

ESTUDIO SISMO-ESTRATIGRAFICO DEL SISTEMA CARBONIFERO EN EL PIE DE MONTE Y LLANURA CENTRAL DE BOLIVIA

Remberto Cardona, David Zubieta R., Jaime Jarandilla y Enrique Aguilera.

ANDINA S. A.

ABSTRACT

Four Third-order depositional sequences were identified within the Carboniferous for the Chaco Plain and Eastern Foothills, Central Bolivia.

Main objective of the paper was to re-evaluate the stratigraphic relations within the complicated Carboniferous system in order to understand the lateral continuity of both reservoirs and seals. Stratigraphic correlations were generated by integrating 2D and 3D seismic sections supported with well data.

Three regional-extended unconformities were observed in the area. These sequence boundaries were the result of sea-level changes related to tectonism, controlling reservoir and seal distribution.

INTRODUCCION

El área de estudio está localizada al Sud de la Ciudad de Santa Cruz de la Sierra y forma parte de la zona externa del Pie de Monte y la Llanura del Chaco (Figura. 1), tiene una extensión de 6000 km² y está ubicada entre los paralelos 17° 53' y 18° 28' de Latitud Sud.

El objeto del presente trabajo es realizar un análisis sísmo-estratigráfico de las secuencias Carboníferas diferenciadas mediante la sísmica y ajustadas con la información integrada de pozos exploratorios y de desarrollo; de ésta manera se hicieron correlaciones de secuencias y discontinuidades entre los Campos La Peña - Río Grande y la zona de Monteverde - Tita.

Las secuencias del Carbonífero forman parte de la serie depositada durante la tectónica de la Fase Subandina I producida entre los 270-355 Ma (Oller, 1996), en el contexto global corresponde al Ciclo Hercínico (Veevers et Al., 1987). Las variaciones eustáticas relacionadas a la deformación compresiva y las pulsaciones tectónicas (Vail et al., 1990), están reflejadas por varias discontinuidades intracarboníferas que se observan en la sísmica 2D y 3D.

METODOLOGIA

Para la elaboración del presente trabajo se ha puesto énfasis en ajustar la información sísmica con los diferentes registros de pozo, lo que ha permitido realizar un análisis sísmoestratigráfico coherente de las secuencias del Carbonífero.

Para mostrar la relación existente entre las secuencias sedimentarias que se desarrollan en el área se prepararon dos secciones de correlación de pozos apoyados con sísmica 2D y 3D. El perfil A-A' ubicado en la parte Oeste del área de estudio (Figura. 2), comprende la interpretación de líneas sísmicas compuestas 3D (Norte - Sur) que pasan por los Campos de La Peña, Río Grande y Tundy, estos topes han sido compatibilizados con la interpretación 3D que realiza en el área y líneas 2D para integrar la interpretación sísmica con la información obtenida en el Pozo Abeja - X1. El perfil B-B' que cubre el área comprendida entre Monteverde y el Campo Tita ha sido realizado utilizando sísmica 2D existente en la zona (ver figura. 2).

ESTRATIGRAFIA

La estratigrafía del área abarca sedimentitas que van desde el Devónico inferior hasta el Terciario. El pozo exploratorio más profundo perforado en el área de estudio es Monteverde-X1 que alcanzó una profundidad de 4662.5 m y atravesó una pila sedimentaria que llega hasta la parte media de la Formación Icla. La integración de la información entre las áreas de Río Grande-La Peña (Correlación A-A') y Monteverde-Tita (Correlación B-B') fue realizada con líneas sísmicas 2D que contiene los pozos Abeja-X1 (situado al SW del Campo Río Grande) y Tita-X1 (ubicado al SE del pozo Monteverde-X1).

Ante la falta de evidencias de dataciones fosilíferas en las sedimentitas del Sistema Carbonífero desarrolladas en la parte Central de Bolivia, la correlación con formaciones definidas en el Subandino Sud presenta cierto grado de incertidumbre; por ésta razón consideramos que la equivalencia entre las unidades formacionales del Ciclo Carbonífero de uso generalizado (Franca et al., 1995; Sempere., 1995) y las secuencias diferenciadas en éste trabajo tienen sólo carácter tentativo, las mismas que podrían formar parte de secuencias de Tercer Orden.

En la columna generalizada del Pie de monte y Llanura Central (Figura. 3) se diferencian cuatro secuencias principales dentro del sistema Carbonífero: Secuencia 1 (Complejo Tarija-Tupambi), Secuencia 2 (Fm. Escarpment), Secuencia 3 (Fm. San Telmo) y Secuencia 4 (Fm. Elvira).

SECUENCIA 1

Esta secuencia no tiene una distribución uniforme en el área, presenta su mayor desarrollo en la zona de La Peña y Tundy, mientras que en Río Grande está ausente por erosión. En el área de Monteverde-Tita está limitada al tramo basal. (Figuras 4, 5, 6 y 7).

La secuencia 1 esta dividida en dos subsecuencias que son:

Subsecuencia 1a

Litológicamente conformada por cuerpos de arenas de grano fino, con granos subangulares a subredondeados de coloración blanquecino a grisáceo (recortes de pozo), presentan también areniscas limosas y algo de arcillas de coloraciones grises (Arteaga, 1990). Los canales basales de esta secuencia son responsables de la erosión de los niveles superiores de la Formación Iquiri (Devónico) conformando la primera gran discordancia D-1 que pone en contacto erosivo a sedimentos del Carbonífero con depósitos Devónicos de diferente edad (Fm. Iquiri y/o Fm. Los Monos). El tope del Devónico está caracterizado por niveles pelíticos y sísmicamente se presenta como un reflector de gran amplitud debido al contraste de impedancias acústicas.

Los registros de pozo nos permiten definir secuencias grano decrecientes de orden menor las cuales tienen resistividades bajas (ver Figura 5). En el área de Río Grande-La Peña el espesor máximo de esta subsecuencia es de aproximadamente 400 metros mientras que en Monteverde su espesor promedio es de 200 m.

Subsecuencia 1b

Se encuentra conformada por areniscas masivas de grano fino a medio, subredondeado a subangular, de color gris claro a blanquecino que culminan en arcillas marrón rojizas con inclusiones verdosas y diamictitas marrón rojizas de grano fino, constituye uno de los principales sellos en los Campos Tundy - La Peña y el pozo Abeja X1. La base de esta subsecuencia está claramente definida en áreas donde están presentes lutitas, como ocurre en el Pozo La Peña -X2, identificada muy bien en una sección sísmica 3D compuesta (ver Figura. 4). Esta subsecuencia en los campos antes mencionados tiene un espesor promedio de 100 metros y está ausente en Río Grande, Tita y Monteverde, debido a la erosión producida por la discordancia basal de la Secuencia 2 (d-1) la más importante dentro del Carbonífero.

La Subsecuencia 1b presenta reflexiones definidas y sub paralelas, las cuales pierden su continuidad lateralmente por efectos erosivos que modelan los paleovalles de la secuencia 2.

Los registros de los pozos Tundy-X1, La Peña-1, La Peña-2, La Peña-69, Río Grande-63, Río Grande-4, Río Grande-1 y Abeja-X1 tienen alternancia de picos de diferente intensidad, lo que nos sugiere la existencia de litología heterogénea que corresponde a una intercalación de arenas, pelitas y diamictitas. (ver Figura 5).

SECUENCIA 2

Esta secuencia está presente principalmente en el área de La Peña y Tundy donde tiene su máximo espesor, mientras que desaparece hacia el pozo Abeja-X1. En la zona Este, su mayor desarrollo se encuentra en el Campo Tita.

Las subsecuencias definidas son las siguientes:

Subsecuencia 2a

Esta unidad está limitada en el tope y en la base por nítidas discontinuidades erosivas d-1 y d-2, desarrollando profundos paleovalles que presentan en la sísmica reflexiones irregulares y discontinuas debido a la superposición de canales, los cuales fueron rellenados por material resedimentado de alta energía y de carácter grano decreciente (Pozo La Peña-X2). Se extiende principalmente hacia el Norte y Este del Campo La Peña, donde tiene un espesor promedio de 400 m, mientras que hacia el Sur, Campo Río Grande y Sureste (Pozo Abeja-X1) los espesores se reducen hasta desaparecer debido a la fuerte erosión que causa la discordancia d-2 (ver Figuras 4 y 5). Esta subsecuencia también está presente en la región de Monteverde (ver Figuras 6 y 7).

Litológicamente, esta secuencia presenta conglomerados polimícticos en la base de los canales, decreciendo el grano progresivamente hacia el tope, siendo la matriz arenosa. Las areniscas son de color blanquecino a marrón rojizo de grano grueso a fino (descripción litológica de los pozos: La Peña-X2, Tundy-X1, Río Grande-X1, X4 y Río Grande-63, 67 (Andina S. A., 1998), Cañada Honda-X1. Todos estos sedimentos han sido originados por flujos de detritos y de granos.

En los registros de pozo se identifican nítidamente los pases que diferencian la Subsecuencia 2a de las demás, los que muestran un tramo casi uniforme con resistividades bajas y respuesta sísmica diferente a las secuencias superiores e inferiores. (ver Figuras 4 y 6).

Subsecuencia 2b

Desarrollada en las áreas de Tita y Abeja donde presenta facies arenosas grano decrecientes que constituyen los reservorios principales de estas estructuras (López, 1990; Martínez, 1993). La interpretación sísmica muestra que este grupo de arenas se adelgazan hasta desaparecer por el Oeste y Norte del área de estudio (ver Figuras 5 y 7). En zonas donde está presente, los espesores varían de 100 a 150 m. La Discontinuidad d-2 es la causa para la desaparición de estos sedimentos en varias regiones de la zona estudiada.

Subsecuencia 2c.

Conformada principalmente por sedimentos pelíticos y diamictíticos, constituye uno de los sellos más importantes en la región donde está presente como en la estructura Abeja y el Campo Tita. Esta unidad está ausente en las estructuras de Sharon, Aguila y los Campos Tundy y Río Grande debido a la discordancia d-2 (ver Figuras 5 y 7). El espesor de este sello varía entre 50 a 80 m.

Las reflexiones que presenta esta subsecuencia son paralelas, fuertes y continuas, cortadas sólo por la presencia de la Discontinuidad d-2.

Los registros de pozo muestran características propias de niveles fuertemente pelíticos, los que se pueden identificar perfectamente(Cañada Honda-X1, Monteverde-X1 y Tita-X1), constituyendo un nivel guía para la correlación sismoestratigráfica.

SECUENCIA 3

Presenta las subsecuencias 3a, 3b y 3c, las cuales están completas en los Campos Río Grande, Tita y parte Norte de La Peña, teniendo en el pozo Río Grande-X1 un espesor máximo de 850 metros y un mínimo de 50 metros en el pozo La Peña-X2. En la zona comprendida entre Monteverde y Aguila solo están presentes las Subsecuencias 3b y 3c que tienen un espesor máximo de 500 m.

Subsecuencia 3a.- Las facies de esta subsecuencia están dominadas por depósitos resedimentados que incluyen diamictitas, flujos de masas de lodos, intercalaciones de areniscas con limolitas y arcilitas, flujos de granos y flujos de detritos, conformando los rellenos de la parte basal de paleovalles que exceden los 40 km de largo y un ancho variable entre cientos de metros a 5 km y un espesor de hasta 300 m, los cuales fueron originados por efectos tectónicos, generando una fuerte discordancia erosiva d-2 (ver Figura 5). En muchos casos la base de esta subsecuencia presenta un paquete pelítico (limolitas, arcilitas y diamictitas) que resulta ser un buen sello (Río Grande-X1, Río Grande-4).

Las progradaciones observadas en las líneas sísmicas de la parte Oeste del área de estudio (Río Grande- La Peña) determinan direcciones de aporte del NW al SE, donde los reflectores presentan onlaps hacia el borde de la pendiente del paleoalto La Peña (Figura.4), downlaps hacia la base del paleovalle y truncaciones hacia el tope de esta subsecuencia. Esta se desarrolla desde Tundy (Noroeste) a Cañada Honda-Tita por el Este y está ausente en Monteverde, Aguila y Sharon (ver Figuras 5 y 7).

En los registros de pozo esta subsecuencia presenta bajas resistividades, mientras que el GR y el SP que tienen formas cilíndricas nos sugieren secuencias de rellenos de canal, el DT nos indica cambios de la velocidad importantes que permiten identificar con seguridad los topes de secuencias. El espesor promedio de esta unidad es de 300m .

Subsecuencia 3b.- Compuesta en el tope por areniscas de color gris verdoso claro, de grano fino a muy fino, subredondeado, buena selección, cemento calcáreo, que intercalan con delgados niveles de areniscas arcillosas gris castaño a rojizo, grano medio a fino, subredondeados, con abundante material arcilloso consolidadas y lutitas castaño rojizo, laminadas, muy compactas, que hacen de sellos locales. Hacia la parte basal se observan areniscas gris claro a castaño amarillento, de grano medio a fino (recortes de pozo);esta litología indica la preponderancia de flujos de granos con flujos de lodos subordinados.

En las líneas sísmicas las reflexiones son paralelas a subparalelas, casi continuas, ocasionalmente cortadas por secuencias superiores. Presentan onlaps hacia el paleoalto de La Peña y su tope es concordante con la subsecuencia 3c; este tipo de reflexiones nos indican una alternancia de depósitos pelíticos y psammiticos creándose así sellos y reservorios de tipo local suficientes para poder entrapar hidrocarburos (ver Figura 4).

Los registros de pozo muestran variaciones tanto en el GR, DT y Resistividad, lo que sugiere una buena correlación con la litología descrita para esta subsecuencia (ver Fig. 5). Los espesores varían de 120 metros en el pozo La Peña-69 hasta casi 250 m en el Pozo Río Grande-4 y no está presente en el paleoalto La Peña y la región de Cañada Honda.

Subsecuencia 3c .- Es el tope de la secuencia 3 y está constituida en su base por limolitas, lutitas y flujo de granos; en su parte media, por areniscas grisáceas con motas verdes y algunas rojizas, masivas, finamente estratificadas, mientras que su tope tiene lutitas rojizas intercaladas con areniscas de color rojizo con matriz arcillosa (recortes de pozo). Las secuencias en general son grano decrecientes, indicativas de sedimentos depositados en un ciclo transgresivo. Las pelitas del tope de esta subsecuencia tienen la característica de conformar el sello con mayor desarrollo regional, ya que lo encontramos en toda el área de estudio, mientras

que las pelitas y diamictitas de su base, que conforman otro de los sellos importantes, desaparece en algunos sectores constituyéndose más bien en un sello local (Cardona, Hidalgo.,1991).

Esta subsecuencia varía en espesor de Oeste a Este: así tenemos 50 m en La Peña-X2 y 250 m en el pozo Monteverde-X1; el tope de esta unidad tiene un desarrollo casi continuo hacia Norte y Oeste del área de estudio, con erosiones locales como en el caso del Campo La Peña (ver Figura. 4).

La base y el tope de esta subsecuencia están claramente definidos en los registros eléctricos de pozo, pero en los mismos es difícil hacer una correlación de los cuerpos arenosos internos debido al tipo de depósito que, en la mayor parte de los casos, es lenticular (Vaca., 1993).

SECUENCIA 4

La secuencia 4 tiene una amplia distribución regional y corresponde a unidades superiores del Sistema Carbonífero. Han sido identificadas dos subsecuencias denominadas 4a y 4b.

Subsecuencia 4a .- Se caracteriza por presentar en su base areniscas conglomerádicas polimícticas de colores claros, cuarzosas, redondeadas a subredondeadas, con escaso cemento calcáreo, que sugieren un ambiente transgresivo producido por cambios eustáticos asociados a procesos tectónicos que originaron la discordancia d-3 (Figura 8). Hacia el tope intercalan arcilitas castaño rojizo, compactas y areniscas gris amarillentas de grano grueso a fino (recortes del pozo La Peña-61, La Peña-63 y Cañada Honda-X1).

En las líneas sísmicas 2D y 3D analizadas se observan reflectores bien definidos que nos permiten realizar una interpretación coherente del tope de esta subsecuencia a nivel regional (ver Figuras.4 y 6). De igual manera mediante registros de pozo también se pueden diferenciar con exactitud los pases tanto de su base como del tope (ver Figura 5) .

Subsecuencia 4b .- Litológicamente está conformada por facies arenosas de grano medio a fino subredondeadas a redondeadas, de color gris amarillento, con cemento calcáreo, algo friables y escasas diamictitas rojizas a violáceas (recortes de pozo).

Esta subsecuencia presenta reflexiones discontinuas típicas de ambiente eólico y en su tope truncaciones debido al contacto erosivo discordante (D-2)con la Fm Ichoa (Jurásico), aumentando su espesor hacia Tita donde tiene 250 m (ver Figura.7).

De todos los registros de pozo, el que mejor muestra las diferencias entre la subsecuencia 4a y 4b, es el de resistividad, donde los valores mayores caracterizan esta última subsecuencia (ver Figuras.5 y 7).

DISCORDANCIAS

Mediante este trabajo se han podido definir tres discordancias regionales dentro del Sistema Carbonífero. La primera localizada en la base de la secuencia 2 (d-1), que erosiona en algunos sectores toda la secuencia 1, llegando a poner en contacto los resedimentos de la secuencia 2 sobre capas del Devónico superior como se puede apreciar en el Sud del Campo La Peña (ver Figura.4). En la parte Noreste del área de estudio se distingue el paleovalle de La Peña donde las progradaciones de los sedimentos indican una dirección hacia el NW. La discontinuidad d-1 erosiona hasta 250 m de sedimentos correspondientes a la secuencia 1 en algunos sectores y es también responsable de la desaparición del sello que normalmente aparece en el tope de la subsecuencia 1b.

La segunda discordancia importante (d-2) se encuentra en la base de la secuencia 3 (paleovalle Río Grande) y origina en algunos sectores la erosión casi total de la secuencia 2 y parte superior de la secuencia 1. Los sedimentos erosionados alcanzan los 500 m de espesor (ver Figura 5).

La discordancia d-3 situada en la base de la secuencia 4, no produce grandes erosiones a nivel local como las anteriores pero presenta de acuerdo a descripciones de pozo (La Peña-61-63 y Tundy-X1) granulometría gruesa que nos hace pensar en un aumento del nivel de base a nivel continental. Esta discordancia, como se puede observar en la sección sísmica compuesta 3D (*ver Figura 4*), presenta una disminución de espesor hacia el Noroeste del área de estudio como consecuencia de una importante discontinuidad registrada entre sedimentitas del Carbonífero Superior (subsecuencia 4 a) y el tope de la Secuencia 3.

Es necesario mencionar las discordancias D-1 y D-2 ubicadas respectivamente en la base y el tope del Carbonífero. La discordancia de la base del Jurásico (D-2) bisela los sedimentos de la secuencia 4 hacia el Norte y Noreste del área de estudio (*ver Figuras 5 y 7*), donde se puede apreciar los truncamientos de la secuencia superior del Carbonífero contra esta discordancia. Por su parte los sedimentos superiores del Devónico fueron afectados por la erosión causada por los paleocanales basales del Carbonífero (D-1).

Las discordancias y sus relaciones con los eventos que han modelado los depósitos del Sistema Carbonífero se encuentran detalladas en la (*ver Figura 8*).

DISCUSION

Las secuencias que se nombran en el presente trabajo fueron definidas con la información integral obtenida de pozos y secciones sísmicas 2D y 3D; éstas no tienen una posición estratigráfica precisa al no contar con dataciones palinológicas y/o paleontológicas, por lo que no es posible definir su posición cronoestratigráfica.

Un trabajo de correlación sismo-estratigráfico más amplio permitirá ajustar la posición estratigráfica de estas unidades con las formaciones del Sistema Carbonífero, definidas y diferenciadas en la Cuenca del Chaco y Subandino Sur.

CONCLUSIONES

- Se ha podido definir la existencia de cuatro secuencias de tercer orden (separadas por discordancias) además de otras secuencias internas de orden menor, algunas de las que presentan un desarrollo en toda el área de estudio como ser: 1a, 2a, 3c y 4a, mientras que otras sólo están presentes en áreas determinadas.
- Se identificaron tres discordancias regionales Intra-Carboníferas d1, d2 y d3 producidas por cambios eustáticos asociados a procesos tectónicos que controlaron la distribución de las secuencias depositadas en este Sistema.
- El Sistema Carbonífero muestra una distribución de sellos y reservorios irregular, debido a efectos erosivos; que en muchos casos eliminan total o parcialmente las secuencias preexistentes.
- Se ha definido un sello regional correspondiente al tope de la Secuencia 3 presente en toda el área y que está raramente interrumpido por erosión, este es responsable del entrapamiento de los Hidrocarburos en los Campos de Tundy - La Peña y Río Grande. Existen otros sellos como los que se encuentran en los topes de las secuencias 1 y 2, los que debido a las erosiones dejaron de ser sellos regionales para convertirse en sellos de importancia localizada.
- En la interpretación de las líneas sísmicas se observa la presencia de dos paleovalles principales cuya base corresponde a la discontinuidad d2, la dirección de depósito de los sedimentos se desarrolla hacia el SE y NW del Campo La Peña.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Gerencia de Exploración de Andina S.A., por autorizar la publicación este trabajo; a Jaime Oller por la revisión técnica, Carlos Barcat, Adrián De Cándido, Raúl Giraudo y Daniel de Muro

por sus útiles sugerencias. Finalmente agradecemos a Tonya Claire , Gaby Moya y Gonzalo Loayza por su cooperación en la confección de los gráficos.

BIBLIOGRAFIA

- Arteaga J., 1990, Breve análisis y comentarios acerca del Sistema Carbonífero y ubicación de los reservorios productores del Campo Tita: Informe Interno GXG, YPFB, Santa Cruz, Bolivia.
- Andina S.A., 1998, Reporte Final Pozo Río Grande-67: Informe Interno Gerencia de Reservorios, Andina, Santa Cruz, Bolivia.
- Andina S. A., 1998, Reporte Final Pozo Río Grande-63: Informe Interno Gerencia de Reservorios, Andina, Santa Cruz, Bolivia.
- Cardona R., Hidalgo M.,1991, Propuesta geológica de perforación pozo Tundy - X2: Informe Interno YPFB., Santa Cruz, Bolivia.
- Franca, A. B., Milani, R. L. Schneider, O., López, M., Suárez, S., H. Santa Ana, F., Wiens, O., Ferreiro, E., A., Rosello, H.A., Bianucci, R.F.A., Flores, M.C., Vistalli, F., Fernandez-Seveso, Fuenzalida R.P. and N. Muñoz., 1995, Phanerozoic Correlation in Southern South America, in A. J. Tankard, R. Suárez S. , and H. J. Welsink: Petroleum basins of South America, AAPG Memoir 62, p. 129-161.
- López, O., 1990, Modelo geológico y potencial de desarrollo de los reservorios del Campo Tita: Informe Interno YPFB, Santa Cruz, Bolivia.
- Oller, J., 1996, Cuadro Cronoestratigráfico de Bolivia. YPFB.
- Matínez, E., 1991, Informe de interpretación sísmica Bloque Robore (Tita): Informe Interno YPFB, Santa Cruz, Bolivia
- Sempere, T., 1995, Phanerozoic Evolution of Bolivia and Adjacent Regions: AAPG Memoir 62, p. 207-230
- Vaca, P., 1993 ,Modelo Geológico del Campo La Peña. Informe Interno, YPF,B, Santa Cruz, Bolivia.
- Vail, P. R., Audemard, F., Bowman, S.A., Eisner, P.N. and Perez, C.G. , 1990, The Stratigraphic Signatures of Tectonics Eustasy and Sedimentation, Rise University, Houston, Texas.
- Veevers, J., J.; Powell, C., McA, 1987, Late Paleozoic glacial episodes in Gondwanaland reflected in transgressive-regressive depositional sequences in Euramerica: Geological Society of America Bulletin, v. 98, p. 475-487



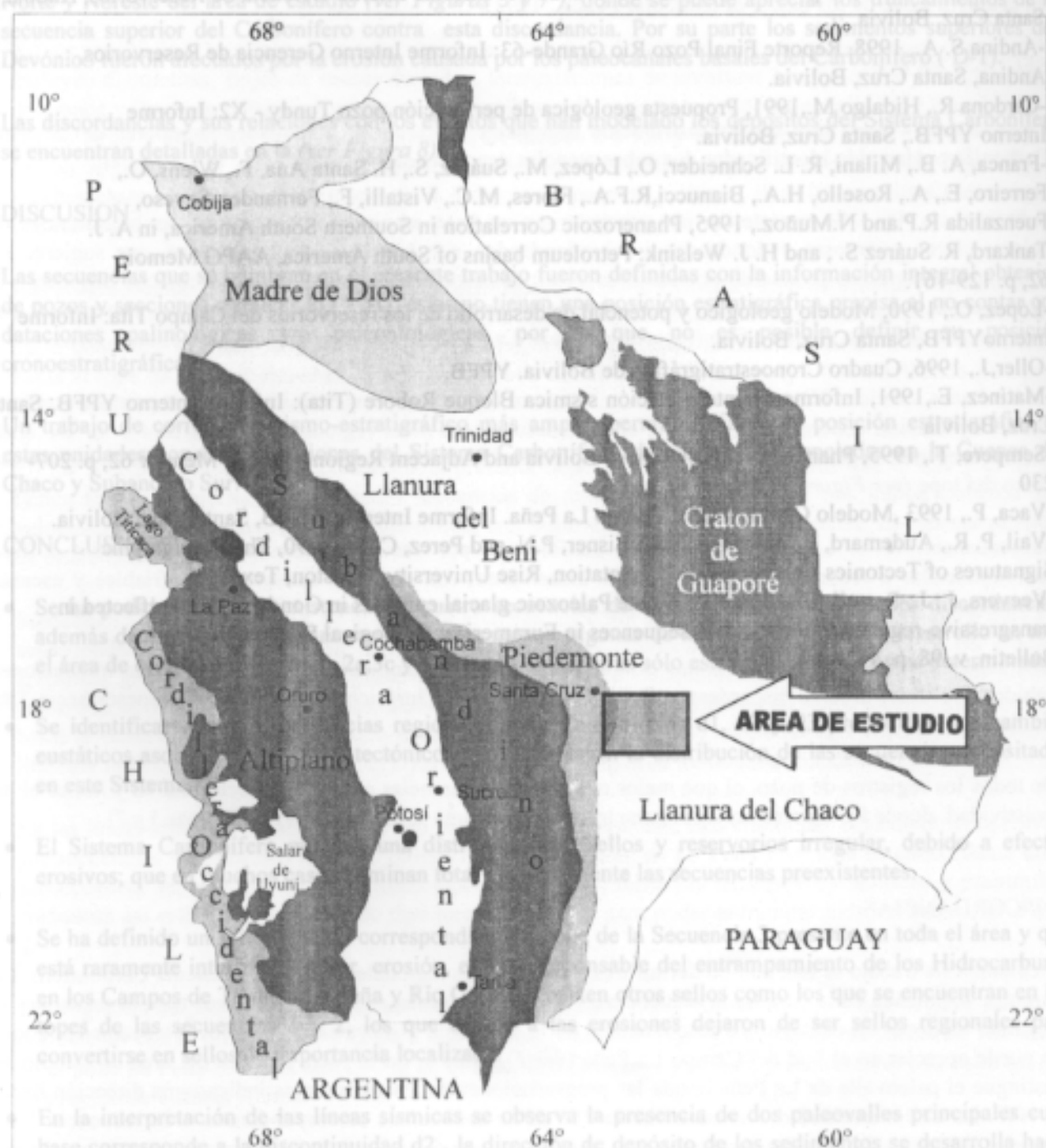
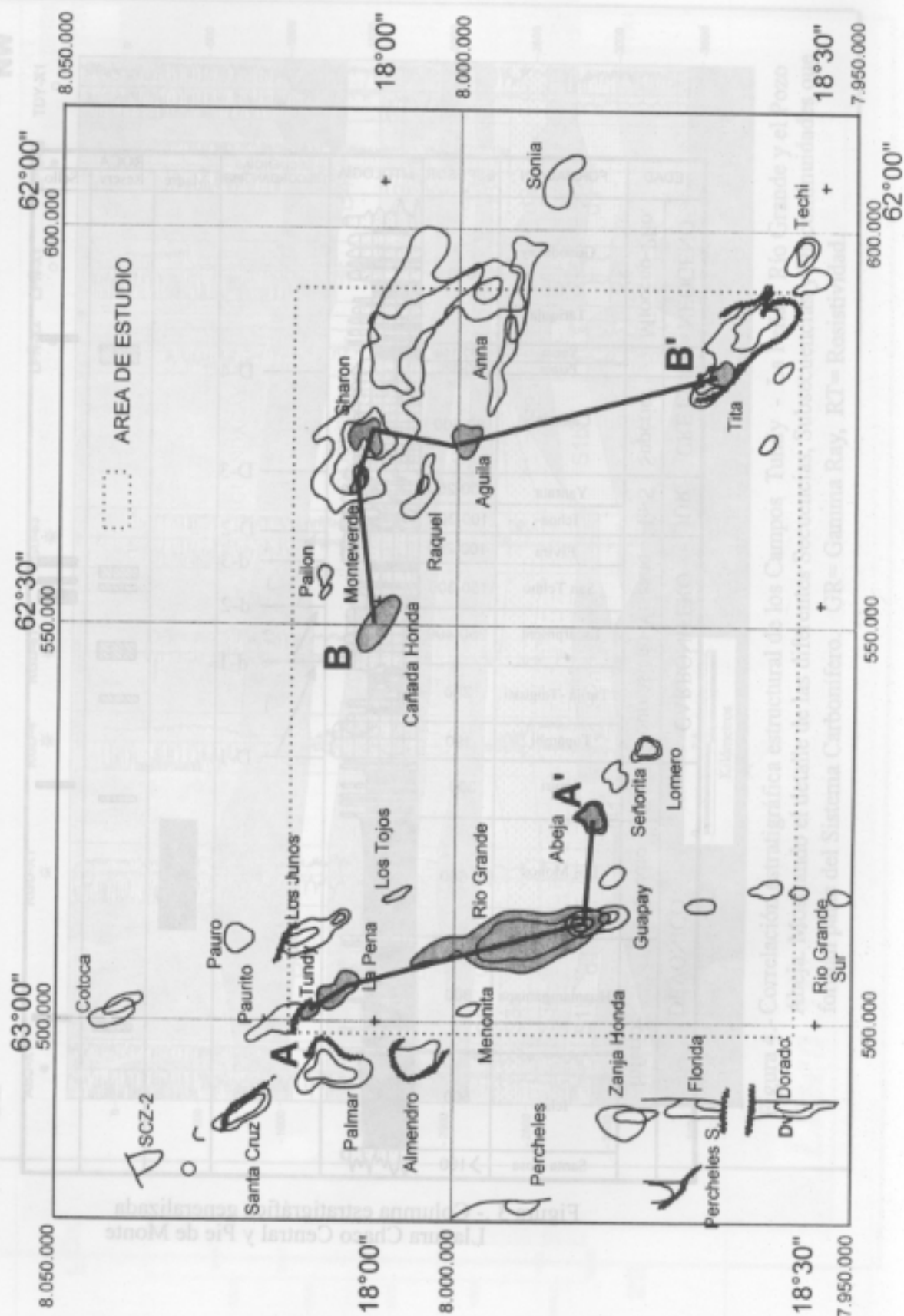


Figura 1.- Mapa de Provincias Geológicas de Bolivia con Ubicación del Área de Estudio

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Gerencia de Exploración de Andina S.A., por autorizar la publicación este trabajo; a Jaime Oller por la revisión técnica, Carlos Barcat, Adrián De Cándido, Raúl Giraud y Daniel de Muro

Figura 2.-PLANO DE UBICACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO CON LOS CORTES A-A' Y B-B'



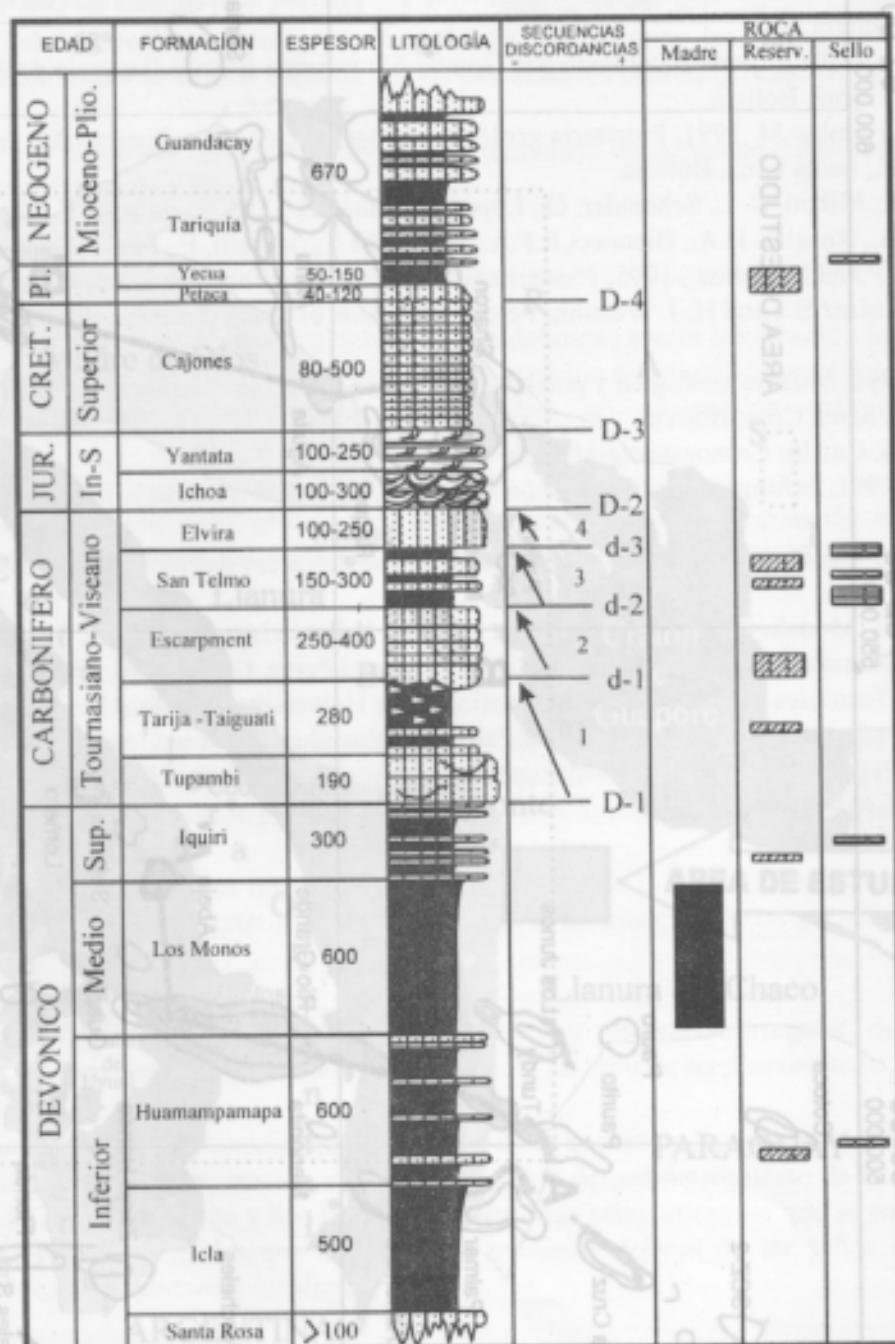


Figura 3.- Columna estratigráfica generalizada
Llanura Chaco Central y Pie de Monte

CORRELACION ESTRATIGRAFICA - ESTRUCTURAL A - A'

SE

NW

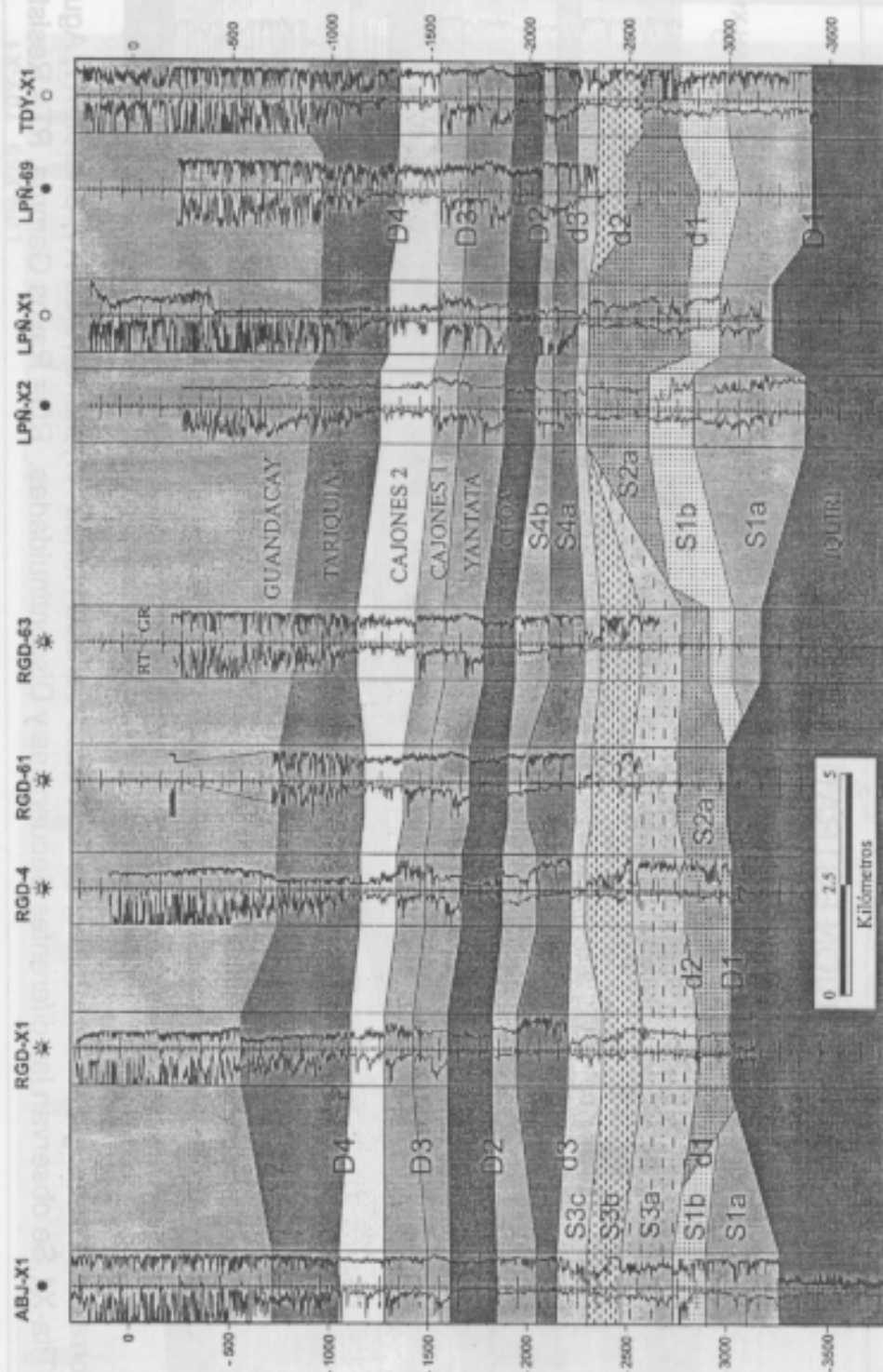


Figura 4.- Correlación estratigráfica estructural de los Campos Tundy - La Peña - Río Grande y el Pozo Abeja. Mostrando el detalle de las diferentes Secuencias, Subsecuencias y Discontinuidades que forman parte del Sistema Carbonífero. GR= Gamma Ray, RT= Resistividad.

CORRELACION ESTRATIGRAFICA - ESTRUCTURAL B-B'

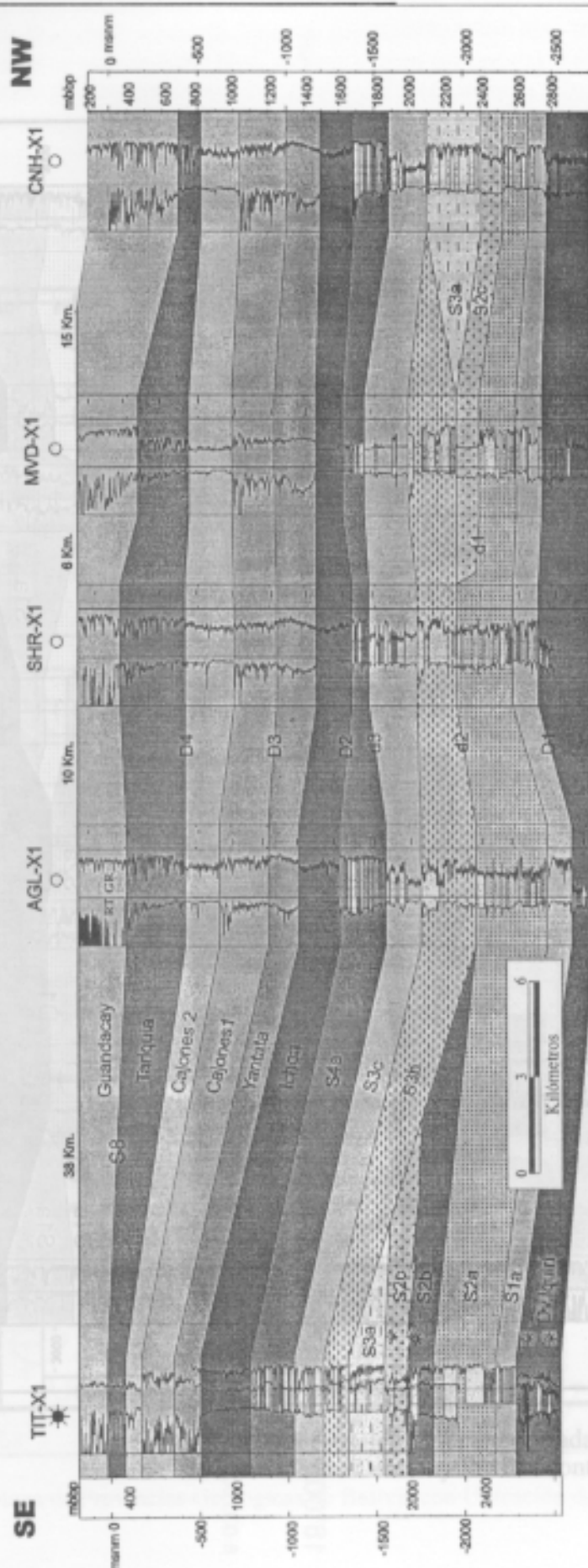
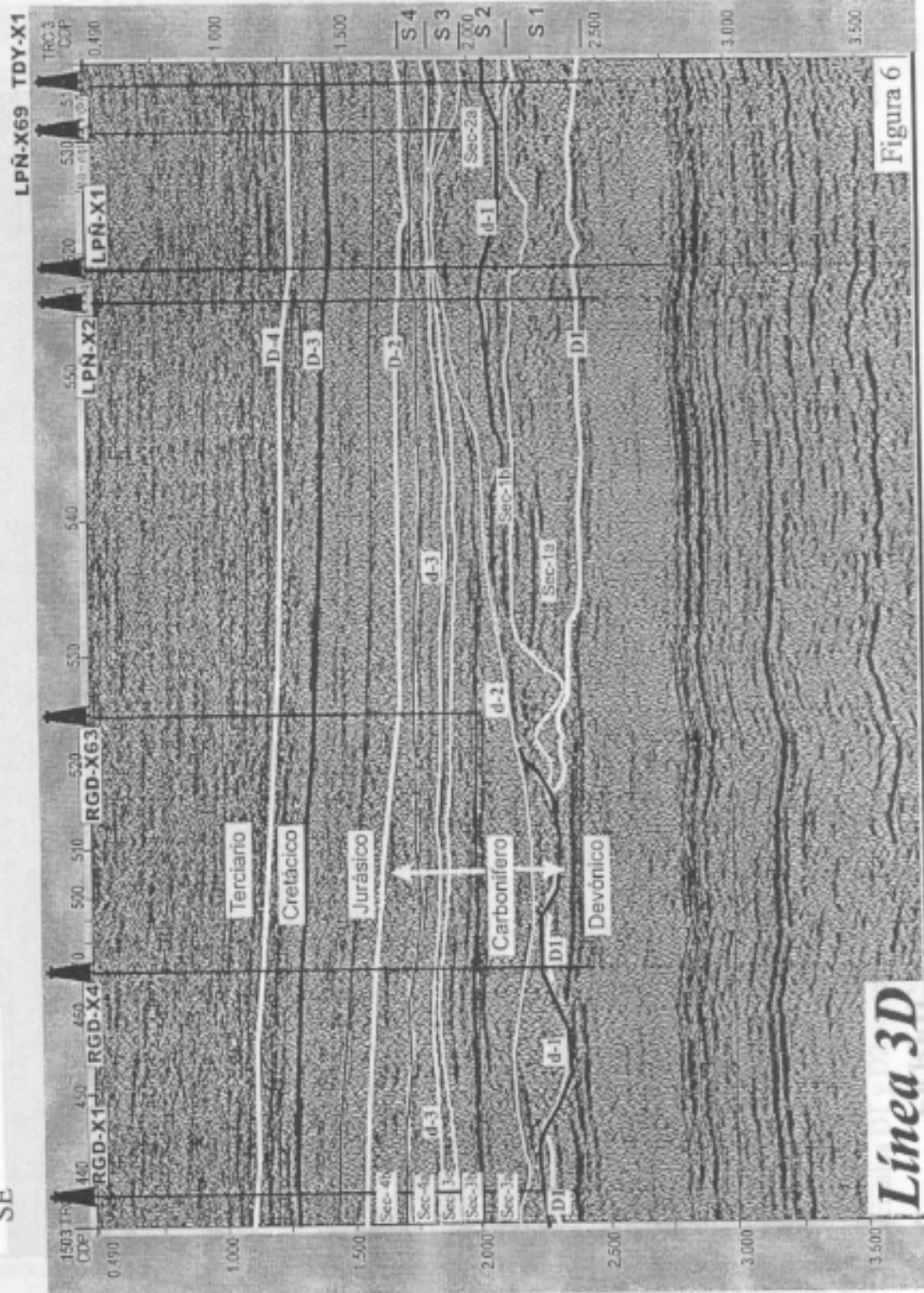


Figura 5.- Correlación estratigráfica-estructural de los Pozos Cañada Honda-X1, Monteverde-X1, Sharon-X1, Aguila-X1 y Tita-X1. Se observan las diferentes Secuencias y Discontinuidades. RG= Rayos Gamma, RT= Resistividad.

PERFIL SISMICO A - A' AREA TUNDY - LA PEÑA - RIO GRANDE

SE

NW



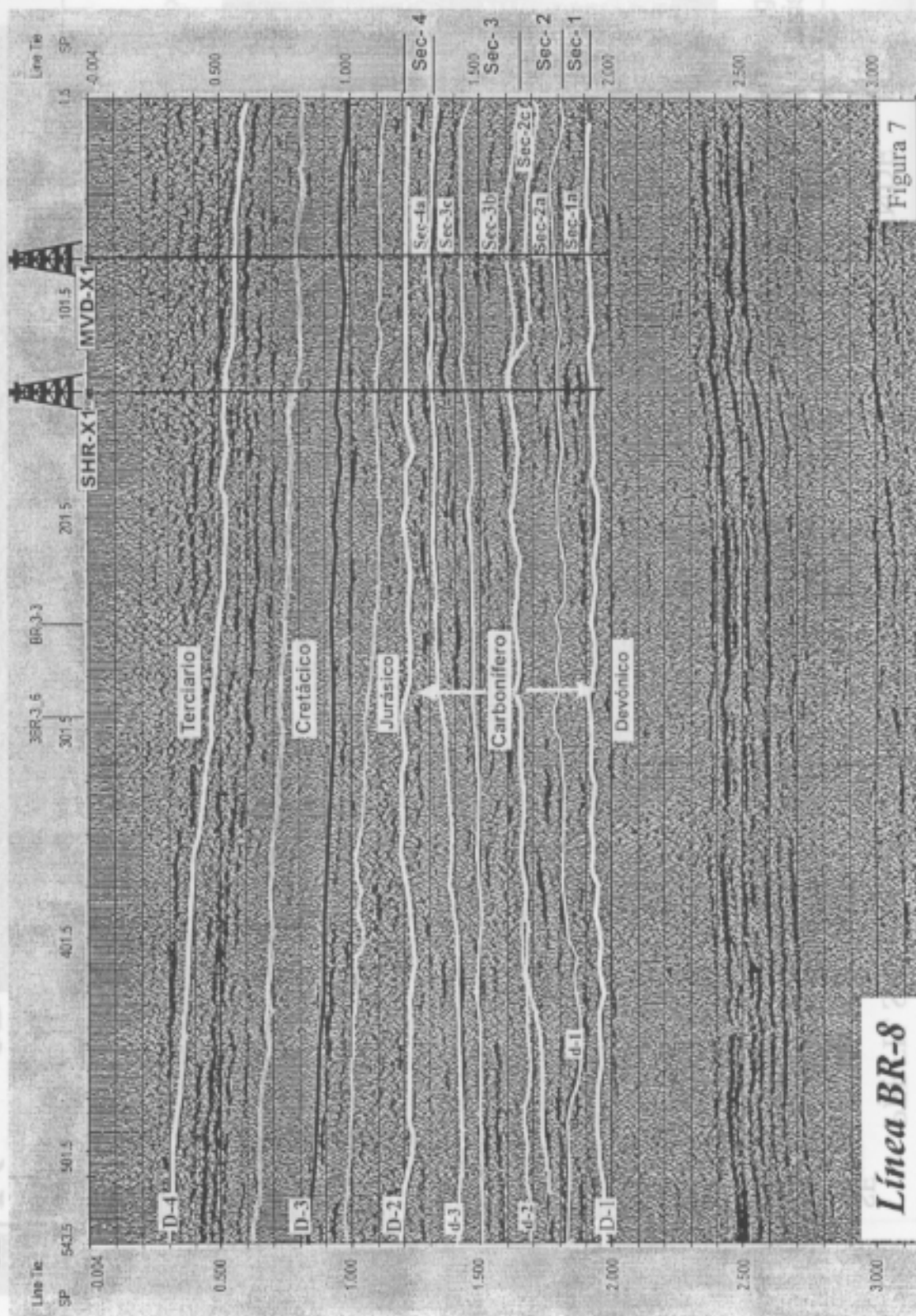
Línea 3D

Figura 6

PERFIL SISMICO B - B' AREA MONTEVERDE - TITA

NW

SE



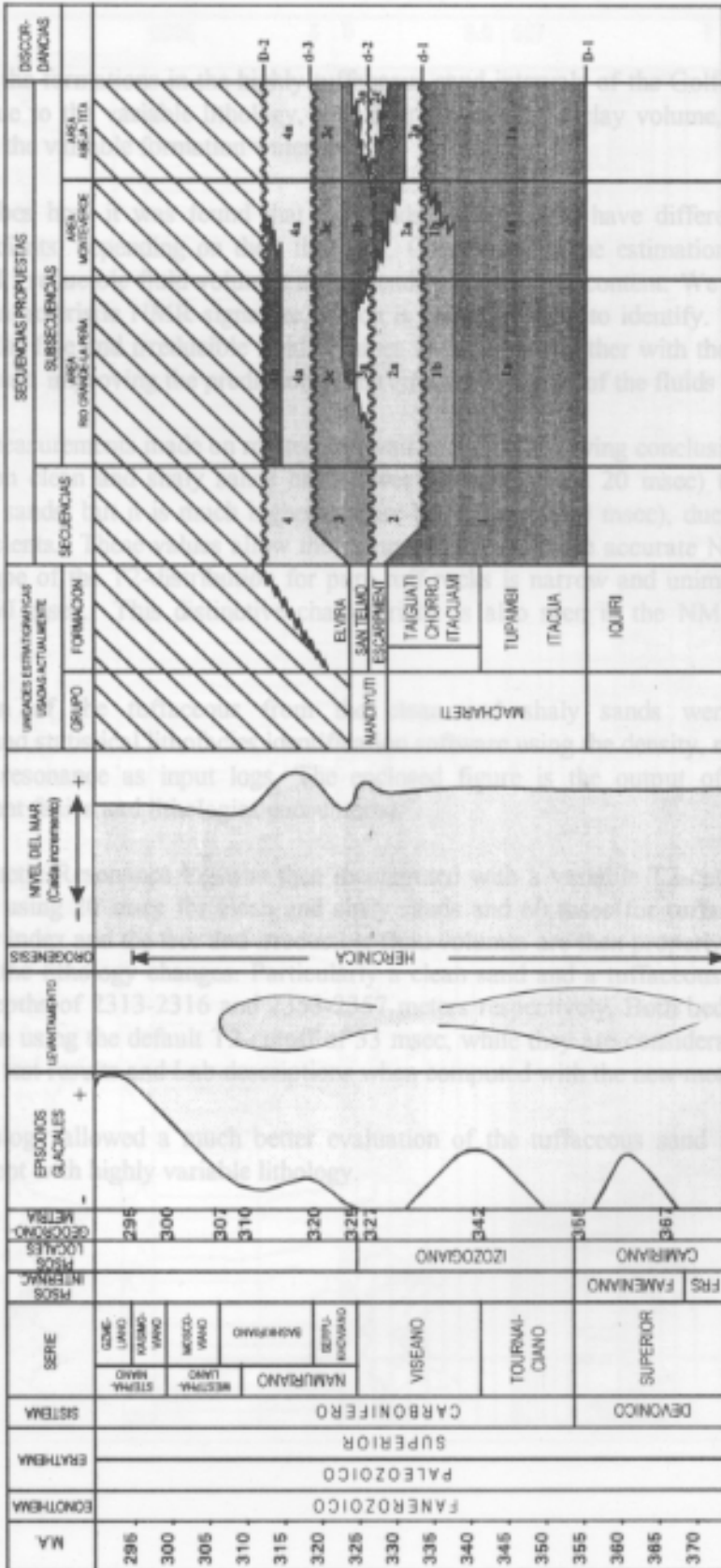


Figura 8.- Cuadro modificado de Veevers J.J., Episodios Glaciales y Orogénesis Hercínica, las secuencias propuestas y sus equivalencias tentativas con la estratigrafía vigente para el sistema carbonífero, se indica también las discordancias principales D1 y D2 correspondientes al tope y base del Carbonífero y otras discontinuidades menores d1, d2 y d3.