



# CONSIDERACIONES SOBRE LA ESTRATIGRAFIA Y LOS AMBIENTES SEDIMENTARIOS DEL LIMITE SILURICO- DEVONICO EN LA REGION SUR Y CENTRO DEL SUBANDINO E INTERANDINO BOLIVIANO

OSCAR ARISPE (1) & ENRIQUE DIAZ (2)

UMSA, Casilla 4836, La Paz, Bolivia (1) - ORSTOM (2), Casilla 9214, La Paz, Bolivia

## RESUMEN

El análisis e interpretación de las facies y los ambientes sedimentarios de las unidades de la primera secuencia del Ciclo Cordillerano efectuados en el Subandino e Interandino boliviano permiten identificar un ambiente de plataforma siliciclastica somera dominada por el oleaje y las tormentas. El sentido de progración de los sistemas deltaicos y las paleocorrientes indican un área madre con importante actividad tectónica situada hacia el sur y el oeste.

## INTRODUCCION

Aunque existen numerosos estudios generales sobre la estratigrafía regional del Silúrico y Devónico de Bolivia, y algunos estudios de detalle de la bioestratigrafía, hasta el momento no se ha publicado un estudio de las facies y ambientes sedimentarios que caracterizan estos sistemas. En este trabajo se presentan los resultados del análisis de facies y secuencial realizado en las unidades Kirusillas, Tarabuco y Santa Rosa, en los dominios del Subandino e Interandino boliviano. Estas rocas se sedimentaron durante el Silúrico Superior y Devónico Inferior. Se propone una interpretación paleoambiental y paleogeográfica de la zona durante este periodo.

## MARCO GEOLOGICO

La sedimentación del Silúrico y Devónico en el sector estudiado tuvo lugar en una cuenca de antepaís adyacente a un frente de deformación (cinturón de deformación o faja plegada y corrida de antepaís) situado hacia el oeste y sur de la cuenca, y relacionado con la subducción oblicua de la corteza oceánica hacia el este (Díaz *et al*, 1996). Los materiales depositados en esta cuenca actualmente se hallan afectados por eventos tectónicos posteriores.

## ESTRATIGRAFIA

El Ciclo Cordillerano involucra a los eventos geológicos que ocurrieron entre los movimientos compresivos de la Fase Oclóyica y la Fase Eohercínica (Suárez, R., 1989). En análisis secuencial las rocas depositadas durante este periodo se distingue la Supersecuencia Chuquisaca (Sempere, 1990-1995), esta secuencia se halla conformada por dos *sets* estratigráficos. El primer *set*

comprende a las formaciones Cancañiri, Huanuni y Llallagua. El segundo *set* esta constituido por tres megasecuencias regresivas. La primera megasecuencia esta compuesta por las formaciones Kirusillas, Tarabuco y Santa Rosa; la segunda secuencia comprende a las formaciones Icla y Huamampampa y la tercera secuencia comprende a las formaciones Los Monos e Iquiri. El límite Silúrico-Devónico se ubica dentro la primera megasecuencia y las unidades que conforman esta secuencia son analizadas en este articulo.

## ANALISIS DE FACIES Y AMBIENTES SEDIMENTARIOS

El estudio de las litofacies ha permitido diferenciar un total de 12 litofacies más comunes (tabla 1). Las litofacies se han agrupado en un total de 5 Asociaciones de Litofacies (tabla 2). La individualización de las unidades litoestratigráficas de acuerdo a sus litofacies se ha llevado a cabo en las localidad tipo de Tarabuco (Quebrada Kharamayu) para las formaciones Kirusillas, Tarabuco y Santa Rosa, y en Icla (Angosto de Huasamayu) para las formaciones Santa Rosa e Icla.

Asociación de litofacies 1 (AL1).- Está constituida predominantemente de lutitas finamente laminadas, intercalan delgados niveles de areniscas muy finas, algunas laminas presentan bioturbación. Las lutitas son de color gris oscuro, los niveles bioturbados tienen tonos gris claro y gris verdoso. Se encuentran nódulos de pirita y nódulos calcáreos. Estas facies se encuentran en las formaciones Kirusillas, Icla y en algunos tramos no representativos en las formaciones Tarabuco y Santa Rosa.

Interpretación: Esta facies corresponden a un ambiente de *offshore* distal. El nivel de energía es débil y la sedimentación es



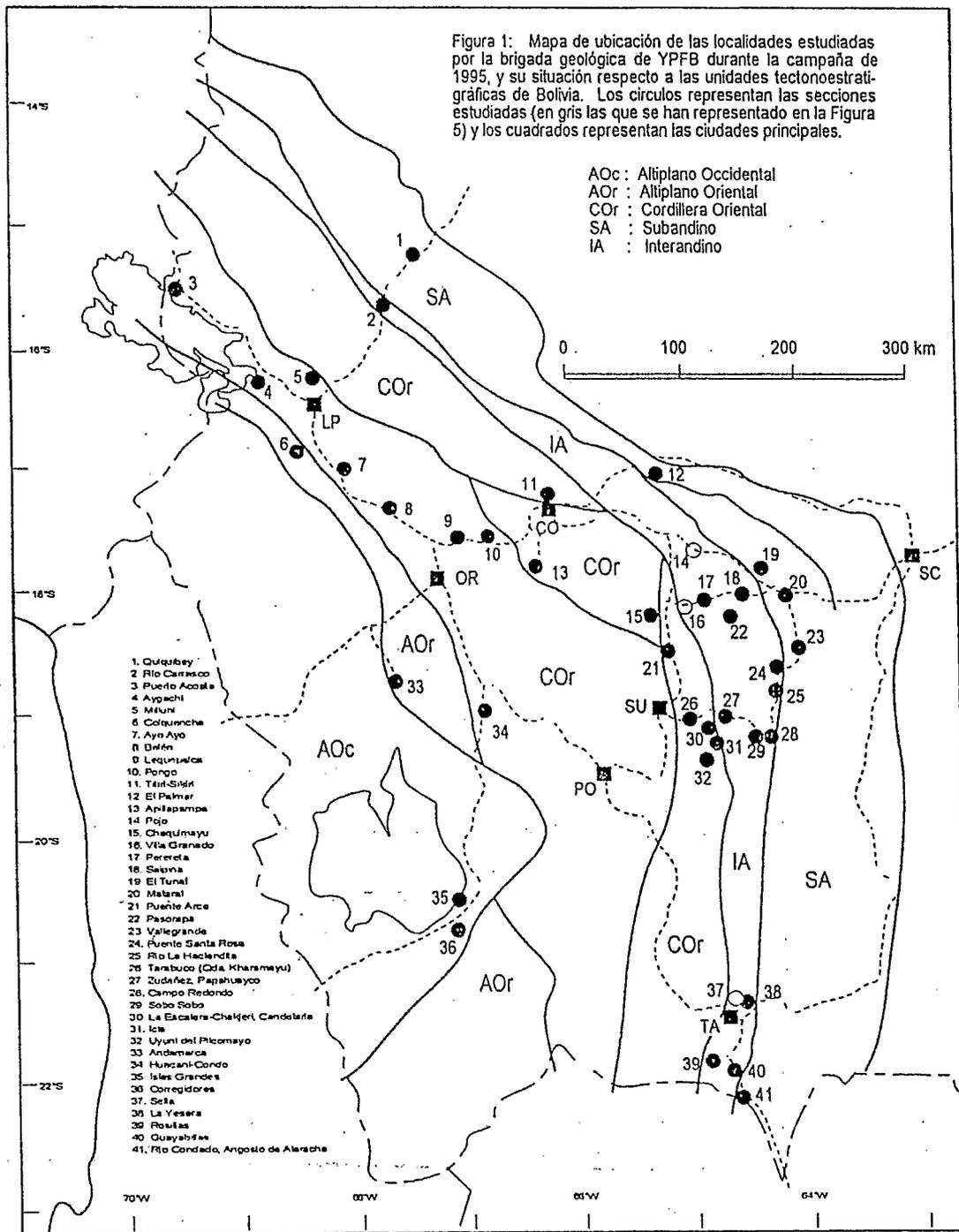


Fig. 1. Mapa de Ubicación de las localidades estudiadas por la brigada de YPFB durante la campaña de 1995, y su situación respecto a las unidades tectonoestratigráficas de Bolivia, Los círculos representan las secciones estudiadas (en gris las que se han representado en la Figura 5) y los cuadrados representan las ciudades principales.

AOc: Altiplano Occidental, AOr : Altiplano Oriental, COr : Cordillera Oriental, SA : Subandino, IA : Interandino.

producida por la precipitación del material fino por debajo del nivel del base del oleaje durante las tormentas. Los niveles de areniscas corresponden a turbiditas de plataforma. Los flujos turbidíticos son generados por las tormentas. Algunos niveles de areniscas corresponden a tempestitas que fueron generados por tormentas de mayor magnitud y donde el nivel de base de las olas descendió a una profundidad mayor. Durante los periodos de buen tiempo se produce una sedimentación lenta con bioturbación del material, durante los periodos de tormentas el aporte de material es mayor y la sedimentación es más rápida produciendo una alternancia de niveles con y sin bioturbación. Las condiciones hidrodinámica originadas por las tormentas permiten la presencia de restos de platas psilofitales, atpicas en este ambiente.

Asociación de litofacies 2 (AL2).- Esta constituida por una alternancia de areniscas y lutitas en diferentes proporciones. Las areniscas son cuarcíticas, micáceas, de grano muy fino a medio, de color gris oscuro a gris claro. Las facies mas distales tienen una mayor proporción de lutitas y mayor desarrollo de tempestitas con estratificación cruzada tipo *hummocky*, los niveles de arena son más delgados y de grano muy fino a fino. Las facies más proximales presentan facies de ondulitas de oleaje más frecuente y un mayor porcentaje de arena. Se encuentran tempestitas amalgamadas y tempestitas con secuencias incompletas. Algunas tempestitas presentan niveles niveles conglomerádicos compuestos de intraclastos de lutitas y areniscas oxidadas, de formas discoidales, subredondeadas a bien redondeadas, sin orientación aparente, con tamaños que van de 2 a 15 cm, mala selección, con esporádicos extraclastos de cuarcitas. Asociados a estos niveles a manera de bioclastos, se presentan fósiles (bivalvos, braquiópodos, restos de peces acantodios, plantas psilofitales, etc.) Algunos niveles presentan una mayor acumulación de cristales de mica (< 0.5 cm). Los niveles lutíticos del tope de la tempestita pueden estar bioturbados, las huellas de la bioturbación pueden ser preservados en los calcos del nivel arenoso que le precede. Esta asociación de facies se presenta en la Formación Tarabuco.

Interpretación: Esta asociación de litofacies se produce en el *shoreface*, la presencia de las tempestitas evidencia la acción las tormentas en la sedimentación. La tormenta produce el transporte del material de niveles próximos a niveles distales. Durante periodos de buen tiempo, se depositan lutitas en el *shoreface* distal, la bioturbación que presentan indican una sedimentación lenta, la capa arenosa que le sigue refleja una sedimentación rápida durante la tormenta. En el *shoreface* proximal la tormenta se ve reflejada en las facies destructivas, el carácter erosivo de la tormenta está reflejado por los intraclastos (los cuales además indican un cierto transporte) y las bases erosivas. Durante buen tiempo tiene lugar la acción del oleaje.

Asociación de litofacies 3 (AL3).- Esta conformada por bancos de areniscas con laminación cruzada de bajo ángulo y laminación paralela. Las areniscas son cuarcíticas y macizas, tienen espesores desde 30 cm a 4 m de espesor, coloraciones gris claro a gris oscuro, en algunos casos, al techo de los bancos o en el tope de los *sets*, se pueden encontrar ondulitas de oleaje. Se presenta en las formaciones Tarabuco y Santa Rosa.

Interpretación: Estas litofacies se desarrollan en el *foreshore*, el proceso dominante es la batida del oleaje que produce la laminación paralela de régimen de flujo y la buena selección del sedimento, los episodios de depósito sucesivos producen los *sets* discordantes entre si. Aportes mayores de arena originan la presencia de sistemas de barras. La acción erosiva de las tormentas puede producir la destrucción de las facies de los subambientes.

Asociación de litofacies 4 (AL4).- AL4.- Está compuesta por areniscas con estratificación cruzada en surco, de grano medio (menos frecuente grano fino y grueso), ocasionalmente se observa clastos dispersos de cuarcita (< 5 cm), los *sets* tienen espesores desde 30 cm hasta los 2.00 m. Ondulitas de oscilación se encuentran en los topes de algunos *set*. Estas facies se presentan en la Formación Santa Rosa y en algunos niveles de la Formación Tarabuco.

Interpretación: La estratificación cruzada en surco evidencia corrientes unidireccionales tractivas de alto y bajo régimen de flujo producidas en un ambiente de llanura deltaica.

Asociación de litofacies 5 (AL5).- Esta constituida por todos los niveles en los que se evidencia procesos de resedimentación. Estos tramos presentan manifestaciones diferentes: -Bloques deslizados de areniscas (>1m), el grado de deformación interna es variable, en aquellos bloques de areniscas que conservan su estructura interna se observa (AL2, AL3, AL4), y que se depositan en zonas más proximales; -en otros casos el grado de mezcla de los materiales implicados en proceso de resedimentación (arenas y lutitas), se incrementa, transformándose en una lutita arenosa maciza, que de acuerdo al material involucrado en la resedimentación pueden originar diamictitas; - y lutitas macizas resedimentadas. Estas manifestaciones de resedimentación pueden encontrarse juntas o encontrarse solo una de ellas, en el caso de encontrar solo las lutitas macizas o las lutitas arenosas, la identificación de estos procesos es mas difícil. Esta asociación de facies se presenta en la Formación Tarabuco y algunas veces en la Formación Santa Rosa.

Interpretación: Estas litofacies son relacionadas con periodos de sedimentación catastrófica originadas por grandes terremotos. La estabilidad del sedimento depende de sus propiedades internas (cohesividad, contenido de agua, tamaño de grano, densidad, etc) y por factores externos como la estabilidad de la pendiente. La ubicación en la secuencia estratigráfica de los niveles que indiquen estos episodios, puede ser usada como un criterio adicional de correlación de eventos o grupos de eventos según posición en la columna.

## PALEOGEOGRAFIA

La dirección de las paleocorrientes medidas en las formaciones Tarabuco y Santa Rosa (figura 4) indican un área de aporte situada hacia el sur y el oeste (fig 4). La evolución vertical de las paleocorrientes no muestra un cambio significativo en las direcciones. La variación lateral de facies muestra que en la región sur las secuencias son más arenosas y con espesores mayores, y AL-3 y AL-4 son más frecuentes. En el Subandino e Interandino

Código	Tamaño de grano	Estructuras sedimentarias	Espesor (cm)	Interpretación
Fl	Lutitas	Laminación paralela	< 0.5	Decantación por debajo del nivel de base de las olas
Fb	Lutitas	Bioturbación intensa o parcial	Variable	Retrabajamiento del sedimento por organismos. Baja tasa de sedimentación
Shc	Areniscas de grano muy fino a medio	Estratificación cruzada tipo hummocky	5-100	Flujo combinado de corrientes oscilatorias y unidireccionales generadas por tormentas
Sh	Areniscas de grano muy fino a medio	Laminación paralela	<100	Corrientes unidireccionales. Alto y bajo régimen de flujo
Sm	Areniscas de grano muy fino a fino	Masivo, no visible	Variable	Flujos de gravedad
Sr	Areniscas de grano fino a medio	Ondulitas de corriente	1-10	Corrientes unidireccionales. Alto y bajo régimen de flujo
Sw	Areniscas de grano muy fino a fino	Ondulitas de oscilación	1-10	Corrientes oscilatorias producidas por el oleaje. Bajo régimen de flujo
Sb	Areniscas de grano muy fino a medio	Bioturbación intensa o parcial	Variable	Retrabajamiento del sedimento por organismos. Baja tasa de sedimentación
Sd	Areniscas de grano fino a medio	Capas deslizadas	Variable	Resedimentación de capas
Sl	Areniscas de grano fino a medio	Estratificación cruzada de bajo ángulo	<400	Retrabajamiento de los depósitos litorales por la batida del oleaje
St	Areniscas de grano fino a grueso	Estratificación cruzada en surco	<200	Corrientes unidireccionales. Bajo régimen de flujo
Dmb	Diamictita	Masiva, con bloques deslizados intracuencales	Variable	Flujos de gravedad con resedimentación, fluidificación y mezcla del material

Tabla 1. Descripción e interpretación de las principales litofacies de las unidades del Silúrico y Devónico Inferior e Interandino de Bolivia.

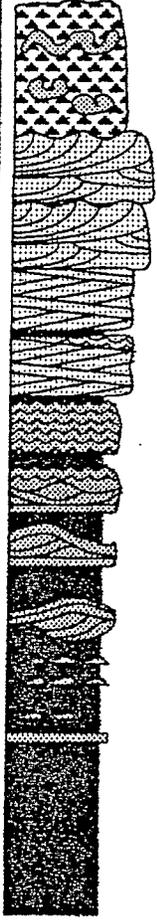
	Asociación de litofacies	Facies	Descripción	Interpretación del Ambiente sedimentario	Presente en la Formación:
	AL-5	Dmb (Sm, Fl)	Diamictitas masivas y materiales resedimentados de diferente tipo	Resedimentación submarina con licuefacción parcial de capas. Inestabilidad tectónica.	Tarabuco (Santa Rosa)
	AL-4	St (Sw, Sr, Sl)	Predominantemente areniscas	Llanura deltaica	Santa Rosa
	AL-3	Sl (Sw, Sh)	Predominantemente areniscas, con intercalaciones de delgados niveles de lutitas	Foreshore	Tarabuco (Santa Rosa)
	AL-2	Sw, Shc (Sm, Sh, Sb)	Predominantemente areniscas, con intercalaciones de delgados niveles de lutitas	Shoreface superior	Tarabuco
		Shc, Fl (Sh, Sr, Sm, Sb, Fb)	Alternancia de areniscas y lutitas	Shoreface inferior	Tarabuco
	AL-1	Fl, Fb (Sr, Sm, Sb, Sh)	Predominantemente lutitas, con intercalación de delgados niveles de areniscas	Offshore superior	Kirusillas Icía
		Fl, Fb	Predominantemente lutitas	Offshore inferior	Kirusillas Icía

Tabla 2. Descripción e interpretación de las principales asociación de litofacies (AL) presentes en las unidades del Silúrico y Devónico inferior de Bolivia en la región del Subandino e Interandino de Bolivia (en paréntesis cuando la presencia no es tan frecuente). Véase la descripción e interpretación de cada litofacies en la tabla 1.

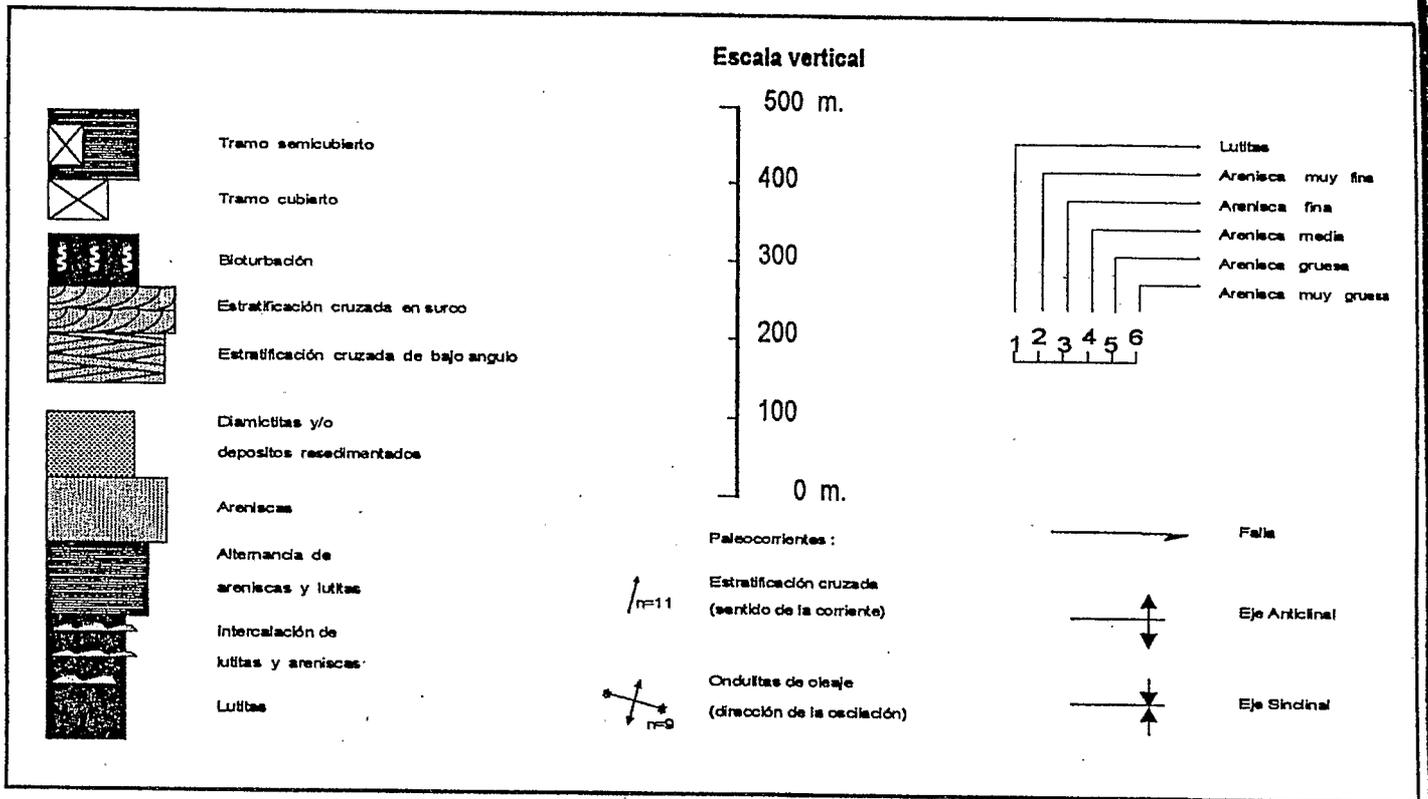


Fig. 2. Leyenda de las columnas estratigráficas.

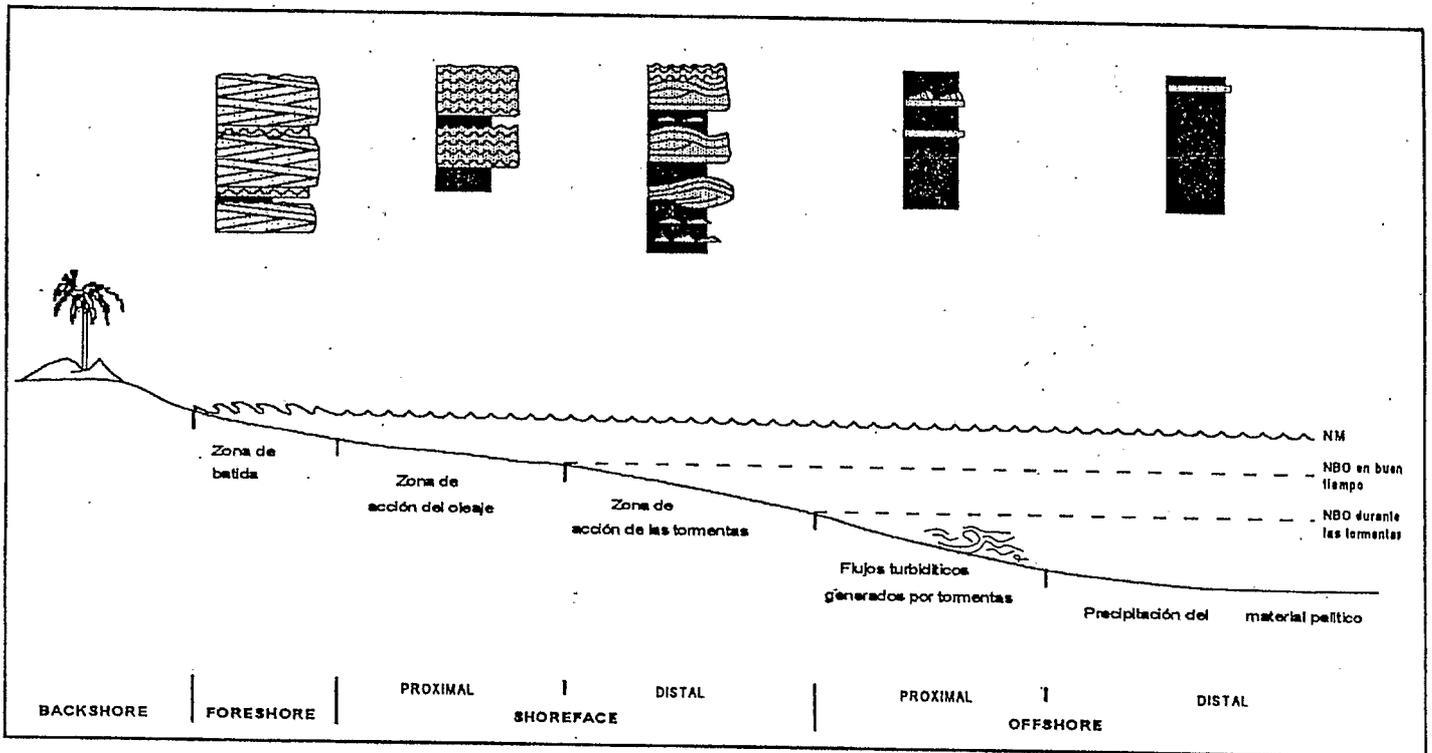


Fig. 3. Diagrama de los ambientes sedimentarios considerados.

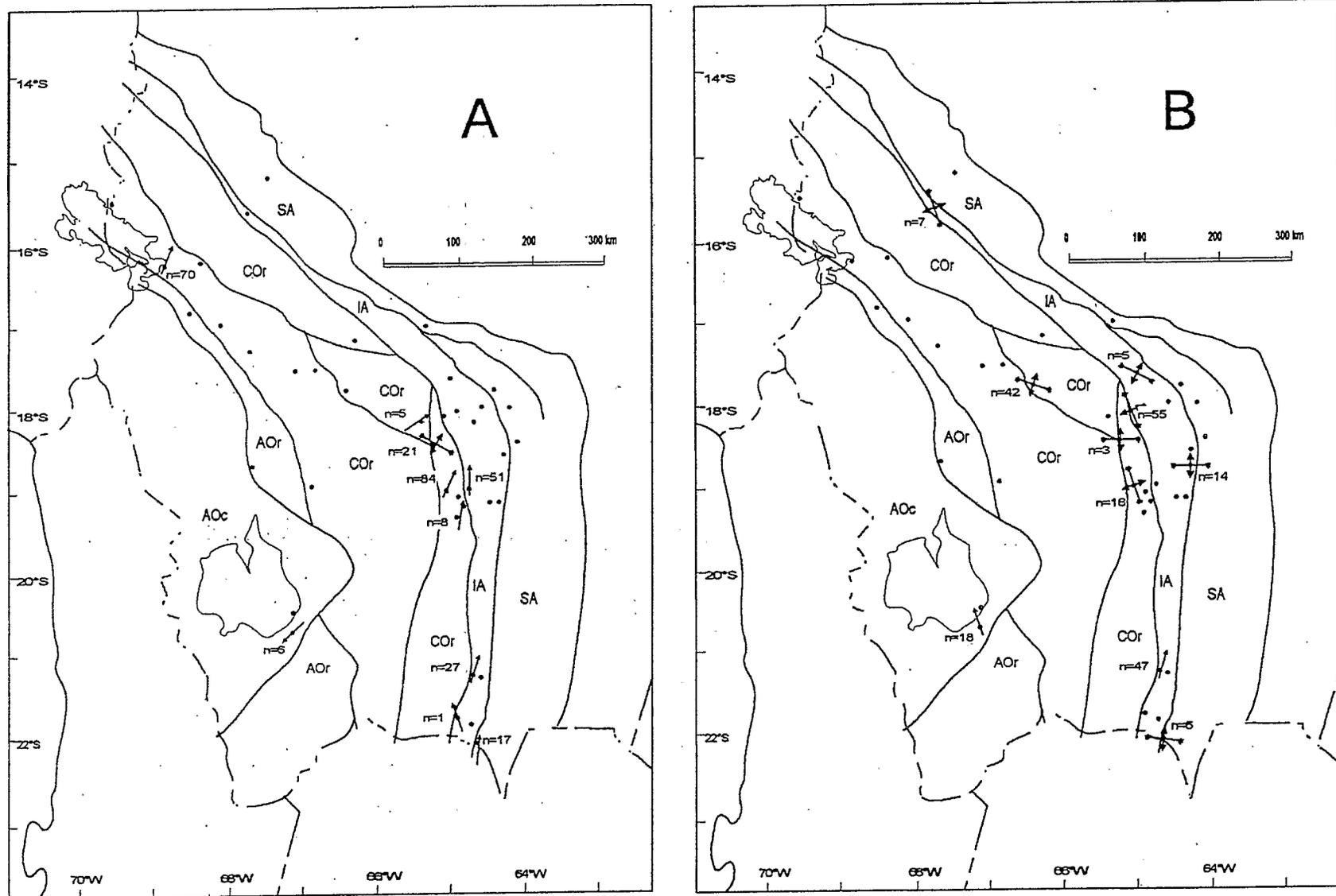


Fig. 4. Mapas de paleocorrientes medidas en las formaciones Santa Rosa y Vila Vila (A), y en las formaciones Tarabuco y Catavi (B). Los puntos indican las secciones estudiadas por la brigada geológica de YPF durante la campaña de 1995. Explicación de los dominios tectonoestratigráficos en la Fig. 1.

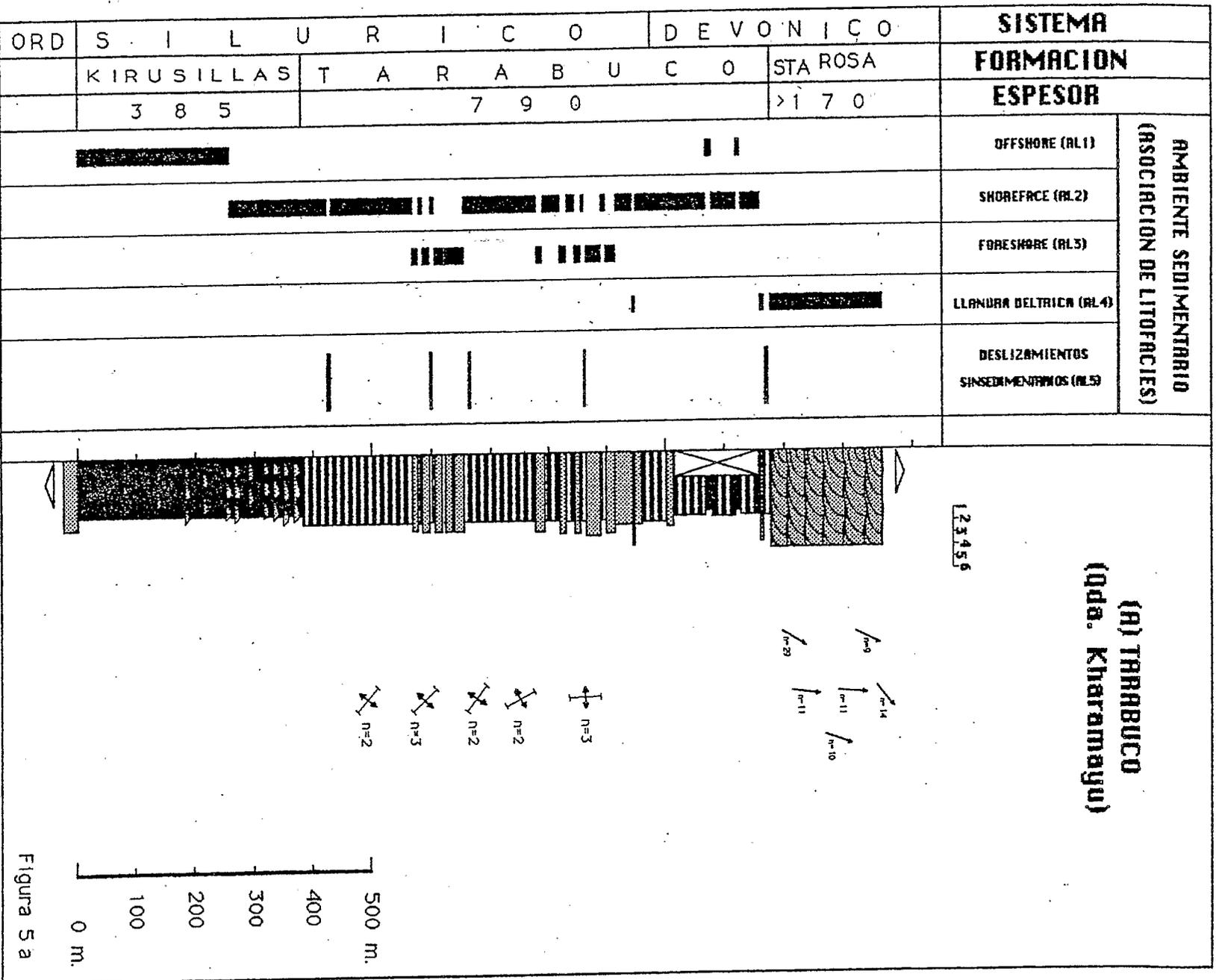


Fig. 5a. Sección estratigráfica de Tarabuco, Quebrada Kharamayu (Chuquisaca).



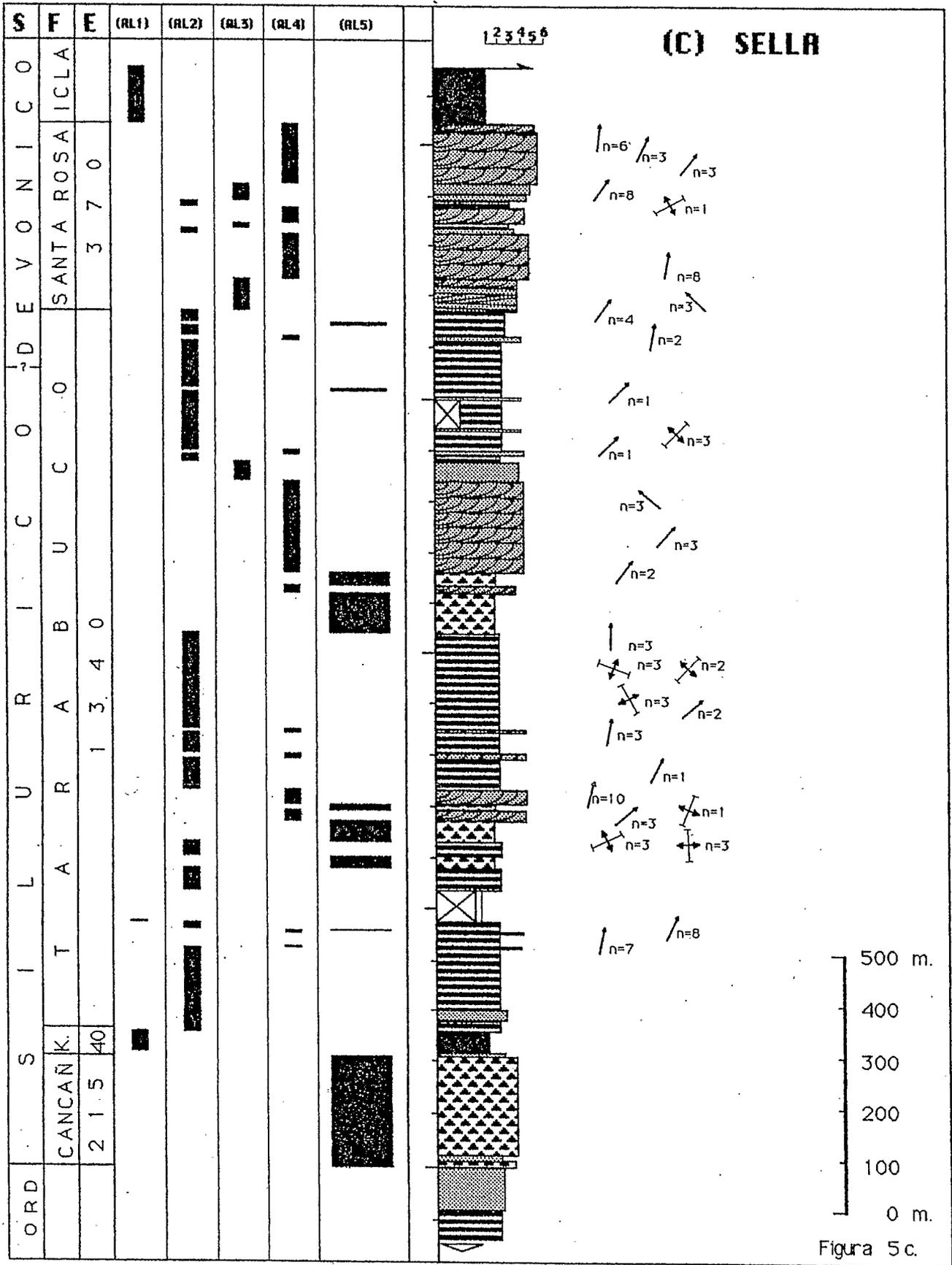


Fig. 5c. Sección estratigráfica Sella (Tarija).

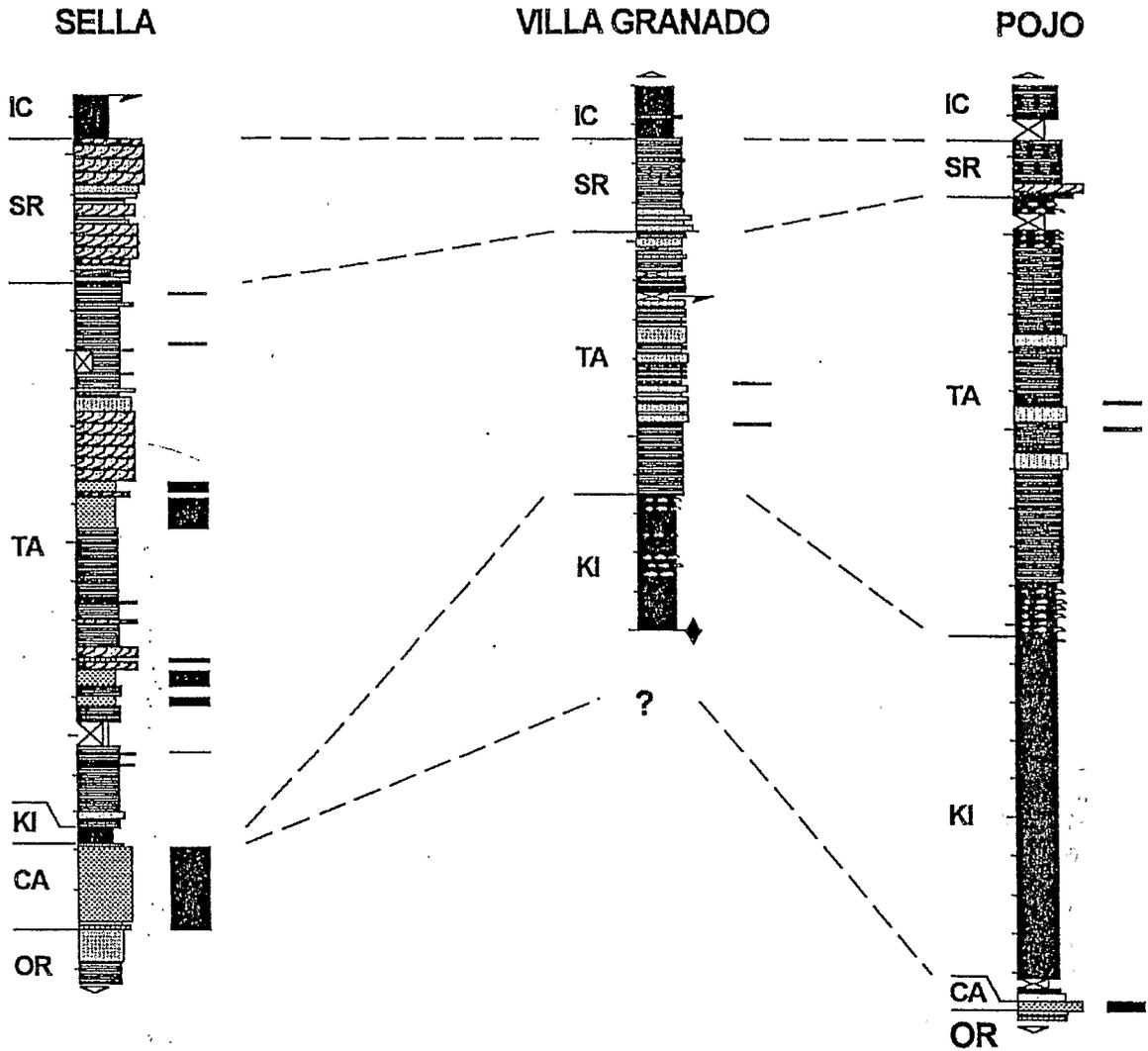


Fig. 6. Correlación de unidades litoestratigráficas nivelada a la base de la Formación Icla. Las secciones pertenecen al Interandino (ver Fig. 1 para ubicación). Nótese el mayor desarrollo de facies distales hacia el norte. Hacia el sur las facies proximales y los flujos de gravedad y depósitos resedimentados se presentan con mayor frecuencia y magnitud (barras negras).  
Clave para las unidades : OR, Ordoviciano; Ca. Caññiri; KI, Kirusillas; TA, Tarabuco; SR, Santa Rosa; IC, Icla.

Centro, las facies son más distales, AL-1 y AL2 presentan mayor desarrollo, y los espesores de las formaciones lutíticas aumenta. Las evidencias de inestabilidad y resedimentación (AL-5) son más frecuentes y de mayor magnitud hacia el sur y oeste ( Sella, Angosto de Alarache, Corregidores y Aychi), posiblemente por la influencia de un borde tectónicamente activo de la cuenca.

La evolución vertical general de la serie estudiada corresponde a una secuencia regresiva de progradación deltaica (formaciones Kirusillas-Tarabuco-Santa Rosa). Entre las formaciones Santa Rosa e Icla tiene lugar una subida relativa del nivel del mar, este intervalo está representado por una secuencia regresiva muy bioturbada. En la sección de Sella (figura 5c), dentro la secuencia mayor Kirusillas-Tarabuco-Santa Rosa, es posible diferenciar hasta

tres parasecuencias regresivas menores, de las cuales el miembro superior de la última secuencia corresponde a la Formación Santa Rosa. En otras regiones puede suceder que estas secuencias se amalgamen o se interdigiten, haciendo más difícil su identificación y posterior correlación, sin embargo, en la mayoría de las secciones la segunda secuencia viene representada por un incremento en contenido de arena con estratos de espesores mayores y con facies más proximales ubicadas en la parte central de la Formación Tarabuco. El aumento de la tasa de sedimentación está posiblemente relacionado con pulsos tectónicos; en muchas parasecuencias se observa que, suprayaciendo a un nivel con deslizamientos (AL-5), aparecen facies deltaicas (AL-3 y AL-4), indicando una progradación relativamente rápida del frente deltaico.

## CONCLUSIONES

El análisis e interpretación preliminar de las facies y ambientes sedimentarios permiten identificar un ambiente de plataforma siliciclástica somera dominada por el oleaje y las tormentas. El sentido de la progradación de los sistemas deltaicos y las paleocorrientes indican un área madre con importante actividad tectónica situada hacia el sur y el oeste.

## REFERENCIAS

- AHLFELD, F., 1960. *Geología de Bolivia*.- Instituto boliviano del Petróleo. La Paz
- ARDAYA BARBA, Y., 1993. Niveles devónicos de correlación, área de Santa Cruz-Chapare-Boomerang.- *Informe inédito YPFB*, Santa Cruz
- AYAVIRI, A., 1966. Estratigrafía del área de Valle Grande, Comarapa y Río Mizque.- *Informe inédito YPFB*, Santa Cruz
- BARRETT, S.F. & P.E. ISAACSON, 1989. Devonian Paleogeography of South América. (en: *Devonian of the World* ). Canadian Soc. Petrol. Geol., Memoir 14, 1: 655-667.
- BENEDETTO, J.J., T.M. SANCHEZ & E.D. BRUSSA, 1992. Las cuencas Silúricas de América Latina. (en: *Las Cuencas Silúricas de América Latina*, ed. J.C. Gutiérrez Marco, J. Saavedra & I. Rábano (eds). *Paleozoico Inferior de Ibero-América*). Universidad de Extremadura, España.
- BARRIOS, L. & G. BECCAR, 1987. Estratigrafía de detalle del área Sur del Lago Titicaca.- *Inf. ined. YPFB*, Santa Cruz
- BARRIOS ROJAS, L. & G. BECCAR, 1987. Estratigrafía de detalle en la región N.E. del Lago Titicaca - *Informe inédito YPFB*, Santa Cruz.
- BARRIOS ROJAS, L. & G. BECCAR, 1987. Estratigrafía de detalle área Altiplano y Cordillera Oriental.- *Informe inédito YPFB*, Santa Cruz.
- BECCAR MONTAÑO, G., 1991. Estratigrafía del área de Río Sacta, Dpto. de Cochabamba.- *Informe inédito YPFB*, Santa Cruz.
- BOSSI, G., 1983. Tempestitas en la Formación Iquiri en la Angostura del río Piraf (Departamento de Santa Cruz-Bolivia).- *Unión Internacional de Ciencias Geológicas - Programa Internacional de Correlación Geológica*. Proyecto 193 "Silúrico y Devónico de América Latina", II Reunion Internacional, Sucre - Bolivia.
- BOSO, M.A., C.R. MONALDI & J.A. SALFYTY, 1983. Silúrico y Devónico del Noroeste argentino: Investigaciones en desarrollo.- *Unión Internacional de Ciencias Geológicas - Programa internacional de Correlación Geológica*. Proyecto 193 "Silúrico y Devónico de América Latina", Segunda Reunion Internacional, Sucre - Bolivia.
- BRANISA, L., 1960. El problema del límite inferior del Devónico boliviano y la edad de las areniscas basales de Icla.- *Boletín Técnico de Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos*, 2 (6) : 7-26.
- BRANISA, L., 1960. Nuevas correlaciones del Devónico boliviano. *Boletín Técnico de Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos*. Tomo 2, N° VI. p. 7-16.
- DAVILA, J. & E. RODRIGUEZ, 1967. El Sistema Devónico de Bolivia y el problema de su base.- *Boletín del Instituto Boliviano del Petróleo*, 7 (2) : 28-46.
- DIAZ MARTINEZ, E., 1995. Devónico superior y Carbonífero del Altiplano de Bolivia: Estratigrafía, sedimentología y evolución paleogeográfica.- *ORTOM Bolivia*. Informe n° 46.
- DIAZ MARTINEZ, E., 1992. Inestabilidad tectónica en el Devónico superior del Altiplano de Bolivia: Evidencias en el registro sedimentario.- *III Congreso Geológico de España y VIII Congreso Latinoamericano de Geología*, Salamanca. Actas, 4 : 35-39.
- DIAZ MARTINEZ, E., R. LIMACHI, V.H. GOITIA, D. SARMIENTO, O. ARISPE & R. MONTESINOS, 1996. Inestabilidad tectónica relacionada con el desarrollo de la cuenca de antepais paleozoica de los Andes Centrales de Bolivia ( 14° - 22°S).- en prensa
- DUNN, C., E. ARIAS & C.D'ARLACH, 1975. La Formación Santa Rosa en el subsuelo del Subandino Sur.- *Revista Técnica de YPFB*, 4 (3) : 297-326.
- GABALDON, V., 1990. Plataformas siliciclásticas externas: Facies y su distribución areal (Plataformas dominadas por tormentas); Parte I: Procesos sedimentarios y facies.- *Boletín Geológico y Minero*; Parte II: Análisis de cuencas. Vol. 101-5. España.
- ISAACSON, P.E. & E. DIAZ, 1995. Evidence for a middle-late Paleozoic foreland basin and significant latitudinal shift, Central Andes.- *AAPG Memoir*, 62 : 231-249.
- LOPEZ-PAULSEN, O., M. LOPEZ-PUGLIESSI, R. SUAREZ-SORUCO & J. OLLER-VERAMENDI, 1992. Iª Conferencia Internacional de las cuencas del Fanerozoicas del Gondwana Sudoccidental; Estratigrafía, facies, ambientes y tectónicas fanerozoicas, en un sector de la Cordillera de los Andes. Sucre, Chuquisaca. Y.P.F.B.
- LOPEZ-PAULSEN, O., G. MONTEMURRO & H. TRUJILLO, 1982. Estratigrafía del Paleozoico Medio en las Siñas de San José y Santiago de Chiquitos.- *Informe inédito YPFB*, Santa Cruz
- LOPEZ-PUGLIESSI, M. & R. LOPEZ-MURILLO, 1975. Estratigrafía de los sistemas Silúrico y Devónico en Bolivia.- *Revista Técnica de YPFB*, 4 (3) : 233-264.
- LOPEZ-PUGLIESSI, M. & R. SUAREZ-SORUCO, 1982. Síntesis estratigráfica del Devónico boliviano en la cuenca subandina del Sur.- *Informe inédito de YPFB*.
- MONTEMURRO, G., 1994. Estratigrafía genética y ambiente sedimentario del Silúrico y Devónico en la cuenca del Chaco boliviano.- *YPFB-ORSTOM*, Informe. n° 40.
- RACHEBOEUF, R.P., A. LeHERISSE, F. PARIS, C. BABIN, F. GUILLOCHEAU, M. TRUYOLS-MASSONI & R. SUAREZ-SORUCO, 1993. Le Dévonien de Bolivie: biostratigraphie et chonostratigraphie.- *C.R. Acad. Sci. Paris*, 317 : 795-802.
- RODRIGO, L.A., A. CASTAÑOS & R. CARRASCO, 1977. La Formación Cancañiri, sedimentología y paleogeografía.- *Revista de Geociencias U.M.S.A.*, 1 (1) : 1-22.
- SEMPERE, T., 1990. Cuadros estratigráficos de Bolivia: Propuestas nuevas.- *Revista Técnica de YPFB*, 11 (2-3) : 215-227.
- SEMPERE, T., 1995. Phanerozoic Evolution of Bolivia and Adjacent Regions.- (in A.J. Tankard, R. Suárez-Soruco & H.J. Welsink (eds) *Petroleum Basins of South América*). AAPG Memoir 62 : 207-230.

SUAREZ-RIGLOS, M., 1975. Distribución estratigráfica de algunos fosiles Silúrico-Devónicos.- *Revista Técnica de YPF*, 4 (3) : 213-232.

SUAREZ-SORUCO, R., 1992. El Paleozoico Inferior de Perú y Bolivia.- (en J.G. Gutierrez Marco, J. Saavedra & I. Rábano (eds). *Paleozoico Inferior de Ibero-America*). : 225-239, Universidad de Extremadura, España.

SUAREZ SORUCO, R. 1983. Desarrollo Tectosedimentario del Paleozoico Inferior de Bolivia. . *Inf. Int. Y.P.F.B.*, Santa Cruz-Bolivia.

SUAREZ SORUCO, R. 1984. El Ciclo Cordillerano (Silúrico - Carbónico Inferior) en Bolivia y su relación con países limítrofes. *Inf. Int. Y.P.F.B.*, Santa Cruz-Bolivia.

SUAREZ SORUCO, R. 1995. Comentarios sobre la edad de la formación Cancañiri. *Revista Técnica de Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos*. Vol. 16, Nº 1-2. p. 51-54. Cochabamba.

SUAREZ SORUCO, R. 1988. Estudio bioestratigráfico del Ciclo Cordillerano de Bolivia. *Tesis de ingreso a la Academia Nacional de Ciencias de Bolivia*. Inf. Int. Y.P.F.B., Santa Cruz-Bolivia.

TORO, M., C.VARGAS & R. BIRHUET, 1992. Los trilobites ashgilianos de la Formación Cancañiri, región de Milluni-Cordillera Real, Dpto de La Paz. *Resúmenes del X Congreso Geológico Boliviano*. La Paz. p. 188-190

TORO, M. 1994. Los trilobites Hirnantianos de la Formación Cancañiri. *Memorias XI Congreso Geológico Boliviano*. Santa Cruz. p. 260-264.

