

17 F

479

329

DISTRIBUCION GEOLOGICA DE LA HOJA 17E. SIERRA BRAVA

(PROVINCIA DE LA RIOJA Y GATAMARCA)

Por

Magdalena Koukherosky y Beatriz L.L. Coira

APR 1968

## INDICE

|                                                     | Pág. |
|-----------------------------------------------------|------|
| RESUMEN.....                                        | 1    |
| INTRODUCCION.....                                   | 4    |
| A. Ubicación y Extensión de la Hoja.....            | 4    |
| B. Investigaciones Anteriores.....                  | 6    |
| C. Naturaleza del Trabajo.....                      | 7    |
| GEOGRAFIA.....                                      | 8    |
| A. Fisiología.....                                  | 8    |
| 1. Orografía.....                                   | 8    |
| 2. Hidrografía.....                                 | 9    |
| B. Clima.....                                       | 10   |
| C. Suelos y Vegetación.....                         | 10   |
| D. Población e Industrias.....                      | 12   |
| E. Medios de Comunicación y Transporte.....         | 12   |
| F. Recursos Naturales.....                          | 13   |
| GEOLOGIA.....                                       | 14   |
| A. Estratigrafía.....                               | 14   |
| I. Relaciones Generales.....                        | 14   |
| II. Cuadro Estratigráfico.....                      | 14   |
| III. Descripción de las Formaciones Geológicas..... | 16   |
| 1. Precámbrico.....                                 | 16   |
| a. Formación Sierra Brava.....                      | 16   |
| b. Diques Aplopegmatíticos.....                     | 22   |
| c. Diques Brechosos Riolíticos.....                 | 24   |
| d. Pegmatitas.....                                  | 25   |
| e. Granitos del Pílon.....                          | 26   |
| Relaciones con la roca de caja.....                 | 28   |
| Síntesis y Conclusiones.....                        | 29   |
| Edad.....                                           | 32   |

|                                                                            | Pág. |
|----------------------------------------------------------------------------|------|
| 2. Paleozoico.....                                                         | 33   |
| Pérmico Formación La Antigua.....                                          | 33   |
| Arcosas y Arenitas Feldespáticas.....                                      | 38   |
| Calizas Areniscosas.....                                                   | 40   |
| Tobas.....                                                                 | 41   |
| Procedencia y Ambiente de Sedimentación.....                               | 44   |
| Consideraciones acerca de las facies piroclás-<br>ticas concomitantes..... | 46   |
| 3. Cenozoico.....                                                          | 47   |
| a) Terciario Formación Los Chivatos.....                                   | 47   |
| Calizas.....                                                               | 49   |
| Arcosas.....                                                               | 51   |
| Wackes líticas subfeldespáticas.....                                       | 51   |
| Consideraciones Generales.....                                             | 52   |
| Edad.....                                                                  | 53   |
| b) Cuartario.....                                                          | 53   |
| B. Estructura.....                                                         | 55   |
| C. Geomorfología.....                                                      | 58   |
| D. Historia Geológica.....                                                 | 61   |
| RECURSOS MINERALES.....                                                    | 62   |
| A. Yacimientos no Metalíferos.....                                         | 62   |
| 1. Pegmatitas.....                                                         | 62   |
| 2. Piedra Caliza.....                                                      | 63   |
| RECURSOS DE AGUAS.....                                                     | 63   |
| A. Aguas Superficiales.....                                                | 63   |
| B. Aguas Subterráneas.....                                                 | 64   |
| LISTA BIBLIOGRAFICA.....                                                   | 66   |
| INDICE.....                                                                | 69   |

DESCRIPCION GEOLOGICA DE LA HOJA 17f, SIERRA BRAVA  
(PROVINCIAS DE LA RIOJA Y CATAMARCA)

R E S U M E N

Esta Hoja se halla ubicada en la zona oriental de la provincia de La Rioja, abarcando en su extremo nordeste una pequeña porción de la provincia de Catamarca.

Como entidades orográficas más importantes, se destacan La Sierra Brava, los Cerrillos Viejos y Los Cerrillos, en la porción central de la Hoja, y el extremo sur de la Sierra de Ancasti, en el ángulo nordeste de la misma.

La red hidrográfica no está bien integrada, no existiendo ningún río colector principal. A pesar de ello, las aguas concurren finalmente a las depresiones (Salinas Grandes y La Antigua).

Según la clasificación de Knoch, (1947), el clima varía entre tórrido seco en el verano, a templado muy seco en invierno. Las precipitaciones son estivales y muy escasas.

Fitogeográficamente la zona pertenece a la provincia del monte (Parodi, 1934) y está caracterizada por especies arbóreas y abundantes arbustos y subarbustos espinosos, de hojas pequeñas o halófilas, implantados sobre un suelo poco desarrollado.

La población se encuentra distribuida en numerosos puestos y estancias diseminadas en los llanos, no existiendo ningún pueblo importante.

La principal fuente de recursos es la cría de ganado bovino, no habiéndose implantado ninguna industria.

Desde el punto de vista geológico, participan en la constitución de esta área rocas del Basamento, dentro de las que se han distinguido la Formación Sierra Brava (migmatitas, esquistos, anfibolitas y calizas) atravesada por diques aplopegmatíticos, pegmatitas y diques brechosos de composición riolítica, y el Granito del Pílon (granitotonalita). Tanto estas metamorfitas como las rocas intrusivas en ellas, son representantes de las fases tectogénicas y magnéticas acaecidas en épocas quizá precámbricas.

En discordancia erosiva sobre las formaciones anteriores, descansan dos conjuntos de sedimentitas, las pertenecientes a la aquí denominada Formación La Antigua, atribuida al Pérmico inferior y las reunidas en la Formación Los Chivatos, de edad miocena-pliocena, existiendo entre las dos últimas una discordancia poco marcada.

La Formación La Antigua es el registro de un ciclo sedimentario, caracterizado por psamitas (arenitas feldespáticas, arcosas, calizas areniscosas) de colores rojizos, alternantes con niveles conglomerádicos y escasas intercalaciones pelíticas, reflejos todos ellos de un ambiente de deposición continental bajo condiciones climáticas estacionales, cálidas y húmedas. Sincrónico con esta deposición es el vulcanismo ácido que dió lugar a las rocas piroclásticas integrantes también de esta Formación.

La Formación Los Chivatos, constituida por calizas areniscosas y arenitas gruesas sabulíticas (arcosas y wackes líticas feldespáticas) de colores blanquecinos a rosados, registra otro ciclo sedimentario continental en un ambiente más árido.

El Cuartario, de amplia distribución en el área está representado principalmente por depósitos aluviales-cólicos, escasos niveles de pie de monte y depósitos salinos.

Estructuralmente esta zona, al igual que las restantes áreas de las Sierras Pampeanas, está caracterizada por la presencia de bloques serranos, de lineación norte-sur limitados, en este caso en el borde occidental, por las fallas que determinaron su ascenso y vuelco hacia el naciente. El primer ascenso de estas sierras tuvo lugar durante la segunda fase del segundo movimiento andino (Mioceno inferior), ocurriendo su levantamiento definitivo a fines del Plioceno-principios del Pleistoceno (fase

principal del tercer movimiento andino).

Morfológicamente esta área es reflejo de la estructura que configura las entidades serranas, pudiéndose distinguir de ellas las lomadas adyacentes, integradas por las unidades sedimentarias restantes. Todas ellas emergen en una extensa llanura de acumulación.

La minería estuvo representada en otras épocas por la explotación de pegmatitas portadoras de muscovita y escaso berilo, que intruyen a la Formación Sierra Brava en el extremo sur de la Sierra de Ancasti y en la Sierra Brava. También se llevaba a cabo la extracción de piedra caliza de los niveles superiores de la Formación Los Chivatos, en las caleras Grande y Chica. La interrupción de la explotación de las pegmatitas fué resultado de la extracción no racional, mediante labores de pirquileo. Por otra parte, el abandono de las canteras de piedra caliza parece haber sido motivado por el agotamiento de las zonas de mayor concentración de carbonato de calcio, de distribución irregular en estos niveles.

El abastecimiento de agua se lleva a cabo mediante represas ya que se cuenta con pocos pozos cavados o perforados.

En el borde oriental de la Sierra Brava el nivel acuífero se encuentra a 47 metros en la estancia Sierra Brava y 35 metros en la estancia Las Flores, siendo el agua de buena calidad. El primer nivel acuífero en el borde occidental de dicha Sierra se encuentra a menor profundidad, siendo el agua salobre, carácter que acentúase con la proximidad de la salina.

BUENOS AIRES, Julio de 1968

## INTRODUCCION

Esta Hoja se halla ubicada en la zona baja y cubierta por monte, conocida como "Llanos de La Rioja". Se encuentra próxima al límite con la provincia de Córdoba y abarca en su extremo nororiental una pequeña porción de la provincia de Catamarca.

Como entidad positiva se localiza en la porción central la Sierra Brava, de escaso relieve y lineación norte-sur, cuyo borde occidental corresponde a una escarpa de falla y su pendiente oriental suave la lleva a confundirse con el llano. Hacia el sur se continúa en pequeñas lomadas.

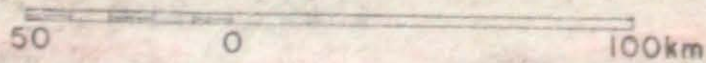
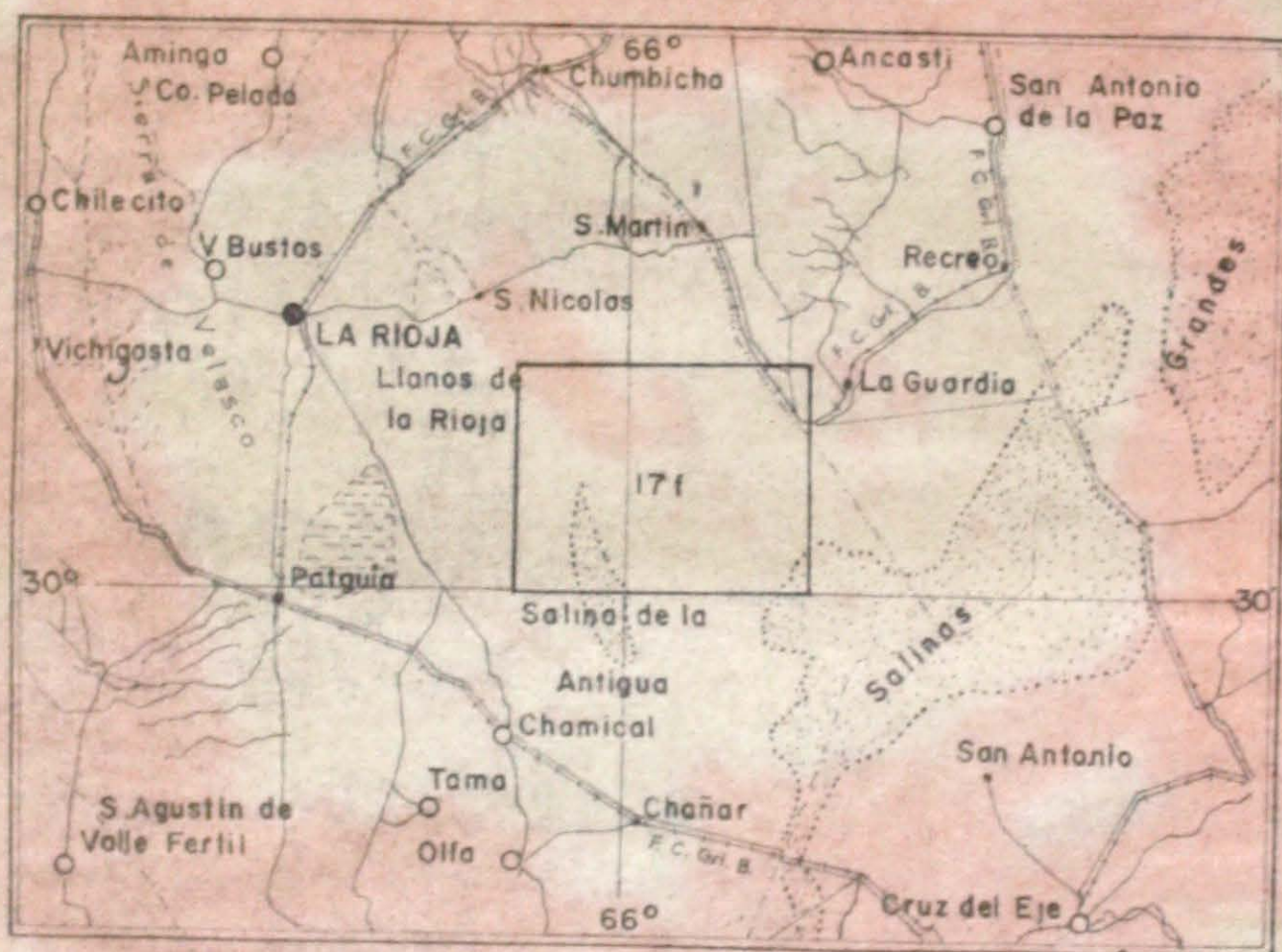
En el sector nordeste se incluye una porción del extremo sur de la Sierra de Ancasti.

El levantamiento de esta área se llevó a cabo en una campaña de 60 días, durante los meses junio-agosto de 1967. Con anterioridad, en el mes de julio de 1966 se recorrió parte de la zona en una comisión de apoyo al Plan Cordillera Norte, a cargo del doctor Juan Carlos M. Turner.

### A. Ubicación y extensión de la Hoja

El área estudiada abarca 3.960 km<sup>2</sup>, ubicados en el extremo nororiental de la provincia de La Rioja, entre los meridianos 66°15' y 65°30' de longitud oeste de Greenwich y los paralelos 29°30' y 30°00' de latitud sur.

UBICACION DE LA HOJA Y AREA QUE ABARCA



## B. Investigaciones anteriores

Brackebusch (1891) incluyó esta comarca en su mapa geológico separando un conjunto de rocas que atribuyó en su Grupo arcaico de edad azoica, en las sierras de Ancasti y Brava, y otro que reunió como "Psamitas" de edad indeterminada, al sur de la última.

Bodenbender (1911) recorrió la zona que se extiende al sur de la Sierra Brava, y reunió a las rocas del basamento en sus "Terrenos metamorfoseados" a los que atribuyó al Precámbrico y Cambriano ? a los afloramientos del cerro Colorado de La Antigua en su Piso II de los Estratos de Paganzo, asignándoles edad permotriásica, e indicó también afloramientos de sus Estratos de los Llanos de La Rioja a los que atribuyó posible edad cretácica superior.

Groeber (1940) indicó rocas del basamento en la Sierra Brava y el Ancasti; del permotriásico en el cerro Colorado de La Antigua y afloramientos al sur de éste como de edad pliocena.

Tapia (1941) incluyó a las rocas de la Sierra de Ancasti en el basamento cristalino proterozoico. En ese mismo año Rigal realiza en el área de Villa de Ancasti un estudio de las aguas subterráneas en relación con la estructura del basamento cristalino.

Frenguelli (1946) realizó un perfil detallado en el cerro Colorado de La Antigua, homologando los estratos con la parte media de sus Estratos de Patquía.

Crespo (1950) efectuó un estudio geológico en el sur de la Sierra Brava, dedicando su atención a las sedimentitas del

Paganzo y Estratos de Los Llanos.

Mezzetti (1960) llevó a cabo un estudio minero relacionado con las pegmatitas de la Sierra Brava.

En 1966 una comisión de apoyo al Plan Cordillera Norte, a cargo del doctor Turner, efectuó el control de campo del levantamiento fotogeológico que abarca parte de esta área.

#### C. Naturaleza del trabajo

El levantamiento geológico se realizó sobre la base topográfica a escala 1:100.000, cuyo levantamiento fué efectuado por el topógrafo de esta Repartición José La Rocca en el año 1962. Se contó también con las fotografías aéreas de la porción central de la Hoja a escala 1:50.000 del Instituto Fotopográfico Argentino.

Durante la campaña el área fué recorrida principalmente a lomo de mula, debido a la densidad y características del monte, aunque en algunos casos, los caminos permitieron el acceso a las áreas de estudio en vehículo.

Se levantaron y muestrearon en detalle los perfiles más representativos de cada una de las formaciones, efectuándose 160 cortes microscópicos de las muestras coleccionadas, para su estudio petrográfico.

## G E O G R A F I A

### A. Fisiografía

#### 1. Orografía

En la región puede distinguirse emergiendo en medio de la llamada en primer lugar el cuerpo de la Sierra Brava, de rumbo nornoroeste-sudsudeste, que constituye la entidad positiva de mayor importancia en el área, de altitud máxima 572 m, en el sector noroccidental y cuya pendiente es definitivamente oriental, alcanzando en su borde occidental una escarpa de 200 m. En su extremo sur una pequeña depresión de suave pendiente oriental la separa de la lomada de Los Cerrillos, cuyas máximas alturas apenas sobrepasan los 500 m. Al sudeste de esta última y separadas de ella por el río Pilón, se encuentran las lomadas de los Cerrillos Viejos, que alcanzan los 450 m.

Tanto Los Cerrillos como los Cerrillos Viejos, mantienen al igual que las demás unidades una pendiente hacia el este.

Al poniente de las entidades descriptas y con orientación norte-sur se encuentran aproximadamente alineadas las pequeñas elevaciones pertenecientes al cerro Colorado de La Antigua (398 m), las Lomas de la Higuierita y de La Antigua.

Al este y oeste, en la llanada se encuentran dos depresiones, La Salina de La Antigua y las Salinas Grandes. Estas son colectoras del agua de la zona en épocas de lluvias y se extienden fuera del área cubierta por el mapa. De ellas, la salina de La Antigua es la de mayor extensión en la Hoja. Es un cuerpo alargado norte-sur que alcanza un ancho de tres kilómetros en su extremo sur y de 2,5 km en el norte. Su altura con respecto al nivel del mar es de 275 m, en tanto que el sector perteneciente a las Salinas Grandes alcanza en esta zona 200 m s.n.m.

El extremo sur de la Sierra de Ancasti, en el sector noreste de la Hoja, tiene una altura máxima de 450 m y presenta lineación nornoreste-sudsudoeste, pendiente oriental y un marcado escalón occidental.

## 2. Hidrografía

Todos los ríos de la zona son de corta extensión, y drenan áreas muy reducidas. Tanto sus nacientes como sus desagües se encuentran dentro de la Hoja, pero sin integrar una red hidrográfica definida. Debido a las condiciones climáticas y al carácter local, éstos son ríos secos cuyo caudal escasamente suele llegar en épocas de lluvias a los bajos.

Se pueden distinguir dos cuencas que actúan como colectoras del agua de la zona. Ellas son las Salinas Grandes y la salina La Antigua. La primera de éstas constituye una importante depresión hacia la cual drenan la mayoría de los ríos, en tanto que la segunda es de carácter más reducido y mayor altura sobre el nivel del mar, con desagüe hacia la primera al sur de la Hoja. Pequeñas cuencas muy locales son las que configuran un conjunto de barreales comunes en la zona.

En el cuerpo de la Sierra Brava la mayoría de los cursos de los ríos son transversales al rumbo de la Sierra y tienen desagüe oriental, como el río del Quebracho Colorado, Quimillar, Grande, Ledesma y Canalito. Dentro de los de pendiente occidental, de recorrido aún más reducido, merecen destacarse el del Pozo del Arbol Blanco y Pencal. El único río longitudinal importante de la Sierra, de curso nornoreste-sudsudeste es el río Grande, el que se localiza en una zona de fractura.

En las elevaciones que se encuentran al sur de la Sierra Brava los cursos de agua más importantes tienen pendiente oriental. Ellos son los del Suncho, Las Cañas y del Pilón, aun-

que este último en su tramo medio tiene recorrido norte-sur. En el extremo suroeste de estas elevaciones y separándolas de las Lomas de la Higuera, se encuentran la Cañada de los Laureles de escasa pendiente hacia el suroeste.

En las Lomas de La Antigua y de La Higuera se localizan una serie de ríos de poca importancia, transversales a las mismas, cuyos cauces desembocan en la salina La Antigua, como los ríos de La Higuera y del Tigre.

En la porción de la Sierra de Ancasti sólo merece destacarse el río Pozo de los Bueyes, que en su tramo inicial tiene recorrido norte-sur para luego desviarse al sudeste.

#### B. Clima

El clima es sumamente caluroso en los meses de verano y moderado en invierno. Según la clasificación de Koebe (1947), varía entre tórrido seco o sea de temperatura media superior a los 26°C y precipitaciones entre 40 y 100 mm en enero, y templado muy seco (10 a 16°C y 0 a 20 mm de precipitaciones) en julio.

Los vientos son suaves durante el año (5 a 16 km hora) y como ya se mencionó las precipitaciones ocurren sólo en los meses de verano. Estas condiciones hacen que la zona sea apta para el trabajo de campo durante casi todo el año. No es aconsejable hacerlo entre los meses de diciembre y marzo por ser ésta la época más calurosa.

#### C. Suelos y vegetación

Fitogeográficamente la zona pertenece a la provincia del Monte (bosques xerófilos) (Parodi, 1934) y dentro de ella al Distrito Central (Hauman, 1947).

En el llano abundan arbustos y subarbustos espinosos,

de hojas pequeñas o afilos entre los que se distribuyen numerosos individuos arbóreos y escasas gramíneas del tipo "pastos duros".

A pesar de la intensa tala a que ha sido sometida esta zona, y que actualmente continúa, la especie arbórea predominante es el quebracho blanco, pudiéndose distinguir también talas mistoles y abundantes breas y algarrobos. Dentro de los arbustos y subarbustos se destacan el garabato, el retamo, el chañar, la jarilla, la pichana. También son abundantes las cactáceas como el quimilo y el cardón.

En el llano se destacan zonas con menor densidad de vegetación, condicionadas a la naturaleza del suelo (extremadamente arenoso y salobre), siendo en las inmediaciones de las salinas netamente halófila.

En el ambiente serrano el número de especies es mucho más limitado que en el llano, destacándose los cordones, gramíneas del tipo pasto duros, chaguar, acompañados por quimilos y garabatos (estos últimos particularmente en el Ancasti) sobre los que se fijan numerosos claveles del aire. Cabe destacarse que en las quebradas, especialmente las orientales, más húmedas, se agregan a las especies antes mencionadas otras como el palo borracho, enredaderas y mistoles.

El suelo sobre el cual se implanta la vegetación de monte antes descripta está poco desarrollado. Las condiciones de aridez imperantes en la zona han determinado un suelo de tipo arenarcilloso, entre las sierras y las salinas, el cual permitiría en algunas localidades con la ayuda de riego diversos cultivos (maíz y otros). La falta de esta última sumada a la acción eólica, que remueve y deposita continuamente el material, impiden la evolución pedológica. También debemos tener en cuenta la gran extensión del área ocupada por salinas y la influencia de éstas en la determinación una alta salinidad de los suelos. Esta última ha

ido incrementándose por el avance de dichas salinas como lo evidencian la destrucción natural del monte y el progreso de la vegetación halófila en el borde de las mismas.

Sobre las sierras, sometidas a la deflación encontramos tan sólo un regolito, resultado de la desintegración de sus rocas.

#### D. Población e industrias

La población se encuentra distribuida en numerosos puestos y estancias diseminados en los llanos, no existiendo ningún pueblo importante dentro del ámbito de la Hoja. El total de pobladores alcanza aproximadamente las 1.300 personas.

En esta área no se desarrolla ningún tipo de industria.

#### E. Medios de comunicación y transporte

El acceso a la zona desde La Rioja se realiza por la ruta provincial Nº 5 (que une La Rioja con la Ruta Nacional Nº 60 por San Martín) hasta el kilómetro 25 (El Estanquito); desde allí por un camino vecinal se llega al Barreal Grande. En este paraje se bifurca comunicando por un lado con la ruta nacional nº 60 a través de la estancia El Valle y los hornos de la Sierra Brava (esta era antiguamente un camino importante que unía Córdoba con La Rioja por las Salinas Grandes), y por el otro, con Chemical bordeando la salina La Antigua.

Otra forma de acceso es posible desde el kilómetro 41 de la ruta provincial Nº 5, pasando por el Barreal de las Elecciones para unirse con los caminos antes mencionados en el Barreal Grande.

Para la zona de la Sierra de Ancasti el acceso se puede realizar ya sea desviando de la ruta nacional nº 60 hacia San Pedro o Balde de la Punta para el flanco occidental, o tomando a

la altura de kilómetro 62 de la ruta antes mencionada la provincial n° 7 que pasa por La Guardia a Esquíú para la ladera oriental.

Existen además numerosos caminos o sendas distribuidos en la porción este y sudeste de la Hoja, consecuencia de los obrajes y puestos allí existentes. Muchos de estos caminos no son transitables en épocas de lluvias.

Un ramal del Ferrocarril Nacional General Belgrano cuya línea pasa por el extremo nororiental de la Hoja con su estación Casa de Piedra, se dirige desde Córdoba a Catamarca por Chumbicha.

#### F. Recursos naturales

La principal fuente de recursos de la zona es la cría de ganado vacuno, cuyo número de cabezas está condicionado por la existencia de agua, la que principalmente proviene de las represas.

La intensa tala llevada a cabo desde principios de siglo ha determinado la disminución en la actualidad, de la explotación de quebracho. Sin embargo, aún permanecen en actividad varios hornos de carbón en algunas localidades.

En los puestos se cría también ganado caprino y en escasa cantidad el ovino.

## G E O L O G I A

### A. ESTRATIGRAFIA

#### I. Relaciones Generales

Esta zona se encuentra incluida en el ámbito de las Sierras Pampeanas.

En ella aflora un basamento al cual se ha dividido aquí en la Formación Sierra Brava (migmatitas, esquistos, anfibolitas y calizas), atravesada por numerosos diques aplopegmatíticos, pegmatitas y algunos diques brechados de composición riolítica, y el Granito del Pilón.

La columna estratigráfica se completa con areniscas, conglomerados y rocas piroclásticas de edad pérmica (Formación La Antigua) y con las sedimentitas terciarias de la Formación Los Chivatos.

El Cuartario está representado por niveles de pie de monte muy poco desarrollados debido al bajo desnivel que los origina, zonas de acumulación eólica y por las salinas.

#### II. Cuadro estratigráfico

Ver página 15.

| E D A D                | N O M B R E S                                                          | L I T O L O G I A                                                                                                                                      | Espesor<br>en<br>Metros |
|------------------------|------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| CUARTARIO              | Depósitos de pié de monte aluviales-eflúvicos, salinos.<br>-----disco. | Arenas, rodados, limos, arcillas, sales.                                                                                                               |                         |
|                        | Formación Los Chivatos                                                 | Calizas areniscosas, areniscas gruesas subalíticas.                                                                                                    | 25                      |
| TERCIARIO              | Elioceno                                                               |                                                                                                                                                        |                         |
|                        | -----disco.                                                            |                                                                                                                                                        |                         |
| PERMICO                | Formación La Antigua                                                   | Areniscas, conglomerados, limolitas y tobas riolíticas.                                                                                                | 100                     |
|                        | -----disco.                                                            |                                                                                                                                                        |                         |
| Granito del Pilon      |                                                                        | Granitos, tonalitas                                                                                                                                    |                         |
|                        |                                                                        | Pegmatitas, diques cuarzo-turmalínicos.<br>diques brechosos de com-<br>posición riolítica<br>diques aplopegmatíticos.                                  |                         |
| Formación Sierra Brava |                                                                        | Migmatitas, esquistos<br>(cuarzo-oligoclásico-biotítico-muscovítico y cuarzo-andesina media-biotita-epidoto-titanita-clorita)<br>Anfibolitas y Calizas |                         |
|                        |                                                                        |                                                                                                                                                        |                         |

CEENOZOICO

PALEOZOICO

PRECAMBRIICO ?

### III. Descripción de las Formaciones Geológicas

#### 1. PRECAMBRICO

##### a) Formación Sierra Brava

Esta entidad está constituida principalmente por mignatitas y en menor proporción esquistos cuarzo-oligoclásico-biotíticos, a veces granatíferos o esquistos cuarzo-andesina media biotita-titanita-epidoto, anfibolitas y calizas.

Sus afloramientos componen el cuerpo principal de la Sierra Brava, la porción occidental y austral de Los Cerrillos, el extremo sur de los Cerrillos Viejos, la porción de la Sierra de Ancasti incluida en la Hoja, y una faja norte-sur que se extiende desde el sudeste de la Loma de La Antigua hasta el río La Higuera.

Mignatitas (1): Estas rocas son, las que por su predominio caracterizan a la Formación Sierra Brava. Son mignatitas tonalíti-

---

NOTA: (1) Como mignatitas se designan, en este trabajo al conjunto de rocas gneísicas cuyas bandas leucocráticas evidencian cierto grado de plasticidad de sus componentes, tanto por sus caracteres macroscópicos (venas irregulares, nodulosas, contorsionadas y anastomosadas), como microscópicos (distorsión y flexura de las láminas micáceas en las proximidades de la fracción leucocrática, zonabilidad de la plagioclasa, e intercrecimiento y digitación de los componentes). Bajo este término quedarían así agrupadas aquellas rocas que reúnen los caracteres texturales mencionados anteriormente y que podrían ser el resultado de una anatexis diferencial o de aporte magmático y/o metasomático. Por otra parte, el término tonalítica califica solo a la composición (cuarzo y feldespatos calcosódicos) de los minerales leucocráticos, y no al aspecto o estructura del conjunto, que podría ser granitoidea (homogénea y con foliación escasa o ausente) o bien foliada y/o bandeadada (lit par lit o gneísica) como es en el caso presente. Se entiende por foliación la propiedad de partirse la roca según superficies planas paralelas y por bandeamiento su diferenciación en capas de distinta composición.

cas de colores grises oscuros a claros, a veces rojizas, con bandeamiento variable que grada desde marcado a difuso, estas últimas en las zonas de migmatización más intensa, donde es posible observar el desarrollo de frecuentes pliegues ptigmáticos.

Las bandas claras están constituidas por granoblastos de hasta medio centímetro de diámetro de cuarzo y plagioclasa, esta última comúnmente idiomorfa. Con carácter accesorio y no constante suelen observarse cristales de granate y turmalina, ambos alcanzando un desarrollo de dos centímetros de diámetro máximo, presentándose los últimos en forma de agregados radiados.

El diseño de las bandas es generalmente subparalelo, en algunos casos noduloso, aunque sin alcanzar una típica textura de gneis de ojos, y en otros, difuso. Su espesor varía entre 0,2 y 2 centímetros.

Las bandas oscuras se caracterizan por el predominio de materiales micáceos de hasta cinco milímetros de diámetro principalmente biotita acompañada por clorita, muscovita, sericita y granate.

Caracterizan a las zonas de mayor migmatización el desarrollo de motas negro verdosas de diámetro entre 0,5 y 2 centímetros, compuestas por finos agregados de sericita y clorita. Fueron observadas con mayor frecuencia en la zona delimitada por la Subida de Joaquín (al este de Pozo Blanco), El Brete, Mogote Ricardo y Piedra Blanca, y en el extremo sur de los Cerrillos Viejos.

Como fenómeno poco frecuente se desarrollan porfiroblastos de oligoclasa de hasta cinco centímetros de longitud. Se localizan tanto en las bandas como en las micáceas, en estas últimas, sin aparente relación con los agregados cuarzo-oligoclásicos. Cabe destacar que estos porfiroblastos se encuentran también en esquistos no migmatíticos.

Porfiroblastos de muscovita, de hasta un centímetro se observan en las zonas de mayor densidad de pegmatitas. Son de distribución irregular y no respetan la foliación (zona del río Pencal y Ancasti).

Al microscopio resulta difícil distinguir en ellas relictos de esquistos anteriores a la migmatización. Cuando ello es posible se presenta como pequeños parches constituidos por granoblastos de cuarzo, oligoclasa sódica, biotita y algunas laminillas de clorita y sericita.

Las láminas de biotita distribuidas con su característica textura lepidoblástica, se encuentran sólo en algunos casos flexionadas o afectadas por el agregado cuarzo-oligoclásico. Por lo común aparecen reemplazadas por penninita y muscovita acompañadas por óxido de hierro. Esta última a veces como agregados finos (sericita).

Las "motas", compuestas por clorita (penninita y/o clinocloro) y sericita, aparecen como agregados finos, lentiformes, de textura decusada o radiada. Se encuentran localizadas en las bandas micáceas reemplazando láminas de biotita, lo que se evidencia por relictos de esta última en el interior de las mismas o por la presencia de "fantasmas" de láminas previas enmarcados sus contornos y clivaje por fino material opaco. En otras oportunidades sólo se reconoce un hábito tabular dentro de estas "motas". En los bordes de estos agregados se disponen subperpendicularmente láminas de contornos netos, de muscovita y clinocloro, este último acompañado por penninita.

Similares agregados sericítico-clorítico aparecen en las bandas micáceas de las migmatitas del suroeste de la Sierra Brava (zona del Mogote Ricardo), pero ya no en forma de motas, sino como reemplazo de un mineral fibroso de hasta 1,5 cm de longitud.

Los porfiroblastos de granate, al igual que la biotita, están afectados por un metamorfismo retrogresivo, encontrándose transformados en forma generalmente parcial en biotita verde o parda y penninita, llegando este reemplazo a ser total en los Cerrillos Viejos, donde también participan en los pseudomorfos clinocloro, magnetita, muscovita, y una penetración cuarzosa posterior acompañada por turmalina y apatita.

La plagioclasa (oligoclasa) es de igual composición (15-20 % An), tanto en los agregados finos, como en los porfiroblastos y en los remanentes de paleosoma. En algunas muestras existen evidencias de una albitización posterior, que se manifiesta como rebordes discontinuos en los cristales de oligoclasa.

El microclino, sólo en un caso, en la zona de Cardón Bola, en la proximidad a un cuerpo aplopegmatítico de composición granítica, se lo observó participando en la composición de las migmatitas, pero con carácter muy subordinado.

El cuarzo, más abundante que la plagioclasa, presenta marcada extinción fragmentosa y relación de penetración con respecto a los restantes minerales.

Esquistos: Dentro de ellos podemos diferenciar: A) Esquistos con la asociación cuarzo-oligoclasa-biotita-muscovita-granate-clorita, son frecuentes en las zonas de escasa migmatización, aunque también se los encuentra como bancos de poco espesor dentro del conjunto más migmatizado.

Son de colores grises, grano fino, homogéneos o de bandeamiento poco marcado, en algunos casos, porfiroblásticos. La textura microscópica varía entre granoblástica y lepidoblástica. Las láminas de mica alcanzan un desarrollo máximo de 2 mm. A ve-

ces la oligoclasa alcanza desarrollo de hasta 2 cm. También como porfiroblastos suelen observarse cristales de granate y muscovita, ambos de hasta 1 cm de diámetro.

Al igual que en las migmatitas, en estas rocas se observa un metamorfismo retrogresivo representado por el pasaje biotita-clorita y muscovita y de granate a biotita y penninita.

B) Esquistos con la asociación cuarzo-andesina media-biotita-epidoto-titanita-clorita. Estas rocas tienen escasa distribución, habiéndoselas observado esporádicamente en la porción sur de la Sierra Brava, con potencias inferiores a los dos metros, intercaladas entre las migmatitas en las zonas donde también aparecen anfibolitas y calizas.

Son de color gris verdoso claro, grano fino y foliación poco marcada.

Al microscopio se pueden reconocer algunos relictos de naturaleza pelítica, de grano fino, cuarzosos, con pequeñas laminillas de clorita y biotita. Entre ellos se disponen aisladamente cristales de andesina media, límpidos, de contornos desdibujados debido a reemplazo parcial por epidoto, y láminas de biotita casi totalmente cloritizadas (clinocloro). Este último, junto con epidoto y titanita representan la neomineralización.

El epidoto (clinozoisita y pistacita) es un constituyente dominante en la roca, el que reemplaza a la plagioclasa y en menor proporción a láminas de biotita, llegando en algunos casos a alcanzar desarrollo porfiroblástico. También aparece cuarzo intersticial o a manera de parches.

Anfibolitas: Afloran en el extremo suroccidental de la Sierra Brava, también en la zona de Cardón Bola y en La Capilla.

Se presentan como bancos de espesores que oscilan entre 2 y 10 m y en algunos casos a manera de lentes no superiores a los 2 m de ancho alojadas en las migmatitas.

Las primeras son rocas compactas, de color negro, granosas medianas, algo esquistosas, en las que se aprecian abundantes cristales de anfíbol con orientación subparalela, de hasta 0,5 cm. Presentan un bandeamiento mal definida dada por escasas y delgadas bandas plagioclásicas. La hornblenda verde es el constituyente dominante (80 %). Suele presentar pasaje a tremolita, clorita y clinozoisita. La plagioclasa se presenta saussuritizada.

A diferencia de las anteriores, los cuerpos lentiformes están compuestos por una roca homogénea, no esquistosa, en la cual se aprecian abundantes cristales de anfíbol de hasta un centímetro entre los que se disponen cristales blanquecinos de plagioclasa en forma de agregados irregulares y dispersos.

Su textura es hipidiomorfa y si bien la hornblenda sigue siendo el constituyente dominante, el porcentaje de plagioclasa con respecto a las anfibolitas anteriores es algo mayor.

El anfíbol no presenta orientación preferencial y se encuentra reemplazado en los bordes por clorita y tremolita con hábito fibroso.

La plagioclasa, labradorita media, se encuentra distribuida entre los cristales de anfíbol, a los que suele penetrar encerrándolos, en algunos casos poikilíticamente.

En muy baja proporción aparece biotita pardo rojiza, en algunas oportunidades reemplazando al anfíbol, presentando a la vez pasaje a clorita.

El cuarzo, presente en escasísima proporción, es intersticial y se distribuye penetrando a los demás minerales.

Como accesorios se encuentran cristales de apatita y turmalina.

Algunas de las anfibolitas descritas en primer término se encuentran inyectadas por venas cuarzo-plagioclásicas de alrededor de 5 cm de espesor. En las inmediaciones de ellas, las an-

fibrolitas adquieren color verdoso más claro como resultado de una mayor degradación de la hornblenda a clinozoisita, tremolita y clorita, observándose también saussuritización de la plagioclasa.

Calizas: Bancos de caliza de hasta cinco metros de espesor aparecen en el extremo sur de la Sierra Brava, especialmente en la zona ubicada al oeste y suroeste del Mogote Ricardo. Siempre están asociadas con bancos de anfibolitas.

Se aspecto depende del grado de pureza. Las hay casi puras, bien recristalizadas, de color blanco, macizas, homogéneas, cuyo tamaño de grano alcanza 0,5 cm y otras más impuras, de color rosado pardusco, granometría más fina, y aspecto terroso. Las primeras presentan al microscopio una textura en la que en una base granoblástica de calcita se disponen agregados de contornos ovalados de penninita y brucita bordeados por gránulos pequeños de epidoto. En algunos se aprecian remanentes de diópsido o forsterita. La brucita también aparece en forma de pequeñas venas y aisladamente se disponen pequeños cristales de granate.

Hacia el contacto con las anfibolitas las calizas adquieren color verdoso claro, presentando además clinozoisita y tremolita.

Las calizas impuras tienen la asociación de calcita con abundante brucita, tremolita, penninita y granate.

#### b) Diques Aplopegmatíticos

Estos cuerpos intruyen concordantemente a las rocas de la Formación Sierra Brava, con un espesor medio de 30m. Se distribuyen principalmente en las áreas de menor migmatización.

Su composición, entre granítica y tonalítica, presenta variaciones aún dentro de un mismo cuerpo. La diferencia mineralógica no está condicionada por la localización.

Son rocas de colores blanco grisáceos, rosados o morados y textura granosa fina a mediana, panalotriomorfa. Comúnmente

presentan inhomogeneidad de grano llegando a tener carácter pegmatoide por el mayor desarrollo de sus feldespatos. Sus componentes son microclino, cuarzo, plagioclasa, muscovita y los accesorios comunes turmalina y granate.

Es frecuente observar en estos cuerpos una lineación paralela a los bordes dada por la forma alargada de los granos que las componen. Siguiendo esta alineación suelen encontrarse pequeñas venas irregulares, nodulosas, de cuarzo rosado acompañado o no por material sericítico verde claro. Estas vetas se ubican tanto dentro de los cuerpos como en los esquistos circundantes.

Hacia los bordes adquieren mayor desarrollo los cristales de feldespato y muscovita, y aumentan los porcentajes de turmalina y granate.

El microclino se presenta en algunos casos pertíticos filiforme, a veces reemplazando parcialmente la plagioclasa.

La composición de esta última varía entre oligoclasa sódica (15 % An) y oligoalbita (10 % An); la primera en los cuerpos de composición tonalítica y la última en granitos y granodioritas. Una zona albitica externa suele observarse bordeando a los granos de plagioclasa o de microclino. Son frecuentes las mirmequitas y poco comunes las antipertitas.

El cuarzo presenta extinción fragmentosa y penetra a los demás componentes, a veces con carácter venoso.

La muscovita parece ser el resultado de la desferriización de biotita, de la cual se observan escasos remanentes, ya que es frecuente la presencia de gránulos de óxido de hierro alineados según el clivaje.

En algunos casos se aprecia una primitiva generación de cristales mayores de plagioclasa y/o microclino pertítico, deformados, fracturados, rodeados y penetrados por el agregado fino posterior, de composición granítica, granodiorítica o tonalítica.

El carácter concordante de estos cuerpos con las migmatitas, y el hecho que en sus extremos a manera de venas se confundan con las folias claras de ellas, parecieran relacionarlos en forma directa con estas últimas, pero la diferente composición mineralógica no apoya esta hipótesis. En cambio podrían ser asociados con los cuerpos graníticos de los Cerrillos y los Cerrillos Viejos.

Cuerpos comparables a estos han sido señalados por Bonorino (1950-1951) en la Hoja 13e Villa Alberdi y 12e Anconquiya. Aquellos son postectónicos; en la zona de Sierra Brava el grado de cataclasis y la localización concordante permiten considerarlos sintectónicos.

#### c) Diques Brechosos Riolíticos

Son cuerpos tabulares, concordantes, que suelen aflorar a lo largo de un kilómetro con un ancho que oscila entre 10 y 15 m.

Su localización está restringida al cuerpo de la Sierra Brava (Mogote Aspero, Mogote Ricardo, etc.).

Están compuestos por una roca afanítica, de color pardo oscuro, brechada. Dichos fragmentos, de hasta 20 cm de diámetro están penetrados y encerrados por cuarzo y en menor proporción albita, a veces con texturas en escarapela.

Al microscopio se aprecian fragmentos generalmente angulosos de cristales de cuarzo, plagioclasa con alteración sericitica, escasa láminas de biotita en proceso de desferrización y autolitos de pasta, todos con tamaños muy variables, los que llegan a confundirse con la pasta que los encierra. Esta última es un agregado microgranoso cuarzo feldespático acompañado por gránulos de óxido de hierro y finas laminillas micáceas.

A veces pueden observarse líneas de fluidalidad dadas por la orientación de los fenoclastos y por diferencias de grano-

metría en la mesostasis.

Como etapa póstuma en la formación de estas rocas existió una importante invasión de cuarzo acompañado por albita en menor proporción. Ambos se presentan ideomorfos, zonales, con numerosas inclusiones puntiformes, como cristales de hasta 0,5 cm de longitud. Este agregado da lugar a las texturas en escarapela.

En los bordes de estos cuerpos suele observarse alteración hematítica y en menor medida limonítica.

Se trata de diques de composición riolítica, cuya intrusión coincidió con presiones que dieron lugar a la textura fragmentosa.

#### a) Pegmatitas

Son cuerpos discordantes, fusiformes, de tamaño variable, cuyo eje mayor puede alcanzar 50 m y el menor un máximo de 20 m.

Sus rumbos son norte-sur, este-nordeste y noroeste coincidiendo con planos de diaclasas, con inclinación generalmente hacia el norte.

Se distribuyen en la Sierra Brava en el sector septentrional y principalmente en la porción noroeste, disminuyendo la frecuencia hacia el sur. También se las encuentra en la porción austral de la sierra de Ancasti.

En ellas se ha observado zonalidad, no siempre bien definida, destacándose:

a. Un núcleo de cuarzo traslúcido o blanco a veces con desarrollo de drusas, asociado en algunos casos con turmalina, de un ancho medio de 2 m.

b. Una zona con intercrecimiento de cuarzo-albita y/o albita-microclino y escasa muscovita.

c. Una zona cuarzo-feldespática rica en micas. En ella la biotita forma librillos de hasta 5 cm de diámetro y la musco-

vita, marcadamente más abundante que la anterior, se presenta en láminas de hasta 20 cm de diámetro.

d. Una zona externa de 1 a 3 cm de ancho de igual composición mineralógica que la anterior, pero caracterizada por una textura granosa fina.

Tanto la apatita y granate como la turmalina, no tienen una localización preferencial, pudiéndose observarlos en las zonas b, c y d, y a la turmalina también, en algunos casos en el núcleo.

Dichos minerales pueden alcanzar un diámetro máximo de 10 cm y suele principalmente el granate y la turmalina, encontrarse intercrecidos con el cuarzo, el primero sin un buen desarrollo cristalográfico.

Son contadas las pegmatitas portadoras de berilo, el que se localiza, en algunos casos en el borde externo al núcleo, alcanzando 20 cm según el eje mayor y tres centímetros de diámetro en la sección basal.

En el contacto con las pegmatitas, la roca de caja (esquistos y migmatitas se encuentran muscovitizada, observándose el desarrollo de porfiroblastos de muscovita de hasta 2 cm. También es frecuente encontrar cristales de turmalina y granate.

En algunos casos, incluidos dentro de las pegmatitas, se observan pequeños jirones de roca de caja de 0,20 a un metro de diámetro máximo.

Suelen encontrarse cuerpos constituidos sólo por cuarzo con turmalina, equivalentes, quizás, a los núcleos de las pegmatitas zonales; y por otro lado venas más ricas en turmalina, bandeadas, relacionadas directamente con el Granito del Pilón.

#### e) Granito del Pilón

Aflora en dos localidades, en la primera de ellas constituye el cuerpo principal de Los Cerrillos, encontrándose limi-

mitado en forma parcial por el río del Pílon al sur y este, y el río Las Cañas al norte, y en la segunda configura la porción más elevada de Los Cerrillos Viejos.

La composición de estos cuerpos es esencialmente granítica, aunque en contados casos llega a ser tonalítica. Los caracteriza la abundancia de cristales de turmalina, como constituyente constante.

El aspecto más común es el de una roca granosa mediana, de color blanco grisáceo a rosado, textura que varía entre hipidiomorfa y panalotriomorfa constituida por microclino, el que se presenta ya sea intersticial o con hábito tabular, plagioclasa subidiomorfa, de menor desarrollo que el primero, y cuarzo. Láminas de muscovita de hasta 2 mm de diámetro se distribuyen en forma irregular y componen un 5% del total de la muestra. En proporción semejante a esta última, se disponen cristales prismáticos de turmalina de hasta 1 cm de diámetro. En la zona de Cerrillos Viejos se observa el predominio de cristales idiomorfos de microclino pertítico, tabulares, de 1 a 5 cm de longitud. Las pertitas son irregulares y maculosas. Ellos se hacen más abundantes hacia el noroeste del afloramiento, donde zonas con mayor densidad de estos cristales, generalmente con tendencia a una orientación paralela, aparecen a manera de pequeñas venas en el granito porfídico. Si bien la abundancia de tales cristales pareciera indicar una naturaleza distinta a la del granito aflorante en Los Cerrillos, se observan zonas dentro de él, de granometría más homogénea en las que se torna equiparable con el anterior. La facies de borde del granito de Los Cerrillos se caracteriza por su composición tonalítica, encontrándose constituida por plagioclasa y cuarzo intercrecidos y asociados a abundante turmalina y apatita.

Al microscopio se aprecia a los cristales de plagioclasa, comúnmente oligoalbita (10 % An) y en los bordes oligoclasa

sódica (15 % An), alterados en grado variable a material arcilloso y/o micáceo. El microclino, muchas veces perfitico, suele presentar relación de reemplazo con respecto a la plagioclasa. El cuarzo, de extinción fragmentosa en los bordes de los cuerpos y homogénea o levemente ondulada en el centro, suele estar asociado con la turmalina. Esta última (schorlita) presenta marcada zonalidad. La muscovita proviene de la desferrización de la biotita, como lo demuestran relictos de la segunda y el material opaco en sus trazas de clivaje. La apatita, como cristales de 1 mm de diámetro, es frecuente en el cuerpo de Los Cerrillos Viejos y en el borde del cuerpo de Los Cerrillos.

#### Relaciones con la roca de caja

En el granito de Los Cerrillos se han observado contactos netos, discordantes con la roca de caja, en tanto que en Los Cerrillos Viejos son difusos. En el primer caso, próximo al borde, son frecuentes los xenolitos de migmatitas de hasta 2 m de largo, en los que se observa el desarrollo de numerosos porfiroblastos de granate de hasta 2 cm de diámetro y de biotita de 1 cm. Ambos minerales han sido afectados por un metamorfismo retrógrado, quizás asociado con los fenómenos póstumos de la cristalización del cuerpo, observándose el granate reemplazado por biotita verde según líneas estructurales y a la biotita por penninita y en menor proporción, clinocloro.

Las migmatitas en el borde presentan así mismo el desarrollo de porfiroblastos de granate, aunque en mucho menor porcentaje que en los xenolitos. También están afectados por procesos de muscovitización y turmalinización. Venas de cuarzo-turmalina de hasta 0,5 cm de ancho, muy abundantes, se localizan en dicho borde proyectándose hacia las migmatitas.

Si bien el contacto es difuso en los Cerrillos Viejos,

se aprecia en las migmatitas el desarrollo también de porfiroblastos de granate de hasta 3 cm, afectados por metamorfismo retrogresivo. En algunos de estos pseudomorfos de granate se aprecia una penetración, a manera de parches, de cuarzo asociado con turmalina y apatita. También son frecuentes las venas cuarzo-turmalínicas.

Si bien allí las migmatitas presentan porfidoblastos semejantes a los del cuerpo granítico, éstos son de oligoclasa.

### Síntesis y conclusiones

- 1) El grado de metamorfismo regional alcanzado por las rocas de la Formación Sierra Brava está indicado por las asociaciones cuarzo-oligoclasa-biotita-granate en los esquistos de mayor distribución, hornblenda-andesina-epidoto-cuarzo-biotita en las anfibolitas y calcita-diópsido en las calizas, lo cual permite ubicarlas como pertenecientes a la facies anfibolita almandino (Fyfe, Turner y Verhoogen, 1958).
- 2) Los esquistos de dicha Formación se encuentran afectados por un variable grado de migmatización. Pueden distinguirse en el cuerpo principal de la Sierra Brava, en su zona central, dos fajas aproximadamente norte-sur en las que se destaca el predominio del material cuarzo-oligoclásico. Una abarca desde el borde occidental de la Sierra hasta poco más al este de la Cañada (cañada de rumbo norte-sur, afluente del río Pencal), y la otra desde las cabeceras de los ríos Grande y Quimilár hasta aproximadamente 2 km de las desembocaduras. La primera de ellas pierde tal carácter al norte del río Pencal.

Entre los ríos Ledesma y Pozo del Arbol Blanco, en el norte de la Sierra, se destaca una zona de intensa migmatización.

En el extremo sur de la Sierra, el río Grande limita hacia el este una zona de migmatización particularmente escasa,

y en la Sierra de Ancasti es intensa en el borde occidental, disminuyendo progresivamente hacia el este.

3) El desarrollo de porfiroblastos de oligoclasa en los esquistos no migmatizados, evidencia metasomatismo sódico-cálcico en éstos.

4) La carencia de feldespatos potásicos, como la composición de la plagioclasa, caracterizan tanto a los esquistos y a los remanentes de éstos en las migmatitas, como a las bandas claras de las mismas.

5) La participación de microclino subordinado en las migmatitas tiene carácter local, encontrándose relacionado con la proximidad de los cuerpos aplopegmatíticos de composición granítica.

6) Cuerpos aplopegmatíticos, de carácter concordante, penetran por sus extremos, a manera de finas venas a los esquistos. Esto parecería indicar su vinculación con la migmatización; pero su composición predominantemente granítica, a diferencia de las migmatitas (tonalíticas) negaría su participación en estas últimas en escala regional. Sin embargo, de acuerdo con lo que se menciona en el punto 5, sí con carácter local y posterioridad a la formación de las migmatitas tonalíticas.

7) La asociación de bancos de anfibolitas con calizas en la Formación Sierra Brava (lo más frecuente) por un lado, y por otro la aparición de cuerpos pequeños, lentiformes desvinculados de aquellas, indican la presencia de dos tipos de anfibolitas. Las primeras, por su asociación y textura esquistosa pueden ser clasificadas como paranfibolitas en tanto que las segundas, evidencian a través de su textura una primitiva cristalización magmática (ortoanfibolitas).

8) La zona ha sido afectada por un metamorfismo retrogresivo, el que se manifiesta por la degradación del granate a biotita y clorita, de la biotita a clorita, de la hornblenda a epidoto, biotita, clorita y tremolita y de posible diópsido a clorita, brucita

y epidoto.

El hecho que el metamorfismo retrogresivo sea más acentuado en las zonas de mayor migmatización de los esquistos y en las inmediaciones de las venas cuarzo-plagioclásicas que penetren las anfibolitas, parece indicar una relación entre la migmatización y el fenómeno de diaftoresis.

9) Muscovitización se ha observado en los esquistos con carácter discordante con respecto a la foliación, en el extremo noroeste de la Sierra Brava (alrededores del río Pencal) y en la Sierra de Ancasti.

Ella está asociada allí con la presencia de pegmatitas, como lo evidencia la mayor profusión de estos porfiroblastos en las cercanías de dichos cuerpos.

10) Los cuerpos de Los Cerrillos y de los Cerrillos Viejos manifiestan una vinculación genética, ya que en los afloramientos del último existe un pasaje gradacional de un granito porfiroideo a un granito de caracteres petrográficos idénticos al de Los Cerrillos; correspondiendo, por lo tanto las variaciones, a distintas condiciones de cristalización.

11) El Granito del Pílon, con sus contactos discordantes, y por la falta de cataclasis (sólo presente en forma poco marcada, como fenómeno de borde) podría ser considerado apotectónico, aunque no se puede descartar la posibilidad que sea leptotectónico por los contactos difusos en los Cerrillos Viejos y sus reducidas dimensiones aflorantes.

Es posterior a los diques aplopegmatíticos considerados sintectónicos.

12) Los efectos de contacto observados en la caja, han sido modificados por un metamorfismo retrogresivo, posiblemente vinculado con la etapa hidrotermal póstuma del granito. Esto se vería corroborado por la asociación de los fenómenos de diaftoresis a la

penetración cuarzo-turmalínica.

13) El desarrollo de porfidoblastos de oligoclasa en las mignatitas de la caja no estaría relacionado con este granito. Lo dicho anteriormente se encuentra apoyado por la distinta composición de la plagioclasa en el granito (10-15 % An), y 15-20 % An en los porfidoblastos de las mignatitas, la falta de reemplazo potásico en los mismos y su distribución no localizada exclusivamente en los bordes.

#### Edad

Brackebusch (1891) incluye todas estas rocas en su Grupo Arcaico de edad azoica.

Bodenbender (1911) las reúne en sus "Terrenos metamorfosados" los que atribuye al Precámbrico y Cambriano ?.

Pastore (en Pastore y Ruiz Huidobro, 1952) considera rocas comparables a las de la Formación Sierra Brava, de las Sierras de Córdoba y San Luis (micacitas, esquistos filíticos o cuarcitas) como originadas en un proceso orogénico y metamórfico del Silúrico-Devónico, sucedidas por intrusiones básicas que dan lugar a ortoanfibolitas y noritas y posteriormente, como culminación del ciclo caledónico, por una etapa de granitización cuyas consecuencias fueron los granitos, aplitas, pegmatitas y sus mezclas.

Bonorino (1950) incluye los afloramientos de la Sierra de Ancasti en una faja de mignatitas, a las que asigna edad precámbrica.

Puede decirse en esta zona, que la Formación Sierra Brava es anterior al Pérmico, representado por la Formación La Antigua que se asienta en discordancia erosiva sobre ella. Los diques aplopegmatíticos intrusivos en las rocas de dicha Formación son anteriores a las pegmatitas que los atraviesan.

En cuanto a los diques brechosos riolíticos, el único

dato con que se cuenta es su intrusividad con respecto a las rocas de la Formación Sierra Brava y su sincronismo, quizás con una etapa tectónica. La penetración cuarzo-albítica que los afecta, podría estar relacionada con las pegmatitas de la zona. En la Hoja 181 Dean Funes, Methol (1958) menciona diques semejantes a éstos, a los que asigna edad precarbónica superior y posterioridad a rocas graníticas atribuidas al Precámbrico.

Ante la carencia de cataciones absolutas se optó por asignar a todo este conjunto de rocas una edad precámbrica sensu lato. Cabe señalarse que no se descarta la posibilidad que el Granito del Pilón, pegmatitas, diques riolíticos brechosos y aplopegmatíticos sean de edad paleozoica.

## 2. PALEOZOICO

### Pérmico. Formación La Antigua

Esta entidad está constituida principalmente por psamitas de colores rojizos, alternantes con niveles conglomerádicos, niveles tobáceos y escasas intercalaciones pelíticas, que corresponden al Piso II de los Estratos del Paganzo de Bodenbender (1911).

El perfil más completo se encuentra constituyendo el anticlinal del cerro Colorado de La Antigua, donde alcanza un espesor de 100 m. Estos afloramientos continúan hacia el sur en los ríos de la Higuera y del Tigre. También aflora en la porción central de la Hoja entre Sierra Brava y los Cerrillos y conforma las lomadas que se encuentran al norte y este-sudeste de los Cerrillos Viejos.

Su relación con las rocas subyacentes (Formación Sierra Brava y Granito del Pilón) es de discordancia erosiva, al igual

que con la Formación suprayacente (Formación Los Chivatos), aunque en este último caso es de carácter poco marcado.

El perfil aflorante en el Cerro Colorado de La Antigua es el siguiente (desde el techo hacia la base):

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Espesor |   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|---|
| A. Areniscas medianas, micáceas, rojo de ladrillo claro, estratificación entrecruzada en paquetes de 10 a 30 cm. (Arenita feldespática micácea).....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 5       | m |
| B. Tobas vítreo-líticas moradas y rojo amarillentas claras, estratificadas en bancos de 0,20 a 1 metro de espesor; con estratificación entrecruzada en paquetes de 0,10 m.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 11      | m |
| C. Areniscas finas calcáreas rojo de ladrillo (arcosa) y estratificadas en bancos de 0,10 a 0,20 m. Hacia el techo se intercala un banco de tobas cristalovítricas moradas de 0,40 m de espesor.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 4       | m |
| D. Areniscas finas grisáceas, estratificadas en bancos de 1 centímetro, con ondulitas de 5 cm de longitud de onda. Hacia la parte superior son macizas, de coloración morada, y participación calcárea, alternando estas últimas con las primeras hacia el techo (Arcosas).....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 5       | m |
| E. Arenisca fina, morada, estratificada en bancos de 0,20 m (Arcosas).....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 1       | m |
| F. Areniscas medianas (arcosas) de color rojo de ladrillo, con frecuentes concreciones calcáreas. En las partes superior y media están estratificadas en bancos cuyo espesor oscila entre 0,5 y 2 metros, con ondulitas de 5 a 10 cm de longitud de onda. En el tercio inferior se intercala un banco de 2,5 m de areniscas gruesas con lentes de conglomerados finos de hasta 0,40 m de espesor. Hacia la base se tornan micáceas con estratificación más fina (hasta 1 cm), siendo frecuente la estratificación entrecruzada en paquetes de 10 a 40 cm de espesor. A los 8 m de la base se intercala un banco de sabulitas arcóscas con cemento calcáreo, en partes conglomerádicas, con clastos de hasta 1 cm, entre los que predominan los |         |   |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Espe sor |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| de cuarzo sobre los de esquistos y feldespatos.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 48 m     |
| G. Areniscas medianas a gruesas moradas claras, compactas, en bancos de 0,20 m, con estratificación entrecruzada en paquetes de 3 cm. En la porción superior son frecuentes las concreciones calcáreas discoidales (arcosas con cemento calcáreo).....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 1,5 m    |
| H. Tobas vítreas limoarcillosas, de colores rosados grisáceos a blanquecinos, finamente estratificadas en capas de 0,1 a 2 cm. En la porción superior son fosilíferas (con Palaeonodonta Ramaccioni) y presentan numerosas concreciones de formas discoidales de hasta 10 cm de diámetro y estru cutras como en cono, siendo importante la participación calcárea. En la base se tornan rosadas y la estratificación es más gruesa (bancos de 20 cm).....                                                                                                                               | 4 m      |
| I. Tobas vítreas de color rosado morado, estratificadas en bancos de 10 a 30 cm. En el techo toman coloración más clara y presentan estructuras de plegamiento intraformacional. Hacia la base están finamente estratificadas, siendo frecuente la laminación entrecruzada en paquetes de 2 cm; alternando allí capas arcillosas de coloración más oscura, con otras limoarenosas de mayor potencia.....                                                                                                                                                                                | 6 m      |
| J. Arcilitas rosa moradas y blancas estratificadas en láminas de 0,1 centímetro.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 0,1 m    |
| K. Limolita blancuzca rosada, maciza. Posible toba fina.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 0,5 m    |
| L. Areniscas gruesas a sabulíticas rojo amarillentas (Arenita feldespática). En la base presentan estratificación entrecruzada con láminas de 1 cm, en paquetes de 0,10 a 0,30 m, disminuyendo la granulometría, para luego pasar a sabulitas conglomerádicas (1,20 m de espesor), con lentes de conglomerados cuyos clastos mayores tienen un diámetro entre 1 y 5 cm. Son de feldespato, cuarzo, turmalina, esquistos y granito.<br>Hacia la parte superior continúan areniscas medianas a finas rojo amarillentas, (arenita feldespática) estratificadas en bancos de 0,20 m, que se |          |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Espesor |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| tornan micáceas laminadas en capas de 2 mm y presenta en los niveles superiores la intercalación de un banco de 20 cm de sabulitas conglomerádicas.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 9 m     |
| M. Areniscas finas a medianas, calcáreas, (calizas areniscosas) rojizas, muy compactas. Estratificadas en bancos de 0,10 a 0,30 m. En la parte media se intercalan arcillitas y limolitas de color chocolate en bancos de 3 a 5 cm. Hacia los niveles superiores las areniscas, finas en la base gradan a areniscas medianas y hay una mayor participación de material micáceo. Con ello la estratificación se hace más fina y en la porción superior llega a desarrollar estratificación entrecruzada en paquetes de 10 a 15 centímetros..... | 6 m     |
| Base no aflorante                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |         |
| Total del perfil aflorante.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 101 m   |

Al sudeste de la Estancia Las Flores aflora el siguiente perfil:

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| A. Tobas córneas de color rosado rojizas, de aspecto brechoide dado por fragmentos aplanados de coloración mas oscura que se disponen paralelamente a la estratificación.....                                                                                                                               | 1,5 m |
| B. Sabulitas arcósicas rojo ladrillo claro, estratificadas en bancos de 0,30 m (Arcosas).....                                                                                                                                                                                                               | 3 m   |
| C. Areniscas medianas y finas rojo ladrillo claras, en parte blanquecinas, estratificadas en bancos de 2 a 10 cm (arenita feldespática).....                                                                                                                                                                | 1 m   |
| D. Tobas finas rojo violáceas, córneas con pequeños nódulos ovoidales o rectangulares blancos de hasta un milímetro de longitud. En la base presentan aspecto fluidal dado por la presencia de delgados filetes discontinuos de color oscuro. Hacia los niveles superiores su coloración es más rosada..... | 0,5 m |

|                                                                                                                                                                                                |       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| E. Areniscas finas micáceas rojo ladrillo estratificadas en bancos de 0,5 a 2 cm (arenita feldespática micácea).....                                                                           | 1 m   |
| F. Sabulitas arcólicas rojo ladrillo claro estratificadas en bancos de 0,30 m (Arcosas).....                                                                                                   | 2,5 m |
| G. Areniscas medianas rojo grisáceas, estratificadas en bancos de 0,20 m alternantes con areniscas finas rojo ladrillo estratificadas en bancos de 5 cm (arenitas feldespáticas micáceas)..... | 3,5 m |
| H. Sabulitas conglomerádicas rojo amarillentas que gradan a areniscas gruesas, (arenitas feldespáticas). La fracción psefitica alcanza hasta 1 cm.....                                         | 0,5 m |
| I. Areniscas finas rojo ladrillo, estratificadas en bancos de 0,10 m, (arenita feldespática micácea con cemento ferruginoso).....                                                              | 4 m   |
| J. Conglomerados oligomicticos con clastos subangulosos a subredondeados de rocas graníticas, esquistos, cuarzo y turmalina.....                                                               | 3 m   |
| .....discordancia erosiva.....                                                                                                                                                                 |       |

#### Formación Sierra Brava

Espe sor..... 20,5 m

De los perfiles espuestos se concluye que dentro de los niveles psamíticos existe un marcado predominio de arcosas y arenitas feldespáticas; que son comunes a ambos dos niveles tobáceos correlacionables y que en la zona de mayor espesor, en los niveles basales aflorantes participan calizas areniscosas.

En la clasificación de estas rocas se adoptó el criterio de Gilbert (1954), ya que éste se adaptaba con mayor facilidad a las muestras estudiadas, caracterizadas por el escaso porcentaje total de cuarzo.

Sin embargo se hizo necesario utilizar como complemento del nombre los términos "con cemento calcáreo o ferruginoso"

para aquellas rocas en las cuales el porcentaje de cemento excedía el 15 %, y "micácea" para aquellas que superaban el 10 % considerado por dicho autor como el máximo común a este tipo de rocas.

Así también fué necesario denominar calizas areniscosas alejándonos ya de esta clasificación, a un conjunto de rocas que por tener un contenido carbonático mayor del 50 % no están contempladas en ella.

Aplicada la clasificación se reunieron como arcosas y arenitas feldespáticas a un conjunto de psammitas entre las cuales existe toda una gradación, a las que se pusieron límites puramente mineralógicos independientemente del grado de madurez textural.

#### Arcosas y arenitas feldespáticas.

Tanto las arcosas como las arenitas feldespáticas se caracterizan por la inmadurez textural, dada por la falta de redondeamiento de los granos y generalmente mala selección granulométrica.

En ellas la matriz, ausente o escasa (menos del 10 %) está constituida por un agregado muy fino arcillo-ferruginoso, con escasa participación clástica y se dispone ya sea en forma irregular o como pequeñas lentes aproximadamente paralelas a la estratificación. Cuando esta se encuentra, generalmente corroe, en forma parcial a los clastos. En su composición participan en proporciones variables caolinita, illita y un material arcilloso de tipo interestratificado.

El cemento, principalmente calcáreo, aunque a veces ferruginoso o calcáreo-ferruginoso es generalmente muy abundante (10 a 30 %). El cemento calcáreo se dispone como pavimento, a manera de parches, corroyendo en forma muy marcada a los clastos,

especialmente los feldespáticos, llegando a borrar los primitivos contornos, y a los materiales arcillosos componentes de la matriz.

El cemento ferruginoso generalmente es menos abundante que el calcáreo, tiñe a los granos y se dispone preferencialmente siguiendo los planos de estratificación.

Componen la fracción clástica: cuarzo, con un porcentaje variable del 25 a 50 %, tanto en las arcosas como en las arenitas feldespáticas; feldespatos entre un 10 y 45 % en las arcosas, a diferencia del 5 a 15 % en las arenitas feldespáticas; fragmentos líticos (0 a 10 %), más frecuente en las últimas, al igual que las micas (1 al 35 %).

Cuarzo: Pueden diferenciarse dos tipos, uno anguloso a subanguloso con extinción fragmentosa y homogénea e inclusiones puntuales y en algunos casos aciculares y otro en proporción subordinada, redondeado a subredondeado y con extinción más homogénea.

En algunos casos presenta bordes irregulares y mal definidos de crecimiento secundario, que no tienen importancia en la cementación de la roca.

Feldespato: Participan en la fracción clástica como granos desde subangulosos a subredondeados. Dentro de ellos el más común es plagioclasa (Oligoalbita y oligoclasa sódica), alterados a material arcilloso ferruginoso o libres de alteración, en algunos casos con un delgado borde albítico y en segundo lugar los feldespatos potásicos, predominando el microclino límpido sobre los alterados peritíticos.

Aparte de la alteración arcilloso-ferruginosa, los feldespatos presentan frecuente reemplazo calcítico y/o caolínico que llega a ser total.

Fragmentos líticos: Son escasos, distinguiéndose tres tipos dentro de ellos; a) vidrio de color pardo rojizo, en algunos casos desnaturalizado a un agregado microcristalino y otros, posibles

vidrios, reemplazados por un material clorítico-arcilloso. Se los encuentra en la fracción fina, redondeados a subredondeados. b) esquistos cuarzo-muscovítico-biotítico, subangulosos a subredondeados, que aparecen en la fracción clástica más gruesa. c) clastos redondeados de psamitas con cemento ferruginoso, en las areniscas finas.

Micas: Participan tanto biotita como muscovita, predominando la primera como láminas relativamente grandes, distorsionadas entre los granos, siendo frecuente la desferrización de la biotita. Están concentradas principalmente en las arenitas feldespáticas.

Accesorios: El más frecuente es la turmalina (schorlita) que excepcionalmente constituye el 2 %, siendo más raros la apatita y el circón.

Como se puede apreciar en la descripción anterior, tanto las arcosas como las arenitas feldespáticas no presentan ni diferencias mineralógicas ni distinta madurez textural. En la clasificación utilizada se encuentran próximas, siendo motivo de la diferente denominación las distintas proporciones de feldespatos y fragmentos líticos existentes. Que la clasificación es arbitraria y el grado de madurez real es similar en ellas, lo revela la igual proporción de cuarzo en las arcosas y arenitas feldespáticas, en tanto que en las últimas partes del feldespato es reemplazado ya sea por un mayor porcentaje de cemento como por abundancia de micas. El hecho que el porcentaje de cuarzo sea semejante, como que no existan diferencias mineralógicas son reflejo de una incipiente diferenciación del mismo tipo de material en iguales condiciones de sedimentación.

#### Calizas Areniscosas

Son rocas clásticas que difieren de las anteriores por su mayor porcentaje de material calcáreo, el que participa ya sea como clastos reemplazados principalmente de feldespatos, material

orgánico (espículas) o cemento. Este último llega a constituir el 50 % de las rocas.

La fracción clástica la integran cuarzo (15 - 25 %); feldespatos, tanto plagioclasea como microclino (5 - 20 %); micas, principalmente biotita (5 - 10 %); fragmentos orgánicos (hasta un 5 %) y escasos fragmentos líticos.

Los clastos son de naturaleza similar a los de las arcosas y arenitas líticas. Sin embargo cabe aquí destacar que a diferencia de ellas participan fragmentos orgánicos (espículas) y como únicos fragmentos líticos los de vidrio de color pardo, redondeados y pequeños. Con respecto a los minerales accesorios se encuentran los mismos aunque son sumamente escasos.

Caracteriza a estas rocas un importante reemplazo del material clástico por el cemento calcáreo que no sólo desdibuja los caracteres texturales, sino que también modifica la mineralogía. A pesar de ello es posible establecer una gradación entre estas calizas areniscosas y las arcosas y arenitas feldespáticas.

#### Tobas

Dentro de ellas se pueden diferenciar dos tipos: tobas finas vítreas y, tobas gruesas vítreas, vitrocrystalinas, vitrolíticas y líticas.

a) Tobas finas vítreas. Son rocas de colores blanquecinos, rosados, morados claros y grisáceos y de granometría limoarcillosa. Se presentan ya sea bien estratificadas o masivas, en general alternando ambos tipos. En el primer caso poseen marcada laminación en capas de 1 a 4 mm, las que son resaltadas por su coloración contrastante o fina estratificación entrecruzada en paquetes de 1 centímetro.

Se caracterizan al microscopio por el predominio del material volcánico fino (polvo) sobre las trizas y cristaloclastos. Los primeros se encuentran siempre desnaturalizados y con-

vertidos en agregados de caolinita y posible halloisita en algunos casos, mientras que en otros de cuarzo microcristalino, caolinita y escasa analcima, observándose siempre un reemplazo carbonático irregular.

Los cristaloclastos son muy escasos (1-2 %) y están representados por cuarzo, plagioclasa y micas.

La laminación fina se encuentra denotada por variación en el contenido de trizas, cristaloclastos, porcentaje de óxido de hierro o por la distinta desnaturalización.

Este tipo de tobas se encuentra casi exclusivamente en el cerro Colorado de la Antigua, donde predomina en forma marcada sobre las tobas gruesas.

b) Tobas gruesas vítreas, vitrocristalinas, vitrolíticas y líticas. Son rocas de colores rosados, amarillentos y morados, en general muy compactas, homogéneas, con aspecto brechoide o pseudolíticas.

Este conjunto de tobas, por el elevado porcentaje en general, de material originalmente vítreo fragmentario (80 - 95 %), son tobas vítreas según la clasificación de Wentworth y Williams (1932), aunque también participan tobas vitrocristalinas con un porcentaje de cristaloclastos del 25 al 30 % y tobas líticas a vitrolíticas con 15 al 55 % de fragmentos líticos.

Todas estas rocas se caracterizan al microscopio por la textura vitroclástica de la matriz. En ella las trizas componentes principales se encuentran distribuidas en una mesostasis (fracción polvo) disponiéndose sin acusar ningún signo de aglutinación, pudiéndose observar en algunos casos la alternancia gradacional de láminas de distinta granometría condicionada a la relación trizas/polvo.

Los cristaloclastos, generalmente angulosos a subangulosos son de cuarzo (50-70 %), plagioclasa y/o microclino (30- 35%),

biotita (1-10 %) y en escasa proporción turmalina, zircón y apatita. Dentro de los feldespatos predomina la plagioclasa (oligoclasa media o ácida) límpida o alterada en forma parcial a material arcilloso, sobre el microclino siempre libre de alteración.

La desnaturalización del material originalmente vítreo ha dado como resultado agregados de caolinita y posible halloisita o calcedonia y caolinita, en ambos casos con escasa analcima. Cuando el porcentaje de analcima se hace importante (20-40 %), estas rocas adquieren megascópicamente un aspecto "pseudolítico".

Este se debe a la presencia de estructuras esféricas u ovoidales de 0,5 a 5 mm de diámetro. La observación microscópica muestra que son el resultado del crecimiento de analcima. En ellas como en el resto de la roca se observan a los planos de estratificación remarcados por la disposición de las trizas, los que en algunos casos fueron levemente modificados por el crecimiento de este mineral. Acompañan a la analcima, calcita en agregados irregulares y en escasa proporción cuarzo microcristalino y/o caolinita.

En las tobas líticas y vitrolíticas la desnaturalización está muy enmascarada por abundante material ferruginoso, sin embargo es posible observar un mejor desarrollo de los cristales de caolinita aún visibles megascópicamente como agregados blancos de sección rectangular u ovalada.

Por sus características texturales distintivas también merecen especial atención las tobas líticas o vitrolíticas. Ellas tienen un aspecto brechoso dado por fragmentos aplanados de coloración mas oscura, que se disponen paralelos a la estratificación. Al microscopio la mayor abundancia del material ferruginoso permite observar a los fragmentos líticos, también tobáceos, de textura comparable a la matriz que los rodea, algunos con una clara estratificación gradada. Sus formas son irregulares, a ve-

ces con aspecto "estirado", el cual evidencia un alto grado de plasticidad durante la depositación.

Las tobas gruesas vitreas y vitrocrystalinas afloran en las zonas del río de la Higuera y del Tigre y en los Chivatos, mientras que las líticas y vitrolíticas solamente al sudeste de la Estancia Las Flores.

#### Procedencia y ambiente de sedimentación.

Esta Formación constituida esencialmente por arcosas, arenitas feldespáticas, con algunos niveles conglomerádicos y muy escasas intercalaciones pelíticas puede ser asimilada a la "Asociación de arcosas marginales" (Krynine, 1949), que caracterizan a las cuencas intracratónicas anexadas (según Krumbein and Sloss, 1963). Esto se encuentra apoyado por su localización en un ambiente evidentemente cratónico y en el cual los sedimentos provendrían de elevaciones adyacentes. Dichas elevaciones estarían representadas por rocas con las características de la Formación Sierra Brava, como se corrobora a través de la mineralogía de estas sedimentitas. Así se encuentran en ellas clastos de esquistos, cuarzo plutónico o metamórfico, por su extinción fragmentosa e inclusiones aciculares, plagioclasa cuya composición varía entre oligoclita y oligoclasa media, predominando sobre el microclino, la abundancia de turmalina y micas especialmente biotita.

Teniendo en cuenta las características de estas sedimentitas, en la zona más profunda aflorante del área de sedimentación ya sea desde el punto de vista paleontológico (presencia de pelecípodos, Palaeonodonta ramaccioni y de espículas de esponjas) como desde el puramente estructural (fina laminación paralela o entrecruzada, corrugamiento por deslizamiento subácneo, ondulas de pequeña longitud de onda) se puede concluir que el ambiente de sedimentación correspondió al de ambientes lacustres, si bien restringidos, ya que no se evidencian en todos los perfi-

les.

La secuencia litológica con una importante participación carbonática en la base, que va disminuyendo hacia los niveles superiores, donde comienza a ser abundante el material arcilloso (una gran parte resultado de la alteración de los feldespatos) y el ferruginoso, nos impulsa a buscar en la teoría de la bio-rhexistasia la explicación de estos fenómenos. Serían entonces las calizas representantes de la fase migratoria que acompaña el proceso pedogénico, al cual se encuentra sometida el área de aporte durante la etapa biostática. La fase residual de dicho proceso comienza a participar en mayor medida hacia los niveles superiores, evidenciando un pasaje hacia un ciclo rhexistásico en el que es eliminada la cubierta vegetal protectora. Durante dicho ciclo el vulcanismo ha sido un elemento activo y posiblemente coadyuvante.

Las condiciones climáticas que prevalecieron en el área de aporte deben haber sido entonces, suficientemente cálidas y húmedas, como para desarrollar la vegetación necesaria capaz de permitir la evolución pedogénica durante la etapa biostática y la eliminación de los elementos alcalinos y alcalinotérreos. A la vez se hace necesario suponer la alternancia de estaciones húmedas y secas capaces de disolver y precipitar el hierro (Millet, 1960). Este último hecho es corroborado por la presencia de troncos con anillos anuales contrastantes (Dadoxylon) (Frenguelli, 1946).

Las consideraciones anteriores sobre las condiciones climáticas, hacen necesario aclarar, como ya lo supuso Volkheimer (1967), la improbabilidad de una deposición glacialacustre como había postulado Frenguelli (1946), apoyándose en el hallazgo de presuntos varves, en realidad tobas de deposición subácuea, que indican simplemente un ambiente lacustre.

### Consideraciones acerca de las facies piroclásticas concomitantes.

Dos etapas de actividad volcánica pueden reconocerse como participantes en esta secuencia sedimentaria. Ambas están testimoniadas en los perfiles del cerro Colorado de La Antigua y del sudeste de la estancia Las Flores y sólo una de ellas se encuentra registrada en los restantes afloramientos de la zona. Así en el río del Tigre, en el río de La Higuera y en Los Chivatos, encontramos niveles tobáceos con espesores entre 3 y 5 m que son perfectamente correlacionables entre sí y homologables al superior de los antes mencionados.

Considerando la composición química a través de la mineralogía de las tobas, la cual evidencia abundancia de sílice y alúmina (cuarzo, caolinita, halloisita, analcima), escasez de hierro y calcio y carencia de magnesio; la ausencia de texturas que denoten primitivos minerales félicos en los vitroclastos; la composición de los cristaloclastos (cuarzo y plagioclasa exclusivamente ácida) y la escasa distribución que suelen tener las rocas piroclásticas basálticas, puede pensarse que son estas tobas representantes de un vulcanismo del tipo ácido o intermedio.

Dicho material piroclástico en las zonas del cerro Colorado de La Antigua y sus afloramientos australes presenta evidencias estructurales y paleontológicas que revelan una deposición en condiciones subacuáticas, como ya ha sido mencionado anteriormente para algunos elementos de esta Formación.

Simultáneamente con la deposición de estas tobas existía denudación de las rocas del basamento, evidenciada por la presencia de material accidental (microclino, turmalina, abundante material micáceo y escasos fragmentos de esquistos).

La importancia de este tipo de rocas intercaladas dentro de sedimentitas atribuidas a la Formación La Antigua radica

en que permite identificar la concomitancia de su sedimentación con un vulcanismo ácido a intermedio.

#### Edad

Bodenbender (1911) incluye estas sedimentitas en su Piso II de los Estratos de Paganzo, asignándoles edad permotriásica.

Bracaccini (1946) basándose sobre restos vegetales hallados en la Sierra de Los Llanos considera a estas rocas de edad carbónica superior o pérmica inferior.

Frenguelli (1946) a estas sedimentitas les atribuye edad Pérmica Inferior asignándolas a la parte media de sus Estratos de Patquia y considera que el hallazgo en esta zona de *Palaeonodonta ramaccioni* confirma esta edad.

### CENOZOICO

#### a) Terciario Formación Los Chivatos

Constituyen esta Formación los afloramientos poco potentes de calizas areniscosas y areniscas gruesas sabulíticas de colores blancos y rosados que Bodenbender (1911) denominara "Estratos de Los Llanos de La Rioja".

Se distribuyen en la zona central de la Hoja en forma irregular, como un manto discontinuo, subhorizontal, en discordancia poco marcada sobre las rocas de la Formación Sierra Brava, Granito del Pílon y Formación La Antigua.

Los perfiles más completos se encuentran en Los Chivatos (Grande y Chico), en la faja norte sur que comprende La Cuesta y La Calera Grande y en las Lomas de la Higuera.

Se detallan a continuación los perfiles más representativos:

Los Chivatos-Calera Grande

Espesor

Areniscas medianas a gruesas, rosado blancuzcas, muy inhomogéneas, que en zonas de mayor cementación gradan a calizas areniscosas blanquecinas. Son frecuentes las concreciones silíceas botroidales las que llegan a constituir niveles de 10 cm de espesor. Este banco ha sido explotado por su contenido calcáreo..... 3,5 m

Sabulitas conglomerádicas blanquecinas, con clastos subredondeados de granito y sedimentitas de la Formación La Antigua de hasta 5 cm de diámetro, con estratificación entrecruzada en paquetes de 20 cm, remarcados por extinción ferruginosa. Hacia la parte superior los bancos se tornan más areniscosos y de coloración rosada..... 10 m

Areniscas medianas, friables, de color pardo rosado claro, con escasos clastos angulosos de hasta 5 cm de diámetro, de sedimentitas del Paganzo, esquistos, cuarzo y feldespato. Hacia los niveles medios presentan estratificación entrecruzada en paquetes de 10 a 20 cm, intercalaciones de bancos lentiformes de sabulitas conglomerádicas y cementación irregular carbonática. A 2 m del techo existe un banco de 1,5 m de sabulitas conglomerádicas, estratificadas en capas de 0,20 - 0,30 metros..... 12 m

.....Discordancia.....

Formación Cerro Colorado de La Antigua

Lomas de La Higuera

Calizas areniscosas de grano fino, blanquecinas, con escasos clastos de cuarzo y feldespatos, de hasta 1 cm de diámetro. Hacia la porción superior presentan silicificación irregular..... 2 m

Calizas areniscosas de grano fino a mediano, blanco rosadas con clastos aislados de hasta 2 cm de diámetro de cuarzo redondeado, micas, feldespatos y esquistos. Hacia el techo aumenta el tamaño de la fracción clástica y disminuye el porcentaje de cemento..... 10 m

Espesor

Sabulitas blanquecinas con abundante matriz y cemento calcáreo (wacke subfeldespática con cemento calcáreo) en las que los clastos de cuarzo y feldespatos, angulosos a subangulosos, pueden llegar a tener excepcionalmente 10 cm de diámetro. En la porción media se intercala un banco de areniscas medianas de color rosado claro (arcosa micácea) en las que se aprecian láminas de muscovita de 2 mm de diámetro distribuidas al azar y escasos clastos de tamaño grava de cuarzo y feldespatos blanquecinos.... 3 m

.....Discordancia.....

Formación Sierra Brava

Mesillas Blancas

Calizas areniscosas blancuzcas, que hacia los niveles superiores se tornan rosadas, con clastos subangulosos de cuarzo y feldespatos de hasta 1 cm de diámetro, estratificadas en bancos de 0,20 m, que alternan con calizas areniscosas finas. Estos niveles presentan numerosas concreciones de calcedonia, lenticiformes, arrimadas, tabulares, de muy variados tamaños, así como venas paralelas a la estratificación..... 20 m

Calizas de grano mediano a fino, blanquecinas, silicificadas, de aspecto eolítico por la eliminación del carbonato..... 2 m

.....Discordancia.....

Formación Sierra Brava

Como se advierte del estudio de los perfiles, es posible diferenciar tres tipos de sedimentitas características a ésta Formación, que en orden de abundancia son; calizas, arcosas y wackes líticas subfeldespáticas.

Calizas

Se agrupan acá, un conjunto de sedimentitas con más del 50 % de material calcáreo. La mayoría de ellas deben ser

consideradas calizas areniscosas por la presencia de una fracción clástica relativamente importante, de naturaleza no calcárea, si bien existe un pequeño grupo libre de dicha fracción, el que suele presentar silicificación.

Las calizas areniscosas están caracterizadas por la presencia de un mosaico, generalmente fino y muy homogéneo de calcita, con poca interpenetración de los granos entre sí. En él se distribuye la fracción clástica en proporciones variables (5 - 20 % del total de la roca). La selección granulométrica de dicha fracción es muy pobre y los clastos presentan variado grado de redondeamiento. Ellos están representados por cuarzo (80 - 5 %), feldespatos (plagioclasa y microclino), (2 - 15 %), biotita y o muscovita (0 - 5 %) y como accesorios turmalina y circón.

El cuarzo aparece como clastos de dos tipos: angulosos y subredondeados, predominando el primero de ellos. Tiene extinción fragmentosa y homogénea y son frecuentes en ellos las inclusiones puntuales y aciculares. En algunos casos se trata de agregados cuarzosos muy suturados.

Entre los feldespatos predominan la plagioclasa (oligoclita y oligoclita ácida) sobre el microclino. Ambos son angulosos a subangulosos y se presentan ya sea limpios o reemplazados en forma marcada por material arcillo-ferruginoso o sericitico.

Las micas, biotita o muscovita tienen carácter accesorio.

Los fragmentos líticos están generalmente ausentes, observándose sólo en contados casos clastos de rocas graníticas o migmatíticas.

En pocas oportunidades aparece calcedonia a manera de parches, de diseño irregular. Este fenómeno es más marcado en algunas de las calizas carentes de fracción clástica, donde la

calcedonia se presenta como agregados de tamaño constante (arena) distribuidos regularmente en la roca, lo cual hace pensar en una precipitación sincrónica con el carbonato.

En algunos casos el carbonato participa como clastos, en estos casos es mayor la proporción de materiales inestables tales como fragmentos líticos, feldespatos y material micáceo, y se encuentra matriz arcillosa (5 - 8 %).

#### Arcosas

Son rocas de granulometría gruesa, mal seleccionadas y con un variable grado de redondeamiento de sus clastos, predominando los subangulosos.

Tanto el cemento como la matriz son sumamente escasos, quedando espacios porales libres (hasta 10 %). El mineral más abundante es el cuarzo (50-70 %) siguiéndole los feldespatos (20-25 %) predominando dentro de ellos la plagioclasa, y por último los fragmentos líticos (1-5 %). En algunos casos las micas (biotita y muscovita) llegan a componer un 15 %, designándose las entonces como arcosas micáceas. Los accesorios son turmalina, granate y circón. Las características de cada uno de éstos componentes son similares a las ya descritas para la fracción clásica de las calizas.

#### Wackes líticas subfeldespáticas

Son rocas caracterizadas por la abundancia de matriz arcillosa (25-30 %) y por el predominio de los litoclastos sobre los feldespatos. La selección granulométrica es pobre y los clastos son entre subangulosos hasta redondeados. El cuarzo compone entre un 15-40 %, los litoclastos generalmente redondeados de esquistos y agregados de calcita el 15-20 %, los feldespatos (plagioclasa y microclino) 5-10 % y las micas 5-8 % del total de la

roca. En algunos casos el cemento calcáreo llega a constituir el 25 %, agregándoseles en estos casos el complemento con cemento, calcáreo a su denominación.

### Consideraciones generales

Son características de la Formación Los Chivatos la abundancia de material calcáreo, concreciones silíceas, escasez o ausencia de una pigmentación rojiza y el tamaño de grano relativamente grueso (frecuentemente sabulítico) de la fracción clástica, sin llegar a ser francamente conglomerádica.

Los materiales calcáreos y silíceos serían representantes de la fase migratoria de un proceso pedogénico que tendría lugar en el área de aporte, y los componentes clásticos asociados evidenciarían una erosión simultánea en ella. Dicha erosión podría ser consecuencia del advenimiento de una etapa rhexistásica o bien derivados durante un período biostático y provenientes de una fuente con vegetación de sabana la que no sería capaz de mantener los suelos libres de erosión en forma permanente.

La escasa pigmentación ferruginosa a diferencia de la Formación La Antigua se explicaría también por la dificultad de una importante concentración de hierro bajo condiciones climáticas poco hidrolizantes y el desarrollo pobre de los suelos, esto se corrobora por la naturaleza del material arcilloso (°) y por la menor alteración de los feldespatos.

Independientemente si consideramos el aporte ferruginoso que, podría provenir de la erosión de la Formación La Antigua debemos tener en cuenta que su participación ha estado muy subordinada a la de la Formación Sierra Brava y Granito del Pilón como se deduce de su mineralogía y que el contenido férrico, bajo las

---

NOTA: (°) Atapulgita, según determinación por Rayos X realizada por el señor Teodoro Askenasy.

condiciones climáticas antes mencionadas no habría podido ser solubilizado durante la elaboración del suelo.

La granometría de las sedimentitas de esta Formación es la que corresponde a la arenitización de los granitos, migmatitas y esquistos que le dieron origen.

La presencia de yeso en los niveles superiores parecería indicar el pasaje a condiciones climáticas más áridas hacia el final de este ciclo.

#### Edad

Bodenbender (1911) incluye estas sedimentitas en sus Estratos de Los Llanos de La Rioja a los que atribuye edad cretácica.

Rusconi (1936) ubicó a sedimentitas correlacionables con estas en el Mioceno medio en base a restos fósiles. Pascual (1954) les atribuyó edad chasicuense.

Linares, Timonieri y Pascual (1960) distinguen dentro de la serie sedimentaria del Valle de Punilla dos grupos, el inferior (Estratos de Cosquín) de edad eocena inferior por el hallazgo de un mamífero perteneciente al Casamayorensis y uno superior homologable con lo que Gross (1948) denominara Estratos de Los Llanos, a los que atribuye edad miocena, y que se habrían depositado después del segundo movimiento andino.

Pascual (1965) en una revisión faunística llevó a estas rocas al Plioceno inferior. Esta edad es la que se asigna a la Formación Los Chivatos, teniendo en cuenta la similitud litológica con las otras áreas fosilíferas mencionadas.

#### b) Cuartario

Los sedimentos de esta edad tienen una importante distribución en la Hoja. Dentro de él se han diferenciado tres uni-

dades: depósitos de pié de monte, depósitos aluviales-eólicos y depósitos salinos.

A) Depósitos de pié de monte. Están escasamente representados, pudiéndoselos observar en los bordes occidentales de la Sierra Brava, Cerrillos Viejos y en Los Cerrillos, como afloramientos discontinuos, correspondiendo a conos de deyección poco potentes, reflejo del pequeño desnivel que los origina. Están constituidos por rodados de procedencia local, y abundante matriz areno-limosa, pobremente seleccionados y sin estratificación apreciable.

En la ladera occidental de la Sierra de Ancasti estos depósitos tienen mayor desarrollo, participando en ellos un elevado porcentaje de material psefítico.

B) Depósitos aluviales-eólicos. Estos son los de mayor distribución y constituyen una gran llanura de acumulación, que rodea a las sierras. Son materiales muy finos-areno-limosos y arcillosos, que muestran la acción conjunta, fluvial y eólica. Esta última se acentúa en la porción norte y noroeste de la Hoja, donde se observa el desarrollo de médanos alineados predominantemente este-este.

En esta llanura resaltan pequeñas áreas (barreales) localizadas al norte y noreste de la salina La Antigua que representan concentraciones de salinas locales, consecuencia de la deflación de material de la salina y acumulación en bajos, con el posterior retrabajo de las lluvias.

C) Depósitos salinos. Ellos corresponden a las zonas de las salinas Grandes y salina La Antigua. Áreas con eflorescencias de sales son muy restringidas y sólo se las observa en el borde sudeste de la salina La Antigua. Los depósitos restantes corresponden a "pampas salinas" (Rigal, 1932) en las que dicho material se encuentra acompañado por detritos areno-limosos.

## B. ESTRUCTURA

La estructura de esta zona está caracterizada por bloques de rumbo meridiano inclinados hacia el naciente y limitados en su flanco occidental por las fallas que determinaron su vuelco como consecuencia de los movimientos andinos. Dichos bloques están constituidos principalmente por rocas de la Formación Sierra Brava.

La estructura interna de dicha Formación está dada por el desarrollo de una foliación predominante nornoroeste-sudsudeste (variando entre N 60° O y N 5° E) con inclinación hacia el este que oscila entre 25 y 80°. Cabe destacarse que en algunos casos los valores observados se alejan de los antes mencionados. Ello ocurre en la Sierra Brava en las proximidades de las zonas de mayor migmatización, como se observa en las cabeceras del río Ledesma y en la zona de El Brete. Dentro ya de estas zonas (borde occidental de la Sierra Brava hasta la altura del río Pencal, borde nororiental en las zonas de los ríos Grande y Quimilár y extremo norte de la misma) existen fajas plegadas de diseño aparentemente desordenado y desarrollo de pliegues ptigmáticos, no pudiéndose en ellas determinar la foliación dominante.

En la Sierra de Ancasti, la foliación, marcadamente constante, tiene rumbo norte-sur y nornoreste inclinando 25-55° al este, valores estos que se alejan, aunque en escasa medida de los observados en los restantes afloramientos.

Tres direcciones principales de diaclasas afectan a la Formación Sierra Brava, sus rumbos son N 75-85 E inclinando 80° al sudeste, N 40-50 o vertical (coincidente con los planos de foliación) N 0-20° O vertical. Existen además en el cuerpo de la Sierra Brava otros planos de rumbo N 0-10° E inclinando 70-80° al sudeste y N 65° E inclinando 16° al sudeste. En Los Cerrillos y

subhorizontal de los estratos, los que alcanzan sólo en casos excepcionales 15° de inclinación.

Las fallas principales, responsables de la estructura en bloques de la zona tienen rumbo general nornoroeste, siendo el bloque bajo el occidental y la inclinación de dichos bloques hacia el este. Sus rumbos son coincidentes con los planos de foliación o con el diaclasamiento paralelo a esta última. Ellas son las que limitan por el oeste las sierras Brava y de Ancasti, Los Cerrillos, Cerrillos Viejos, la del río Grande y la supuesta en el borde oriental de la Salina de La Antigua. La última responsable en parte del bajo estructural de la Salina de La Antigua, limita por el oeste los afloramientos de las distintas unidades litológicas que a manera de retazos emergen en el bajo a similar altitud.

En el borde occidental de la Sierra Brava parecen reflejarse en el zócalo y en el cuerpo de la Sierra tres viejas fallas escalonadas de rumbo norte-sur, las cuales en una etapa posterior han sido parcialmente reactivadas según el plano principal de falla causante del levantamiento definitivo de la Sierra. En general estas fallas principales afectan exclusivamente a las rocas del basamento. Fallas de menor importancia perturban a las sedimentitas de la Formación La Antigua y Los Chivatos. Así observamos en el sur de la estancia Las Flores una pequeña falla directa que afecta al Granito del Pilón y a las sedimentitas mencionadas anteriormente, de rumbo N 20° E inclinando 40° al noroeste, siendo el bloque hundido el occidental. Existe otra falla de rumbo N 40° O al oeste de la Loma de la Higuera, que afecta a las formaciones La Antigua y Los Chivatos y cuyo bloque alto es el occidental. Al este del Chivato Chico la Formación Los Chivatos se encuentra dislocada por una falla de rumbo nornoroeste, de muy poca importancia, cuyo bloque bajo es el occidental. El rumbo del eje del pliegue que configura el cerro Colorado de La Antigua es pa-

ralelo al de las fallas principales, por lo cual se supone dicho plegamiento contemporáneos con la fracturación y quizás el reflejo en la cubierta sedimentaria, Formación La Antigua, del fallamiento del zócalo cristalino subyacente.

### C. GEOMORFOLOGIA

Los elementos morfológicos de la zona son la Sierra Brava, Los Cerrillos Viejos, Los Cerrillos y el extremo sur de la Sierra de Ancasti, conjunto de bloques de orientación nortesur, caracterizados por una escarpa de falla occidental y una pendiente suave hacia el este. Acompañan a estos elementos lomas adyacentes, cuya morfología es reflejo de una litología y una estructura contrastante con las de ellos. Todas estas entidades orográficas emergen en una extensa llanura de acumulación.

Los cuerpos de sierra evidencian en su morfología un ajuste a la estructura interna de las rocas del basamento, esto se manifiesta por su disposición coincidente con los planos de foliación y diaclasamiento. Las fallas están resaltadas por escarpas cuyos desniveles máximos se observan en las sierras Brava (150 m) y de Ancasti (180 m).

Escarpas menores relacionadas con fallas, más antiguas que las primeras, se destacan en el noroeste de la Sierra Brava, en la latitud de Pozo Blanco, las cuales tienen rumbo norte-sur y provocan un escalonamiento de la sierra en dicho extremo.

Es un rasgo distintivo de todas estas sierras la presencia de una superficie intensamente desgastada, consecuencia de una etapa de peneplanización anterior al levantamiento terciario de las mismas.

En las sierras se ha producido un renuevo de erosión como consecuencia del levantamiento terciario que determinó la implantación de ríos, en su mayoría consecuentes y la modificación de las mismas conduciendo al actual relieve maduro.

El avenamiento en los bloques tiene diseño rectangular

o angular, controlado por los planos de foliación y/o diaclasamiento. Cabe señalar que dicho avenamiento es menos denso en las zonas graníticas y que en las áreas de mayor migmatización los tributarios tienden a ser dentríticos.

Como ya se ha mencionado, gran parte de los valles de los ríos son consecuentes (ríos Grande, Quimilár, Quebracho Colorado y Ledesma), aunque la estructura también ejerce un fuerte control, determinando así ríos consecuentes y a la vez subsecuentes (Pozo de los Bueyes, Las Flores, Pozo del Pílon, que se ajustan al diaclasamiento y a la esquistosidad, o Las Cañas que se adapta al contacto basamento-sedimentitas). También los hay subsecuentes, los que han labrado sus valles aprovechando zonas de falla (ríos Grande y Colorado). De menor longitud e importancia son los valles obsecuentes que avenan las laderas occidentales (del Arbol Blanco, Pencal, este último en parte subsecuente).

Adyacentes a las sierras se destacan pequeñas lomadas caracterizadas por su escasa altura y extensión. Dentro de ellas se puede distinguir la que constituida por sedimentitas principalmente de la Formación La Antigua, la lineación aproximadamente meridiana, se extiende desde el cerro Colorado de la Antigua hacia el sur, perdiéndose como retazos en el río del Tigre, y las que se prolongan al norte y sur de los Cerrillos Viejos. Entre los bloques de la Sierra Brava y Los Cerrillos, apoyadas sobre uno y otro, se observan dos lomadas controladas por la disposición de los estratos, especialmente en la Loma Colorada, de estructura periclinal. En medio de ellas emergen dos pequeños cerrillos (Los Chivatos), relictos de una cubierta terciaria mesetiforme parte de la cual se encuentra al este y oeste de los mismos. Formas similares a éstas son las que constituyen las Lomas de la Higuera, Mesillas Blancas y las que, como afloramientos aislados se dispone cubriendo rocas de la Formación Sierra Brava,

al este de la Loma de la Antigua y al sur de Los Cerrillos.

En todas estas lomadas el avenamiento es poco denso y su diseño es rectangular a angular en la zona del río del Suncho y de los tributarios del norte del río Las Cañas. En las restantes localidades mencionadas, como consecuencia de la disposición casi horizontal de los bancos, se desarrolla un avenamiento dentrítico.

Los valles de los ríos que la atraviesan son consecuentes avenando ya sea hacia el este u oeste. En la zona que se encuentra entre la Sierra Brava y Los Cerrillos, en cambio, subsiguientes adaptándose aquí al rumbo de los bancos; así el río El Suncho sigue en gran parte la estructura periclinal de la Loma Colorada. Dos posibles capturas se observan, una es el tramo final del río del Suncho y la otra en la porción de recorrido este-oeste del río del Pilón.

En la llanura de acumulación que rodea las sierras y más allá de ellas, se destacan en primer lugar dos depresiones, las Salinas Grandes y La Antigua (esta última con desagüe hacia las Salinas Grandes al sur de la comarca). En segundo lugar podemos distinguir la zona de médanos, que bordea por el este la Salina La Antigua, extendiéndose más al norte de ella y al norte de la Sierra Brava. Dicha zona está constituida predominantemente por médanos longitudinales de orientación aproximadamente este-oeste. En tercer lugar se observa la zona de acumulación aluvial cuyo límite occidental está dado por una línea que pasa por el borde este de la Salina La Antigua y se extiende hacia el nornordeste. Dentro de ella se incluyen los pequeños conos de deyección del oeste de los bloques serranos.

En toda esta llanura, el avenamiento no está bien integrado, y los ríos que descienden desde las serranías se infiltran luego de un corto recorrido en ella.

#### D. HISTORIA GEOLOGICA

El registro geológico en esta zona comienza con la deposición de una pila sedimentaria, la que fué sometida a un proceso tectogénico acompañado en sus primeras etapas por una fase magnética básica de escasa importancia (ortoanfibolitas). La tectogénesis condujo a una evolución metamórfica y a la invasión en sus etapas póstumas de pequeños cuerpos de composición granítico-tonalítica (aplopegmatíticos), cuando aún no había cesado la deformación. Quizás como culminación del mismo se produjo la intrusión de cuerpos también graníticos, de dimensiones mayores, actualmente representados por el Granito del Pilón.

No existen registros, en la columna estratigráfica, del Paleozoico inferior, suponiéndose que la zona se comportó como un elemento positivo durante esa época, o que si existió deposición no se conservan vestigios de ella.

A fines del Paleozoico superior (Pérmico) se depositaron sedimentos en un ambiente continental, con desarrollo local de pequeñas lagunas, evidenciadas estas últimas por la fina laminación, estructuras de deslizamiento subácueo y los fósiles en las sedimentitas resultantes. El clima durante este ciclo sedimentario, era estacional, a la vez que lo suficientemente cálido y húmedo como para permitir el desarrollo de una cubierta vegetal y una evolución pedogénica en el área de aporte. Asociada con esta sedimentación existió una fase volcánica riolítica, manifestada en esta área por materiales piroclásticos.

Un hiato abarca el Mesozoico y el Terciario inferior en esta zona, por lo cual puede suponerse que si existió deposición fué denudado o que la zona se comportó durante este lapso como entidad positiva, sobre la que se labró la peneplanicie que sería elevada por los movimientos terciarios.

En el Mioceno inferior se produjo el primer ascenso de la Sierra (segunda fase del segundo movimiento andino).

En el Plioceno inferior ha tenido lugar la sedimentación de la Formación Los Chivatos, también continental, pero llevada a cabo en condiciones climáticas menos húmedas que durante el Pérmico.

El ascenso definitivo de las sierras ocurrió a fines del Plioceno y principios del Pleistoceno (fase principal del tercer movimiento andino), determinándose su configuración actual.

Durante el Cuartario se lleva a cabo la nivelación de la zona, con el consiguiente acarreo del material hacia los bajos, cobrando importancia la acción eólica.

## RECURSOS MINERALES

La minería no se encuentra desarrollada en esta región. En la actualidad se ha abandonado la explotación de pegmatitas que se llevaba a cabo hace unos años en el cuerpo de la Sierra Brava y en el extremo sur de la Sierra de Ancasti.

También se interrumpió la extracción de piedra caliza que se realizaba en los bancos calcáreos de la Formación Los Chivatos.

En la salina la Antigua existen zonas muy restringidas de eflorecencias salinas. De ellas sólo se extrae sal para abastecer el consumo local.

### A. Yacimientos no metalíferos

#### 1. Pegmatitas

En la zona se ha llevado a cabo la extracción de muscovita y berilo, este último en escasa proporción, en las pegmatiti-

tas que intruyen la Formación Sierra Brava en el extremo sur de la Sierra de Ancasti y en la Sierra Brava.

Dicha explotación desde hace algunos años se encuentra interrumpida. Ella fué llevada a cabo en forma no racional, como trabajos de pirquineo.

La calidad de las micas en la Sierra Brava, según Mezzetti (1960) es manchada a semimanchada muy cortada y de grados en orden decreciente de abundancia seis, cinco y cuatro. De acuerdo con la situación del mercado en ese momento, dicho autor considera que como el porcentaje promedio de mica es del 8 %, de la calidad antes mencionada y que las zonas mineralizadas no exceden el metro, el rendimiento económico sería aceptable. Por otra parte considera que la extracción de berilo, por su escaso porcentaje, estaría condicionada a los casos en los cuales pudiera realizarse en forma conjunta con la mica.

## 2. Piedra caliza

Bancos de calizas impuras, de escasa potencia, aflorantes en las caleras Grande y Chica, como niveles superiores de la Formación Los Chivatos, han sido motivo de explotación. En ellos el carbonato de calcio tiene distribución muy irregular, alcanzando en las mejores muestras un 63 %, porcentaje que no puede ser considerado como representativo del total.

Esta explotación ha cesado como consecuencia del agotamiento de las zonas más ricas.

## RECURSOS DE AGUAS

### A. AGUAS SUPERFICIALES

Los cursos de agua en esta zona son todos temporarios

condicionados a las épocas de lluvias, los que se infiltran al pié de las sierras, no pudiendo por lo tanto ser aprovechadas para el consumo local.

Dentro de la salina La Antigua, aún en épocas de sequías, existen pequeños cuerpos alargados de agua, entre los que se destaca la denominada Laguna Larga, ubicada en el borde oriental de dicha salina, 15 km al sur de la estancia La Antigua. La calidad de estas aguas sobresaturadas con sales las hace inaptas para el consumo.

#### B. AGUAS SUBTERRANEAS

En el borde oriental de la Sierra Brava existe un nivel acuífero a los 47 m en la estancia Sierra Brava y a los 35 en la estancia Las Flores. Se trata de agua potable de buena calidad. A diferencia de él en el borde occidental de dicha Sierra, el primer nivel acuífero se encuentra a menor profundidad (11 m en el Pozo de la Yegua y 8 m en la estancia La Antigua) y la calidad del agua es potable, aunque salobre.

Al nordeste de la Sierra Brava (Las Mesillas) se obtiene agua durante siete meses del año, de un pozo que alcanza los 12 m, el que al finalizar el invierno se agota.

En el Pozo del Medio de los Médanos (extremo sur de la salina La Antigua) la Dirección Nacional de Geología y Minería efectuó una perforación que alcanzó 104,4 m atravesando tres capas portadoras de agua (25 a 31,2 m; 49,5 a 55 m y 73,6 a 81,3 m), todas ellas inaptas. La última, a 97-104,4 m es de calidad mediocre.

En general los pozos excepto el de la Dirección Nacional de Geología y Minería son excavados a pala y sólo el de la

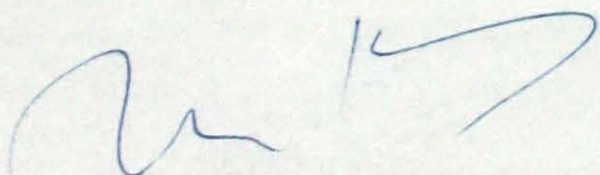
estancia Sierra Brava, después de los primeros 28 m, fué perforado.

Estos niveles acuíferos son aprovechados mediante pozos de balde, existiendo molinos en Rayito de Sol y estancia Las Flores y motor de bombeo en la estancia Sierra Brava.

La única vertiente de la zona, se encuentra en el borde oriental de la sierra de Ancasti, aprovisionando a la estancia Pie de la Loma con agua de muy buena calidad.

BUENOS AIRES, Julio de 1968

DEPARTAMENTO DE M. Y PETROLOGIA

  
Magdalena Koukharsky

  
Beatriz Coira

  
ROBERTO LUIS CAMINOS  
JEFE DIVISION DE MINERALOGIA Y PETROLOGIA

L I S T A   B I B L I O G R A F I C A

- BODENBENDER, G.; 1911 - Constitución geológica de la parte meridional de la Provincia de La Rioja y regiones limítrofes. Constitución geológica y productos minerales, en Bol. Acad. Nac. Ciencias Córdoba, t XXIX p 220.
- BRACACCINI, O.; 1948 - Los estratos de Paganzo y sus niveles plantíferos en la Sierra de Los Llanos, en Rev. Soc. Geol. Arg., t I n° 1, p 19-61, Buenos Aires.
- BRACKEBUSCH, L.; 1891 - Mapa Geológico del Interior de la República Argentina, escala: 1:1.000.000, Gotha.
- CRESPO, M. O.; 1952 - Estudios geológicos del sur de Sierra Brava. Provincia de La Rioja, en Univ. Nac. Córdoba, Fac. Cs. Exactas Fis. y Nat. Tesis inédita.
- ERHART, N.; 1956 - La genèse des sols en tant que phénomène géologique. Masson et Cie, París.
- FRENGUELLI, J.; 1946 - Consideraciones acerca de la "Serie de Paganzo" en las provincias de San Juan y La Rioja, en Rev. Mus. La Plata (N.S.), t II, geol. N° 18 p La Plata.
- FYFE, W. S., TURNER, F. J. and VERHOOGEN, J.; 1958 - Metamorphic reaction and metamorphic facies, in Geol. Soc. America Mem. 73.
- GONZALEZ BONORINO, F.; 1950 - Descripción Geológica de la Hoja 13e, Villa Alberdi. Provincia de Tucumán, en Dir. Nac. de Min. Bol. n° 74, Buenos Aires.
- " ; 1951 - Descripción Geológica de la Hoja 12e, Anconquiya. Catamarca--Tucumán, en Dir. Nac. de Min. n° 75, p 49. Buenos Aires.
- GROEBER, P.; 1940 - Descripción geológica de la provincia de La Rioja, en Min. Ind., Com. Nac. Climat. Ag. Min., Ag. Min. Rep. Arg., t VI, p 15-30. Buenos Aires.

- GROSS, W.; 1948 - Cuadro tectónico del Valle de Punilla, en Rev. Asoc. Geol. Arg., t III n° 2 p 73-132, Bs. Aires.
- HAUMAN, L.; 1947 - La vegetación de La Argentina, en Geogr. Rep. Arg. Soc. Arg. Est. Geogr. "GAEA", VIII, Bs. Aires.
- KNOCHE, W. y BORZACOV, V.; 1947 - Clima de la República Argentina, en Geogr. Rep. Arg. en Soc. Arg. Est. Geogr. "GAEA", VI, Buenos Aires.
- KRUMBEIN, W. C. and SLOSS, L. L.; 1963 - Stratigraphy and Sedimentation, Freeman, San Francisco.
- KRYNINE, P. D.; 1941 - Paleogeographic and tectonic significance of arkoses in Bull. Geol. Soc. Amer., Vol. 52, p 1918-1919.
- LINARES, E., TIMONIERI, A. J. y PASCUAL, R.; 1960 - La edad de los sedimentos terciarios del valle de Punilla, provincia de Córdoba y la presencia de "Eohyrax rusticus Ameghino" en Rev. Asoc. Geol. Arg., t XV n° 3, 191-212, Buenos Aires.
- METHOL, E. J.; 1958 - Descripción geológica de la Hoja 18i, Deán Funes, Dto. Tulumba. Córdoba, en Dir. Nac. Geol. y Min. Bol. n° 88 p 71, Buenos Aires.
- MEZZETTI, A. M.; 1960 - Bosquejo minero de la Sierra Brava. Las pegmatitas. Provincia de La Rioja, en Inst. Nac. Geol. y Minería. Inédito.
- MILLOT, G.; 1964 - Geologie des argiles. Masson edit., París.
- PARODI, L. R.; 1934 - Las plantas indígenas no alimenticias cultivadas en la Argentina, en Rev. Arg. agr., t I n° 3. Buenos Aires.
- PASCUAL, R.; 1954 - Adiciones a la fauna de la formación de Los Llanos de San Luis y su edad, en Rev. Mus. Munic. Cs. Nat. y Tradic. de Mar del Plata, vol. I n° 2 p 113-119.
- " ; 1965 - Los toxodontidae ("Toxodonta, Notongulata") de la Formación Chasicó (pliocena inferior) de la Prov. de Bs. As., en Ameghiniana t IV, 4 p 101-132. Bs. As.

- PASTORE, F. y RUIZ HUIDOBRO, O.; 1952 - Descripción geológica de la Hoja 24g, Saladillo, San Luis, en Dir. Nac. de Min. Bol. n° 78 p 73, Buenos Aires.
- RIGAL, R.; 1932 - Contribución al conocimiento de las Salinas Grandes en la provincia de Córdoba, en Bol. Ac. Nac. Cs. Córdoba, t XXXIV p 151-152, Córdoba.
- " ; 1948 - Provisión de agua a la Villa de Ancasti, en Rev. Asoc. Geol. Arg. t III. Buenos Aires.
- RUSCONI, C.; 1936 - Restos de mamíferos terciarios de San Luis, en Anal. Mus. Hist. Nat. de Buenos Aires, t XXV, Bs. As.
- TAPIA, A.; 1941 - Descripción geológica de la provincia de Catamarca, en Com. Nac. Climat. ag. Min. t III p 23-75. Buenos Aires.
- TROGER, W. E.; 1959 - Optische Bestimmung der gesteinsbildenden Minerale, Teil 1, Stuttgart.
- VOLKHEIMER, W.; 1967 - Evolución paleoclimática en la Argentina y relaciones con otras regiones de Gondwana, en I Simposio Internacional sobre estratigrafía y paleontología del Gondwana - Mar del Plata.
- WENTWORTH, C. K. and WILLIAMS, H.; 1932 - The classification and terminology of the pyroclastic rocks in Rept. Comm. Sed. Nat. Research Council, Bulletin n° 89 p 19-53.
- WILLIAMS, H., TURNER, F. and GILBERT Ch. M.; 1954 - Petrography. An introduction to the study of rocks in thin sections, Freeman edit. San Francisco.