

## EL PERFIL DE LA CUESTA DE HUACO, ESTRATOTIPO DE REFERENCIA (HIPOESTRATOTIPO) DEL GRUPO PAGANZO EN LA PRECORDILLERA CENTRAL

por C. Limarino, H. Sessarego, S. Césari y O. López Gamundi<sup>1</sup>

### RESUMEN

En este artículo, el perfil de la Cuesta de Huaco es propuesto como estratotipo de referencia del Grupo Paganzo, en la Precordillera Central. En él, tres unidades litoestratigráficas fueron reconocidas y referidas a las Formaciones Guandacol, Tupe y Patquía.

La Formación Guandacol está compuesta por areniscas (principalmente finas y medianas), limolitas, arcilitas y muy escasos conglomerados. La Formación Tupe está formada por sabulitas, conglomerados y areniscas a las que acompañan algunas limolitas carbonosas, arcilitas, mantos de carbón y margas. De acuerdo a diferencias litológicas y cromáticas se dividió a la unidad en dos miembros llamados: Miembro de Areniscas, Sabulitas y Mantos de Carbón, y Miembro Abigarrado.

En lo que hace a la Formación Patquía, es una típica secuencia de bancos rojos depositada en ambiente continental. En su parte inferior predominan las areniscas y limolitas (Miembro Ojo de Agua) mientras que en la superior lo hacen las areniscas finas y medianas con estratificación entrecruzada de escala grande y "gigante", (Miembro Vallecito).

De acuerdo a la información paleontológica presentada las edades de las tres formaciones son discutidas, y el Grupo Paganzo en su conjunto referido al intervalo Carbonífero medio-Pérmico.

### ABSTRACT

In this paper the Cuesta de Huaco outcrops are proposed as stratotype of reference of the Paganzo Group in the Precordillera Central. Three units have been identified in the locality, named Guandacol, Tupe and Patquía Formations.

The Guandacol Formation is composed of fine and medium sandstones, mudstones, claystones and very scarce conglomerates. Tupe Formation is formed by sabulites, conglomerates and sandstones with some mudstones, claystones, coal beds and marls. The unit has been divided in two members named Areniscas, Sabulitas y Mantos de Carbón Member and Abigarrado Member.

The Patquía Formation is a typical red-bed sequence deposited in continental environment. In the lower parts of this unit, sandstones and mudstones prevail (Ojo de Agua Member). The upper part of the Formation are composed of fine and medium sandstones with large and very large scale cross-bedding (El Vallecito Member).

According to paleontological data, the ages of the three formations are discussed, and the Paganzo Group referred to the Middle Carboniferous-Permian interval.

<sup>1</sup> UBA, Fac. de Cs. Exac. y Naturales-CONICET.

## Introducción

Durante el Paleozoico tardío en el oeste y noroeste de la República Argentina tuvo lugar la depositación de extensas secuencias de origen continental reunidas a principios de siglo bajo la denominación de "Estratos de Paganzo" (Bodenbender, 1912). Años más tarde, Azcuy y Morelli (1970), propusieron reunir estas rocas en el Grupo Paganzo y denominar al ámbito geográfico en el que se encuentran, "Cuenca Paganzo". El conocimiento de las sedimentitas aludidas es desigual según el sector de la cuenca considerado, pero como regla general, la información obtenida parece ser mayor en las partes centrales que en las marginales. Dentro de este contexto, la Precordillera Central se encuentra formando el borde occidental de la mencionada cuenca y en ella se han descripto potentes secuencias referidas tradicionalmente al "Paganzo".

Si bien el conocimiento de estas rocas en la Precordillera se ha visto notablemente incrementado en los últimos años (especialmente a partir de los trabajos de: Furque, 1956, 1963, 1979; Volkheimer, 1962; Scalabrini Ortiz, 1970, 1973; Cuerda y Furque, 1981, 1983; Bossi y Andreis, 1985; entre otros), son necesarios aún estudios estratigráficos detallados que permitan resolver varios problemas pendientes. En particular, a pesar que las unidades neopaleozoicas aflorantes en la Precordillera central presentan características litológicas semejantes, las distintas secuencias han recibido denominaciones locales que no siempre reflejan diferencias significativas entre unidades equivalentes. Es así, como se han empleado un gran número de nombres formacionales para designar a sucesiones esencialmente similares aflorantes en regiones geográficas no demasiado distantes. Además, a menudo un mismo afloramiento ha recibido distintas denominaciones (por ejemplo la sección inferior del Grupo Paganzo en Cuesta de Huaco: Carbónico, Paganzo I, Formación Tupe, Formación Panacán, Formación Cerro Pocito, Formación Agua Hedionda), y los límites entre las unidades rara vez claramente explicitados. Lo dicho ha sido un serio obstáculo para la elaboración de un cuadro estratigráfico integrado, que dejando de lado pequeñas variaciones faciales, reúna a todas las unidades litológicamente semejantes.

De gran importancia para la obtención de dicho cuadro estratigráfico, es el hecho que la mayoría de los investigadores refirieron las secuencias neopaleozoicas por ellos estudiadas a alguno de los "Pisos" de los "Estratos de Paganzo". De esta forma, se acepta implícitamente la identidad de las unidades tratadas, aunque rara vez se utilizaron las denominaciones estratigráficas originalmente empleadas en áreas vecinas.

## Ubicación y fundamentos del hipoestratotipo

En opinión de los autores del presente trabajo, una cuestión que ha dificultado los estudios, ha sido la falta de una sección de referencia

que permita extender al área de Precordillera el conocimiento de la secuencia neopaleozoica aflorante en el área de Paganzo (holoestratotipo) y en las sierras de Villa Unión y Famatina. Es por ello que se propone al perfil de la Cuesta de Huaco como estratotipo de referencia del Grupo Paganzo en la Precordillera Central. La localidad en cuestión se encuentra ubicada en el noreste de la provincia de San Juan (30°09' de latitud sur, 68°33' de longitud oeste) a la vera de la ruta provincial que une las localidades de Jachal y Huaco. Estas exposiciones fueron elegidas pues presentan inmejorables condiciones de estudio ya que: 1) en ellas se puede observar una secuencia completa y continua del Grupo Paganzo, en la que es visible la base y el techo de todas las unidades litoestratigráficas que se identificaron; 2) los afloramientos guardan una buena correspondencia litológica con la mayoría de las sucesiones equivalentes que afloran en el sector central de la Precordillera, según fue constatado por los autores en diferentes zonas; 3) el perfil presenta capas fosilíferas ubicadas en distintos niveles, que permitieron precisar la edad de las distintas unidades reconocidas, a la vez que son útiles para su identificación y correlación; 4) la secuencia no ha sufrido en esta comarca perturbaciones tectónicas importantes y el acceso a la misma es rápido y simple.

En este artículo se presenta el relevamiento topográfico-geológico del perfil de la ladera occidental del anticlinal de Huaco, así como también un mapa geológico en el que se muestran la distribución de las unidades identificadas y la ubicación de la traza del perfil. Dicho perfil fue realizado con teodolito, lo que permitió una correcta ubicación de los niveles con interés estratigráfico y una justa valoración de los espesores.

Este trabajo es una contribución al Proyecto 211 (Paleozoico superior de Sudamérica), IUGS-UNESCO, y un resumen del mismo fue presentado en la Reunión Anual del Proyecto (1986).

### **El Grupo Paganzo en su localidad tipo**

En 1970, como resultado de los estudios llevados a cabo en el área de Paganzo y Amaná, Azcuy y Morelli propusieron incluir en el Grupo Paganzo a todas las sedimentitas que Bodenbender (1912) comprendiera en sus "Estratos de Paganzo". De esta forma se pretendía evitar que "el verdadero apellido de todas las formaciones homologadas con los estratos de Bodenbender se desvirtúe o pierda entre los numerosos nombres nuevos" (1970: 407).

De acuerdo con el esquema trazado originalmente, el Grupo fue dividido en tres secciones (inferior, media y superior) a las que propuso denominar formaciones Lagares, La Colina y Amaná. Debido a la existencia de una discordancia entre las Formaciones La Colina y

Amaná\*, Azcuy *et al.* (1979) redefinieron el grupo dividiéndolo en dos secciones (I y II) y conservaron para ellas los nombres de Formaciones Lagares y La Colina, respectivamente.

De esta forma, en el Grupo se reconocen dos grandes unidades (secciones), las que reciben distintos nombres formacionales según el área de la cuenca analizada. Si bien esta división no se ajusta estrictamente a la nomenclatura propuesta por el Código Estratigráfico, presenta la ventaja de conservar los nombres tradicionalmente usados en distintas comarcas, aunque estableciendo su vinculación mediante las secciones definidas. De esta manera, se evitan un gran número de sustituciones nomenclaturales, que además de polémicas, podrían aumentar la confusión y tardarían largo tiempo en ser aceptadas.

Por lo tanto, en este trabajo se acepta la división en secciones propuestas para el Grupo, y se refiere en el área de Precordillera la sección inferior a las Formaciones Guandacol y Tupe y la superior a la Formación Patquía. Se toma al estratotipo de Paganzo como un holoestratotipo de la unidad y se propone al de la Cuesta de Huaco, como un estratotipo de referencia (hipoestratotipo en el sentido de Hedberg, 1980).

### Análisis del hipoestratotipo

A continuación se describen las distintas unidades identificadas dentro del Grupo, para las que se propone una división en miembros que es útil para el área de Precordillera Central. En todos los casos se discuten las equivalencias con otras unidades formacionales de esa zona, los estratotipos de límite, edad de las unidades y se efectúan consideraciones sobre sus paleoambientes sedimentarios. Los perfiles levantados son mostrados en las figuras 3 y 4.

### Formación Guandacol (Frenguelli, 1944; Cuerda, 1965).

#### SINONIMIA:

- Paganzo I (de varios autores).
- Grupo de las areniscas y esquistos con restos de plantas y capas de carbón (parte superior), (Braccaccini, 1946).
- Formación Panacán (Furque, 1963) *partim*.
- Formación Agua Hedionda (Polanski, 1970) *partim*.
- Formación Cerro Pocito (Di Paola y Marchese, 1973) *partim*.
- Formación Río Francia (Cuerda y Furque, 1981) *partim*.
- Formación La Deheza (Cuerda y Furque, 1983).

\* De acuerdo a la correlación señalada por Azcuy *et al.* (1979) el término "Amaná" o "Amaná-Talampaya" parece ser de uso incorrecto y debe ser reemplazado por el de Formación Talampaya (Romer y Jensen, 1966).

Es referida a esta unidad litoestratigráfica la potente secuencia psamopelítica que compone la parte inferior del perfil de la Cuesta de Huaco, desde el Cerro Pocito hasta ligeramente al este de la mina de carbón de La Ciénaga (fig. 1). El término "Estratos de Guandacol" fue originalmente empleado por Frenguelli (1944), en el ámbito de la Sierra de Villa Unión. Posteriormente, Frenguelli (1946) utilizó la misma denominación para las sedimentitas neopaleozoicas que componen la parte inferior del perfil de la Quebrada de la Herradura, correlacionando de esta manera las secuencias aflorantes en el ámbito de las Sierras Pampeanas y la Precordillera central.

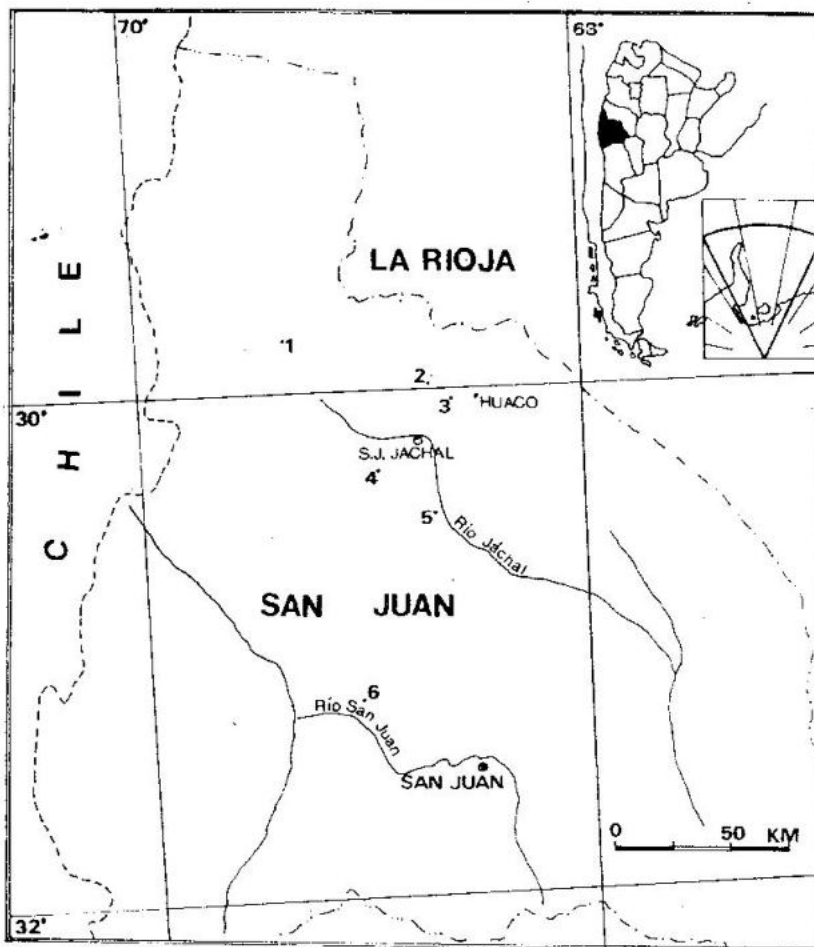


FIG. 1. — Mapa de ubicación del estratotipo y de las principales localidades citadas en el texto. 1: Guandacol, 2: Qda. de la Herradura, 3: La Ciénaga, 4: Huaco, 5: San José de Jáchal, 6: Loma de los Piojos, 7: Qda. del Volcán, 8: Quebrada La Deheza, 9: San Juan, 10: Tucumaco.

Varias denominaciones han sido empleadas para referirse a estas rocas, de las cuales interesa particularmente el de Formación Volcán. Este nombre fue utilizado inicialmente en el ámbito de la Hoja geológica Guandacol, y también hojas Cerro La Bolsa y Jáchal. Es importante destacar que no existe una equivalencia estricta entre las unidades defi-

CUADRO 1. — División propuesta para el Grupo Paganzo en la Precordillera Central.

Formación	Miembro	Espesor	Edad
Patquia	Vallecito	252m	Pérmico
	Ojo de Agua	378m	
Tupe	Abigarrado	340m	Carbonífero medio tardío a Superior
	Areniscas, Sabulitas y mantos de carbón	497m	
Guandacol		175m	Carbonífero medio

nidas por Frenguelli y Furque, pues la Formación Volcán no sólo incluye a la Formación Guandacol, sino también a la secuencia carbonosa tradicionalmente asignada a la Formación Tupe.

Se comparte aquí la opinión de Scalabrini Ortiz (1973), en el sentido de utilizar el nombre de Guandacol por cuanto: 1) el nombre de Guandacol tiene prioridad al de Volcán; 2) existe una marcada identidad litológica entre ambas formaciones; 3) el nombre de Volcán se ha empleado para secuencias carbónicas aflorantes indistintamente en la Precordillera central y occidental (Cuenca del Río Blanco), las que difícilmente sean comparables litológicamente; 4) la designación de Guandacol es de uso tradicional en las Sierras Pampeanas y tiene una definición litológica más clara.

En lo que se refiere a la Formación Cerro Pocito, fue definida por DiPaola y Marchese (1973), para la secuencia aflorante en el área de la Cuesta de Huaco. Estos investigadores incluyen en esa entidad a "todas las sedimentitas que se encuentran por debajo de los primeros niveles rojizos que marcan la base de la Formación Patquia", de esta manera son incluidas en la misma unidad las Formaciones Guandacol y Tupe lo que hace poco conveniente su empleo. Un criterio similar fue usado por Polanski (1970), aunque en este caso refiere a toda la secuencia neopaleozoica (incluida también la Formación Patquia), como Formación Agua Hedionda. Es evidente que esta denominación es demasiado amplia para una secuencia que, por sus características litológicas y cromáticas es divisible en varias formaciones.

Fuera ya del área tipo, es interesante establecer la correlación existente entre la Formación Guandacol tal cual ha sido descripta en este perfil y la Formación Río Francia (Cuerda y Furque, *op. cit.*): Tal correlación ya había sido señalada anteriormente por Bossi y Andreis (1985) y se sustenta en la fuerte semejanza litológica existente entre ambas y en su análoga ubicación estratigráfica.

## Litología

La Formación Guandacol en la comarca analizada presenta una constitución litológica bastante uniforme, caracterizada por el amplio dominio de sedimentitas de grano fino (pelitas y areniscas medianas y finas), por la presencia de estratos fuertemente tabulares con laminación paralela u ondulítica y por la escasez de psefitas. Sobre este último punto se observan las mayores variaciones faciales con respecto a otras localidades. En efecto, en el Cerro Guandacol (Sierra de Maz, provincia de La Rioja), la secuencia paleozoica incluye un importante miembro conglomerádico ubicado próximo a la base, el cual fue considerado por Frenguelli (1944) y Hausen (1921) como tillitas. En otros sectores de la Precordillera Central sanjuanina también han sido descriptos potentes niveles psefíticos, como por ejemplo en la Quebrada de Volcán (Scalabrini Ortiz, 1973), y el sinclinal de Pasleam (Volkheimer, 1963).

Sobre la base de las características litofaciales que presenta la Formación Guandacol en el área analizada, se han diferenciado dos secciones: una inferior formada por pelitas, areniscas y escasos conglomerados y otra superior de carácter marcadamente arenoso (fig. 3).

**SECCIÓN INFERIOR:** Tiene un espesor de 53 m y presenta tonalidades gris oscuras o gris verdosas. Litológicamente, está caracterizada por pelitas, areniscas finas y muy finas y escasos conglomerados. Los dos primeros tipos de rocas aparecen estratificados en bancos tabulares delgados o muy delgados (Ingram, 1954), y entre las estructuras primarias presentes las más frecuentes son la laminación horizontal y la ondulítica. Niveles de conglomerados poco potentes, se encuentran a unos 15 m de la base de la sección y son de carácter marcadamente lenticular. Los conglomerados son de tipo matriz-sostén con matriz limo-arenosa y por aumento en la razón matriz/elastos, pasan lateralmente a pelitas macizas con elastos dispersos. Los fenoclastos son subredondeados a redondeados y predominan las guijas y guijarros (los tamaños máximos no superan los 15 cm) de cuarzo, granitos y caliza.

Desde el punto de vista bioestratigráfico se desea destacar la presencia de briznas y restos vegetales indeterminables ubicados en el nivel A (fig. 3). Niveles equivalentes al mencionado han brindado asociaciones palinológicas en el flanco occidental del Anticlinal de Huaco, que permitieron precisar la edad de la Formación (véase Vázquez Nístico y Césari, 1986).

**SECCIÓN SUPERIOR:** Está caracterizada por un amplio predominio de areniscas sobre las pelitas. Las areniscas son de color gris oscuro hasta amarillento; en la base y parte media de la sección predominan las de tamaño de grano fino y medio, mientras que en el techo abundan las gruesas. Los bancos son tabulares y frecuentemente muestran en el techo ondulitas simétricas, asimétricas y formas transicionales, coexistiendo desde tipos bidimensionales (crestas rectas) hasta tridimensio-

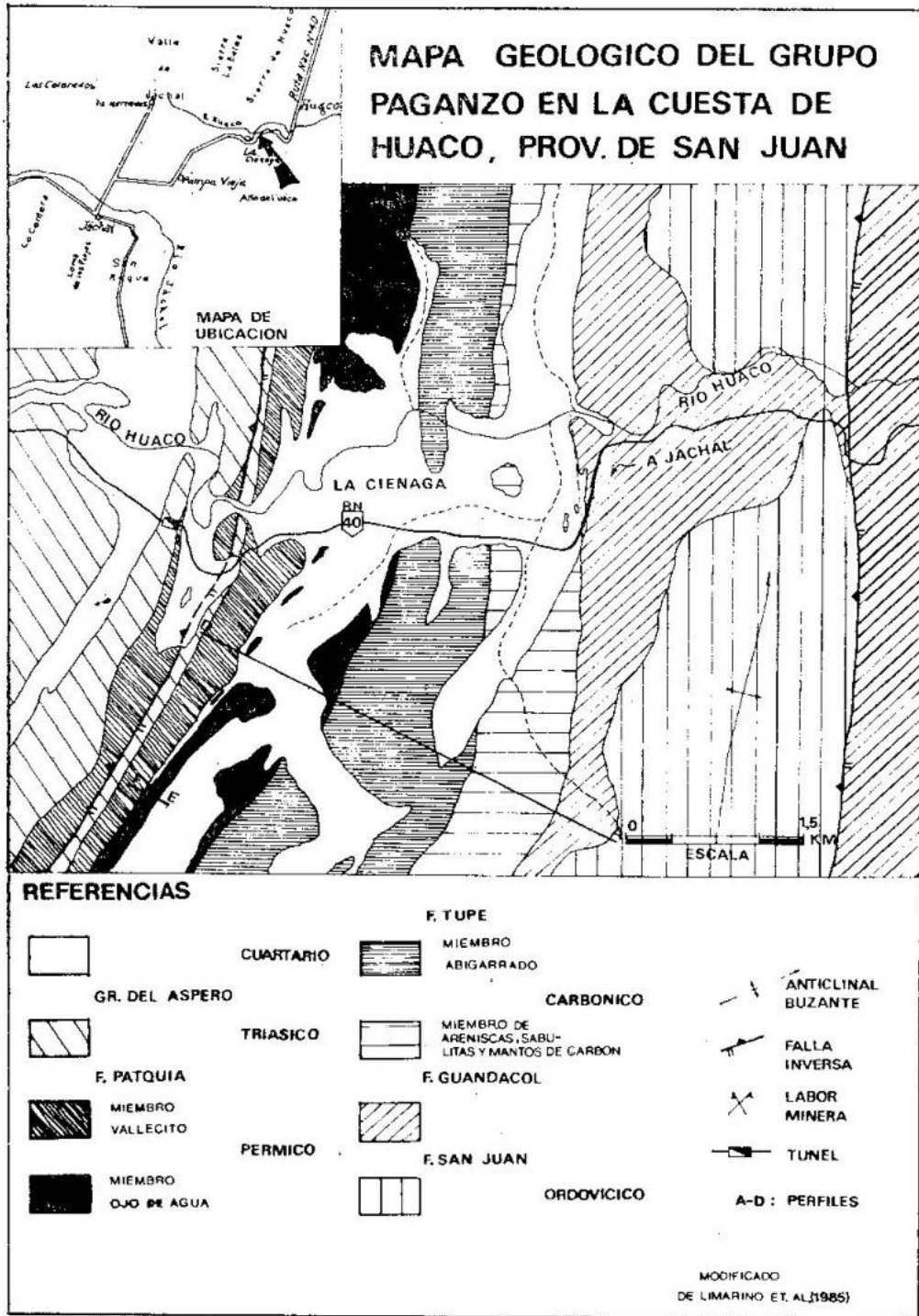
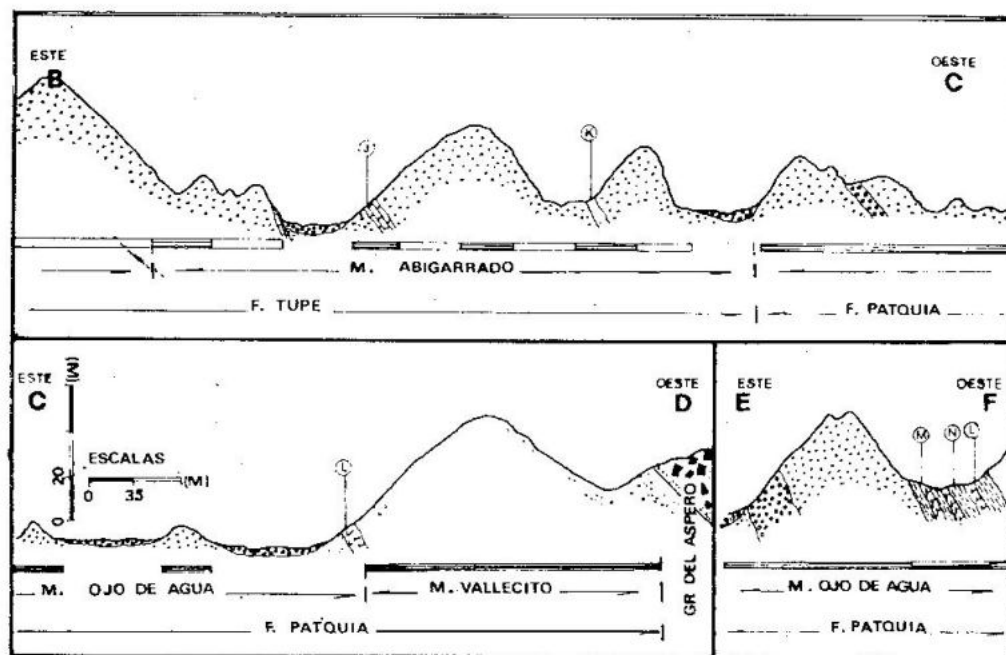
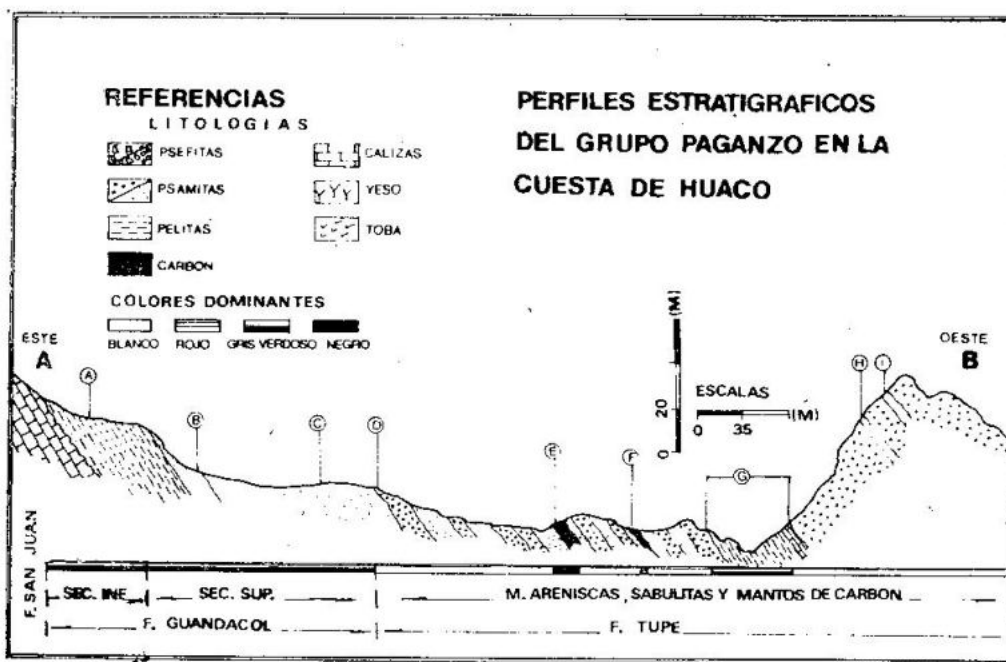


FIG. 2. — Mapa geológico del área de Cuesta de Huaco-Ciénaga del Vallecito.

nales (linguoides). Entre las estructuras intraestratales es común laminación ondulítica, en la que se pueden reconocer varios tipos genéticos (oleaje, corriente y ascendente). Asimismo, son también frecuentes las estructuras subestratales (turboglifos, calcos de surco), estructuras en plato (dish) y calcos de carga.





Figs. 3 y 4. — Estratotipo propuesto para el Grupo Paganzo, las letras indican puntos de interés estratigráfico mencionados en el texto.

Las pelitas son grisáceas o verdosas, conforman bancos tabulares y casi invariablemente aparecen laminadas. La bioturbación de tipo epichnia (pistas bilobadas) es la más común y algunos niveles contienen abundantes briznas.

Por último, es destacable la presencia de al menos, dos potentes niveles (B) de areniscas medianas gris amarillentas con estructuras de

deslizamiento de escala grande; estos horizontes han demostrado tener importancia como niveles guía de carácter local.

### **Relaciones estratigráficas**

Los niveles inferiores de la Formación Guandacol descansan en paraconcordancia sobre las calizas de la Formación San Juan (Ordovícico), (Bodenbender, 1867; Frenguelli, 1944; Vázquez Nístico, 1986).

El contacto superior es transicional a la Formación Tupe, y la elección de un estratotipo límite es subjetiva. Nosotros fijamos el techo de la Formación Guandacol con la aparición del primer nivel de sabulitas guijarrosas blanquecinas con estructuras entrecruzadas de escala grande (D). Elegimos este límite pues consideramos a esas rocas frecuentes y características de la Formación Tupe y además, porque el cambio litológico va acompañado por variaciones muy marcadas en la geometría de los cuerpos arenosos. En efecto, en la Formación Guandacol predominan los estratos tabulares de areniscas medianas y finas, mientras que en la unidad sobreyacente son frecuentes las sabulitas y conglomerados finos lenticulares. El criterio señalado es en líneas generales similar al empleado por Cuerda (1967) y Bossi y Andreis (1985).

### **Paleoambientes de sedimentación**

El mayor número de trabajos sobre el origen de las sedimentitas de la Formación Guandacol fueron realizados para las Sierras de Villa Unión, siendo destacables los de Frenguelli (1949); Teruggi *et al.* (1969), Spalletti (1968 y 1973) y Andreis *et al.* (1975) en los que se propone un origen lacustre para la misma. El estudio más completo corresponde sin lugar a dudas a Bossi y Andreis (1985), quienes señalaron la presencia de secuencias deltaicas y lacustres en la unidad. Estos investigadores calcularon la extensión del paleolago en alrededor de 300 Km<sup>2</sup>, ocupando parte de la Sierra de Villa Unión, Valle Fértil y Precordillera Central. Por otro lado, el análisis de cinco perfiles (entre los que se cuenta el de la Cuesta de Huaco), ha permitido a los autores mencionados dividir a la Formación Guandacol en cinco facies sedimentarias, depositadas en distintos subambientes del sistema deltaico-lacustre.

En el ámbito de la Precordillera, más precisamente en el tramo comprendido entre los ríos Huaco y Guandacol algunas muy interesantes consideraciones paleogeográficas fueron realizadas por Scalabrini Ortiz (1970, 1972, 1973). Este investigador señaló para la región un depocentro ubicado en la latitud de Quebrada del Horno, y un fuerte acuñaamiento con pasaje a facies psefíticas dominantes hacia la Sierra de Las Ramaditas (la que habría actuado como borde de cuenca).

## Edad de la Formación Guandacol

Para esta unidad se conocen muy escasos registros fosilíferos, los que muchas veces se reducen a simples menciones, sin descripción ni ilustración del material. En el área tipo de Sierra de Maz, Frenguelli (1949), describe el hallazgo de algunos restos megaflorísticos, los que no son ilustrados y parecen no hallarse depositados en alguna colección paleontológica del país. Años más tarde, Arrondo y Petriella (1978), describen ejemplares de licópsidas referidos a *Lepidodendropsis sekondiensis* Men-sah y Chaloner, procedentes de Mina La Negra.

Frenguelli (1950) describe pisadas tridáctilas de *Orcheteropus atavus* para la unidad, y Aceñolaza y Toselli (1981) pistas bilobadas atribuidas a la actividad de artrópodos.

En el área de Huaco, más precisamente para Mina La Delfina, se ha mencionado la presencia de una reducida microflora (Azcu y Ottone, 1983), integrada por variados granos de polen. En forma inédita, Ottone (1983) describió e ilustró 12 especies palinológicas, que permitieron suponer una antigüedad no mayor que el Carbonífero medio para la asociación.

Recientemente, Vázquez Nístico y Césari (1986), señalan para el área del estratotipo aquí analizado, pocos metros al norte de la traza del perfil A-D (en niveles equivalentes a A) la presencia de una semilla platispérmica y una abundante microflora. En sedimentitas de la base de la Formación, las autoras identifican un ejemplar de *Cordaicarpus* cf. *C. ovatus* Walkom, junto a las siguientes especies palinológicas: *Lundbladispota brasiliensis* (Pant y Srivastava) Marques Toigo y Pons emend. Marques Toigo y Picarelli, *Vallatisporites ciliaris* (Luber) Sullivan (lám. 2, fig. 5), *Convolutispota muriorinata* Menéndez, *Plicatipollenites malabarensis* (Potonié y Sah) Foster, *Crucisaccites monoletus* Maithy (lám. 2, fig. 3), entre otras. En niveles del techo de la unidad, también fue hallada una variada microflora que contiene entre sus especies más significativas: *Potonieisporites magnus* Lele y Karim, *Crucisaccites latisulcatus* Lele y Maithy, *Cannanoropollis densus* (Lele) Bose y Maheshwari *Caheniasaccites ovatus* Bose y Kar, *Spinozonotriletes* cf. *S. hirsutus* Azcu (lám. 2, fig. 1).

Estos registros palinológicos permiten integrar la formación a la Palinozona *Potonieisporites-Lundbladispota*, y dentro de ella a la subzona *Raistrickia-Plicatipollenites* (Césari, 1986). El límite inferior de la biozona fue adjudicado al Westfaliano C de la escala geocronológica europea, sin embargo la microflora de la Formación Guandacol, que infrayace a las sedimentitas tupenses que caracterizan a la subzona R-P, sugiere un límite ligeramente más antiguo (Vázquez Nístico y Césari, 1986). Pudiéndose referir entonces la unidad al Westfaliano, alcanzando probablemente los términos más altos del Namuriano. Esa antigüedad estaría reforzada por la aparente ausencia de granos bisacados estriados en las asociaciones.

## Formación Tupe (Frenguelli, 1944; Cuerda, 1965)

### SINONIMIA:

- Paganzo I (de varios autores, Bodenbender, 1912).
- Grupo de las areniscas y esquistos con restos de plantas y capas de carbón (excluidas areniscas blanco amarillentas), (Braccacini, 1946).
- Formación Volcán (Furque, 1963).
- Formación Agua Hedionda (Polanski, 1970) *partim*.
- Formación Cerro Pocito (Di Paola y Marchese, 1973) *partim*.
- Formación Río Francia (Cuerda y Furque, 1981) *partim*.

Las rocas incluidas en la Formación Tupe componen la mayor parte de la secuencia analizada, y presenta un espesor de 837 metros. En función de las características litológicas y cromáticas fue dividida en dos miembros. Esta subdivisión fue establecida con el objeto de diferenciar los conjuntos litológicos que caracterizan a la Formación, los que además son de fácil identificación en el campo y tienen carácter regional. Los miembros reconocidos han sido denominados Miembro Areniscas, Sabulitas y Mantos de carbón y Miembro Abigarrado.

La Formación Tupe es también conocida con otros nombres, como por ejemplo Formación Panacán (Furque, 1963) dentro de la cual se incluyó a la parte superior del Miembro Areniscas, Sabulitas y Mantos de Carbón y al Miembro Abigarrado. Como se mencionó anteriormente dentro de esta denominación quedaron excluidos los niveles carbonosos, que fueron considerados por Furque (*op. cit.*) dentro de la Formación Volcán. En lo que hace a la denominación de Formación Cerro Pocito (Di Paola y Marchese, 1973) y Agua Hedionda (Polanski, 1970), no son empleadas debido al amplio intervalo estratigráfico que ellas representan (ver capítulo Formación Guandacol).

En otros sectores de la Precordillera se han empleado las denominaciones de Formación Río Francia (área de Tucunuco) y Formación La Deheza (Río San Juan) por Cuerda y Furque (1981, 1983), para secuencias de edad carbonífera similares a las aquí analizadas. En particular, los miembros de *areniscas varicolores* y *areniscas rosadas* de la Formación Río Francia son equivalentes a los miembros diferenciados en este trabajo para la Formación Tupe. La correlación entre ambas unidades ya había sido señalada por Cuerda y Furque (1981) a partir de consideraciones litológicas y paleontológicas. En efecto, estos autores señalan para la Formación Río Francia que "depósitos coetáneos y con los mismos rasgos composicionales hallanse expuestos en el primer tramo de la Precordillera sanjuanina comprendida entre Huaco y Jachal". Similar correlación puede ser establecida para la Formación La Deheza (ver también Cuerda y Furque, 1983), y para los afloramientos ubicados entre los kilómetros 47 y 50 de la ruta nacional N° 20 estudiados por Espejo y López Gamundi (1984).

## Litología

La unidad en cuestión se encuentra formada por sedimentitas silicoclásticas, principalmente areniscas, sabulitas y conglomerados finos de color gris blanquecino a rosado. En proporciones subordinadas aparecen también pelitas, pelitas carbonosas y carbones junto con algunas margas, calizas oscuras y brechas.

*Miembro Areniscas, Sabulitas y Mantos de Carbón:* Presenta un espesor total de 497 metros. En su base está constituido por sabulitas, areniscas gruesas y conglomerados finos a medianos con tonalidades gris blanquecinas a gris amarillentas. Los estratos son fuertemente lenticulares y muestran estructuras entrecruzadas tanto tabulares como en artesa. Sobreyace al conjunto descrito un potente banco de carbón (nivel E) de 1 metro de espesor, al que acompañan conspicuos paquetes de areniscas finas verdes con estratificación ondulítica y abundantes paleosuelos. Este nivel carbonoso fue explotado en Mina La Ciénaga y presenta un indudable valor bioestratigráfico, ya que en él se ha obtenido buena parte de la megá y microflora que se discute más adelante. Otras dos intercalaciones carbonosas muy delgadas y de escasa persistencia lateral se registran en el nivel F, dispuestas entre potentes bancos de sabulitas y conglomerados finos.

El intervalo estratigráfico comprendido en G es marcadamente distinto al resto de la Formación Tupe y corresponde al nivel marino señalado por Furque (1979). Se encuentra formado en su base, por limolitas y arcilitas de muy variados colores que van desde el gris azulado al blanco. En la parte media de este conjunto aparece un banco de areniscas macizas de color verde, con abundante bioturbación epichnia y ondulitas, al que sobreyacen areniscas, brechas carbonáticas y pelitas carbonosas macizas. Este conjunto de rocas demuestra ser un excelente nivel guía para las secuencias carboníferas ubicadas al norte del Río Huaco, presentando una ubicación estratigráfica bien definida pocos metros por encima de los lechos carbonosos y varias decenas de metros por debajo del Miembro Abigarrado.

El nivel estratigráfico siguiente, de 250 metros de potencia, retoma las características propias de la Formación Tupe y se encuentra formado por sabulitas, areniscas y conglomerados finos gris blanquecinos con escasas intercalaciones de areniscas muy finas verdes con estratificación ondulítica y paleosuelos (H-I).

*Miembro Abigarrado:* Este miembro está integrado por areniscas, pelitas y conglomerados, en los que alternan los colores rosado, blanco, gris y rojo confiriéndole a la secuencia una apariencia bandeada característica. En este intervalo es conspicua la presencia de clastos de feldespato potásico límpidos y la composición marcadamente arcósica de las areniscas. Las estructuras entrecruzadas tanto tabulares como en artesa y las capas planas son muy frecuentes en estas rocas.

El Miembro Abigarrado se caracteriza además por la falta de pelitas carbonosas y lechos de carbón, así como también por la escasez de areniscas finas verdes con paleosuelos tan comunes en el miembro infra-yacente. Es destacable en el nivel J un grueso paquete de areniscas calcáreas y margas, y en K de areniscas finas con sets agrupados de artesas que pueden alcanzar hasta 2 metros de potencia. Estos últimos niveles recuerdan por su ubicación estratigráfica y constitución a aquellos descritos por Frenguelli (1946) para el área de Quebrada de La Herradura a los que consideró de origen eólico.

### **Relaciones estratigráficas**

La relación estratigráfica basal de la Formación Tupe ya fue analizada con anterioridad. Respecto al contacto con la unidad suprayacente (Formación Patquía), puede caracterizarse como concordante y transicional. En particular el Miembro Abigarrado presenta características litológicas y cromáticas que recuerdan a la Formación Patquía, hecho que llevó a muchos autores a considerarlo indistintamente dentro de una como de otra unidad. Consideramos conveniente incluir a este miembro dentro de la Formación Tupe por presentar mayor afinidad litológica con ella. Se propone fijar el límite entre las Formaciones Tupe y Patquía por la desaparición de sabulitas gris blanquecinas y el pasaje a la típica secuencia de bancos rojos que conforman la parte superior del Grupo Paganzo.

Es importante señalar que el Miembro Abigarrado merece un análisis especial pues no sólo ha sido identificado por los autores en varias localidades de la Precordillera central (perfiles de Río Guandacol, Loma de Los Piojos, Río San Juan, área de Tucunuco, etc.); sino también en gran parte de la Cuenca Paganzo donde ha recibido distintas denominaciones (Estratos del Agua Colorada, Frenguelli, 1949; "transición", Limarino, 1985).

### **Paleoambiente de sedimentación**

La sedimentación de la Formación Tupe en esta parte de la Precordillera ha tenido lugar en ambientes deposicionales variados desde netamente continentales (dominantes) hasta marino litoral. Las sedimentitas de origen fluvial son las que componen la mayor parte de la unidad, desgraciadamente no se cuenta a la fecha con estudios detallados que permitan caracterizar estos depósitos. Bossi y Andreis (1985) señalaron que la base de la Formación Tupe representa la culminación del ciclo deltaico que caracteriza a la Formación Guandacol. Los depósitos marinos litorales se encuentran ubicados cerca del techo del miem-

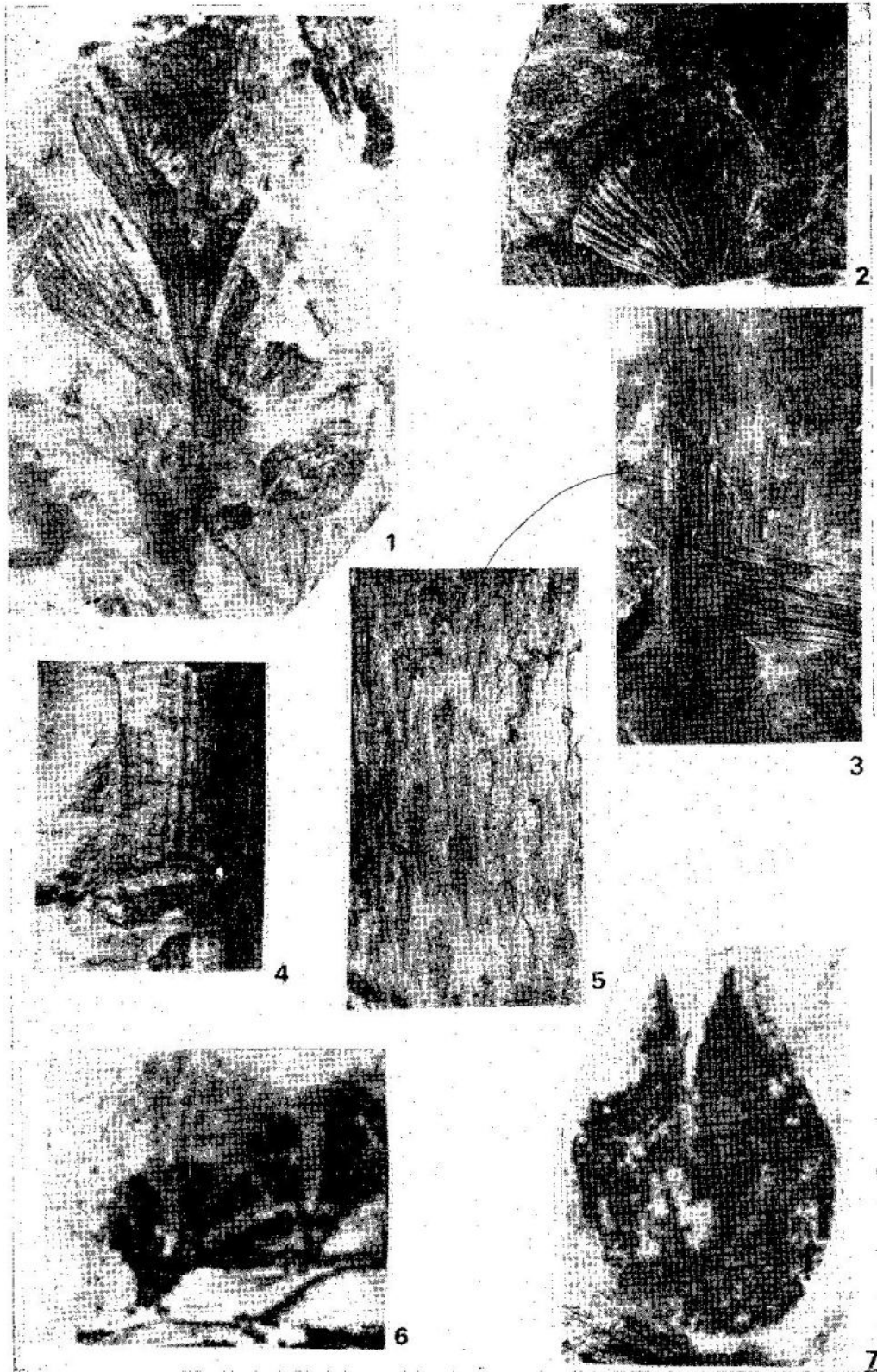
bro carbonoso y representan secuencias litorales originadas durante la breve transgresión ocurrida durante el Carbonífero tardío. La mayor parte de las sedimentitas del Miembro Abigarrado fue formada por la acción fluvial asociadas con breves episodios lacustres y quizás eólicos (niveles J y K).

### Edad

La Formación Tupe en su área tipo de Sierra de Maz ha brindado una abundante megaflore que fuera estudiada parcialmente por diversos autores (Frenguelli, 1943, 1949; Archangelsky y Arrondo, 1971; Archangelsky, 1977; Césari, 1982). Una reciente revisión efectuada por Césari (1985) permite señalar la presencia de: *Nothorhacopteris argentina* (Geinitz) Archangelsky, *Botrychiopsis weissiana* (Kurtz) Archangelsky y Arrondo, *Bergiopteris insignis* Kurtz, *Fedekurtzia argentina* (Kurtz) Archangelsky, *Diplothema bodenbenderi* (Kurtz) Césari, *Sphenopteris (Eusphenopteris?) sanjuanina* Kurtz, *Paracalamites australis* Rigby, *Cordaicarpus* sp., *Bumbudendron nitidum* Archangelsky, Azcuy y Wagner, ? *Brasilodendron pedroanum* Chaloner, Leitikow y Hill.

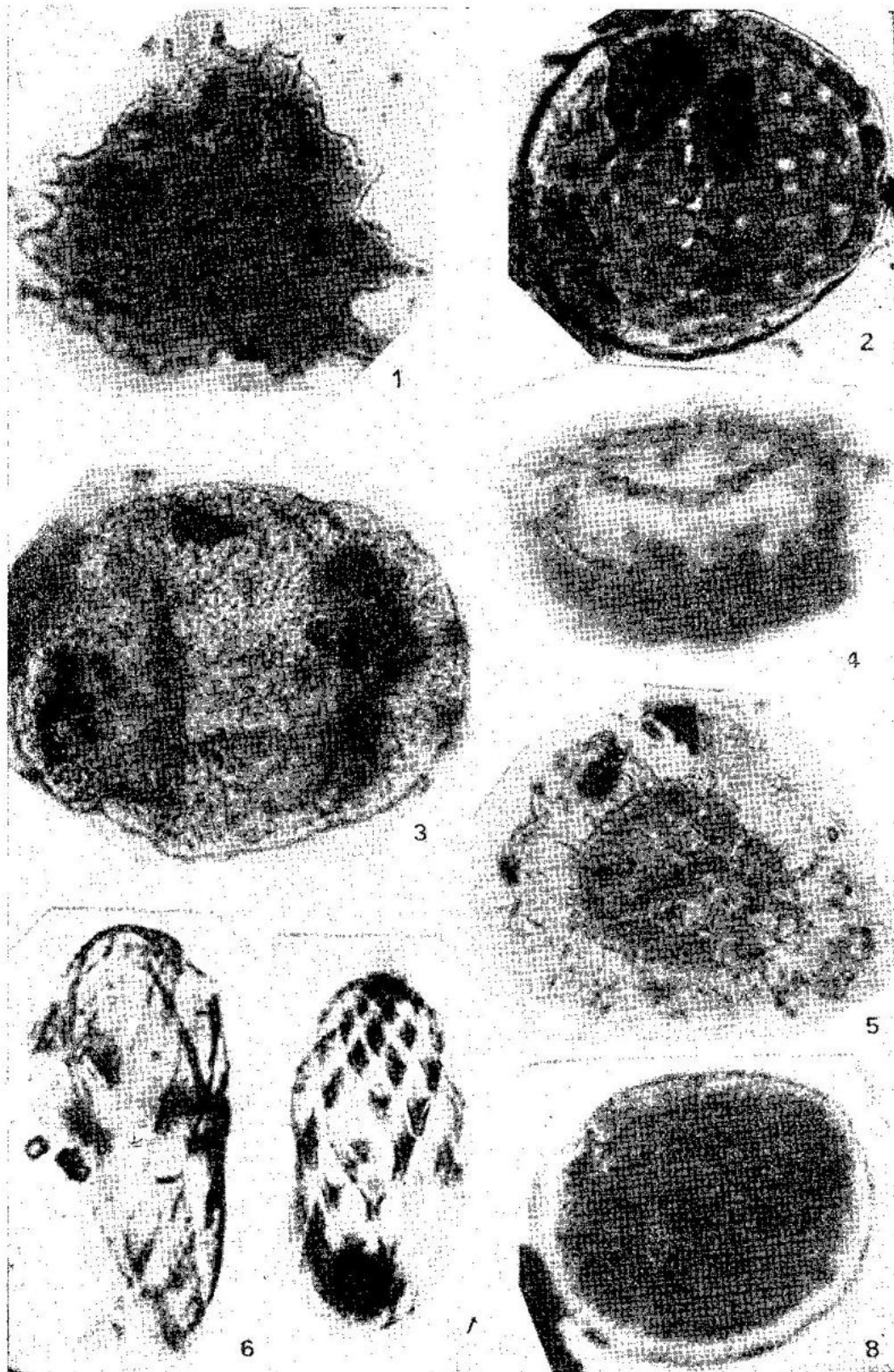
Los primeros estudios palinológicos fueron realizados por Spinner (1969), sobre megasporas por ese autor referidas al Carbónico superior. El análisis de microsporas se efectuó recientemente (Césari, 1984, 1986), permitiendo describir 39 especies asignadas por esta autora al Carbónico medio tardío-Carbónico tardío. Las especies más características de esas microfloras procedentes de Sierra de Maz son: *Lundbladispora brazilensis* (Pant y Srivastava) Marques Toigo y Pons emend. Marques Toigo y Picarelli, *Vallatisporites ciliaris* (Luber) Sullivan, *Foveosporites hortonensis* (Playford) Azcuy, *Raistrickia densa* Menéndez, *Convolutispora muriorinata* Menéndez, *Spelaeotriletes ybertii* Playford y Powis, *Punctatisporites gretensis* Balme y Hennelly, *Cristatisporites menendezii* (Menéndez y Azcuy) Playford emend Césari, *Potonieisporites neglectus* Potonié y Lele, *Plicatipollenites malabarensis* (Potonié y Sah) Foster, *P. gondwanensis* (Balme y Hennelly) Lele, *Striatoabietes* sp., *Pteruchipollenites gracilis* (Segroves) Foster.

La Formación Tupe en el área de la Ciénaga de Huaco fue objeto de observaciones paleobotánicas por parte de Frenguelli (1946), Cuerda *et al.* (1969), Archangelsky y Arrondo (1971) y Leguizamón y Archangelsky (1981). De acuerdo a la revisión de esos autores, la megaflore se encuentra integrada por: *Paulophyton cuyanum* Leguizamón y Archangelsky, *Botrychiopsis weissiana*, *Eremopteris whitei* Berry, *Adiantites peruvianus* (Berry) Read, *Sphenopteridium* sp., *Rhacopteris septentrionalis* Feistmantel, *Lepidodendron peruvianum* Gothan y *Noeggerathia cuneata* (Kurtz). Es de destacar que salvo las dos primeras



LÁM. 1. — 1: *Fedekurtzia argentina* (Kurtz) Archangelsky, *Connucarpus furcata* (Surange y Lele) Maithy, 2: *Nothorhacopteris argentina* (Geinitz) Archangelsky, 3: *Cordaites riojanus* Archangelsky y Leguizamón, 4: *Paracalamites australis* Rigby, 5: *Bumbudendron* cf. *B. paganzianum* Archangelsky, Azcuy y Wagner, 6: *Diplothmema bodenbenderi* (Kurtz) Césari, 7: *Connucarpus furcata* (Surange y Lele) Maithy. 1 y 6: x 2, 2-6: x 1, 2 y 7: x 6.





LÁM. 2. — 1: *Spinozonotriletes* cf. *S. hirsutus* Azcuy, 2: *Foveosporites pellucidulus* Playford y Helby, 3: *Crucisaccites monoletus* Maithy, 4: *Lundbladispota braziliensis* (Pant y Srivastava) Marques Toigo y Pons emen. Marques Toigo y Picarelli, 5: *Vallatisporites ciliaris* (Luber) Sullivan, 6: cf. *Welwitschiapites tenuis* Bharadwaj y Saluja, *Cneta-ceaeapollenites barghoornii* (Pocock) Lima, 8: *Portalites gondwanensis* Nahuys, Alperne y Ybert. Figs. 1, 2, 4, 5, 8 x 1000, Fig. 3 x 500; 6 y 7: x 1300.

especies mencionadas, el resto no ha merecido una adecuada revisión que corrobore su ubicación taxonómica.

Las colecciones efectuadas por los autores de este trabajo en los niveles plantíferos señalados en el perfil han permitido reconocer la presencia de *Nothorhacopteris argentina*, *Fedekurtzia argentina*, *Bostrychiopsis weissiana*, *Bumbudendron* cf. *B. paganzianum* Archangelsky, Azcuy y Wagner, *Cordaites riojanus* Archangelsky y Leguizamón, *Paracalamites australis* Rigby, cf. *Dichophyllites karagandensis* Borsuk, *Cornucarpus furcata* (Surange y Lele) Maithy. Gran parte de estas especies son por primera vez ilustradas para la unidad en la lámina 1 del presente trabajo.

Por otra parte, Faltum (1983), cita la presencia de fragmentos de fronde referidos a un nuevo taxón sin determinar, los que fueron combinados a *Sphenopteris* (*Eusphenopteris*?) *sanjuanina* por Césari (1985). Los ejemplares proceden de Quebrada de la Herradura, localidad cercana a la aquí tratada. Mientras que Ottone (1983) y Vázquez Nístico (1986), efectuaron el hallazgo de fragmentos de *Diplothemema bodenbenderi* (Kurtz) Césari, en Quebrada La Delfina y en el sector oriental del anticlinal de Huaco, respectivamente.

También a los fines de la presente contribución se efectuó por primera vez el análisis palinológico de las sedimentitas tupenses, el cual brindó una microflora en muy buen estado de preservación. La revisión de las muestras permite hallar una total identidad con las microfloras descritas para el área de Sierra de Maz. Se ilustran en este trabajo (lám. 2), las siguientes especies: *Lundbladispora braziliensis*, *Foveosporites pellucidulus* Playford y Helby, *Portalites gondwanensis* Nahuys, Alprern e Ybert.

Distintos autores, han sugerido la probable edad ligeramente más joven de la paleoflora del área de Huaco con respecto a la presente en Sierra de Maz. La revisión de las asociaciones mega y microflorísticas permite descartar tal suposición, ya que, no se han hallado diferencias de suficiente valor que la sustenten.

La edad propuesta (Westfaliano medio tardío-Estefaniano) es también confirmada por la presencia de invertebrados marinos hallados en capas correspondientes a la ingresión del Carbonífero superior. En efecto, estudios realizados por González (1984, 1985) al norte del río Jachal, han llevado a incluir en la "fauna intermedia" a las asociaciones allí encontradas, refiriéndolas al intervalo Westfaliano-Estefaniano.

## Formación Patquía (Frenguelli, 1944, Cuerda, 1965)

### SINONIMIA:

- Paganzo II (de varios investigadores, Bodenbender, 1912).
- Complejo de areniscas y areniscas arcillosas rojas. Grupo de areniscas eólicas (Bracaccini, 1946).
- Formación Ojo de Agua (Furque, 1963).
- Formación Vallecito (Furque, 1963).
- Formación Agua Hedionda (Polanski, 1970) *partim*.

Los bancos rojos que conforman la parte alta del estratotipo aquí analizado son incluidos en la sección superior del Grupo Paganzo y denominados Formación Patquía. Ha sido Frenguelli (1944) el primero en referir esta secuencia a sus "Estratos de Patquía", nombre utilizado por el autor al analizar las sucesiones neopaleozoicas aflorantes en la Sierra de Maz. Sin embargo, son realmente pocos los estudios realizados sobre esta unidad en la Precordillera, a la que se ha llamado indistintamente Formación Patquía, Formación Ojo de Agua o simplemente "Paganzo II".

Tradicionalmente se ha considerado a las capas rojas de indudable origen eólico que conforman el tope del perfil analizado como una unidad independiente, llamada por Bracaccini (1946), Grupo de las areniscas eólicas o Formación Vallecito por Furque (1963). El reconocimiento de estas rocas como una formación independiente es problemático y en nuestra opinión debe referírsele como un miembro dentro de la Formación Patquía. Bracaccini (*op. cit.*) fundamentó su separación en la existencia de una discordancia erosiva, merced a la cual y por correlación con unidades aflorantes en la provincia de Mendoza, ubicó a las eolianitas en el Triásico. La existencia de esta discordancia ha sido últimamente discutida por Limarino *et al.* (1985). Tal como se señalara en aquella oportunidad el mismo Bracaccini admitió nunca haber observado tal discordancia, la que en realidad "dedujo" por la discrepancia de espesores (80 m) de las sedimentitas pérmicas a uno y otro lado del anticlinal de Agua Hedionda. Tal diferencia de espesores no es criterio suficiente para señalar la existencia de la discordancia por cuanto: 1) la diferencia de espesores puede ser más fácilmente explicada sobre la base de variaciones (aún pequeñas) en la constitución paleogeográfica de la cuenca o simplemente como debida a cambios faciales; 2) el contacto entre las formaciones Ojo de Agua y Vallecito, es regular, faltando superficies erosivas significativas; 3) no existe un cambio litológico importante entre ambas unidades, sino que por el contrario, se observa un pasaje de facies fluviales a lacustres-eólicas (Limarino *et al.*, 1986), evidenciando una progresiva aridización del ambiente.

A lo dicho, debe agregarse que en trabajos posteriores al de Bracaccini tampoco se observó la discordancia y es así, que Borrello y

Cuerda (1968) describen a la relación como "pseudoconcordante" y Polanski (1970), Furque (1979) y Vázquez Nístico (1986), como concordante. Por otro lado, el examen de afloramientos próximos a la Cuesta de Huaco (aunque fuera de este ámbito), y el de Loma de Los Piojos (oeste de Jáchal), ha mostrado claramente la falta de utilidad práctica en reconocer a las areniscas eólicas como una unidad independiente. Ello es así debido a que, las eolianitas con frecuencia se presentan asociadas e intercaladas con secuencias fluviales o lacustres claramente pertenecientes a la Formación Ojo de Agua. Por último, es interesante destacar la correlación litológica que se puede establecer entre estas eolianitas y las que se encuentran en la parte superior de las formaciones Patquía (en Sierra de Villa Unión), La Colina y De La Cuesta; todas estas unidades incluidas en la parte superior del Grupo Paganzo y referidas al Pérmico (Limarino y Spalleti, 1986).

Por todo lo dicho, se propone incluir en el futuro a la secuencia de bancos rojos, predominantemente arenosa y con estructuras entrecruzadas de escala gigante, en la Formación Patquía reconociéndola como una unidad litoestratigráfica de orden menor. De esta manera, la formación queda dividida en dos miembros, el inferior llamado Ojo de Agua y el superior, Vallecito.

### Litología

La Formación Patquía en el perfil de la Cuesta de Huaco se encuentra formada por areniscas, pelitas, conglomerados, niveles evaporíticos y algunas piroclastitas. El color del conjunto es rojo ladrillo, con escasas variaciones locales en que la secuencia presenta tonalidades rosadas o gris oscuras. El espesor total medido fue de 690 m de los cuales 378 m corresponden al Miembro Ojo de Agua y 252 m del Miembro Vallecito.

*Miembro Ojo de Agua.* Se trata de una secuencia fundamentalmente arenosa-pelítica, la que suele mostrar varios niveles conglomerádicos en su tercio inferior que disminuyen en potencia y frecuencia verticalmente. La rápida desaparición de las pefitas, conforme nos acercamos a la parte superior del miembro, es un rasgo muy conspicuo y puede visualizarse fácilmente en el perfil columnar presentado por Limarino *et al.* (*op. cit.*).

En la parte media del Miembro Ojo de Agua el nivel M resulta de particular importancia estratigráfica, pues allí aparecen los primeros niveles de areniscas tobáceas y tobas arenosas que con toda probabilidad atestiguan las etapas iniciales del vulcanismo varísico en la región. Hacia el tope del miembro la secuencia sufre un cambio significativo (nivel N) pues aparecen los primeros niveles evaporíticos, sucedidos por un intervalo de pelitas gris oscuras con briznas y restos de ostrácodos

de agua dulce (nivel N). Todo el conjunto llama la atención y puede ser fácilmente reconocido por el pronunciado cambio de color y por la presencia de un nivel de toba vítrea (nivel L) muy escasamente contaminada con material epiclástico.

*Miembro Vallecito*: Se diferencia del anterior por su constitución litológica mucho más monótona, ya que se encuentra formado casi exclusivamente por psamitas medianas y finas. Estas rocas muestran muy frecuente estratificación entrecruzada tabular o lenticular, en donde los *sets* son de escala grande y gigante. Otras estructuras comunes son: estratificación plana, laminación, superficies de truncamiento múltiple y pequeñas fallas sinsedimentarias.

Esta composición litológica tan homogénea, sin embargo, presenta alteraciones en áreas vecinas, especialmente porque suelen intercalar bancos potentes de pelitas y areniscas gruesas (hasta sabulitas). Como quiera que sea, la presencia de niveles de areniscas con estratificación entrecruzada de gran escala, es el criterio principal para la identificación del miembro considerado.

### Relaciones estratigráficas

Las sedimentitas de la Formación Patquía se disponen concordante y transgresivamente sobre la Formación Tupe, y como lo señalamos, la elección de un estratotipo de límite es problemática. En el perfil analizado se lo establece por la desaparición de sabulitas y areniscas gris blanquecinas pertenecientes a la unidad infrayacente a partir de lo cual la sucesión se torna roja. Localmente este cambio puede coincidir con el "nivel de conglomerados silíceos" descrito por Braccini (*op. cit.*), aunque no siempre estas psefitas se encuentran presentes.

Las sedimentitas del Miembro Vallecito son cubiertas por gruesos depósitos de conglomerados, brechas y areniscas tobáceas incluidas en la Formación Cerro Morado (Triásico). El contacto entre ambas unidades es concordante y neto, debido al fuerte contraste litológico.

Es importante destacar además, que pocos metros al oeste del campamento de la Dirección Nacional de Vialidad sobre la ruta que une las ciudades de Jachal y Huaco se observa una importante falla inversa con plano inclinado al poniente (fig. 3), la cual repite parte de las secuencias pertenecientes a las Formaciones Patquía y Cerro Morado. Es muy probable que la intercalación de areniscas eólicas señalada por Braccini (*op. cit.*) en la Formación Cerro Morado, corresponda en realidad a una repetición causada por dicha falla (ver también Borrello y Cuerda, *op. cit.*).

## Paleoambiente de sedimentación

Los paleoambientes sedimentarios de la Formación Patquía han sido escasamente analizados en la Precordillera, correspondiendo el mayor número de estudios al área de Cuesta de Huaco. Sin embargo, en el ámbito de las Sierras Pampeanas Noroccidentales un completo estudio sedimentológico fue realizado por Spalletti (1979) quien reconoció los principales ambientes deposicionales de la secuencia. Un examen de la información presentada por Spalletti y de los datos obtenidos para esta parte de la Precordillera, permiten advertir variaciones faciales poco significativas entre ambas regiones.

La Formación Patquía presenta un indudable origen continental, con predominio de facies fluviales en el Miembro Ojo de Agua y eólicas en el Miembro Vallecito. Limarino *et al.* (*op. cit.*) han descrito depósitos de origen fluvial (ríos de moderada a alta sinuosidad) conformando la base de la Formación, los que son sucedidos por sedimentitas de origen eólico y lacustre hacia el techo del Miembro Ojo de Agua. En particular, estas últimas han sido estudiadas en detalle por Limarino y Sessarego (1986) y consideradas como depositadas en lagos efímeros bajo condiciones de intensa desecación y aridez.

En el área del Río San Juan algunas consideraciones fueron presentadas por Cuerda y Furque (1983), Espejo y López Gamundi (1984) y Malone (1985). Los primeros autores se refirieron a afloramientos ubicados en la Quebrada de la Deheza, donde señalaron la presencia de facies de canal, barra en espolón y albardón de ríos meandrosos. Espejo y López Gamundi (*op. cit.*) describen para el área del km 47 a km 50, la presencia de facies fluviales de ríos de mediana a alta sinuosidad. Por último, Malone (*op. cit.*), reconoció la existencia de facies fluviales y eólicas (en el techo) del perfil del km 47 de la ruta que une las ciudades de San Juan y Calingasta.

## Edad de la Formación Patquía

Las sedimentitas rojas de la Formación Patquía, o de su equivalente en el área de Sañogasta, la Formación La Colina, son portadoras de muy escasos pero significativos registros fosilíferos. En el área de Sierra Brava, provincia de La Rioja, Frenguelli (1946) menciona e ilustra la presencia de troncos de *Dadoxylon* sp. y restos de pelecípodos de agua dulce (*Palaeonodonta ramaccioni*) para las sedimentitas de la Formación La Antigua, también incluida dentro del conjunto identificado como "Paganzo II".

En Aguada de la Desabrida, La Rioja, Limarino y Césari (1985 a) mencionan la presencia de una reducida megafloora en el techo del miembro inferior de la Formación La Colina. La asociación se caracteriza por contener elementos propios de la flora de *Glossopteris*, tales como

*Glossopteris occidentalis* White, *G. wilssonii* (Seward) Archangelsky y Cúneo, *Gangamopteris* sp., *Euryphyllum witthianum* Feistmantel, entre otros. Esos autores (Césari y Limarino, 1985), refieren para el miembro superior de esa misma unidad, restos de coníferas y articuladas. La edad sugerida, por lo menos para la parte basal de la Formación es Pérmica temprana según Limarino y Césari (1985) y Archangelsky y Cúneo (1984).

Otro dato que contribuye a precisar la edad de las sedimentitas rojas del Grupo Paganzo, es la datación radimétrica de rocas basálticas intercaladas cerca de la base del miembro inferior de la Formación La Colina. Esa datación sugiere una antigüedad de  $295 \pm 5$  m.a., para la base de la secuencia (Thompson y Mitchell, 1972). De acuerdo con el límite fijado recientemente para el Carbonífero-Pérmico, la Formación La Colina queda incluida en este último período.

Durante el levantamiento del perfil presentado en esta contribución, los autores efectuaron dos importantes hallazgos. Uno de ellos corresponde a una abundante pero a la vez monótona asociación de ostrácodos de agua dulce. El otro registro corresponde a una reducida microflora procedente de pelitas carbonosas intercaladas en la parte superior del Miembro Ojo de Agua (nivel N).

Un análisis preliminar de la reducida microflora hallada permite señalar la presencia de *Gnetaceaepollenites* cf. *G. barghoornii* (Pocock) Lima, *Equisetosporites* sp., cf. *Welwitschiapites tenuis* Bharadwaj y Salujah, *Kraeuselisporites* cf. *K. sanluisensis* Menéndez, *Foveosporites* sp., *Lundbladispora* sp., entre otros. La existencia de granos de polen poliplicados, como los aquí ilustrados (lám. 2), cuyos registros más antiguos corresponden al Pérmico, sugiere esa máxima antigüedad para las sedimentitas portadoras.

La numerosa pero a la vez homogénea asociación de ostrácodos, parece hallarse probablemente integrada por taxa endémicos, ya que no han podido ser halladas estrechas similitudes con alguna de las especies conocidas para el Hemisferio Norte.

### **Significado genético de la división propuesta**

Si bien las unidades litoestratigráficas son definidas sobre criterios objetivos exentos de connotaciones genéticas, el estudio de las relaciones paleoambientales que guardan entre sí distintas formaciones, permitirá mejorar la comprensión de las condiciones bajo las cuales se formaron, explicando posibles cambios faciales que frecuentemente se observan en el registro estratigráfico.

En este sentido, la Formación Guandacol representa la sedimentación deltaica desarrollada en un extenso cuerpo lacustre. Al producirse

su somerización y definitiva desecación hubieron pequeños cambios litológicos resultado de lo cual, la secuencia fue designada con el nombre de Formación Tupe. Es entonces evidente, que la falta de un estratotipo de límite con valor regional entre las dos unidades, es la consecuencia de que el pasaje señalado no tuvo la misma expresión litológica en toda el área y seguramente no fue contemporáneo en la región. Por otro lado, es de esperar que pequeñas oscilaciones en la línea de costa pudieran haber generado un intervalo estratigráfico en donde el límite es "incierto", pues alternan secuencias deltaicas y fluviales no deltaicas.

Mientras las condiciones ambientales persistieron y el clima fue lo suficientemente húmedo como para favorecer un importante crecimiento vegetal (resultado de lo cual se formaron capas de carbones y pelitas carbonosas), la secuencia mantuvo características litológicas constantes que se encuentran representadas en el Miembro de Areniscas, Sabulitas y Mantos de Carbón de la Formación Tupe. Una importante excepción a lo dicho lo constituye el nivel de ingresión marina (G), el que, debido a su origen, muestra características litológicas algo distintas.

La diferencia entre los dos miembros de la Formación Tupe es principalmente cromática, apareciendo en el Miembro Abigarrado las primeras capas rojas responsables del aspecto bandeado de la unidad. Esta variación la interpretamos como debida a un cambio climático, en el cual se pasó de condiciones templadas y húmedas a estacionales y probablemente algo más cálidas (fase climática D, López Gamundi *et al.*, 1986), que favorecieron el desarrollo de pigmento férrico. Avalan la génesis propuesta la desaparición de registros de vida, paleosuelos y carbones en el Miembro Abigarrado.

La diferencia existente entre las Formaciones Patquía y Tupe en la Precordillera (y en la mayor parte de la Cuenca Paganzo) es principalmente cromática. Es así, como la Formación Patquía representa una típica secuencia de bancos rojos, que sólo guarda algunas diferencias litológicas de orden menor con su infrayacente Tupe. Sin embargo, hacia el techo del Miembro Ojo de Agua comienzan a aparecer evidencias de una intensa actividad magmática marginal al área aquí analizada (Vulcanismo Variscico), que produjo la formación de areniscas tobáceas (nivel M) y tobas (nivel L). Es justamente este vulcanismo, el que al incrementarse señala el final del ciclo sedimentario representado por el Grupo Paganzo con la formación de potentes conglomerados, y algunos mantos de vulcanitas que conforman el Grupo del Aspero (Triásico).

Desde el punto de vista genético el Miembro Ojo de Agua muestra un amplio predominio de facies fluviales que son paulatinamente reemplazadas por depósitos lacustres y probablemente eólicos. Bajo condiciones de mayor aridez, las eolianitas se hicieron más frecuentes confiriéndole a la sucesión un carácter distintivo que permite su identificación como un miembro (Miembro Vallecito).



Un análisis comparativo de las secuencias neopaleozoicas de la Precordillera y de otros sectores de la Cuenca Paganzo (en especial Sierras Pampeanas y Sistema del Famatina), permiten establecer una estrecha relación entre ellas. Sólo cambios faciales de escasa magnitud pueden ser señalados, en general controlados por la posición paleogeográfica que le cupo al área aquí analizada. En particular, la presencia de una ingresión marina y una mayor influencia del magmatismo Variscico hacia el Pérmico son las diferencias más significativas.

Como contraparte, existen una serie de elementos en común que justifican plenamente la inclusión de las rocas neopaleozoicas de la Precordillera Central en el Grupo Paganzo; ellos son: 1) presencia de depósitos areno-pelíticos (de origen lacustre, en gran parte turbidíticos) en la parte inferior del Grupo; 2) capas carbonosas yaciendo entre potentes secuencias arenosas o sabulíticas ocupando una similar posición estratigráfica en toda la cuenca; 3) existencia de elementos paleoflorísticos referidos a la zona NBG en las unidades correspondientes a la sección inferior; 4) desarrollo de secuencias abigarradas cerca del contacto de las secciones inferior y superior; 5) formación de potentes secuencias de bancos rojos con similares características litológicas; 6) existencia de niveles de piroclastitas en los tramos superiores de las formaciones pérmicas; 7) gran distribución de eolianitas y depósitos evaporíticos hacia el techo del Grupo.

### Conclusiones

1) Se propone incluir en el Grupo Paganzo a la secuencia neopaleozoica aflorante en la Precordillera Central. El análisis comparativo de las sucesiones de Precordillera y de otros sectores de la cuenca lo justifica plenamente.

2) Se señala al perfil de la Cuesta de Huaco como estratotipo de referencia del Grupo Paganzo en la Precordillera. En él fueron reconocidas las Formaciones Guandacol, Tupe y Patquía las que de acuerdo a la información paleontológica y estratigráfica presentada son referidas al Namuriano alto-Westfaliano; Westfaliano medio tardío-Stefania-no y Pérmico respectivamente.

3) La Formación Tupe es dividida en dos miembros, llamados Miembro de Areniscas, Sabulitas y Mantos de Carbón y Miembro Abigarrado. En particular, este último incluye a un grueso paquete sedimentario que en trabajos anteriores había recibido una poco clara ubicación estratigráfica.

4) Se modifica el rango estratigráfico de la Formación Vallecito, la que es ahora reconocida como un miembro dentro de la Formación Patquía. De esta forma, la unidad se encuentra integrada por los Miembros Ojo de Agua y Vallecito los que presentan una distribución regional considerable.

5) El análisis de los paleoambientes deposicionales y de las características genéticas de las unidades involucradas sugieren claramente condiciones ambientales similares, las que fueron evolucionando lentamente resultado de lo cual se produjeron diferencias litológicas que llevaron a la identificación de las distintas formaciones y miembros.

### Agradecimientos

Los autores desean expresar su reconocimiento al Dr. Arturo Amos por las valiosas sugerencias brindadas y su permanente apoyo y estímulo. Al Dr. Horacio Camacho por la lectura crítica del manuscrito. Al Departamento de Ciencias Geológicas de la Universidad de Buenos Aires por las facilidades logísticas brindadas y al CONICET, institución que facilitó parte de los fondos con que se solventaron las tareas de campaña.

### LISTA DE TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- ACENOLAZA, F. C. y TOSELLI, A. J., 1981. Geología del Noroeste Argentino. *Univ. Nac. Tucumán*, 212 págs.
- ANDREIS, R., SPALLETI, L. A. y MAZZONI, M., 1975. Estudio geológico del Subgrupo Sierra de Maz, República Argentina. *Rev. Asoc. Geol. Argentina*, 30 (3): 247-273.
- ARCHANGELSKY, S., 1977. El género *Bergiopteris* Kurtz del Carbónico superior de la Cuenca Paganzo, Argentina. *Bol. Asoc. Latin. Paleob. y Palin.* 4: 11-23.
- ARCHANGELSKY, S. y ARRONDO, O. G., 1971. Estudio sobre el género *Botrychiospsis* Kurtz (*Gondwanidium* Gothan) del Carbónico y Pérmico gondwánico. *Palaeophytologia Kurtziana III*, 2. *Ameghiniana* 8 (3-4): 189-227.
- ARCHANGELSKY, S. y CÚNEO, R., 1984. Zonación del Pérmico continental de Argentina, sobre la base de sus plantas fósiles. *III Congr. Latin. Paleont.*: 143-163. México.
- ARRONDO, O. y PETRIELLA, B., 1978. El género *Lepidodendropsis* Lutz del Carbónico inferior de Argentina. *Ameghiniana* 15 (3-4): 440-444.
- AZCUY, C. y MORELLI, J., 1970. Geología de la comarca Paganzo-Amaná. El Grupo Paganzo. Formaciones que lo componen y sus relaciones. *Rev. Asoc. Geol. Argentina* 25 (4): 405-429.
- AZCUY, C., MORELLI, J., VALENCIO, D. y VILAS, J., 1979. Estratigrafía de la comarca Amaná-Talampaya. *Actas VII Cong. Geol. Argentino I*: 243-246.
- AZCUY, C. y OTTONE, E., 1983. Hallazgos de palinomorfos en la Formación Guandacol, Quebrada La Delfina, Cuenca Paganzo. *V Simposio Paleob. y Palin. (Resúmenes)*, La Plata.
- BODENBENDER, G., 1897. Devono y Gondwana en la República Argentina. *Acta Acad. Nac. de Ciencias de Córdoba*, XV (2-3): 201-252.
- BODENBENDER, G., 1912. Constitución geológica de la parte meridional de La Rioja y regiones limítrofes, República Argentina. *Bol. Acad. Nac. de Ciencias de Córdoba*, 19 (1): 5-220.
- BORELLO, V. y CUERDA, A., 1968. Grupo Río Huaco, norte de la Precordillera de San Juan, Jachal-Huaco. *Not. Com. Inv. Cien. La Plata*, 6 (1): 3-15.
- BOSSI, G. y ANDREIS, R., 1985. Secuencias deltaicas y lacustres del Carbonífero del Centro-Oeste argentino. *Actas X Cong. Int. Estrat. Geol. Carb.*: 285-309.
- BRACACCINI, O., 1946. Contribución al conocimiento geológico de la Precordillera Sanjuanino-Mendocina. *Bol. Inf. Petrol.* nº 258: 81-105.

- CÉSARI, S., 1982. Licópsidas arborescentes de la Formación Tupe, Sierra de Maz, Provincia de La Rioja. *Ameghiniana* XIX; (3-4): 273-279.
- CÉSARI, S., 1984. Palinología de la Formación Tupe (Paleozoico superior), Sierra de Maz, provincia de La Rioja. I Parte. *Ameghiniana* 21 (1): 85-102.
- CÉSARI, S., 1985. Bioestratigrafía y aspectos paleoambientales de la Formación Tupe en el faldeo oriental de la Sierra de Maz, Provincia de La Rioja, República Argentina. *Tesis (inédita) Dto. Cs. Geol. (UBA)*.
- CÉSARI, S., 1986. Zonación palinológica del Carbonífero tardío en Argentina. *Act. IV Congr. Paleont. Arg.* (en prensa).
- CÉSARI, S. y LIMARINO, C., 1985. Las megaflores de la Formación La Colina, y su significado estratigráfico. Pérmico de la provincia de La Rioja, Argentina. Reunión Anual proyecto nº 211 (IUGS-UNESCO). *Resúmenes*: 30.
- CUERDA, A., 1965. Estratigrafía de los depósitos neopaleozoicos de la Sierra de Maz, provincia de La Rioja. *Acta II Jor. Geol. Argentina III*: 79-84.
- 1967. Formación Guandacol (Devónico superior-La Rioja). *Notas Com. Inv. Cient. La Plata* IV (7): 1-14.
- CUERDA, A., WAGNER, R. y ARRONDO, O. G., 1969. Observaciones sobre algunas floras del Carbonífero argentino. *Ameghiniana* XV (3-4): 265-269.
- CUERDA, A. y FURQUE, G., 1981. Depósitos carbónicos de la Precordillera de San Juan. Parte I. Comarca del Cerro La Chilca (Río Francia). *Rev. Asoc. Geol. Argentina* 36 (2): 187-196.
- CUERDA, A. y FURQUE, G., 1983. Depósitos carbónicos de la Precordillera de San Juan. Parte II. Quebrada La Deheza. *Rev. Asoc. Geol. Argentina* 38 (3-4): 381-391.
- DI PAOLA, E. y MARCHESE, H., 1973. Petrología y litoestratigrafía de las sedimentitas paleozoicas de Huaco, San Juan, República Argentina. *Rev. Asoc. Geol. Argentina* XXVIII (4): 369-381.
- ESPEJO, I. y LÓPEZ GAMUNDI, O., 1984. Depósitos continentales del Paleozoico superior en el sector central de la Precordillera sanjuanina. *Actas IX Cong. Geol. Arg.* V: 258-273.
- FALTUM, C. A., 1983. Aspectos paleoambientales y paleontológicos del Paleozoico superior en la Quebrada de La Herradura, prov. de San Juan. *Trab. Final Lic. (UBA)*, inédito.
- FRENGUELLI, J., 1943. Acerca de la presencia de *Rhacopteris ovata* en el Paganzo I de Villa Unión, La Rioja. *Rev. Mus. La Plata. Sec. Geol.* 11: 11-47.
- 1944. Apuntes acerca del Paleozoico superior del noroeste argentino. *Rev. Mus. La Plata. Sec. Geol.* II: 213-265.
- 1946. Consideraciones acerca de la Serie Paganzo en las provincias de San Juan y La Rioja. *Rev. Mus. La Plata. Sec. Geol.* II: 313-376.
- 1949. El perfil de LaU Cortadera en las faldas orientales de los Cerros de Villa Unión (La Rioja). *Rev. Asoc. Geol. Argentina* IV (4): 299-335.
- 1950. Ichritas en el Paleozoico superior del oeste argentino. *Rev. Asoc. Geol. Argentina* V (3): 185-199.
- FURQUE, G., 1956. Nuevos depósitos devónicos y carbónicos en la Precordillera Sanjuanina. *Rev. Asoc. Geol. Argentina* XI (1): 46-71.
- 1963. Descripción geológica de la Hoja 17b Guandacol (provincias de La Rioja y San Juan). *Dir. Nac. de Geol. y Minería. Bol.* 92, Buenos Aires.
- 1979. Descripción geológica de la Hoja 18c Jachal (provincia de San Juan). *Serv. Geol. Nacional. Boletín* 164. Buenos Aires.
- GONZÁLEZ, R. C., 1984. Las intrusiones marinas neopaleozoicas de la Precordillera argentina. Reunión Anual Proy. nº 211: 36-37 (resumen).
- 1985. Esquema bioestratigráfico del Paleozoico superior marino de Cuenca Usallata-Iglesias. República Argentina. *Acta Geol. Lilloana* XVI (2): 231-244.
- HAUSEN, H., 1921. On the lithology and geological structure of the Sierra de Humango

- area, province of La Rioja, Argentine Republic, en *Acta Acad. Aboensis, Mathem et Phys.* I: 1-18. Abo.
- HEDBERG, H. D., 1980. Guía Estratigráfica Internacional. Hedberg editor. Editorial Reverté, 205 pág.
- INGRAM, R., 1954. Terminology for thickness of stratification and parting units in sedimentary rocks. *Geol. Soc. Amer. Bull.* 65: 937-938.
- LEGUIZAMÓN, R. y ARCHANGELSKY, S., 1981. Dos nuevas Primofilices carbónicas de las provincias de La Rioja y San Juan. *Ameghiniana* 18 (1): 103-112.
- LIMARINO, C. O., 1985. Ambiente de sedimentación y estratigrafía del Grupo Paganzo en el Sistema del Famatina. *Tesis*, UBA, inédito.
- LIMARINO, C. O. y CÉSARI, S., 1985. Primer registro paleoflorístico de la Formación La Colina (Paleozoico superior), Cuenca Paganzo. República Argentina. *Paleob. y Palin. na America do Sul. Inst. Geoc. USP*, 15: 32-39. San Pablo (Brasil).
- LIMARINO, C., SESSAREGO, H., LÓPEZ GAMUNDI, O., CÉSARI, S. y GUTIÉRREZ, R., 1985. Consideraciones estratigráficas y paleoambientales de las formaciones Ojo de Agua y Vallecito aflorantes en la Cuesta de Huaco, Prov. de San Juan, Argentina. Reunión anual Proy. 211 (IUGS-UNESCO): 32-33 (resúmenes).
- LIMARINO, C. y SESSAREGO, H., 1986. Depósitos lacustres de las formaciones Ojo de Agua y De La Cuesta. Provincias de San Juan y La Rioja. *I Reunión Argentina de Sedimentología* (en prensa).
- LIMARINO, C. y SPALLETI, L. A., 1986. Eolian Permian deposits in west and northwest Argentina. *Sedim. Geology*, 49: 109-127.
- LÓPEZ GAMUNDI, O., LIMARINO, C. y CÉSARI, S., 1986. Evidencias sedimentológicas de la evolución paleoclimática del Paleozoico superior. Cuencas Paganzo y Calingasta-Uspallata. *I Reunión Argentina de Sedimentología, La Plata* (en prensa).
- MALONE, P., 1984. Geología al sur del Río San Juan, entre los km 49-49,3 de la ruta nº con énfasis en la Falla Sassito. *Trab. Final Lic. (UBA)*, inédito.
- OTTONI, E., 1983. Consideraciones paleontológicas y paleoambientales del perfil de la Quebrada La Delfina, provincia de San Juan. *Trab. final de Lic. (inédito). Dto. Cs. Geológicas (UBA)*.
- POLANSKI, J., 1970. Carbónico y pérmico de la Argentina. EUDEBA, pág. 216, Buenos Aires.
- ROMER, A. y JENSEN, J., 1966. The Chañares (Argentina). Triassic reptiles fauna II. Sketch of the geology of the Río Chañares-Río Gualo Region. *Breviora*, Cambridge, 252.
- SCALABRINI ORTIZ, J., 1970. Litología, variaciones faciales, proveniencia y paleocorrientes del Carbónico de la Hoja 17 b. Guandacol, norte de la Precordillera Sanjuanina. Tesis (UBA) inédita.
- 1972. El Carbónico en el sector septentrional de la Precordillera Sanjuanina. *Revista Asoc. Geol. Argentina*, XXVIII (4): 351-377.
- 1973. La cuenca del Río Blanco en el sector norte de la Precordillera argentina y su relación con las sedimentitas del Grupo Paganzo. Simposio internacional sobre os Sistemas Carbonifero e Permiano na América do Sul. *Anais Acad. Bras. de Ciências* 44: 313-320.
- SPALLETI, L. A., 1968. Estructuras sedimentarias de la Formación Guandacol (Carbónico). Extremo sur de la Sierra de Maz, provincia de La Rioja. *Rev. Mus. La Plata (n.s.) Geol.* 6: 235-272.
- 1973. Estudio granulométrico estadístico de las sedimentitas de la Formación Guandacol (Carbónico) en la Sierra de Maz. *Rev. Mus. La Plata (n.s.) Sec. Geol.* 9: 9-23.
- 1979. Paleoambientes de sedimentación de la Formación Patquía (Pérmico) en la Sierra de Maz, La Rioja. *Acal. Nac. de Cs. de Córdoba*, Bol. 53 (1-2): 167-202.

- SPINNER, E., 1969. Preliminary study of the megaspores from the Tupe Formation, La Rioja, Argentina. *Pollen et Spores* XI (3): 669-686.
- TERUGGI, M., ANDREIS, R., INIGUEZ, A., ABAIT, J., MAZZONI, M. y SPALLETJI, L., 1969. Sedimentology of the Paganzo beds at Cerro Guandacol province of La Rioja. *Gond. Strat. IUGS Symp. II*: 857-880.
- THOMSON, R. y MITCHELL, J., 1972. Paleomagnetic and radiometric evidence for the age of the lower boundary of the Kiaman magnetic interval in South America. *Geophys. J. R. Astr. Soc.* 27: 207-214.
- VÁZQUEZ NÍSTICO, B., 1986. Geología del flanco oriental del Anticlinal de Agua Hedionda, San José de Jachal, San Juan. Trab. Final de Lic. (UBA) inédito.
- VÁZQUEZ NÍSTICO, B. y CÉSATI, S., 1986. Nuevos elementos paleoflorísticos de la Formación Guandacol. Cuesta de Huaco, provincia de San Juan. *VII Simp. Arg. Paleob. y Palin.* (en prensa).
- VOLKHEIMER, W., 1963. Nuevos hallazgos de Paleozoico marino en la Precordillera de San Juan (con un perfil detallado del Carbónico). *Rev. Asoc. Geol. Argentina XVII* (1): 97-104.