los pórfidos triásicos y depósitos aluviales pleistocenos que se extienden al oeste. Hacia el sur, la zona termina bruscamente contra una fractura transversal de plano vertical, que separa la Formación de El Retamo de la del Mono Verde.

Es evidente que toda esta zona noroeste ha sido ascendida, y que este ascenso es anterior a la acumulación del Grupo Triásico de Sorocayense, ya que también aquí se encuentran unos remanentes de estos sedimentos descansando sobre la Formación de El Retamo en alturas comparables a las observadas en otros lugares.

Las capas de la Formación de El Retamo se hallan moderadamente plegadas, no observándose dentro de esta zona fracturación longitudinal.

Los pliegues son amplios, suaves y abiertos, con inclinaciones en las alas del orden de 10° a 15°. Contra la fractura que delimita a esta zona por el este, las capas se levantan alcanzando inclinaciones de hasta 80°

al oeste. Los planos axiales de los pliegues se hunden hacia el oeste y los ejes de rumbo 170° son sensiblemente horizontales.

Varios remanentes pequeños de areniscas conglomerádicas del Triásico superior se observan en esta zona, descansando en posición horizontal y en discordancia angular sobre las capas plegadas del Mississippiano. Como puede apreciarse en el mapa geológico, la posición de estos remanentes es similar a la que se observa en las demás regiones de la Sierra de Barreal, de lo que es dable concluir que las dislocaciones que produjeron el ascenso de este bloque tuvieron lugar antes de la acumulación de las capas triásicas.

En los perfiles n^{os} 2-3-5, está interpretada la estructura de esta zona.

5. *Zona de los Cerros Colorados.* — Los sedimentos paleozoicos de la Sierra de Barreal terminan hacia el este contra las capas triásicas del Grupo de Sorocayense que afloran en la «zona de los Cerros Colorados». El límite entre ambas regiones está marcado por dos sistemas de fracturas «en échelon», uno longitudinal y otro oblicuo, de rumbo NNW. Es evidente que las fracturas del juego longitudinal corresponden a fallas sublongitudinales y subparalelas de la estructura interna antigua, de la Sierra, reactivadas en tiempos post-triásicos. En cambio, las fallas del juego oblicuo son modernas y contemporáneas con esta reactivación que probablemente fué de fecha terciaria.

Una de estas fracturas oblicuas, que se observa en la parte sur de la «zona de los Cerros Colorados», ha traído a la luz el substrato paleozoico sobre el cual reposa el Grupo de Sorocayense. A lo largo de una pequeña pero profunda quebrada en las cabeceras de la Quebrada de Un Salto aflora un modesto espesor de estratos correspondientes a la Formación de Tres Saltos, recubiertos en evidente discordancia angular por los conglomerados basales del Grupo Sorocayense, adquieren aquí gran desarrollo y espesor. Es notable observar que en esta zona no existen tobas de pórfido intercaladas entre estos conglomerados y el Paleozoico, mientras que tales tobas se encuentran a sólo 300 metros al oeste, reposando sobre la Formación del Mono Verde en la zona del «sinclinal interpuesto». Este hecho indica que entre aquellas tobas y el Grupo de Sorocayense existe también una marcada discordancia de erosión tal como, según Harrington (2), existe entre las formaciones homotáxicas (Formación Porfírica y «Rético») en la Sierra de Villavicencio.

6. *Zona de los Cerros de las Piedras Pintadas.* — Todo el conjunto de los estratos paleozoicos de la Sierra de Barreal desaparecen hacia el sur hundiéndose por debajo de un conjunto de tobas y andesitas que han sido consideradas como pertenecientes al Terciario superior.

Estas rocas están arqueadas en un amplio domo y recubren en discordancia angular a la Formación de Tres Saltos, El Paso e Hilario, que de tal manera constituyen el núcleo de este gran pliegue.

B. *Disposición de los sedimentos pleistocenos*

En la Sierra de Barreal pueden distinguirse varios niveles bastante bien definidos de terrazas pleistocenas. El más alto se encuentra en el este de la zona estudiada. Los sedimentos cuaternarios se disponen aquí horizontalmente sobre las capas del Grupo de Sorocayense, alcanzando niveles altitudinales mayores que los de las cumbres más altas de la Sierra de Barreal.

Un segundo nivel, más bajo, está representado por pequeños remanentes de sedimentos pleistocenos conservados en la cumbre de algunas lomadas dentro de la Hoyada Verde, y poco al sur de la misma zona del Cerro Morado. Más bajo aún es el nivel de terrazas que aparece en la zona este de la Quebrada de Eloy y que muy probablemente, corresponde al nivel más alto de los conos terrazados que se extienden al oeste de la Sierra, hasta el Río de los Patos. Aquí se advierte un cuarto nivel, encajonado bajo el anterior y a poca altura sobre las vaguadas actuales entalladas en aquellos conos. Vestigios de niveles intermedios, muy destruídos ya por la erosión, se advierten también en algunos lugares.

Como en esta zona no se advierten sedimentos aluviales dislocados, es decir, inclinados o plegados, tal como han sido descritos más al sur por Zöllner, quien ha señalado que no lejos de Leoncito Encima estos depósitos están abovedados en grandes pliegues similares al que, en esta zona, afecta a las tobas y andesitas supraterciarias. No será imposible, pues, que esta dislocación de tales rocas terciarias fuera también de fecha pleistoceno antiguo, ya que en esta región no existen elementos de juicio suficientes para llegar a una conclusión definitiva.

C. *Resumen de la estructura geológica de la Sierra de Barreal*

Los repetidos movimientos tectónicos que han afectado a la región estudiada, han originado una compleja estructura, de la que participan no solamente las series paleozoicas sino también los sedimentos triásicos y aún las rocas terciarias. Los movimientos Pre-supratriásicos han sido, sin embargo, los más intensos y puede decirse que la estructura actual de la Sierra de Barreal es, en esencia, la originada por tales movimientos. Las dislocaciones posteriores, acaecidas en tiempos modernos, no han producido modificaciones de la estructura antigua y se han tra-

ducido en simples abovedamientos y fracturaciones, que no la afectan de manera fundamental.

La estructura interna de la Sierra, Pre-triásica, es el resultado de al menos tres ciclos de movimientos diastróficos que han afectado a las series paleozoicas, pero el último de ellos, de intensidad considerable, controla los grandes rasgos de aquella estructura y le confiere un sello característico.

Los movimientos de los dos primeros ciclos de desigual intensidad e importancia, han dado origen a estructuras de plegamiento e imbricación que afectan a las series ordovícicas y mississippianas, conservadas hoy en remanentes relativamente pequeños e inconexos. Los movimientos del tercer y último ciclo, que afectan naturalmente a aquellas series pero, ante todo, a su cubierta pennsylvaniana, ha dado origen a una compleja estructura de plegamiento e imbricación que domina actualmente el paisaje.

Los sedimentos pennsylvanianos, han sido plegados en dos grandes braquianticlinales, alargados en sentido norte-sur, dispuestos « en échelon » y separados por un angosto y apretado sinclinal. Los núcleos de estos dos grandes braquianticlinales están constituidos por las series ordovícicas y mississippianas afectadas por dislocaciones anteriores, mientras que las alas, así como el sinclinal interpuesto están formados exclusivamente por la cubierta pennsylvaniana.

Estos grandes pliegues primarios, que afectan a los sedimentos pennsylvanianos, tienen amplitud y longitud de onda del orden de los 1500 metros. Los planos axiales de estos grandes pliegues son subverticales y como la longitud de las estructuras cerradas es apenas mayor que el doble de su ancho, merecen el nombre de « domos » y « cubetas ».

Estas estructuras primarias llevan sobreimpuesto un plegamiento secundario, de menor amplitud. Los planos axiales de estos pliegues de segundo orden son inclinados, buzando « hacia afuera » en los braquianticlinales y « hacia adentro » en el sinclinal interpuesto o sea en el mismo sentido de la inclinación de las alas de los pliegues primarios.

La estructura resultante, pues, corresponde al tipo de « braquianticlinalario anormal » de Billings. En nuestro caso, la intensa compresión en sentido este-oeste, ha originado la rotura de las alas de estos pliegues de segundo orden y una imbricación intensa a lo largo de fallas subparalelas, inclinadas también, como los planos axiales secundarios, en el sentido de la inclinación de las alas primarias.

Esta estructura, que pese a la complejidad de sus pormenores en el terreno, es de líneas comparativamente sencillas, fué afectada por dislocaciones de un tipo enteramente distinto antes de la acumulación de la cubierta meso-(?) Triásica.

Una falla transversal, de plano subvertical, afectó al ala oeste del Braquianticlinal de Hoyada Verde, cortando normalmente a la estructura de plegamiento e imbricación ya descrito. Esta fractura muere contra una de las varias fallas subparalelas que imbrican aquella ala y delimita un bloque noroeste, que fué levantado diferencialmente a lo largo de tales fallas. A estos movimientos se debe la yuxtaposición que observamos aquí de sedimentos mississippianos (Formación de El Retamo) y capas pennsylvanianas (Formación de Tres Saltos y Mono Verde). Que estos movimientos, posteriores sin duda al plegamiento e imbricación, que afectó a las series pennsylvanianas, son anteriores a las tobas meso (?)-triásicas, se deduce por la posición actual de los remanentes triásicos que todavía recubren localmente a la Formación de El Retamo.

Esta estructura paleozoica fué afectada por varios movimientos post-triásicos, y probablemente terciarios a pleistocenos, que sin modificarla en esencia se tradujeron en reactivación de algunas fallas subparalelas antiguas, en fracturación oblicua de esfuerzo de corte y en amplios abovedamientos. Quizá el abovedamiento que afectó a las tobas y andesitas terciarias y a los fanglomerados pleistocenos antiguos (25) sea el producto del acomodamiento «plástico» de esta cubierta moderna a las dislocaciones radiales del substrato paleozoico, por reactivación de las antiguas fallas.

De cualquier manera, dos juegos de fallas «en échelon», delimitan por el este la estructura Paleozoica de la Sierra de Barreal, yuxtaponiéndolo a los sedimentos del Triásico superior que aflora al naciente de la Quebrada de Un Salto. La Sierra de Barreal constituye en la actualidad, pues, un angosto «Horts» o pilar interpuesto entre dos fosas o «Graben» mayores: el de las «Lomas Bayas» al este donde afloran sedimentos triásicos y el del Río de Los Patos al oeste, rellenado por depósitos aluvionales recientes.

D. *Ciclos diastróficos y edad de los movimientos tectónicos*

El estudio de la estructura tectónica de la Sierra de Barreal lleva a distinguir varios ciclos de movimientos diastróficos de intensidad e importancia desigual que, si bien muy manifiestos por discordancias evidentes, no pueden datarse con gran exactitud. Ello se debe a que, en todos los casos, estas discordancias coinciden con hiatos importantes que no permiten establecer la edad de aquellos movimientos dentro de reducidos límites.

En el estado actual de los conocimientos no conviene correlacionar estos movimientos con los Europeos o con los de los Estados Unidos, pues es grande la ambigüedad que existe en la determinación de sus

edades. La investigación detallada y amplia de la Precordillera permitirá, tal vez más adelante, establecer una correlación más exacta, pues el descubrimiento de nuevas discordancias podrá disminuir la importancia de los hiatos, y conocer entonces con mayor precisión la edad de los movimientos tectónicos.



Fig. 4. — Discordancias en la Sierra de Barreal

En esta región se puede, pues, reconocer los siguientes ciclos de movimientos (fig. 4):

- | | |
|--|---|
| 6. Movimientos post-Pliocenos a pre-Pleistocenos superior..... | <i>Pleistoceno superior.</i>
Reactivación de las fallas subparalelas y abovedamiento suave.
Discordancia angular suave. |
| 5. Movimientos post-triásicos y pre-Pliocenos..... | <i>Pleistoceno inferior.</i>
<i>Plioceno.</i>
Fracturación y abovedamiento.
Discordancia angular. |
| 4. Movimientos intertriásicos ?..... | <i>Triásico superior.</i>
Levantamiento y erosión ?
Discordancia de erosión leve ? |
| 3. Movimientos post-Pensylvanianos y pre-Triásicos | <i>Triásico medio ?</i>
Plegamiento e imbricación intensa
Discordancia angular fuerte. |
| 2. Movimientos post-Waverlyano y pre-Pensylvanianos | <i>Pensylvanianiano superior.</i>
Plegamiento e imbricación incipiente.
Discordancia angular. |

1. Movimientos post-Ordovícicos (Caradocianos) y pre-Waverlyano. *Mississippiano Inferior (Waverlyano).*
Plegamiento e imbricación muy intensa.
Discordancia angular muy fuerte.
Ordovícico superior. (Caradociano).

Base oculta

LISTA DE LOS TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

1. ANGELELLI, V. Y TRELLES R. A. 1938. *Las Alumbreras de Rodeo y Barreal y los sulfatos de hierro de La Alcaparrosa, Prov. de San Juan.* — Bol. n^{os} 8-9-10, O. S. N., Buenos Aires.
2. BILLINGS, M. P. 1942. *Structural Geology*, Prentice Hall, Inc., New York.
3. BRACACCINI, O. 1946. *Contribución al Conocimiento Geológico de la Precordillera Sanjuanina-Mendocina.* — Bol. de Inf. Petroleras n^o 258-260-261-262-263-264-265, Buenos Aires.
5. — 1950. *Investigaciones Tectónicas en la Precordillera Sanjuanina.* — Bol. de Inf. Petroleras n^o 301, Buenos Aires.
4. — 1949. *El perfil de El Tambolar (Prov. de San Juan).* — Rev. Asoc. Geol. Arg., tomo IV, n^o 3, Buenos Aires.
6. COWPER REED. 1927. En *A Geological comparison of South America with South Africa (Du Toit A.)* — Carnegie Institution. Pub. n^o 381, Washington.
7. CUERDA, A. 1946. *La sierra de Los Colorados, desde el arroyo de las cabeceras (Estancia Leoncito) hasta frente a la población de Barreal*, Museo de La Plata. Tesis inédita.
8. DU TOIT, A. *Our Wandering continents.*
9. — 1927. *A Geological comparison of South America with South Africa.* — Carnegie Institution. Pub. n^o 381, Washington.
10. FOSSA MANCINI, R. 1944. *Transgresiones marinas del Antracolítico Marino en la América del Sur.* — Rev. del Museo de La Plata (nueva serie), tomo II, Sección Geología, págs. 49-183, La Plata.
11. — 1948. *Sobre la edad de los Estratos con Braquiópodos de Barreal y Leoncito Encima, San Juan.* — Rev. Museo de La Plata (Nueva Serie), tomo I, Sección Geología, págs. 299-344, La Plata.
12. HARRINGTON, H. J. 1941. *Investigaciones Geológicas en las Sierras de Villavicencio y Mal País, Prov. de Mendoza.* — Dir. de Minas y Geología, Bol. n^o 49, Buenos Aires.
13. HEIM, A. 1945. *Observaciones Tectónicas en Barreal. Precordillera de San Juan.* — Rev. del Museo de La Plata (Nueva Serie), Sección Geología, tomo II, págs. 267-286, La Plata.
14. — 1948. *Observaciones Tectónicas en la Rinconada. Precordillera de San Juan.* — Dir. de Minas y Geología, Bol. n^o 64.
15. KEIDEL, J. 1938. *Ueber die Gondwanidien Argentinien.* — Geol. Rundschau, Bd. XXX, Hef. 1-2, Stuttgart.
16. KEIDEL, J. 1939. *Las estructuras de corrimientos Paleozoicos de la Sierra de Uspallata, Prov. de Mendoza.* — Physis (Rev. Soc. Argentina de Cs. Nts.), tomo XIV, Buenos Aires.
17. — 1949. *Estudios sobre las estructuras hercínicas en la margen oeste de la cuenca de Uspallata y Sierra de Cepeda. Frontón de la de Tontal (Provincia de Mendoza y San Juan).* — Bol. Acad. Nac. de Ciencias, tomo XXXVIII, págs. 253-346, Córdoba.

18. KEIDEL, J. AND HARRIGTON, H. J. 1938. *On the discovery of Lower Carboniferous tillites in the Precordillera of San Juan. Western Argentina.* — Geol. Mag., vol. LXXV, n° 885, March, London.
19. LEANZA, A. F. 1945. *Braquiópodos carboníferos de la Quebrada de la Herradura al N-E de Jachal, San Juan.* — Inst. del Museo de la Univ. Nac. de La Plata. Notas del Museo, tomo X, Paleontología n° 86.
20. NORTH, F. J. 1920. *On « Syringothyris » Winchell and certain carboniferous Brachiopoda referred to « Spiriferina » D'Orbigny.* — Quart. Journ. of Geol. Soc. of London, vol. LXXVI, part II, n° 302, lám. XIII, London.
21. POZZO, A. 1948. *Estudio geológico estratigráfico y tectónico de la Precordillera al E. del Río de la Plata y al S. de Calingasta (Prov. de San Juan).* — Univ. Nac. de Buenos Aires, Tesis inédita.
22. RICH, J. L. 1951. *Three Critical Environments of Deposition and Criteria for Recognition of Rocks Deposited in each of them.* — Bull. Geol. Soc. Am. Jan., vol. 62, n° 1. New.
23. STIPANICIC, P. 1947. *Estudio estratigráfico, geológico y tectónico de la Precordillera al E. del Río de los Patos en Sorocayense (Prov. de San Juan).* — Univ. Nac. de Buenos Aires. Tesis inédita.
24. STAPPENBECK, R. 1910. *La Precordillera de San Juan y Mendoza.* — Anal. Minis. de Agricultura, Secc. Geol., Minera y Minería, tomo IV, n° 3, Buenos Aires.
25. TURNER, J. C. *Graptolites de Sud América.* (Inédito).
26. ZÖLLNER, W., 1950. *Observaciones tectónicas en la Precordillera Sanjuanina. Zona de Barreal.* Rev. Asoc. Geol. Arg., tomo V, n° 3, 1950, Buenos Aires.

Buenos Aires, enero de 1953.

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DE LAS VERTIENTES DE QUILINO

(PROVINCIA DE CORDOBA)

POR GUILLERMO FURQUE

RESUMEN

Se estudia el origen de las vertientes que abastecen a la población de Quilino y el problema que plantea su deficiente producción en relación con el aumento de la población y de la superficie de riego.

La región está constituida por pequeñas lomas de granito antiguo, rodeadas por espesos depósitos aluvionales. Ambos elementos morfológicamente, han desarrollado tres cuencas hídricas, de las que sólo « La Laguna » y « El Bañado » son consideradas, pues son las que alimentan a todas las vertientes de la Pedanía de Quilino.

Dichas vertientes se han originado por efectos de fracturaciones longitudinales que han cortado al E a las lomas de granito, pues las aguas provenientes del E, del C° Horqueta, corren por debajo de la cubierta aluvional hasta chocar contra las escarpas de fallas por donde ascienden hasta aflorar.

Se recomienda como solución al problema diversas captaciones por galerías filtrantes, de la capa freática en las lomas de Quilino y en las vertientes de « El Bañado », así como la renovación de las instalaciones que transporta el agua a Quilino y poblaciones de Las Salinas Grandes.

INTRODUCCIÓN

Ubicado este pueblo en la región más árida de Córdoba está afectado por el mal común a todas las poblaciones aledañas de las Salinas Grandes o sea la escasez de agua en relación a sus necesidades vitales.

El pueblo de Quilino, voz quichua que significa « pecho de mujer », recibe este nombre por tener las lomas al este de la población similitud con su significado etimológico. Fué fundado en el año 1797 por el Virrey Sobremonte, comprendiendo primitivamente lo que en la actualidad se conoce como Villa Quilino. Recién en el año 1866, cuando cruzan esta región las vías del ferrocarril Central Córdoba, crece en los alrededores de la estación la población de Quilino, situada a 3 1/2 kilómetros al oeste de Villa Quilino.

Encuadrada en el Departamento Ischilin con asiento de Gobierno en Estación Quilino, limita la Pedanía Quilino al norte con el Departamento Tulumba, al sur con Pedanía Copacabana y Pedanía Toyos, al este con la Pedanía Toyos y Departamento Tulumba, y al oeste con el Departamento Cruz del Eje.

La estación y la Villa (denominación actualmente usada por sus pobladores) se abastecen de agua potable y para riego de las vertientes y pozos más abajo discriminados. Las instalaciones de antigua data, el incremento de población y especialmente el aumento de la superficie cultivada han creado un problema serio por la escasez de agua para el cultivo, que tiende a disminuir el ritmo industrial de estas poblaciones.

Desde hace muchos años se ha procurado solucionar este problema, interesando por él a las autoridades públicas y especialmente desde el año 1945, son crecientes los esfuerzos de los pobladores para lograr la ayuda oficial, la que se ha manifestado en diversas mejoras en los sistemas actuales de suministro de agua.

Han colaborado eficazmente en la ejecución de este trabajo facilitando toda clase de información, las autoridades de la municipalidad local. De los mapas que se adjuntan, el número 1 es un relevamiento efectuado por el autor en esta oportunidad y el número 2 fué facilitado por la Municipalidad y completado con observaciones propias sobre el terreno. Para la confección del primero se tomó en consideración un croquis que a igual que el segundo fué relevado por el Comisionado Municipal del año 1945, señor Ramón A. Pereyra. Como base geológica se utilizó el relevamiento geológico de la hoja 18*i* efectuado por el doctor Eduardo J. Methol.

RESEÑA GEOGRÁFICA

Las poblaciones de Quilino están ubicadas en el borde occidental de la continuación Norte de las Sierras de Cruz del Eje, representadas aquí por una pequeña serranía que se levanta entre dos grandes bolsones.

Esta serranía denominada Lomas de Quilino, se alarga en sentido Norte Sur con una altura máxima de 575 m s. n. m. en su extremo sur con declive suave al Oeste y brusco al Este. Tiene un ancho de 4 km en su porción meridional, que aumenta gradualmente al Norte. Entre Villa Quilino y la Laguna se angosta formando una estrecha garganta, que ha sido aprovechada para la canalización de las vertientes homónimas y otros trabajos similares.

Las formas de las lomas son suaves, ligeramente aborregadas en el paisaje de granito y muy disectadas en el ambiente del Terciario. Las cubre una vegetación xerófila muy espinosa que dificulta enormemente su acceso.

Hacia el Oeste de estas lomas se extiende el gran cono de deyección que termina en las Salinas Grandes, cubriendo con un manto uniforme las series graníticas y terciarias. Entre las lomas de Quilino y el Bañado existe una pequeña depresión con lomas suavemente insinuadas en el sentido general de las serranías.

Esta depresión está rellena por depósitos aluvionales modernos que se apoyan directamente sobre el granito. Representa la salida o desagüe de un gran número de corrientes superficiales cuyos orígenes se encuentran en Deán Funes y serranías adyacentes. Pasada aquella zona, se distribuyen dichas corrientes entre diferentes lomadas, generalmente con orientación SE-NW hasta perderse finalmente en las amplias llanuras que bordean las Salinas.

No existen ríos de agua permanente y sólo pueden considerarse como tal las vertientes canalizadas de La Laguna y de El Bañado. Dada las peculiares características orográficas y geológicas de la región, su sistema hídrico se diluye en una infinidad de pequeños cañadones transversales a la estructura de las lomas, los que al llegar a la llanura se pierden sin haber producido una erosión profunda. Sólo se observan ríos longitudinales en el borde oriental de las lomas.

Condiciones climáticas. — Considerando las relaciones de temperatura y lluvias según la escala climática de Koeppen, estación Quilino y Villa Quilino poseen un clima del tipo desértico.

Sus temperaturas en verano alcanzan con mucha frecuencia marcas de 40 y 44°; en invierno la mínima absoluta es de —3°, pero esto excepcionalmente, siendo el promedio anual de 26°.

Las lluvias corresponden a un régimen de tipo torrencial; se producen durante los meses de noviembre a marzo, cayendo en dicho lapso la casi totalidad del registro anual. El cuadro de valores para el período de 1913-1937 nos da 485,3 mm anuales.

Las isoyetas anuales indican siempre un mayor caudal de precipitaciones pluviales en las sierras y sus proximidades que en el borde de las llanuras, señalando un mínimo en las Salinas Grandes. Por esta circunstancia los torrentes se inician generalmente en la sierra corriendo en dirección a los bajos, donde después de un estancamiento de varios días se insumen o se evaporan totalmente.

La fuerte irradiación solar en el verano y la constitución del terreno, de elevada permeabilidad, contribuyen a que el recorrido de estas corrientes temporarias sea exiguo comparado con el caudal que llevan. La pérdida ocasionada por los dos fenómenos, infiltración e irradiación solar, supera el 70 %.

Otro factor de indudable importancia en las lluvias es la vegetación. En toda la región noroeste de Córdoba y especialmente en la zona que estamos tratando, el principal medio de vida reside en la explotación

del monte y en la producción de carbón de leña; con el incremento constante de esta explotación se ha provocado una tala sistemática del monte, pudiéndose observar grandes extensiones donde sólo restan arbustos espinosos y matorrales achaparrados, constituyendo una vegetación rala, que otorga una mayor aridez en la región.

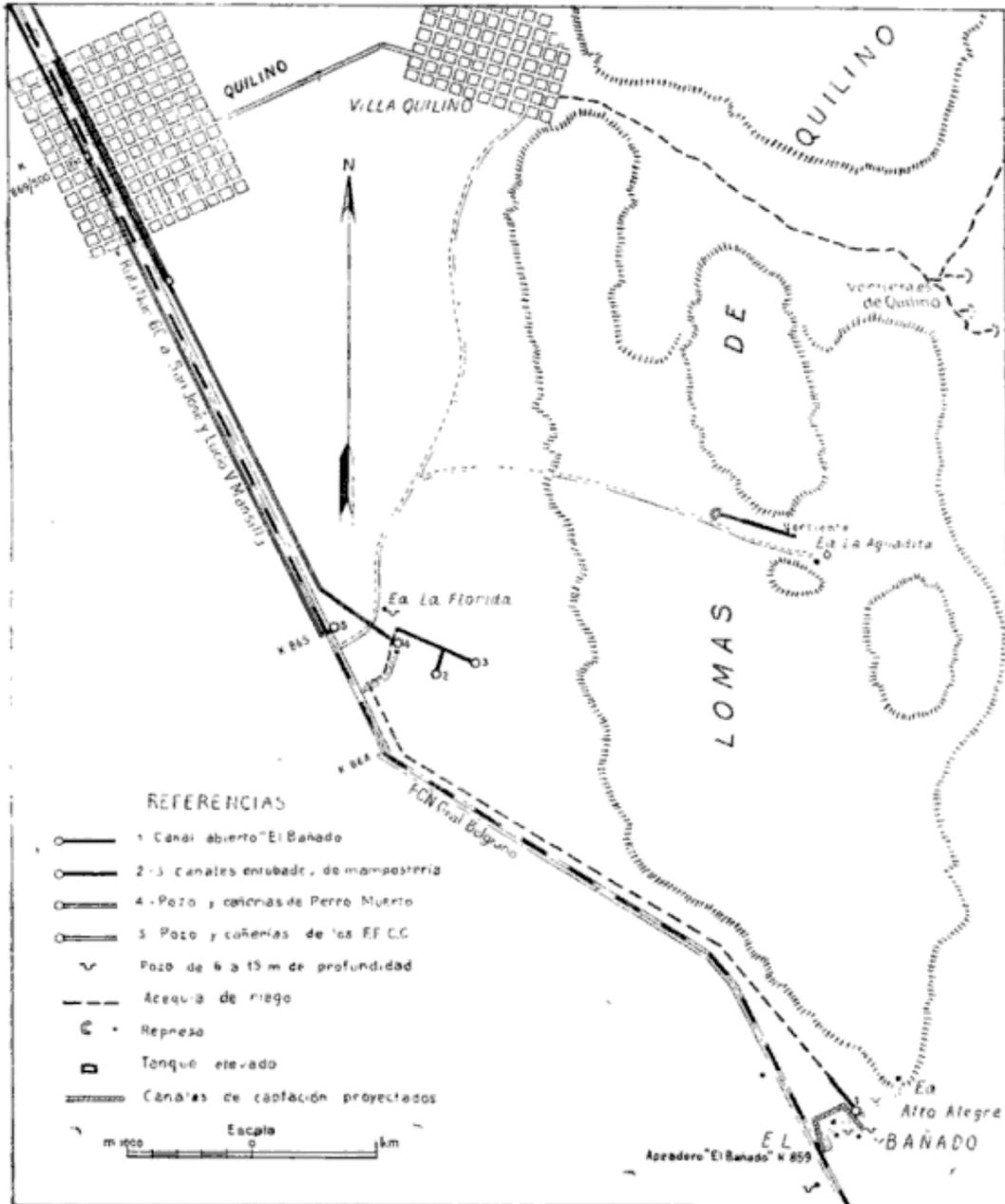


Fig. 1. — Mapa de ubicación de las vertientes

La humedad ambiente oscila entre un 60 a 63 %, correspondiendo su límite inferior a fines del invierno en el mes de setiembre y el mayor grado a fines de otoño en el mes de mayo, después de caída casi la totalidad de las lluvias.

En cuanto a los vientos, predominan los del cuadrante norte y los del Noroeste, y en forma acentuadamente menor los del sur y sudoeste.

INSTALACIONES QUE PROVEEN DE AGUA A LA PEDANÍA QUILINO

El abastecimiento de agua potable a las poblaciones de la Pedanía Quilino y zona de influencia se efectúa por cañerías que se extienden desde las vertientes de La Laguna y desde un pozo existente en Perro Muerto.

El más importante es el que proviene desde este último lugar. Corresponde Perro Muerto a la localidad que actualmente se conoce como La Florida, por ser éste el nombre de un importante establecimiento agrícola allí existente.

Las instalaciones de Perro Muerto constan de una bomba centrífuga de capacidad de 120.000 litros/h., un motor Ruston de 25 HP y otro Peters de 12 HP, el primero trabaja simultáneamente con una inyectora de 3 cilindros.

El agua es extraída por medio de un caño de 4" y llevada hasta un depósito adyacente al pozo de capacidad de 500 m³. De este tanque parte una cañería matriz de 4" hasta la estación Quilino recorriendo un trayecto de 4200 m. Antes de entrar a la población pasa por un tanque elevado de hierro de 50 m³ de capacidad, actualmente en desuso. En las conexiones de este tanque se aparta una cañería de 3" de hierro galvanizado que conduce el agua hasta San José, Las Salinas y Lucio V. Mansilla en un recorrido total de 52 km. A lo largo de todas estas cañerías existen conexiones a casas particulares y grifos públicos en la cantidad que a continuación se detalla: desde Perro Muerto a estación Quilino 8 conexiones a casas particulares y 3 grifos públicos; de estación Quilino a San José 5 grifos públicos y en el km 881 conexiones a 3 casas. En la localidad Las Salinas dos compañías Salineras tienen cada una un depósito que llenan con el agua proveniente de esta cañería. Además de éstas existe una conexión a la fábrica de vidrio existente en la estación.

La distribución del agua se hace en dos turnos; durante el día trabaja el motor de 12 HP en un período de 2 1/2 horas, cubriendo las necesidades del pueblo, es decir reponiendo en el tanque de distribución lo consumido. Durante la noche, en un turno desde las 22 hasta las 5 horas, trabaja el motor de 25 HP e inyectora mandando el agua hasta San José y las Salinas; es suficiente un período de 6 horas para colmar el tanque, reponiendo lo consumido por la población durante el día, perdiéndose lo extraído durante las otras 2 horas restantes, ya que el bombeo es indispensable seguirlo para alimentar la línea de San José.

La poca capacidad de las cañerías, y su mal estado de conservación y las necesidades de las regiones que atraviesan impiden que el agua llegue a Lucio V. Mansilla, especialmente en el verano, ya que en in-

vierno la menor demanda facilitaba el abastecimiento a esta localidad, pues actualmente el agua no alcanza a llegar a la misma.

Desde San José en adelante, el estado de las cañerías es lamentable, ya que el efecto corrosivo de los terrenos salinos que atraviesan origina numerosas averías, produciéndose por esta circunstancia considerables pérdidas.

De las vertientes de La Laguna parten dos cañerías : una que va al matadero municipal, situado entre La Villa y Quilino, y que continúa hasta el dispensario público y escuela Manuel Belgrano en la estación Quilino. En este tramo se abren cuatro grifos públicos y conexiones a 4 casas particulares. Entre el matadero y las vertientes existe un grifo público y 8 conexiones a casas en la Villa.

La otra cañería que parte igualmente de las vertientes conduce al vivero provincial, y salen 4 grifos públicos para la Villa Quilino. Estas cañerías se encuentran en general en buen estado y prestan un servicio regular.

El bombeo en Perro Muerto no se realiza durante las 24 horas sino que bastan alrededor de 15 horas para mantener el consumo normal.

Existe una red domiciliaria que comprende la calle principal y la primera manzana al este, tramo donde es absorbida casi la totalidad del agua; hacia el oeste de la calle principal la distribución se efectúa solamente por grifos públicos, en número de tres, careciendo esta parte de la población de la red correspondiente. La que está actualmente en uso es insuficiente para las necesidades de la misma. En la estación el agua corriente se otorga desde las 6 horas hasta las 18 horas; después se corta y la misma sigue en dirección a San José y Lucio V. Mansilla abasteciendo toda esa línea.

Aparte de estas instalaciones, dichos pueblos se surten de agua potable por pozos que captan la capa freática, por canales de riego y por cuota de agua para llenar represas a los más apartados. Estos medios de abastecimiento serán contemplados en el capítulo siguiente.

HIDROGEOLOGÍA

Las Lomas de Quilino forman parte de la estructura de las sierras de Córdoba y participan de su misma composición, es decir poseen un zócalo cristalino, constituido por granito rosado, que es el único representante del basamento cristalino en esta región. Están cubiertos en parte por depósitos areno-arcillosos correspondientes al Terciario.

Estos depósitos, ubicados en el borde occidental del basamento cristalino y en forma marginal con respecto a las Salinas Grandes, se extienden de Villa Quilino hacia el norte en una larga faja de orientación N-S.

Sus capas hacia el sur quedan ocultas por depósitos aluvionales y de pie de monte. Es una formación arenosa en parte conglomerádica, bastante calcárea y con un acentuado contenido en sales solubles.

Han quedado pues las lomas de Quilino como un mogote aislado rodeado en sus tres cuartas partes por depósitos aluvionales y de pie de sierra y la otra cuarta parte por las capas del terciario.

Son estos depósitos aluvionales los de mayor importancia para nuestro estudio, pues ellos aportan los caudales que dan vida a las poblaciones de Quilino.

En estos aluviones y derrubio de pie de monte, de las lomas citadas, se han desarrollado tres cuencas hídricas que son las fuentes de alimentación de todas las vertientes de la Pedanía de Quilino.

De ellas, la que se origina en las lomas de Quilino no será tratada, pues no tiene influencia sobre las vertientes de La Laguna y El Bañado, así como tampoco produce caudales de consideración. Las otras dos son las que alimentan respectivamente a la región de vertientes de « La Laguna » y « El Bañado ».

La cuenca hídrica « La Laguna » tiene sus nacientes en las cumbres del cerro Horqueta, extendiéndose por el sur hasta el Tajamar y desde allí en una línea sinuosa sigue hacia el oeste por San Felipe, Pto. de los Valles, Agüero hasta las Lomas de Quilino abarcando en total una superficie de 100 km².

En toda su extensión no hay agua de superficie, aflorando ésta solamente en las vertientes de « La Laguna ».

La cuenca « El Bañado » es la más importante y su zona de alimentación es muy extensa, abarcando en su parte proximal las dos terceras partes de la serranía del cerro Horqueta y cerro de La Cruz, y en su parte distal hacia el este, alcanza hasta los cerros San Vicente y elevaciones de Talayaco, extendiéndose por sus líneas de cumbre hasta el cerro La Majada y por el oeste en una línea casi recta de norte sur desde Alto Alegre y El Galgo hacia la serranía oriental de El Garito.

Abarca esta extensa región toda la zona de depresión de Deán Funes y alrededores. Indudablemente las corrientes más importantes provienen del cordón de cerros de San Vicente, que tienen altura que supera los 1100 m; igualmente importante es el aporte desde los cerros al sur de Deán Funes, cuyas corrientes son todas longitudinales y que se dirigen hacia el norte.

Esta cuenca tampoco posee corriente de agua permanente, insumiéndose todas las aguas de lluvias, al pie de las sierras, en la cubierta aluvional.

En consecuencia la característica hídrica predominante de las dos cuencas, es la formación en las sierras de torrentes que corren con dirección al oeste, pero que generalmente se insumen totalmente a poco de

entrar en la llanura. En la parte meridional de la cuenca « El Bañado » los ríos secos se orientan generalmente en sentido norte sur.

Al cortar el escalón del zócalo cristalino representado por las Lomas de Quilino y su prolongación sur, las aguas superficiales se agrupan encajonándose en una estrecha garganta en la Laguna y en forma un poco más amplia en El Bañado, originándose las vertientes homónimas.

El caudal de las dos vertientes es muy dispar, explicable si se tiene en cuenta el desarrollo de ambas cuencas.

El agua subterránea que se encuentra en las cuencas ya mencionadas corresponde únicamente a la capa freática, por lo que ésta será tratada antes de la descripción de las vertientes.

La capa freática. — Una gran cantidad de pozos se hallan excavados en la Pedanía de Quilino aprovechando casi exclusivamente la capa freática. La mayor parte están ubicados fuera del ejido municipal, en las zonas próximas al mismo.

Por falta de tiempo y de medios adecuados no se ha podido obtener los datos de los pozos lejanos o sea de la región distal de cada una de cuencas, limitándose la observación de aquéllos a las cercanías de las vertientes y zonas vecinas.

En la cuenca de « La Laguna » la profundidad de los pozos decrece de este a oeste, recostándose las aguas infiltradas sobre la zona SO, donde al chocar contra las lomas de granito, son encauzadas en el bajo en que se encuentra el Pto. Agüero, para finalmente aflorar en La Laguna. La profundidad varía de Mangrullo y Pto. de los Valles de 55 m y 60 m, a los Churquis y Agüero donde se los encuentra a los 30 y 18 m, respectivamente.

La circunstancia de que en la depresión ubicada entre el cerro Horqueta y las lomas de Quilino no se hayan acumulado depósitos del Terciario, y sus sedimentos estén constituídos por derrubio de falda y materiales de cono de deyección exentas de sales solubles, explican la buena calidad del agua.

Ya en « La Laguna » el agua está a una profundidad de 8 a 10 m y terminan aflorando en las vertientes que abastecen a Quilino.

De la cuenca El Bañado se poseen menos datos en relación a su extensión, pero participa de las mismas características que la anterior, es decir que el agua aprovechada corresponde a la capa freática única existente, y que desde Deán Funes siguen un curso al NO y O chocando en esa dirección con los afloramientos de granito de El Galgo y Sauce Chiquito. Las profundidades varían de la Represa (35 m) a el Alto Alegre (26 m) para disminuir en el bañado de 15 m y a la vera del camino a 6 y 7 m. En El Galgo se la capta a los 16 m y en la Olla a los 15 m.

Las aguas de la capa freática que pasan por « El Bañado » alimentando las instalaciones allí existentes, contribuyen en parte a enriquecer

la capa de La Florida, pues el grueso del caudal sigue por la hondonada en que se ha encauzado en dirección al NO, insumiéndose en forma profunda en el relleno de la llanura que da a las Salinas Grandes.

Las lomas del Alto Alegre dividen la capa freática o las infiltraciones de la cuenca n° 2 en dos cursos principales. El granito se encuentra allí a los 20 m de profundidad. De esta divisoria de aguas subterráneas resultan las vértientes de « El Bañado », la más abundante pues recibe el grueso de las infiltraciones y la vertiente de « La Florida » que tiene el aporte de las corrientes que llegan de la Olla.

En La Florida la capa freática se encuentra alrededor de los 10 m con caudal abundante.

A esta cuenca se considera que corresponden los pozos de Perro Muerto ya citado y el del Ferrocarril General Belgrano en km 865. Este último tiene una profundidad de 25 m con un caudal de 24.000 l/h extraído con caño de 6", agotándose el pozo cuando se lo exige.

La perforación de Perro Muerto, posee el nivel de agua a los 6 m, y está excavado 2,80 m en el acuífero. Las instalaciones de este pozo, que abastece a Quilino, saca con un motor de 25 HP 120.000 l/h según datos proporcionados por los encargados de su funcionamiento.

La discrepancia de caudal con respecto al pozo de Km 865 distante escasamente 1000 m de aquél, se explica porque el pozo del ferrocarril está excavado sobre una loma (aunque imperceptible), que es la que hace de separación a las vertientes de « El Bañado » y « La Florida ».

En la estación Quilino existe una antigua perforación que alcanza la profundidad de 82 m (según Stappenbeck), habiendo dado con una segunda capa a los 77 m con N. P. -61 m y caudal de 7500 l/h, agua de calidad regular a mala. Actualmente dicho pozo está abandonado. Su perfil es el siguiente :

0	—	0,7 m	Tierra negra con arena rojiza
0,7	—	1,5 m	Arena
1,5	—	6,5 m	Arena con pedregullo
6,5	—	34 m	Rodados con arena gruesa
34	—	42,7 m	Rodados con arena algo arcillosa
42,7	—	61,5 m	Rodados con arena
61,5	—	77,7 m	Arcilla con rodados
77,7	—	82,5 m	Pedregullo con arena

En Villa Quilino, hacia el oeste aumenta progresivamente la profundidad de los pozos, de 8 a 10 m cerca del pie de sierra, a profundidades de 20, 30 y 60 m, disminuyendo de caudal sensiblemente, ya que el agua se dispersa en forma profunda.

Gran parte de estos pozos tienen agua salobre y los menos agua dulce, estando entremezclados en forma desordenada. Se atribuye esta

diferencia de salinidad a la existencia de trozos del Terciario por el cual pasarían las primeras aguas, mientras que las segundas lo harían en aluviones depositados directamente en el granito.

La presencia de la serie del Terciario inmediatamente al norte de Villa Quilino y su ausencia al sur, presta verosimilitud a esta suposición.

A medida que nos alejamos del borde de las sierras, las aguas son más profundas y más cargadas de sales. Ejemplo de ello es la perforación de Puesto Nuevo, que tiene 120 m de profundidad y ha encontrado agua salobre.

En San Miguel y en La Represa se ha cavado hasta los 60 y 80 m con resultado negativo; y en las afueras de Quilino, 2 km al norte, se ha llegado a los 62 m, encontrándose agua potable en cantidad.

En resumen, puede decirse que en el borde oriental de las lomas se encuentran los pozos a poca profundidad, no superando los 15 m y siendo lo general de 6 a 8 m. En el borde occidental el agua aumenta de profundidad, insumiéndose rápidamente en los aluviones de pie de sierra, para correr entre las capas del Terciario cargándose de sales.

Los caudales más abundantes son, pues, aquellos que se obtienen en los pozos de las proximidades de las vertientes, de los que pueden obtenerse cantidades superiores a los 100.000 l/h. En los pozos ya alejados de las vertientes, el mismo es de 24.000 y 7500 l/h disminuyendo hacia el O y NO.

Vertientes de Villa Quilino. — Desde la época de la fundación de la Villa en el año 1773, se han efectuado numerosos trabajos tendientes a captar estas vertientes. Cuando se construyó en 1866 la estación Quilino, fué necesario ampliar las instalaciones existentes para poder abastecer las dos poblaciones. Posteriormente el incremento de población y muy especialmente el aumento de la superficie cultivada, hicieron necesario la realización de nuevos trabajos, efectuados en esta oportunidad por la Dirección de Hidráulica de la Provincia, en el año 1928, quedando desde entonces a cargo de su mantenimiento.

Al este de Villa Quilino, aproximadamente 2000 m, se encuentran, en la entrada de una angosta quebrada, las vertientes citadas. El agua que aflora corresponde a las infiltraciones de la cuenca 1, de extensión reducida, que forman la capa freática.

Los distintos manantiales han sido encauzados en numerosos canales que se reúnen en uno principal, de donde el agua pasa a una cámara de distribución, saliendo desde allí dos canales de riego, uno para la Estación Quilino y el otro para Villa Quilino.

Todas las captaciones se hacen excavando los ojos de agua principales en forma de media luna alargada, tal como ilustra el mapa 1, en los que se han hundido de a trechos caños de 4" en profundidad variable de 1 a

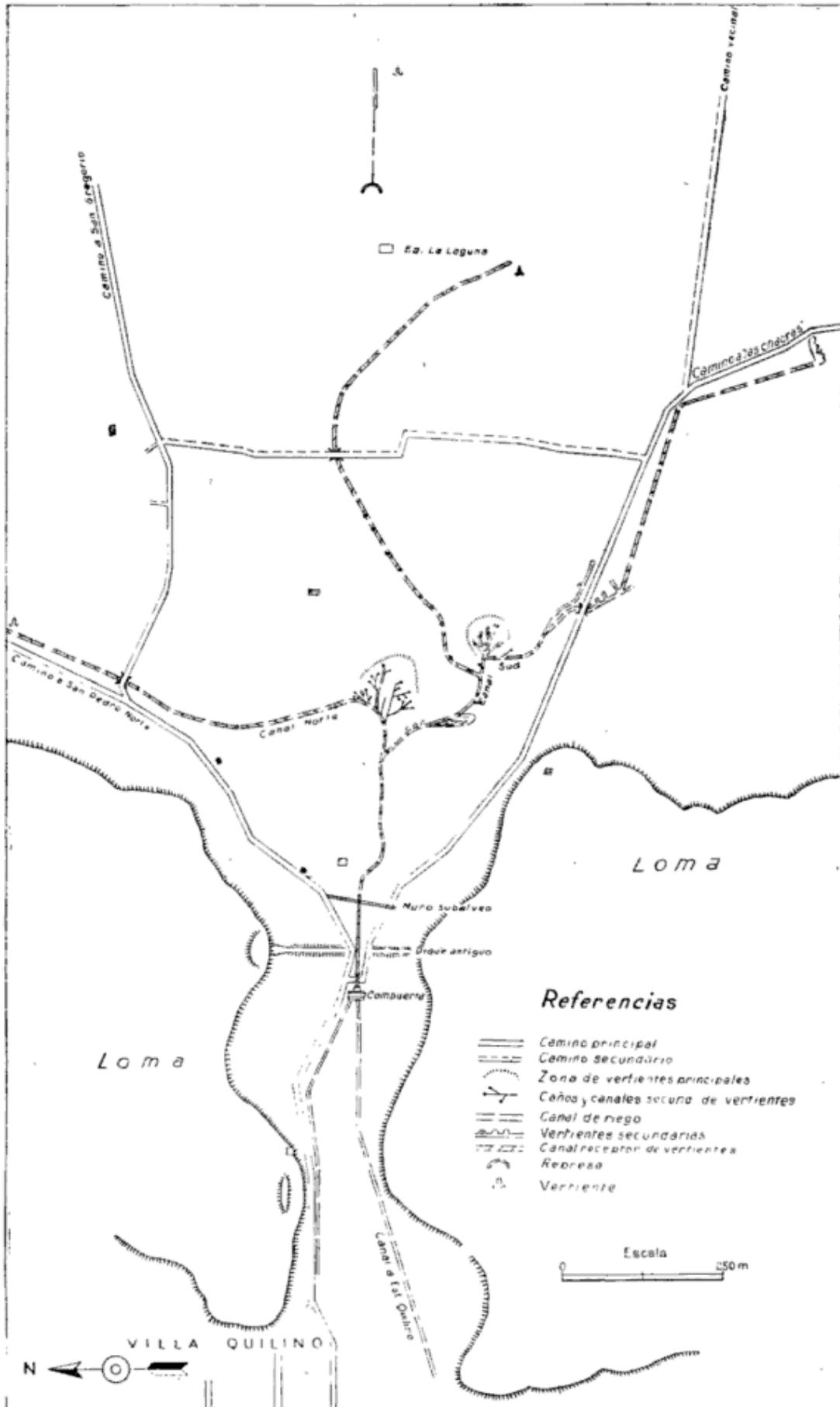


Fig. 3. — Vertientes de Quilino

5 m; de ellos parten pequeños canales revestidos de piedra, juntándose progresivamente hasta constituir el principal. Gran parte de estos caños están taponados y la mayoría, dado el tiempo que están en uso, se encuentran muy deteriorados.

La Dirección de Hidráulica de la Provincia, que tiene a su cargo el cuidado de estas vertientes, efectúa la limpieza de caños y monda de canales, una vez por año, frecuencia en absoluto suficiente, pues a los tres meses de efectuadas, el caudal se reduce sensiblemente por el crecimiento de la vegetación y progresivo taponamiento de los caños.

El canal que aporta mayor cantidad de agua es « La Laguna », brotando su mayor volumen en el tramo que se extiende desde su confluencia con los otros canales y el camino que lo cruza. Caudal similar aporta la vertiente principal donde se han efectuado los trabajos más importantes.

Está situada en la misma dirección que el canal La Laguna, recibiendo lógicamente el aporte de las mismas corrientes de infiltraciones que capta aquél.

Según información proporcionada por la Municipalidad de Quilino, el caudal del sumum de las vertientes está calculado en época de limpieza de canales, en más de 70 l/s cantidad, que se reduce a un promedio general de 60 l/s cuando las instalaciones están sucias, lo que ocurre las tres cuartas partes del año.

De esta cantidad aforada en el canal matriz, sólo llega a Villa Quilino, para riego de sus plantaciones, entre 30 a 35 l/s, perdiéndose el resto en el tramo de 1400 aproximadamente desde la cámara de distribución a la Villa.

A la Estación Quilino el caudal para riego que llega, oscila entre 20, 15 y 10 l/s, según sea la distancia a que se encuentran las quintas que las aprovechan. El recorrido general del agua es de 3500 m y tarda en llegar desde la toma hasta la estación, entre 2 a 3 horas, es decir que, calculando el caudal cuando el aporte es menor, se ha producido una pérdida de 648.000 litros de agua antes de poder iniciar el riego de las hectáreas cultivadas en los alrededores de la estación.

La causa principal de esta pérdida reside en la constitución del suelo, que es muy arenoso, y en la fuerte irradiación solar. Todos los cálculos arriba mencionados están basados en los caudales que se utilizan en verano.

El declive que existe entre las vertientes y Villa Quilino es de 15 m y a la Estación Quilino de 70 m.

Vertiente « La Aguadita ». — Aproximadamente 3 km al ESE en línea recta de la estación Quilino, se encuentra la vertiente de « La Aguadita » encerrada entre pequeños mogotes de las Lomas de Quilino.

El señor Juan Bignoli, propietario de la misma, ha efectuado un zanjón en sentido E-O, siguiendo la dirección de la vaguada, en una longitud

aproximada de 400 m, el que finaliza en una represa grande, desde donde distribuye el agua para sus cultivos.

Tanto el zanjón como la represa están en mal estado de conservación. El primero con sus paredes muy carcomidas y en parte derrumbadas, pues no tienen trabajos de mampostería y la segunda casi totalmente anegada de barro.

Anteriormente se utilizaba un motor con una turbina de gran capacidad de extracción, sistema actualmente en abandono y del que restan sólo tramos de cañería y la turbina.

Según datos de Agua y Energía Eléctrica del año 1939, el caudal aforado era de 4 l/s.

A unos 300 m al E de las cabeceras del canal existe un pozo con agua a los 6 m de profundidad, con caudal desconocido. Según sus dueños, no se agota. La calidad es buena y se utiliza para el consumo.

El desarrollo de la vaguada donde se encuentra la vertiente es en sentido transversal a las Lomas de Quilino y la extensión cultivable no supera las 10-15 hectáreas. El ancho de la misma es de 200 a 300 m término medio, más abierto en sus nacientes, que dan al gran llano que se extiende entre el cerro Horqueta y las Lomas de Quilino.

Representa « La Aguadita » una zona intermedia entre la cuenca de « La Laguna » y la cuenca de « El Bañado », enriqueciéndose con el aporte de las dos. Dada su posición, el caudal que posee no podrá ser nunca importante.

Vertiente « La Florida ». Mal denominada vertiente, pues es una captación de la capa freática a los 8 m de profundidad término medio, por sistema de túneles y canales.

Las instalaciones, propiedad del establecimiento « La Florida », constan de 2 túneles revestidos con mampostería de ladrillos de 1,20 m de ancho por 2 m de alto en una longitud de 200 m, dirigidos uno al S y el otro al ESE, reuniéndose ambos en una zanja revestida también con ladrillos en una longitud de 300 m y orientada al NO. Según datos de Agua y Energía Eléctrica del año 1939, captaban 75 l/s. Actualmente dicho caudal ha disminuído apreciablemente debido a la falta de limpieza de los túneles.

Esta propiedad refuerza su dotación de agua con la proveniente de las vertientes de « El Bañado ».

El establecimiento « La Florida » se encuentra en una hondonada de dirección SE a NO, correspondiendo sus nacientes a la zona de los puestos de « La Olla ».

Como se dijo anteriormente, el agua que recibe esta hondonada proviene principalmente de las infiltraciones de la cuenca « El Bañado », que es dividida en el Alto Alegre en dos direcciones, una hacia La Olla y otra hacia El Bañado. Aparte tiene su pequeña cuenca independiente,

que resulta de los aportes de la porción norte de la cuenca «El Bañado» y de la lomas que son la continuación sur de las Lomas de Quilino.

El agua captada corresponde a la capa freática y oscila en La Florida entre 8 y 15 m de profundidad. Se encuentra generalmente después de atravesar un manto de 4 a 5 m de tosca granosa mediana. El espesor de este manto disminuye hacia el NE, correspondiendo su máximo al centro de esta hondonada.

El agua continúa hacia el NO en forma cada vez más profunda, no alcanzando a enriquecer las capas de la Estación Quilino. Una prueba del encajonamiento de esta corriente se tiene en la perforación del ferrocarril en Km 865, que a una profundidad de 25 m capta un caudal de 24.000 l/s, mínimo si se compara con el que se obtiene en Perro Muerto distante sólo 1000 m al SSE.

Vertiente «El Bañado». — Distante aproximadamente 9 km al SE de la localidad de Quilino, se encuentran las vertientes del epígrafe.

Fué explotada en un principio por el señor de la Matta, quien hizo construir una zanja de 300 m de longitud a una profundidad de 8 a 10 m con rumbo N 328°, es decir directamente al NO. Está revestido en este tramo recto con trozos de granito proveniente de las lomas cercanas.

Datos dados por Agua y Energía Eléctrica asignan a esta vertiente 12 l/s, pero actualmente su caudal debe superar con holgura los 60 l/s. Según la municipalidad de Quilino, el mismo alcanza la cantidad de 252.000 l/h.

En un principio se regaba con ello 14 hectáreas de frutales, pero posteriormente cuando pasó a ser propiedad del establecimiento «La Florida», toda el agua se dedicó a las plantaciones del mismo, transportándola por medio de una acequia en un tramo de 5000 m de longitud.

Las plantaciones primitivas de El Bañado fueron abandonadas, quedando aquello convertido en un páramo.

Estas vertientes están situadas en el lugar donde desembocan las corrientes superficiales de la cuenca «El Bañado», haciéndolo en una angostura no mayor de 1000 m entre el Alto Alegre y El Galgo, donde se encuentran las lomas de granito, cubierto allí por 20 m aproximadamente de aluviones.

Siendo en consecuencia el principal desagüe de la cuenca citada este tramo de mil metros, los caudales a captarse en ella tienen que ser grandes, tal como lo demuestran las instalaciones allí existentes.

El perfil transversal de esta angostura que forma una extendida hondonada dirigida al NO no es simétrica, presenta una falda suave hacia el Alto Alegre y más abrupta hacia las lomas de «El Galgo».

Indudablemente es en esta porción donde el agua estará a menor profundidad y donde su caudal será mayor y corresponde pues al tramo entre la zanja de «El Bañado» y la ruta nacional 60.

Origen de las vertientes. — Los movimientos tectónicos acaecidos durante el terciario han originado una reactivación de las fracturas longitudinales a la estructura de las sierras pampeanas, provocando en éstas un típico paisaje de bloques fracturados, con su borde oriental escarpado y el occidental suavemente hundido.

El llano que se extiende entre las lomas de El Galgo-Quilino en el oeste y cerro de la Cruz-Cerro Horqueta al oeste corresponde al labio hundido del bloque que forman éstos últimos cerros, dando lugar a una depresión que ha sido rellenada posteriormente por un grueso manto de aluviones.

La fuerte fracturación longitudinal ha sido acompañada en su proceso por fracturas transversales que han provocado, como en el caso del Alto Alegre-La Olla, un ligero hundimiento de una porción de estos bloques, posteriormente cubiertos por los derrubios que forman el llano ya citado.

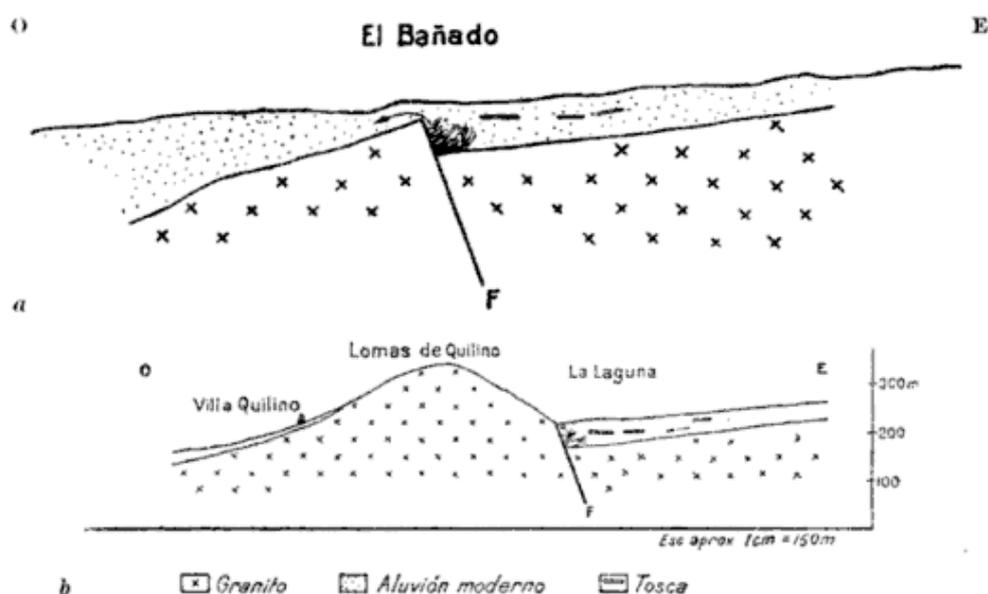


Fig. 4. — Perfiles : a, Cuenca del Bañado ; b, Vertientes de Cuenca La Laguna

La posición inclinada de los bloques da lugar a que tanto las aguas superficiales como las infiltradas, sigan la inclinación de las pendientes hasta encontrarse con la escarpa de falla que limita a las lomas de granito para continuar posteriormente a lo largo de la misma hasta encontrar una salida.

Para la cuenca « El Bañado », esta salida está dada por el bajo del Alto Alegre-La Olla, donde las aguas tropiezan con el escalón de Sauce Chiquito-El Galgo-Lomas de Quilino, y siguen a lo largo del mismo hasta rebasarlo en el bajo mencionado, pero siempre manteniéndose por debajo del manto de aluviones, circunstancia que le impide aflorar.

La fractura de rumbo N-S, que ha provocado el escalón tectónico de las Lomas de Quilino-El Galgo, hace de muro de contención, tal como ilustra el croquis (fig. 4 a), obligando a las aguas a acumularse hasta

que su nivel rebasa el límite superior del muro, continuando su recorrido por debajo de los aluviones en dirección a La Florida y las Salinas Grandes.

En La Laguna, el escalón tectónico que constituye las Lomas de Quilino (fig. 4b) se eleva en forma dominante sobre la llanura adyacente y no ha sido cubierto por los depósitos de cono de deyección como en el caso del Alto Alegre, aflorando en consecuencia el granito. Por esta circunstancia el agua de la capa freática que se acumula en el bajo La Laguna, donde desembocan todas las aguas de la cuenca homónima, sale a superficie originando las vertientes ya mencionadas.

El caso de la vertiente « La Aguadita » es una repetición del anterior, pues posee las mismas condiciones estructurales.

En resumen, podemos decir que la fractura de rumbo N-S que ha elevado el bloque de las Lomas de Quilino-El Galgo, es la causa directa del afloramiento de las vertientes « La Laguna » y « El Bañado », al constituir un muro de contención de todas las filtraciones provenientes del este.

Este fenómeno que se repite con frecuencia en las sierras de esta región, permite asegurar la presencia de agua en el borde oriental de bloques similarmente dislocados.

RECOMENDACIONES Y SOLUCIONES PROPUESTAS

El problema del agua en Quilino se presenta bajo dos aspectos: 1º) el de aprovisionamiento para el consumo y 2º) necesidad de agua para riego.

1º) Hemos visto que para el primer caso se utiliza la perforación de Perro Muerto, que con un caudal aproximadamente de 120.000 l/h y 10 a 14 hs diarias de bombeo, abastece a Quilino, San José y Km 907 y en forma precaria a Lucio V. Mansilla.

Para que se mantenga un servicio regular que provea en forma constante a las poblaciones mencionadas y contemple al mismo tiempo un futuro incremento de las mismas, son necesarias las siguientes mejoras:

Con las cañerías actuales, que están en buen estado, a Quilino y San José y renovándolas totalmente desde San José a Km 907 y Lucio V. Mansilla, establecer un servicio de 20 horas diarias de bombeo.

Cambiar el tanque de Quilino, actualmente muy deteriorado, por otro de 100 m³ y construir otro en Perro Muerto, gemelo del existente allí.

Cambiar la inyectora de Perro Muerto por un motor en San José, para que eleve el agua a un tanque de 100 m³, y de allí siga por gravitación a Lucio V. Mansilla e intermedias. Con esto se evitará la frecuente

rotura de caños producida por el exceso de carga que soportan las cañerías al iniciar el trabajo la inyectora.

Una solución más costosa, pero más completa, sería el cambio de todas las instalaciones, tal como fuera ya proyectado por la Dirección General de Hidráulica de la provincia de Córdoba.

Estas mejoras permitirán establecer una red domiciliaria mucho más amplia que la actual y mantener un servicio permanente de distribución de agua.

2º) El agua para riego que se utiliza actualmente es la proveniente de las vertientes de Quilino y según lo explicado anteriormente se pierde en el recorrido de las acequias más de la mitad de su volumen. Para aprovechar al máximo el caudal actual es necesario impermeabilizar los canales de riego, partiendo desde la junta de las vertientes o sea donde empieza el canal matriz. El granito que constituye las lomas de Quilino es un material adecuado para obras de esta naturaleza.

La cantidad de 60 l/s puede aumentarse apreciablemente cambiando totalmente todos los caños enterrados por otros nuevos de igual capacidad y efectuando una limpieza completa de las diferentes fuentes.

Además se aconseja la construcción de un canal transversal a la orientación de las vertientes, en el lugar indicado en el plano 1, a una profundidad mínima de 4 m y en una extensión de 250 m, donde se considera que afluye el grueso de las aguas de las vertientes.

Con esta renovación de las instalaciones se podrá regar las plantaciones en forma adecuada y aún duplicar la superficie actual de cultivo en Villa Quilino, que es de 200 ha. aproximadamente.

Existe un lugar adecuado para la construcción de un dique de embalse, en la angosta garganta donde se encuentra la compuerta de distribución y donde ya antiguamente fuera construido uno de tierra. Obra de tal naturaleza permitiría embalsar un elevado volumen de agua que abastecería totalmente a Villa Quilino. La cuenca de alimentación de este probable embalse es lo suficientemente extensa como para colmarlo con las crecientes anuales y con las vertientes actuales. Se recomienda efectuar un estudio previo detallado de las condiciones estructurales de las numerosas diaclasas y fracturas que cruzan el granito en esta región.

La zona de « El Bañado », donde sólo existen trabajos de captación de la capa freática realizados por particulares, es una de las más ricas del departamento Ischilín en agua subterránea. Como se deduce del desarrollo de la cuenca y de la descripción precedentemente efectuada de la misma, la profundidad a que se encuentra la capa freática oscila entre los 6 a 8 m de el canal « El Bañado » a la ruta n° 60, y es donde convergen todas las aguas infiltradas en el área de esta cuenca.

Por lo tanto se recomienda la ejecución de un canal de 200 a 300 m

de longitud y una profundidad de 8 a 10 m, transversal al sentido del camino, en el lugar indicado en el mapa n° 2. Siendo el canal transversal a la dirección en que corren las aguas, se tendrá la mayor probabilidad de captar un gran volumen de las mismas. Es conveniente que las galerías filtrantes adopten una disposición a la indicada en el mapa, pues abarcando mayor superficie captarán aquellas infiltraciones que se desvíen del curso general de la capa freática.

Por simple gravitación, las aguas así captadas pueden ser conducidas a Quilino. Dado el tramo a recorrer, de 9 km aproximadamente, y la fuerte irradiación solar de esta región, se aconseja preferiblemente a un canal impermeabilizado, se utilice para la conducción del agua una cañería de asbesto cemento de 1 a 1,5 m de diámetro, que permitirá llevar a Quilino casi todo el caudal juntado en las cataciones propuestas, con el beneficio consiguiente que el incremento de plantaciones aportaría a toda la región.

Abstract. — An attempt is made to study the origin of the springs of Quilino, north of the province of Córdoba. Outcrops of old pink granite form knolls, surrounded by thick deposits of alluvium. Due to fractures and along them in the southern parts of the knolls, the springs are located. Different solutions are given for their capture and utilization in the localities of Quilino and Salinas Grandes.

ASOCIACION GEOLOGICA ARGENTINA

COMISION DIRECTIVA : *Presidente* : DR. FÉLIX GONZÁLEZ BONORINO ; *Vice-Presidente* : DR. MARIO TERUGGI ; *Secretario* : DR. ALBERTO T. J. GIOVINE ; *Tesorero* : DR. EDUARDO METHOL ; *Vocales titulares* : DR. AMILCAR HERRERA, DR. GUILLERMO PURQUE Y DR. JULIÁN A. FERNÁNDEZ ; *Vocales suplentes* : DR. HORACIO V. RIMOLDI, DR. CARLOS GENTILE Y DR. HÉCTOR ORLANDO.

SUBCOMISION DE LA REVISTA : DR. ARMANDO F. LEANZA, DR. HORACIO V. RIMOLDI Y DR. HORACIO H. CAMACHO.

INSTRUCCIONES PARA LOS AUTORES

4) Los autores se ajustarán, en la preparación de sus originales, a las siguientes indicaciones :

1) Los originales deben ser escritos a máquina — *ne varietur* — a dos espacios y con las hojas escritas en una sola de sus caras.

2) La lista bibliográfica llevará por título : « Lista de trabajos citados en el texto ». Será confeccionada por orden alfabético, según sus autores y en orden cronológico cuando se citen varias obras del mismo autor. Si dos o más obras del mismo autor han sido publicadas en el mismo año, se distinguirán con las letras *a, b, c*, etc. Las respectivas citas llevarán las indicaciones siguientes : apellido completo e iniciales del nombre del autor ; título completo de la obra ; lugar y fecha de publicación. Tratándose de artículos aparecidos en publicaciones periódicas, se incluirá el nombre de las mismas convenientemente abreviado, con indicaciones del tomo y la página en que dicho artículo se encuentra. Se evitará el uso de términos superfluos tales como tomo, volumen, páginas, etc. A este efecto y para evitar confusiones, los números para distinguir los tomos se escribirán en caracteres romanos y aquellos referentes a las páginas en caracteres arábigos.

3) Las citas bibliográficas deberán ser incluidas en el texto y referirse a la lista bibliográfica inserta al final de cada artículo.

4) Las ilustraciones consistentes en dibujos deberán ser confeccionadas en tinta china indeleble. A los efectos de su mejor reproducción, es conveniente que ellas sean presentadas a doble tamaño del que serán publicadas.

5) Los autores subrayarán con línea *entera* los vocablos que deban ser compuestos en bastardilla ; con línea *cortada* los que deban ir en versalita y con línea *doble* los que deban ser compuestos en negrita.

La correspondencia de la Asociación deberá ser dirigida a
ITUZAINGÓ 1060, Buenos Aires (Rep. Argentina)



CALIDAD

CONFIANZA

CONFORT

SERVICIO

C O N I
BUENOS AIRES