

GEOLOGIA DEL ESTE DE COSTA RICA Y EL NORTE DE PANAMA

Gregorio Escalante ¹ & Allan Astorga ²

¹ Geólogo Consultor, Apdo. 74, Pavas, San José, Costa Rica

² Refinadora Costarricense de Petróleo (RECOPE), Apdo. 4351-1000, San José, Costa Rica

ABSTRACT: Costa Rica and Panama form part of the Chorotega Block, a geologic province comprising oceanic basement of Mesozoic - Cenozoic age. The isthmus represents an intraoceanic island arc which has developed since Upper Cretaceous.

The segment of the isthmus, comprised by eastern Costa Rica and northern Panama, is made up of a single tectonic unit limited by faults. The northern boundary corresponds to the North Panama Deformed Belt, which at the latitude of Port Limón changes into an east - west trending Transcurrent Fault System of a sinistral type. This fault system divides the isthmus of Costa Rica until it meets the Mesoamerican Trench which forms the southern boundary of the segment. The western limit conforms to a fault system, which roughly parallels the Panama Canal. The tectonic activity in the Mesoamerican Trench has produced a system of arc island basins, which in the backarc of the segment, correspond to the Limon and Bocas del Toro basins.

The Upper Tertiary - Quaternary evolution of these backarc basins have been controlled by the subduction in the Mesoamerican Trench and particularly, during the Quaternary by the shallow subduction of the Coco Asismic Ridge. Nevertheless, an additional source for the deformation in the basins is associated with a process of interplate convergence, corresponding to the North Panama Deformed Belt.

RESUMEN: Costa Rica y Panamá forman parte del Bloque Chorotega, el cual conforma una provincia geológica de basamento oceánico, de edad Mesozoica - Cenozoica que representa un arco de islas intraoceánico maduro, que ha evolucionado desde el Cretácico Superior.

El segmento formado por el este de Costa Rica y el norte de Panamá constituye una unidad tectónica limitada por fallas, donde el límite norte corresponde con el Cinturón Deformado del Norte de Panamá, que en la latitud de Puerto Limón, se transforma en un Sistema de Falla Transcurrente, de tipo sinistral, con dirección este - oeste, que divide el istmo de Costa Rica hasta encontrarse con la Fosa Mesoamericana, la cual delimita el borde sur del segmento. El límite este del Bloque Chorotega corresponde a un sistema de fallas, que se extiende por el área del Canal de Panamá. La actividad tectónica en la Fosa Mesoamericana ha desarrollado un sistema de cuencas de arco de islas, que en la región tras-arco corresponden con las cuencas de Limón y Bocas del Toro.

La evolución Terciaria Superior - Cuaternaria de estas cuencas ha estado controlada por la subducción en la Fosa Mesoamericana y, particularmente, en el Cuaternario por la subducción somera de la Dorsal Asísmica del Coco. No obstante, una fuente adicional de deformación en las cuencas se asocia con un proceso de convergencia intraplaca, correspondiente con el Cinturón Deformado del Norte de Panamá.

INTRODUCCION

El Sur de América Central conforma el límite suroeste de la Placa Caribe (Fig. 1a), y está caracterizada por la presencia de bloques tectónicos limitados por fallas que marcan movimientos relativos entre sí (Mann et al., 1990). Los rasgos morfotectónicos más destacados del Sur de América Central, los límites tectónicos, principales bloques y el movimiento relativo de los mismos, se muestran en la Figura 1b.

Costa Rica y el oeste de Panamá conforman una provincia geológica bien definida, el denominado Bloque Chorotega. Las relaciones geológicas de esta provincia con el norte de América Central y el resto del Sur de América Central han sido examinadas por numerosos autores del área (Astorga et al., 1989, 1991, Escalante, 1990, Seyfried et al., 1991).

La parte Sur de América Central, del cual el Bloque Chorotega forma parte, es una de las provincias geológicas más complejas de toda la región del Caribe. Está caracterizada por la interacción de cuatro placas tectónicas, que han producido un complejo patrón estructural y el desarrollo de un sistema de cuencas estrechas y angostas (Figs. 1 y 2).

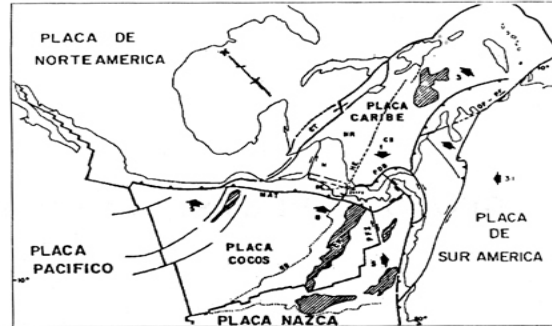


Fig. 1a: Esquema tectónico regional de la región Caribe y América Central.

El área discutida en este capítulo corresponde principalmente a aquella parte del Bloque Chorotega que limita con el Mar Caribe, al este de Costa Rica y el norte de Panamá, a lo largo de la cuenca tras-arco. Comprende también el amplio rasgo estructural referido como el arco volcánico que se extiende a lo largo de Costa Rica y Panamá (Fig. 2). Geográficamente, el área de interés cubre gran parte de la provincia de Limón en Costa Rica y la provincia de Bocas del Toro en Panamá.

La geología de esta región se ha conocido principalmente como resultado de la exploración

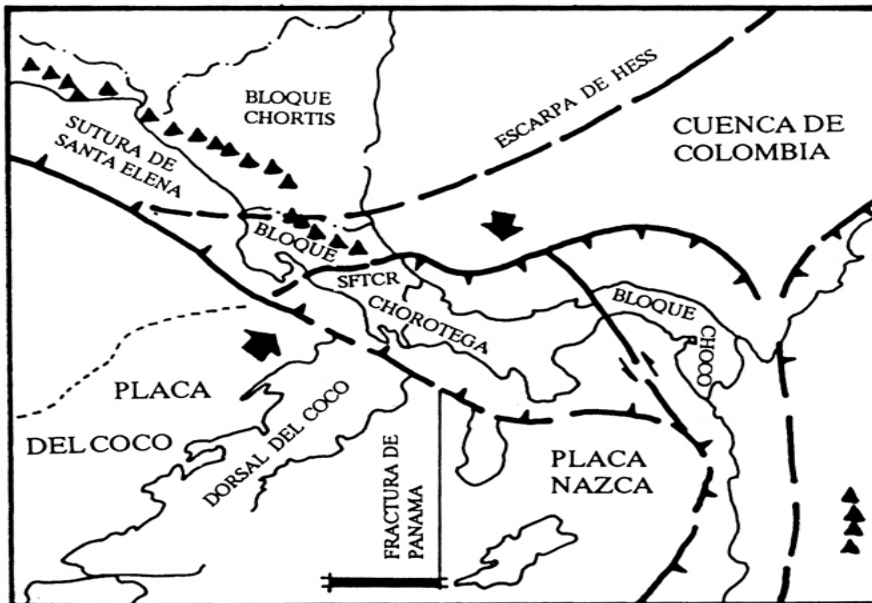


Fig. 1b: Rasgos tectónicos principales, segmentos tectónicos y movimiento relativo de los mismos para la región del sur de América Central (SFTCR: Sistema de Falla Transcurrente de costa Rica).

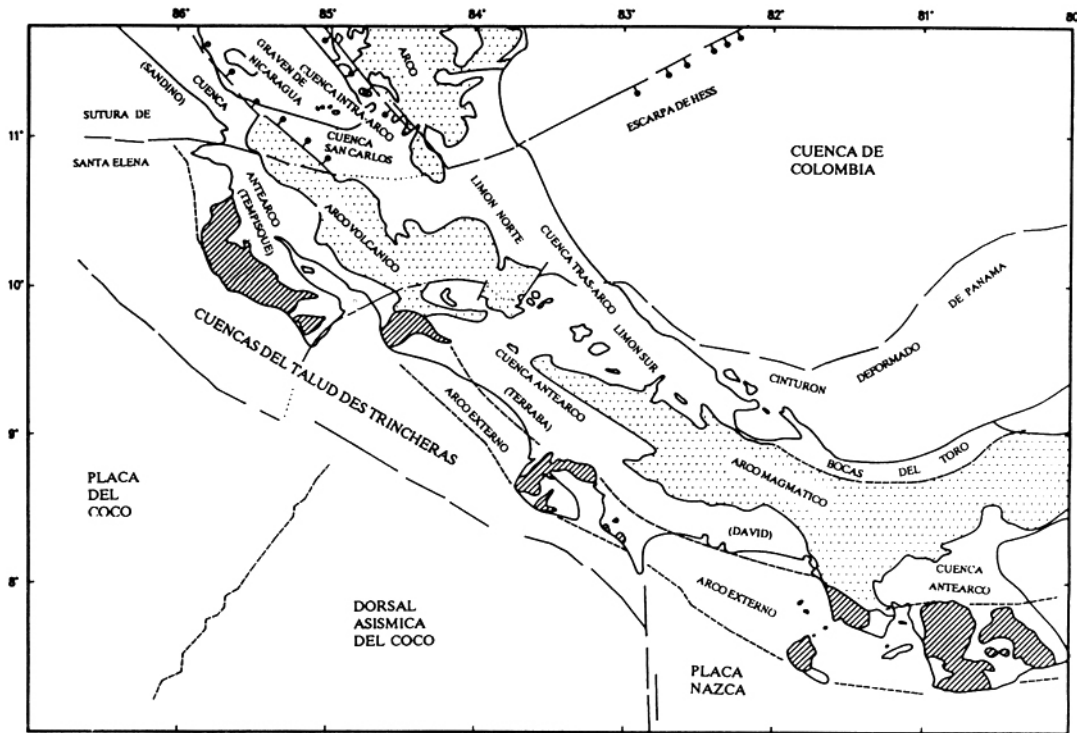


Fig. 2: Esquema morfoestructural de la región del sur de América Central. Basado en Astorga et al. (1989, 1991).

petrolera realizada intermitentemente desde la segunda década de este siglo; no obstante, poca de esta información se ha publicado en detalle, de manera que recientes publicaciones sobre la geología del sur de América Central (Astorga et al., 1989, 1991, Escalante, 1990, Seyfried et al., 1991) han servido como una útil fuente de información para el presente estudio. El trabajo de Astorga et al. (1989, 1991) comprende los resultados de la más reciente exploración petrolera realizada en Costa Rica.

El mapa geológico de Costa Rica a escala 1 : 200.000 (Sáenz, Sandoval et al. 1982) y el de Panamá a escala 1 : 250.000 (Anónimo, 1976) cubren el área de interés de este trabajo. Por su parte el mapa geológico-tectónico de la Región del Caribe, a escala 1 : 2.500.000 (Case & Holcombe, 1980), muestra también rasgos oceanográficos relevantes en el área adyacente a las provincias de Limón y Bocas del Toro. Un mapa geológico generalizado que incluye la distribución de las unidades de roca más importantes de la región se muestran en la figura 3.

El objetivo principal de este trabajo concierne con la geología del rasgo oceanográfico referido como el Cinturón Deformado del Norte de Panamá y la porción tierra adentro contigua a éste, que comprende las cuencas de Limón y Bocas del Toro. También importante en esta publicación es la descripción de la geología del arco volcano-magmático, conformado por la Cordillera de Talamanca en Costa Rica y la Cordillera Central en el oeste de Panamá, así como el arco volcánico de las porciones central y norte de Costa Rica. Todos estos rasgos representan subdivisiones estructurales importantes dentro del Bloque Chorotega (Figs. 1 y 2).

GEOLOGIA REGIONAL

La geología del norte de América Central (Donnelly et al., 1990) difiere marcadamente de la del sur de ésta. Por ejemplo, en el norte de América Central las rocas sedimentarias y metamórficas con edades tan antiguas como Pérmico o más antiguas

están ampliamente distribuidas. También notable en esta región norte es la extensa ocurrencia de espesas sucesiones de rocas mesozoicas compuestas principalmente de carbonatos, estratos rojos y evaporitas. En el sur de América Central, por otro lado, la unidad estratigráfica más antigua comprende sedimentos no más viejos que Jurásico (de Wever et al., 1985) y de origen marino profundo (Galli-Olivier, 1979, Schmidt-Effing, 1979; Gursky et al., 1984; Bourgois et al., 1984, Baumgartner, 1984, 1987, Azema et al., 1985; De Wever et al., 1985). El Bloque Choco, al este del Bloque Chorotega (Fig.1) contiene rasgos tectónicos y estratigráficos que son generalmente comunes al resto del sur de América Central. Sin embargo, Escalante (1990) ha señalado algunas notables diferencias entre estos dos bloques, los cuales a su vez muestran una clara diferencia con el norte de Sudamérica (Bellizzia & Dengo, 1990; Case et al., 1990).

Los depósitos volcánicos continentales y rocas intrusivas ígneas asociadas de América Central,

particularmente las del Terciario Superior y Cuaternario, forman parte de un rasgo tectónico simple, denominado arco volcano-magmático que se extiende en un cinturón más o menos continuo desde el norte de América Central hasta Panamá (Figs. 2 y 3).

El Bloque Chorotega

El Bloque Chorotega está separado de las Placas de Coco y Nazca al oeste por la Fosa Mesoamericana (Fig. 1a), que constituye el mayor elemento tectónico de América Central. Asimismo está separado de la Placa Caribe, hacia el este en la región marina, por un sistema de fallamiento inverso que buza al suroeste, que constituye el denominado Cinturón Deformando del Norte de Panamá (Case & Holcombe, 1980).

El Cinturón Deformado del Norte de Panamá es un rasgo oceanográfico bien definido (Lu & McMillen, 1982; Case & Holcombe, 1980), que se extiende paralelo a la costa caribeña de Panamá

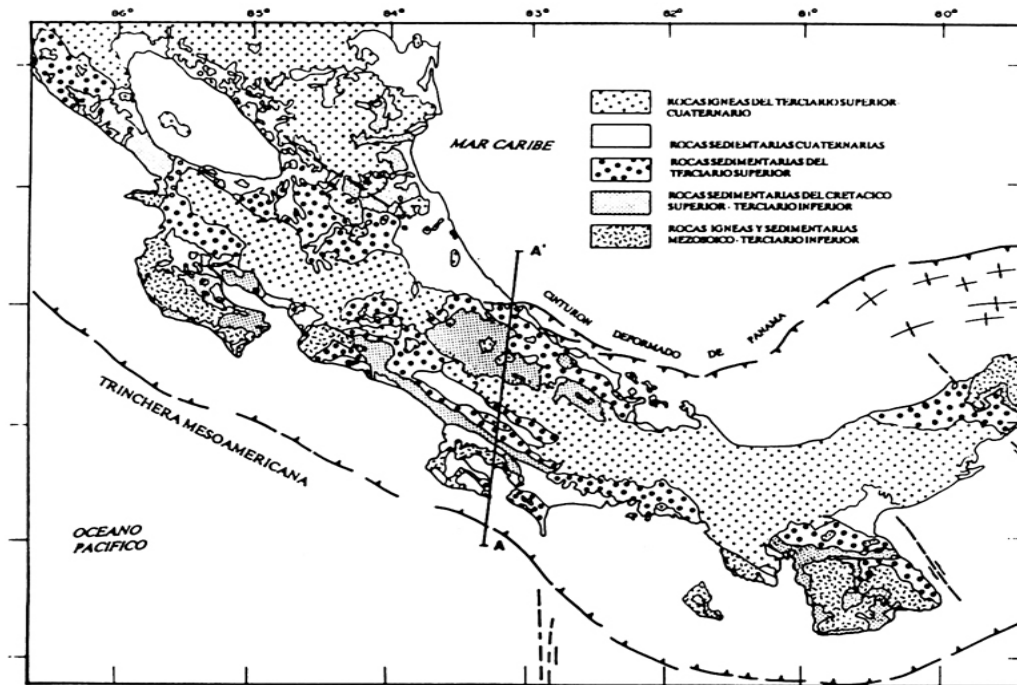
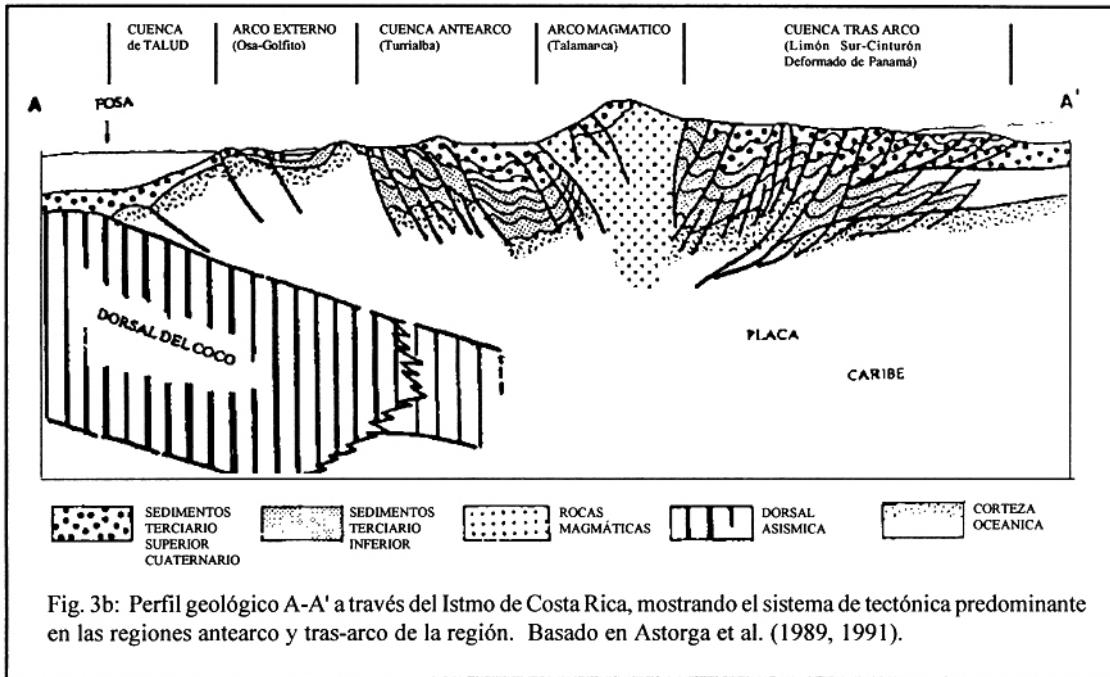


Fig. 3a: Mapa geológico general del Sur de América Central. Basado en Case & Holcombe (1980).



hasta juntarse con el Cinturón Deformado del Sur del Caribe (Case & Holcombe, 1980) justo al norte del Golfo de Urabá en Colombia. El Cinturón Deformado del Sur del Caribe es un elemento oceanográfico mayor localizado fuera de la región analizada en este estudio.

El sistema de fallas inversas que comprende el Cinturón Deformado del Norte de Panamá, es el elemento tectónico más importante del lado caribeño del Bloque Chortis (este de Costa Rica y noroeste de Panamá). El límite norte más importante del frente de sobrecorrimiento está localizado al norte de Puerto Limón, donde cambia a un sistema este-oeste de falla transcurrente de tipo sinistral (Astorga et al., 1989; 1991). Este sistema de falla divide a Costa Rica en dos segmentos independientes (norte y sur) dentro del Bloque Chorotega. Esta interpretación tectónica recientemente enunciada por Astorga et al. (1989) conlleva a aspectos problemáticos concernientes a la extensión del Cinturón Deformado del Norte de Panamá dentro de la parte terrestre de Costa Rica, como fue señalado por Escalante (1990).

El límite septentrional del Bloque Chorotega con el Bloque Chortis, es considerado por Escalante

(1990) como una falla mayor de tendencia este-oeste, representado en el noroeste de Costa Rica por el sistema de falla de la Península de Santa Elena, el cual hizo emerger un cuerpo de peridotitas serpentinizadas mesozoicas. Una evidencia adicional de la existencia de esta falla que está cubierta en el norte de Costa Rica, es el hallazgo de serpentinitas cretácicas bajo una sucesión de rocas volcánicas y sedimentos volcanoclásticos de edad Terciario (Astorga et al., 1989, 1991, Astorga, 1992). El Escarpe de Hess (Case & Holcombe, 1980) se considera como la extensión marina del Sistema de Falla de Santa Elena (Figs. 1 y 2).

El Bloque Chorotega está separado del Bloque Choco en la parte central de Panamá por una falla o grupo de fallas que se manifiestan claramente por un cambio mayor en los valores de gravedad (Case, 1974).

Las subdivisiones estructurales del Bloque Chorotega en Costa Rica y en el oeste de Panamá son indicadas en la Figura 2 y son explicadas con más detalle por Astorga et al. (1989; 1991); Seyfried et al. (1991) y Escalante (1990). Una descripción resumida de estos rasgos estructurales se presenta más adelante en este trabajo.

El Cinturón Deformado del Norte de Panamá

Este cinturón deformado constituye un rasgo enteramente oceánico y es considerado como una cuña acrecionaria mayor relacionada a la convergencia de la Cuenca de Colombia contra la parte norte del Bloque Chorotega y el Bloque Choco (Fig. 1). Este cinturón contiene más de 7,000 metros de sucesiones sedimentarias del Cretácico al Holoceno, conformadas por turbiditas, hemipelagitas y pelagitas (Case et al., 1984).

El límite sur del Cinturón no está bien definido. La parte sur de la Cuenca de Limón y la Cuenca de Bocas del Toro en su totalidad (Fig. 2) contienen los rasgos estratigráficos y estructurales básicos (ver Fernández et al., (en este volumen) que caracterizan el cinturón deformado, de manera que estas cuencas podrían ser consideradas como la porción tierra adentro del mismo. El límite norte del Cinturón lo conforma el frente de una falla inversa arqueada que rodea el norte de Panamá y que puede ser seguida hasta encontrarse con el istmo en Costa Rica, en la latitud de Puerto Limón. La localización y extensión de este rasgo estructural sobre la porción de tierra ha sido descrita por

Astorga et al. (1989, 1991) y es referida en este reporte separadamente.

Cuencas de Limón y de Bocas del Toro

Las cuencas de Limón de Costa Rica y de Bocas del Toro en Panamá, cuando se toman como una unidad, conforman la cuenca sedimentaria más larga del sur de América Central (Escalante, 1990). La cuenca Bocas del Toro representa la porción terrestre del Cinturón Deformado de Panamá en el lado Caribe del este de Panamá, mientras que la parte emergida de este cinturón deformado en Costa Rica está representado por la porción sur de la Cuenca Limón, que se extiende hacia el sur de Puerto Limón. La parte norte de la Cuenca de Limón como fue definida por Escalante (1990) ha sido recientemente considerada como una entidad geológicamente separada (Astorga et al., 1989, 1991).

La estratigrafía de las cuencas de Limón y de Bocas del Toro ha sido bastante bien documentada con base en los resultados obtenidos de una extensa exploración petrolera, que se ha realizado principalmente en el área limítrofe entre Costa Rica

SISTEMA	SERIE	REGION TRAS-ARCO DE COSTA RICA		CUENCA DE BOCAS DEL TORO (PANAMA)
		CUENCA SAN CARLOS	CUENCA LIMON	
CUATERNARIO	RECIENTE	FM. BUENA VISTA	FM. SURETKA	FM. WATER CAY
	PLEISTOCENO	FM. COTE		
TERTIARIO	PLIOCENO	ROCAS VOLCANICAS INDIF.	FM. RIO BANANO	FM. TIMBER POINT
	MIOCENO	FM. VENADO	FM. USCARI	FM. USCARI
			FM. BARBILLA	
	OLIGOCENO		FM. SENOSRI	FM. SENOSRI
	EOCENO	FM. MACHUCA	FM. LAS ANIMAS	
	PALEOCENO		FM. TUIS	FM. RIOLARI
CRETACICO	MAASTRICH-TIANO	?	?	FM. CHANGUINOLA

Fig. 4: Cuadro estratigráfico general de las cuencas de Limón y Bocas del Toro. Basado en Escalante (1990) y Fernández et al. (1994, este volumen).

y Panamá. Sin embargo, la mayoría de esta información es de uso restringida. Una descripción general de la estratigrafía de la cuenca de Limón y de Bocas del Toro está indicada en el cuadro estratigráfico de la figura 4, basada en Escalante (1990) y Fernández et al. (en este volumen).

Otro resultado del trabajo exploratorio es el reconocimiento de una cuenca separada, referida como la Cuenca San Carlos, dispuesta en la región tras-arco norte de Costa Rica (Astorga et al., 1989, 1991).

Las rocas más antiguas reconocidas en la Cuenca Limón-Bocas del Toro son aquellas de la Formación Changuinola de edad Cretácico Superior (Fisher & Pessagno, 1965). Esta formación aflora en una área restringida del río Changuinola en Panamá. Ha sido descrita como una secuencia potente y bien estratificada de calizas con foraminíferos y tobas interestratificadas, aglomerados y coladas de lava que exceden los 1280 metros de espesor. La sección inferior de la formación en la localidad tipo consiste de lutitas color verde oliva, bien estratificadas, brechas y arenitas volcánoclasticas, algunos estratos de caliza contienen microfaua del Campaniano Tardío al Maastrichtiano Temprano (Fisher & Pessagno, 1965).

La Formación Changuinola está sobreyacida por sucesiones clásticas marinas que se estima exceden los 7000 metros de espesor, y que conforman diversas formaciones litoestratigráficas en la Cuenca Limón-Bocas del Toro. Las más antiguas de éstas incluyen unidades en su mayoría volcánoclasticas de edad Paleoceno - Eoceno Medio (Formaciones Río Lari y Tuis) en la Cuenca de Limón, y posiblemente formaciones similares en la Cuenca Bocas del Toro. La contrastante Formación Las Animas del Eoceno Tardío, no ha sido reconocida fuera de su localidad tipo en la parte central de la Cuenca de Limón.

En la cuenca de Limón las rocas del Oligoceno están representadas por sucesiones clásticas marinas de aguas profundas integradas dentro de la Formación Senosri. Además, lateralmente se han reconocido estratos de calizas de aguas someras incluidas dentro de la Formación Barbilla (Fernández et al., en este volumen).

La Formación Uscari es la mejor conocida y

desde hace mucho tiempo ha sido descrita en Costa Rica y Panamá (Berry, 1921; Olson, 1922; Terry, 1956; Taylor, 1975; Pizarro, 1985; Fernández, 1987; Campos, 1987). Consiste en su mayoría de lodolitas terrígenas con intercalaciones de calcarenitas y arenitas calcáreas hacia su parte superior. Su espesor varía entre 600 hasta 2000 metros (Sprechmann, 1984).

La sucesión estratigráfica del Terciario Superior cuspidal de la Cuenca Limón - Bocas del Toro ha sido descrita bajo diferentes nombres formacionales. La más extensiva de éstas es la Formación Río Banano (Taylor, 1975), representada principalmente por sedimentos clásticos marinos someros; y la Formación Suretka compuesta en su mayoría por conglomerados.

Las unidades estratigráficas más jóvenes reconocidas en estas cuencas son arrecifes pleistocenos hasta recientes que afloran a lo largo de la costa caribeña de Costa Rica y Panamá.

Las planicies costeras en la Cuenca de Limón - Bocas del Toro contienen extensos y potentes depósitos de turba.

La Cuenca de San Carlos

La cuenca de San Carlos es un rasgo intra-arco bien definido localizado dentro de la extensión suroeste del Graben de Nicaragua (Fig. 2). Contiene algunos rasgos estratigráficos que caracterizan a la vecina Cuenca de Limón.

Las rocas más antiguas encontradas en esta cuenca corresponden con lutitas tobáceas y calcáreas, que han sido referidas como una sucesión estratigráfica particular bajo el nombre de Formación Machuca (Hayes, 1899; McBirney & Williams, 1965) de posible edad Paleoceno a Oligoceno. Sin embargo, algunas preguntas prevalecen respecto a la validez de agrupar bajo una sola formación rocas que más probablemente representan diferentes unidades estratigráficas (Escalante, 1990).

Las rocas generalmente asociadas con secuencias ofiolíticas tales como aquellas que forman las rocas del basamento de la región antearco del lado pacífico de Costa Rica y el oeste de Panamá (Complejo de Nicoya) ha sido

encontrado por un sondeo estratigráfico realizado por la Refinadora Costarricense de Petróleo (Astorga et al., 1989; 1991). Esta roca serpentinizada presente en el subsuelo de San Carlos, se interpreta como parte de una zona de falla mayor asociada con la Sutura de Santa Elena (Escalante, 1990, Astorga, 1992), tal como se indicó en la descripción del Bloque Chorotega.

Las unidades estratigráficas del Terciario Tardío en la cuenca de San Carlos, son principalmente secuencias de rocas volcánicas, que difieren marcadamente de los depósitos en su mayoría marinos y continentales de la Cuenca de Limón.

La Cordillera de Talamanca de Costa Rica y la Cordillera Central de Panamá

El arco magmático de Costa Rica y del oeste de Panamá es un claro rasgo de subdivisión estructural del Bloque Chorotega, constituyendo el borde sur de las cuencas de Limón y de Bocas del Toro (Fig. 2). Comprende la Cordillera de Talamanca en Costa Rica y la Cordillera Central en Panamá, las cuales forman en conjunto la más prominente cordillera en la región, conteniendo ambas los picos montañosos más altos de ambos países.

Ambas cordilleras están conformadas principalmente por cuerpos intrusivos con similares características de edad y modo de emplazamiento (Escalante, 1990). Dengo (1962a) reconoció seis cuerpos intrusivos en la Cordillera de Talamanca, incluyendo granodioritas, monzonitas y variedades de éstas. Berrangé (1977) nominó estas rocas como Grupo Intrusivo Comagmático de Talamanca y reconoció la ocurrencia común de cuarzdioritas, granodioritas y adamelitas.

Algunos de estos cuerpos intrusivos tienen edades de hasta 32.6 m.a. (Kessler et al., 1977) en el área de Panamá. Sin embargo, datos radiométricos obtenidos tanto para rocas de Panamá como de Costa Rica, indican edades de Mioceno y Plioceno principalmente (véase Seyfried et al., 1991).

Ambas cordilleras contienen evidencia de actividad volcánica del Terciario Superior y Cuaternario. Aunque en la Cordillera de Talamanca

el volcanismo cesó abruptamente durante este último período, como consecuencia de la subducción somera de la Dorsal Asísmica del Coco (Astorga et al., 1989, 1991).

El Sistema de Falla Transcurrente de Costa Rica

Astorga et al., (1989, 1991) basados en muy diversa información geológica y geofísica de Costa Rica, sugieren un nuevo modelo tectónico para la región central de Costa Rica. Propusieron que aproximadamente en la latitud 10 grados de latitud Norte en el Caribe de Costa Rica, el sistema de fallas inversas del Cinturón Deformado del Norte de Panamá, se transforma en una falla transcurrente -sinistral-, que atraviesa el istmo separándolo en dos segmentos independientes: Costa Rica Norte y Costa Rica Sur (Figs. 1-2).

De acuerdo a estos autores, este sistema de falla ha estado activo al menos desde el Eoceno Superior/Oligoceno, y es el responsable de la formación de un sistema de cuencas transtensionales originadas en la región central de Costa Rica (Fig. 2). Su actividad tectónica ha prevalecido hasta el presente, siendo probablemente una de las fuentes sísmicas más importantes de la región.

OTROS RASGOS ESTRUCTURALES RELEVANTES

Entre los rasgos estructurales más importantes de la región se destacan varios sistemas de fallas y estructuras geológicas de índole regional que se encuentran mayormente localizadas fuera del área de estudio o forman parte de los límites de esta área. Es del caso distinguir entre estos la Fosa Mesoamericana, el Sistema de Fallas Santa Elena - Hess, el Graben de Nicaragua y la Zona de Fractura de Panamá.

La Fosa Mesoamericana

Corresponde con el límite tectónico más importante de la región. En ella se inicia la subducción de la Placa del Coco bajo la Placa

Caribe, incluyendo la subducción somera de una cordillera oceánica submarina, denominada "Dorsal del Coco" (Figs. 1-3).

De acuerdo a Minster & Jordan (1978), la velocidad de penetración de la Placa de Cocos alcanza, frente a Costa Rica, entre 8-9 cm/año. Esta margen convergente intraoceánico ha estado activo al menos desde el Cretácico Superior y es el responsable de la configuración morfotectónica de la región, disponiendo dos altos estructurales mayores paralelos a la fosa (el arco externo y el arco interno), con cuencas sedimentarias adyacentes (por ejemplo: Astorga et al., 1989, 1991; Escalante, 1990, Seyfried et al., 1991).

El Sistema de Falla Santa Elena-Hess

A partir del relieve submarino del mar Caribe y de otros datos geológico-geofísicos (Case & Holcombe, 1980), el Escarpe de Hess, se ha interpretado como la traza de una falla, de probable movimiento transcurrente, que separa dos provincias geológicas, el Levantamiento de Nicaragua y la Cuenca de Colombia (Fig. 1a, cf. Mann & Burke, 1984). Bowland (1984), señaló que esta falla tuvo su mayor actividad en un tiempo pre-Cenozoico, aunque alguna actividad intermitente puede haber ocurrido durante el Cenozoico (Mann & Burke, 1984).

En el área terrestre de Costa Rica, diversos autores han sugerido la continuidad del Escarpe de Hess hacia el oeste, en conexión con el sistema de fallas del norte de la Península de Santa Elena (De Boer, 1979; Bourgois et al., 1984; Calvo, 1987; Astorga et al., 1989; 1991; Escalante, 1990; Seyfried et al., 1991). Este sistema de fallas formaría el límite norte del Bloque Chorotega, tal como se explicó anteriormente. Con base en evidencias sísmicas, Astorga et al., (1991:38) comprueban la existencia de un fallamiento transcurrente que asocian a la Falla Hess-Santa Elena. Este hecho aunado a la perforación de rocas serpentiniticas mesozoicas, sobre un alto estructural, al norte de la posible traza de la falla en la Cuenca de San Carlos (Astorga et al., 1991, Fig. 4), ha sugerido la continuidad del sistema de falla Hess-Santa Elena y su disposición como límite tectónico septentrional del Segmento Costa Rica Norte (Figs. 1 y 2).

En resumen, en el marco de este trabajo el Sistema de Falla Hess-Santa Elena, se interpreta como una falla transcurrente, que limita dos bloques tectónicos independientes. Su actividad está controlada por el movimiento relativo de los bloques tectónicos de la Placa Caribe, principalmente durante períodos de alta actividad tectónica en la región (Astorga et al., 1991).

El Graben de Nicaragua

El Graben de Nicaragua o Depresión de Nicaragua (McBirney & Williams, 1965) es una cubeta tectónica originada por distensión, que tiene prolongación hasta la región tras-arco del norte de Costa Rica (Weyl, 1980; Case & Holcombe, 1980), en donde conforma lo que se ha denominado la Cuenca de San Carlos. Esta depresión pertenece a un sistema de grábenes originados durante el Neógeno, que se extienden en el norte de América Central (Mann & Burke, 1984; Mann et al., 1990). De acuerdo a estos últimos autores, el origen de sistema distensivo se relaciona con:

- a) Una extensión del área trasarco inducida por subducción.
- b) Subsistencia entre fallas transcurrentes dextrales dispuestas en los bordes.
- c) Una combinación de ambos procesos.

Astorga et al., (1989, 1991) basados en la presencia de un abundante vulcanismo efusivo, registrados en los sondeos estratigráficos de la cuenca San Carlos, interpretaron que el inicio de la distensión en esa área ocurrió en el Mioceno Inferior.

La Zona de Fractura de Panamá

Corresponde con una falla transformante de tipo dextral, que separa las placas de Cocos y Nazca (Fig. 1-2). De acuerdo con Lonsdale & Klitgord (1978) esta zona de fractura surgió hace aproximadamente 1 m.a., contemporáneamente al inicio de la subducción de la Dorsal de Cocos. De acuerdo a estos autores la actividad tectónica en esta zona aún prevalece, tal y como lo demuestra la actividad sísmica reciente (p. ej. Camacho, 1991).

Existe discusión acerca de la extensión de la zona de fractura hacia el interior de Costa Rica.

particularmente su relación con la Falla Longitudinal de Costa Rica (compárese p. ej. Barrit & Berrangé, 1987 y Corrigan et al., 1990). El modelo de Barrit & Berrangé, 1987 y Corrigan (1987) explica mejor el origen de las cuencas transtensivas de la región y particularmente la del Golfo Dulce (compárese también Camacho, 1991).

HISTORIA GEOLOGICA

La figura 5 esquematiza los modelos de evolución geológica regional (Caribe) y local (sur de América Central) más recientes, descritos por Pindell et al., (1988) y Astorga et al., (1991) respectivamente. Únicamente se hace una breve mención a los eventos más relevantes de la historia geológica de la región del sur de América Central mencionados por estos autores.

Cretácico Superior (Campaniano)

Ocurre la apertura de la Fosa Mesoamericana y con ella la formación de un incipiente arco de islas, así como las cuencas sedimentarias asociadas.

Probablemente el Sistema de Falla Hess-Santa Elena, funcionó como límite tectónico septentrional del bloque Chorotega. En los altos estructurales asociados a este límite se edificaron plataformas carbonatadas. La sedimentación que predominó fue de origen marino profundo: pelitas y turbiditas (Astorga et al., 1989, 1991). Regionalmente, la Placa Caribe se estaba desplazando hacia el NE respecto a las placas Norteamericana y Sudamericana (Pindell et al., 1988).

Terciario Inferior (Eoceno)

Durante el Paleógeno la Placa Caribe continuó su movimiento relativo hacia el noreste, hasta desencadenar la colisión de Cuba con la Plataforma de las Bahamas, lo que provocó un importante orogénia en Cuba. La Cubeta de Caimán empezó a abrirse y el movimiento de la placa tuvo un mayor componente hacia el Este.

A finales del Eoceno, se inicia un acercamiento relativo entre las placas Norteamericana y Sudamericana, lo que induce una deformación interna dentro de la Placa Caribe (Burke et al., 1978, Pindell et al., 1988). Por su parte, en la región

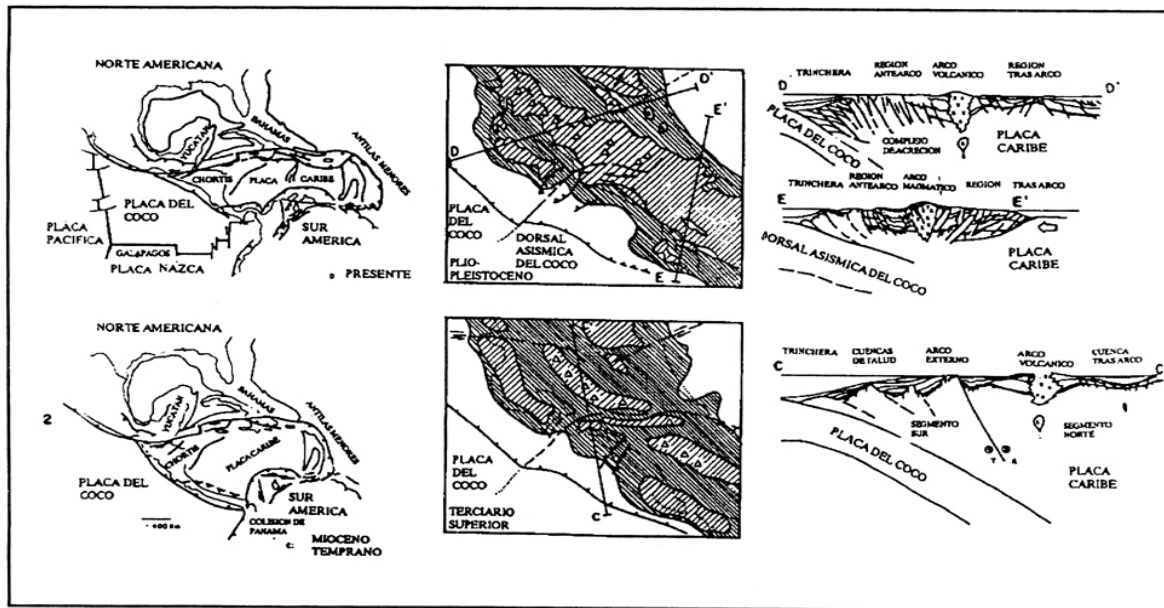


Fig. 5: Esquema evolutivo regional de Costa Rica comparado con el patrón de evolución de la región Caribe.

de Costa Rica la subducción de la Placa Farallón continuó. El arco de islas ha crecido, reflejado por un arco volcánico interno, y un arco externo (Astorga et al., 1989, 1991). Durante el Paleoceno, alguna actividad tectónica estuvo asociado con el Sistema de Falla Hess-Santa Elena (Calvo, 1987). En el Eoceno se registró un evento tectónico compresivo en la región, lo que indujo el desarrollo de altos estructurales y algún estrechamiento de las cuencas sedimentarias.

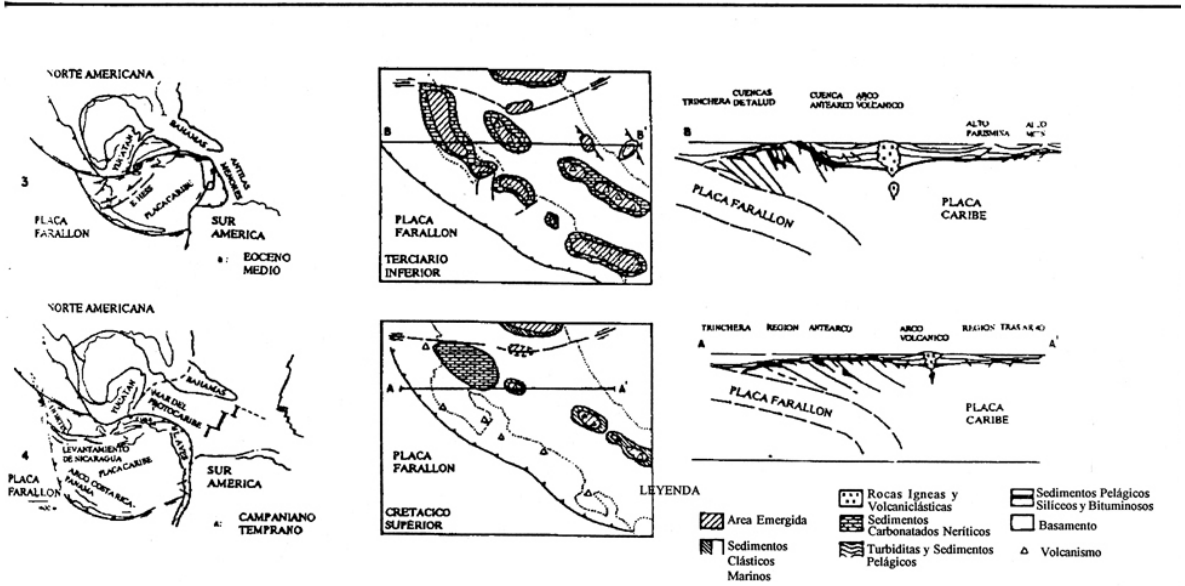
Terciario Superior (Mioceno)

Desde el Eoceno Superior/Oligoceno el arco de islas de Costa Rica es separado en dos segmentos, por el Sistema de Falla Transcurrente de Costa Rica; se originó un sistema de cuencas transtensivas en la porción central de Costa Rica. Esta falla transcurrente tiene prolongación hacia el sureste como parte de un incipiente cinturón de deformación (Astorga et al., 1991). De acuerdo con estos autores, en el Mioceno en la región norte del trasarco, se abre una cuenca transtensiva como prolongación de la Depresión de Nicaragua. Regionalmente, la Placa Caribe continuó su

desplazamiento relativo hacia el este. A finales del Mioceno, se inicia la colisión del Istmo de Panamá, con el NW de Sudamérica, lo que provoca una fuerte deformación en la región (Pindell et al., 1988).

Plio-Pleistoceno

El movimiento relativo hacia el este de la Placa Caribe continuó. Se adquiere la configuración actual, en la que la Placa Caribe está compuesta por un mosaico de bloques tectónicos, limitados por fallas, sobre las cuales se efectúan los movimientos relativos (Mann & Burke, 1984; Pindell et al., 1988). Localmente, en el sur de América Central, el "Sistema de Falla Transcurrente de Costa Rica", continúa activo y su movimiento se intensifica y complica a consecuencia del inicio de la subducción de la Dorsal de Cocos. El segmento Costa Rica sur es deformado intensamente como producto de la mencionada subducción somera en el Pacífico de Costa Rica y de la convergencia "intraplaca" en la región Caribe. Como derivación de esto, cesa el volcanismo y se desencadena un acelerado proceso de levantamiento y una alta



actividad tectónica que prevalecen hasta el Presente. En el segmento Costa Rica norte la actividad tectónica es menos fuerte, pero el volcanismo es más intenso; condiciones que permanecen hasta la actualidad (Astorga et al., 1991:44).

REFERENCIAS

- ANONIMO, 1976: Mapa geológico de Panamá. - Panamá City, Instituto Geográfico Nacional "Tommy Guardia" 7 sheets, scale 1:250.000.
- Astorga, A., 1992: Descubrimiento de corteza oceánica mesozoica en el norte de Costa Rica y el sur de Nicaragua. - *Rev. Geol. América Central*, 14: 109-112.
- Astorga, A., Fernandez, J.A., Barboza, G., Campos, L., Obando, J., Aguilar, A. & Obando, L.G., 1989: Cuencas Sedimentarias de Costa Rica: Evolución Cretácico Superior-Cenozoica y Potencial de Hidrocarburos. - Symposium on the Energy and Mineral Potential of the Central American-Caribbean Region, San José, Costa Rica, March 6-9, 1989, Circumpacific Council: 23 p.
- Astorga, A., Fernandez, J.A., Barboza, G., Campos, L., Obando, J., Aguilar, A. & Obando, L.G., 1991: Cuencas Sedimentarias de Costa Rica: Evolución Geodinámica y Potencial de Hidrocarburos. - *Rev. Geol. América Central*, 13: 25-59.
- Azema, J., Glacon, G., Tournon, J., & Vila, J.M., 1979: Precisiones acerca del Paleoceno de Puerto Quepos y sus alrededores, Provincia de Puntarenas, Costa Rica. - San José Instituto Geográfico Nacional, Informe Semestral, Julio-Diciembre, 77-87.
- Barritt, S. & Berrangé, J. P., 1987: Interpretation of a gravity survey of the Osa Peninsula and environments, southern Costa Rica. - *Overseas Geology and Mineral Resources*, 64 p.
- Baumgartner, P.O., 1984: El Complejo Ofiolítico de Nicoya (Costa Rica): Modelos estructurales analizados en función de las edades de los radiolarios (Calloviense a Santoniense). - En: SPRECHMANN, P. (Ed.): Manual de Geología de Costa Rica, Editorial de la Universidad de Costa Rica. V.1: Estratigrafía: 115-123.
- Baumgartner, P. O. 1987: Tectónica y sedimentación del Cretácico Superior en la zona pacífica de Costa Rica (América Central). - En: Barbarin C., Gursky, H.J. & Meiburg, P. (Eds.): El Cretácico de México y América Central; Linares. Actas Facultad de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Nuevo León, Linares, 2: 251-260.
- Bellizzia, A. & Dengo, G., 1990: The Caribbean mountain system, northern South America. - En: Dengo, G. & Case, J.E. (Eds.): *The Caribbean Region: Geol. Soc. Amer., The Geology of North America*, v. H.
- Berrangé, J.P., 1977. Reconnaissance geology of the Tapantí Quadrangle, Talamanca Cordillera, Costa Rica. - London, Institute of Geological Sciences, Overseas Division Report 37, 72 p.
- Berry, E.W., 1921: Tertiary fossil plants from Costa Rica. - Washington, D.C., Proceedings of the United States National Museum, 59: 169-185.
- Bourgeois, J., Azema, J., Tournon, J., Bellon, H., Calle, B., Parra, E., Toussaint, J.F., Glacon, G., Feinberg, H., De Wever, P. & Origlia, I., 1982: Age et structure des complexes basiques et ultrabasiques de la fraade pacifique entre 3°N et 12°N (Colombie, Panama et Costa Rica). - *Bull. Soc. Geól. Fr.*, 3: 545-554.
- Bowland, C.L., 1984: Seismic stratigraphy and structure of the western Colombian Basin, Caribbean Sea. - MSc. Thesis, University of Texas, 248 p.
- Burke, K., Fox, P.J. & Sengor, A.M.C., 1978: Bouyant ocean floor and the evolution of the Caribbean. - *J. Geoph. Res.*, 83: 3949-3954.
- Calvo, C., 1987: Las calizas neríticas de la vertiente pacífica del norte de Costa Rica y sur de Nicaragua: Epocas y sistemas de sedimentación asociadas con la apertura y evolución del margen convergente de la América Central Meridional. - Tesis de Licenciatura, Universidad de Costa Rica: 164 p.
- Camacho, E., 1991: The Puerto Armuelles Earthquake (Southwestern Panama) of July 18, 1934. - Department of Earth and Atmospheric Sciences, Saint Louis University, St. Louis and Instituto de Geociencias, Universidad de Panamá, R. de Panamá.
- Case, J.E. & Holcombe, T.L., 1980: Geologic-Tectonic map of the Caribbean region. - U.S. Geol. Survey Miscellaneous Investigations Map 1-110, escala 1:2,500,000.
- Case, J.E., Holcombe, T.L. & Martin, R.G., 1984: Map of geologic provinces in the Caribbean region. - En: Bonini, W.E., Hargraves, R.B. & Shagan, R. (Eds.): *The Caribbean-South American Plate boundary and regional tectonics: Geol. Soc. Amer. Memoir*, 162: 1-30.
- Case, J.E., Shagan, R. & Giegengack, R.F., 1990: Geology of the northern Andes: An overview. - En: Dengo, G. & Case, J.E. (Eds.): *The Caribbean region, Geol. Soc. Amer., The Geology of North America* v. II.
- Corrigan, J. D., 1986: Geology of the Burica Peninsula, Panama - Costa Rica: Neotectonic implication for the southern Middle America convergent margin. - Master Thesis, University of Texas: 152 p.

- De Boer, J., 1979: The outer arc of the Costa Rican orogen (oceanic basement complexes of the Nicoya and Santa Elena Penínsulas). - *Tectonophysics*, 56: 221-259.
- Dengo, G., 1962a: Estudio geológico de la región de Guanacaste, Costa Rica. - Instituto Geográfico Nacional: 112 p.
- Dengo, G., 1962b: Tectonic-igneous sequence in Costa Rica. - En: *Petrologic Studies*, A.F. Buddington Volume: 133-161; *Geol.Soc. Amer.*
- De Wever, D., Azema, J., Tournon, J. & Desmet, A. 1985: Découverte de matériel du Lias-Dogger inférieur, dans la péninsule de Santa Elena (Costa Rica, Amérique Centrale). - *Academia Ciencias Paris*, 300, 2/15: 759-764.
- Donnelly, T.W., Horne, G.S., Finch, R.C. & Lopez-Ramos, E., 1990: Northern Central America; The Maya and Chortis blocks. - En: Dengo, G. & Case, J.E. (Eds.): *The Caribbean region: Geol. Soc.Amer., The Geology of North America*, v. H: 37-76.
- Escalante, G., 1990: The geology of southern Central America and western Colombia. - En: DENGO, G. & CASE, J.E. (Eds.) *The Caribbean region: Geol. Soc. Amer., The Geology of North America*, v. H: 201-230.
- Fisher, S.P. & Pessagno, E.A., 1965: Upper Cretaceous strata of northwestern Panama. - *American Ass.Petroleum Geologists Bull.*, 49: 433-444.
- Galli-Olivier, C., 1979: Ophiolite and island-arc volcanism in Costa Rica. - *Geol. Soc.Amer. Bull.*, 90: 444 - 452.
- Gursky, H.-J., Gursky, M., Schmidt-Effing, R. & Wildberg, H., 1984: Karten zur Geologie von Nordwest-Costa Rica (Mittleamerika) mit Erläuterungen. - *Geologica et Paläeon-tologica*, 18: 173-182.
- Hayes, C.W., 1989: Physiography and geology of region adjacent to the Nicaragua canal route. - *Geol. Soc.Amer. Bull.*, 10: 285-448.
- Kesler, S.E., Sutter, J.F., Issigonis, M., Jones, L.M. & Walker, R.L., 1977: Evolution of Porphyry Copper Mineralization in an Oceanic Island Arc: Panama. - *Economic Geol.*, 72: 1142-1153.
- Lonsdale, P. & Klitgord, K.D., 1978: Structure and tectonic history of the eastern Panama Basin. - *Geol.Soc. Amer. Bull.*, 89: 981-999.
- Lu, R.S. & McMillen, K.J., 1983: Multichannel seismic survey of the Colombia Basin and adjacent margin. - En: Watkins, J.S. & Drake, C.L. (Eds.): *Studies in continental margin geology. - Amer. Ass.Petroleum Geologists Memoir*, 34: 395-410.
- Malavassi, L., 1983: Reconocimiento del Tablazo (Proyecto Carbón Tablazo). - División de Recursos Carboníferos. Refinadora Costarricense de Petróleo (RECOPE, Informe Interno), 30 p.
- Mann, P. & Burke, K., 1984: Neotectonics of the Caribbean.- *Rev. Geophys. Space Phys.*, 22, 4: 309-362.
- Mann, P., Schubert, C. & Burke, K., 1990: Review of Caribbean neotectonics. - En: Dengo, G. & Case, J.E. (Eds.): *The Caribbean region. Geol. Soc.Amer., The Geology of North America*, v.H.: 307-338.
- Minster, J.B. & Jordan, T.H., 1978: Present-day plate motions. - *J.Geoph. Res.*, 83: 5331-5334.
- McBirney A.R. & Williams, H., 1965: Volcanism in the southern part of El Salvador. - University of California Publ. in *Geol.Sci.*, 32: 1-64.
- Olsson, A.A., 1922: The Miocene of northern Costa Rica.- *Bull. American Paleontology*, 9,39: 9-20.
- Pindell, J.L., Cande, S.C., Pitman Iii, W.C., Rowley, D.B., Dewey, J.F., Labrecque, J. & Haxby, W., 1988: A plate-kinematic framework for models of Caribbean evolution. - *Tectonophysics*, 155: 121-138.
- Saenz, R., Coordinator, 1982: Mapa Geológico de Costa Rica.- San José, Instituto Geográfico Nacional, 9 mapas, escala 1:200,000.
- Schmidt-Effing, R., 1979: Alter und Genese des Nicoya -Komplexes, einer ozeanischen Paläokruste (Oberjura bis Eozän) südlichen Zentralamerika. - *Geol. Rundsch.*, 68, 2: 457-494.
- Schmidt-Effing, R., Gursky, H.-J., Strebin, M. & Wilderg, H., 1980: The ophiolites of southern Central America with special reference to the Nicoya Peninsula, Costa Rica.- *Transaction, 9th Caribbean Geological Conference, Santo Domingo*, v. 2, 423-429.
- Seyfried, H. & Sprechmann, P. & Aguilar, T., 1985: Sedimentología y paleoecología de un estuario del litoral Pacífico del Istmo Centroamericano primordial, Mioceno Medio, Costa Rica. - *Rev.Geol. América Central*, 3: 1-68.
- Seyfried, H., Astorga, A., Schmidt, H., Winsemann, J., Amann, H., Calvo, C. & Kolb, W., 1991: Anatomy of an Evolving Island Arc: Sea Level and Tectonic control in the Central American Forearc Area. - *Spec. Publ.Internat.Ass.Sedimentologists*, 12: 217-240.
- Sprechmann, P., 1984: Manual de Geología de Costa Rica, v. 1: Estratigrafía, Editorial de la Universidad de Costa Rica, San José, 320 p.
- Terry, R.A., 1956: A geological reconain-ssance of Panama:. - *California Academy of Sciences Occassional Papers*, 23, 91 p.
- Weyl, R. 1980: Geology of Central America. - *Gebrüder Borntraeger*, 372 p.