

# INTRODUCCIÓN

*Patrice BABY*<sup>(1, 2)</sup>, *Marco RIVADENEIRA*<sup>(2)</sup>, *Roberto BARRAGÁN*<sup>(3)</sup>

La Cuenca Oriente ecuatoriana representa una de las cuencas subandinas más complejas y más atractivas tanto desde el punto de vista científico como económico. La misma posee alrededor de 30 mil millones de barriles de petróleo en sitio, acumulados en cien campos. La alta densidad de información de subsuelo de la Cuenca Oriente, así como la presencia de afloramientos relativamente buenos en su margen occidental, han permitido desarrollar en el marco del convenio IRD-PETROPRODUCCIÓN varios estudios, afín de precisar su marco estructural y su evolución geodinámica, conocimientos indispensables para guiar las estrategias de exploración y de producción de hidrocarburos.

Este libro, que aunque no es exhaustivo, propone una síntesis de los resultados geológicos obtenidos a partir de varios artículos escritos sobre la temática de la Cuenca Oriente, por la mayoría de los participantes del convenio IRD-PETROPRODUCCIÓN, y del convenio IRD-INAMHI. Una parte de los resultados presentados ha sido ya publicada y aprobada por la comunidad científica internacional.

---

<sup>(1)</sup>LMTG, IRD/CNRS/UPS, 38 rue des 36 ponts, 31400 Toulouse, France.

Dirección actual: IRD Perú, Casilla 18-1209. Lima 18 – Perú ([Patrice.Baby@ird.fr](mailto:Patrice.Baby@ird.fr))

<sup>(2)</sup> Convenio PETROPRODUCCIÓN-IRD, P. O. Box, 17 12 857, Quito, Ecuador ([mrivadeneira@petroecuador.com.ec](mailto:mrivadeneira@petroecuador.com.ec)).

<sup>(3)</sup>Kerr McGee Oil and Gas Corporation, 16666 NorthChase, Houston, Texas 77060 [Dirección actual: Amerada Hess Corporation, P.O. BOX 2040 Sociedad Internacional Petrolera S. A., Houston, Texas 77002. USA. Av. República 396, Edif. Forum 300, 8vo piso, Quito, Ecuador ([rbarragan@sipec.com.ec](mailto:rbarragan@sipec.com.ec))].

## 1. SITUACIÓN, MORFOLOGÍA Y DEFORMACIÓN DE LA CUENCA ORIENTE

Al presente, la Cuenca Oriente está en una posición de cuenca de ante-país de transarco de los Andes ecuatorianos. Se ubica en una zona estructuralmente muy compleja, justo al norte de la charnela entre los Andes centrales y los Andes septentrionales (fig. 1). Esta posición particular hace que esta región está sometida a cambios de esfuerzos importantes y, por lo tanto, puede ser responsable de la fuerte actividad sísmica y volcánica que la caracteriza. La geodinámica de los Andes centrales y septentrionales está directamente ligada a la subducción de la placa oceánica Nazca por debajo del continente sudamericano. Al frente de la costa ecuatoriana, la estructura de la placa Nazca está caracterizada por la presencia de la Dorsal asísmica de Carnegie, que se encuentra al momento en proceso de subducción por debajo de los Andes ecuatorianos. La subducción de la Dorsal de Carnegie ha generado en la última década bastante polémica (Gutscher *et al.*, 1999; Guillier *et al.*, 2001; Bourdon *et al.*, 2003), y su influencia sobre las diferentes unidades morfo-tectónicas de los Andes ecuatorianos está todavía en discusión.

La morfología de la Cuenca Oriente (fig. 2) se caracteriza por relieves relativamente importantes en relación con otras cuencas de ante-país andinas. Entre los relieves subandinos del Levantamiento Napo, al NO, y de la Cordillera del Cutucú, al SO, desemboca el mega-cono aluvial del Pastaza que se desarrolla actualmente hacia la cuenca Marañón del Perú. Este cono está considerado como uno de los abanicos aluviales continentales más grandes del mundo (Räsänen *et al.*, 1992), que registra claramente la historia reciente de la Cuenca Oriente. Algunos resultados presentados en este libro a continuación dan una idea del significado geodinámico de este elemento morfológico mayor.

La Cuenca Oriente se desarrolla como resultado de esfuerzos transpresivos presentes a partir del Cretácico Terminal, los que provocan la emersión de la Cordillera Real y la formación de la cuenca de ante-país de transarco propiamente dicha. Su deformación y la estructuración de sus campos petrolíferos resultan de la inversión tectónica de antiguas fallas normales ligadas a un sistema de rift de edad triásico y/o jurásico inferior. Estas fallas, actualmente inversas y de fuerte buzamiento, están orientadas principalmente N-S o NNE-SSO, y limitan tres corredores estructurales-petrolíferos (fig. 3) con características propias como son: el Sistema Subandino (*Play* occidental), el Corredor Sacha-Shushufindi (*Play* central), y el Sistema Capirón-Tiputini (*Play* oriental). Asimismo, el análisis detallado de las estructuras petrolíferas y no petrolíferas ha permitido identificar tres etapas de inversión tectónica, presentes a partir del Turoniano, luego de la depositación de la caliza A. Con la inversión tectónica comienza su desarrollo la totalidad de estructuras petrolíferas de la cuenca (ver fig. 4).

## 2. LA CONTRIBUCIÓN DEL LIBRO

### 2. 1. El capítulo I

La columna litoestratigráfica de la figura 4 resume la estratigrafía y los eventos geodinámicos más importantes que controlaron el desarrollo de la Cuenca Oriente y de



Fig. 1 – Mapa de ubicación de la Cuenca Oriente en los Andes centrales y septentrionales (datos SRTM, resolución 90 m).

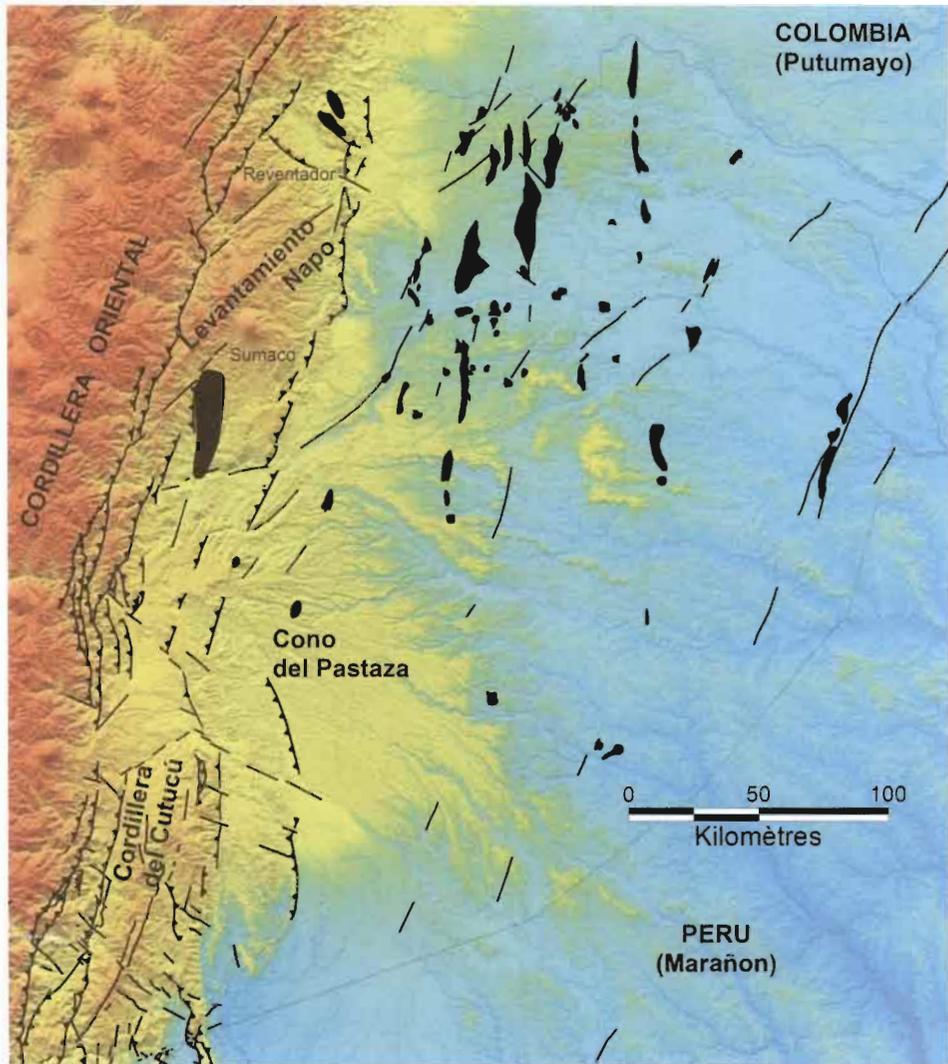


Fig. 2 – Mapa morfo-estructural de la Cuenca Oriente (datos SRTM, resolución 90 m) y ubicación de las principales estructuras petrolíferas.

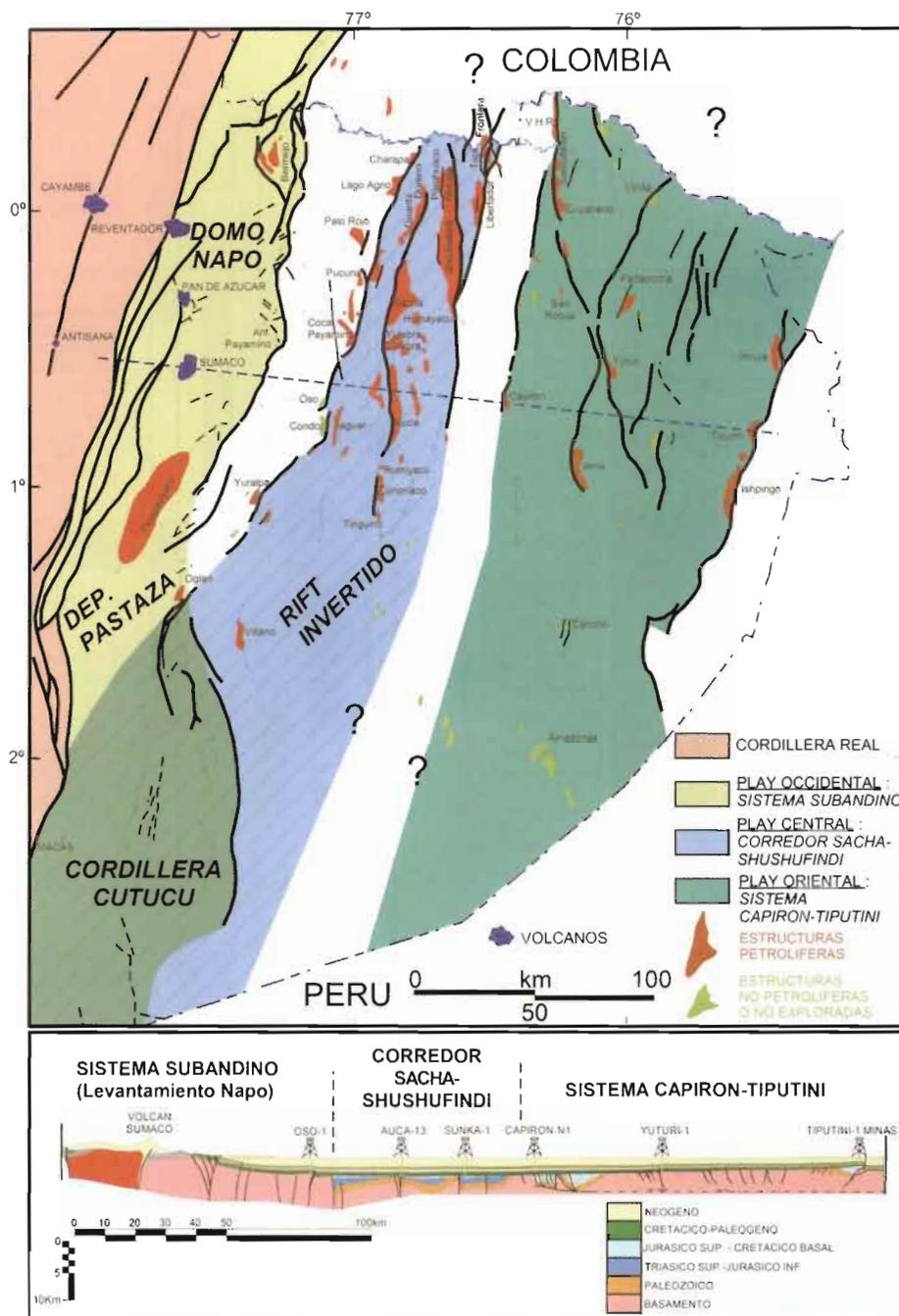


Fig. 3 – Mapa y sección estructural de la Cuenca Oriente con sus tres corredores estructurales-petrolíferos.

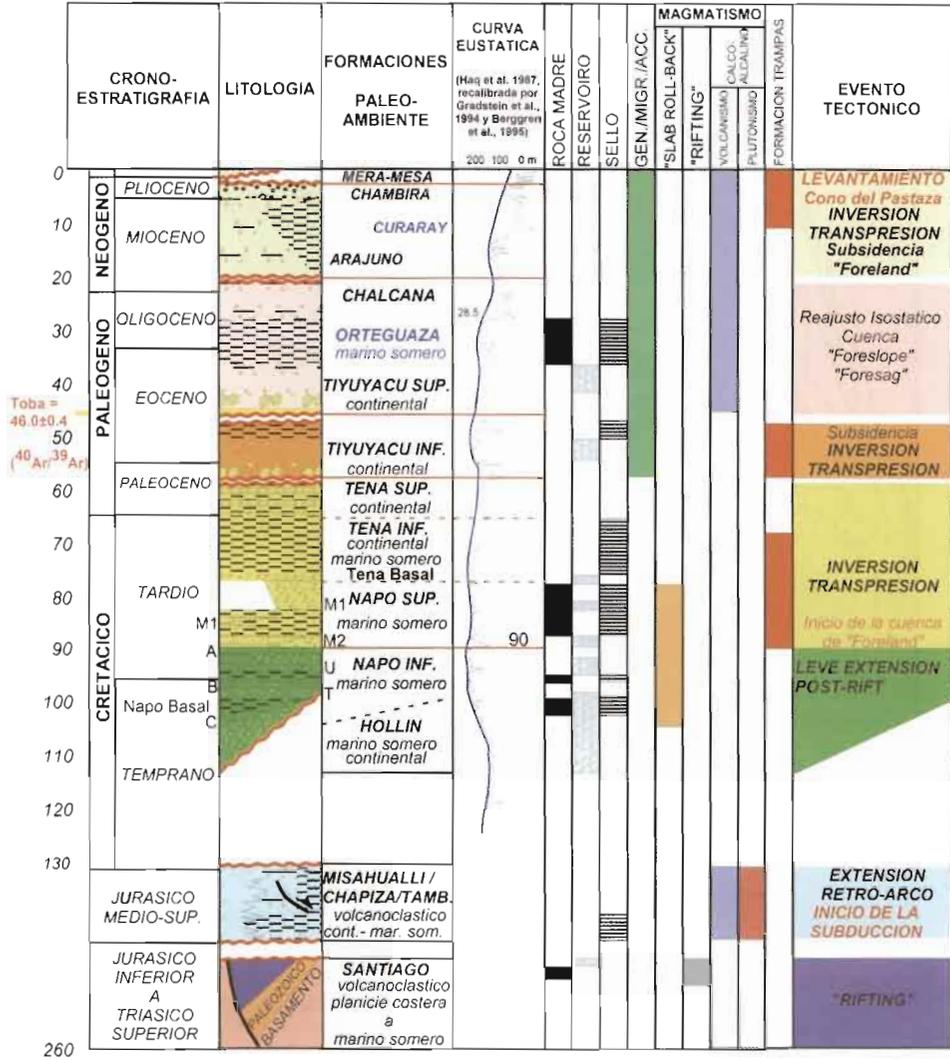


Fig. 4 – Columna tectóno-estratigráfica y eventos geodinámicos que controlaron el desarrollo de la Cuenca Oriente y de sus sistemas petrolíferos.

sus sistemas petrolíferos. Esos eventos geodinámicos están presentados y discutidos en los diferentes artículos de este capítulo.

Las formaciones sedimentarias del Pre-Aptense están analizadas por Díaz *et al.* Este trabajo describe las características estructurales, estratigráficas y sísmicas de las unidades pre-cretácicas a partir de la elaboración de columnas litológicas de pozos, y de la interpretación de secciones sísmicas. Uno de los intereses de este artículo fue el de estudiar con más detalle la Formación Santiago, que es una potencial y excelente roca madre y además pudo haber generado gran cantidad del petróleo de la Cuenca Oriente.

La sección cretácica de la Cuenca Oriente está constituida por las formaciones Hollín, Napo y Tena Basal. Sus miembros clásticos reflejan drásticos cambios paleogeográficos, variaciones laterales de facies y fluctuaciones de la línea de costa de hasta 200 km dentro de la plataforma marina somera Oriente. Barragán *et al.* diferencian al menos cinco secuencias depositacionales, en un marco de estratigrafía secuencial de segundo orden en la escala de Haq *et al.* (1987), y asociadas a las variaciones eustáticas globales del nivel del mar. Además, dicho artículo nos muestran cómo el inicio de la compresión andina ejerció un control fundamental en la sedimentación y en el espacio disponible para la acomodación de los sedimentos a partir del Turoniano (90 Ma).

Varios cuerpos ígneos básicos alcalinos han sido identificados en esta misma sección sedimentaria cretácica. Barragán & Baby nos presentan las características geoquímicas, geocronológicas y tectónicas de este magmatismo cretácico único, y tratan de darle una explicación enmarcada dentro de un modelo geodinámico regional.

A partir del Turoniano, la Cuenca Oriente ya se ubica en una posición de cuenca de ante-país de transarco. Su funcionamiento durante el Cenozoico y el Cuaternario es complejo y controlado por el crecimiento de los Andes. A través de un análisis sedimentológico detallado del relleno paleógeno y neógeno de la Cuenca Oriente, Christophoul *et al.* describen en términos de relaciones tectónica-sedimentación su dinámica sedimentaria y proponen un modelo de evolución para el Cenozoico.

Para completar el análisis de la dinámica sedimentaria cenozoica de la Cuenca Oriente, Burgos *et al.* cuantifican los procesos de erosión desde el Eoceno hasta el Cuaternario en la parte sur de la cuenca, donde a partir de buenos indicadores térmicos y marcadores de enterramiento sedimentario, tales como la reflectancia de vitrinita y trazas de fisión de apatitas, nos muestran cómo estas tasas de erosión pueden reflejar la historia del crecimiento de los Andes ecuatorianos.

Los valores más fuertes de tasas de erosión en la Cuenca Oriente se encuentran al final del Neógeno y en el Cuaternario. Estas fuertes tasas de erosión están corroboradas por los resultados de Laraque *et al.*, los mismos que nos presentan el estado de conocimiento actual de la hidroclimatología y de la hidrosedimentología de la cuenca.

Los procesos de erosión recientes y actuales se reflejan también en la morfología de la zona subandina de la Cuenca Oriente, que se caracteriza por la presencia de terrazas aluviales espectaculares y la formación de grandes deslizamientos. Gracias a un estudio morfo-estructural de la zona subandina, Bès de Berc *et al.* ponen en evidencia y analizan un marcador morfológico de escala regional, que cubre los depósitos aluviales recientes desde la Depresión Pastaza hasta el valle del Upano (“Superficie Mera-Upano”).

Utilizando esta superficie como marcador de la incisión fluvial y del levantamiento tectónico actual de la zona subandina, las tasas de incisión y de levantamiento tectónico obtenidas son del orden del centímetro, lo que es excepcional e implica una importante actividad sísmica.

Esta alta actividad sísmica existe. Legrand *et al.* nos presentan un experimento (1999-2000) realizado en el marco del convenio IRD-Petroproducción, cerca de la ciudad de Macas, para estudiar el enjambre sísmico de la Cordillera de Cutucú. Las ubicaciones de los terremotos registrados fueron comparadas y correlacionadas con las estructuras geológicas. Los resultados muestran que estos terremotos pueden ser interpretados como la consecuencia de la inversión tectónica actual del Corredor Sacha-Shushufindi, que emerge en la Cordillera de Cutucú.

Finalmente, Barragán & Baby presentan las características geoquímicas de los dos volcanes holocénicos activos en la Cuenca Oriente (El Reventador y Sumaco), que constituyen marcadores importantes de su última evolución geodinámica y proponen un modelo volcanogénico regional para entender su evolución

## 2. 2. El capítulo II

Este capítulo permite tener una idea de las características geológicas de los campos petroleros de Petroproducción, de la riqueza de la Cuenca Oriente y de la historia de su exploración. Después de una breve, pero sumamente interesante reseña histórica de la exploración petrolera de la Cuenca Oriente presentada por M. Rivadeneira, Rivadeneira & Baby exponen las características geológicas de los veinte campos más importantes de Petroproducción. Se define la edad de cada uno, las características de sus crudos, un esbozo del sistema deposicional de sus principales reservorios, y secciones sísmicas ilustrando sus características estructurales principales.

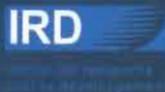
## Referencias citadas

- BOURDON E., EISSEN J.-P., GUTSCHER M.-A., MONZIER M., HALL M. L. & COTTEN J., 2003 – Magmatic response to early aseismic ridge subduction: the Ecuadorian margin case (South America). *Earth and Planetary Science Letters*, 205: 123-138.
- GUILLIER B., CHATELAIN J.-L., JAILLARD É., YEPES H., POUPINET G., FELS J.-F., 2001 – Seismological evidence on the geometry of the orogenic system in central-northern Ecuador (South America). *Geophysical Research Letters*, 28, 19: 3749-3752.
- GUTSCHER M., MALAVIEILLE S., LALLEMAND S. & COLLOT J., 1999 – Tectonic segmentation of the North Andean margin: impact of the Carnegie Ridge collision. *Earth Planet Sci. Lett.*, 168: 255-270.
- HAQ B.U., HARDENBOL J. & VAIL P.R., 1987 – Chronology of sea levels since the Triassic. *Science*, 235: 1156-1167.
- RÄSÄNEN M., NELLER R., SALO J. & JUNGNER, H., 1992 – Recent and ancient fluvial deposition systems in the Amazonian foreland basin, Peru. *Geol. Mag.*, 129: 293-306.



# LA CUENCA ORIENTE: GEOLOGÍA Y PETRÓLEO

Patrice Baby  
Marco Rivadeneira  
Roberto Barragán  
(Editores científicos)



# ÍNDICE

PRÓLOGO	9
<i>René Marocco</i>	
AGRADECIMIENTOS	11
INTRODUCCIÓN	13
<i>Patrice BABY, Marco RIVADENEIRA, Roberto BARRAGÁN</i>	
<b>Capítulo 1: Estratigrafía, estructura y evolución geodinámica de la Cuenca Oriente</b>	
EL PRE-APTENSE EN LA CUENCA ORIENTE ECUATORIANA	23
<i>Marlon DÍAZ, Patrice BABY, Marco RIVADENEIRA, Frédéric CHRISTOPHOUL</i>	
ESTRATIGRAFÍA SECUENCIAL DEL CRETACIO DE LA CUENCA ORIENTE DEL ECUADOR	45
<i>Roberto BARRAGÁN, Frédéric CHRISTOPHOUL, Howard WHITE, Patrice BABY, Marco RIVADENEIRA, Félix RAMÍREZ, José RODAS</i>	
MAGMATISMO ALCALINO INTRA-PLACA EN LA CUENCA CRETÁCICA ORIENTE, ECUADOR: EVIDENCIAS GEOQUÍMICAS, GEOCRONOLÓGICAS Y TECTÓNICAS	69
<i>Roberto BARRAGÁN, Patrice BABY</i>	
DINÁMICA DE LA CUENCA DE ANTE-PAÍS ORIENTAL DESDE EL PALEÓGENO	93
<i>Frédéric CHRISTOPHOUL, José David BURGOS, Patrice BABY, Jean-Claude SOULA, Séverine BÈS DE BERC, Celso DÁVILA, Michel ROSERO, Marco RIVADENEIRA</i>	

CUANTIFICACIÓN DE LAS EROSIONES TERCIARIAS Y PLIO-CUATERNARIAS EN LA PARTE SUR DE LA CUENCA ORIENTE	115
<i>José David BURGOS, Patrice BABY, Frédéric CHRISTOPHOUL, Jean-Claude SOULA, Philippe ROCHAT</i>	
HIDROCLIMATOLOGÍA DEL ORIENTE E HIDROSEDIMENTOLOGÍA DE LA CUENCA DEL NAPO	131
<i>Alain LARAQUE, Jean Loup GUYOT, Rodrigo POMBOSA</i>	
LA SUPERFICIE MERA-UPANO: MARCADOR GEOMORFOLÓGICO DE LA INCISIÓN FLUVIATIL Y DEL LEVANTAMIENTO TECTÓNICO DE LA ZONA SUBANDINA	153
<i>Séverine BÈS DE BERC, Patrice BABY, Jaime ROSERO, Marc SOURIS, Jean-Claude SOULA, Frédéric CHRISTOPHOUL, Jorge VEGA</i>	
EL ENJAMBRE SÍSMICO DE MACAS (CORDILLERA DE CUTUCÚ)	169
<i>Denis LEGRAND, Patrice BABY, Francis BONDOUX, Catherine DORBATH, Séverine BÈS DE BERC, Marco RIVADENEIRA</i>	
EVOLUCIÓN MAGMÁTICA ACTUAL DE LA ZONA SUBANDINA: VOLCANES EL REVENTADOR Y SUMACO, MODELOS GEODINÁMICOS PRELIMINARES	183
<i>Roberto BARRAGÁN, Patrice BABY</i>	
<b>Capítulo 2: Historia de la exploración y principales campos petroleros de la petroproducción</b>	
BREVE RESEÑA HISTÓRICA DE LA EXPLOTACIÓN PETROLERA DE LA CUENCA ORIENTE	205
<i>Marco RIVADENEIRA</i>	
CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS GENERALES DE LOS PRINCIPALES CAMPOS PETROLEROS DE PETROPRODUCCIÓN	229
<i>Marco RIVADENEIRA, Patrice BABY</i>	