

SECCION GEOLOGICA DEL PACIFICO AL ATLANTICO A TRAVES DE COSTA RICA

Francois Rivier Sutter  
Escuela Centroamericana de Geología, Universidad de Costa Rica

ABSTRACT

A geological profile through Costa Rica, from the Osa Peninsula, on the pacific coast, to the Punta Cahuita on the atlantic coast, permits to rebuild the geological history of the two main basins, in which accumulated more than 5000 meters of tertiary sediments, forming one regressive megasequence: the Terraba basin on the SW flank of the Talamanca mountain range and the Talamanca basin on the NE flank of the same mountain range.

Each basin shows a distinct compressive tectonic style: the Terraba basin presents scales and inverse faults, with subsidence of the backward part of the basin, while the Talamanca basin presents a gravitative land slide to the sedimentary cover, with important overlaps on the foot of the mountain range, in the coastal plain.

RESUMEN

La presentación de un perfil geológico a través de Costa Rica, desde la Península de Osa, en la costa pacífica, hasta la Punta Cahuita, en la costa atlántica, permite reconstruir la historia geológica de las dos cuencas principales, en las cuales se acumularon más de 5000 metros de sedimentos terciarios, formando una mega secuencia regresiva: la cuenca de Terraba al SW de la Cordillera de Talamanca y la cuenca de Talamanca al NE de la misma cordillera.

Cada cuenca enseña un estilo tectónico de compresión distinto: la cuenca de Terraba presenta escamas y fallas frontales inversas, con hundimiento de la parte de atrás, mientras que la cuenca de Talamanca presenta un despegamiento gravitativo de la cobertura sedimentaria con sobrecorrimientos importantes al pie de la cordillera, en la llanura costanera.

## INTRODUCCION

La construcción de un perfil geológico a través de la Cordillera de Talamanca, a partir de secciones estratigráficas medidas y de edades conocidas, aclara parte de la historia geológica de Costa Rica, pero deja también sin resolver puntos que deberán ser resueltos por los futuros geólogos especialistas en modelos estructurales. Las hipótesis presentadas a lo largo del perfil, que se extiende de la Península de Osa, sobre el Pacífico, hasta la punta Cahuita, sobre el Atlántico, son el objeto de los comentarios siguientes.

## VERTIENTE PACIFICA DE LA CORDILLERA DE TALAMANCA

La geología de la Península de Osa es poco conocida, a pesar de la presencia en ella de oro de placer en explotación. El Complejo ofiolítico de Nicoya, de edad Jurásico-Cretácico Superior, aflora en una estrecha franja, al norte del Golfo Dulce, donde está recubierto en discordancia por las calizas silíceas pelágicas de la Formación Golfito, de edad Campaniano-Maestrichtiano, equivalente de la Formación Sabana Grande.

Al sur del Golfo Dulce, la península de Osa misma, está compuesta de un Complejo básico, de edad probable Paleoceno Inferior (Azema et al. 1981; Lew 1983). Las calizas pelágicas que lo recubren en discordancia son del Paleoceno Superior.

Esta serie oceánica volcano-sedimentaria, sería entonces, posterior al movimiento tectónico principal que ha levantado y plegado el Complejo ofiolítico de Nicoya entre el Santoniano y el Campaniano Superior con obducción local de las peridotitas de la Península de Santa Elena sobre las radiolaritas del Complejo (Azema en Tournon, 1980) y superposición de las unidades tectónicas Esperanza y Matapalo (Kuypers, 1979, Baumgartner, 1984).

El autor interpreta el contacto, desconocido en el campo, entre las dos series oceánicas de Osa, de edades supuestas Cretácico y Paleoceno respectivamente, como un contacto por colisión entre el alto fondo paleoceno del "ridge" del Coco y el plano de subducción, que se formó después de la ruptura de cizallamiento precambriana de la corteza oceánica. Tal colisión produjo el levantamiento del Complejo

ofiolítico cretácico de Golfito. Este mismo paleorelieve oceánico presentó un obstáculo rígido al desarrollo de los plegamientos y despegamientos compresivos de la Fila Costeña que se formaron durante el Mioceno Medio por estrechamiento y fallamiento inverso del basamento comprimido al NE del frente de colisión.

A la fase compresiva, siguió una fase distensiva, con subsidencia del Valle El General y formación de la cuenca molásica discordante del Mioceno Superior, al NE de la Fila Costeña. El mega ciclo regresivo de sedimentación, con las turbiditas distales de la Formación Brito (Eoceno) y las turbiditas proximales de la Formación Térraba (Oligoceno-Mioceno Medio), se termina con la sedimentación parálisis de la Formación Curré (Mioceno Superior), que traduce la emersión de la Cordillera de Talamanca al final del Mioceno.

El fuerte levantamiento de la Cordillera de Talamanca durante el Plio-Pleistoceno, a favor de grandes fallas normales, produce una erosión rápida, con formación de los conglomerados continentales de "pie de monte" de la Formación Paso Real que terminan relleno la cuenca molásica hundida hacia el NE. Esta interpretación, en acuerdo con los datos gravimétricos del Valle El General que indican una fuerte anomalía negativa de Bouger, deja aparecer el basamento a más de 3000 metros de altura sobre el nivel del mar, en el Cerro de la Muerte, y a menos de 5000 metros debajo del Valle El General. Es decir que, para la base del Mioceno Superior existe un desnivel vertical de 4000 metros en unos 15 Km de distancia horizontal.

Durante la emersión y el levantamiento de la Cordillera de Talamanca, el alto paleofondo del Complejo básico de la península de Osa se hundió a lo largo del accidente longitudinal NW-SE de Costa Rica, (Mora, 1979), y de otras fallas paralelas normales, para formar varios grabenes, invadidos por el mar Plio-Pleistoceno.

En el Cuaternario, un movimiento general de ascenso hizo emerger la Península de Osa, que sigue actualmente un movimiento ascendente.

En resumen, la Cuenca de Térraba presenta dos estilos tectónicos escalonados en el tiempo y en el espacio:

a) Al SW, un estilo de compresión, con escamas y eyecciones de charnelas de pliegues, comprimidas entre dos fallas, como es el caso del pliegue del Cajón, en el Valle Térraba, al sur de Boruca. Es difícil evaluar la importancia de los des-

plazamientos laterales, pero no sobrepasan unos kilómetros. La presencia de pliegues isopacos, bien desarrollados sobre más de medio kilómetro, traduce un plegamiento de compresión al frente del sobrecorrimiento principal, y apoya más la idea de un estrechamiento del basamento con plegamiento disarmónico de la cobertura sedimentaria en profundidad, que la idea de un despegamiento gravitativo en superficie.

b) Un estilo tectónico de tensión, al NE de la Fila Costeña, en el Valle El General, donde grandes fallas normales han permitido el ascenso del intrusivo magmático de la Cordillera de Talamanca al Norte, y el hundimiento de la cuenca molásica, limitada al sur, por el monoclinal fallado de la Fila Costeña.

#### VERTIENTE ATLANTICA DE LA CORDILLERA DE TALAMANCA

La Vertiente Atlántica de la Cordillera de Talamanca presenta una geología mal conocida en las partes altas, mientras que la llanura costanera de Baja Talamanca ha sido bien explorada por los geólogos petroleros de diversas compañías de exploración, y actualmente por los geólogos de la Compañía estatal RECOPE. El viejo mapa geológico de Costa Rica enseña, en las partes altas, series cretácicas que no han sido comprobadas en realidad. Viejos informes inéditos petroleros hacen mención de la existencia de sedimentos del Paleoceno-Cretácico Superior en el Río Lari. Fischer y Pessagno (1965) interpretan la fauna del Cretácico Superior como retrabajada y reconocen la presencia del Paleoceno y del Eoceno en la misma sección. Los últimos trabajos de campo de Recope en el Río Lari no mencionan rocas más viejas que el Eoceno.

Sin conocer los afloramientos del Río Lari, se constata simplemente, a la lectura de los informes anteriores, que los terrenos más viejos aparecen a medida que uno sube en altitud, hasta llegar al basamento intrusivo. Esto es un esquema distinto de lo que ocurre en el flanco SW, donde las rocas del Mioceno Superior descansan directamente sobre el basamento, como en el Cerro de la Muerte.

Durante el levantamiento de la Cordillera, en el Mioceno, la cobertura sedimentaria del flanco NE se despegó y deslizó por gravedad hacia las partes bajas de la cuenca. En la llanura de Baja Talamanca, ciertos perfiles de sismica reflexión.

ejecutados para la ubicación de la perforación San José 1, enseñan reflexiones hasta 8000 metros de profundidad, sin que aparezca el basamento. Tal espesor de sedimentos está debido a la superposición de dos o más unidades tectónicas de la misma edad. Este estilo tectónico de compresión hacia el NE, con despegamientos y deslizamientos gravitativos de la cobertura sedimentaria, ha sido comprobado en varias perforaciones petroleras, sea en Costa Rica, sea en la plataforma atlántica de Panamá. Este fenómeno ha ocurrido durante el levantamiento de la cordillera a partir del Mioceno Medio-Superior y hasta el Plio-Pleistoceno, como lo indica localmente los sedimentos continentales de la Formación Suretka, afectados por los últimos movimientos de compresión, definidos por fallas inversas.

Según el autor, los resultados de las perforaciones de Cocolos 1 y 4, San José 1 y Chase 1, confirman la hipótesis presentada.

En el mar, frente a la zona de Cahuita, existe una estructura anticlinal reconocida por unos viejos perfiles sísmicos oceánicos de reconocimiento de mala calidad. Sin conocer los resultados de la última campaña sísmica marina, ejecutada en 1984 para RECOPE, por la Compañía GSI, el autor interpreta la estructura off shore de Cahuita como similar a la estructura marina de Moín 1, frente a Limón, y que ha sido perforada en 15 días, hasta una profundidad de 2000 metros, por la Compañía Francesa ELF, en 1975. La estructura forma un paleo-anticlinal que presenta una discordancia mayor y de gran importancia al techo de la Formación Tuis, de edad Eoceno Medio-Superior. Es decir que tal estructura estaba ya formada cuando el levantamiento de la Cordillera de Talamanca no había empezado.

Esto aclara el estilo tectónico complejo de Baja Talamanca, que sería debido al estrangulamiento de dicha zona, comprimida entre un "paleotrend" estructural Eoceno Superior y la zona magnética de Talamanca levantada a partir del Mioceno. La interpretación de la estructura off shore de Cahuita necesita ser comprobada por la interpretación de la sísmica marina de RECOPE. Si realmente este anticlinal marino hace parte de la plataforma autóctona, la perspectiva de reservorios en la serie carbonatada eocena y la posibilidad de reservorios de tipo arrecifal encima de un supuesto paleoalfofondo cretácico, en posición estructural alta relativamente a la cuenca de Baja Talamanca, serían de un cierto interés para una exploración petrolera. El peligro de una actividad volcánica intensa en esta zona queda sin embargo

siempre verosímil, como es el caso en la cuenca de Limón y en las plataformas de Nicaragua y de Panamá.

#### MAGMATISMO

Sin entrar en un estudio petrográfico, es importante mencionar las fases magnéticas ligadas a la orogénesis de la Cordillera de Talamanca.

No se describe aquí las rocas ígneas del Complejo ofiolítico de Nicoya, que incluyen las peridotitas de la Península de Santa Elena, por ser ya ampliamente descritas en la literatura. Pertenecen a la corteza oceánica pacífica, de edad Jurásico-Cretácico, y fueron plegadas y quebradas por la primera fase tectónica pre-Campaniano Superior, al amanecer de la subducción de la placa del Coco debajo de la placa del Caribe. Se trata de un plegamiento submarino compresivo de Norte a Sur.

Desde el principio de la subducción, después del Campaniano, los fenómenos volcánicos empiezan a formar centros efusivos de lavas andesíticas que producen la formación de sedimentos detrítico-volcánicos (Formación Cerro de Piedra, Sprechmann, 1984), y que traducen la presencia de un arco insular volcánico que quedara activo hasta la emersión de la Cordillera de Talamanca en el Mioceno Superior.

Durante el Eoceno Superior, un descanso de la actividad volcánica ha permitido la instalación de una sedimentación carbonatada, caracterizada por la presencia de calizas someras y arrecifales, con Litotamium y macro-Foraminíferas, sobre todo el contorno de la Cordillera de Talamanca que formaba entonces el eje del arco insular.

Durante la formación de la fila costeña, al final del Mioceno Medio, la actividad magnética se manifestó por la intrusión de la Formación Puerto Nuevo (Sprechmann, 1984), en forma de stock, de sills o diques de composición gabrodiorítica (Mora, 1979). Estos diques cortan las turbiditas del Mioceno Inferior y Medio, pero nunca penetran la molasa de la Formación Curré del Mioceno Superior.

Desde el Mioceno, la zona de la Cordillera de Talamanca se caracteriza por una actividad magnética, aumento en acidez, con gabro, monzonita y cuarzo-monzonita, diorita y cuarzo diorita, granodiorita, granita, aplita y sus equivalentes superficiales. Las rocas efusivas, aprovechando el fallamiento abierto por el ascenso del

magma, preceden las intrusiones magmáticas que se enfriaron muy cerca de la superficie (Rivier, 1979) al final del Mioceno, principio del Plioceno.

La actividad volcánica parece como importante en el Plioceno, a pesar del movimiento de ascenso tectónico de la Cordillera de Talamanca. Se puede mencionar el pequeño aparato volcánico, Mano de Tigre, que figura en el perfil. De edad fin Plioceno-Pleistoceno, su composición es basáltica y se presenta en forma de aglomerado generalmente, con unos relictos de coladas de basalto olivínico (Mora, 1979).

#### CONCLUSIONES

En el Cretácico Superior post-Santoniano, es decir después de la fuerte fase tectónica que plegó y quebró la corteza oceánica en el Santoniano y produjo el sobrecorrimiento de las rocas del manto de norte a sur, como es el caso de las peridotitas de Santa Elena sobre las rocas del Complejo de Nicoya, se establece la fosa mesoamericana como margen convergente extensional (Aubouin et al., 1984).

En la zona de Golfito, se depositaba, al NE de la fosa y en toda el área, incluidas las zonas actuales de la cuenca de Talamanca y probablemente de la Cordillera de Talamanca, las calizas pelágicas de edad Campaniano-Maestrichtiano. (Calizas pelágicas de Golfito, Sprechmann, 1984, calizas pelágicas de Changuinola Fisher y Pessagno, 1965).

Se supone que la dorsal del Coco ha sido formada por el desarrollo de la corteza oceánica encima de un punto caliente que se inició en el Paleoceno. Cuando este alto fondo oceánico chocó contra el plan de subducción, se produjo una fuerte compresión amortizada por las rocas del Complejo de Nicoya rígido de la Península de Osa. El estrechamiento del basamento por fallas inversas se transmitió en disarmonía a las rocas sedimentarias plásticas de la cobertura que formaron los pliegues comprimidos y fallados de la Fila Costeña, en el Mioceno Medio.

Al sur-oeste, la Península de Osa, emergida desde la colisión del Complejo basico paleoceno, se hundió entre un juego de fallas normales durante el Plio-Pleistoceno para emerger definitivamente en el Cuaternario.

En la vertiente atlántica, la paleo estructura marina Moín 1, y la estructura marina de Cahuita supuesta idéntica, se formaron en el Eoceno Superior, antes del ascenso de la Cordillera de Talamanca, en el Mioceno Superior. Durante el levantamiento de la cordillera, la cobertura sedimentaria se despegó de las partes altas, para acumularse, en varias unidades estructurales sobrecorridas, en la cuenca de Talamanca.

Es necesario comprobar la edad supuesta Paleoceno del Complejo básico de la Península de Osa y conocer la interpretación de la sismica marina de Cahuita, para confirmar o no las hipótesis propuestas. Lo cierto es que la fila costeña presenta una tectónica de compresión NE-SW y la bordura interna de la cuenca de Talamanca, una tectónica de compresión SW-NE y que las dos tectónicas no dependen del mismo fenómeno original.

#### BIBLIOGRAFIA

- Aubouin, J., Bourgois, J. & Azéma, J., 1984: A new type of active margin: The convergent-extensional margin, as exemplified by the Middle America Trench off Guatemala.- *Earth Planet. Sci. Lett.*, 67: 211-218.
- Azéma, J. & Tournon, J., 1980: La Péninsule de Santa Elena, Costa Rica: Un massif ultrabasique charrié en marge pacifique de l'Amérique Centrale. - *Costa Rica. Acad. Sc. Paris*, 290: 9-12.
- Azéma, J., Glacon, G. & Tournon, J., 1981: Nouvelles données sur le Paléocène à Foraminifères planctoniques de la bordure pacifique du Costa Rica (Amérique Centrale). - *Costa Rica. Somm. Geol. Fr.*, 3: 85-88.
- Baumgartner, P.O., Mora, C., Butterlin, J., Sigal, J., Glacon, G., Azéma, J. & Bourgois, J., 1984: Sedimentación y paleogeografía del Cretácico y Cenozoico del litoral pacífico de Costa Rica. - *Rev. Geol. Am. Central*, 1: 57-136.
- Bellon, H. & Tournon, J., 1978: Contribution de la géochronométrie K-Ar à l'étude du magmatisme de Costa Rica, Amérique Centrale. *Bull. Soc. Géol. Fr.* (7) t XX, 6: 955-959.
- Bourgois, J., Azéma, J., Baumgartner, P.O., Tournon, J., Desmet, A. & Aubouin, J., 1984: The geologic history of the Caribbean-Cocos plate boundary with special (Legs 67 and 84 off Guatemala): A synthesis-Tectonophysics, 108: 1-32.
- Dengo, G., 1962: Tectonic-Igneous Sequence in Costa Rica. - En : *Petrologic Studies*: A.F. Buddington, Volume Geol. Soc. Amer. 133-161.

- Fisher, S.P. & Pessagno, E.A., 1965: Upper cretaceous strata of northwestern Panamá.- Bull. Am. Ass. Petroleum Geol., 49 (4).
- Kuypers, E.P., 1979: La geología del Complejo Ofiolítico de Nicoya, Costa Rica.- Inst. Geogr. Nac., 25, Inf. Semestr. Julio-Dic. : 15-75.
- Kuijpers, E.P., 1980: The geological history of the Nicoya Ophiolite Complex, Costa Rica and its geotectonic significance. Tectonophysics, 68: 233-255.
- Lew, L., 1983: The geology of the Osa Península, Costa Rica: Observations and speculations of the outer arc of the southern Central American orogen.- 128 págs. Dept. of Geosci. Pennsylvania State University (M.Sc. tesis inédita).
- Mora, S., 1979: Estudio geológico de una parte de la región sur-este del Valle del General. 376 págs. Escuela Centroamericana de Geología, Universidad de Costa Rica (tesis inédita).
- Rivier, F., 1979: Geología del área norte de los cerros de Escazú, Cordillera de Talamanca, Costa Rica.- Inst. Geogr. Nac., Inf. Semestr. Julio-Dic.: 99-137.
- Robin, C. & Tournon, J., 1978: Spatial relation of andesitic and alkaline provinces in Mexico and Central America. Canadian J. Earth Sci., 15: 1633-1641.
- Schmidt-Effing, R., 1979: Alter und Genese des Nicoya-Komplexes, einer ozeanischen Palaokruste (Oberjura bis Eozan) im Südlichen Zentralamerika.- Geol. Rdsch. 68: 457-494.
- Sprechmann, P. (Ed.), 1984: Manual de Geología de Costa Rica, I: Estratigrafía.- Edit. Univ. Costa Rica, San José.
- Weyl, R., 1980: Geology of Central America.- 371 págs., Gebruder Borntraeger, Berlin.

