

## PALEOGEOGRAFÍA Y EVOLUCIÓN DE LA CUENCA MIOCENA DE DESCANSO-YAURI (CUSCO)

Luis CERPA <sup>1</sup>, Paola MEZA <sup>1</sup>, Victor CARLOTTO <sup>2</sup>, Michel FORNARI <sup>3</sup> & Thierry SEMPÈRE <sup>4</sup>

<sup>1</sup> Convenio IRD-UNSAAC, Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco, Av. de la Cultura s/n, Cusco.  
E-mail: geoloco\_x@hotmail.com

<sup>2</sup> Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco (UNSAAC), Departamento Académico de Geología, Cusco.  
E-mail: carlotto@unsaac.edu.pe

<sup>3</sup> IRD y Laboratoire de Géochronologie, UMR 6526 Géosciences Azur, Université de Nice - Sophia Antipolis, 06108 Nice cedex  
02, Francia. E-mail: Michel.Fornari@unice.fr

<sup>4</sup> IRD, apartado postal 18-1209, Lima 18. E-mail: Thierry.Sempere@ird.fr

### RESUMEN

La cuenca Descanso-Yauri se encuentra en el límite entre el Altiplano y las cordilleras Occidental y Oriental del sur del Perú. Es una cuenca intramontañosa miocena alargada paralelamente a las estructuras locales. Su relleno resultó de una sedimentación aparentemente continua que se desarrolló entre ~20 y ~10 Ma. Dos niveles piroclásticos, datados en ~18.7 y ~12.1 Ma, proporcionan horizontes guías. Al inicio del funcionamiento de la cuenca, abanicos aluviales se instalaron en el borde noreste, tectónicamente activo. Un sistema fluvial mayormente trenzado se desarrolló en la mayor parte de la cuenca durante el intervalo ~18.7 - ~12.1 Ma. Los sedimentos provenían principalmente del sureste y suroeste, donde fallas estaban también activas. Discordancias progresivas se observan en el borde noreste, indicando que éste seguía siendo tectónicamente activo. Este sistema de ríos trenzados evolucionó para volverse meandriforme, continuando con una alimentación desde el sureste y suroeste. Abanicos aluviales seguían existiendo en los bordes noreste y sur, sugiriendo que las fallas locales seguían activas. Posteriormente la sedimentación se hizo mayormente lacustre, extendiéndose sobre gran parte de la cuenca y siendo sometida a variaciones climáticas. Se interpreta que la cuenca dejó de funcionar cuando fue capturada por el sistema erosional del río Apurímac, que drena actualmente el área.

### ABSTRACT

The Descanso-Yauri Basin is located in the transition area between the Altiplano and the Occidental and Oriental cordilleras of southern Peru. It is a Miocene intermontane basin that is elongated parallel to the local structures. Its infill resulted from an apparently continuous sedimentation that was active between ~20 and ~10 Ma. Two pyroclastic beds, dated ~18.7 and ~12.1 Ma, provide guide horizons. At the onset of basin activity, alluvial fans developed along its NE, tectonically active border. A mainly braided fluvial system developed over the major part of the basin during the ~18.7 - ~12.1 Ma interval. Sediments were derived mainly from the SE and SW, where faults were also active. Growth strata are observed along the NE border, indicating that its activity continued. This system of braided rivers evolved to meandering, still being fed from the SE and SW. Alluvial fans continued to exist along the NE and S borders, suggesting that the local faults were still active. Sedimentation turned later mainly lacustrine, extending over a large part of the basin and being submitted to climatic variations. The basin probably ceased to be active when it was captured by the río Apurímac erosional system, which currently drains the area.

### INTRODUCCIÓN

La evolución de los Andes Centrales durante el Neógeno engendró pequeñas cuencas intramontañas, generalmente subparalelas a la orientación orográfica andina. Sus evoluciones sedimentarias y tectónicas estuvieron producidas por una deformación continua (Noblet et al., 1995; Marocco et al., 1995; Carlotto, 1998). El estudio de sus registros proporciona informaciones valiosas sobre la historia orogénica andina. La cuenca Descanso-Yauri, objeto de la presente contribución, es una de estas cuencas

Ubicada en el departamento de Cusco, la cuenca Descanso-Yauri es una pequeña cuenca sinorogénica, que se desarrolló en la región limítrofe entre las cordilleras Occidental y Oriental y el Altiplano, pocos kilómetros al oeste del límite noroeste de éste. Pertenece a un conjunto de cuencas intramontañas, localizadas a lo largo de la zona de transición entre el Altiplano y la Cordillera Occidental. Tiene una orientación NO-SE y cubre una superficie de aproximadamente 2000 km<sup>2</sup>. Está ubicada a 25 km al sur de la ciudad de Sicuani (Departamento del Cusco), entre las localidades de El Descanso, Yauri, Checca, Quehue,

Santa Lucía de Pichigua, Héctor Tejada, Ocoruro y Tintaya (Fig. 1).

El relleno sedimentario de la cuenca Descanso-Yauri es conocido con el nombre de Formación El Descanso (Audebaud, 1967).

**TRABAJOS ANTERIORES**

Al emprender nuestras investigaciones, se consultó los trabajos anteriores donde la cuenca Descanso-Yauri había sido mencionada o tratada. Los diferentes autores pusieron énfasis en la definición y composición litológica de diversas unidades, y les asignaron edades basadas por una parte en su posición estratigráfica observable en el campo y, por otra parte, en similitudes litológicas con otras unidades de zonas vecinas.

Las primeras menciones y definiciones de las unidades de este área fueron hechas por Audebaud (1967). Posteriormente, el MMEAJ (1972) estudió más detenidamente algunas formaciones del área. En el Proyecto Integrado Sur de INGEMMET, Palacios et al. (1993) elevaron al rango de formación los sedimentos lacustres de la cuenca Descanso-Yauri.

De La Cruz (1995) estudió regionalmente los sedimentos presentes en la cuenca y asignó un rango

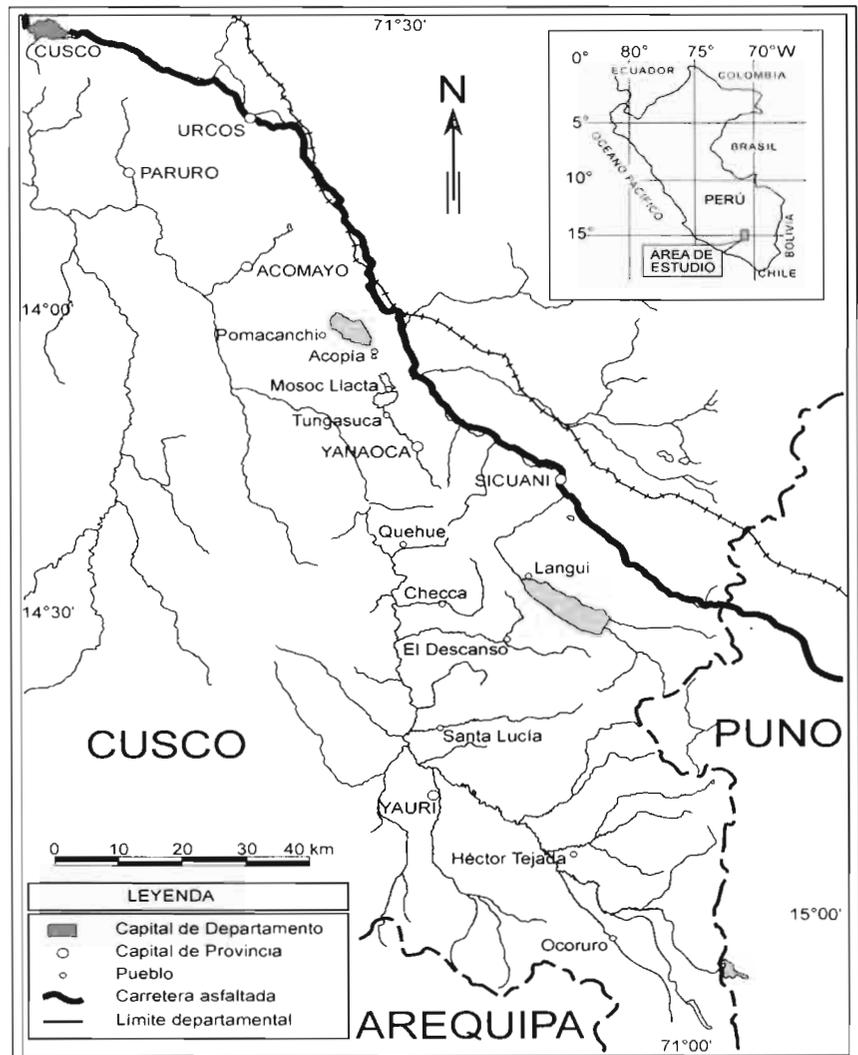
formacional a distintas unidades litológicas aflorantes en el área. Carlotto (1998) reconoció por primera vez a la cuenca Descanso-Yauri como tal, asignándole una edad Mioceno superior-Plioceno.

**METODOLOGÍA**

El presente estudio se basa en un cartografiado geológico al detalle, en dataciones radiométricas inéditas, y en el análisis secuencial del relleno sedimentario de la cuenca. Se levantaron columnas estratigráficas, con una observación detallada de las facies y estructuras sedimentarias, y se midieron paleocorrientes. Estos datos permiten redefinir su edad e interpretar el significado geodinámico de su relleno.

La organización y división de las rocas sedimentarias de la Formación El Descanso se realizó basándose en las asociaciones de arquitectura de facies (Miall, 1978, 1985) y descripciones de sedimentación lacustre (Carroll & Bohacs, 1999) para realizar las interpretaciones sedimentológicas y paleogeográficas y proponer un esquema de la evolución de la cuenca. El estudio de la naturaleza, organización y deformación de los sedimentos presentes en esta cuenca aporta nuevos datos respecto a la evolución de las cuencas neógenas.

*Fig. 1: Ubicación de la zona de estudio*



**CONTEXTO GEOLOGICO**

La cuenca Descanso-Yauri ocupa una posición peculiar en la región, ubicándose cerca de un límite estructural (Latorre & Orós, 2000). En efecto, su substrato presenta a la vez unidades características de:

- el Altiplano : formaciones Ayabacas y Puquín, Grupo San Jerónimo;
- la Cordillera Occidental : Grupo Yura, formaciones Mara, Ferrobamba, Chilca, Anta, Ocoruro, y el batolito Andahuaylas-Yauri.

El límite entre estos dominios paleogeográficos se caracteriza por la presencia de fallas de importancia regional. Estas fallas han controlado la evolución de la cuenca, y afloran principalmente en su borde norte. En particular, la cuenca está limitada al norte por la falla Langui-Descanso y al sur por la falla Yauri-Ocoruro. Cabe notar que la cuenca es romboédrica y alargada según una orientación NNW-SSE subparalela a las estructuras de su substrato.

El substrato de la cuenca está conformado, al norte y noreste, por unidades cretáceas (formaciones Ayabacas y Puquín) y paleógenas (formaciones Chilca y Anta); al sur y suroeste, por unidades cretáceas y neógenas (Grupo Yura; formaciones Mara, Ferrobamba y Ocoruro), intrusiones eocenas y oligocenas pertenecientes al batolito Andahuaylas-Yauri, y rocas volcánicas. Donde se puede observar, la superficie basal de la Formación El Descanso es una discordancia, siempre erosiva y generalmente angular.

La litología de la Formación El Descanso es muy variada : está compuesta por conglomerados y areniscas aluviales y fluviales, lutitas y calizas lacustres, e incluye además depósitos piroclásticos. El espesor de su relleno varía entre 50 y 1200 m. La Formación El Descanso se puede dividir en tres miembros (Fig. 2): un miembro basal (« A »), un miembro principal (« B »), y un miembro cuspidal (« C »). Esta nomenclatura ya transparecía de la primera descripción realizada por Audebaud (1967).

**GEOCRONOLOGÍA**

La división del relleno sedimentario de la cuenca Descanso-Yauri en tres miembros aprovecha la existencia de dos niveles piroclásticos que proporcionan guías estratigráficas prácticas y valiosas puesto que estos dos niveles piroclásticos han sido datados isotópicamente. También se recolectaron fósiles, pero de valor cronológico poco preciso.

El límite entre los miembros basal (A) y principal (B) es la toba Atunhuasi, la cual alcanza hasta 6 m de espesor y se puede seguir cartográficamente hasta la zona de Ocuvirí-Llalli. Allí

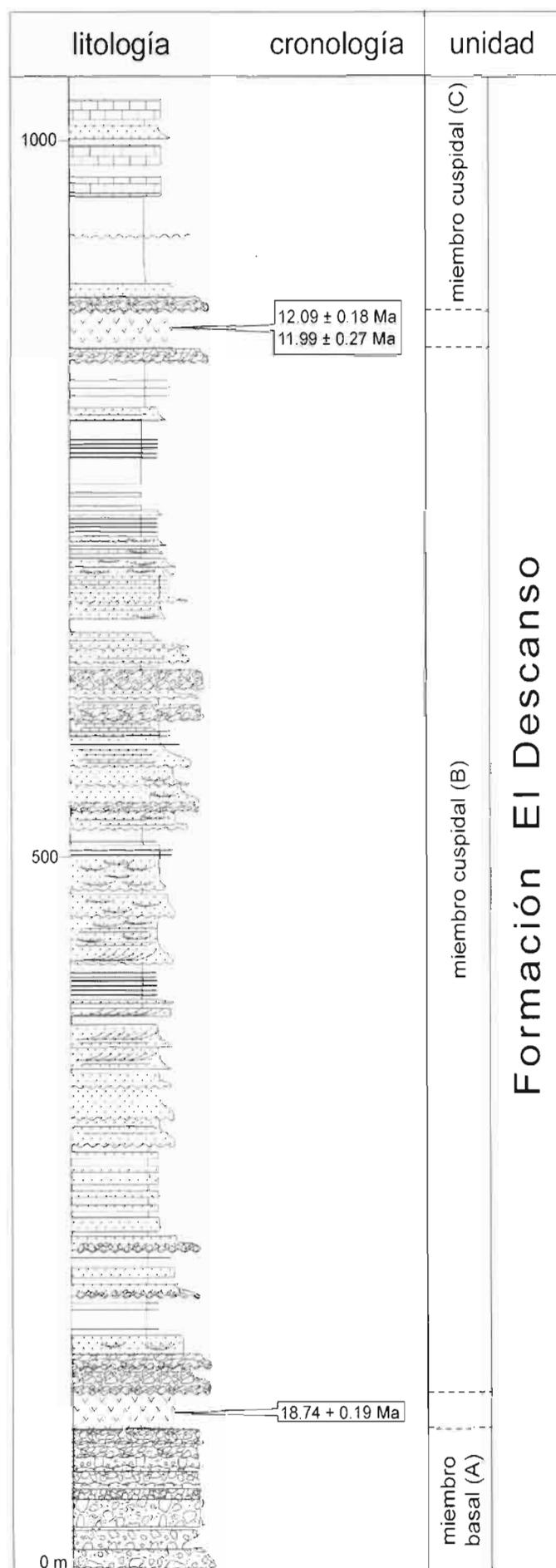


Fig. 2: Columna estratigráfica de la Formación El Descanso (según una transecta NE-SO pasando por el pueblo de El Descanso)

denominada Unidad de Tobas Ocuvi, es precisamente datada en  $18.74 \pm 0.19$  Ma (Ar/Ar sobre biotita; Boudesseul et al. 2000). La sedimentación de la Formación El Descanso se inició por lo tanto anteriormente a 19 Ma. Dado el espesor del miembro basal, estimamos tentativamente la iniciación del funcionamiento de la cuenca en  $\sim 20$  Ma, es decir alrededor del límite Aquitaniense-Burdigaliano.

El límite entre los miembros principal (B) y cuspidal (C) es la toba Yauri (Formación Pampa Garzas de De La Cruz, 1995), la cual proporcionó edades Ar/Ar sobre sanidina de  $12.82 \pm 1.08$  Ma (Cerpa et al., 2000) y, más precisamente, de  $12.09 \pm 0.18$  Ma y  $11.99 \pm 0.27$  Ma (M. Fornari, este estudio). De estas tres edades, las dos últimas son las más confiables por las menores incertidumbres que presentan, indicando que la erupción que dió lugar a esta toba ignimbérica ocurrió en  $\sim 12.09$  Ma.

Dado el espesor del miembro cuspidal, se estima que la edad de los estratos más recientes de la cuenca es  $\sim 10$  Ma. Estas estimaciones conducen a proponer que la cuenca estuvo activa desde la parte media del Mioceno inferior hasta la parte inferior del Mioceno medio.

Este rango cronológico es compatible con la microflore de diatomeas encontrada en el miembro cuspidal ("Formación Yauri") y descrita por M. Morales. En efecto, las formas ilustradas en De La Cruz (1995) pueden tener una edad Mioceno medio o superior (Dra. S. Servant, IRD-Muséum National d'Histoire Naturelle de París, com. pers.).

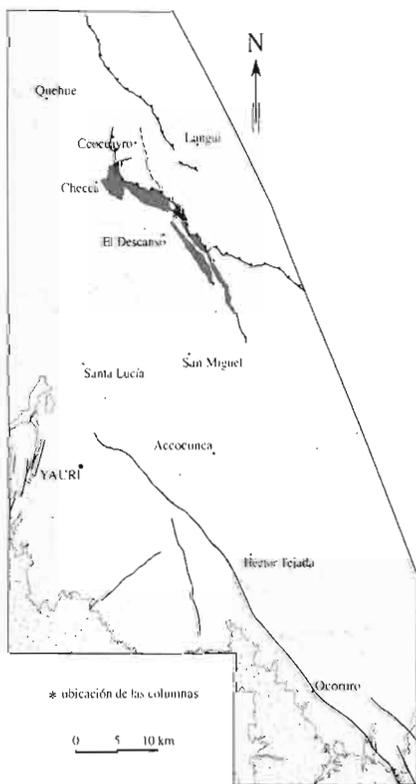
## ANÁLISIS SEDIMENTARIO DE LA CUENCA DESCANSO-YAURI

### Miembro basal (miembro A)

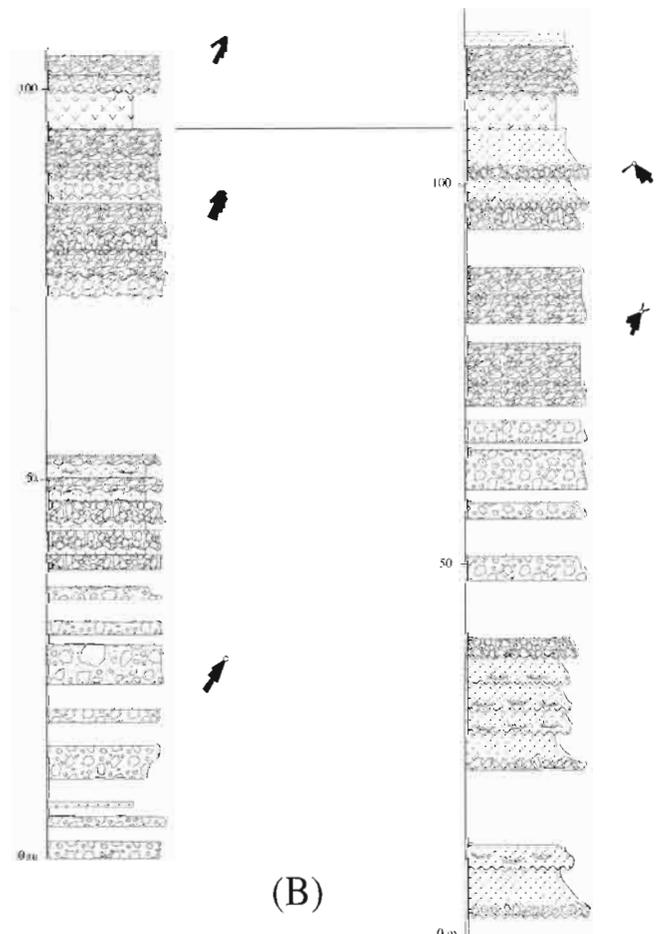
El miembro basal aflora en el borde norte de la cuenca (Fig. 3A), donde sobreyace en discordancia angular a las formaciones Ayabacas y Anta, o está en contacto fallado con una de ellas. Litológicamente está compuesto por conglomerados y areniscas de grano grueso (Fig. 3B); los clastos son de caliza, rocas volcánicas, arenisca, conglomerado y cuarcita. El espesor del miembro basal es de aproximadamente 100 m, aunque conviene mencionar que en algunas zonas la base no aflora.

Hacia la base predominan asociaciones de litofacies que indican sistemas de abanicos aluviales. Hacia el sur se presentan asociaciones de sistemas fluviales conglomerádicos. Hacia la parte superior de este miembro, generalmente se nota una progradación de abanicos aluviales sobre un sistema fluvial.

Las paleocorrientes medidas en diversos lugares indican un paleotransporte hacia el sur-suroeste, lo cual evidencia que el sistema fluvio-aluvial fluía hacia esta dirección. Estos datos son corroborados por las correlaciones de las columnas, que muestran una disminución del tamaño de clastos de noreste a suroeste.



(A)



(B)

Fig. 3: Mapa de ubicación de afloramientos (A) y columnas estratigráficas con paleocorrientes (B) para el miembro basal de la Formación El Descanso ( $\sim 20$  - 18.7 Ma)

Una evolución lateral de abanicos a ambientes fluviales proximales se observa en la misma dirección.

El análisis de las paleocorrientes y las asociaciones de litofacies indican que el miembro basal consiste de depósitos de abanicos aluviales desarrollados en el borde noreste, que traducen el inicio de la actividad de la cuenca y sugieren la creación de relieves (y por lo tanto de un sistema de abanicos aluviales) y la iniciación de una subsidencia local. Este borde noreste se mantuvo activo, como lo evidencia la progradación tanto lateral como frontal, del sistema de abanicos aluviales, los cuales debían pasar lateralmente a un sistema fluvial conglomerádico que transportaba sedimentos hacia el sur-suroeste. Es posible, lógicamente, que la cuenca era endorreica y que un área lacustre existía en la parte más distal de la cuenca. El borde sur, para esta época parece haber sido estable.

### Miembro principal (miembro B)

El miembro principal aflora en gran parte de la cuenca, especialmente hacia sus bordes norte y este. El mayor espesor aflorante del miembro principal es de aproximadamente 700 m y se observa al norte de la cuenca. En la parte central de la cuenca no aflora completamente, pero se estima que sobrepasa 500-600 m. Dado las dataciones disponibles sobre los dos horizontes piroclásticos que por convención limitan este miembro, la tasa de sedimentación máxima (no descompactada) registrada en la cuenca fue ~100-110 m/Ma (este mismo valor promedio se aplica para la estimación de la duración de la sedimentación de los dos otros miembros).

Litológicamente, está compuesto por conglomerados, areniscas de grano grueso a fino y niveles pelíticos (Fig. 5A). Los conglomerados y areniscas contienen generalmente clastos de calizas, rocas volcánicas, areniscas, conglomerados, cuarcitas; algunos niveles se componen exclusivamente de clastos de pómez, fiames y tobas retrabajadas.

Las columnas levantadas (Fig. 4) indican que hacia la base de este miembro las asociaciones faciales representan la acción de un sistema fluvial trenzado, localmente de alta energía y/o con aportes de abanicos alimentados por flujos de gravedad. Hacia la parte central de la cuenca (zona de San Miguel) el desarrollo de un sistema fluvial trenzado distal fue seguido por un sistema fluvial meandriforme (grano fino; facies areno-conglomerádicas). Pequeños lagos contemporáneos de estos sistemas se desarrollaron localmente. La parte media del miembro principal se caracteriza por presentar un aumento en la energía de transporte de los ríos, modificando así su morfología a sistemas fluviales trenzados (canales profundos; facies arenosas de alta energía). Hacia la parte superior, se observa nuevamente la instalación de un lago.

La mayor parte de los restos fósiles encontrados en el miembro principal corresponden a tallos, pecíolos fragmentados y, sobretudo, hojas en mal estado de conservación. En el sector de San Miguel también es muy común encontrar restos de troncos carbonizados y a veces silicificados. La presencia de ostrácodos y gasterópodos, especies fundamentalmente lacustres, indica la presencia de pequeños lagos y charcos de agua a lo largo de su recorrido.

En casi todas las secuencias del miembro principal se han medido paleocorrientes en imbricaciones, canales y laminaciones oblicuas curvas. Estas medidas indican en general que los sistemas fluviales procedían del sur, sureste y suroeste. Sin embargo, en el extremo norte de la cuenca se registran paleocorrientes hacia el sur y norte.

Las observaciones de campo y el análisis sedimentológico proporcionan indicaciones sobre la tectónica sinsedimentaria. Por ejemplo se observan pliegues sinsedimentarios al norte de El Descanso. En el camino de El Descanso a Checca, se observan discordancias progresivas localizadas en las secuencias inferiores del miembro principal. Además, las paleocorrientes medidas en algunas columnas y lugares a ambos lados de los pliegues indican sentidos similares a la inclinación de los estratos; sin embargo la dirección general

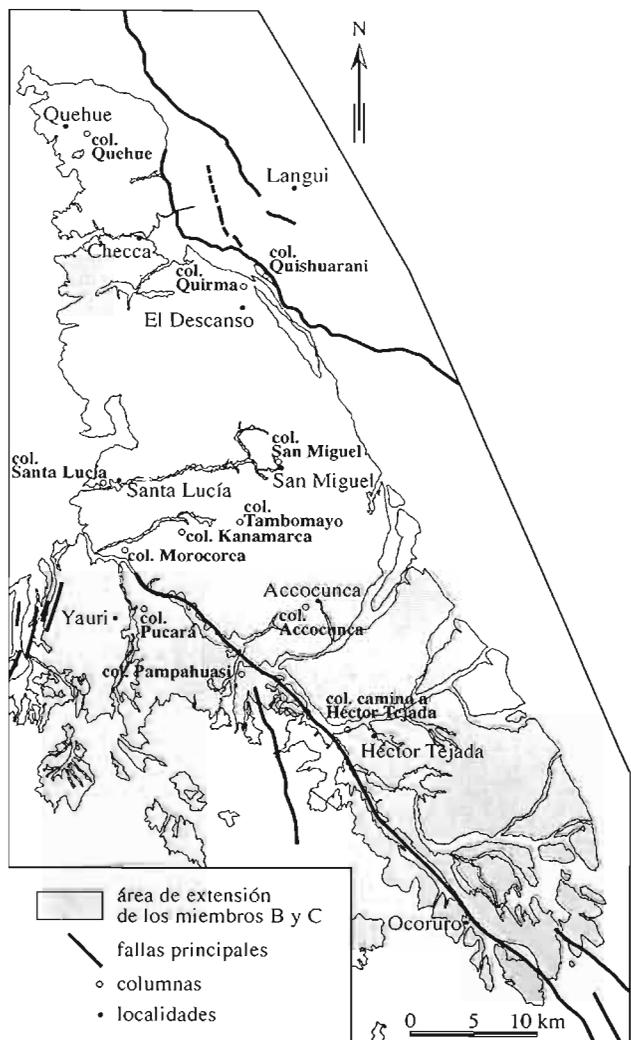


Fig. 4: Mapa de ubicación de las columnas estratigráficas ilustradas en las figuras 5 y 6

de los ríos era paralela a los ejes de los pliegues, lo cual confirma que una deformación de los estratos ocurría durante la sedimentación. El miembro principal se caracteriza por el hecho que los sedimentos provenían principalmente del sureste y sur, sugiriendo que la falla Yauri-Ocoruro estaba activa. Las paleocorrientes distintas registradas en el extremo norte pueden ser interpretadas como debidas a una deformación sinsedimentaria local a lo largo de este borde de la cuenca (Fig. 5B).

Las paleocorrientes y asociaciones de litofacies indican que el miembro principal resultó del desarrollo de un sistema fluvial. Los aportes provenían, en su mayoría, de las partes sureste y suroeste de la cuenca, donde funcionaban abanicos aluviales. Este material era producto de la erosión del substrato de la parte sur de la cuenca, que posiblemente estaba expuesto por la actividad de la falla Yauri-Ocoruro. Este sistema fluvial tenía una pendiente débil, por lo cual se formaban continuamente pequeños lagos a lo largo de la cuenca.

**Miembro cuspidal (miembro C)**

El miembro cuspidal, es decir la porción de la Formación El Descanso que sobreyace a la Toba Yauri (Formación Pampa Garzas; De La Cruz, 1995), aflora en la mitad suroeste de la cuenca Descanso-Yauri, sobreyaciendo concordantemente al miembro principal. Localmente también descansa directamente, en *onlap*, sobre el basamento. El espesor máximo observado es de 230 m, en la parte suroeste de la cuenca, mientras que al oeste alcanza sólo 50 m. Al sur de la cuenca se cuenta con un espesor aproximado de 100 m.

Litológicamente está compuesto por conglomerados, areniscas de grano grueso a fino, lutitas y calizas (Fig. 6A). Los conglomerados presentan clastos de calizas, rocas volcánicas, areniscas, conglomerados, cuarcitas y algunos niveles se componen exclusivamente de clastos de pómez, fiames y tobas retrabajadas.

La base del miembro cuspidal registra ríos

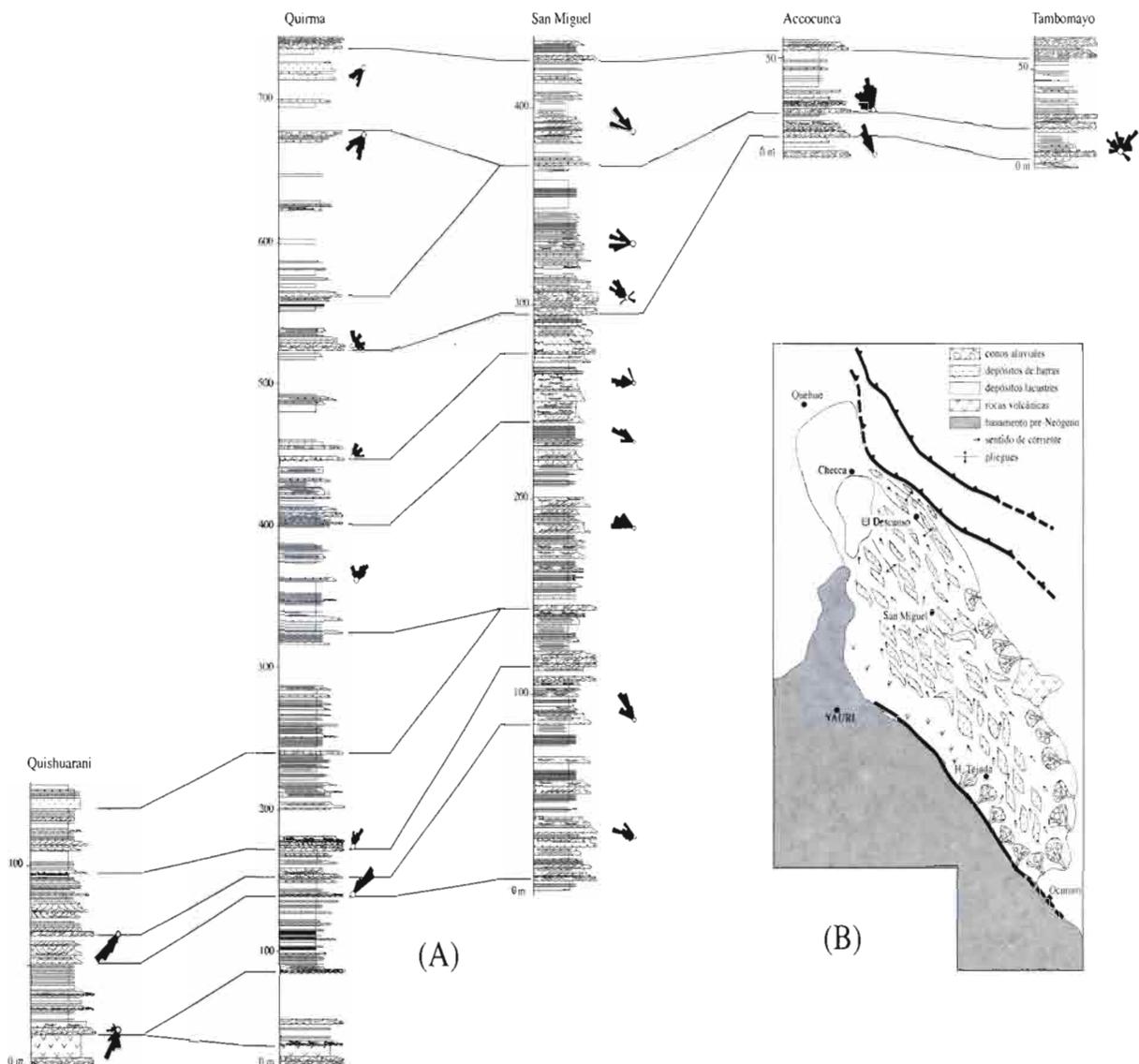


Fig. 5: Columnas estratigráficas con paleocorrientes (A) y esquema paleogeográfico (B) para el miembro principal de la Formación El Descanso (18.7 - 12.1 Ma). Las columnas están ubicadas en la Figura 4

trenzados profundos, que evolucionan hacia arriba a un sistema fluvial meandriforme donde predominaban sedimentos de grano fino. Posteriormente la sedimentación se volvió lacustre. En el miembro cuspidal se han medido paleocorrientes en imbricaciones y algunos surcos de canales. Las paleocorrientes varían con la ubicación de las medidas en la cuenca. El sistema fluvial principal se dirigía hacia el noroeste, con aportes laterales del este, este y sur. Los abanicos del borde sur indican paleotransportes hacia el este-noreste.

De La Cruz (1995) reportó e ilustró diatomeas que corresponden a especies de agua dulce y agua salada (Dra. S. Servant, IRD-Muséum National d'Histoire Naturelle de París, com. pers.), lo que sugiere que la cuenca estuvo sometida a fuertes variaciones climáticas o por lo menos a la alternancia marcada de estaciones lluviosa y seca.

El miembro cuspidal se encuentra ligeramente deformado en algunas zonas, particularmente en el borde norte, lo que se interpreta como el resultado de una tectónica sinsedimentaria. En el borde sur, la presencia de

abanicos aluviales sugiere que este borde seguía también activo.

La sedimentación del miembro cuspidal continúa a la del miembro principal. Abanicos aluviales siguieron activos en el sur y este de la cuenca, mientras un sistema fluvial paralelo a la cuenca existía en su parte central (Fig. 6B); este sistema fluvial se dirigía hacia el noroeste, zona donde localmente se desarrollaron lagos, cuya ubicación quizás estaba controlada por los pliegues que se iban formando. La sedimentación lacustre se acentuó progresivamente hasta rebasar la cuenca. En sus partes periféricas, especialmente hacia el borde oeste, se formaron pequeños pantanos donde predominó la sedimentación carbonatada con presencia de algas y posiblemente totorales. En otras partes de la cuenca, el substrato y los depósitos anteriores quedaron expuestos y sometidos a alteraciones y formación de paleosuelos.

En efecto, algunas muestras registran la presencia de esmectitas, que son minerales comunes en la alteración de productos volcánicos (Chamley, 1989), y de vermiculita,

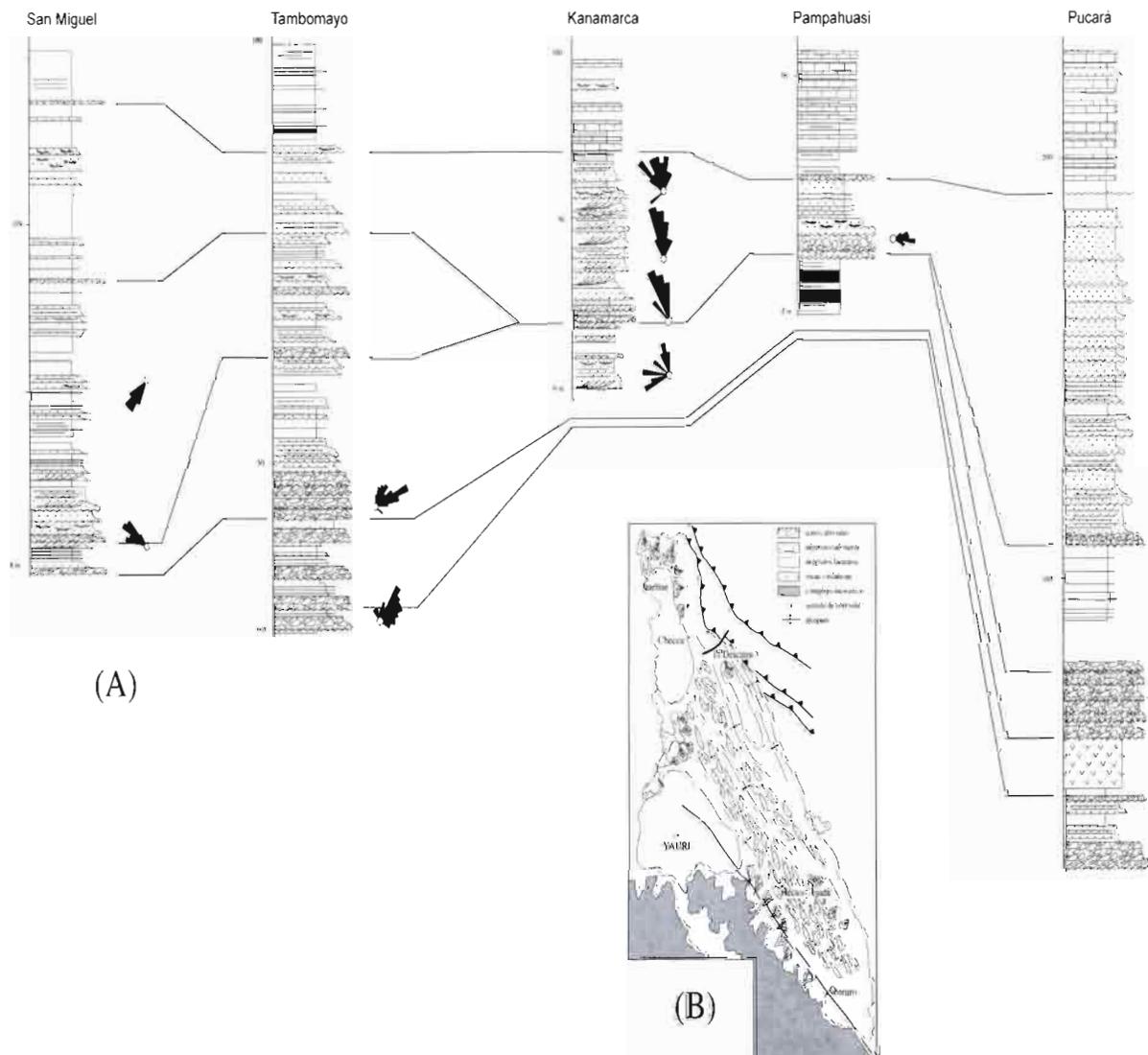


Fig. 6: Columnas estratigráficas con paleocorrientes (A) y esquema paleogeográfico (B) para el miembro cuspidal de la Formación El Descanso (12.1 - ~10 Ma). Las columnas están ubicadas en la Figura 4

que se forma en paleosuelos (Clauer & Chaudhuri, 1995). La presencia de estos minerales es compatible con un paleoclima marcado por variaciones intensas, lo que implicó variaciones en el nivel de las aguas por efecto de la evaporación.

## CONCLUSIONES

El relleno sedimentario de la cuenca Descanso-Yauri corresponde a una sedimentación aparentemente continua que se desarrolló entre ~20 y ~10 Ma. Dos niveles piroclásticos, datados en ~18.7 y ~12.1 Ma, proporcionan horizontes guías que, por convención, limitan tres miembros estratigráficos.

El miembro basal (20-100 m) corresponde al inicio del relleno de la cuenca Descanso-Yauri. Debido a la activación de fallas, abanicos aluviales se instalaron en el borde noreste, mientras que el borde suroeste permanecía aparentemente estable. Estos abanicos progradaron tanto lateral como frontalmente, y supuestamente se interdigitaban con facies lacustres en sus zonas distales.

La sedimentación prosiguió con el miembro principal (50-700 m), que corresponde a la mayor parte del relleno sedimentario de la cuenca y se caracteriza por el desarrollo de un sistema fluvial mayormente trenzado. Los sedimentos provenían principalmente del sureste, posiblemente debido a la reactivación de la Falla Yauri-

Ocoruro. La pendiente topográfica débil a lo largo del eje de la cuenca facilitó la instalación de pequeños lagos, particularmente en la parte central y al noroeste. Discordancias progresivas se observan en el borde norte - noreste, demostrando que este borde siguió siendo tectónicamente activo; en esta zona los ríos parecen haber discurrido por los ejes de sinclinales en formación.

Durante la sedimentación del miembro cuspidal (50-200 m) ocurrió una evolución del sistema de ríos trenzados a un sistema fluvial meandriforme, que siguió procediendo del sureste y suroeste. Abanicos aluviales siguieron existiendo en los bordes noreste y sur, sugiriendo que las fallas locales seguían activas. Posteriormente la sedimentación se hizo mayormente lacustre, siendo sometida a variaciones climáticas. La sedimentación lacustre parece haberse extendido sobre la mayor parte de la cuenca, con notables *onlaps* hacia el sur y oeste, donde se formaron localmente pequeños pantanos con predominancia de sedimentación carbonatada, presencia de algas y posiblemente totorales.

Interpretamos que la cuenca dejó de funcionar cuando fue capturada por el sistema erosional del río Apurímac, que drena actualmente el área.

## AGRADECIMIENTOS

Este estudio fue principalmente financiado por el programa del IRD "Geología del sur del Perú".

## REFERENCIAS

- AUDEBAUD E. (1967).- *Etude géologique de la région de Sicuani et Ocongate (Cordillère Orientale du Sud péruvien)*. Tesis doctoral, Université de Grenoble, Francia, 59 p.
- BOUDESSEUL N., FORNARI M., SEMPERE T., CARLIER G., MAMANI M., IBARRA I., MEZA P. & CERPA L. (2000).- Un importante evento volcánico de edad Mioceno inferior en la zona de Descanso - Ayaviri - Condorama - Santa Lucía (Dptos. de Cusco, Puno y Arequipa). X Congreso Peruano de Geología. Lima, p. 8 (abs.) and CD-ROM file GR6A (9 p.).
- CARLOTTO V. (1998).- *Evolution andine et raccourcissement au niveau de Cusco (13°-16°S, Pérou)*. Tesis doctoral, Université Joseph-Fourier, Grenoble, Francia, 158 p.
- CARROL A. & BOHACS K. (1999).- Stratigraphic classification of ancient lakes: Balancing tectonic and climatic controls. *Geology*, v. 27, p. 99-102.
- CERPA L., MEZA P., SEMPERE T., FORNARI M., BOUDESSEUL N., CARLOTTO V. & CARLIER G. (2000).- Análisis sedimentológico y estratigráfico de una cuenca intramontañosa mio-pliocena: la cuenca Descanso-Yauri (Cusco). X Congreso Peruano de Geología, Lima, p. 14 (abs.) and CD-ROM file GR12B (1 p.).
- CHAMLEY H. (1989).- *Clay Sedimentology*. Springer-Verlag, Berlin, 623 p.
- CLAUER N. & CHAUDHURI S. (1995).- *Clays in crustal environments. Isotope dating and tracing*. Springer-Verlag, Berlin, 329 p.
- DE LA CRUZ N. (1995).- Geología de los cuadrángulos de Velille, Yauri, Ayaviri y Azángaro. INGEMMET, serie A, boletín 58, 144 p.
- LATORRE O. & ORÓS Y. (2000).- *Evolución sedimentológica y tectónica terciaria entre la Laguna Langui-Layo y Llalli (borde NE de la Cordillera Occidental)*. Tesis de Ingeniero, UNSAAC, Cusco, 74 p.
- MAROCCHO R., LAVENU A. & BAUDINO R. (1995).- Intermontane late Paleogene-Neogene basins of the Andes of Ecuador and Peru: Sedimentologic and tectonic characteristics. *In* A.J. Tankard, R. Suárez & H.J. Welsink (eds.), *Petroleum basins of South America*, A.A.P.G. Memoir 62, p. 597-613.
- MMEA J (Metallic Minerals Exploration Agency of Japan) (1972).- Report on geological survey of the Yauri area, Southern Peru. General Report, 1, 58.
- MIALL A. (1978).- Lithofacies types and vertical profile models in braided river deposits: A summary. *In* *Fluvial Sedimentology*, Can. Soc. Petrol. Geol. Mem., Montréal, Canadá, 1-47.
- MIALL A. (1985).- Architectural element analysis: a new method of facies analysis applied to fluvial deposits. *Earth Sciences Review*, v. 22, p. 261-308.
- NOBLET C., LAVENU A., MAROCCHO R. (1995).- Concept of continuum as opposed to periodic tectonism in the Andes. *Tectonophysics*, v. 255, p. 65-78.
- PALACIOS O., DE LA CRUZ J., DE LA CRUZ N., KLINCK B.A., ALLISON R.A. & HAWKINS M.P. (1993).- Geología de la Cordillera Occidental y Altiplano al oeste del Lago Titicaca, Sur del Perú. Boletín del INGEMMET, serie A, v. 42, 257 p.