

BARRERAS Y VIAS DE MIGRACION EN LOS SISTEMAS PETROLIFEROS DE LAS CUENCAS DE LOS RIOS MARAÑON Y UCAYALI

W. Martínez del Olmo, S. Quesada Garmendia, M.A. Minguito Lobos y J. Varela Montes.

Respsol Exploración S.A., Paseo de la Castellana, 280-28046 Madrid (España)

RESUMEN

En las Cuencas Marañón y Ucayali, los almacenes arenosos del Cretácico albergan la totalidad de los yacimientos comerciales de petróleo y de gas-condensado en ellas realizados.

Tres diferentes rocas madres han sido correlacionadas con estos yacimientos: la Fm. Ambo (Carbonífero) para el gas-condensado de Camisea, la Fm. Pucará (Trías-Jurásico) para el área de Corrientes, Capiróna, Pavayacu, y las Fms. Raya-Chonta (Cretácico) para el segmento, más septentrional, de Jíbaro, Capahuarí, Dorissa, Shiviayacu etc.

En el caso de almacén y roca madre cretácicas, la comunicación entre la cocina y la trampa es directa y conceptualmente fácil. En los dos casos restantes, la existencia de importantes barreras de migración entre las rocas madre y los almacenes, papel que representan las espesas y compactas Fms. Copacabana (Pérmico) y Sarayaquillo (Jurásico), suponen problemas de comunicación entre cocinas y trampas.

La geometría estructural y sedimentaria del contenido litoestratigráfico de la Cuenca, sus peculiaridades, permiten interpretar y avanzar las diversas modalidades de migración de los sistemas petrolíferos en ella existentes:

1. Migración horizontal, de larga distancia, para sistemas con roca madre y almacén cretácicos.
2. Migración vertical directa, vía falla, y horizontal de corta distancia, para el sistema con roca madre jurásica.
3. Migración vertical difusa, vía microfracturación, posiblemente solo eficaz para gas y condensado, en el sistema con roca madre carbonífera.

El conocimiento del yacente de la discordancia base del Cretácico, presencia o ausencia de la Fm. Sarayaquillo y de las bandas de fracturación que afecten a la Fm. Copacabana creemos constituyen un dato preferencial en la exploración, aún por realizar, de la Cuenca Marañón-Ucayali.

1. INTRODUCCION

En la última década, las preguntas y respuestas que, veinte años atrás ineludiblemente nos planteábamos ante un proyecto exploratorio determinado (roca madre, tiempo de trampa y migración, almacén, sello, etc.) han venido a ser sintetizadas en los sencillos diagramas de los llamados Sistemas Petrolíferos. Quizás por su esquemática simplicidad, esta representación del problema exploratorio ha tenido una rápida difusión y éxito. Sin embargo estos Sistemas Petrolíferos siempre obvian un hecho tan o más importante que las viejas preguntas y conceptos que ellos sintetizan. Este no es otro que el relativo a los caminos de migración que conectan las cocinas con las trampas. Este olvido conceptual, es probablemente la consecuencia de que los Sistemas Petrolíferos son usualmente definidos por especialistas en geoquímica orgánica, frecuentemente poco preocupados por la geometría estructural y sedimentaria de la Cuenca. Sin los datos que estos especialistas nos suministran, sería muy difícil, quizás imposible, que nosotros, los generalistas, progresáramos en el conocimiento de las causas geológicas que controlan los yacimientos ya descubiertos, y lo que es más importante, mejorásemos la interpretación, siempre necesaria, para la búsqueda de nuevos objetivos exploratorios.

En todas las cuencas petrolíferas la migración esta prácticamente controlada por dos causas geológicas muy diferentes: la arquitectura sedimentaria de almacenes y sellos, incidiendo preferencialmente sobre la migración horizontal, a veces de larga distancia, y la fracturación, como control primario de la migración vertical.

El objeto de nuestra comunicación es mostrar la presencia y diferente eficacia de ambos tipos de migración en las Cuencas del Marañón y Ucayali. Tal propósito será realizado en función de los datos

geoquímicos conocidos, los descubrimientos de hidrocarburos realizados y la arquitectura sedimentaria y estructural de estas Cuencas Subandinas.

La Cuencas Sedimentarias de los Ríos Marañón y Ucayali identifican un área de más de 250.000 km² localizadas entre el Cratón del Brasil y la Cordillera de los Andes. A diferencia de otras Cuencas Subandinas de Venezuela, Colombia, Ecuador, Bolivia, Argentina y Chile, en las que los yacimientos de hidrocarburos provienen de una, única a nivel de cuenca, roca madre, la Cuenca Marañón-Ucayali alberga hasta siete rocas madres diferentes: Devónico (Fm. Cabanillas), Carbonífero (Fm. Ambo), Pérmico (Fm. Ene), Jurásico (Fm. Pucará), Cretácico (Fms. Raya y Chonta) y Eoceno (Fm. Pozo).

Recientes análisis geoquímicos vienen a indicar que al menos cuatro o cinco de estas rocas madres han sido reconocidas como responsables de hidrocarburos descubiertos en la Cuenca : Fms. Ambo, Ene, Pucará y Raya-Chonta. Junto a esta variada y prolífica distribución de rocas generadoras, la producción comercial está exclusivamente focalizada en los almacenes detríticos del ciclo sedimentario del Cretácico y de la extrema base del Terciario. A la vez, descubrimientos no comerciales o pequeñas cantidades de petróleo han sido recuperadas de formaciones arenosas y carbonatadas del Carbonífero y Pérmico. Esta dispersión de producciones e indicios significativos indican la existencia de un complejo Sistema Petrolífero.

Al día de hoy, con base en la localización de los descubrimientos ya realizados, la Cuenca Marañón-Ucayali puede interpretarse como una cuenca que alberga tres Sistemas Petrolíferos eficaces, y al menos dos o tres potenciales de serlo. Los tres primeros se corresponderían con:

1. Roca madre cretácica (Fm. Raya-Chonta), almacenes cretácicos y área de migración-entrampe definida por los yacimientos de Dorissa, Jíbaro, Capahuarí, Shiviayacu etc.
2. Roca madre triásica-jurásica (Fm. Pucará), almacenes cretácicos, y área de migración-entrampe en el segmento definido por los yacimientos de Yanayacu, Pavayacu, Capirona, Corrientes, y posiblemente Chambíra, Maquía y Pacaya.
3. Roca madre carbonífera (Fm. Ambo), almacenes cretácicos y área de migración-entrampe en Camisea, y quizás en Aguaytía.

A estos tres documentados sistemas, podríamos agregar uno menos conocido, relacionado con roca madre pérmica (Fm. Ene), almacenes cretácicos y difusa área de entrampe, en la que podríamos incluir los descubrimientos de La Colpa y quizás Agua Caliente.

Los Sistemas Petrolíferos que hemos calificado como "potenciales" se corresponderían con los derivados de las rocas madres Ambo y Pucará, cargando almacenes no cretácicos y de las potenciales Cabanillas, Ene y Pozo, alimentando tanto almacenes cretácicos como otros diferentes. Las posibilidades brindadas por los detríticos de las Fms. Ambo, Tarma y Ene, o por el desarrollo de fracturación en los carbonatos de las Fms. Copacabana y Pucará, son evidentes cuando se trata de un área tan extensa como la que tratamos. Más aún, cuando algunos pozos exploratorios como La Colpa, Sepa etc. ya han recuperado hidrocarburos de estos almacenes, que podemos adjetivar como, más difíciles y menos cosmopolitas que los almacenes Cretácicos.

De la lectura de los párrafos previos se deduce, que llamamos Sistema Petrolífero a aquél que proviene de una determinada roca madre, o de dos, estratigráficamente muy próximas, caso de las Fms. Raya y Chonta, cualquiera que sea la edad de la maduración-expulsión, y la distribución geográfica de los yacimientos con ella relacionados. Sistemas Potenciales o Alternativos, los llamamos a aquellos que provendrían tanto de una roca madre reconocida en la Cuenca, pero con la que no se han relacionado descubrimientos comerciales, como a los que generados por rocas madres ya relacionadas con campos comerciales o significativos, se entraparían en almacenes diferentes a los ya productivos en la Cuenca. Es decir, los que puedan ofrecer nuevos almacenes o rocas madres .

4. GEOLOGÍA REGIONAL

La Cuenca Marañón-Ucayali contiene cuatro ciclos sedimentarios de primer orden: Paleozóico, Triás-Jurásico, Cretácico y Cenozóico. El bajo nivel de exploración de algunos sectores y la escasa penetración de muchos pozos exploratorios, frecuentemente detenidos en el Cretácico, hacen que el

conocimiento litoestratigráfico de los ciclos relativos al Paleozóico y al Triásico y Jurásico, sea muy incompleto, especialmente en la Cuenca del Río Marañón.

A pesar de estas lagunas de información, los datos sísmicos, el control de algunos pozos exploratorios profundos y otros datos de carácter más regional, permiten esquematizar, el contenido litoestratigráfico de la Cuenca Marañón-Ucayali en:

1. Un Ciclo Paleozóico, en facies marinas, depositado en una extensa y abierta plataforma pericratónica, que iniciado en el Ordovícico, culmina en una discordancia tardihercínica, que dudamos en situar a la base o al techo de la delgada y detrítica Fm. Ene (Pérmico).

El Ciclo Paleozóico muestra una notable continuidad de facies y es sísmicamente plano-paralelo. Este paralelismo de sus reflexiones sísmicas permiten interpretar que las facies grano y estratocrecientes que caracterizan los episodios de alto nivel (HST) de las Fms. Ambo superior y Tarma-Copacabana, constituyen plataformas progradantes de baja pendiente. Líneas tiempo, que la calidad sísmica, la escala de usual representación, y la ausencia de fuertes contrastes litológicos, no permite observar.

2. Un Ciclo Trias-Jurásico relacionado con fases distensivas posthercínicas que abrieron probables fosas de tipo triangular o semigraben, controladas por fallas hundiéndose al Oeste. El ciclo comienza con facies continentales rojas de la Fm. Mitu, es seguido por facies carbonáticas marino-someras de la Fm. Pucará y culmina en espesas facies continentales de la Fm. Sarayaquillo.

3. El Ciclo Cretácico comienza con la Fm. Cushabatay, cuyas facies fluviales de la base, posiblemente representan un largo episodio (Neocomiense-Aptiense) en un contexto de condensación y no subsidencia. Al techo de la Fm. Cushabatay se identifica el primer episodio transgresivo (TST) de orden mayor, que abre paso a la plataforma de muy baja pendiente, en facies detríticas o mixtas, detrítico-carbonatadas, que representan las Fms. Raya-Esperanza, Agua Caliente, Chonta y Vivian. El conjunto sedimentario del Cretácico incluye un mínimo de 7-8 Secuencias de Depósito de orden menor, pero dado el alto porcentaje de arenosidad que incluyen, las más acordes con el objeto de este trabajo han sido sintetizados en las figuras 1 y 3.

El Ciclo no incluye discordancias erosivas de orden mayor, salvo y excepcionalmente en la base de la Fm. Vivian. Si estos episodios se desarrollan más intensamente en el margen Occidental de la Cuenca, la excesiva arenosidad de esta posición paleogeográfica, y la calidad de la respuesta sísmica, impide visualizarlos con nitidez, ya sea en los pozos, ya sea en las líneas sísmicas.

De este sencillo esquema, conviene destacar que el máximo transgresivo parece realizarse en la Fm. Raya, las facies más profundas se alcanzan en la Fm. Chonta, subsidencia acusada, y el máximo regresivo, correspondería con las facies fluviales de la Fm. Vivian, largamente progradantes, y las subsiguientes Fms. Cachiyacu-Huchpayacu-Casa Blanca, atribuidas ya al Mastrichtiense.

Como en los ciclos anteriores, el Ciclo Cretácico es plano-paralelo en las líneas sísmicas, pero en los pozos del Ucayali y de gran parte del Marañón, la Fm. Chonta, en especial, muestra bellas secuencias genéticas de tipo deltáico, que interpretamos como resultado de la progradación, en menor grado agradación, de plataformas, quizás rampas, estables y de muy baja pendiente.

En la Cuenca del Río Ucayali el espesor total es sorprendentemente constante (aproximadamente 550-600 m) y sus facies muy arenosas, son interpretadas como pertenecientes a una plataforma estable y poco subsidente. En la Cuenca del Río Marañón, la Fm. Cushabatay parece adelgazar sensiblemente en dirección Noroeste, caso contrario de lo observado para la Fm. Chonta, que merced a subsidencia y alimentación sedimentaria, alcanza allí sus máximos espesores conocidos ..

4. El Ciclo relativo al Terciario se corresponde con espesas facies continentales, molasas subandinas, de marcada progradación y adelgazamiento hacia el Este. El Cenozóico señala el inicio de la actual Amazonía, aislada del Océano Pacífico por la ya naciente Cordillera de los Andes.

La deformación estructural que afecta a la serie sedimentaria, tan brevemente descrita en las líneas anteriores, puede sin duda calificarse de clásica estructuración de los "foreland" subandinos:

- a. Un cinturón fuertemente plegado, afectado por fallas inversas de bajo y alto ángulo, localmente llamado Zeja de Selva. Inmediatamente al Occidente de esta banda estructural, se localizan los máximos espesores del Terciario molásico, en un activo, subsidente y complejo surco sintectónico.
- b. Un extenso monoclinal ascendente hacia el Este, cortado esporádicamente por fallas normales e inversas de medio a alto ángulo, así como probables fallas de desgarre de dirección subparalela a las anteriores.

Las geometrías sísmicas posibilitan deducir que algunas fallas inversas, generalmente de alto ángulo y de vergencia Este, son el resultado de la inversión tectónica de viejas fallas distensivas hundiendo hacia el Oeste.

Este sencillo modelo estructural puede considerarse derivado de tres etapas principales: un sistema extensional triásico-jurásico, una flexuración cretácica y una sucesión de fases compresivas y transpresivas, genuinamente andinas.

3. SISTEMAS PETROLIFEROS

Los pozos exploratorios realizados en la Cuenca Marañón-Ucayali han conducido a la definición de tres áreas que agrupan descubrimientos con tamaños significativos y otras localizaciones, más dispersas, que albergan yacimientos de pequeño volumen. A la vez, y como casi siempre ocurre, muchas aparentes y bien cerradas trampas estructurales, han proporcionado, a veces inexplicablemente, resultados negativos.

Diversas caracterizaciones y correlaciones entre hidrocarburos y rocas madre, indican que los almacenes cretácicos de las tres principales áreas productivas, han sido cargados por tres diferentes rocas madres: cretácica para el Norte (Jibaro, Shiviyaçu etc.), triásico-jurásica para el enclave Centro (Pavayacu, Capirona etc.) y carbonífera para el Sur (Camisea, y Aguaytía). Otros descubrimientos de mucha menor entidad, tales como La Colpa y Agua Caliente pueden relacionarse con una cuarta roca madre (Pérmico). Así mismo, pruebas de producción (DST) realizadas en el Carbonífero (Fm. Tarma) y en el Pérmico (Fms. Copacabana y Ene) que recuperaron hidrocarburos líquidos y gaseosos, indican que el Sistema Petrolífero del Paleozoico, no está limitado a los buenos almacenes cretácicos, más aún cuando se trate de hidrocarburos tipo gas-condensado.

La notable concentración geográfica de los yacimientos alimentados por las rocas madres del Carbonífero (Fm. Ambo), Trias-Jurásico (Fm. Pucará) y Cretácico (Fms. Chonta-Raya), plantea preguntas casi inmediatas ¿Esta localización es producto de cocinas muy limitadas? ¿Es la consecuencia de vías de migración muy específicas, solamente posibles para esos enclaves productivos?. Como frecuentemente ocurre, las respuestas no son tan directas y sencillas como las preguntas, articular algunas de estas respuestas es el objeto que perseguimos en esta colaboración.

3.1 El Sistema Petrolífero de la Cuenca del Río Ucayali.

Una columna estratigráfica mostrando la litología básica y la valoración geoquímica cualitativa de la Cuenca del Río Ucayali, ha sido representada en la figura 1. Ella incluye una interpretación secuencial (principales episodios transgresivos y regresivos), que junto a algunos otros datos, proporciona una visión de las vías y barreras de migración.

Consideramos vías de migración horizontal a las facies transgresivas, conceptualmente continuas en su área de depósito, que son selladas por los niveles arcillosos que relacionamos con las facies de condensación del "onlap" transgresivo y el "downlap" regresivo. Cuando estos paquetes arcillosos son excesivamente delgados (Fms. Ene y Vivían), las facies transgresivas y regresivas son consideradas una vía de migración única.

Los sedimentos regresivos organizados en secuencias genéticas prográdantes de tipo deltáico, que contienen capas con porosidades apreciables y que son truncadas por superficies transgresivas, son asimilados a vías de migración vertical de baja pendiente, que acaban por conectar dos niveles transgresivos sucesivos. Las Fms. Ambo, Agua Caliente y Chonta constituyen los mejores ejemplos de esta conexión vertical sin apoyo de fracturación.

La Fm. Copacabana es considerada una barrera de permeabilidad en función de su notable espesor, continuidad regional y baja porosidad y permeabilidad, deducida de los valores de resistividad y sísmico que muestra en los pozos que hemos consultado: San Martín, Sepa, La Colpa etc.

Una sencilla transversal geológica (fig.2) uniendo los descubrimientos de Camisea y La Colpa, apoyada en información sísmica, y ciertamente representativa de la estructura tipo monoclinial de la Cuenca Ucayali, es usada para tratar de interpretar las peculiaridades del Sistema Petrolífero proporcionado por las rocas madres de las Fms. Ambo y Ene. Ellas pueden expresarse en:

- a. Diferentes vías de migración de las Fms. Ambo y Ene a causa de la barrera de permeabilidad que representa la Fm. Copacabana. Los petróleos obtenidos en La Colpa-1, desde el Carbonífero y Pérmico y desde el Cretácico, provienen respectivamente de las Fms. Ambo y Ene.
- b. La Fm. Copacabana deja de ser una barrera eficaz cuando está microfracturada y se trata de hidrocarburos tipo gas-condensado. El yacimiento Camisea puede entenderse como producto de una migración vertical de alta impedancia, ya sea por su microfracturación, ya sea por fallas de mayor rango.
- c. La roca madre de la Fm. Ene y los almacenes cretácicos representan un Sistema en conexión directa. Desconocemos las razones de lo limitado de los descubrimientos con este Sistema relacionados: Agua Calientes y La Colpa.

Esta sencilla representación del Sistema Petrolífero del Ucayali, en especial del procedente de la continua Fm. Ambo y quizás de la Fm. Cabanillas, deja abierta la posibilidad de nuevos objetivos exploratorios que podríamos focalizar en las posibilidades brindadas por la fracturación natural de la Fm. Copacabana. Ella representaría tanto una comunicación con los almacenes cretácicos, tipo Camisea, como una posibilidad de almacén, especialmente si se trata de hidrocarburos tipo gas-condensado.

Del mismo modo, la localización de fosas tardihercínicas y eoalpinas que incluyan depocentros de la Fm. Ene, se intuye como un dato de interés preferencial para la exploración derivada de esta roca madre.

3.2 Los Sistemas Petrolíferos de la Cuenca del Río Marañón.

Con la misma metodología y conceptos, ya aplicados y descritos para la Cuenca del Río Ucayali, las figuras 3 y 4 tratan de representar un esquema de la litoestratigrafía y la geometría estructural de la Cuenca del Río Marañón.

Como en el caso anterior, una notable barrera de migración, representada por la Fm. Sarayaquillo, separa las vías de migración de las rocas madres reconocidas en la Cuenca, las Fms. Pucará y Raya-Chonta. También como en el caso anterior, vías de migración horizontal y vertical, de muy baja pendiente, son respectivamente atribuidas a las facies transgresivas y regresivas de las Secuencias de Depósito del Ciclo Cretácico.

Si integramos este esquema de barreras y vías de migración en el corte geológico de la figura 4 , y recapitulamos en la localización y concentración geográfica de los yacimientos atribuidos a las dos rocas madres, podemos llegar a las consideraciones siguientes:

- a. Las vías de migración primaria de los hidrocarburos generados en las dos rocas madres son netamente independientes. Las vías de migración y dismigración secundaria son comunes a ambas y todas pertenecen al Ciclo Cretácico.
- b. Los hidrocarburos de la Fm. Pucará alimentan los almacenes cretácicos por un probable sistema mixto: vertical de alta impedancia, mediante fallas de alto ángulo, y en menor medida horizontal , según los planos de estratificación de la propia Fm. Pucará (figura 5).
- c. Los hidrocarburos generados en las Fms. Raya y Chonta cargan los almacenes cretácicos de las Fms. Vivian y Chonta merced a una larga migración horizontal. La eficacia de este largo camino de migración es conseguida por la alta arenosidad de las Formaciones cretácicas que enmarcan los niveles roca madre (figura 5)

De este sencillo análisis del que, intencionadamente, se ha obviado el papel que posiblemente juega la microfracturación que afecte a los sedimentos cretácicos, puede avanzarse, que el conocimiento de los cerros deposicionales y erosivos de la Fm. Sarayaquillo, la localización de los semigraben que controlan la existencia de la Fm. Pucará y la reconstrucción de las paleo-topografías existentes en el techo de las Fms. Cushabatay y Vivian durante el tiempo de migración, son herramientas que consideramos de alto valor exploratorio.

CONCLUSIONES

Las Cuencas de los Ríos Marañón y Ucayali albergan un complejo Sistema Petrolífero que se caracteriza por la existencia de importantes barreras de migración entre dos de las tres productivas rocas madres y los almacenes del Cretácico. A pesar de estas dificultades, la carga de las trampas ha sido posible por

una migración vertical a través de fallas, que es, en un caso, favorecida por el tipo gas-condensado que expulsa el Sistema.

La migración horizontal de larga distancia que caracteriza a los yacimientos procedentes de la tercera y más joven roca madre, es igualmente posible merced al alto nivel de arenosidad que posee el ciclo sedimentario cretácico.

Los cinturones y líneas de fracturación del Paleozóico superior, los mapas del yacente de la discordancia basal cretácica y la reconstrucción de las pendientes estructurales a las diferentes etapas de flexuración y deformación andina, creemos constituyen datos clave para la exploración futura.

BIBLIOGRAFIA

- Álvarez Calderón E.M. (1997) The Cretaceous Chonta-Vivian Petroleum System 1AB, Sub Andean Marañón Basin, Perú VI.Simp.Boliv. p.351-370
- Benavides, V. (1991) Cuencas Paleozóicas del Subandino Paruano. IV Simp.Boliv. T.II. 14pp.
- Del Solar. C. (1982) Ocurrencia de Hidrocarburos en la Formación Vivian, Cuenca Marañón, Nor-Oriente Peruano. Simp. Boliv. T.I. 35 pp.
- Duke, J.F., Hendrix,E.R. y Page,N.J. (1996) Insaya Prospect, Technical History and Reservoir Characterization of a Structure in the Ucayali Basin. INGEPET 96 T.I. p.1024-1041
- Eduardo,H.(1991) Paleogeografía del Paleozóico en el Oriente Peruano. VII. Congr. Geol.Perú. T.I. p.269-276
- Eisner, P.N., Lunn, R.J. y Chaouche, A.(1996) Petroleum Systems of the Subandean Basins of Perú. V.Congr.Latinoamericano de Geoquímica. Cancún. p47-49
- Laurent,H.(1997) Comportamiento estructural del Lote 1-AB durante el Cretácico y Terciario.Soc.Geol. del Perú.Vol.Espec.I. p.553-558
- Lay,V.(1991) Ocurrencias de Petróleo en el Cretácico de la Cuenca Marañón. VI Congr.Geol.Perú. T.I. p.307-311
- Lay, V. y Becerra, A. (1997) Exploration and Development of Oil Fields in the Northern Marañón Basin-Perú. VI. Simp.Boliv. p.371-393
- Marksteiner, R. y Aleman, A.M.(1997) Petroleum System along the Fold Belt Associated to the Marañón-Oriente-Putumayo Foreland Basins. VII. Simp.Boliv. T.II. p.63-74
- Martínez del Olmo, W.,Méndez,A. y Conesa,J.(1994) Secuencias Deposicionales del Cretácico en las Cuencas de los Llanos, Putumayo, Boyacá, Magdalena Medio Y Río Catatumbo a partir de registros de pozo. V. Simp.Boliv. p.85-107
- Mello, M.R., Gil, E., Stoffer,E. Y Chigne, N.(1997) Geochemical Characterization of South American Subandian Petroleum Systems. VI. Simp.Boliv. p.324-336
- Montoya,M.(1991) Estilos Estructurales en las Cuencas del Oriente Peruano. VII Congr.Peruano de Geol.
- Petroperú S.A.(1994) Information Memorandum Privatization Block 8-8X.
- Petroperú S.A.(1995) A Renewed Exploration Opportunity.
- Salas Arias, G.(1991) Factores Geológicos de Control de Acumulación de Hidrocarburos en las Cuencas del Oriente Peruano. IV. Simp.Boliv.T.II. 29 pp.
- Uyen, D.E. y Portella, G.A.(1996) Evolución de la madurez termal en la Cuenca Marañón. INGEPET.96.T.II. p.909-921





