

## FACIES Y AMBIENTES SEDIMENTARIOS DEL SILURICO Y DEVONICO INFERIOR DE BOLIVIA

Oscar ARISPE<sup>(1)</sup>

Enrique DIAZ<sup>(2)</sup>

### RESUMEN

El análisis e interpretación preliminar de las facies y ambientes sedimentarios de las unidades del Silúrico y Devónico inferior de Bolivia en sus secciones tipo permiten identificar un ambiente de plataforma siliciclástica somera dominada por el oleaje y las tormentas. El sentido de progradación de los sistemas deltaicos y las paleocorrientes indican un área madre con importante actividad tectónica situada hacia el oeste y sur. En el Silúrico inferior el área madre presentó una mayor actividad tectónica, así como glaciación local, posiblemente debida al levantamiento y formación de relieves en latitudes altas a medias.

### ABSTRACT

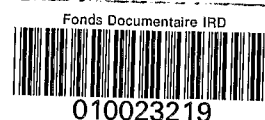
The preliminary analysis and interpretation of sedimentary facies and environments present in the Silurian and Lower Devonian type sections of Bolivia identifies a storm- and wave-dominated shallow siliciclastic shelf for most of the sequence. Deltaic progradation and paleocurrent directions identify a tectonically-active source area located to the west and south. In the Early Silurian, tectonic activity was stronger, and local glaciation developed, probably as a result of uplift and relief formation in high-to-mid latitudes.

### 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. La realización de un análisis sedimentológico y secuencial es importante para poder resolver los problemas que continuamente surgen respecto a la definición de unidades, límites de secuencias, zonas bioestratigráficas, y su correlación.

(1) UMSA, Casilla , La Paz, Bolivia

(2) ORSTOM, Casilla 9214, La Paz, Bolivia



Fonds Documentaire IRD

Cote : Bx 23 219 Ex : arispe

En este trabajo se presentan los resultados preliminares del análisis de facies y secuencial realizado en las unidades del Silúrico y Devónico inferior de Bolivia, y se propone una interpretación paleoambiental y paleogeográfica de la zona durante este periodo. Este estudio forma parte de la tesis de grado del primer autor, y constituye un aspecto parcial del trabajo realizado durante la campaña de revisión de la bioestratigrafía y potencial de hidrocarburos del Silúrico y Devónico de Bolivia por la brigada geológica de la Gerencia de Exploración de YPFB en 1995 con asesoría técnica de ORSTOM.

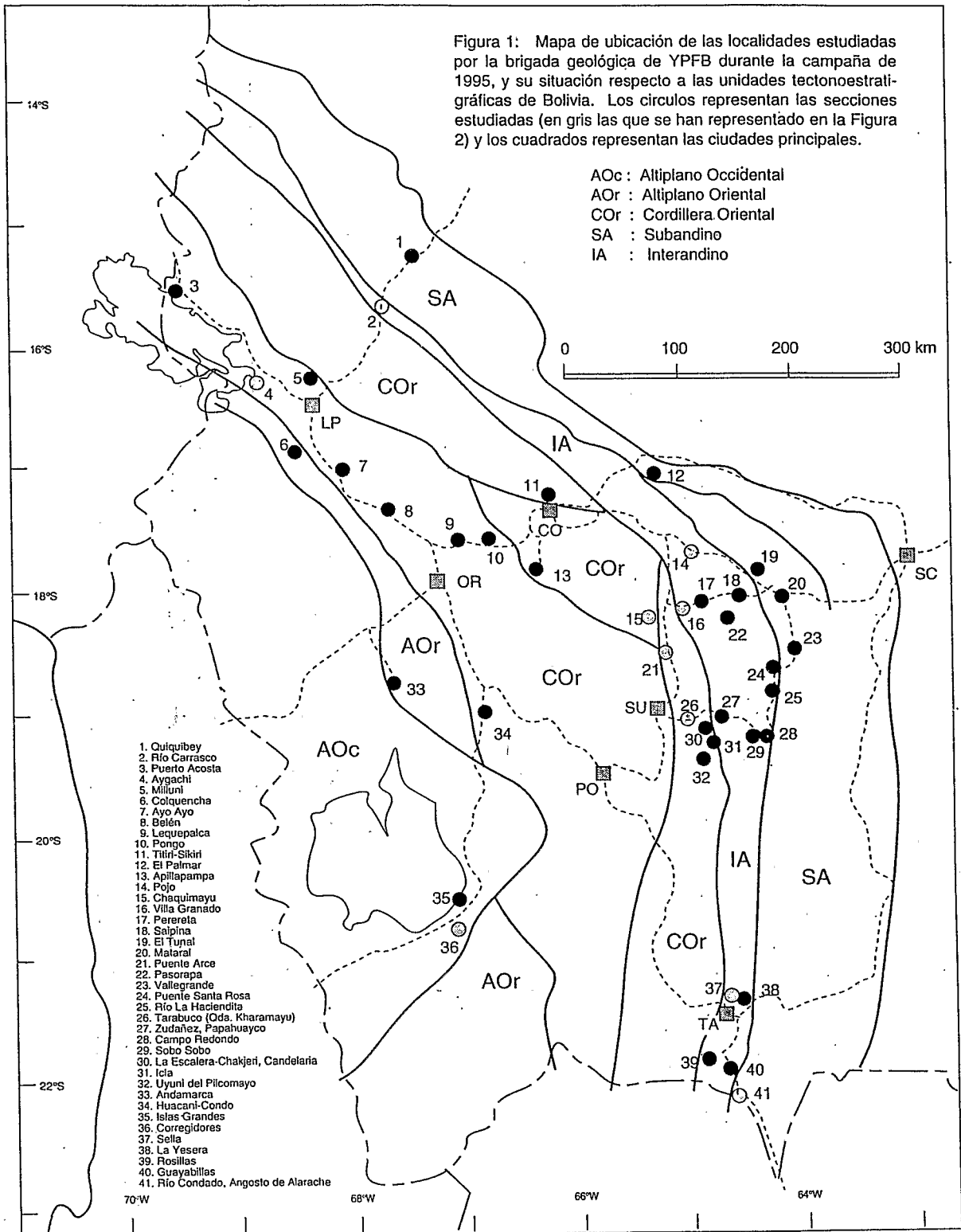
## MARCO GEOLOGICO

La configuración geológica actual de los Andes Centrales es resultado de la superposición de varios ciclos tectónicos. Durante la orogénesis andina, se produjo un acortamiento tectónico que formó fajas plegadas y corridas, y como consecuencia se originaron dominios tectonoestratigráficos limitados por fallas (Figura 1). Cada dominio tectonoestratigráfico presenta una secuencia estratigráfica definida y un estilo estructural característico. El acortamiento tectónico produjo el apilamiento de las unidades tectonoestratigráficas, por lo que se considera que los afloramientos situados a uno y otro lado de las fallas que limitan cada dominio pudieron estar separados por muchos kilómetros durante su sedimentación.

El ciclo Cordillerano comprende las supersecuencias Chuquisaca y Villamontes, depositadas durante los intervalos Ashgilliano-Fameniano y Fameniano-Serpukhoviano, respectivamente, en un mar epicontinental situado entre el escudo brasileño y el macizo de Arequipa. El espesor de los sedimentos depositados durante el Silúrico y Devónico en Bolivia sobrepasa en general los 3 km de espesor (González et al., este simposio).

Se han diferenciado dos conjuntos estratigráficos. El primero (Silúrico inferior) comprende las Formaciones Cancañiri y Llallagua, la primera constituida por diamictitas y capas resedimentadas, y la segunda por bancos masivos de areniscas con niveles deslizados interpretados como depósitos de turbiditas. El segundo conjunto está constituido por tres megasecuencias regresivas depositadas en un ambiente somero (plataforma y deltas), y que corresponderían a tres cortejos de sistemas de alto nivel del mar (HST). La primera megasecuencia involucra las formaciones Kirusillas, Tarabuco y Santa Rosa, depositadas desde el Ludloviano al Lochkoviano. La segunda megasecuencia comprende las formaciones Icla y Huamampampa, depositadas desde el Praghiano al Givetiano. La tercera megasecuencia comprende las formaciones Los Monos e Iquiri. En el presente artículo se estudian únicamente las facies y ambientes sedimentarios correspondientes a parte del conjunto inferior y a la primera secuencia de

Figura 1: Mapa de ubicación de las localidades estudiadas por la brigada geológica 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 2) y los cuadrados representan las ciudades principales.



tercer orden, es decir, las formaciones Cancañiri, Kirusillas (Uncía), Tarabuco (Catavi) y Santa Rosa (Vila Vila), del Silúrico y Devónico inferior.

### **ANÁLISIS DE FACIES Y AMBIENTES SEDIMENTARIOS**

En las rocas del Silúrico y Devónico se han diferenciado un total de 13 litofacies (Tabla 1), agrupadas en 6 asociaciones de litofacies (AL) descritas en la Tabla 2. Cada litofacies se ha relacionado con un determinado proceso genético, y al agruparlas en una asociación de litofacies, según las secuencias y su geometría y límites, se ha interpretado el ambiente sedimentario y los procesos asociados en su formación. Dada la limitación de espacio, y el carácter preliminar de este estudio, los detalles sobre el análisis de litofacies e interpretación de procesos y ambientes sedimentarios serán presentados en posteriores trabajos.

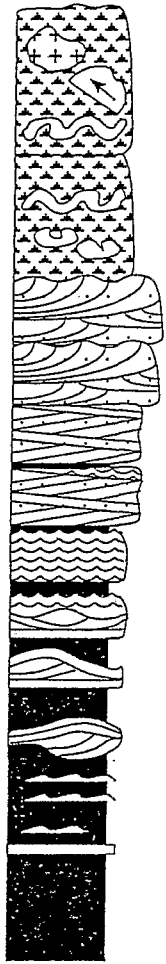
### **PALEOGEOGRAFIA**

El análisis de las secuencias presentes en cada sección estratigráfica (Figura 2), y de las paleocorrientes medidas en las formaciones Tarabuco y Santa Rosa (Figura 3), indican un área madre situada hacia el sur y oeste. En esta dirección, las secuencias se hacen más arenosas, y AL-3 y AL-4 son más frecuentes. En el área central, las facies de las formaciones tienden a ser más distales y se desarrollan más AL-1 y AL-2. Hacia el sur (Sella, Angosto de Alarache) y oeste (Corregidores) se llegan a encontrar niveles de conglomerados y frecuentes clastos dispersos en las areniscas. Las evidencias de inestabilidad y resedimentación (AL5) también son más frecuentes hacia el sur y oeste (Sella, Angosto de Alarache, Corregidores y Aygachi; Figura 2), posiblemente por la influencia de un borde tectónicamente activo de la cuenca. La frecuencia de los deslizamientos es menor, e incluso nula, hacia el este y norte. Durante la sedimentación de la Formación Cancañiri, el área madre presentaba glaciares que llegaron a los bordes de la cuenca. Los depósitos proglaciares y de la parte proximal de la plataforma fueron resedimentados a partes más profundas de la cuenca, dando lugar a la Formación Cancañiri. El Silúrico inferior (formaciones Cancañiri y Llallagua) todavía requiere un análisis de facies y ambientes sedimentarios más detallado en las secciones tipo (zona de Llallagua, Huanuni y Uncía), que no se realizó durante esta campaña.

La evolución vertical general de la serie estudiada corresponde a una secuencia regresiva de progradación deltaica, iniciada con una profundización de la cuenca y una marcada inestabilidad tectónica bajo un clima frío, con la aparición de glaciares en el área de aporte (Formación Cancañiri). La secuencia general que sigue a esta unidad se

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 intracuencales	Variable	Flujos de gravedad con resedimentación, fluidificación y mezcla del material
Dmc	Diamictita	Masiva, bloques intra y extracuencales, clastos éstriados y facetados	Variable	Flujos de gravedad. Evidencias de glaciación en el área madre

Tabla 1.- Descripción e interpretación de las principales litofacies presentes en las unidades del Silúrico y Devónico inferior de Bolivia.



	Código	Facies	Descripción	Ambiente sedimentario	Presente en la formación
	AL-6	Dmc (Sm, Fl)	Diamictitas masivas con bloques deslizados intracuencales, bloques extracuencales, y clastos estriados y facetados	Resedimentación submarina con influencia glacial. Inestabilidad tectónica y elevada sedimentación.	Cancañiri
	AL-5	Dmb (Sm, Fl)	Diamictitas masivas con bloques deslizados intracuencales	Resedimentación submarina con licuefacción parcial de capas. Inestabilidad tectónica.	Tarabuco (Santa Rosa)
	AL-4	St (Sw, Sr, Sl, Sh)	Predominantemente areniscas	Llanura deltaica	Santa Rosa
	AL-3	Sl (Sw, St, Sh, Fl)	Predominantemente areniscas, con intercalaciones de delgados niveles de lutitas	Foreshore	Tarabuco (Santa Rosa)
	AL-2	Sw, Shc (Sm, Sl, Sh, Sb)	Predominantemente areniscas, con intercalaciones de delgados niveles de lutitas	Shoreface superior	Tarabuco
		Shc, Fl (Sh, Sw, Sm, Sb, Fb)	Alternancia de areniscas y lutitas	Shoreface inferior	Tarabuco
	AL-1	Fl, Fb (Sr, Sm, Sb, Sh)	Predominantemente lutitas, con intercalaciones de delgados niveles de areniscas	Offshore superior	Kirusillas Icla
		Fl, Fb	Predominantemente lutitas	Offshore inferior	Kirusillas Icla

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

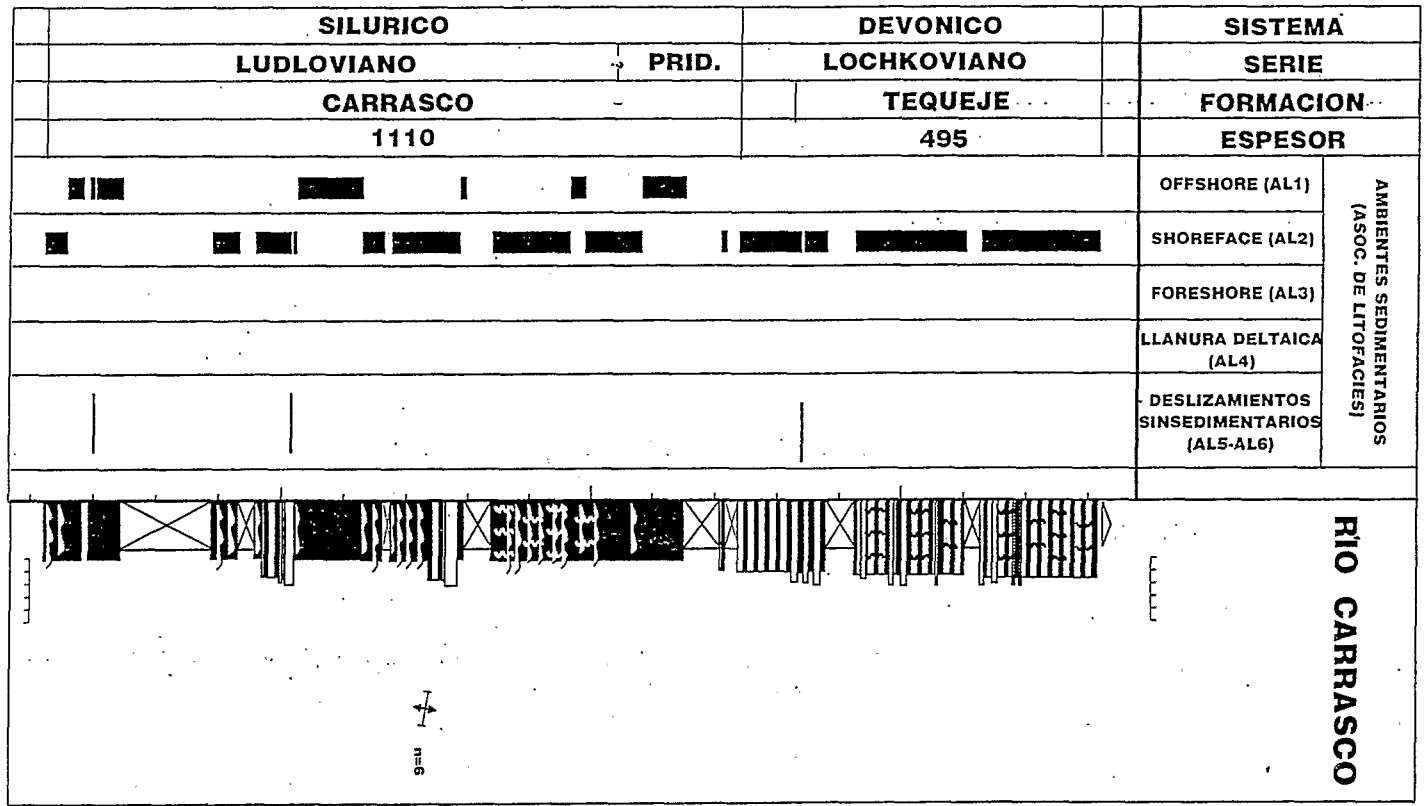
depositó en un ambiente de plataforma siliciclástica somera dominada por la acción de las tormentas y el oleaje, en latitudes medias a altas. Entre las formaciones Santa Rosa e Ica tiene lugar una subida relativa del nivel del mar. El aumento de la tasa de sedimentación está posiblemente relacionado con pulsos tectónicos: en muchas parasecuencias se observa que, suprayaciendo a un nivel con deslizamientos (AL5), aparecen facies deltaicas (AL-3 y AL4), indicando una progradación relativamente rápida del frente deltaico. Las evidencias de acción de las mareas son muy escasas, posiblemente por ser destruidas por la acción erosiva de las tormentas.

### CONCLUSION

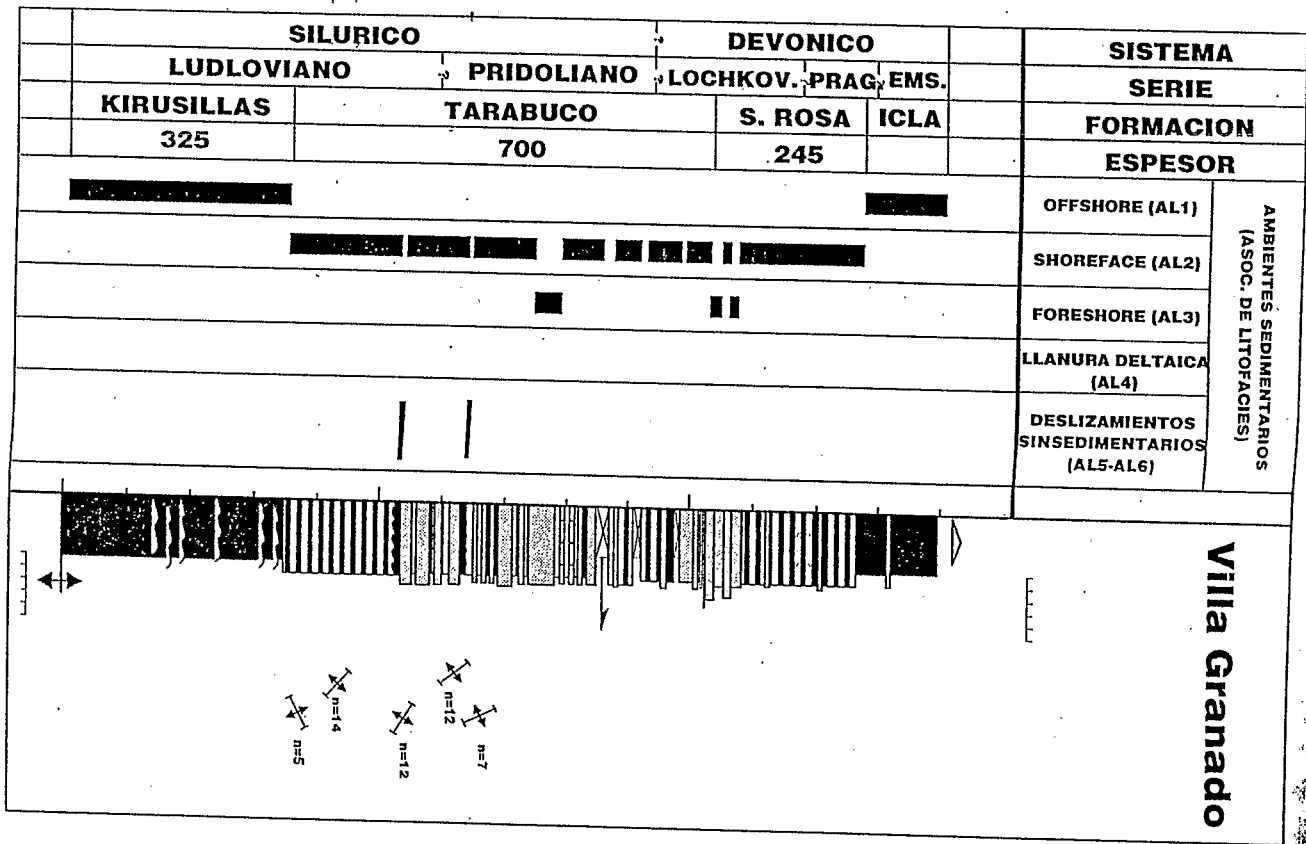
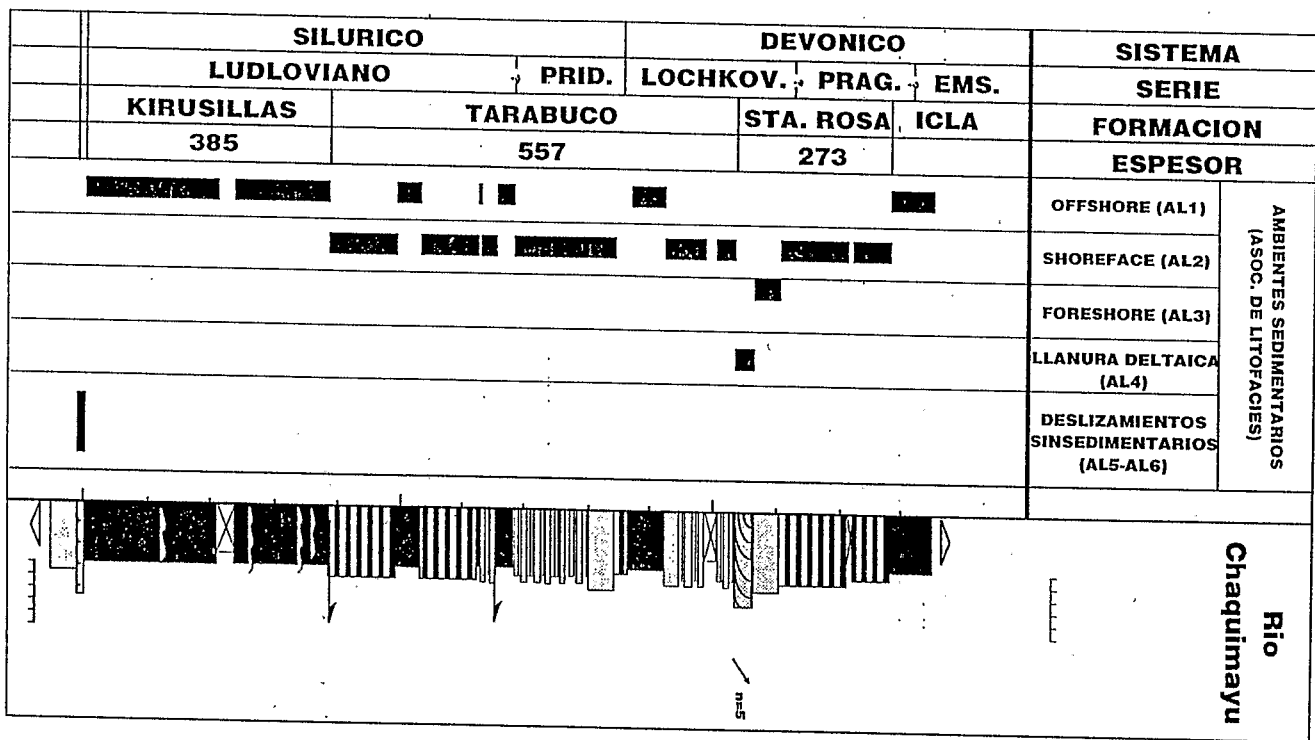
El análisis e interpretación preliminar de las facies y ambientes sedimentarios de las unidades del Silúrico y Devónico inferior de Bolivia en sus secciones tipo permiten identificar un ambiente de plataforma siliciclástica somera dominada por el oleaje y las tormentas. El sentido de progradación de los sistemas deltaicos y las paleocorrientes indican un área madre con importante actividad tectónica situada hacia el oeste y sur. En el Silúrico inferior el área madre presentó una mayor actividad tectónica, así como glaciación local, posiblemente debida al levantamiento y formación de relieves en latitudes altas a medias.

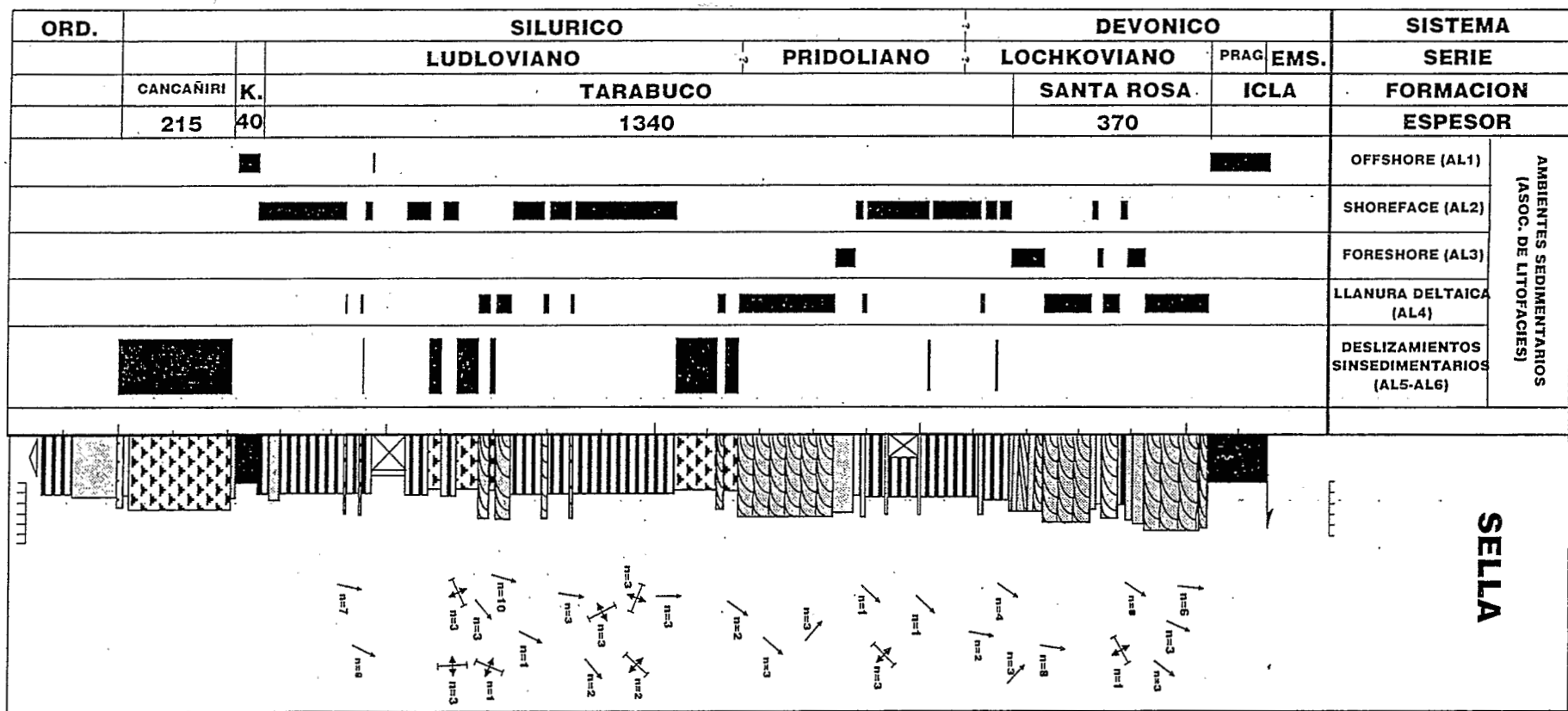






N 6





ORD.	SILURICO		DEVONICO			SISTEMA	
	LUDLOVIANO	PRIDOLIANO	LOCHK.	PRAG.	EMS.		SERIE
CANC. 24	KIRUSILLAS	TARABUCO	S. ROSA		ICLA	FORMACION	
	965	1055	145			ESPESOR	
[Lithological column: top section with horizontal lines]						OFFSHORE (AL1)	AMBIENTES SEDIMENTARIOS (ASOC. DE LITOFACIES)
[Lithological column: middle section with horizontal lines]						SHOREFACE (AL2)	
[Lithological column: middle section with horizontal lines]						FORESHORE (AL3)	
[Lithological column: middle section with horizontal lines]						LLANURA DELTAICA (AL4)	
[Lithological column: middle section with horizontal lines]						DESPLAZAMIENTOS SIN SEDIMENTARIOS (AL5-AL6)	
[Lithological column: bottom section with horizontal lines]							
						<b>POJO</b>	

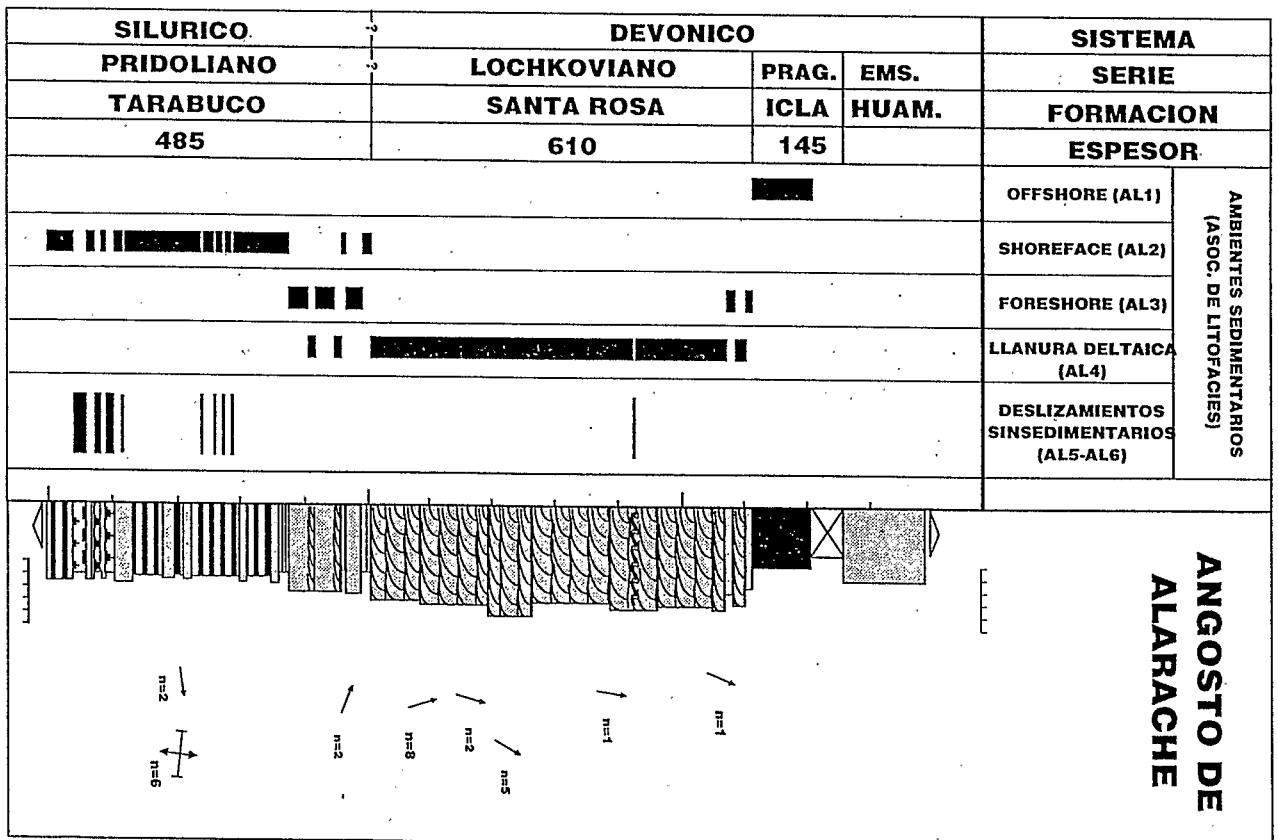
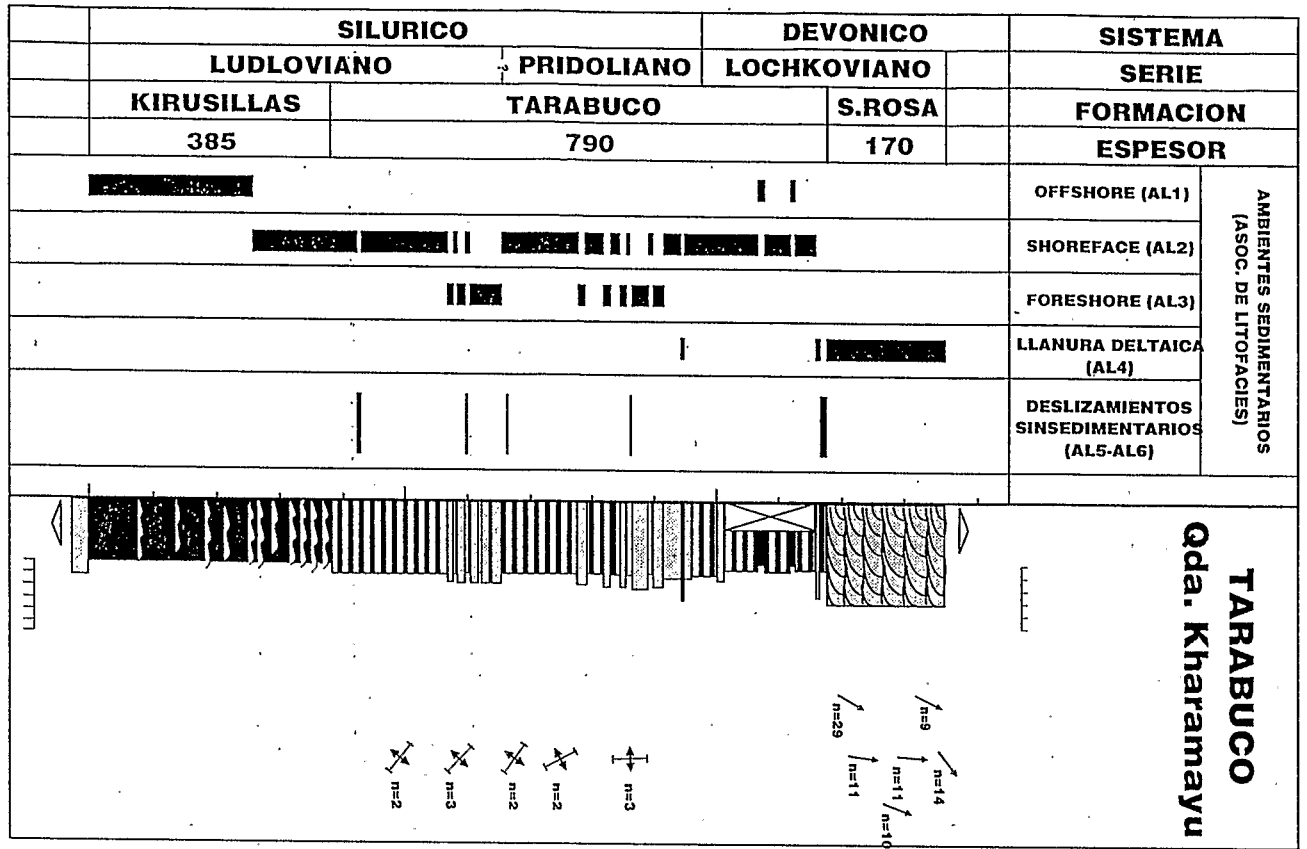
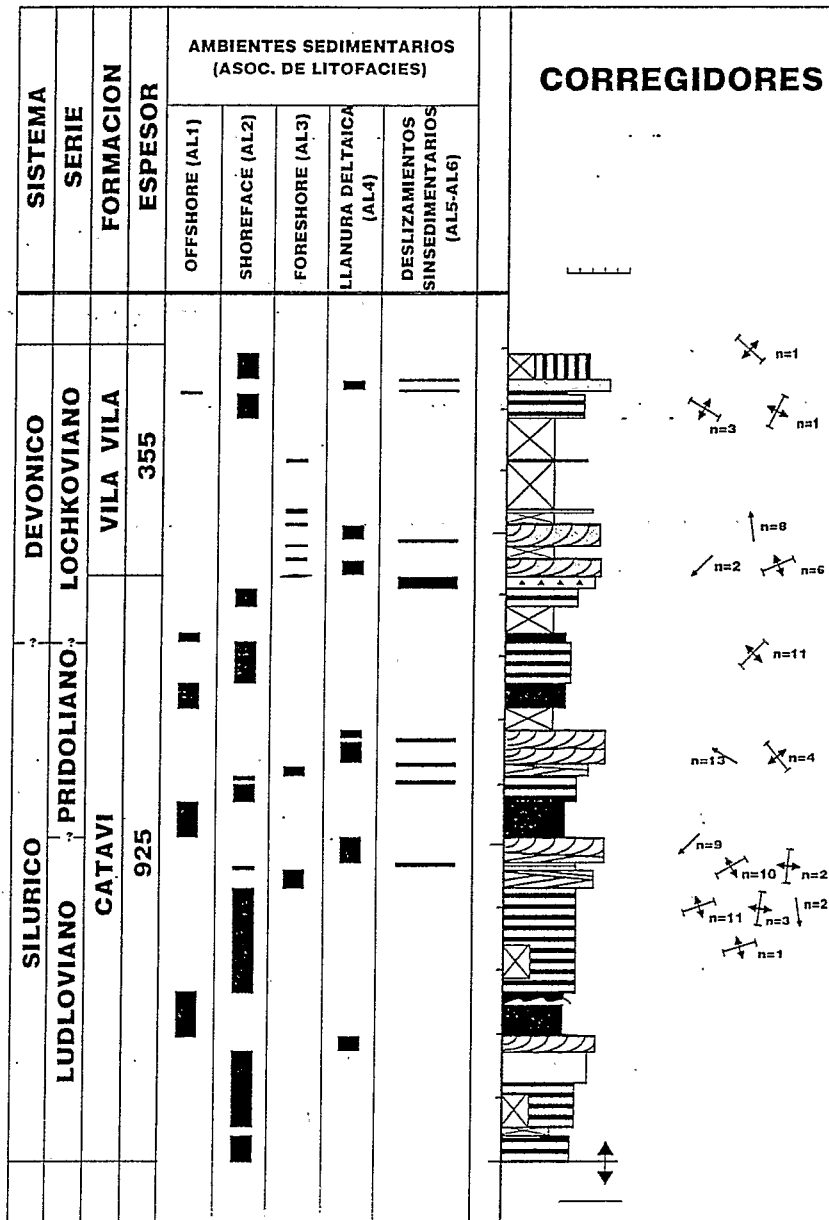
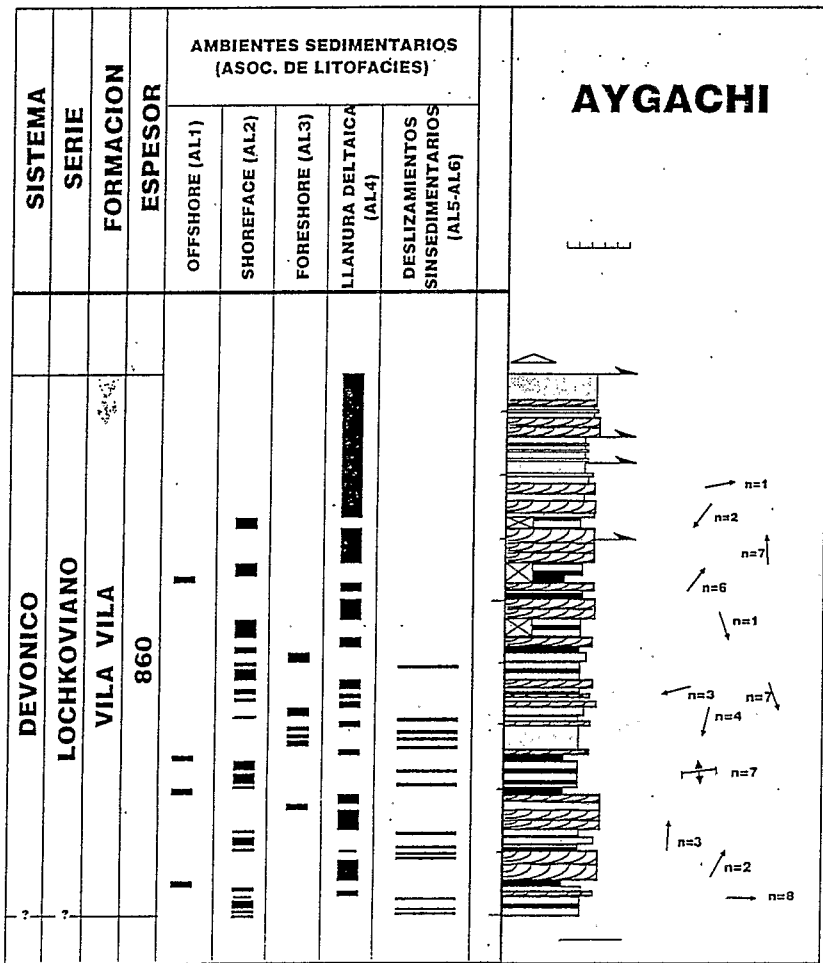


Figura 2: Columnas estratigráficas representativas de las unidades del Silúrico y Devónico inferior de Bolivia, con indicación de las edades obtenidas por palinología y megafauna (según informes internos de YFPB), y la interpretación de ambientes sedimentarios. Véase ubicación en la Figura 1 y resumen de paleocorrientes en la Figura 3.



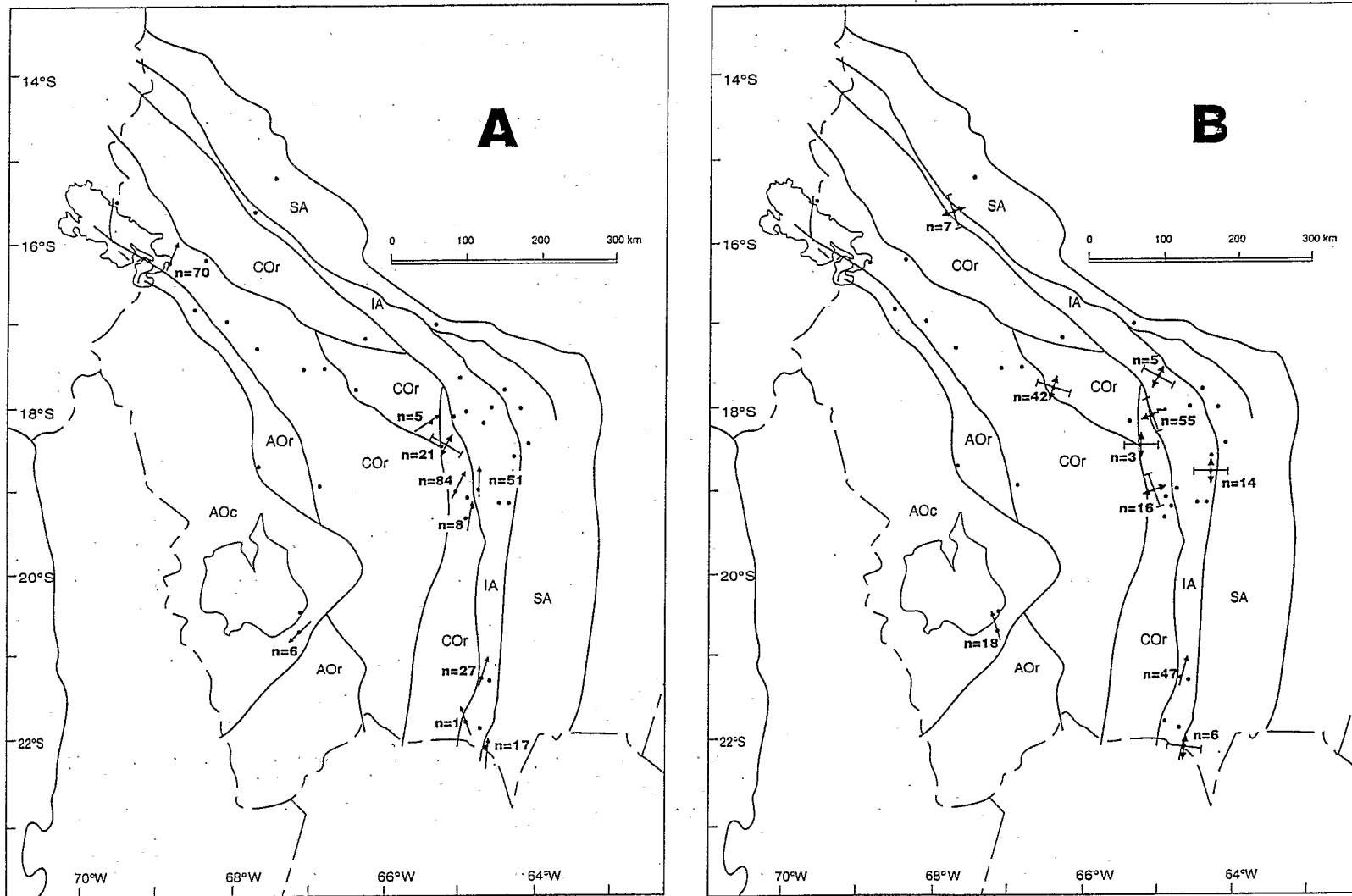


Figura 3: Mapas de paleocorrientes medidas en las formaciones Santa Rosa y Vila Vila (A), y en las formaciones Tarabuco y Catavi (B). Los puntos indican las secciones estratigráficas estudiadas por la brigada geológica de YPFB durante la campaña de 1995. Explicación de los dominios tectonoestratigráficos en la Figura 1.





Arispe



ORSTOM - BOLIVIE  
DOCUMENTATION

# Simpósio Sul Americano do Siluro-Devoniano Estratigrafia e Paleontologia

Ponta Grossa - Paraná - 21 a 26 de julho de 1996

## ANAIS

de la Biblioteca de  
*Enrique Díaz Martínez*

1996

Arispe & Díaz (1996)  
p. 247-261

