

## GEOLOGIA DE ALGUNOS DEPOSITOS DE ARCILLAS DE LA RIOJA

Por ARTURO J. AMOS Y RAUL A. ZARDINI

Departamento de Ciencias Geológicas. Universidad de Buenos Aires

### RESUMEN

Se dan a conocer las características estratigráficas, estructurales y mineralógicas de algunos yacimientos de arcillas refractarias en los Departamentos de Sanagasta e Independencia. En el área del dique Los Sauces éstas se encuentran en dos de las tres formaciones en que se ha dividido al "Paganzo". La estructura en esta zona se debe a un sistema de fallas normales y pivotantes que han provocado el giro y hundimiento del bloque central.

En la zona de Patquia se describe el yacimiento "Los Mogotes", sito en un braquianticlinal fallado longitudinalmente. De los cinco mantos arcillosos explorados aquí, dos de ellos se explotan intensamente. Se menciona además una posible zona, relacionada con la anterior, definida como un domo supratenuo al E de la Est. Los Colorados.

En todos los casos se aportan datos mineralógicos y físicos de las arcillas refractarias, como también sus posibilidades económicas y estado de la explotación.

### ABSTRACT

The structural, stratigraphic and mineralogical features of some refractory clay deposits in Central La Rioja Province are described. West of La Rioja city, in the area of Los Sauces dam, three formations of the so called "Paganzo series" are described; two of them are productive with contrasting types of clay and are at present intensely mined. Further south and west of Patquia village deposits located on a longitudinally faulted brachyanticline are described. A supratenuous dome east of Los Colorados Station is mentioned in connection with the stratigraphy of the neighborhood areas of "Paganzo" exposures. In each deposit mineralogical and physical properties of the clays are given together with economic possibilities and actual state of exploitation.

## INTRODUCCION

En este trabajo damos a conocer la estratigrafía, estructura y mineralogía de los depósitos de arcillas refractarias en el dique de Los Sauces (Depto. Sanagasta), Los Mogotes de Patquia y Los Colorados (Depto. Independencia) de la provincia de La Rioja. Estos depósitos se encuentran en los "Estratos de Paganzo" y se estima que el conocimiento más detallado de esta formación puede ser útil en esta provincia, para la explotación de arcillas refractarias destinadas a esta floreciente industria.

Debemos agradecer muy especialmente a F. G. Bonorino, quien tuvo la gentileza de realizar el estudio mineralógico de las arcillas; a P. Bordarampé, quien ha contribuido con los datos físicos y mecánicos de las mismas, y además ha proporcionado a los autores su inestimable ayuda durante las tareas de campo como así también interesantes sugerencias durante la elaboración del manuscrito; a F. Fidalgo, por la lectura y corrección del trabajo en su fase final; a C. Urien y B. Baldis por los dibujos de mapas y perfiles.

Nos es grato destacar que este estudio fue hecho posible gracias al apoyo del Directorio de La Riojana CCISA, firma propietaria de algunos de estos depósitos.

### I. DIQUE LOS SAUCES <sup>1</sup>

La cuenca sedimentaria que nos ocupa posee las características comunes del "Paganzo" de La Rioja, pero su estudio detallado ha permitido evidenciar rasgos que suponen una historia geológica propia. Según las informaciones que poseemos no se conoce hasta el presente un depósito similar en las áreas ya mencionadas de esta provincia <sup>2</sup>.

Numerosos autores han dedicado estudios al Paganzo, pero con referencia especial al Dique Los Sauces debemos mencionar a Bodenbender (1911), Rasmuss (1916) y Bracaccini (1946, 1948). El perfil

<sup>1</sup> Mientras estaba en prensa este manuscrito ha sido publicado un estudio en la misma área por Planella (1962).

<sup>2</sup> Sin embargo, González Bonorino nos ha informado que la Quebrada de la Cébila es una cuenca similar a la aquí descripta.

de Rassmuss (1916) corresponde, en líneas generales, con la interpretación dada aquí; con el trabajo de Braccacini (1948) hay diferencias de interpretación que se analizarán más adelante.

#### A) ESTRATIGRAFÍA

En la cuenca del Dique Los Sauces se distinguen dos grupos litológicos, exceptuando el Cuartario y Reciente: rocas metamórficas y eruptivas (Basamento Cristalino) de edad Precámbrica y rocas sedimentarias atribuidas aquí al "Paganzo", cuya edad oscila, de acuerdo a ciertos autores, entre el Paleozoico superior y el Triásico inferior.

La columna estratigráfica está dividida así:

Formación Prudencia	
-----	discordancia
Formación Sauces	
Formación Libertad	
-----	discordancia
Basamento Cristalino	

Una de las principales dificultades para integrar esta columna reside en que todas las formaciones se apoyan independientemente sobre el Basamento Cristalino, estando superimpuestas únicamente en reducido trecho: *Libertad* y *Prudencia*. Si bien las relaciones estratigráficas las analizaremos durante la descripción de cada formación queremos hacer presente aquí, que esa característica se debe a las oscilaciones que sufrió la cuenca durante la deposición de los sedimentos. La *Formación Sauces* es la que más problemas presenta para su ubicación dentro de la columna dada.

##### 1) *Basamento Cristalino*

La base de las sedimentitas está constituida por las rocas del Cordón de Velazco, de edad Precámbrica y que han sido descritas en varias oportunidades, mereciendo citarse en especial para el área, a Rassmuss (1916), Heim (1946 a) y Quartino y Villar Fabre (1962). Bástenos recordar para nuestros propósitos que las rocas constituyentes son granitos, esquistos micáceos, cuarcitas, migmatitas, pegmatitas y fajas de alteración hidrotermal ("caolines" de las minas Victorina y San Lorenzo). Como detalle para nuestro interés diremos que el granito que tiene gran distribución en el área, es biotítico, de grano

grueso y porfiroblástico, carácter este último dado por los cristales gigantes de feldespato potásico.

*Fajas de alteración hidrotermal:*

El Basamento Cristalino, contiene fajas de alteración de carácter hidrotermal ya estudiadas en otros lugares (Sierra de Ambato, G. Bonorino, 1952), y que son motivo de la explotación de un material "caolínico" que en realidad está compuesto en su mayor porcentaje por cuarzo muy fino y en menor proporción feldespatos alcalinos, sericita y algo de caolinita. En nuestra área, son varias las canteras de este tipo de material conocidas desde antiguo (Catalano, 1926).

El Yacimiento "Victorina", ubicado en una faja de alteración de una de estas lentes es un frente de cantera con su eje mayor de rumbo NW-SE, y un ancho de 100 metros aproximadamente. El frente mira al W y su escarpa tiene una altura máxima de 20 metros. De la observación directa es posible distinguir tres zonas: una superior de detritus, de espesor variable a la que sigue (hacia abajo) una zona de grano grueso y en la cual a "ojo desnudo" es posible distinguir: cuarzo, laminillas de mica (sericita), y una pasta blanca opaca. Esta zona pasa hacia abajo en forma gradual a la zona inferior donde el grano es tan fino que no permite distinguir ningún componente, pero al microscopio se distingue cuarzo y material sericítico. En el frente de la cantera se observan guías de un teñido limonítico, además pequeños ojos (dos o tres centímetros como máximo) de un material de grano muy fino de color rojizo apagado. En cuanto a la faja de alteración del "Yacimiento San Lorenzo", que se encuentra al borde del camino pavimentado La Rioja-Sanagasta a la altura del km 1166, es similar al anterior en su mineralogía y tiene forma de lente o bolsón, también con rumbo NW-SE.

2) "Paganzo"<sup>1</sup>

En las sedimentitas hemos introducido tres divisiones a las cuales denominamos respectivamente: *Libertad*, *Sauces* y *Prudencia*. Si bien es cierto que esta modalidad introduce en nuestra literatura nombres nuevos a los cuales se les puede objetar su restringida dis-

<sup>1</sup> Aplicamos esta denominación a aquellos sedimentos continentales y/o lacustres que afloran en La Rioja, tal cual han sido definidos por Bodenbender (1895).

tribución horizontal, para los autores este proceder ha permitido entender y describir mejor la estructura de estos depósitos. En el futuro, cuando la estratigrafía del "Paganzo" sea integrada en forma racional, ellos quizá, pasarán a ser facies de formaciones mejor definidas, o secciones de otras y, en esta forma, ayudarán a compilar la paleogeografía de las sedimentitas continentales del Paleozoico superior. Debido a la complejidad del problema, ya que son formaciones continentales, y además a la intervención paleontológica, en este caso fundamental, los autores no pretenden en el estado actual extrapolar estas formaciones fuera de la zona de estudio.

La sucesión estratigráfica comienza con una arcosa de notable desarrollo, actualmente en afloramientos discontinuos y que corresponde a la meteorización de las áreas graníticas del NE del reservorio actual. Esta arcosa se ha conservado donde la sedimentación del "Paganzo" la ha cubierto y preservado de la erosión. Un perfil de ella se observa a la altura del km 1178,8, del camino de La Rioja a Sanagasta. La actitud subvertical es consecuencia de la estructura de la cuenca. (Ver capítulo de estructura).

El perfil en el lugar indicado más arriba comienza con una arcosita conglomerádica de un espesor aproximado de 4 metros. Los clastos son principalmente de feldespato potásico en una pasta de grano grueso y que tiene indicios groseros de estratificación; sigue una delgada arenisca color rojizo y luego otra arcosita conglomerádica de grano grueso con clastos de filitas, cristales gigantes de feldespato potásico y luego sigue la arcosa, en un pasaje gradual, hasta el granito fresco. En total se puede estimar un espesor de 35 a 40 metros. Seguramente es este el tipo de contacto a que se refiere Heim (1946 a, p. 17) cuando dice que "es asombrosa la estratificación del granito en forma de distintos bancos concordantes con la arcosa" (sic.). Para nosotros y de acuerdo al perfil realizado, sólo los primeros cuatro metros pueden pertenecer a los términos inferiores de la *formación Libertad* y lo que sigue a la arcosa "pre Paganzo", cuyos primeros metros conglomerádicos representan la remoción del material dentro del nivel superior de la arcosa. Además separa a estos dos una delgada capa de arenisca fina que revela el comienzo de un período de transporte y sedimentación. Es decir, el límite entre la arcosa y la *formación Libertad* podría ser gradual cuando esta última se apoya sobre el granito.

Otro contacto de señalado interés es entre algunos miembros de la

*formación Libertad* y las migmatitas del área. Como estas últimas no pueden producir arcosas el límite entre ellas es neto. En el caso de la figura 7, la arenisca de la *formación Libertad* es de grano grueso y color claro, y aquí es posible observar regolitos de las rocas infra-yacentes, especialmente trozos de cuarzo blanco que causan una errónea impresión de intrusividad.

Creemos interesante recordar que la relación entre “Paganzo” y granito ya ha sido mencionada por Heim (1947, p. 122) para el extremo sur de la Sierra de Paganzo. En esta zona el “núcleo cristalino



Fig. 1. — Labores de explotación en el yacimiento Don Alberto. P : Conglomerado rojo de La formación Prudencia. A : manto de arcilla

compuesto de granito y sienita roja está cubierto por los sedimentos del Paganzo con características muy parecidas a un contacto de intrusión”<sup>1</sup>. Cita además que este contacto se presenta en escala mayor en la Sierra del Molle, pero en estudios posteriores (1949, p. 26 y 27, Figs. 17 y 18) menciona el “contacto ígneo” del granito con el Pérmico rojo, diciendo que “pareciera que el granito *fuese* más reciente que el Pérmico”<sup>2</sup>; en ningún caso (en la Sierra del Molle) se han observado los caracteres comunes de fenómenos metamórficos de contacto o deformaciones por la intrusión (según el autor citado). Dos interpretaciones surgen de un mismo proceso, ya que, si es un contacto ígneo, el granito es más reciente. Para los autores y de acuerdo

<sup>1</sup> Entre comillas transcripción literal de Heim (1947).

<sup>2</sup> Bastardilla de los autores.

a las observaciones en el Dique Los Sauces, en la zona de Paganzo y en Los Colorados, junto con los argumentos precitados (ausencia de metamorfismo de contacto y deformaciones), indicarían que el contacto entre el granito y el Paganzo es discordante y producido por la normal sedimentación del "Paganzo" sobre una arcosa del granito. Por este motivo sus características deben ser analizadas teniendo en cuenta sus estructuras sedimentarias primarias que localmente pueden estar afectadas en su disposición por la tectónica que ha elevado diferencialmente los núcleos cristalinos.

Queremos aclarar, por otra parte, que Braccacini (1948, p. 7 y Fig. 2) ha establecido para las sedimentitas del Dique Los Sauces la siguiente sucesión que se compara con la dada en este trabajo y su posible equivalencia entre ellas:

<i>Braccacini (1948)</i>	<i>En este trabajo:</i>
Arenisca rojo bermellón .....	Superior } For. Prudencia Inferior }
Complejo arenoso abigarrado .....	Superior } For. Libertad Inferior }
Complejo conglomerádico con capas de caolí. Arenisca rojo ladrillo .....	Superior } For. Sauces Inferior }
Rocas del Basamento .....	Basamento Cristalino

Esta no correspondencia entre ambas interpretaciones surge claramente si se comparan ambos mapas. Se visualiza mejor si consideramos que Braccacini (1948, p. 67) interpretó a la sucesión como normal. Esta interpretación no es compartida por los autores que han establecido una fracturación muy evidente (ver perfil y mapa) en el área y además, una discordancia entre la formación *Libertad* y *Prudencia*.

#### a) *Formación Libertad*

Comprende esta formación a un conjunto de bancos de conglomerados y areniscas de colores generalmente claros (a veces gris verdoso y morados) y de arcillas negras que han dado lugar a la explotación de las minas *Libertad*, *El Dorado*, *Don Armando*, *María I* y *II*. En cuanto a su distribución, la sección aparece completa al oeste del lago actual, mientras que al noreste del mismo, sólo aparece la sec-

ción media y superior. La columna se compone de los siguientes miembros:

Techo : Formación Sauces ?	Espesor
<i>Formación Libertad:</i>	
Areniscas en parte conglomerádicas, de colores bayo, rojizas, pardas, verdosas y moradas, con intercalaciones de arcilitas y arcilitas limolíticas gris verdoso .....	35 m
Areniscas blanco grisáceas, con intercalaciones de arcilitas negras.....	20 m
Manto de arcilla negra (mina Don Armando B) <sup>1</sup> .....	1,20 m
Areniscas blancas y lentes de conglomerados .....	5,00 m
Manto de arcilla negra (minas: Don Armando A <sup>1</sup> , "El Dorado", "María I" y "María II") .....	2,50 m
Conglomerado color morado, con intercalaciones de areniscas de igual color . . . . .	30 m
Manto de arcilla negra (mina Libertad) .....	3,00 m
Areniscas gris blanquecinas con lentes conglomerádicos .....	8-15 m
Total.....	100 - 110 m
base: <i>Basamento cristalino</i>	

La formación presenta un interés económico por cuanto es portadora de bancos de arcilla refractaria explotables.

Los bancos conglomerádicos sufren variaciones laterales de espesor y algunas veces, son reemplazados lateralmente por areniscas gruesas hasta medianas. Los mantos de arcilla aumentan en espesor hacia el E, es decir aparentemente hacia el centro de la cubeta primitiva. Esta característica coincide también con la disminución de la granulometría de los bancos psefíticos en la misma dirección. Los bancos de areniscas presentan laminación diagonal de tipo torrencial y a veces cruzada.

*Relaciones estratigráficas.* — *Libertad* se asienta en discordancia angular sobre el Basamento cristalino mediante el *pedimento rocoso* pre-Paganzo. La sección aparece completa en el sector sudoeste cuando en su techo se apoya la *formación Prudencia* (faltando toda la *formación Sauces*). Hacia el norte la sección media de *Libertad* se apoya sobre el Basamento faltando la sección inferior (Braccini, 1948, p. 7).

<sup>1</sup> A y B corresponden a dos mantos, inferior y superior, del mismo yacimiento.



Esta irregularidad en la distribución, que también se nota en la *formación Prudencia*, es interpretada como producto de oscilaciones de la cuenca y translapamiento sobre las rocas inferiores.



Fig. 2. — Conglomerado de los miembros medios de la formación Libertad con lentes de arcillas negras y areniscas. Dique Los Sauces

*Fósiles y edad.* — Bracaccini (1948, ps. 7 y 8) refiriéndose a lo que nosotros consideramos aquí *formación Libertad*, menciona la presencia de *Calamites peruvianus* Goth. y *Eremopteris Whitei* Berry. Además, este mismo autor en otro trabajo (1946) ha mencionado un nivel con *Gondwanidium argentinum* Kurz en el río de Los Sau-

ces. No es claro en el primer escrito si los restos mencionados provienen del mismo nivel que los otros o de un horizonte superior, puesto que ambos indican de acuerdo a la distribución vertical una edad distinta.

b) *Formación Sauces*

Con este nombre denominamos al grupo de “estratos rojos”, de tonos vivos, aflorantes en el sector norte del área estudiada, al W del camino a Sanagasta, y también en el sector sur del reservorio. Esta formación caracterizada por su coloración rojiza contiene la siguiente litología:

Techo : desconocido	Espesores
<i>Formación Sauces:</i>	
Alternancia de areniscas y conglomerados rojos en bancos gruesos con limolitas y arcilitas .....	30 - 35 m
Arcilitas y limonitas verde claro a grisáceas, intercaladas con areniscas gruesas de colores claros .....	10 m
Conglomerados polimícticos, rojizos .....	1 - 2 m
Total.....	40 - 45 m

base: *Formación Libertad?*

Muchos de los términos de este conjunto presentan colores rojizos debido a una pigmentación secundaria. Los miembros limolíticos y areniscas son muy friables de tal manera que algunos afloramientos presentan un aspecto similar al llamado “mal país”.

*Relaciones estratigráficas.* — La base de este conjunto no es visible en esta zona puesto que su engranaje con la *formación Libertad* está cubierta por una espesa capa de fanglomerados y sedimentos recientes. Parte de la misma se apoya sobre Basamento cristalino. En cuanto a su techo tampoco es visible, pero pensamos que ha sido la *formación Prudencia*, que actualmente ha sido eliminada por la erosión. Por estas razones esta formación presenta dificultades para su ubicación estratigráfica, pero de acuerdo con el rumbo e inclinación de los estratos ella podría ser la parte superior de la *formación Libertad*. Sin embargo, por razones de mapeo y diferencias litológicas han sido distinguidas en dos unidades distintas.

c) *Formación Prudencia*

Ella aflora en el sector SW del lago entre las Quebradas del Alumbre y Chilecito, y también a 200 m al este del camino a Sanagasta, en el sector noreste del área estudiada. Su desarrollo es reducido en comparación con las otras dos, pero por sus relaciones estratigráficas y ser portadores de bancos de arcillas blancas en contraste con la *formación Libertad* justifica su separación en otra mitad. Su columna estratigráfica sería:

Techo : desconocido	Espesores
<i>Formación Prudencia:</i>	
Areniscas conglomerádicas y conglomerados blancos .....	2 m
Manto de arcilla blanca (mina Prudencia) .....	0,40-0,70 m
Areniscas conglomerádicas rojizas. Areniscas blancas .....	17 m
Conglomerado rojo . .....	30 - 35 m
Manto de arcilla blanca (mina Don Alberto) .....	0,30-1,50 m
Areniscas y conglomerados rojizos con lentes arcillosos, conglomerado grueso en la base .....	10 -15 m
Total.....	60 - 75 m
..... Discordancia .....	
base: <i>Formación Libertad</i>	

A primera vista podría confundirse el conglomerado rojo de esta formación con el conglomerado morado de la *formación Libertad*, puesto que en una primera impresión aparentan estar en continuidad, pero el mapeo detallado y las observaciones en ambas sedimentitas han permitido separarlas en el campo. Litológicamente los conglomerados inferiores de esta formación son polimícticos, a veces brechosos, y contienen especialmente en sus términos inferiores, guijones y bloques. En cambio el conglomerado morado de la *formación Libertad* posee clastos que exceden muy excepcionalmente los del guijón. Por lo general son guijarros y guijones bien redondeados.

Hasta el presente esta formación ha sido estéril en contenido fosilífero. Con respecto a sus relaciones estratigráficas sólo sabemos que este conjunto se apoya en discordancia sobre la *formación Libertad* y, en parte sobre el *Basamento cristalino*. Las relaciones de su techo son desconocidas. Más detalles de sus relaciones estratigráficas han sido dadas al considerar la *formación Libertad*. Es posible de acuerdo con similitudes litológicas que esta formación sea equivalente a ciertas sucesiones Mesozoicas al W de la Sierra de Vilgo y Sañogasta.

4) *¿Pedimento rocoso? pre-Paganzo.*

Una particularidad del Basamento en la zona del dique es la presencia de un pedimento rocoso labrado antes de la deposición del "Paganzo". Es perfectamente visible en varias zonas y en especial en las cercanías al empotramiento norte de la pantalla del dique. Este pedimento rocoso está representado por una superficie con una inclinación actual máxima de  $30^\circ$ . Por supuesto ésta no es la inclinación original sino que es el producto de vuelco hacia el oeste en más o



Fig. 3. — Capas invertidas en la cabalgadura cerca de Mina Libertad  
La falla occidental está a 5 m a la derecha de la figura

menos  $20^\circ$ , del bloque central. (Ver perfil y estructura). La relación de este pedimento con las unidades basales del "Paganzo" es bien neto en la mayoría de los afloramientos. Además, aflora donde la cubierta sedimentaria ha sido erodada. A raíz de la falta de datos de extensión de esta superficie no estamos en condiciones de asegurar que este sea realmente un pedimento rocoso en el sentido estricto o de restos de una antigua planicie de destrucción.

B) ESTRUCTURA.

La estructura de las formaciones sedimentarias es en líneas generales simple y resulta del reflejo en ellas de un juego de fallas, unas con rumbo nornoroeste y rechazo vertical, paralelas a las estructuras

generales de las sierras del Velazco, y otras transversales con rumbo casi este-oeste, que forman escalones bien conspicuos si se las observa desde el norte. Estas últimas ya fueron mapeadas por Groeber (1940) en su Mapa General de La Rioja.

La fracturación ha determinado la formación de tres bloques de los cuales el central está deprimido asimétricamente. Una de las fallas paralelas es la que aparece en el mapa en el sector occidental. Esta es importante por cuanto ha controlado en parte la morfología, y su juego con la falla escalonada del sur, originó la depresión actual. Esta falla occidental es de tipo "pivotante", con mayor rechazo en su extremo sur. Aquí es truncada por la falla escalonada este-oeste, ya mencionada; el rechazo disminuye hacia el norte siguiendo la línea de costa del lago, y llegando a su punto neutro al norte del mismo. Aguas arriba del río Los Sauces no se tienen evidencias de ella. La inclinación del plano de falla es aparentemente vertical ya que no poseemos evidencias reales de inclinación hacia el este u oeste.

La falla occidental es la responsable de las estructuras que presenta la cubierta sedimentaria a lo largo de su traza, que son las siguientes: en la *formación Sauces* (sector norte), repliegues y deformaciones a ambos lados del plano de falla que llegan a los 20 metros; en la *formación Libertad*: Yacimientos María I y II, cabalgadura de 150 metros de largo (aflorante) por 30 m de ancho, que se encuentra en posición invertida unos  $70^\circ$  hacia el oeste. En el bloque occidental, las capas se inclinan suavemente hacia el este con una inclinación de 7 a 8 grados. Esta inclinación aumenta a medida que se acerca al plano de falla, llegando hasta  $45^\circ$  en su vecindad, flexurándose de esta forma la posición original de las sedimentitas (ver perfil). Las estructuras descritas demuestran la evidencia de la falla pivotante<sup>1</sup>, pues se nota, a medida que nos alejamos del plano de falla hacia el oeste, una disminución de las irregularidades, llegando por último a la posición original de las sedimentitas sobre el Basamento.

En la *formación Prudencia* se observa un repliegue o flexura asimétrica local, uno de cuyos flancos llega a la verticalidad. Esta estructura puede haber sido producida por deslizamiento por gravedad de las capas basales de esta formación sobre el basamento cristalino.

<sup>1</sup> Este tipo de fracturación pivotante parece ser frecuente. También se lo observó en el extremo austral de la Sierra del Velazco y, más al sud, en la estructura braquianticlinal del yacimiento Mogotes. (Ver pág. ..).

En el bloque central, las sedimentitas llegan a inclinaciones entre los  $30^\circ$  y  $45^\circ$  (esta última en las inmediaciones del camino a Sana-gasta) y anormalmente  $70^\circ$  (Mina Santirsa). El naciente del bloque está limitado por la falla oriental, paralela a la occidental. De ella no poseemos mayores datos, ya que únicamente afecta al Basamento y una parte reducida a la formación *Libertad*. Frente al Yacimiento Victorina es conspicuo el escalón producido por esta falla, que es notable por la dislocación del pedimento rocoso. En este borde del bloque las sedimentitas —de Libertad— se inclinan unos  $20^\circ$ , llegando

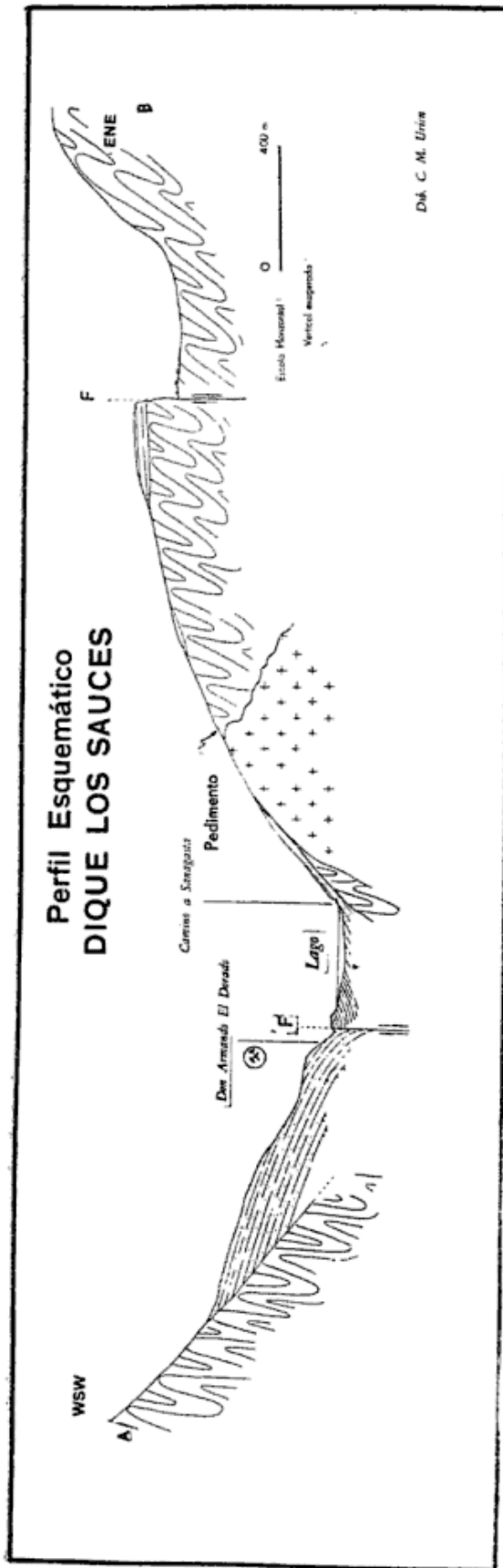


Fig. 4. -- Fallas Escalonadas al Sud del Dique Los Sauces  
Vista desde el Yacimiento Libertad hacia el SSE

hasta  $45^\circ$  en el oeste del mismo. También puede observarse que el pedimento rocoso varía de inclinación desde unos  $15^\circ$  (*Mina Victorina*) hasta alcanzar  $30^\circ$  cerca del empotramiento norte de la pantalla del dique. Igual inclinación se observa en la margen sur de la pantalla. En el suroeste del bloque las inclinaciones de la formación *Sauces* llegan a  $20^\circ$ . Respecto al desplazamiento sufrido por esta falla se puede calcular en unos 40-50 metros.

Del bloque oriental no tenemos datos, pues no preserva formaciones sedimentarias.

Las fallas escalonadas con rumbo prácticamente normal a las grandes estructuras, representan un rasgo poco común de las sierras Pampeanas. En nuestro caso, ellas son fundamentales para producir



la estructura que estamos describiendo, pero debido a la falta de elementos de juicio sobre su origen, no entraremos a discutir aquí el mecanismo de su formación. Su rumbo es oeste-noroeste, inclina ligeramente al noroeste y su rechazo seguramente no supera los 200 metros<sup>1</sup>. La que limita con el bloque central nace en su unión con la falla occidental, por lo que los autores suponen ciertas relaciones genéticas entre ellas que pasaremos a considerar.

La descripción anterior nos provee los siguientes elementos de juicio para interpretar el sistema de fallamiento y los movimientos relativos sufridos por los bloques: 1) el bloque occidental no ha sido afectado por vuelco, las inclinaciones de las capas sedimentarias son originales de la sedimentación (excepto en las cercanías del plano de falla las que se consideran producidas por efecto de fricción); 2) en el bloque central la inclinación de las sedimentitas y el pedimento rocoso están indicando un vuelco del mismo, contrario a las agujas del reloj (si miramos el bloque hacia el norte) en unos valores que oscilan entre 15° y 25°. Este giro ha sido producido a lo largo de un eje aproximadamente horizontal y paralelo a las fallas antedichas; 3) El mayor rechazo de la falla occidental se encuen-

<sup>1</sup> Calculado aproximadamente por el escalón producido.

tra en la parte sur, cerca de su intersección con la falla escalonada. Por lo tanto entendemos que el origen de esta “depresión” podría ser el siguiente: las fallas tanto oriental como occidental corresponden a un

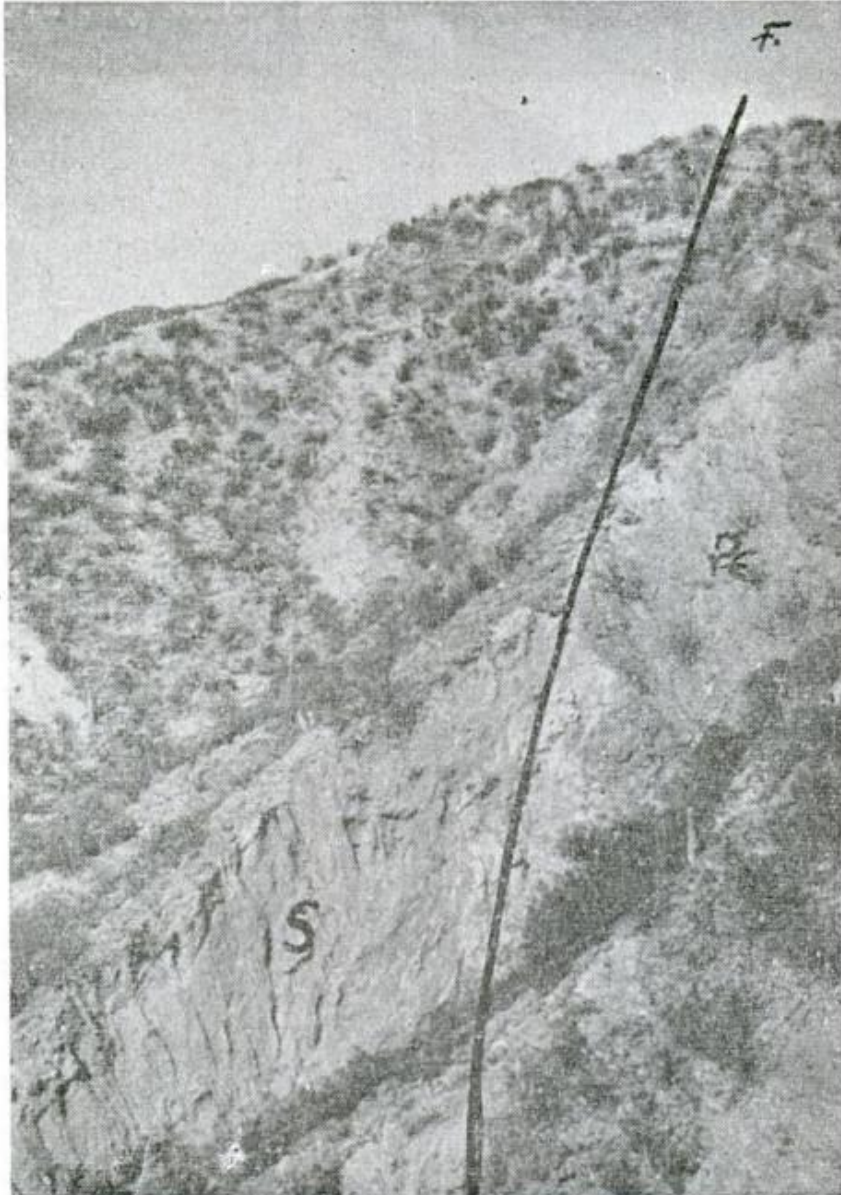


Fig. 5. — Falla occidental en el extremo Sud del dique. S. miembros superiores formación Sauces. PE. Basamento. Vista hacia el S.

juego de fallas secundarias con respecto a la fracturación mayor de fallas norte-sur, que fueron las responsables de las dislocaciones mayores de las sierras (G. Bonorino, 1950). Estas fallas secundarias tienen una inclinación contraria a los planos de las fallas mayores. Este mecanismo explicaría el vuelco del bloque central pero no el hundimien-



to del mismo en la zona sur. Para que este último sea efectivo el mecanismo necesitó la falla escalonada que permitió el desplazamiento, en forma de pivote, a lo largo de la falla occidental del bloque central.

La explicación del origen de la fracturación secundaria puede haber sido la siguiente: por efecto de los esfuerzos compresivos se delinearon, según el mecanismo propuesto por G. Bonorino (1950) las grandes líneas meridionales de fracturación de las sierras Pampeanas, que

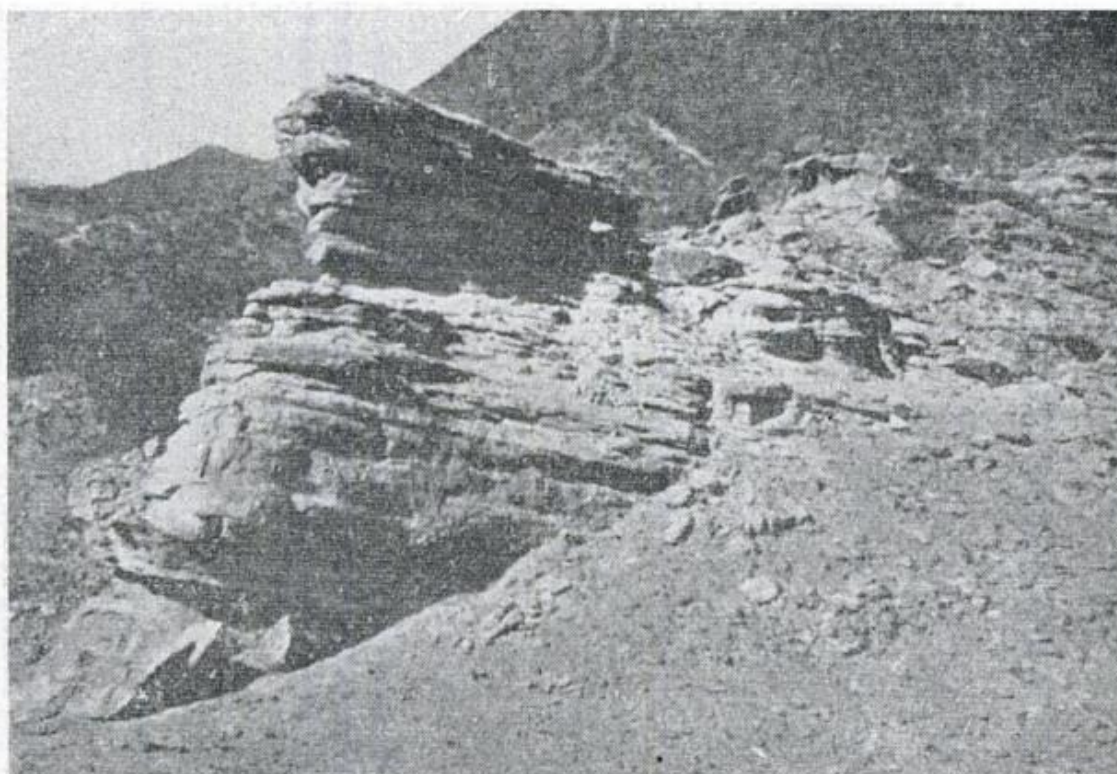


Fig. 6. — Formación Saucés en el extremo sudoeste del dique Los Saucés. Bloque Central

dieron por resultado el sistema de bloques, con el plano de fracturación inclinado hacia el oeste (p. ejemplo Sierra del Velazco), o hacia el este en otros casos. Con posterioridad al climax de la deformación se produce el alivio de compresión (el cual naturalmente provoca una reorientación de los esfuerzos una vez alcanzado el equilibrio) lo que produciría la fracturación secundaria con el plano inclinado en sentido contrario a la anterior. El tercer paso de este proceso sería el hundimiento del bloque central limitado por estas dos fallas sintéticas, cuyo movimiento ha sido posible merced al juego de fallas escalonadas del sur del dique.

Finalmente queremos llamar la atención que la particularidad de la cuenca del dique Los Sauces de haber sido un bloque deprimido — un Graben en pequeña escala durante la deposición del “Paganzo”,

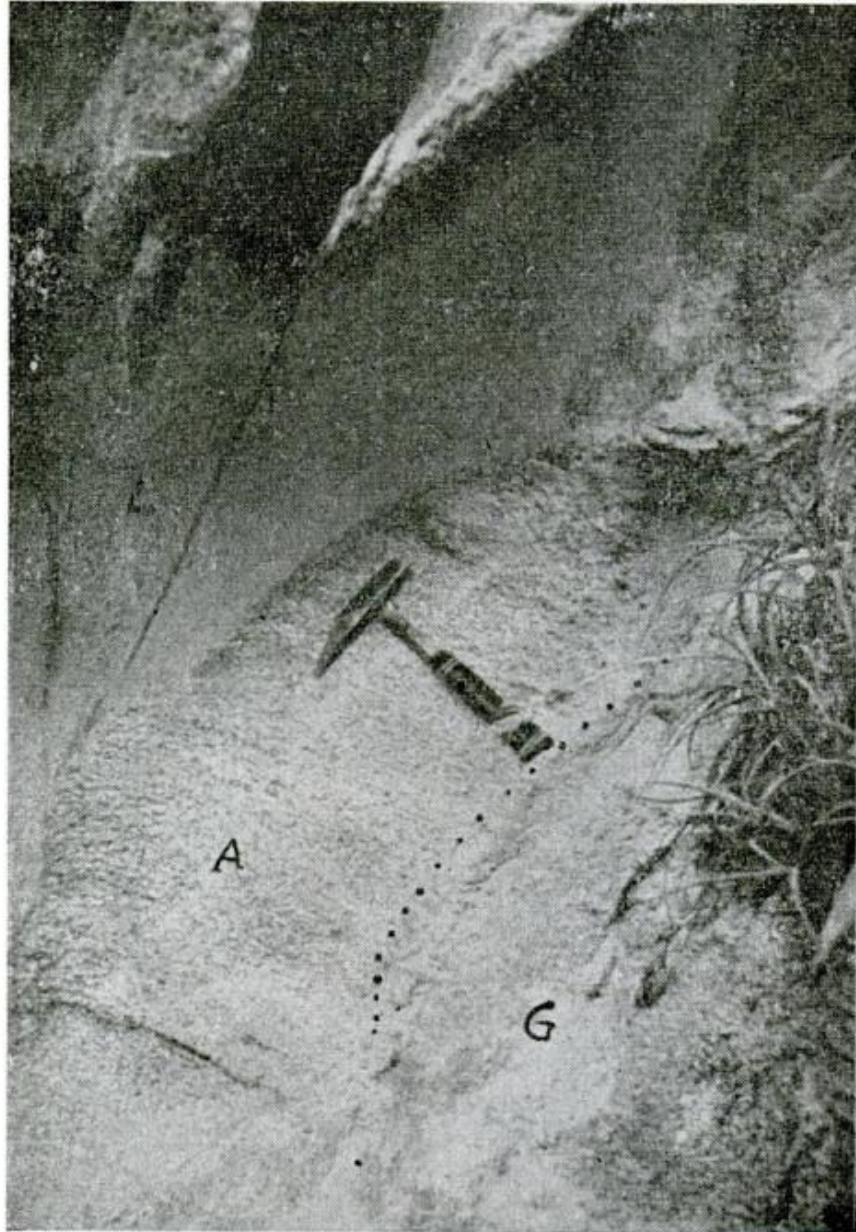


Fig. 7. — Contacto granito — arcosa -- formación Libertad al NE del dique G : granito. A : arcosa. L : formación Libertad

ha perdurado aún en épocas terciarias-cuaternarias. Creemos que la depresión de Huaco (norte de Sanagasta) ha sido originada por un mecanismo similar, pero su ascenso relativo de mayor magnitud que en el dique ha provocado la eliminación casi total de su cubierta sedimentaria.

### C) GEOLOGÍA ECONÓMICA.

Las propiedades refractarias de las arcillas dieron origen a una explotación minera accidental e irregular. Al principio se usaron en la industria de la cerámica (porcelanas) pero más tarde fueron aplicadas para la obtención de materiales refractarios ácidos para requerimientos industriales.

El "Paganzo" es el único sedimento de tipo continental de edad Paleozoica en el noroeste argentino, que no ha sido sometido a la influencia de procesos geológicos que hubieran modificado sus componentes e influyendo de esta manera en la calidad de los mantos arcillosos. Contribuye aún más a destacar su importancia su amplia distribución horizontal, y lo más importante el de ser portador de los mantos arcillosos.

#### 1) *Clasificación y terminología.*

Para clasificar los distintos bancos arcillosos se han tenido en cuenta sus características megascópicas, fácilmente distinguibles en el terreno. Así podemos distinguir:

##### a) Bancos arcillosos negros (corresponden a la *formación Libertad*):

- 1) Tipo "Block": Color grisáceo oscuro; fractura concoide, muy dura; forma bancos bien uniformes.
- 2) Tipo Lajosa: (gruesa y fina) colores grisáceos claros; muy fisiles (su frecuencia indica si son gruesas o finas); muy impuras; forma bancos uniformes.
- 3) Tipo Fragmentosa y Carbonosa: Color negro; grano fino; astillosa (se rompe a simple presión de la mano); suave al tacto; aspecto sedoso y con intercalaciones carbonosas; bancos irregulares.

##### b) Bancos arcillosos claros (corresponde a la *formación Prudencia*):

- 4) Tipo blancas y grisáceas; fractura irregular a concoide; bancos uniformes muy puros (a veces pigmentados de color rojo ladrillo).

Es decir, únicamente tienen bancos arcillosos explotables las *formaciones Libertad y Prudencia*; entre ellas se intercala la hasta ahora estéril *formación Sauces*.

## II) Descripción de los yacimientos.

Dentro de la *formación Libertad* se han denunciado varias propiedades mineras. En realidad las distintas minas no indican diferentes niveles estratigráficos. Estos son 3, sobre los cuales se han denunciado las siguientes minas: (de abajo arriba) 1, "Libertad"; 2, "Don Armando A", "El Dorado", "María I" y "II"; 3. "Don Armando B".

1. "*Libertad*": Este manto, que ha sufrido una flexión, está caracterizado por la presencia de dos tipos de arcillas; uno inferior de tipo fragmentoso con nódulos cuarzo-piritosos y uno superior de una arcilla tipo block sin nódulos. Excepcionalmente y en una distribución más irregular es posible observar por encima del tipo block, otro banco de la fragmentosa nuevamente con nódulos. El espesor de los dos bancos es bastante constante, siendo en general mayor el de tipo fragmentoso. En cuanto a la extensión horizontal de los dos tipos podemos decir que se conoce por lo menos unos 70 metros al NW de la actual labor, ya que ha sido revelada su presencia por un pique.

Los nódulos cuarzo-piritosos son redondeados y de todos los tamaños, el grano es fino y no muestran una estructura definida, constituyendo por lo tanto masas irregulares.

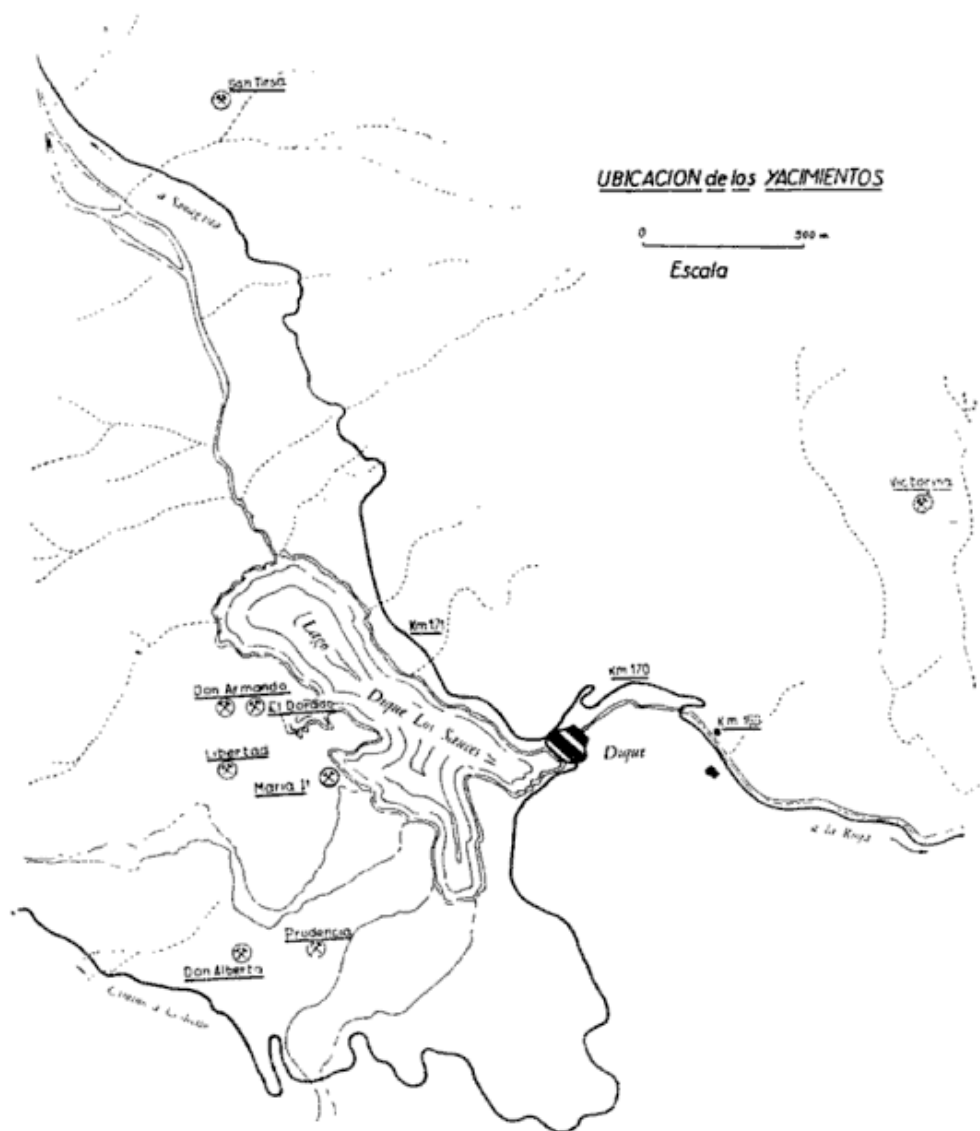
2. "*Don Armando A.*", "*El Dorado*" y "*María I y II*": De éstos, únicamente son accesibles a la observación los dos primeros, ya que "*María I y II*" debido a la posición vertical de su manto y al método de explotación se encuentran actualmente aterradas e inundadas. El manto en "*Don Armando A.*" tiene un espesor promedio de 2 metros y una inclinación hacia el este de 20° a 25°, y contiene los siguientes bancos de arcillas (de abajo arriba). Block, carbonosa, lajosa fina y gruesa. El de tipo block es el más regular y uniforme, los demás se acuñan y engrosan a lo largo del afloramiento. Una de estas irregularidades permitió la deposición de una arcilla grisácea, únicamente observada en este yacimiento.

3. "*Don Armando B.*": En su afloramiento y de lo que se conoce de él es actualmente un manto muy impuro, muy arenoso y por el momento no presenta interés económico. Por supuesto no se debe descartar la posibilidad de cambios laterales.

En la *formación Prudencia* se han denunciado dos propiedades:

4. "*Don Alberto*": Este manto está cerca del agotamiento. Su espesor es de 1,30 metros a la altura de la quebrada y hacia arriba

se acuña debido a la flexura ya mencionada (ver estructura). La arcilla es blanca, bien compacta, uniforme y tanto en su parte superior como en la inferior presenta un teñido rojizo de aproximadamente 20 cm. Este teñido producido por óxidos de hierro les resta a esas partes un interés económico.



5. "Prudencia": Esta propiedad distingue a un banco arcilloso que culmina la sucesión estratigráfica. Actualmente está totalmente agotado y forma característicamente un pequeño morrito (ver perfil). El espesor de su manto era de 0.70 metros, horizontal y de arcilla blanca, compacta y de grano fino.

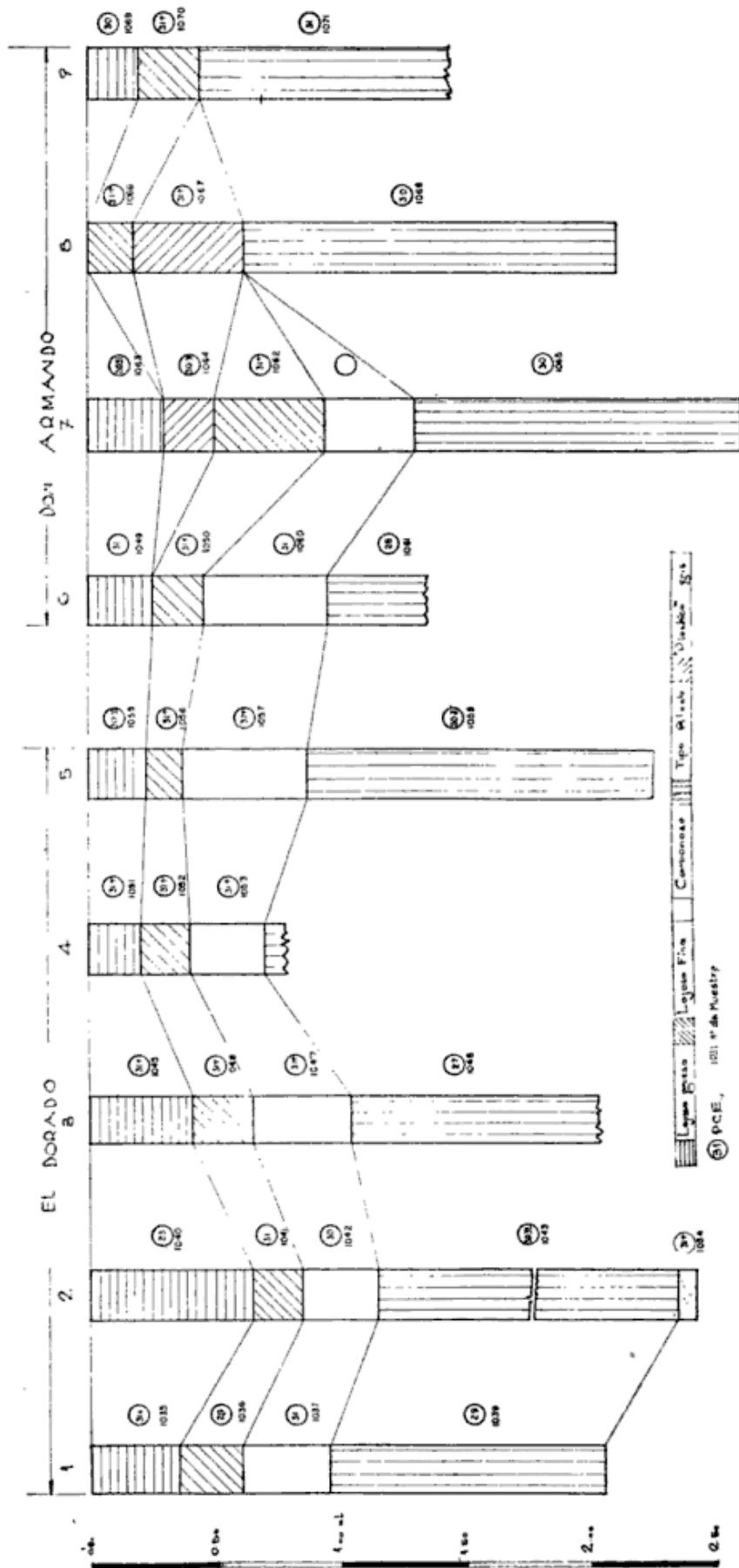
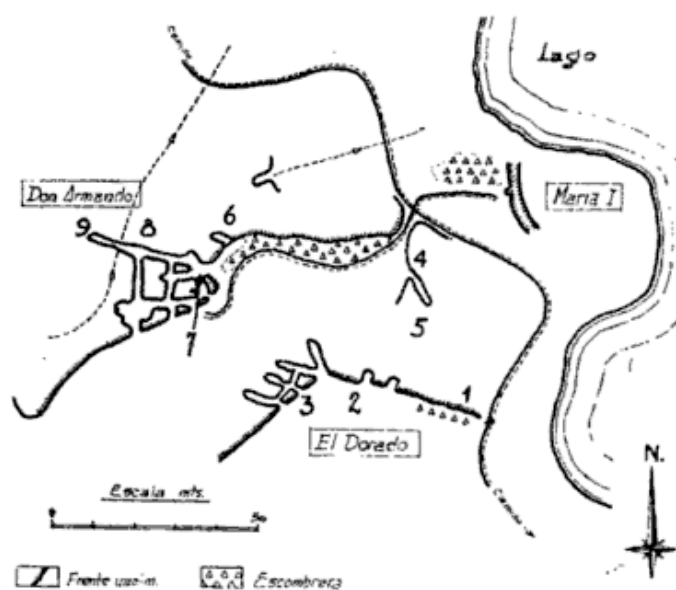


Diagrama de variación de tipos y espesores de arcilla Don Armando, El Dorado

## II) Explotación y posibilidades.

Los bancos arcillosos han motivado desde antiguo una explotación intensiva, accidental y sin métodos mineros que permitieran un mejor aprovechamiento. Esto provocó el aterramiento de labores aún promisorias (“María I y II”); en cambio otras (“Prudencia” y “Don Alberto”) cumplieron una de las premisas de toda explotación minera: extraer todo el material útil.

A los distintos factores que influyen en la explotación minera debe agregarse en este caso uno muy importante, que es el nivel del espejo de agua del dique el cual hace impracticable una exploración por debajo de él. Este nivel no sólo afecta a los supuestos bancos sumer-



Ubicación de perfiles correspondientes al diagrama de la pág. 68

gidos en el lago, sino también a aquellas labores cuyos niveles de entrada están a la altura del espejo. Una pequeña fluctuación de éste inunda esas labores.

Los mantos “Don Armando A” y “B” y “El Dorado” han merecido hasta hace poco una explotación “a cielo abierto”, es decir cortando el frente. En la actualidad y de acuerdo a un plan racional de explotación y explotación se están cortando galerías.

La mina “Libertad”, es en realidad la más promisoriosa —a pesar de los nódulos cuarzo-piritosos. Su espesor, hasta 3 metros, y su posición hace que este depósito merezca una exploración más intensiva. La forma curvada de este manto: de 17° en la parte superior pasa a 42° en la parte inferior, presenta un problema distinto en cuanto a su explotación se refiere. Comenzó a cielo abierto, donde la quebrada

lo puso al descubierto. A medida que aumentaba la explotación y se internaban con ella en ambos flancos de la quebrada, la sobrecarga aumentaba, por lo cual se notan en los bordes incipientes e irregulares trabajos de galerías. Para este yacimiento tanto en su explotación como en su exploración deberán planearse galerías para determinar la influencia horizontal de los nódulos.

En cuanto a las posibilidades desde el punto de vista económico de todos estos mantos, hemos visto que "Libertad" y "Don Armando A. y B." son las únicas promisorias. Corresponden a las arcillas negras. Los mantos de arcillas blancas ("Prudencia" y "Don Alberto") están agotados y únicamente una exploración por piques a la altura de ellas podría revelar la presencia de otro manto. Desde el punto de vista geológico no existe ningún indicio de que así sea a no.

## II. LOS MOGOTES

Esta conocida localidad riojana descrita ya anteriormente con el nombre de Saladillo (Bodenbender, 1911) se encuentra ubicada a 17 km de Patquía, cercana a la ruta n<sup>o</sup> 74 que une esta localidad con Chilecito. Los afloramientos son bien conspicuos a la vera izquierda del camino. Se destacan por su coloración gris blanquecina en la parte inferior y sobrepuesto por los sedimentos rojos, bien característicos de los *Estratos de Patquía*. Además es conocida por sus baños termales y por su explotación minera, antiguamente por carbón y en la actualidad por arcilla.

### A) ESTRATIGRAFÍA.

Exceptuando el Cuartario y reciente encontramos en el área mencionada las dos formaciones típicas del "Paganzo": la inferior, de colores claros y grisáceos, llamada aquí *formación Saladillo*, y la superior, de colores rojizos, o *Estratos de Patquía* (Frenguelli, 1946). Para estos últimos ésta es la localidad tipo.

#### a) *Formación Saladillo.*

Estos estratos, los más antiguos de este perfil, forman el núcleo del braquianticlinal de Mogotes. Se trata de sedimentos clásticos grueso con conglomerados intercalados y bancos de arcillas negras.



Techo : Estrato de Patquía  
discordancia regional

Espesores

**Formación Saladillo:**

S <sub>3</sub>	Areniscas gruesas y conglomerados de color blanco. Fuerte laminación diagonal. Intercalaciones de areniscas arcillosas grises, micáceas. Bruscos cambios laterales de granulometría....	10 m
S <sub>2</sub>	Conjunto de areniscas multicolores de tonos oscuros, de grano grueso y portadores de los bancos arcillosos de color negro y potencia variable entre 0,30 y 2,50 m .....	25 m
S <sub>1</sub>	Conglomerado de color morado, de grano grueso, con rodados de cuarzo, feldespatos potásico en cristales euhedrales, guijas de rocas pegmatíticas .....	5 m
Total.....		40 m

base: desconocida

Todos los miembros descriptos están en concordancia y sólo mostrando las irregularidades propias de los sedimentos continentales: laminación diagonal y alternancia arrítmica de los clásticos gruesos y finos. La erosión de la estructura braquianticlinal ha permitido formarse una idea tridimensional de esta formación, lo cual fue muy útil para programar la exploración y explotación de este yacimiento.

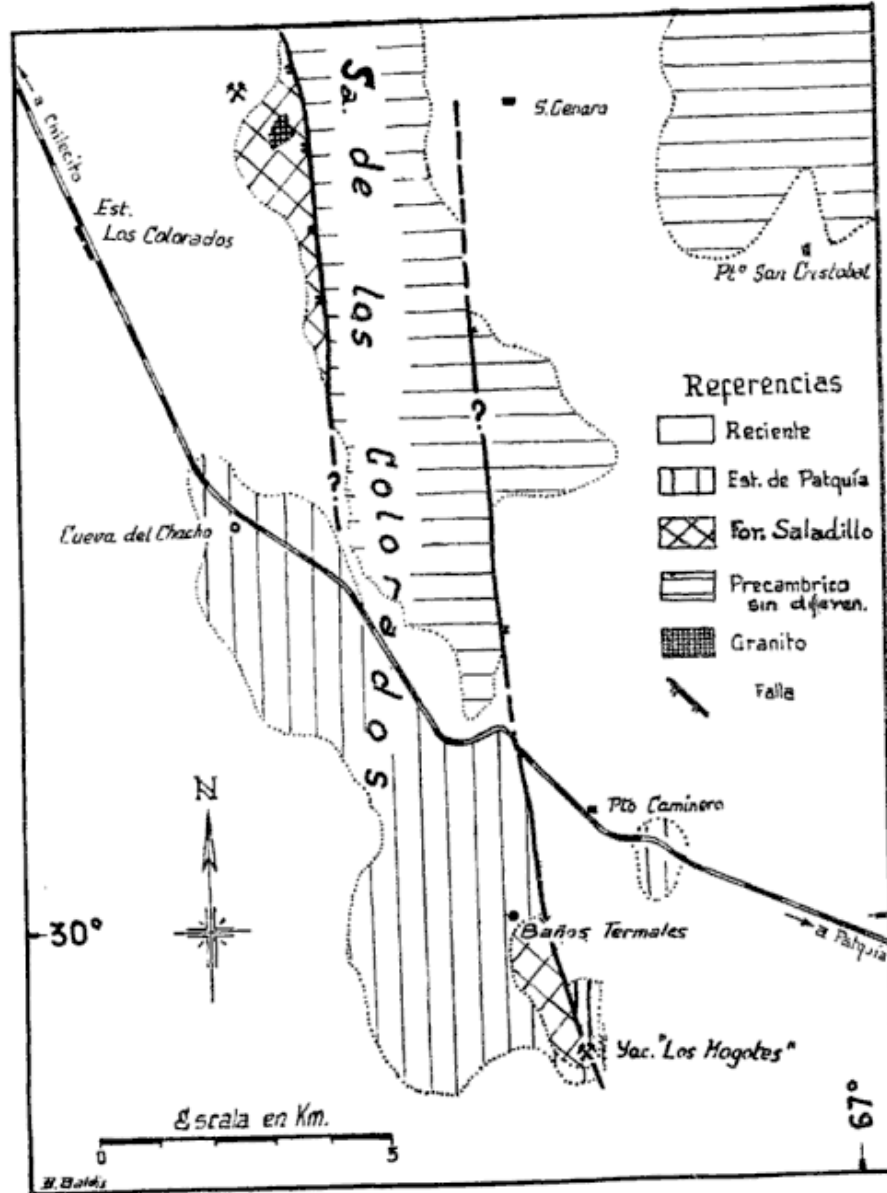
**b) Estratos de Patquía.**

No creemos oportuno repetir aquí las características litológicas de esta formación que ya han sido mencionadas por varios autores. Únicamente nos interesa destacar el hecho de que ella se asienta en discordancia regional sobre la *formación Saladillo*; el ángulo que forman los rumbos de los estratos de las dos formaciones no excede de los 12°. Esta discordancia que ya fue observada y mencionada por otros autores, surgió en este trabajo del mapeo (1:1000) realizado en esta área. Las relaciones del techo de los estratos de Patquía no son observables en la zona de trabajo.

**B) ESTRUCTURA.**

La estructura del yacimiento Los Mogotes puede definirse como un braquianticlinal ligeramente asimétrico, de alas suaves y fallado en su flanco oriental. El eje no es perfectamente rectilíneo sino que sufre a partir de su culminación una curvatura muy suave hacia el

oeste. El azimuth del mismo en el cierre sur es de  $330^{\circ}$ , alcanzando en el cierre norte  $320^{\circ}$ . Aquí, el buzamiento del eje llega a los  $12-15^{\circ}$ , mientras que en el sur alcanza  $25^{\circ}$ . Por efecto de la asimetría del



Bosquejo geológico de la zona cercana al yacimiento « Los Mogotes »

pliegue los flancos sufren variaciones en su inclinación; así, en las cercanías de las labores del cierre sur, el flanco SW pasa de  $12^{\circ}$  a  $8^{\circ}$  (unos 70 metros de la boca de la galería principal. El otro flanco, oriental, sufre inclinaciones mayores, hasta los  $45^{\circ}$ , conservando en el

barranco inferior esta inclinación hacia el N y al Este de G. y M. La culminación se alcanza a 250 metros al NW del punto M<sup>1</sup>.

El braquianticlinal de Mogotes ha sido cortado en su flanco noreste por una fractura de tipo normal, longitudinal de azimuth paralelo al eje del mismo (325°). La traza de esta fractura no es visible y sólo existen evidencias de la misma por: 1) Inclinaciones anómalas en



Fig. 8. — Braquianticlinal de Los Mogotes visto desde 2 Km al S de Cueva del Chacho. E. P. : Estratos de Palquia ; S : Formación Saladillo. + Baños termales. Vista hacia el SE. Foto W. Volkheimer.

la barranca inferior del valle; 2) Espesor aflorante de  $S_2$  disminuído con respecto al flanco sudoeste; 3) Estratos de Patquia casi en contacto con  $S_1$  en este sector, no acorde con la inclinación del plano de discordancia.

No se ha podido calcular el rechazo de la falla, pues ésta pone en contacto ciertos miembros de los *estratos de Patquia*, con el miembro inferior de la *Formación Saladillo*. No ha sido posible determinar qué parte de los *Estratos de Patquia* afloran contra el braquianticlinal en su flanco NE, pues su uniformidad litológica (no se encuentran

<sup>1</sup> Puntos de referencia utilizados en la triangulación.

niveles guías) no lo ha permitido. Observaciones regionales, sin embargo, indican que esta falla es sin duda la continuación de aquella que con idéntico rumbo pasa al oriente de la Sierra de los Colorados<sup>1</sup>. Esta es bien notable en el terreno, pues su traza es observada desde el cruce de la ruta 74 y las vías del F.C.G.B. entre el puesto caminero y el lugar denominado "Cueva del Chacho", es decir, aproximadamente 5 kilómetros al sur de este último.

Hacia el Norte es posible observar una superficie de erosión muy nítida que se inclina hacia el oeste-sudoeste<sup>2</sup> y aumentando el escalón producido por la falla en dirección Norte. Esto nos indica que la falla puede ser de tipo pivotante, con disminución de rechazo hacia el Sur, de tal manera que en la zona sur de Los Mogotes se traduce en una flexura de las sedimentitas o en una falla de muy poco rechazo.

Cabe ahora preguntar a la luz del mapeo de estas estructuras si el braquianticlinal de Los Mogotes es el producto de una falla pivotante en las cercanías de su punto neutro, o de giro sobre un pliegue supraterreno o es el producto del ascenso del basamento cristalino en forma "diapirítica".

El estudio de isopacas de tres bancos de la *formación Saladillo* en la zona del cierre sur, nos ha permitido concluir que los mantos de arcilla aumentan de espesor hacia el sudoeste y que concomitantemente la granulometría de los bancos conglomerádicos disminuye en la misma dirección. Esto indica que los espesores de casi todos los miembros disminuyen apreciablemente hacia el núcleo, sugiriendo un pliegue supratenuo. El ala oriental poco nos dice, pues la extensión de su afloramiento es reducida por la asimetría del pliegue. Es decir, que el núcleo no visible de basamento cristalino formaba un relieve positivo "pre-Paganzo". Este basamento no ha de estar a mucha profundidad en el núcleo del braquianticlinal. La falla pivotante en este caso sólo ha acentuado las inclinaciones de los flancos del mismo y es la principal causa de su asimetría. En conclusión, el braquian-

<sup>1</sup> Con este nombre aparece el extremo sud y occidental del Cordón del Velazco, en la hoja 17 d-Catinzaco de la Direc. Nac. de Geol. y Minería.

<sup>2</sup> La Sierra de los Colorados —al menos en esta porción— está limitada por dos fallas paralelas que producen el vuelco hacia el oeste de toda la estructura superior sedimentaria. La occidental pasa al este de la Estación Los Colorados.

tielinal no ha sido provocado por compresión, sino por el efecto de una fractura pivotante que accentuó las inclinaciones del flanco oriental.

Otra posibilidad que explicaría, a nuestro juicio no muy satisfactoriamente esta estructura, sería que ésta fuera producto del ascenso del basamento en forma de bloque, a lo largo de fracturas inversas a través de su cubierta sedimentaria como un "diapiro" perforante.

### C) GEOLOGÍA ECONÓMICA.

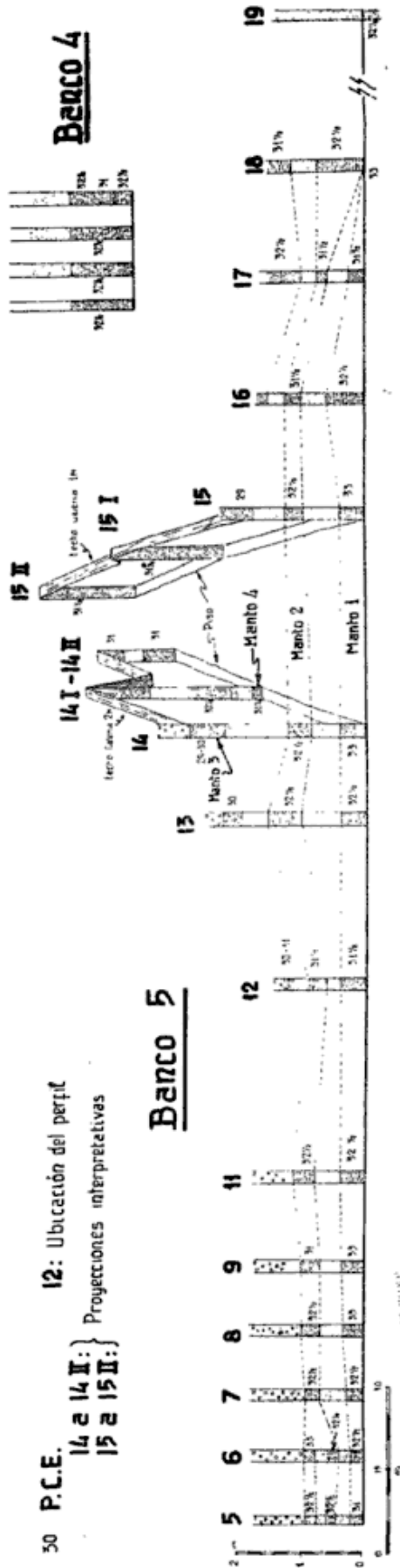
Desde el punto de vista económico el yacimiento Los Mogotes es excepcional, no solamente por lo que muestra, sino por sus posibilidades potenciales, que consisten en: gran extensión horizontal de los bancos arcillosos, varias calidades de las arcillas, potencialidad de los bancos que los hacen fácilmente explotables y su estructura geológica.

En sus comienzos este depósito fue explotado por mantos de carbón, ignoramos su evolución en ese sentido, pero seguramente no ha sido promisorio en este aspecto. Posteriormente su desarrollo se intensificó buscando una calidad de arcilla determinada: negra, P.C.E. 30, y a blanco nieve al calcinar. Las labores de exploración desarrolladas han puesto al descubierto otra arcilla de características distintas a las buscadas, pero que ha constituido una sólida base económica para su explotación.

#### a) *Clasificación y terminología.*

El miembro  $S_2$  de la *Formación Saladillo* contiene 5 bancos arcillosos, que numerados de abajo arriba se conocen con los números 5 al 1. De estos bancos el que mejor se conoce es el 5. Los demás muestran en sus afloramientos una arcilla muy impura, arenosa, de color negro o gris oscura.

El manto 5, el más inferior, el más explorado y por lo tanto el mejor expuesto, está constituido por 4 mantos arcillosos, que presentan las siguientes características: (de abajo arriba): 1) arcilla negra, fragmentosa, que al ser sometida al pico del martillo se rompe en astillas, de un espesor promedio de 30 a 50 cm en todo el frente, notándose su acuñamiento hacia el interior de la estructura; hacia arriba sigue una intercalación de arenisca de color claro, grano mediano a grueso y de aspecto arcósico; sigue 2) manto arcilloso compacto,



Diagramas de variación de tipos y espesores de arcilla. Los Mogotes

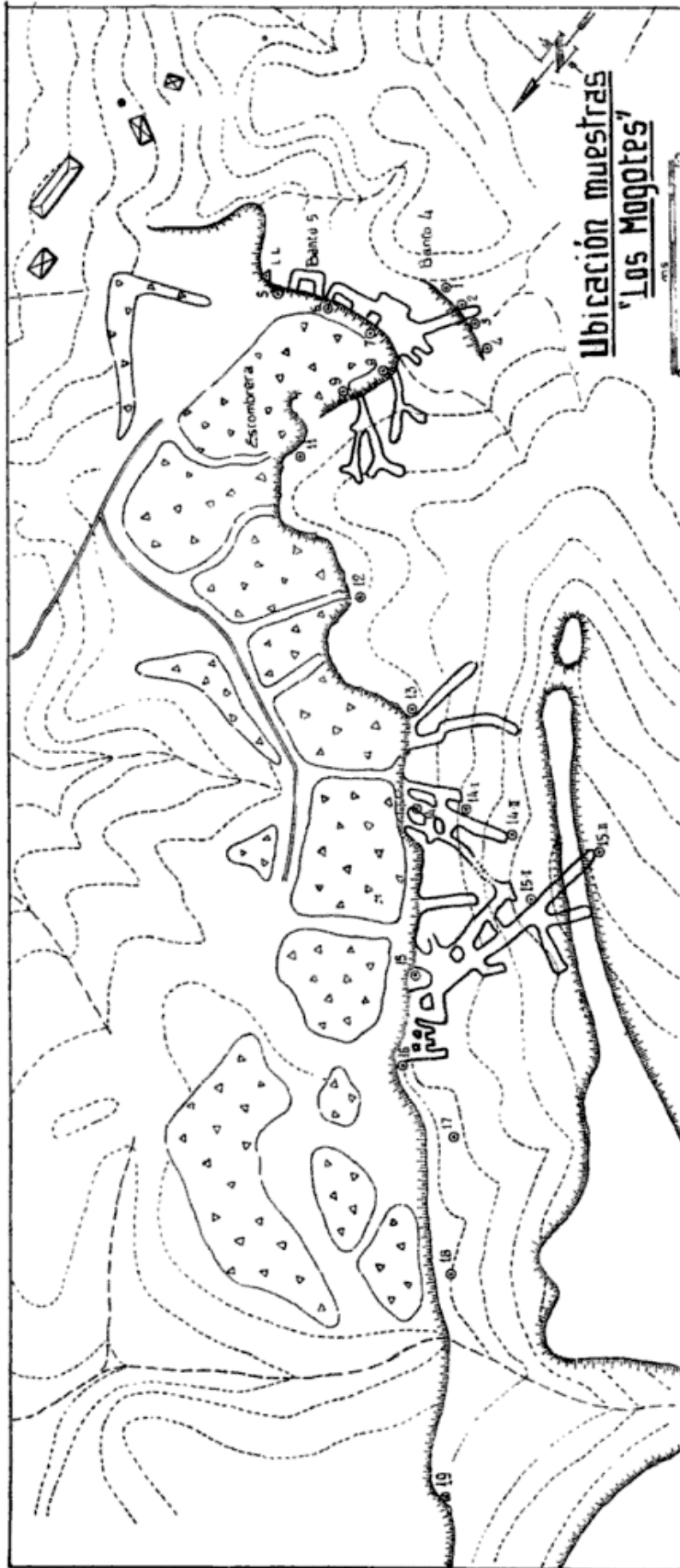
negro, a veces lajoso diaclasado presentando en la superficie de ellas pántinas de color rojizo. Tiene fractura de grietas vivas y espesor bien constante (40 a 50 cm). Otra intercalación de arenisca y sigue 3) manto de arcilla grisácea, lajosa, impura y sin continuidad horizontal. Esta distribución frontal se pierde a medida que nos internamos hacia el sudoeste, llegando a acunarse todos los miembros, excepto un tipo de arcilla block, que en el frente es una delgada intercalación y en el interior alcanza hasta 2.40 metros. Es una arcilla compacta, color gris, fractura concoide, muy uniforme. Esta arcilla constituye el cuarto manto.

Aisladamente es posible observar en la galería principal que tanto en la parte superior como inferior de este manto 4, es posible encontrar intercalaciones de la arcilla carbonosa a la cual ya nos hemos referido.

*b) Descripción del yacimiento y su exploración.*

Un extenso frente de exploración, con laboreo irregular es la característica de este depósito. En el pasado se trabajó a cielo abierto, es decir, "cortando" el banco y por supuesto también la sobrecarga. De esta manera, quedaban atrás grandes montículos de escombros. Esta forma de trabajar se hacía cada vez más engorrosa, ya que el manipuleo de la sobrecarga hacía antieconómica la explotación. En este momento comenzó la exploración por galerías. Ellas no obedecían a un plan

30 P.C.E. 12: Ubicación del perfil  
14 a 14 II: } Proyecciones interpretativas  
15 a 15 II: }



Ubicación de perfiles correspondiente al diagrama de la pág. 76

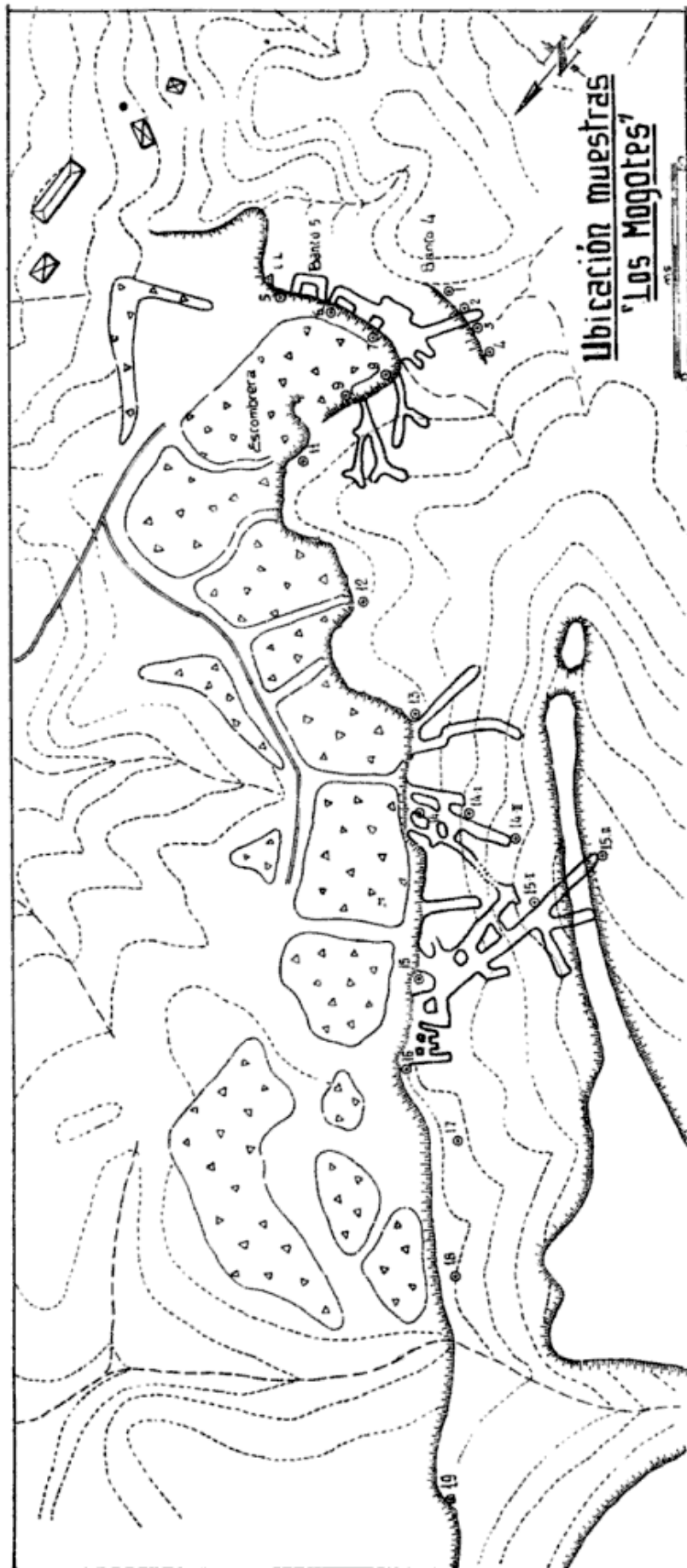
**DIQUE « LOS SAUCES »<sup>1</sup>**

Nº	Densidad crudo	Densidad calcificada	Porosidad	Contracción	PCE	Arcilla	Q	F
<b>El Dorado :</b>								
1035.....	1,92	1,86	21,7	6	1680°	70 % Ct 90 % AK 10 %	30 %	5 %
1036.....	2,01	2,0	8	4	1630°	70 % Ct 90 % AK 10 %	30 %	> 5 %
1037.....	1,98	1,78	22,9	6	1660°	60 % Ct 80 % AK 20 %	40 %	—
<b>Don Armando :</b>								
1039.....						60 % Ct 70 % AK 30 %	40 %	vest.
1060.....	2,02	1,80	21,6	5,7	1680°	80 % Ct 85 % AK 15 %	20 %	—
1062.....	2,10	1,93	17,9	5	sup. 31	80 % Ct 80 % AK 20 %	20 %	—
1063.....	2,10	2,06	12,4	4	1670°	80 % Ct 80 % AK 20 %	20 %	—
1064.....	2,09	2,0	15,9	6	1670°	60 % Ct 85 % AK 15 %	40 %	—
Don Alberto.....	2,09	2,0	15,0	6	31 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> 32	60 % Ct 70 % AK 30 %	40 %	—
Libertad Piso *.....						20 % Ct 70 % AK 30 %	—	—
Libertad inf.....	2,08	2,05	17,0	4,0	31 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> 32	70 % Ct 60 % AK 40 %	30 %	—
Libertad medio.....	2,07	2,05	18,0	3,5	31 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> 32	65 % Ct 65 % AK 35 %	35 %	—
María I.....	2,10	2,05	17,0	5,2	31 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	70 % Ct 85 % AK 15 %	30 %	—
María II.....	2,10	2,05	17,5	5,1	31 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> 32	70 % Ct 90 % AK 10 %	30 %	—
Prudencia blanca....	2,05	1,90	15	3,0	31 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	70 % Ct 80 % AK 15 %	15 %	15 %
Prudencia plástica..	2,05	1,95	15	3,5	31 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	90 % Ct 70 % AK 30 %	10 %	—
Caolín Victorina....	1,90	1,85	20	1,0	19	20 % Ct 60 % AK 40 %	80 %	—

<sup>1</sup> Q : cuarzo ; F : feldespato ; Ct : caolinita ; AK : mica y arcilla potásica.

<sup>2</sup> Contiene 80 % siderita.





Ubicación de perfiles correspondiente al diagrama de la pág. 76

racional y hoy en día constituyen una serie de huecos irregulares y peligrosos. Actualmente existe un plan metódico de exploración y explotación, alcanzando una galería ya cerca de los 80 metros y también una chimenea que trae ventilación a la misma. Este gran frente de un manto ha hecho posible preparar varios otros frentes de explotación y exploración, de acuerdo al plan original.

Los autores desean aclarar que la exploración se orientó luego de un estudio detallado de las características geológicas no solamente del depósito en sí, sino también del aspecto regional. En este sentido, permítasenos destacar lo siguiente:

1) Era evidente que para que la exploración tuviera éxito era necesario buscar la dirección del centro de la cuenca de deposición. Allí seguramente estarían los mayores espesores y las mejores calidades de las arcillas. Para encontrar su solución se realizó el estudio isopáquico de tres bancos, llegándose a la conclusión de que ellos aumentaban de espesor hacia el SW. Además del estudio de las galerías antiguas era evidente que las intercalaciones o lentes de arenas disminuían de tamaño y frecuencia en esa dirección. Como tercer elemento las asintotas de la laminación diagonal también indicaban el SW, como centro de la cuenca.

2) Era necesario también resolver si el braquianticlinal había sido producido por presiones laterales o si era un pliegue supratenuo y falla. En el primer caso, evidentemente disminuían las posibilidades de encontrar aumento de espesores, ya que seguramente la arcilla, por flujo plástico habría migrado hacia las zonas de menor presión, es decir, el núcleo del braquianticlinal actualmente erodado. Contra esto estaba la información de las isopacas. El estudio detallado, principalmente el mapeo, y el conocimiento de otras estructuras de la región (Los Colorados) hicieron pensar en una estructura por pliegue supratenuo, es decir, que los mantos arcillosos no habían sido sometidos a presiones laterales y que por lo tanto los espesores hacia el SW serían los originales.

La galería de exploración, ya mencionada, confirmó las predicciones: la arcilla tipo block, de 0,40 cm en el frente pasa a un espesor de 2,40 en el extremo de la galería, es decir, a 80 metros de la boca de la misma.

Resumiendo, para continuar la exploración y explotación es necesario tener en cuenta los siguientes datos:

a) Aumento de espesor de los mantos productivos hacia el SW.

b) El  $S_2$  es evidentemente el mejor miembro para explorar. Si bien no tenemos datos sobre el  $S_1$  se tiene la impresión que no será promisorio por su cercanía al basamento. En cuanto al  $S_3$  no ha resultado interesante. Por encima de este último están los *Estratos de Patuía*, estériles, por ahora, en arcillas refractarias.

c) La zona de las galerías (muestras 14 y 15 del perfil) ha sido uno de los ejes de profundización de la cuenca. Aparecen allí los 4 bancos arcillosos, los cuales se acuñan hacia el S y N (ver mapa).

### III. LOS COLORADOS

Si bien estos afloramientos no ofrecen perspectivas inmediatas de explotación se ha creído conveniente mencionarlos aquí, puesto que las características geológicas de ellos y las zonas vecinas resultan de interés. Además su conocimiento aporta argumentos en favor de las explicaciones estructurales propuestas en este trabajo.

Este yacimiento está ubicado a unos 2.500 metros al este de la estación Los Colorados y contiguo al flanco occidental de la Sierra de Los Colorados. Su litología no es muy distinta de la aflorante en Los Mogotes, sita a 14 km al sursureste y probablemente corresponde a los miembros  $S_2$  y  $S_3$  de la *Formación Saladillo*. En este sector el miembro  $S_2$  se asienta en discordancia sobre una arcossa de notable desarrollo y uniformidad. Su límite inferior es difícil de determinar, pues el miembro basal pasa a la arcossa y ésta a su vez al granito.

Se han determinado tres mantos bien definidos de arcilla de color negro dentro de las areniscas blancas y grisáceas, a veces violáceas. En el espesor aflorante se encuentran otros mantos de color gris oscuro. Los mantos de arcilla sufren aumentos en sus espesores en forma periclinal desde los 0,30 metros hasta 1,20 m. No se tiene mayor información sobre la naturaleza y espesor de los mantos fuera de esta zona, ni tampoco en profundidad.

El afloramiento granítico es de forma circular, adosándose a él los bancos de areniscas y areniscas conglomerádicas del "Paganzo" en forma concéntrica, formando un domo casi perfecto que forma el núcleo.

**DIQUE « LOS SAUCES »<sup>1</sup>**

N°	Densidad crudo	Densidad calcificada	Porosidad	Contracción	PCE	Arcilla	Q	F
<b>El Dorado :</b>								
1035.....	1,92	1,86	21,7	6	1680°	70 % Ct 90 % AK 10 %	30 %	5 %
1036.....	2,01	2,0	8	4	1630°	70 % Ct 90 % AK 10 %	30 %	> 5 %
1037.....	1,98	1,78	22,9	6	1660°	60 % Ct 80 % AK 20 %	40 %	—
<b>Don Armando :</b>								
1039.....						60 % Ct 70 % AK 30 %	40 %	vest.
1060.....	2,02	1,80	21,6	5,7	1680°	80 % Ct 85 % AK 15 %	20 %	—
1062.....	2,10	1,93	17,9	5	sup. 31	80 % Ct 80 % AK 20 %	20 %	—
1063.....	2,10	2,06	12,4	4	1670°	80 % Ct 80 % AK 20 %	20 %	—
1064.....	2,09	2,0	15,9	6	1670°	60 % Ct 85 % AK 15 %	40 %	—
Don Alberto.....	2,09	2,0	15,0	6	31-32	60 % Ct 70 % AK 30 %	40 %	—
Libertad Piso *.....						20 % Ct 70 % AK 30 %	—	—
Libertad inf.....	2,08	2,05	17,0	4,0	31-32	70 % Ct 60 % AK 40 %	30 %	—
Libertad medio.....	2,07	2,05	18,0	3,5	31-32	65 % Ct 65 % AK 35 %	35 %	—
María I.....	2,10	2,05	17,0	5,2	31-32	70 % Ct 85 % AK 15 %	30 %	—
María II.....	2,10	2,05	17,5	5,1	31-32	70 % Ct 90 % AK 10 %	30 %	—
Prudencia blanca....	2,05	1,90	15	3,0	31-32	70 % Ct 80 % AK 15 %	15 %	15 %
Prudencia plástica ..	2,05	1,95	15	3,5	31-32	90 % Ct 70 % AK 30 %	10 %	—
Caolín Victorina ....	1,90	1,85	20	1,0	19	20 % Ct 60 % AK 40 %	80 %	—

<sup>1</sup> Q : cuarzo ; F : feldespato ; Ct : caolinita ; AK : mica y arcilla potásica.

\* Contiene 80 % siderita.

**LOS MOGOTES <sup>1</sup>**

Nº	Densidad crudo	Densidad calcimada	Porosidad	Contracción	PCE	Arcilla	Q	F
<b>Banco 5:</b>								
Inferior 1.....	2,05	1,75	28,4	5	32-33	85 % Ct 99 % AK 1 %	10-15 %	—
Medio 2.....	2,01	1,60	2,90	4	31-32	92 % Ct 95 % AK 5 %	5 %	2 %
3.....	2,11	1,80	24,0	3	29-30	— —	—	—
Block.....	2,20	2,02	19,7	3	31-31 $\frac{1}{2}$	— —	—	—
Manto 4.....	2,10	1,95	20,0	3	32 $\frac{1}{2}$	— —	—	—

Tenemos aquí otra evidencia de la naturaleza discordante entre los sedimentos del "Paganzo" y el granito. Caso similar al del dique Los Sauces y la Sierra de Paganzo. Es decir, *el granito no es intrusivo*, contrario a lo que sugiere Heim (1949). Más aún, la disposición concéntrica de los sedimentos continentales alrededor del núcleo granítico, sumado al notable acuñamiento de los estratos en el sentido del núcleo del mismo, nos indica que se trata de un pliegue supratenué.

El domo está limitado al este por la falla occidental de la Sierra de Los Colorados, mientras que al W se hunde por debajo de los sedimentos recientes y pleistocénicos (ver bosquejo).

**IV. MINERALOGÍA DE LAS ARCILLAS REFRACTARIAS**

Se ha creído útil dar a conocer aquí las características mineralógicas y datos físicos de algunas arcillas refractarias. Estos datos se presentan en el cuadro (págs. 80-81) en forma columnar. La composición mineralógica con Rayos X se ha determinado con un difractómetro Phillips con radiación de cobre sobre muestra completa en forma de preparado sin orientar. Los datos físicos fueron realizados en los Laboratorios de ensayo de "La Riojana" (CCISA), en La Rioja.

<sup>1</sup> Realizado en el Laboratorio de Rayos X del Departamento de Geología.

## CONCLUSIONES

1) El llamado "Paganzo I", de colores claros grisáceos, a veces multicolor, es la formación productiva más interesante para la explotación de arcillas refractarias en La Rioja. Los Estratos de Patquía son, por ahora, estériles.

2) La zona del dique Los Sauces es una cuenca que posee estrechas relaciones con los sedimentos del Paganzo, pero que ha tenido una historia geológica propia.

Las arcillas blancas sólo han sido halladas en este sector y restringidas a una formación posterior al "Paganzo". La estructura es debida al vuelco y movimiento de bloques a lo largo de fallas regionales inversas, y secundarias de tipo normal. La estructura de algunos yacimientos es consecuencia del movimiento de estas fallas secundarias en forma pivotante. Las posibilidades económicas futuras están puestas en el yacimiento "Libertad" y en lo que resta del yacimiento "Don Armando".

3) En el yacimiento Los Mogotes las arcillas refractarias de interés económica están restringidas al miembro S<sub>2</sub> de la Formación Saladillo que posee cinco mantos productivos. El espesor del manto actual de explotación llega a 2,50 m. El yacimiento es de una extraordinaria potencialidad. Se sostiene aquí que la estructura es debida a una falla pivotante que afectó el flanco oriental de un pliegue supratenuo. El tipo de pliegue supratenuo parece ser común en esta región. En la zona de Los Colorados el núcleo es de granito, dando el aspecto de falsa intrusividad.

4) En ningún caso se ha observado un granito intrusivo en sedimentos del "Paganzo".

5) El mineral común a las arcillas blancas y negras de alto eono (P. C. E. 30-32) es *caolinita* que varía entre un 60 % y 90 % de los minerales arcillosos; el resto está constituido por mica y arcilla potásica, cuarzo (hasta 40 %) y feldespato (no mayor del 5 %).

LISTA DE TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- BODENBENDER, O. 1895. *Sobre la edad de algunas formaciones carboníferas de la República Argentina.* — Rev. Mus. La Plata, t. VII.
- 1911. *Constitución geológica de la parte meridional de La Rioja y regiones limítrofes (R. Argentina).* — Bol. Acad. Nac. Cienc. Córdoba, t. XIX, entreg. 1, p. 5-221.
- BRACACCINI, O. 1946. *Bosquejo Geológico de la Argentina.* — Contrib. de Y.P.F. al 1er Congr. Inst. Sudam. del Petróleo en Lima (inédito Y.P.F.).
- 1948. *Sobre la presencia del Carbonífero inferior en la Sierra de los Llanos.* — Bol. Inf. Petrol. n° 281.
- CATALANO, L. 1926. *Yacimientos caolinicos del Valle de los Sauces (La Rioja).* — Publ. Dir. Gral. Minas, Geol. e Hidrol. n° 22.
- FIDALGO, F. 1962. *Informe Geológico de la hoja 17 d-Catanzaco.* — Informe inédito Direc. Nac. de Geol. y Miner.
- FRENGUELLI, J. 1946. *Consideraciones acerca de la serie de Paganzo en las provincias de San Juan y La Rioja.* — Rev. Mus. La Plata, n.s. Geol. II, La Plata, p. 313-376.
- GONZÁLEZ BONORINO, F. 1950. *Algunos problemas geológicos de las Sierras Pampeanas.* — Rev. Asoc. Geol. Arg., t. V, n° 3, p. 1-10.
- 1952. *Los supuestos depósitos de caolín de la falda occidental del Cordón de Ambato (Catamarca).* — Rev. Asoc. Geol. Arg., t. VII, n° 3, p. 157-189.
- GROEBER, P. 1940. *Descripción geológica* en vol. VI, Prov. de La Rioja. Aguas minerales de la Rep. Argentina.
- HEIM, A. 1946 a. *Granitización en la Sierra de La Rioja.* — Rev. Soc. Geol. Arg., t. I, n° 1, p. 17-18.
- 1946 b. *El carbón de la mina La Negra, Villa Unión (La Rioja) y su posición tectónica.* — Bol. Direc. Minas y Geol., n° 60.
- 1947. *Estudio tectónico de la Sierra de Paganzo, prov. de La Rioja (Rep. Arg.).* — Rev. Asoc. Geol. Arg., t. II, n° 2, p. 122-126.
- 1949. *Estudio geológico del carbón "Rético" y del valle de la Peña, prov. de San Juan y La Rioja.* — Bol. Direc. Gral. Ind. Miner., n° 69.
- PLANELLA, A. 1960. *El Río de Los Sauces y su aprovechamiento para la provisión de agua a la ciudad de La Rioja.* — An. Iras. Jornadas Geol. Arg. San Juan, 1960, Bs. Aires, 1962, t. II, p. 235-244.
- RASSMUS, J. 1918. *Investigación de la estructura tectónica de la Cuenca imbrífera del río de La Rioja con motivo de la disminución del caudal de dicho río.* — Bol. 17, b. Direc. Gral. Minas, Geol. e Hidrol.
- QUARTINO, J. B. y VILLAR FABRE, J. 1962. *Observaciones sobre el Precámbrico de la zona oriental de la Sierra de Velazco, prov. de La Rioja.* — An. Iras. Jorn. Geol. Arg. San Juan, 1960, t. II, p. 279-285, Bs. As.

Manuscrito recibido en noviembre de 1962.

