

INTERPRETACION DE LAS SECUENCIAS SISMOESTRATIGRAFICAS EN UN SECTOR CENTRAL DE LA CUENCA AUSTRAL, SANTA CRUZ, ARGENTINA.

Luis Alberto CHELOTTI *

* YPF S.A. - Depto. Geofísico Sur, Km 4, 9000 C. RIVADAVIA, Argentina.

ABSTRACT

Seismostratigraphic sequences from the Jurassic to the Upper Tertiary are interpreted in the south central area of Santa Cruz Province, Argentina, within the Austral or Magallanes basin. Correlations are made to other general studies. New and good seismic information is available, but well data are quite sparse in the area.

High amplitude bodies in the Upper Cretaceous and Lower Tertiary sequences are appointed. Strong sedimentary supply from the raising Andes in the Lower Tertiary and different sediment sources in the Medium Tertiary are described.

INTRODUCCION

Esta contribución tiene por objeto describir las secuencias sismoestratigráficas mayores, desde el Jurásico al Terciario inclusive, en el área central de la cuenca de Magallanes o Austral, esto es, en la zona centro-meridional de la Provincia de Santa Cruz, Argentina (Fig.1). Se trata del área de borde de plataforma y talud somero de la cuenca cretácica en el sector en el que el gradiente de este último (hacia el oeste-suroeste) es mayor.

La zona prácticamente carece de perforaciones petroleras (sólo un pozo en el borde sureste) y cuenta con más de 1000 km de registración sísmica relativamente reciente y de buena calidad (obtenida con vibradores por YPF en 1989). La información sísmica previa era muy saltuaria y de baja calidad para este área.

En la interpretación de las secuencias se establece una correlación aproximada con aquellas descritas por Biddle *et al.* (1986), quienes se basaron mayormente en datos de Chile, y con los ciclos definidos por Arbe (1987) para el Cretácico en el noroeste de la cuenca Austral (Fig.2). Los datos sísmicos fueron vinculados con la información geológica y geofísica de un pozo al norte (Chank Aike), dos al este (El Obelisco e Isola Bella) y otro al sureste (Potrok Aike), sólo este último tangencialmente incluido en el área estudiada.

Los patrones sísmicos varían desde la localización de los sondeos hacia el suroeste, con el espesamiento de la mayoría de las secuencias, y es por esto que las observaciones que se exponen se fundamentan principalmente en datos de sísmica de reflexión. Los espesores son aproximados y se basan en datos de pozos y/o relaciones espacio/tiempo sísmico obtenidas del procesamiento de las secciones (con un factor de ajuste). El estudio de la información sísmica fue realizado en una terminal interactiva, lo que permitió una versátil observación de las secciones (distintas escalas,

paletas de color y atributos sísmicos); también se elaboraron planos isócronos y otros (Chelotti, 1991).

SECUENCIAS SISMOESTRATIGRAFICAS

0. Basamento:

Se presenta en la porción inferior de las secciones sísmicas, prácticamente carente de reflexiones (Fig. 3 y 4). Corresponde al basamento metamórfico paleozoico (Formación Río Lácteo) definido en superficie (ver Riccardi y Rolleri, 1980) y alcanzado por unos pocos sondeos petroleros en otras áreas de la cuenca.

1. Jurásico Inferior:

Un reflector sísmico muy discontinuo parece señalar el techo del basamento, y sobre éste se observan escasas porciones de reflectores de medianas amplitudes y muy bajas frecuencias (Fig. 3 y 4), con espesores muy variables (desde pocos hasta cientos de metros) en función del espacio tectosedimentario ofrecido por los grabens y hemigrabens del rift jurásico (Uliana *et al.*, 1985), cuyas fallas maestras se orientan principalmente al noroeste. Correspondería a los niveles basales del Grupo Bahía Laura (volcanoclástico), esto es, al relleno inicial del rift.

Biddle *et al.* (op. cit.) reconocieron dos secuencias de relleno de grabens, una pre-Tobífera y una Tobífera Inferior (Fig. 2). Aquí no se ha realizado tal discriminación.

2. Jurásico Superior:

Por encima de una discordancia de alta reflectividad se establece un conjunto de niveles reflectores subparalelos, cuyas tendidas clinoformas son de origen continental volcanoclástico, como en la secuencia infrayacente. Presentan buena continuidad, bajas frecuencias y medias a altas amplitudes (Fig. 3 y 4). Estas últimas son función de fuertes contrastes de impedancia acústica, función a su vez de una litología heterogénea. La secuencia corresponde a la Tobífera Superior de Biddle *et al.* (op. cit.) y representa el relleno final del rift jurásico. El espesor oscila entre 250 y 700 m e internamente pueden discriminarse dos "subsecuencias" de mayor homogeneidad acústico-litológica.

3. Cretácico Inferior Bajo:

Sobre el reflector correspondiente a la discordancia cuspidal del Grupo Bahía Laura (continuo y de alta amplitud) se presenta esta secuencia compuesta, en este área, por un único reflector, parcial o totalmente desdoblado (según los espesores involucrados, que promedian los 150 m) (Fig. 3 y 4). Quedan comprendidos en este intervalo los niveles transgresivos de la Formación Springhill (primer subciclo transgresivo, o ST 1 de Arbe, op. cit.), areniscas del Titoniano-Hauteriviano generalmente no resolubles sísmicamente, y los regresivos del SR 1 de Arbe, o Inoceramus Inferior (Biddle *et al.*, op. cit.), lutitas cuya edad es Barremiano-Aptiano inferior (Fig. 2). Sólo hacia el noreste, fuera del área estudiada se insinúan algunas geometrías de solapamiento (onlap) de Spring-

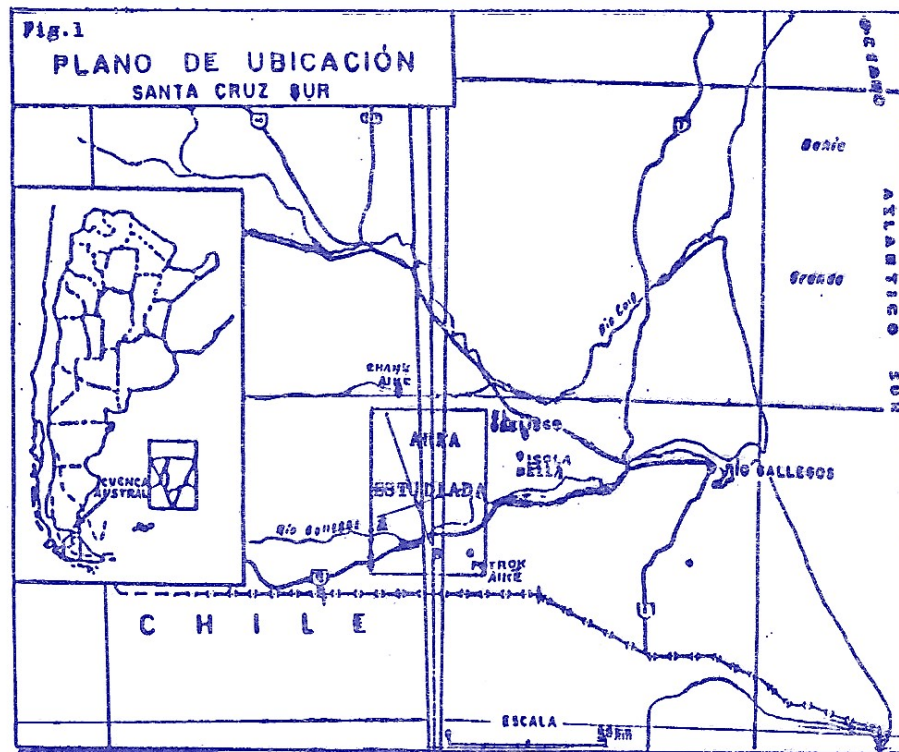


Fig.2 CUADRO ESTRATIGRAFICO

EIDADES		CICLOS DE ABE	SECUENCIAS DE BIDDEE ET AL.	SECUENCIAS DEL CENTRO DE CUENCA		
TERTIARIO	SUPERIOR			12. TERCARIO CUSPIDAL		
	MEDIO			LORETO INFERIOR	11. TERCARIO SUPERIOR	
	INFERIOR				10. TERCARIO MEDIO	
	CHATIANO	SR5	BALLENA, ETC.	09. TERCARIO INFERIOR		
	RUPELIANO			CHORRILLO CHICO	08. TERCARIO BASAL	
	PERIADONIANO				ARCILLAS FRAGMENTOSAS	07. CRETACICO CUSPIDAL
	DARTONIANO				INOCERAMUS SUPERIOR	06. CRETACICO SUP. ALTO
	LUFENIANO				INOCERAMUS MEDIO	05. CRETACICO SUP. BAJO
	YPRESIANO	SR2	MARGAS VERDES	04. CRETACICO INF. ALTO		
	THANETIANO				ST2	
	CRETACICO	DANIANO	05	SR4	INOCERAMUS INFERIOR	03. CRETACICO INF. BAJO
		MAASTRICHTIANO				
CAMPANIANO		C4	SR4	INOCERAMUS MEDIO	02. JURASICO SUPERIOR	
SANTONIANO						ST4
CONIACIANO		C3	SR3	INOCERAMUS SUPERIOR	01. JURASICO INFERIOR	
TURONIANO						ST3
JURASICO		CENOMANIANO	02	SR2	MARGAS VERDES	00. BASAMENTO
		ALBIANO				
	APTIANO	01	SR1	INOCERAMUS INFERIOR	00. BASAMENTO	
	BARREMIANO					ST1
	HAUTERIVIANO					
	VALANGINIANO					
BERIASIANO	ST1					
PALÉOGÓICO	SUPERIOR		TOBIFERA SUPERIOR	02. JURASICO SUPERIOR		
	MEDIO		TOBIFERA INFERIOR	01. JURASICO INFERIOR		
	INFERIOR		RELLENO GRABENS			
			BASAMENTO			

Vertical labels on the right side of the table: M.SUP. S.C., F. ROLA, MAGILL. INF., PALERMO ALTO, LAURA SP3.

hill y de traslapo basal (downlap) de Inoceramus Inferior.

4. Cretácico Inferior Alto:

Esta secuencia consiste en un conjunto de reflectores generalmente paralelos, de buena continuidad, bajas frecuencias y altas amplitudes, notorias éstas en la base y el techo por sus contrastes litológicos con las secuencias infra y suprayacentes: margas versus lutitas y arcilitas respectivamente (Fig. 3 y 4). Espesa hacia el noroeste (de 400 a 550 m aproximadamente) y localmente sobre antiguos grabens, lo que es común a prácticamente todas las secuencias dado que, con una atenuación progresiva, la mayoría de las fallas del rift jurásico continuaron estructurando a la cuenca Austral.

Corresponde a los estratos de Margas Verdes (Biddle *et al.*, op. cit.) y es aproximadamente coetáneo con el segundo ciclo de Arbe (op. cit.) (ST 2 más SR 2), cuya edad es Aptiano superior-Cenomaniano (Fig. 2). En la discordancia basal puede verse la intrusión de un filón-capa (Fig. 3).

5 y 6. Cretácico Superior Bajo y Alto:

Son secuencias integradas por reflectores subparalelos, de bajas frecuencias, bajas amplitudes y regular continuidad (Fig. 3 y 4). En este área sólo la presencia de unos pocos reflectores de altas amplitudes (cuerpos en parte arenosos?) en la porción superior permiten diferenciar a los estratos de Inoceramus Superior (Santoniano-Campaniano inferior) de los de Inoceramus Medio (Turoniano-Coniaciano) (Biddle *et al.*, op. cit.). Ambos son arcillosos y engrosan hacia el oeste-suroeste (el espesor total se incrementa en el orden de los 500 a los 1000 m). Cronológicamente la secuencia 5 corresponde al tercer ciclo (ST 3 más SR 3) y la secuencia 6 al ST 4 de Arbe (op. cit.) (Fig. 2).

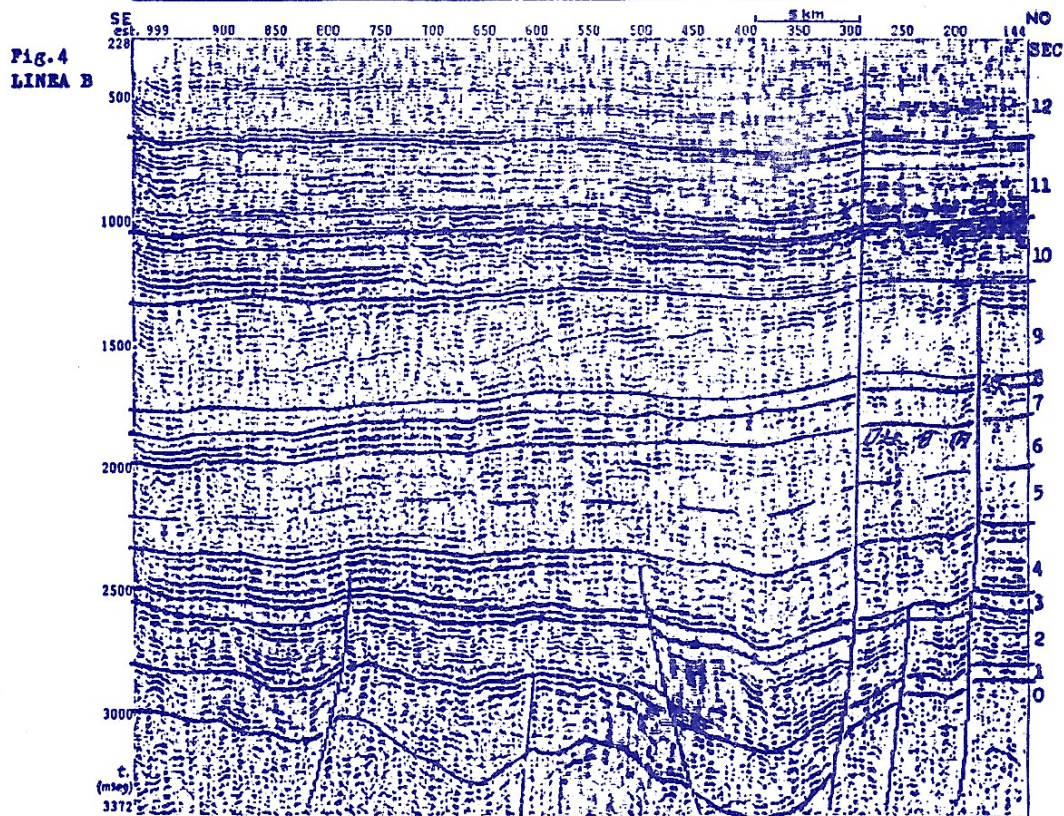
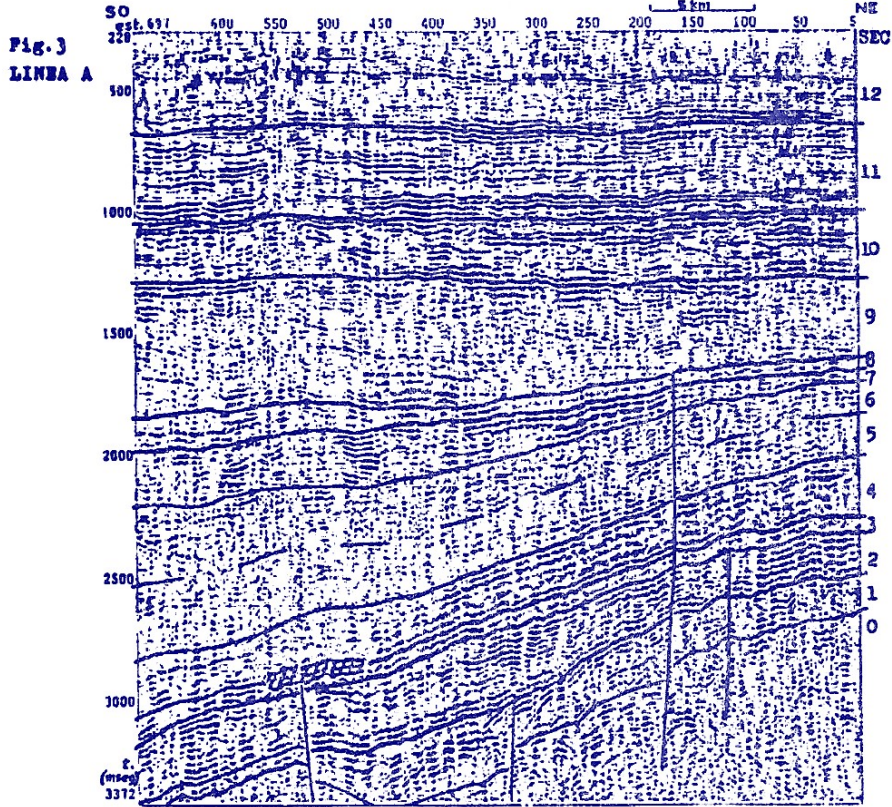
7. Cretácico Cuspidal:

Se presenta un conjunto de reflectores subparalelos, de buena continuidad, bajas frecuencias y frecuentemente medias a altas amplitudes, y hasta muy altas (producto de la presencia de cuerpos arenosos entre capas de arcilitas) (Fig. 3 y 4). Equivale a las Arcillas Fragmentosas (Biddle *et al.*, op. cit.) y al SR 4 de Arbe (op. cit.) de edad Campaniano medio-Maastrichtiano inferior (Fig. 2). Espesa hacia el suroeste (desde unos 100 a 300 m) y presenta relaciones de truncación erosiva en su techo. Por encima y debajo de esta secuencia se han observado cuerpos intrusivos (Fig. 4).

El conjunto de secuencias cretácicas, excepto la Formación Springhill, se incluye dentro de la Formación Palermo Aike en el subsuelo del sureste de Santa Cruz (Russo *et al.*, 1980), y se corresponden con una subsidencia térmica (hasta el Aptiano inclusive) y posterior cuenca de retroarco (Biddle *et al.*, op. cit.) o sucesión de cuencas periféricas (Arbe, op. cit.). El aporte sedimentario provino del noreste (macizo del Deseado y alto oriental).

8. Terciario Basal:

Secuencia que se establece sobre la notable discordancia del



Maastrichtiano inferior, vinculada con la prefase Larámica del levantamiento andino, presentándose valles cavados que evidencian la culminación de la gran regresión que corresponde a la inversión tectónica de la cuenca Austral, desde entonces una cuenca típica de antepaís.

La secuencia es de carácter transgresivo y se acuña hacia el noreste, variando los espesores desde pocos hasta unos 200 m dentro del área estudiada, observándose reflectores subparalelos, bastante continuos, de altas amplitudes y bajas frecuencias (Fig. 3 y 4). Se correspondería con las formaciones Chorrillo Chico y Dorotea (ver Biddle *et al.*, op. cit.) y equivaldría al ST 5 de Arbe (op. cit.), es decir, con una edad Maastrichtiano medio-Thanetiano inferior (Fig. 2). En su litología incluye areniscas, a veces conglomeráticas, aportadas desde el suroeste.

9. Terciario Inferior:

La discordancia generada en el Thanetiano medio por una fuerte caída global del nivel del mar (Haq *et al.*, 1987) constituye la base de esta espesa secuencia (en el orden de los 450 m al este y 1000 m al oeste de la zona tratada). Las reflexiones son semicontinuas, de bajas frecuencias y generalmente bajas amplitudes, aunque existen segmentos de fuerte reflectividad que estarían expresando la presencia de cuerpos arenosos dentro de un conjunto pelítico (Fig. 3 y 4). La configuración consiste en clinofomas sigmoidales: progradaciones provenientes del oeste que generan traslapes basales (downlap) sobre la discordancia infrayacente y traslapes cuspidales (toplap) en el techo. Responden a un generoso aporte sedimentario desde la creciente faja andina.

Esta secuencia, conjunto de progradantes márgenes de plataforma (ver Vail *et al.*, 1987), parece corresponder con el SR 5 de Arbe (op. cit.) (Paleoceno superior-Eoceno inferior) y con un conjunto de cuatro formaciones en Chile cuyas edades son asignadas al Eoceno-Oligoceno inferior (Fig. 2), aunque el espesor aquí observado es bastante mayor que en Chile y la edad interpretada en función de la asignada a la secuencia suprayacente es pre-Eoceno superior. Terminos distales de esta secuencia parecen hallarse, aunque con escaso desarrollo, más al este de lo interpretado por Biddle *et al.* (op. cit.).

10. Terciario Medio:

Secuencia formada por un conjunto de reflexiones subparalelas con algunas geometrías progradantes hacia el este, de buena continuidad, frecuencias medias, y medias a altas amplitudes producto de importantes intercalaciones psamíticas, presentándose tramos de mejoramiento facial (muy altas amplitudes) (Fig. 3 y 4).

Al oriente (desde el Obelisco-Isola Bella hacia el este) se ha descrito una secuencia transgresiva (en rigor un conjunto de secuencias), con regresión deltaica, cuyo aporte provino del noreste (Piana *et al.*, 1991). Existiría entonces, entre ese área y la aquí descrita, una suerte de depocentro donde irían a converger dos direcciones de aporte sedimentario (del noreste y del oeste), lo que se comprueba en el seguimiento de los reflectores sísmicos.

Los espesores involucrados son del orden de los 400 m, con escasas variaciones en el área, y podría equivaler a la Formación Loreto Inferior de Chile (Biddle et al., op. cit.) aunque aquí se interpreta una edad Eoceno superior-Oligoceno inferior por correlación con una datación de Masiuk (1975) en una ubicación más septentrional de la cuenca. Esta secuencia, más la infrayacente en posiciones distales?, equivalen a la Formación Campo Bola, y las mismas secuencias 9 y 10 (más la 8?) pueden hacerse corresponder con la Formación Magallanes Inferior en el subsuelo del sureste de Santa Cruz (Russo et al., op. cit.).

En el trabajo de Piana et al. (op. cit.) el SR 5 de Arbe (op. cit.) recibió una extensión temporal mayor que la originalmente asignada por su autor y esto obligó a plantear una regresión y transgresión coetáneas en distintas posiciones de la cuenca. Además debe mencionarse que la ubicación temporal de algunas formaciones y secuencias es discutible, sobre todo en el Terciario (ver Biddle et al., op. cit.). Es el caso de la Formación Río Leona (no tratada aquí, pero correlacionable) que según los distintos autores fluctúa desde Paleoceno superior-Eoceno inferior hasta Oligoceno superior.

11. Terciario Superior:

Se establece sobre la discordancia del Oligoceno medio, de carácter regional, probablemente vinculada con la fuerte caída eustática indicada por Haq et al. (op. cit.). Esta discordancia suele alojar cuerpos intrusivos basálticos.

Los reflectores de la secuencia son paralelos, continuos, de frecuencias medias y amplitudes altas en la base y medias en el resto del intervalo (Fig. 3 y 4). El espesor promedia 400 m y la litología corresponde a intercalaciones de areniscas y arcilitas (estas últimas predominantes en los dos tercios superiores) cuya participación piroclástica se incrementa hacia el sur. Se corresponde con la Formación Magallanes Superior (Russo et al., op. cit.) y la edad es Oligoceno superior-Mioceno medio.

12. Terciario Cuspidal:

Es una secuencia conformada por un conjunto de reflectores paralelos, semicontinuos, de medias amplitudes y altas frecuencias, con algunas formas de solapamiento hacia el sureste. La porción superior se ve afectada por enmudecimiento de trazas sísmicas (Fig. 3 y 4). Correspondería a la Formación Santa Cruz, cuya edad es Mioceno superior, con una litología de origen continental y muy alta participación piroclástica (Russo et al., op. cit.). Los espesores son superiores a los 500 m y un reflector continuo permite diferenciar una "subsecuencia" inferior de una superior.

No pueden verse sísmicamente eventos más superficiales, excepto indirectamente las coladas basálticas espesas por su efecto de pantalla sísmica.

CONCLUSIONES

Del análisis de la información sísmica en este área, con un

muy pobre apoyo de datos de pozos, y la comparación con estudios mucho más amplios, resulta una concordancia general con las interpretaciones de otros autores, exceptuando algunas dudas en los límites cronológicos de las secuencias, que fueron explicitadas.

La historia tectosedimentaria del área considerada queda graficada en sus términos generales por el conjunto de secciones sísmicas analizadas, donde las secuencias descriptas son en realidad grupos de secuencias menores con un comportamiento aproximadamente uniforme.

Esta contribución señala la presencia de cuerpos de gran amplitud en la secuencia del "Cretácico Cuspidal" (areniscas limpias?), lo que también sucede en el "Terciario Inferior" y "Terciario Medio", y en menor medida en el "Cretácico Superior Alto".

También se destaca el importantísimo aporte andino en la secuencia progradante del "Terciario Inferior", y la convergencia geográfica de los aportes sedimentarios para el "Terciario Medio".

AGRADECIMIENTOS

A la Gerencia de División Exploración de YPF S.A. por autorizar la publicación de este trabajo.

LISTA DE TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- ARBE, H., 1987. El Cretácico en la cuenca Austral de Argentina. Boletín de Informaciones Petroleras, 11: 91-110.
- BIDDLE, K., M. ULIANA, R. MITCHUM Jr., M. FITZGERALD & R. WRIGHT, 1986. The stratigraphic and structural evolution of the central and eastern Magallanes basin, southern South America. In P.Allen and P.Homewood, eds., Foreland basins: International Asociacion of Sedimentologists Special Publication, 8: 41-61.
- CHELOTTI, L., 1991. Informe sísmico de la zona Sección Magán-Tapera Monte-Bella Vista. YPF, Geofísica, inédito. Buenos Aires.
- HAQ, B., J. HARDENBOL & P. VAIL, 1987. Chronology of fluctuating sea levels since the Triassic (250 million years ago to present). Science, 235: 1156-1167.
- MASIUK, V., 1975. Estudiomicropaleontológico pozo SCS DA x-1 (Oto-tel Aike). YPF, Geología, inédito. Buenos Aires.
- PIANA, H., E. TRINCHERO & L. CHELOTTI, 1991. Estratigrafía del Terciario inferior en un sector de la cuenca Austral. Boletín de Informaciones Petroleras, 27: 30-47.
- RICCARDI, A. & E. ROLLERI, 1980. Cordillera Patagónica Austral. Geología Regional Argentina, 2: 1173-1306. Córdoba.
- RUSSO, A., M. FLORES & H. DI BENEDETTO, 1980. Patagonia Austral Extra-andina. Geología Regional Argentina, 2: 1431-1462. Córdoba.
- ULIANA, M., K. BIDDLE, D. PHELPS & D. GUST, 1985. Significado del vulcanismo y extensión mesojurásicas en el extremo meridional de Sudamérica. Rev. Asoc. Geológica Argentina, 40: 231-253.
- VAIL, P., J. VAN WAGONER, R. MITCHUM Jr. & H. POSAMIENTIER, 1987. Seismic stratigraphy interpretation using sequence stratigraphy. Parts I, II. American Assoc. of Petroleum Geologists. Studies in Geology, 27: 1-14.