

El subsuelo del campo de Talampaya: estratigrafía y evolución tectónica. Cuenca de Ischigualasto-Ischichuca, La Rioja, Argentina

Georgieff, Sergio M.¹⁻²; Lucía M. Ibañez¹⁻³⁻⁴ y Gerardo E. Bossi¹⁻⁵

¹ IESGLO – Universidad Nacional de Tucumán. Miguel Lillo 205, 4000 – Tucumán. CONICET.

² sergio_georgieff@csnat.unt.edu.ar

³ Fundación Miguel Lillo, Miguel Lillo 251, 4000 – Tucumán.

⁴ lucia_ibanez@csnat.unt.edu.ar

⁵ gbossi@csnat.unt.edu.ar

► **Resumen** — Para el estudio de la estratigrafía y la tectónica del subsuelo del área sur de la Cuenca de Ischigualasto – Ischichuca se utilizaron seis líneas sísmicas del Campo de Talampaya, ubicado en la provincia de La Rioja (Argentina).

Se definieron cuatro Supersecuencias o Ciclos Sedimentarios de Segundo Orden y se estableció la ubicación del depocentro principal para la cuenca. El espesor de las Supersecuencias varía desde 2.000 m para el Carbonífero – Pérmico, 3.500 m para el Pérmico Superior – Triásico Superior, 50 a 400 m para el Cretácico y hasta 6.000 m para las rocas terciarias. La ubicación de los depocentros principales varía a través del tiempo geológico. El depocentro para el Paleozoico Superior se encontraba cerca de Esquina Colorada (parte Oeste del Campo de Talampaya); los depocentros triásicos estaban ubicados en las esquinas noroeste y sudeste y finalmente, el depocentro Terciario se ubicaba cerca de Pagancillo, en la parte norte del Campo de Talampaya.

Las Secuencias Sedimentarias se encuentran relacionadas a cuatro episodios tectónicos desde el Carbonífero Superior al Plioceno – Pleistoceno (?). El primer episodio tectónico corresponde a una fase extensional o de "rifting"; el segundo es una fase compresiva que causó plegamiento y fallamiento; el tercer episodio está relacionado a una fase extensional con vulcanismo; el último episodio tectónico invirtió el movimiento de las fallas y formó un conjunto de fallas inversas.

Las posibles áreas para la exploración de hidrocarburos están relacionadas con la Supersecuencia II (Triásico del Grupo Agua de la Peña) en la esquina noroeste del Campo de Talampaya y en el lado oriental del Cerro Rajado, donde la estratigrafía y las estructuras anticlinales presentan un desarrollo promisorio.

Palabras clave: Estratigrafía, tectosedimentación, Cuenca de Ischigualasto-Ischichuca.

► **Abstract** — "The subsurface of Campo de Talampaya: Stratigraphy and Tectonic Evolution. Ischigualasto – Ischichuca Basin, La Rioja, Argentina". The subsurface stratigraphy and tectonism of the southern part of Ischigualasto – Ischichuca Basin was performed using six seismic lines from Campo de Talampaya, La Rioja Province (Argentina).

Four Supersequences or 2nd Order Sedimentary Cycles were defined and the location of the main depocenters for the Upper Paleozoic to Neogene strata were established. The thickness of the Supersequences varies from 2.000 m for the Carboniferous – Permian, 3.500 m for the Upper Permian – Upper Triassic, 50-400 m for the Cretaceous, and up to 6.000 m for the Tertiary rocks. The main depocenters changed through geological time. The Upper Paleozoic depocenter was located near Esquina Colorada (west side of Campo de Talampaya); the Triassic depocenters were located in the northwest and southeast corners and, finally, the Tertiary depocenter was located near Pagancillo, in the northern side of Campo de Talampaya.

The sedimentary sequences are related to four tectonic episodes from the Upper Carboniferous to the Pliocene – Pleistocene (?). The first tectonic episode is an extensional phase or rifting; the second episode is a compressive phase, which caused folding and faulting; the third episode is related to a new extensional phase (and volcanism); the last tectonic episode changed the fault movement and formed a set of reverse faults.

The possible areas for hydrocarbon exploration are related with Supersequence II (Triassic

of the Agua de la Peña Group] at the northwestern corner of Campo de Talampaya and the eastern side of Cerro Rajado, where the stratigraphy and anticline structures present a promising development.

Keywords: Stratigraphy, tectosedimentation, Ischigualasto-Ischichuca basin.

INTRODUCCIÓN

El Campo de Talampaya se encuentra en la provincia de La Rioja y es una extensa planicie de unos 5.500 km² en sentido NNO – SSE rodeado por sierras de altitud media (1.500 a 2.000 msnm), las que disminuyen hacia el sur. La cuenca de Ischigualasto – Ischichuca está limitada al Norte por la sierra de Maz o Villa Unión y las estribaciones australes del Famatina, al Sur por la sierra de Valle Fértil, al Este por la sierra de Sañogasta – Cerro Blanco y al Oeste por los ríos Guandacol y Bermejo, quedando un gran espacio intermedio ocupado por el Campo de Talampaya (figura 1).

El Campo de Talampaya, ubicado en la Cuenca de Ischigualasto – Ischichuca (Paleozoico – Terciario, Frenguelli 1944, 1948), fue cruzado por varias líneas sísmicas correspondientes al Proyecto YPF Valle Fértil ejecutado entre 1977 y 1978. Siguiendo el criterio de Goldhammer *et al.* (1991), las unidades estratigráficas del subsuelo fueron subdivididas en Supersecuencias o Ciclos de segundo orden. Las Supersecuencias definidas con criterios de análisis sismoestratigráfico son cuatro (Georgieff, 1992) y se denominan Supersecuencia I (Carbonífero – Pérmico Inferior), Supersecuencia II (Pérmico Superior – Triásico), Supersecuencia III (Cretácico Inferior) y Supersecuencia IV (Terciario Medio y Superior). Aún cuando la Supersecuencia III está representada por dos planos reflectores muy marcados, este Ciclo tiene una distribución restringida en el subsuelo y desaparece hacia el este.

El zócalo sobre el que se apoyan las unidades estratigráficas es de edad precámbrica – cámbrica inferior y se estima equivalente en composición y edad a las rocas correspondientes al basamento cristalino de Sierras Pampeanas, cuyas elevaciones consti-

tuyen los límites de los depósitos del Campo de Talampaya.

El estudio del subsuelo del Campo de Talampaya fue realizado mediante la interpretación de seis líneas sísmicas. En la figura 1 puede observarse la distribución de las líneas analizadas, dos tienen orientación NNO – SSE con una extensión máxima de 50 km, entre Pagancillo y quebrada del río Mañero (de norte a sur respectivamente) y cuatro líneas sísmicas normales a las anteriores, con una extensión de 40 km, entre la Puerta de Talampaya al este y el Cerro Los Colorados al oeste. La ubicación y distribución de las líneas sísmicas ha permitido correlacionar las unidades del subsuelo con los depósitos terciarios y triásicos aflorantes.

GEOLOGÍA

Los primeros estudios de geología de la zona fueron realizados por Bodenbender (1896, 1897), quien identificó depósitos Réticos en la región y en 1911 realizó un mapa de los depósitos que fue publicado con modificaciones parciales por Groeber y Stipanovic (1953). Frenguelli (1944, 1948) propuso las principales subdivisiones del Triásico del área y las denominó Estratos de Ischichuca, de Los Rastros, de Ischigualasto y de Gualo. La fauna de reptiles triásicos en el área de los ríos Gualo y Chañares fue estudiada por Romer y Jensen (1966). Bonaparte (1966) propuso la evolución paleoecológica del Triásico basándose en la presencia de tetrápodos. Bossi (1970) realizó un estudio de las asociaciones mineralógicas de las arcillas en el área de la Hoyada de Ischigualasto. Bossi (1971) realizó un análisis de la cuenca teniendo en cuenta las facies sedimentarias y los ambientes depositacionales. Stipanovic y Bonaparte (1972, 1979) propusieron la denominación de Cuenca de Ischi-

gualasto – Villa Unión. Los afloramientos terciarios del área del Alto de San Nicolás fueron estudiados por Malizia (1987). Georgieff (1992) realizó el estudio sismoestratigráfico del Campo de Talampaya dividiendo la sucesión en ciclos de sedimentación denominados Supersecuencias. Georgieff e Ibañez (1994) realizaron una propuesta de la paleogeografía y la ubicación de los principales depocentros de las secuencias sedimentarias del subsuelo. Georgieff *et al.* (2004) rea-

lizaron un modelo paleoambiental de la Formación Desencuentro en el Alto de San Nicolás y dieron a conocer material paleontológico de invertebrados, carófitas, maderas y vertebrados.

METODOLOGÍA

En el ámbito del Campo de Talampaya, donde se ubica la grilla sísmica de estudio, no afloran las rocas que yacen en el subsuelo,

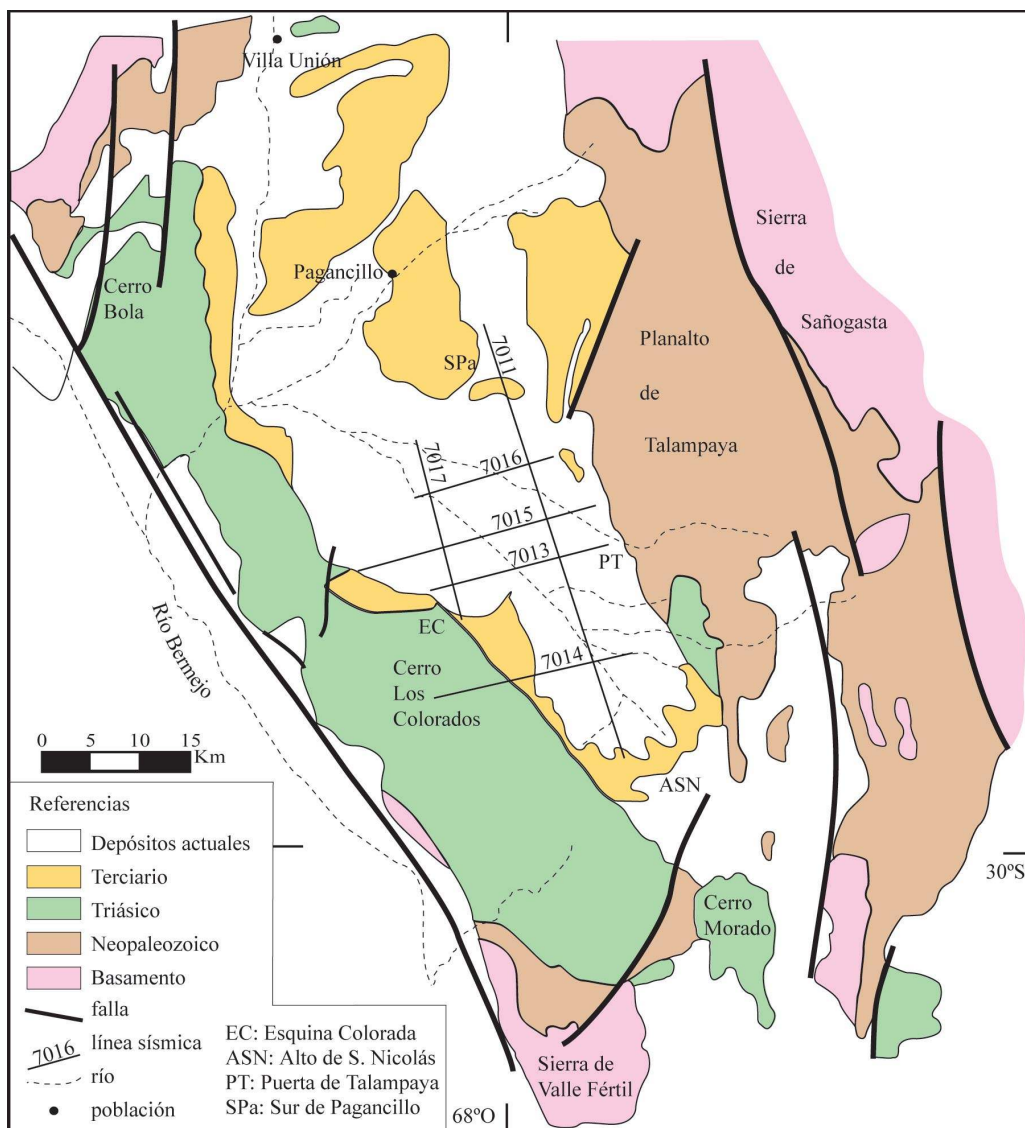


Figura 1. Mapa geológico de Ischigualasto – Ischichuca. Ubicación de las líneas sísmicas y fallas a partir del análisis sismoestratigráfico (tomado de Georgieff, 1993).

a excepción de los depósitos terciarios del Alto de San Nicolás. Por lo tanto, se realizaron ensayos de laboratorio a fin de medir la densidad de muestras de depósitos aflorantes que circundan al Campo de Talampaya, establecer la velocidad de las ondas en los distintos medios y realizar las transformaciones de tiempo en espesor (Gregory 1977; Campbell y Stafleu 1992). Georgieff (1993) utilizó el método del picnómetro para medir las densidades y obtener las velocidades en km/seg utilizando el diagrama de Gardner *et al.* (1974, en Gregory 1977).

La resolución de las líneas sísmicas no ha permitido identificar por separado a las unidades litoestratigráficas definidas en superficie por lo que se han identificado sucesiones sedimentarias separadas por reflectores que representarían interrupciones regionales en la sedimentación. El uso del término Supersecuencia es utilizado en el sentido de ciclos de sedimentación que tienen una duración entre 10 y 100 Ma y en los cuales el principal mecanismo de control es de índole tectónica.

ESTRATIGRAFÍA

Basado en el análisis de las líneas sísmicas y la información de la geología de superficie se construyó un diagrama en panel en el que se representa el basamento cristalino y las Supersecuencias sedimentarias (figura 2). El relleno sedimentario se encuentra en disconformidad manifiesta, constituido por cuatro Supersecuencias sedimentarias, separadas por disconformidades. El cuadro 1 resume las correspondencias entre las unidades litoestratigráficas y los ciclos de sedimentación de subsuelo.

BASAMENTO CRISTALINO

El zócalo tiene una composición que se estima equivalente a las rocas cristalinas aflorantes en las sierras circundantes: Mogote Plateado, Cerro Caballo Anca, Valle Fértil, Sañogasta y Cerro Blanco; correspondientes a rocas graníticas: granitos, granodioritas, dioritas y metamorfitas: esquistos biotíticos, anfibolitas y micacitas. Rosello *et al.* (2005) identificaron el basamento crista-

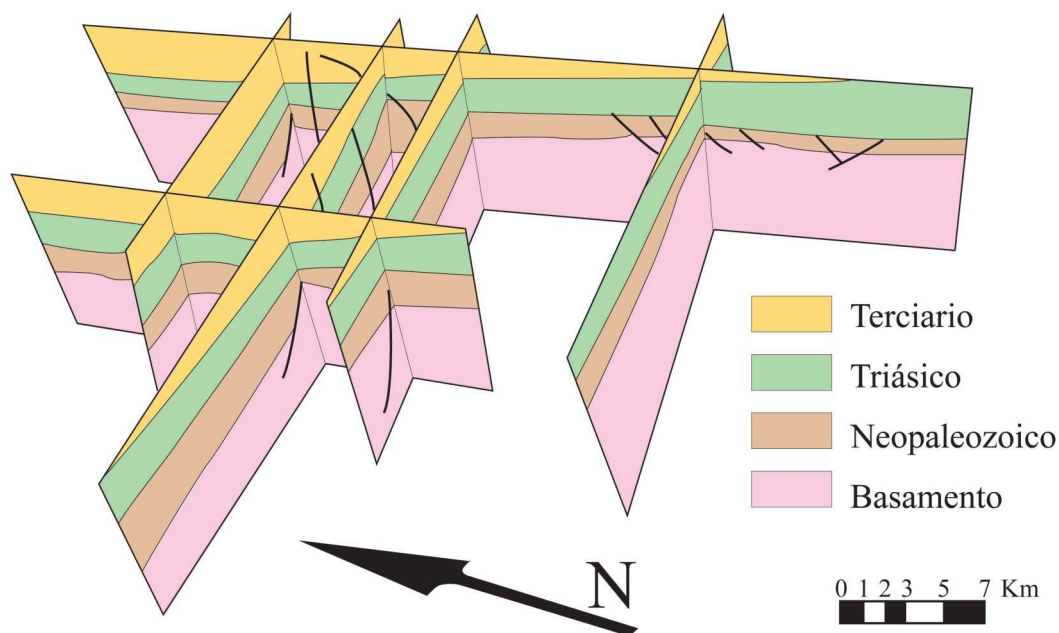


Figura 2. Diagrama en panel que muestra el efecto de los eventos tectónicos sobre la deposición de los sedimentos.

lino y 7.000 m de columna sedimentaria a partir de líneas sísmicas en el Bolsón de Pantacillo, al noreste del área de estudio.

SUPERSECUENCIA I

Este ciclo tiene un espesor medio de 2.000 m, se apoya en discordancia en los bordes de la cuenca, siendo más suave la discontinuidad en la parte central. Esta supersecuencia estaría representada en superficie por los afloramientos correspondientes al Permocarbonífero, reunidos en el Grupo Paganzo (Azcuy *et al.*, 2000) que afloran con excelente exposición en el Cerro Punta Colorado, el Cerro Guandacol y el Cerro Bola en el extremo norte de la cuenca, mientras que al sur aflora en el Cerro Caballo Anca. La mayor manifestación se ubica en el oriente de la cuenca en lo que constituye la sierra de Tarjados y lo que se conoce como Planalto de Talampaya (figuras 1 y 2).

El depocentro principal de este ciclo se encuentra en el sector centro-oeste del Campo de Talampaya (figura 3a), entre la Quebrada del Río del Salto y Esquina Colorada, alcanzando 3.600 m de espesor. Un depocentro menor se observa en el sector central con una acumulación de sedimentos de 2.800 m.

En general, el espesor disminuye hacia el este; hacia el NNE se evidencia la menor potencia debido al rechazo de una falla directa que desplaza la supersecuencia, quedando esta representada por sólo 700 m (figura 3a). La Supersecuencia I tiene sus menores espesores en los extremos NE y SE donde se registran acumulaciones de 1.250 y 1.050 m respectivamente, lo que coincide con el ascenso del zócalo.

SUPERSECUENCIA II

Este ciclo tiene un espesor máximo de 3.500 m (figuras 2 y 3b), se apoya sobre la anterior en discordancia angular, la configuración de esta supersecuencia es comparable a la presentada en superficie por el Paganzo III (Pérmico Superior – Triásico Inferior) y el Grupo Agua de la Peña de edad triásica media y superior (Bellosi *et al.* 2001, Spalletti, 2001). Los afloramientos de esta supersecuencia están representados en la zona de la Hoyada de Ischigualasto, Cerro Los Colorados y la región comprendida entre la Quebrada de Ischichuca y el río del Salto.

A lo largo del Pérmico Superior – Triásico Superior se produjo una variación en la ubicación de los depocentros con respecto a la Su-

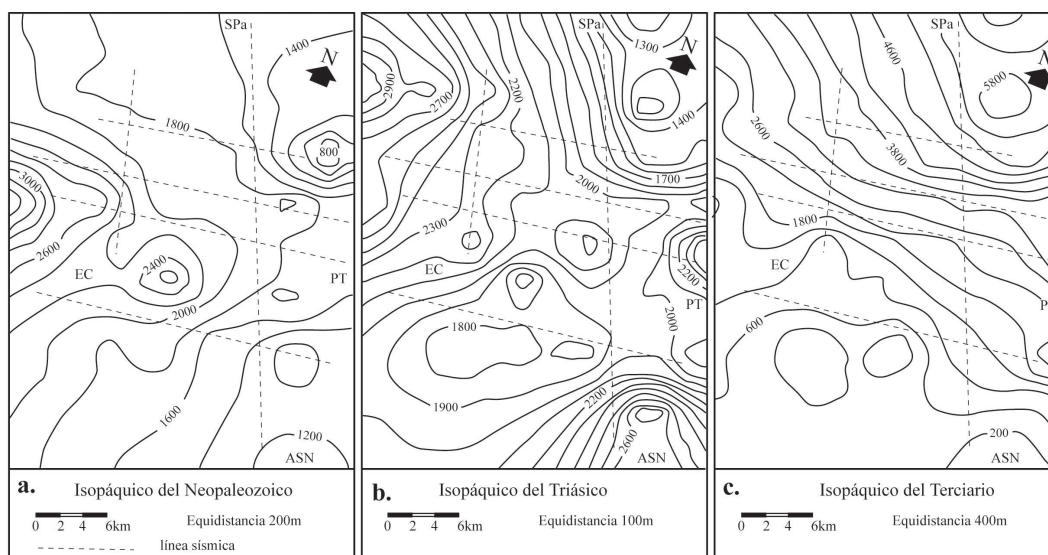


Figura 3. Mapas isopáquicos de las diferentes Supersecuencias identificadas en las líneas sísmicas. ASN: Alto de San Nicolás; EC: Esquina Colorada; PT: Puerta de Talampaya; Spa: Sur de Pagancillo.

persecuencia I (figura 3b). Los principales depocentros se registran en el extremo noroeste coincidentes con los afloramientos del Grupo Agua de la Peña en el Cerro Rajado con un espesor de 2.900 m y en el extremo sudeste con una depositación que alcanza aproximadamente los 2.900 m en las nacientes del río Mañero. Esta supersecuencia tiene un espesor medio variable entre 1.750 y 2.000 m registrados principalmente en el extremo sudoeste y en el área central de la zona de estudio. Al igual que en la depositación de la Supersecuencia I, en el extremo noreste tiene los menores espesores, registrando valores de 1.100 m aproximadamente.

SUPERSECUENCIA III

Este ciclo corresponde a las sedimentitas muy coherentes mayormente psefíticas de la Formación Cerro Rajado, asignada al Cretácico Inferior con vulcanismo basáltico asociado (observado en bloques incluidos en sus conglomerados en el Paso de Lamas). La

supersecuencia tiene una distribución restringida (entre el Paso de Lamas y el Río Mañero) y poco espesor, 50 a 400 m. Su presencia en subsuelo está definida por un par de planos reflectores muy marcados justo en el límite Triásico – Terciario que se pierden hacia el este.

SUPERSECUENCIA IV

Los depósitos formados en el Terciario Superior son los representantes de esta sucesión. Es la supersecuencia de mayor espesor, llegando en algunos sectores a los 6.000 m. Una discordancia separa esta supersecuencia de la anterior. La edad fue asignada por Malizia (1987) y Malizia *et al.* (1995) basándose en dataciones radimétricas y magnetoestratigrafía en la base de la Formación Río Mañero. Por otra parte, existe continuidad física entre los afloramientos neógenos y la información sísmica del subsuelo inmediato, donde se comprueba la continuidad estratigráfica. Los afloramientos en los cua-

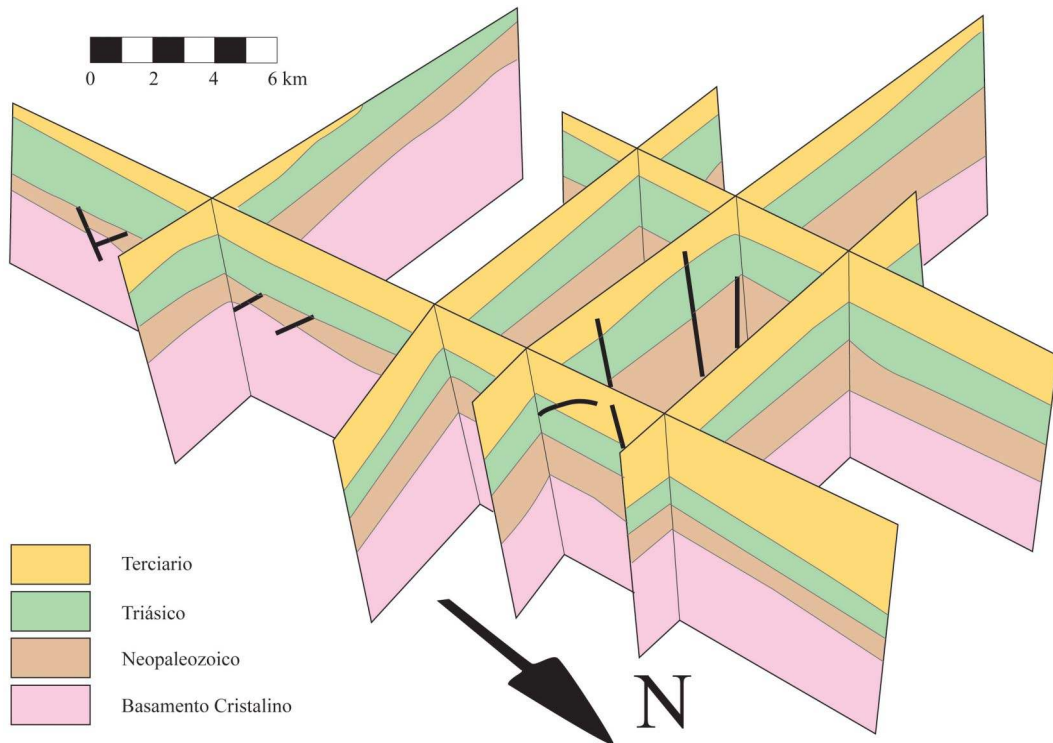


Figura 4. Diagrama en panel que representa el Basamento Cristalino y las Supersecuencias Sedimentarias.

les se observó la correlación entre subsuelo y superficie están ubicados en las cercanías de la localidad de Pagancillo, en las nacientes del río del Salto, Arroyo La Salina y en la zona conocida como Esquina Colorada.

El depocentro principal de esta supersecuencia está ubicado al norte donde alcanza los 6.600 m (figura 3c). Este depocentro principal, que alcanza su mayor expresión al sur de Pagancillo, disminuye lentamente de potencia hacia el SE y NO mientras que hacia el extremo SO el espesor decrece más rápidamente. Esto es compatible con un mayor espesor aflorante en el área del Alto de San Nicolás. La disposición general de los espesores y la ubicación del depocentro principal es coincidente con las mediciones de paleocorrientes y modelo sedimentario propuesto para la Formación Desencuentro por Georgieff *et al.* (2004).

EVOLUCIÓN TECTÓNICA

El análisis individual de las líneas sísmicas y la conformación de un diagrama panel (figura 4) permiten proponer que la deposición de los sedimentos en la cuenca fue afectada por sucesivos eventos tectónicos de importancia, durante cuatro períodos del tiempo geológico.

El primer evento involucra al basamento y a los sedimentos depositados durante el Neopaleozoico, quedando registrado por fallas directas de rumbo N350°E y N55°E con buzamientos de 65°O y 80°O, respectivamente. Este fallamiento puede relacionarse a la etapa de “rifting” debido a un estiramiento de la corteza iniciado en el Carbonífero Superior con reactivaciones menores en el Pérmico. Andreis *et al.* (1980) mencionaron un comportamiento similar en la orientación de las fallas ligadas al Gondwana del sur de Brasil. Después de un período de fuerte ero-

Período	Super Secuencia	Grupo	Formación	Evolución Tectónica	Sistema Petrolero		
					S	R	R M
Plio-Pleistoceno				trans-presión			
Terciario	IV	Terciario <i>s.l.</i>		<i>rift</i>		■	
Cretácico	III	Cerro Rajado					
Triásico	II	Agua de la Peña	Los Colorados	<i>Post-rift</i> (subsistencia térmica)		■	
			Ischigualasto				
			Los Rastros			■	
			Ischichuca			■	
			Chañares			■	
Pérmico Carbonífero	I	Paganzo	III Tarjados				
			Talampaya				
			II Patquía			■	
			I Tupe				■
			I Guandacol		<i>rifting</i>		
Cámbrico Inf. Precámbrico		Basamento Cristalino					

Cuadro 1. Estratigrafía de la Cuenca de Ischigualasto – Ischichuca [modificado de Georgieff, 1993]. En la columna Sistema Petrolero se indican los posibles sellos (S), reservorios (R) y roca madre (RM). Ver discusión en el texto.

sión que produjo la peneplanización del terreno, se depositó el Triásico (Paganzo III fluvial) en suave disconformidad angular que en los afloramientos se observa como una paraconformidad. Esta discordancia se puede considerar una discordancia de ruptura (Falvey, 1974) y define el inicio de la etapa de "post-rift" donde domina la subsidencia térmica. Los efectos de la compactación, sobrecarga y subsidencia diferencial determinan la reactivación sinsedimentaria de algunas fallas, lo que se manifiesta en las líneas sísmicas estudiadas.

El segundo evento se inicia como una etapa compresiva que eleva la dorsal formada por el zócalo cristalino, ubicada en el borde occidental de la cuenca (originalmente continuo entre las sierras de Valle Fértil y de Maz, ahora escasamente aflorante en los Cerros Totoralillo y Rajado). Ésta acumuló una secuencia delgada de pefitas de pie de monte asociadas a limolitas y areniscas finas, interpretadas como de playa de bolsón (Bossi, 1977). Este nivel se manifiesta a lo largo de la sierra de Valle Fértil y su prolongación en las sierras de San Luis, donde a juzgar por los espesores acumulados cobra mayor importancia. El vulcanismo es escaso y se manifiesta en bloques rodados de basaltos en el conglomerado basal aflorante en el Paso de Lamas, que puede corresponder a diques (algunos de los intruidos en la Formación Los Colorados, en el Cerro Rajado) y lavas.

El tercer evento involucra al Terciario Superior que se apoya en discordancia angular sobre el Cretácico y el Triásico. Esta nueva actividad tectónica dominada en su inicio por extensión cortical es de gran importancia, pues se generan nuevas fallas casi verticales, posiblemente normales en su inicio, orientadas N335°E, con reactivación de otras, de orientación gondwánica.

El último evento tectónico, de características compresivas con inversión tectónica, se verifica posiblemente durante el Plioceno y Pleistoceno determinando la modificación en el buzamiento de algunos planos de falla, sobre todo cerca de superficie, que se explica como una rotación del plano de falla debido

al empuje de la Precordillera sobre el borde oeste de la cuenca durante el Plioceno (Pleistoceno?). En este importante corrimiento el sistema de Famatina habría actuado de "stopper", lo que ocasionó un fuerte plegamiento de los estratos superiores, el cual es menos intenso en profundidad. Rosello *et al.* (2005) interpretaron este evento tectónico como una transpresión que habría generado y modificado el sentido de las fallas principales. En los sectores con cubierta cuaternaria los indicios estructurales mencionados no son observados en superficie y sólo se manifiestan en los afloramientos de la parte occidental de la sierra de Tarjados, en el Cerro Bola y Cerro Los Colorados.

PERSPECTIVAS EN LA EXPLORACIÓN DE HIDROCARBUROS

Las unidades de la Supersecuencia II (cuadro 1) son las que presentan cierto interés desde el punto de vista de exploración de hidrocarburos en el subsuelo del Campo de Talampaya.

En las pelitas oscuras (cuadro 1) de la Formación Guandacol se han medido valores bajos a moderados de COT (0,1 a 2,5%); aunque, la presencia de material leñoso y cuticular puede sugerir la presencia de rocas con tendencia a la generación de gas (Fernández Seveso y Tankard, 1995).

En el caso de las pelitas grises de la Formación Tupe (cuadro 1), los valores de COT también son bajos a moderados (0,5 a 2,5%), mientras que las lutitas carbonosas presentan valores altos (7% y dependiendo del análisis mayores a 10%). El material orgánico consiste de material leñoso, cutículas y esporomorfos con tendencia a la generación de gas (Villar y López Gamundi, 1993; Fernández Seveso y Tankard, 1995).

De acuerdo a Bossi (1971), la Formación Ischichuca está constituida por facies de limolitas y arcilitas carbonosas de colores oscuros interpretadas como depósitos de planicie de inundación con extensos bañados con importante formación de materia orgánica vegetal, asociados a depósitos de areniscas arcóscicas y litarenitas interpretadas como

canales fluviales. En la Formación Ischichuca los espesores máximos de arenas de canal fluvial varían entre 50 y 100 m. El espesor máximo de esta unidad es de 640 m (Bossi, 1971). Aunque los espesores de areniscas en esta misma unidad son interesantes, presentan la característica de un empaquetamiento condensado con cemento caolínico-ftanítico-hematítico.

La Formación Los Rastros suprayace a la Formación Ischichuca y está formada por areniscas con empaquetamiento menos condensado (con frecuentes fábricas flotantes) y se encuentran sólo parcialmente cementadas. El espesor máximo medido en superficie es 500 m. De acuerdo a Chebli *et al.* (2001), tanto la Formación Ischichuca como la Formación Los Rastros tienen valores de COT de 3% y algunos de hasta 30%; el querógeno es de tipo II y tipo I subordinado. Melchor (2005), indicó que el volumen total de pelitas ricas en materia orgánica podría llegar a 40km³ y la materia orgánica puede haber alcanzado la madurez térmica para la generación de petróleo (cuadro 1).

La Formación Ischigualasto o facies transicionales grises *sensu* Bossi (1971), está formada por depósitos de areniscas y conglomerados oligomícticos en la base de los canales fluviales y pelitas que forman los depósitos de planicie de inundación. La alternancia de depósitos de canal y planicie de inundación puede llegar a alcanzar una potencia de 1.300 m. Además, en esta unidad la porosidad primaria está preservada parcialmente (cuadro 1).

En las líneas sísmicas ha sido posible identificar zonas con fallamientos que podrían actuar como trampas estructurales principalmente al sur y oeste. Por otra parte, es escaso el desarrollo de estructuras anticlinales que sean de interés en el área.

Teniendo en cuenta que la Formación Ischichuca presenta características de roca madre y las Formaciones Los Rastros e Ischigualasto podrían actuar como rocas reservorios (cuadro 1) es posible definir los posibles prospectos exploratorios, los cuales deberían tener en cuenta los depósitos eólicos – fluviales del Pérmico (Astini *et al.* 2005) y el

importante espesor del Terciario (más de 6.000 m en subsuelo y algo más de 3.000 m medidos en superficie) en especial reservorios asociados a los depósitos eólicos (Astini *et al.* 2005). Una de las áreas de mayor interés petrolero es donde la Supersecuencia II alcanza sus mayores espesores, al noroeste del Campo de Talampaya, donde además la Formación Ischichuca presenta el desarrollo más importante de sus facies carbonosas; esto es los estratos anticlinales del faldeo oriental del Cerro Rajado y el Cerro Totoralillo en ambos lados de Esquina Colorada.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su agradecimiento a los revisores del trabajo: Dra. Alfonsina Tripaldi y Dr. José Sosa Gómez. Sus sugerencias contribuyeron a mejorar el manuscrito original.

BIBLIOGRAFÍA

- Andreis, R. R., Bossi, G. E. y Montardo, D. K. 1980. O Grupo Rosário do Sul (Triássico) no Rio Grande do Sul – Brasil. XXXI Congresso Brasileiro de Geologia. Anais: 2.
- Astini, R., Dávila, F., López Gamundi, O., Gómez, F., Collo, G., Ezpeleta, M., Martina, F. y Ortiz, A. 2005. Cuencas de la Región Precordillerana. En Chebli, G.A., Cortinas, J.S., Sapletti, L. A., Legarreta L. y Vallejos, E. L. (Eds.), Frontera Exploratoria. VI Congreso de Exploración y Desarrollo de Hidrocarburos, IAPG. Actas 6: 115-155. Mar del Plata.
- Azcuy, C. L., Carrizo, H. A. y Caminos, R. 2000. Carbonífero y Pérmico de las Sierras Pampeanas, Famatina, Precordillera, Cordillera Frontal y Bloque de San Rafael. En Caminos, R. (Ed), Geología Argentina. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Anales 29 (12): 261-317, Buenos Aires.
- Bellosi, E. S., Jalfin, G. A., Bossi, G. E., Boggetti, D., Chebli, P. y Muruaga, M. 2001. Ambientes sedimentarios en Cuencas Triásicas de Argentina. Boletín de Informaciones Petroleras 68: 54-83.
- Bodenbender, G. 1896. Sobre la edad de algunas formaciones carboníferas de la República Argentina. Revista del Museo de La Plata 7: 131-148.
- Bodenbender, G. 1897. Devono y Gondwana en la República Argentina. Academia Nacional de Ciencias 15: 2-54.
- Bonaparte, J. 1966. Cronología de algunas formaciones triásicas argentinas basada en restos de

- tetrápodos. Asociación Geológica Argentina 21: 20-38.
- Bossi, G. E. 1970. Asociaciones mineralógicas de las arcillas en la Cuenca de Ischigualasto – Ischichuca. Parte II: Perfiles de la Hoyada de Ischigualasto. Acta Geológica Lilloana 11: 73-100.
- Bossi, G. E. 1971. Análisis de la Cuenca de Ischigualasto – Ischichuca. I Congreso Hispano – Luso – Americano de Geología Económica 2, (1): 611-626.
- Bossi, G. E. 1977. La Formación Cerro Rajado. Acta Geológica Lilloana 14: 19-40.
- Campbell, A. E. y Staffeu, J. 1992. Seismic modeling of an Early Jurassic, Drowned Carbonates Platform: Djebel Bou Dahar, High Atlas, Morocco. Bulletin American Association of Petroleum Geologists 76: 11.
- Chebli, G. A., Ploszkiewicz, J. V. y Azpiroz, G. M. 2001. El Sistema Triásico y los Hidrocarburos. En Artabe, A. E., Morel, E. M. y Zamuner, A. B. (Eds.), El Sistema Triásico en la Argentina: 283-315. Fundación Museo de La Plata "Francisco P. Moreno", La Plata.
- Falvey, D. S. 1974. The development of continental margins in plate tectonic theory. Australian Petroleum Exploration Association Journal 95: 106.
- Fernández Seveso, F. y Tankard, A.J. 1995. Tectonics and stratigraphy of the Late Paleozoic Paganzo Basin of Western Argentina and its regional implications. En Tankard, A. J., Suárez Soruco, R. y Welsink, H. J. (Eds.), Petroleum basins of South America, AAPG Memoria 62: 285-301.
- Frenquelli, J. 1944. Las series del "Rético" en el oeste argentino (nota preliminar). Notas Museo de La Plata. (Geol. 30): 261-270.
- Frenquelli, J. 1948. Estratigrafía y edad del llamado "Rético" en la Argentina. Anales de la Sociedad Argentina de Estudios Geográficos. GAEA 8: 59-310.
- Georgieff, S. M. 1992. Análisis estratigráfico del subsuelo del Campo de Talampaya (Cuenca de Ischigualasto – Ischichuca, La Rioja, Argentina). IV Reunión Argentina de Sedimentología. Actas 3: 9-16.
- Georgieff, S. M. 1993. Análisis estratigráfico del subsuelo del Campo de Talampaya y regiones aledañas. Cuenca de Ischigualasto – Ischichuca, La Rioja, Argentina. Seminario, Facultad de Ciencias Naturales e I.M.L. – Universidad Nacional de Tucumán (inédito), 41 pp. Tucumán.
- Georgieff, S. M. e Ibañez, L. M. 1994. Paleogeografía de las secuencias depositacionales en el sur del Campo de Talampaya, La Rioja, Argentina. Reunión Argentina de Sedimentología. Actas V: 15-19.
- Georgieff, S. M., Herbst, R., Esteban, G. I. y Nasif, N. 2004. Análisis paleoambiental y registro paleontológico de la Formación Desencuentro (Mioceno Superior), Alto de San Nicolás, La Rioja, Argentina. Ameghiniana 41 (1): 45-56.
- Goldhammer, R. K., Oswald, E. J. y Dunn, P. A. 1991. Hierarchy of stratigraphic forcing: example from Middle Pennsylvanian shelf carbonates of the Parados Basin. En Watney, L., Franseen, E., Kendall, C. y Ross, W. (Eds.), Sedimentary modelling: computer simulation and methods for improved definitions. Kansas Geological Survey Bulletin: 233. Kansas, EE. UU.
- Gregory, A. R. 1977. Aspects of Rock Physics from laboratory and log data that are important to seismic interpretation. En Payton, C.E. (Ed.), Seismic stratigraphy – applications to hydrocarbon exploration. AAPG Memoir 26: 15-46. Tulsa, EE.UU.
- Groeber, P. y Stipanovic, P. N. 1953. Triásico. En Groeber, P., Stipanovic, P. N y Mingramm, A. R. G. (Eds.), Geología de la República, I Parte, Mesozoico, Sociedad Argentina de Estudios Geográficos. GAEA 2 (1): 13-141. Buenos Aires, Argentina.
- Malizia, D. C. 1987. Contribución al conocimiento geológico y estratigráfico de las rocas terciarias del Campo de Talampaya, Provincia de La Rioja, Argentina. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Tucumán (inédito). 186 pp. Tucumán.
- Malizia, D. C., Reynolds, J. H. y Tabbutt, K. D. 1995. Chronology of Neogene sedimentation, stratigraphy, and tectonism in the Campo de Talampaya region, La Rioja Province, Argentina. Sedimentary Geology 96: 231-255.
- Melchor, R. N. 2005. Sequence Stratigraphy Analysis of Lacustrine Facies in a Half-Graben: example from the Triassic Ischigualasto – Villa Unión Basin (Argentina). VI Congreso de Exploración y Desarrollo de Hidrocarburos, IAPG. Actas. Mar del Plata.
- Romer, A.S. y Jensen, J. A. 1966. The Chañares (Argentina) Triassic Reptile Fauna, II. Sketch of the geology of the Río Chañares-Río Gualo region. Breviora 252: 1-20.
- Rosello, E., Limarino, C. O., Ortiz, A. y Hernández, N. 2005. Cuencas de los Bolsones de San Juan y La Rioja. En Chebli, G. A., Cortiñas, J. S., Spalletti, L. A., Legarreta, L. y Vallejos, E. L., (Eds.), Frontera Exploratoria, VI Congreso de Exploración y Desarrollo de Hidrocarburos, IAPG. Actas 7: 147-173. Mar del Plata, Argentina.
- Spalletti, L. A. 2001. Evolución de las Cuencas Sedimentarias. En Artabe, A.E.; Morel, E.M. y Zamuner, A.B. (Eds.), El Sistema Triásico en la Argentina: 81-101. Fundación Museo "Francisco P. Moreno". La Plata, Argentina.
- Stipanovic, P. N. y Bonaparte, J. F. 1972. Cuenca triásica de Ischigualasto – Villa Unión (Provincias de San Juan y La Rioja). En Leanza, A.F. (Ed.), Geología Regional Argentina: 507-536. Academia Nacional de Ciencias Córdoba, Argentina.
- Stipanovic, P. N y Bonaparte, J. F. 1979. Cuenca triásica de Ischigualasto – Villa Unión (Provincias de

San Juan y La Rioja). II Simposio de Geología Regional Argentina, Academia Nacional de Ciencias, Actas 1: 694-744. Córdoba, Argentina.

Villar, H. J. y López Gamundi, O. R. 1993. Carbones y pelitas carbonosas del Carbonífero de la Cuenca de Paganzo: contexto litofacial y potencial generador de hidrocarburos. XII Congreso Geológico Argentino y II Congreso de Exploración de Hidrocarburos. Actas 1: 375-381. Mendoza, Argentina.