



Reseña Histórica de la Exploración por Petróleo en las Cuencas Costeras del Perú

Rolando Bolaños Z.¹

¹ Consultor, Calle G. Faure 102, San Borja, Lima, Perú (rbolanoszapana@gmail.com)

ABSTRACT

History and knowledge of hydrocarbons in Peru dates back to Inca times. In modern times the first oil well drilled in Peru, and also in South America, was in the town of Zorritos, Tumbes, in 1863, just 4 years after drilling the first oil well in the USA. Both continental coastal basins and the marine continental shelf have been explored. In the early days of exploration, emphasis was focused on the mainland in the north of the country, but advances in the understanding of geological concepts indicate that there are still unexplored petroleum systems in most offshore basins located beyond the 120-meter isobath which had been the limit for exploration, but which are now accessible using current exploration technology. Instability in the price of oil is the current factor limiting the development of exploration in the offshore basins.

RESUMEN

La historia y conocimiento de los hidrocarburos en el Perú se remonta a la época de los Incas. En tiempos modernos, el primer pozo petrolero perforado en el Perú, y también en Sudamérica, fue en la localidad de Zorritos, Tumbes, en 1863, solo 4 años después que en EE.UU. Han sido exploradas tanto las cuencas costeras ubicadas en el continente, así como las ubicadas en la plataforma continental marina. En los primeros tiempos, el énfasis estuvo centrado en la región continental del norte del país, pero los avances en los conceptos geológicos y tecnología para la exploración, dieron indicaciones que en la mayoría de las cuencas costafuera existían sistemas petroleros aun sin explorar, situados más allá de la isobata de 120 metros que ha sido el límite para la exploración. La inestabilidad en el precio de los hidrocarburos es el factor actual que limita el desarrollo de la exploración en las cuencas costafuera.

Palabras claves: Cuencas, Costafuera, Perú, Exploración, Petróleo, Historia.

1. Introducción

El conocimiento de la existencia de petróleo en las cuencas sedimentarias costeras del Perú se remonta a los tiempos de las primeras culturas que habitaron estas regiones. En algunas zonas del Perú, especialmente en la costa norte, así como en otras partes del territorio peruano como Chumpi en Ayacucho y diversas localidades en las regiones subandinas, las emanaciones superficiales de petróleo (resumideros), fueron conocidas desde tiempos incaicos y probablemente pre-incaicos. Los indígenas lo utilizaban con fines medicinales o como impermeabilizante (Figura 1).



Figura 1. El "cope" de los antiguos peruanos (Revista Copé PETROPERU S.A.).

Sin embargo, la tecnología se desarrolló muy rápidamente, en la medida en que fueron necesarios nuevos procedimientos mecanizados, para proveer con mayor celeridad la creciente necesidad de petróleo para usos energéticos y domésticos, principalmente kerosene para alumbrado, y los requerimientos de la industria. En 1865 Geo S. Corey perforó en la costa Norte el primer pozo tubular por petróleo en el Perú, entre las localidades de Mal Paso Chico y Cabo Blanco (Noriega Calmet, Fernando, 1962).

La historia de la industria petrolera nacional y estatal se inicia el 2 de abril de 1948, al crearse la Empresa Petrolera Fiscal, EPF, propiedad del Estado peruano, con la finalidad de dedicarse a las actividades de exploración y explotación por petróleo en las áreas de Los Órganos y Zorritos. EPF estableció su campamento principal en el poblado de Los Órganos y se dedicó a desarrollar la Concesión Patria en sus alrededores, así como los yacimientos del área de Zorritos. A inicios de los años 60's, la EPF efectuó levantamientos de datos gravimétricos y aeromagnéticos en el área de Los Órganos, condujo extensos trabajos de geología de campo y perforó pozos de exploración y desarrollo en la zona límite entre las cuencas Tumbes y Talara (Figuras 5 y 6).

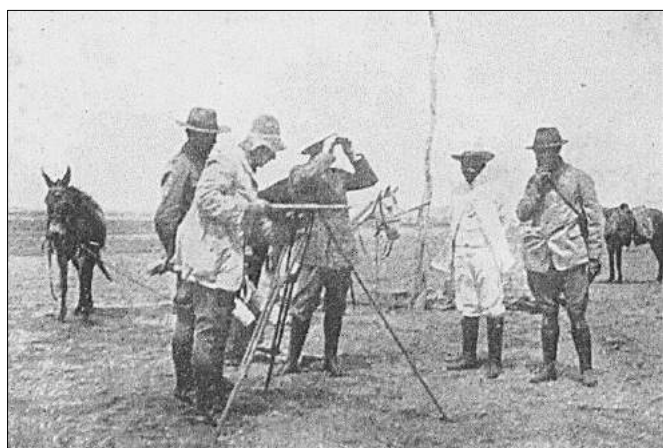


Figura 5. Geólogos de campo, inicio años 1900's.



Figura 6. Actividades en Lobitos, primera mitad del siglo XX.

En Julio de 1969, mediante Decreto Ley 17753, se crea Petróleos del Perú S.A., Petroperu S.A., empresa estatal que asumió la responsabilidad de explorar, explotar, refinar, comercializar y desarrollar la industria del petróleo y derivados en el país, pasando a Petroperu S.A. los activos

que fueron de EPF. Posteriormente, a inicios de los años 90's, la empresa Graña y Montero Petrolera S.A. adquirió sísmica 2D y perforó varios pozos exploratorios en las mismas áreas que operó EPF.

La perforación de exploración en el área costafuera de la cuenca Tumbes se inició el 7 de octubre de 1971, cuando la empresa Tenneco Oil Company perforó en el lote Z-1 el Pozo 8-X-1 Albacora, mediante un equipo montado en una barcaza. El pozo explotó e incendió la barcaza al sufrir un golpe de gas a la profundidad de 750 pies. A continuación, Tenneco contrató el barco Glomar y perforó 8 pozos adicionales durante los años 1972 a 1975 en 4 estructuras. El pozo 8-X-2, Albacora, probó 5246 bpd y 19MMpcgd de la Formación Zorritos Superior. El pozo 8-X-2 fue el primer pozo en perforar parcialmente la Formación Zorritos Inferior, la cual no fue probada al no encontrarse manifestaciones importantes de hidrocarburos. Como consecuencia, ninguno de los pozos posteriores perforados por Tenneco llegaron hasta el Zorritos Inferior. Los otros pozos perforados por Tenneco, al no encontrar manifestaciones de hidrocarburos, fueron abandonados sin probarse, a excepción del pozo Delfín 39-X-1 que produjo 311 bpd y 240Mpcgd (American International Petroleum Corporation Sucursal del Perú, AIPC 1993).

La empresa Belco entre 1976 y 1984 perforó 10 pozos en cuatro estructuras. Solo 3 pozos probaron petróleo en la formación Zorritos Superior. Estos pozos produjeron durante 45 días y luego fueron abandonados por empezar a producir agua y emulsión de petróleo. Los pozos perforados por Belco tuvieron como objetivo emular la producción del pozo exploratorio 8-X-2 buscando las mismas arenas del Zorritos Superior.

Las arenas encontradas en la Fm. Zorritos Superior, por los pozos perforados por Belco, pertenecen aparentemente a bordes de canales, lo que explica la calidad inferior de los reservorios a la del pozo 8-X-2, con tamaño de los granos finos a muy finos y altas saturaciones de agua.

La cuenca Tumbes costafuera ha sido cubierta por varias campañas de sísmica 2D. En febrero 1971 Petroperu adquirió 2300 km de sísmica 2D. Luego en octubre 1971, Petroperu en consorcio con & Tenneco-Unión-Champlin adquirió 1112 km de sísmica 2D, y 500 km adicionales entre 1973-1975 (American International Petroleum Corporation Sucursal del Perú, AIPC 1993).

Belco inició producción de petróleo en el yacimiento Albacora a inicios de los años 1980's. De los 18 pozos perforados en esos años se descubrió gas en las estructuras Piedra Redonda y Corvina, y petróleo en el yacimiento Albacora cerca de la frontera con Ecuador. Toda la perforación fue efectuada con una profundidad máxima de 120m de tirante de agua. También se descubrió gas en el yacimiento Amistad al otro lado de la frontera con Ecuador.

El interés en la cuenca Tumbes costafuera se reanudó cuando en 1991 AIPC adquirió 1850 km de sísmica 2D.

En 1998, Occidental Petrolera del Perú Inc. adquirió 1759 km de sísmica 2D costafuera, cubriendo la mayor parte de la porción occidental de la cuenca, incluyendo el Banco Perú, y efectuó una reevaluación geológica & geofísica con esta información y la antigua información reprocesada, incluyendo la correlación de todos los pozos exploratorios. Adicionalmente, Occidental reprocesó 387 km de sísmica 2D adquirida por Belco en 1982, y 680 km adquiridos por AIPC entre 1992-1993.

En 1998 la compañía Perez Companc S.A. suscribió contrato con PERUPETRO S.A. para explorar el lote Z-1, y luego de reprocesar registrar e interpretar 1014 km de sísmica 2D y reprocesar 1850 km de AIPC, terminó el contrato en julio del 2000 (Perez Companc, 2000).

Las interpretaciones sísmicas efectuadas por diferentes empresas e intérpretes, en el pasado y en la actualidad, por lo general son distintas. Esto se debe a la complejidad de la geología del área, a la calidad y cantidad de información existente, pero sobre todo a la renovación de los conceptos geológicos y exploratorios que se utilizan cada vez en el análisis de las cuencas.

Las actuales compañías con operaciones de explotación costafuera de la cuenca Tumbes son BPZ Exploración & Producción SRL en el lote Z-1, y en exploración KEI (Perú Z-38) PTY Ltd. en el lote Z-38, ubicado más costafuera; las compañías con contratos de exploración en tierra son BPZ Exploración & Producción SRL en el lote XIX; y en explotación la compañía Petrolera Monterrico S.A. en el lote XX.

2.2. Cuenca Talara

El primer pozo tubular en perforarse en la cuenca Talara fue en 1873 en la región de Negritos, al sur de la ciudad de Talara. Estuvo a cargo del empresario Henry Meiggs, y tuvo una profundidad de 100 pies. Posteriormente, J.B. Murphy en 1874 perforó 3 pozos en la misma zona e inició la exportación del petróleo a través de la caleta de Talara. La guerra con Chile interrumpió este primer desarrollo (Noriega Calmet, Fernando, 1962).

En 1887, don Genaro Helguero, propietario de la hacienda "La Brea y Pariñas", realizó varias perforaciones en la misma zona de Negritos, formalizando el dominio del subsuelo mediante Resolución Suprema en 1888. Inmediatamente, Helguero vendió la mencionada hacienda a terceros, iniciándose un largo proceso de adquisiciones y traspasos de estos dominios. En 1914, los derechos de la antigua hacienda La Brea y Pariñas fueron cedidos a la International Petroleum Co. Ltd., IPC, subsidiaria de la Standard Oil de New Jersey, la que dio nuevo impulso a la explotación de los campos petrolíferos que se ubicaban dentro de la mencionada hacienda (Noriega Calmet, Fernando, 1962).

A inicios de la segunda mitad del siglo XX, las compañías petroleras activas en la cuenca Talara fueron la Compañía Petrolera Lobitos, la empresa estatal Empresa Petrolera Fiscal, EPF, y la empresa International Petroleum Company, IPC, subsidiaria de Exxon. IPC adquirió las Concesiones Lima de la Compañía Petrolera Lobitos a inicios de los años 1950's, integrándolas a las de La Brea y Pariñas (Figura 7).

En 1947, la compañía Superior Oil construyó la primera plataforma petrolera marítima en la costa de Luisiana, en el golfo de México. En 1953, el Gobierno peruano abrió la licitación de áreas en el Zócalo Continental. La compañía Petrolera del Pacífico tomó 10 concesiones con 50 mil ha. Se unió con la Douglas Oil de California, que perforó pozos direccionales desde la playa y logró una producción que en corto tiempo alcanzó 40,000 bl/d. La Richfield Oil Corp. de California inició operaciones de perforaciones costafuera desde su buque El Rincón, pero en 1956 suspendió estas perforaciones. La Compañía de Petróleo

Sullana inició sus actividades en el Zócalo Continental en 1956. En 1959, Belco Petroleum Co y la Peruvian Pacific Petroleum Co. perforaron su primer pozo costafuera frente a Negritos.

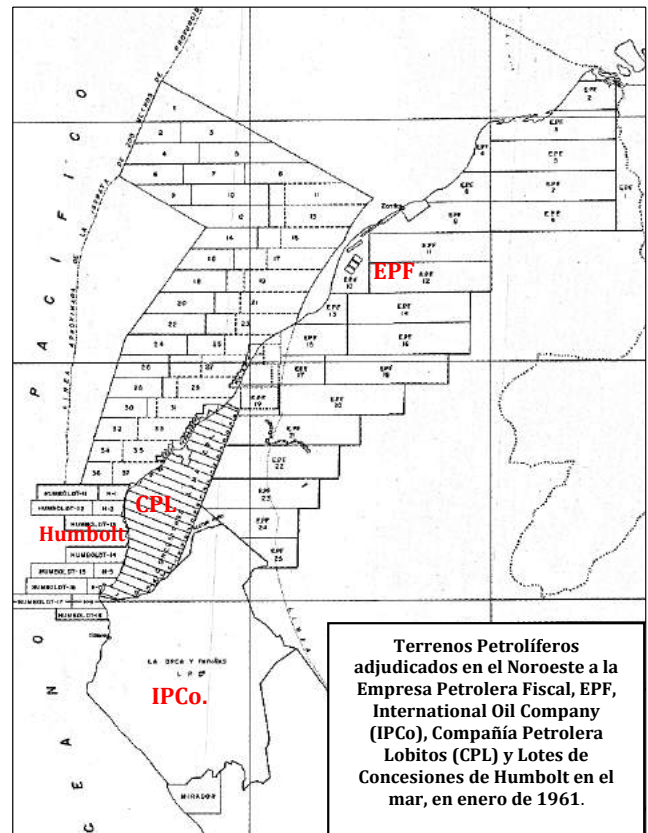


Figura 7. Concesiones petroleras en Talara a inicios años 1960's (Empresa Petrolera Fisca).

El Gobierno del Perú en octubre de 1968, estatizó los yacimientos en tierra con operaciones de exploración y explotación de petróleo del Noroeste del Perú, así como las operaciones de refinación. El 24 de Julio de 1969, mediante el D.L. 17753, se creó Petróleos del Perú S.A., Petroperu S.A., empresa que asumió la responsabilidad de explorar, explotar, refinar, comercializar y desarrollar la industria del petróleo y derivados en el país, y sus primeros activos fueron los de la Empresa Petrolera Fiscal.

Entre 1978 y 1996, la compañía Occidental del Perú adquirió varios yacimientos antiguos en explotación en la parte continental de la cuenca Talara, entre las localidades de El Alto y Lobitos, para desarrollar un proyecto de recuperación secundaria, proyecto que se frustró debido a las consecuencias del Fenómeno del Niño de 1983 (Figura 8).

En 1983, con un préstamo del Banco Mundial a Petroperu S.A. se concretó el Proyecto Laguna-Zapotal que hizo posible la perforación de más de 100 pozos en un año que cambiaron el curso a la tendencia declinante de la producción del Noroeste.

En agosto de 1985, el gobierno decidió renegociar los contratos firmados con Belco y ejecutó el seguro que tenía contra riesgos políticos. La aseguradora AIG inició un juicio contra el Estado Peruano en los Estados Unidos. El gobierno, por su parte, encargó a Petroperu las operaciones en el mar. En diciembre de 1986, se constituye

la empresa Petromar S.A., filial de Petroperu, que toma a su cargo las operaciones que realizaba Belco.

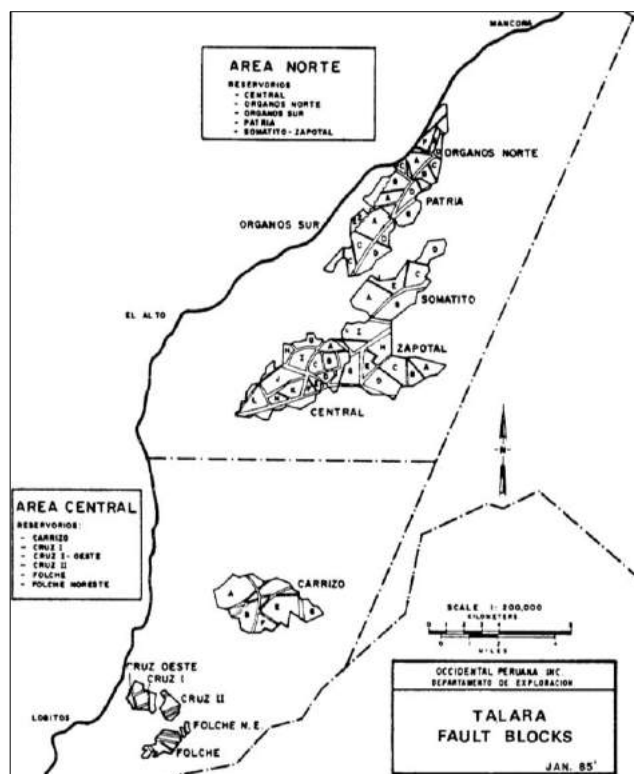


Figura 8. Proyecto de recuperación secundaria de Occidental en Talara, 1985.

En 1991 Petroperu suscribió contrato con Graña y Montero Petrolera, GMP, para la exploración y explotación del Lote I. En 1992, se inició la privatización de las operaciones de upstream de Petroperu. Se realizó la licitación por las áreas de operación costafuera, y fueron adjudicadas a la compañía Petro-Tech.

El 4 de marzo de 1993, Petroperu suscribió un contrato con Rio Bravo para la explotación del Lote IV; el Lote III fue adjudicado a Mercantile Peru Oil & Gas; y el Lote IX se adjudicó a la Empresa Unipetro ABC S.A. El 8 de octubre de 1993, se firmó un contrato con GMP para la explotación del Lote V, y el Lote VII fue adjudicado a la compañía Sapet.

El 18 de noviembre de 1993, mediante el Artículo 6° de la Ley N° 26221, Ley Orgánica de Hidrocarburos, fue creada PERUPETRO S.A. la Empresa Estatal de Derecho Privado, que, en representación del Estado Peruano, se encarga de promocionar, negociar, suscribir y supervisar contratos para la exploración y explotación de hidrocarburos en el Perú.

A la fecha, las empresas con operaciones de explotación en el Noroeste del Perú incluyen a: Graña y Montero Petrolera S.A. en los lotes I, III, IV y V; Petrolera Monterrico S.A. en los Lotes II, XV y XX; Sapet Development Perú Inc en los lotes VI y VII; Empresa Petrolera Unipetro ABC S.A. en el lote IX; CNPC Perú S.A. en el lote X; Olympic Perú Inc en el lote XIII; y Savia Perú S.A. en los lotes Z-2B y Z-6. Las compañías con operaciones de exploración incluyen a: BPZ Exploración y Producción SRL en el lote XXII y XXIII; Upland Oil & Gas LLC en el lote XXIV; Gold Oil Perú SAC en el lote Z-34; y Savia Perú S.A. en el lote Z-45 (Figura 9).

2.3. Cuenca Sechura

La historia de exploración por hidrocarburos en la cuenca Sechura, se inició en 1891, cuando la compañía Union Petroleum Syndicate perforó al oeste del Muelle de Bayovar el primer pozo de la cuenca. En 1895, E.L Dohoney perforó en las cercanías de Paita 3 pozos. Los primeros 5 pozos exploratorios documentados fueron perforados entre los años 1907 y 1913, con profundidades entre los 130 y 400 pies. En 1907, la compañía Blume perforó el pozo La Garita en el flanco sur del levantamiento de Illescas, hasta la profundidad de 387 pies, recuperando una pequeña cantidad de petróleo de un horizonte no especificado. Este primer periodo exploratorio concluyó en 1911, cuando la compañía Bayovar Development Company perforó 3 pozos en las cercanías de Bayovar, que alcanzaron el Basamento a poca profundidad.

La segunda campaña exploratoria fue llevada a cabo por la compañía International Petroleum Company (IPCo.) entre 1924 y 1928, perforando 12 pozos con un total de 21,550 pies y profundidades entre los 128 y 6,204 pies, detectándose presencia de gas en las formaciones Montera, Verdún y Chira, y probablemente petróleo en la secuencia Heath-Mancora. La ubicación de los pozos estuvo respaldada en estudios de gravimetría y magnetimetría. El pozo Tamarindo N°1 tuvo indicios de crudo pesado en el Cretáceo, el Tamarindo N°3 tuvo manifestaciones de gas en el Eoceno superior.

En el flanco Este de los Cerros Illescas se perforaron 12 pozos denominados Bayovar, tres (3) de ellos tuvieron manifestaciones de gas, y en el pozo Bayovar N° 2 se reportaron "filtraciones de petróleo".

Los primeros estudios geológicos de detalle de la cuenca Sechura fueron realizados por Gerth en 1928. Idding y Olsson en el mismo año presentaron la primera propuesta de clasificación estratigráfica de la cuenca. Olsson en 1944 realizó la clasificación de las unidades estratigráficas con dataciones paleontológicas, Stainford y Stone en 1949, utilizaron foraminíferos para la zonación de las unidades. Fisher entre 1953 y 1956 estudió el Cretáceo del área norte de la cuenca Sechura e hizo la compilación de los trabajos anteriores sobre el Cretáceo. Recién en 1952 se reactivó el interés por explorar la cuenca Sechura, cuando el gobierno peruano expidió una ley de promoción de la exploración, que fue el incentivo para la tercera campaña exploratoria que se inició en agosto de 1953 y se extendió hasta noviembre de 1961, participando en ella las compañías Belco, Gulf, IPCo, Petrolera Sullana, Richmond, Sea Oil y Texas Union. La ubicación de los pozos estuvo apoyada en trabajos de gravimetría, magnetimetría, sísmica de refracción y reflexión. En total se perforaron 24 pozos con profundidades entre 1,284 pies (Pozo Paita) y 8,065 pies (Pozo Virú 5-X-1), con un total de 115,300 pies perforados. Los pozos fueron ubicados en los flancos norte, este y sur del levantamiento de Paita, otros en el graben La Casita y en el Levantamiento Illescas-Pabur (Perez Companc, 2002).

Básicamente, los pozos fueron ubicados en altos estructurales, fijando como objetivo los reservorios del Terciario y Cretáceo. El pozo más nororiental, Pabur X-1, fue perforado en este periodo, ubicado dentro de la subcuenca de Cascajal. El mayor esfuerzo exploratorio se

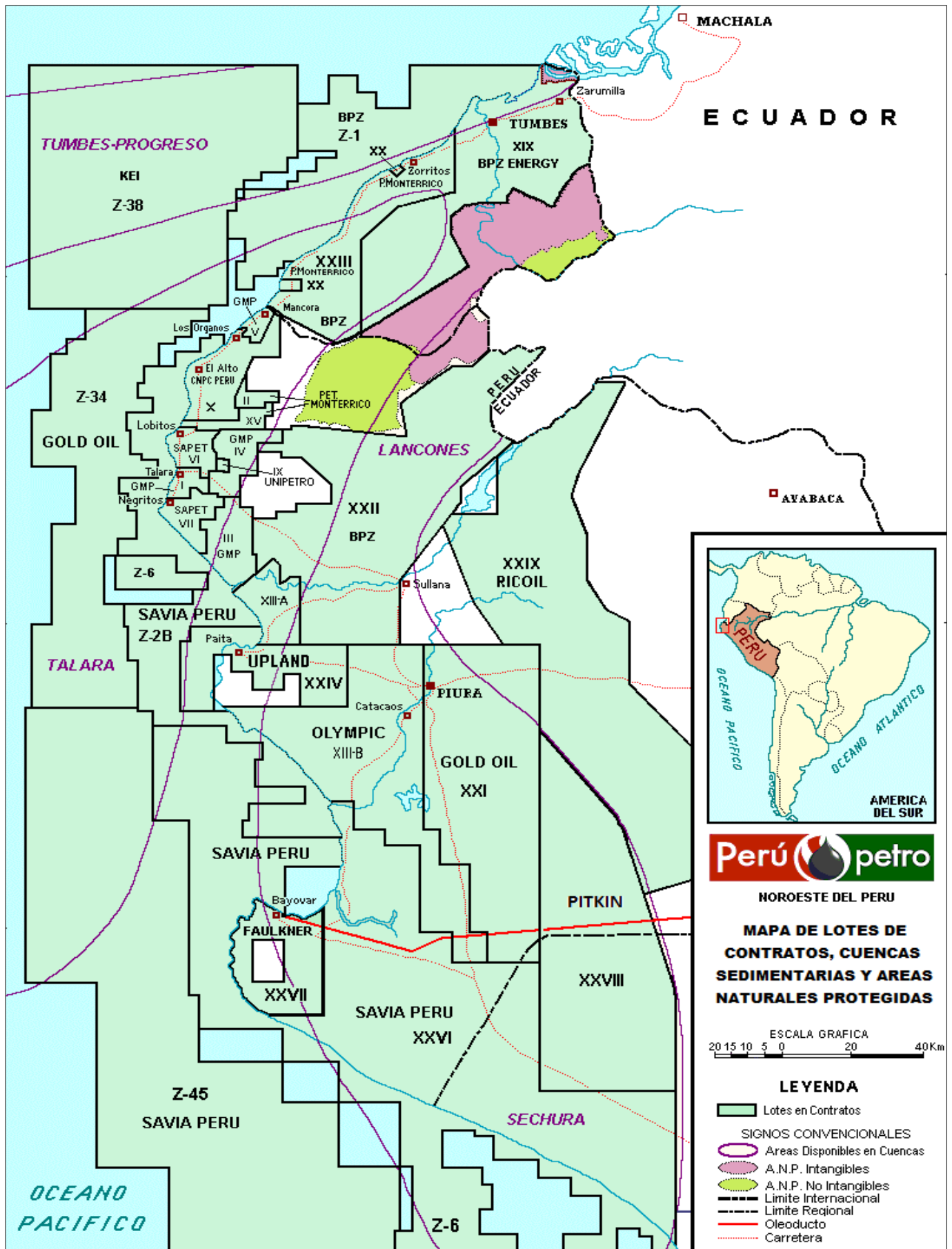


Figura. 9. Mapa de lotes de contratos petroleros del Noroeste del Perú, setiembre 2015 (PERUPETRO S.A.).

ha realizado en la subcuenca de Zapayal donde se perforaron los pozos Inca 5-1 que alcanzó los 5,997 pies y el pozo Virú 5-X-1 de 8,065 pies que fue el más profundo.

Los pozos Virú 4-X-1, 4-X-2, 5-X-1, 5-X-2, 45-X-1 y 69-X-1 fueron perforados por IPCo; los pozos Inca 1-X y Minchales 1-X por Richmond; los pozos Paita 1-X, Paita 2-X, Paita 3-X, Paita 4-X, Piura 1-X, Piura 2-X y la Huaca 1-X los perforó Petrolera Sullana. La compañía Gulf perforó los pozos PG-39-X-1 y PG-11-NX-1. EPF perforó el pozo Pabur X-1. Los pozos Expectativa 1-X-1, Venturosa 9-X-1 y Venturosa 10-X-1, fueron perforados por el consorcio entre IPCo y Sea Oil (Perez Companc, 2002).

Los resultados exploratorios en la cuenca no fueron muy alentadores, en relación a descubrir hidrocarburos líquidos o identificar un sistema petrolero activo, sin embargo, en el extremo norte de la cuenca se probó la presencia de metano en cantidades comerciales. El origen de este gas es probablemente biogénico; el pozo Virú 4X-1 perforado en 1953 alcanzó durante las pruebas producciones de 5.08 MMpcgd y el pozo Virú 69-X-1 perforado en 1955, alcanzó rendimientos de 3.4 MMpcgd. En ambos casos, el reservorio fue la Formación Verdún del Eoceno. La composición del gas fue de 98% de Metano y 2% de CO₂. En los pozos Virú-5-X-1, Expectativa 1-X-1 y Paita 2X se reportaron manifestaciones de gas en la misma formación Verdún; en los pozos Venturosa 9-X-1 y Venturosa 10-X-1 se detectó presencia de gas en la formación Máncora del Oligoceno. En el pozo Peoco 7-1 se recuperó petróleo de 11° API de las arenas cretácicas. Durante la perforación de los pozos Peoco 3-1, Peoco 7-1 y La Casita se reportaron "rastros de petróleo" de 17° API. En el año 1970, Petroperú reinició la exploración de la cuenca Sechura, mediante trabajos geológicos de campo, analizando regionalmente los límites de la cuenca cretácea. En 1974, la compañía Belco Petroleum Co., perforó en la extensión costafuera de la cuenca Sechura el pozo La Casita Z2-75-55X a 11,035 pies de profundidad. Estructuralmente el pozo se perforó en el bloque hundido del graben La Casita, alcanzando el basamento ígneo. En las pruebas de producción se obtuvo gas seco de las formaciones Redondo-Monte Grande y Verdún, con potencial de 400,000 pcgd y 50,000 pcgd respectivamente. (Perez Companc, 2002)

Los yacimientos activos de la cuenca Sechura, se encuentran en el sector norte del Lote XIII operado por Olympic del Perú Inc. desde mayo de 1996, en el área colindante con la Cuenca Talara, con reservas recuperables en el orden de 20 BCFG. Olympic Perú Inc. en el lote XIII desarrolló operaciones comerciales a partir de este descubrimiento de gas seco, las que continúan hasta hoy (Figura 10).

Sin embargo, lo más resaltante en la exploración de la cuenca Sechura como proyección a futuro, fue el descubrimiento por SAVIA en el 2005 de petróleo en reservorios fracturados de la formación Amotape del Paleozoico en el Pozo San Pedro 1-X, perforado costafuera en el límite Oeste de la cuenca Sechura con la cuenca Talara, el cual tuvo una producción estimada de 1152 bpd. Este fue el primer descubrimiento de petróleo en reservorios fracturados en la zona costafuera de la cuenca Sechura, y abre un futuro promisorio para la exploración de este reservorio en el resto de las áreas costafuera de las cuencas

Talara y Sechura, y probablemente otras cuencas costafuera hacia el sur.

2.4. Cuenca Trujillo

La cuenca Trujillo se ubica en la zona central costafuera de Perú, y cubre un área de 10,952 km². La existencia de varios depocentros profundos, hasta de 6,000 m en la base del Terciario, con potencial generador en el Cretácico y Eoceno, confirmado por la presencia de numerosos resumideros de petróleo en la superficie marina, junto con la presencia de reservorios clásticos del Eoceno y grandes trampas estructurales, hacen de la cuenca Trujillo, un buen candidato para el descubrimiento de acumulaciones importantes de hidrocarburos.

La primera campaña sísmica en la cuenca costafuera Trujillo, fue efectuada en 1968 por Petty Geophysical para Texas Petroleum, adquiriendo un total de 12 líneas sísmicas con 983 km, en la cuenca Salaverry y la parte somera de la cuenca Trujillo, no disponibles a la fecha.

En 1969, Texas Petroleum obtuvo la concesión Ballena (4,000 km²) y Occidental la concesión Delfín (3,989 km²), ambas en la parte suroccidental de la cuenca Trujillo. Posteriormente Occidental y Texas Petroleum acordaron tener participación en ambas concesiones. En 1971, Occidental como operador perforó los pozos exploratorios Ballena 8-X-1 a 975 m, terminando en rocas metamórficas del basamento sin manifestaciones de hidrocarburos, y Delfín 20-X-1 a 2,668 m en basamento metamórfico, el cual encontró pequeñas manifestaciones de gas en areniscas del Eoceno Superior (Repsol Exploración, 1997).

De 1973 a 1993, fueron registradas tres campañas regionales y especulativas de sísmica 2D, a lo largo de las cuencas costafuera de Perú: Seiscom Delta 1973 (13,500 km), CGG 1982 (6,134 km), y Digicon 1993 (8,344 km), las cuales incluyeron la cuenca Trujillo.

Repsol, después de suscribir el Contrato del Lote Z-29 en marzo de 1995, reprocesó 3,100 km de la sísmica previa en el área de la cuenca Trujillo y registró 4,019 km de nueva sísmica 2D, que fueron interpretados junto con la sísmica reprocesada. Mediante escenas de satélite ERS1/SAR, se detectaron varios resumideros de petróleo que fueron muestreados y analizados por Corelab, confirmando que hubo generación de hidrocarburos en la cuenca Trujillo. Luego de ello se perforaron los pozos exploratorios Lobos Z-29M-9-1X hasta 2,471 metros y Morsa Norte Z-29M-37-1X hasta 1,280 metros. A partir de los resultados de los últimos pozos perforados y el análisis de toda la información anterior obtenida, Repsol llegó a las siguientes conclusiones sobre el sistema petrolero de la cuenca Trujillo: 1. Consideraron la Fm Muerto del Cretácico o su equivalente, como la roca generadora principal. 2. Hubo una temprana generación de hidrocarburos en el Eoceno Tardío-Oligoceno o el Mioceno. 3. Hubo expulsión y acumulación durante el Oligoceno al Mioceno. 4. Durante el Mioceno tardío y el Plioceno hubo una probable exposición subaerea, influencia de agua meteórica y biodegradación. 5. Hubo generación y expulsión de HC durante el Plioceno con posible mezcla de petróleos. 6. En el Reciente habría ocurrido biodegradación. El contrato de Repsol terminó en mayo del 2000 (Repsol Exploración, 1997).

Sin embargo, los resultados de esta primera experiencia moderna en la exploración de las cuencas costafuera al sur

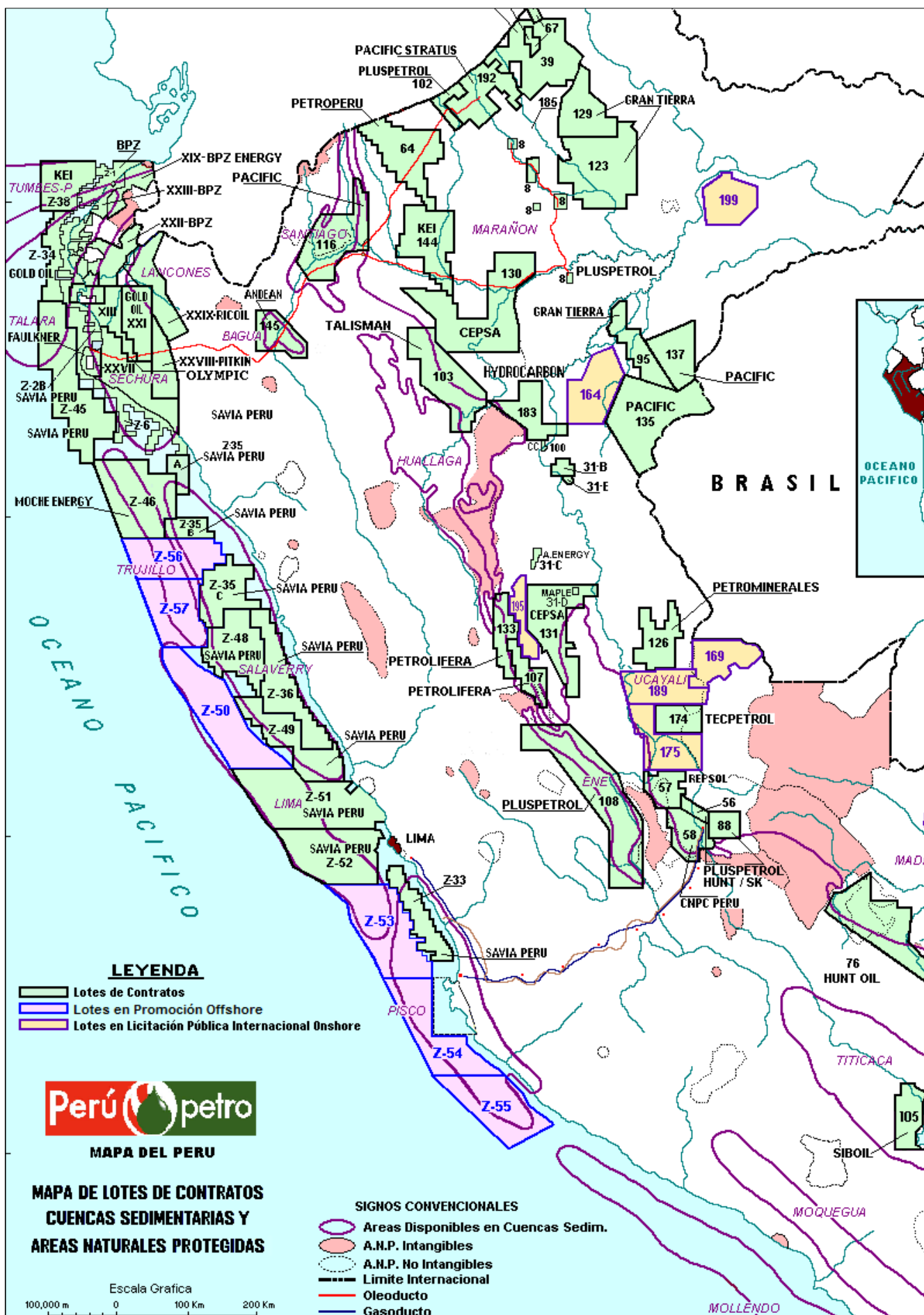


Figura 10. Mapa de Lotes de Contratos Petroleros del Perú, octubre 2015 (PERUPETRO S.A.).

de Talara, animaron a otras empresas a continuar la exploración costafuera.

A fines del año 2007 se suscribió con la compañía SK Energy (ahora Moche Energy), el contrato de licencia para la exploración y explotación del lote Z-46, cubriendo la mitad norte de la cuenca Trujillo, y se inició la evaluación integral del lote analizando toda la información sísmica 2D existente. Adicionalmente SK Energy registró 3,134 km de nueva sísmica 2D, haciendo un total de 10,000 km de sísmica 2D dentro del lote Z-46, y registró 7,500 km de gravimetría-magnetometría. También se registraron 1600 km² de sísmica 3D. En base a esta evaluación SK Energy llegó a las siguientes conclusiones: 1. Se demostró la existencia de un sistema petrolero activo, así como la presencia de trampas estratigráficas con reservorios clásticos de agua profunda; 2. El análisis de sísmofacies revela la alta probabilidad de depósitos de turbiditas. 3. La sísmica 3D permitió tener mejor conocimiento del tamaño y distribución de estos reservorios clásticos turbidíticos. 4. Se definieron 6 prospectos exploratorios (Moche Energy, 2014).

El contrato terminó a fines del año 2015. La Figura 11 de Moche Energy, ilustra la estratigrafía de la cuenca Trujillo, la que se puede generalizar para las cuencas ubicadas en la plataforma costera central del Perú.

A fines del año 2007 PVEP Perú S.P. con la garantía de Vietnam Oil and Gas Group (PetroVietnam-PVN) suscribió un contrato de licencia con PERUPETRO S.A. para la exploración y explotación del lote Z-47, ubicado sobre la mitad sur de la cuenca Trujillo. PVEP obtuvo toda la información de dicha área, reprocesando 5,090 km de sísmica 2D y efectuó su interpretación para evaluar el potencial del mencionado lote, llegando a las siguientes conclusiones: 1. La estructuración del Lote Z-47 tuvo un largo periodo de formación sobre la Placa Nazca en permanente procesos de subducción; 2. La fuerte tectónica producida generó fallas que se extienden hasta cerca del fondo marino; 3. La cantidad de sísmica reprocesada reveló poco potencial de roca generadora; 4. Existen varios prospectos potenciales en el basamento pre-terciario y en los depósitos clásticos cenozoicos, pero un alto riesgo de sellos y roca generadora. (Petrovietnam Exploration and Production Corporation, PVEP Peru Sucursal Peruana, 2009). El contrato terminó a fines del 2009.

2.5. Cuenca Salaverry

Aunque la cuenca Salaverry estuvo involucrada en los estudios y registros de información sísmica regional, en las cuencas costeras desde mucho tiempo atrás, no fue sino hasta setiembre del 2005, que se suscribió el primer contrato de licencia para la exploración y explotación de hidrocarburos en el Lote Z-35 con la empresa Petro-Tech Peruana S.A., y sucesivamente los contratos por los lotes Z-36 en julio de 2006, y Z-48 y Z-49 en noviembre de 2007. Posteriormente Petro-Tech Peruana S.A. vendió todos sus activos en el Perú a SAVIA PERU S.A., incluyendo la cesión de los contratos de licencia suscritos con PERUPETRO S.A. (Figura 10).

- Lote Z-35 SAVIA, Salaverry. Se registraron 4477 Km de líneas sísmicas 2D, 1651 Km² de sísmica 3D, y 4602 Km de gravimetría y magnetometría. Con esta información se han definido 6 prospectos, y se ha

llegado a las siguientes conclusiones: 1. El modelado termal 3D de la cuenca Salaverry muestra que las rocas generadoras Fm Chicama-Mbo. Zapotal y Fm La Zorra-Fm. Pariatambo, entraron en ventana de generación, desde el Cretácico superior, expulsando hidrocarburos hasta la actualidad. 2. Se estima que la Fm Chicama-Mbro Zapotal habría expulsado 211,728 MMBO desde el Cretácico Sup a la fecha, y la Fm La Zorra-Fm Pariatambo 173,611 MMBO. 3. Los resultados del muestreo geoquímico de fondo marino confirmaron la existencia de microafloramientos de petróleo. 4. Se han definido cinco (5) Prospectos en el Lote Z-35: Chan Chan, Rosario, San Jorge, San Valentín y Santa Elena. 5. Se evalúa la perforación del primer pozo exploratorio del lote y la cuenca. (Savia Perú S.A., 2011).

- Lote Z-36 SAVIA, Salaverry. Se registraron tres (3) campañas sísmicas 2D con una extensión total de 3700 Km, y una campaña de sísmica 3D, la cual cubre 1901 Km². Con esta información, se confirmó la existencia de potencial hidrocarburo para el Lote Z-36, con estructuras tipo anticlinales con cierre por los cuatro lados, anticlinales con cierre contrafalla sobre bloques y/o altos pre-terciarios, estructuras geomórficas (pliegues formados sobre conos volcánicos antiguos), y trampas con fuerte componente estratigráfico por cambio de facies, truncamientos, acuñaamientos y onlaps, principalmente dentro del Terciario (Savia Perú S.A., Febrero 2010).
- Lote Z-48 SAVIA, Salaverry. Se adquirieron 1,500 km de sísmica 2D, incluyendo gravimetría y magnetometría sobre la sísmica, y 1212 km² de sísmica 3D. El análisis estructural regional del Lote Z-48, muestra dos principales sistemas de fallas, de orientación NO-SE y NE-SO. El Sistema Petrolero del Lote Z-48 indica la presencia de dos (2) potenciales rocas generadoras: la Fm La Zorra del Albiano y la Fm Chicama del Jurásico Superior. Se definieron cinco (5) prospectos, dos (2) de ellos corresponden a trampas estructurales de tipo bloque fallado y los tres (3) restantes corresponden a trampas estructurales de tipo pliegues por propagación de falla, con objetivo primario en el Pre Terciario-Paleozoico?, y como secundario el Mioceno, (Savia Perú S.A., Julio 2013, a).
- Lote Z-49 SAVIA, Salaverry. Se adquirieron 2797 km de sísmica 2D y 2040 km² de sísmica 3D. El análisis del Sistema Petrolero del Lote Z-49 indica la presencia de dos (2) unidades estratigráficas como potenciales roca madre; La Fm La Zorra del Albiano y la Fm Chicama del Jurásico superior. Se considera reservorios potenciales las areniscas Cenozoicas y las areniscas e intrusivos fracturados del Cretáceo y Paleozoico. Se confirmó la existencia de secuencias de lutitas del Cenozoico, con buenas características de roca sello. Se han definido 3 prospectos, 2 de los cuales se denominan Chanque Sur y Punta Bermejo y corresponden a trampas estructurales de tipo pliegue por propagación de falla. El tercero es denominado Caral Sur que corresponde a una estructura tipo bloque fallado (Savia Perú S.A., Julio 2013, b).

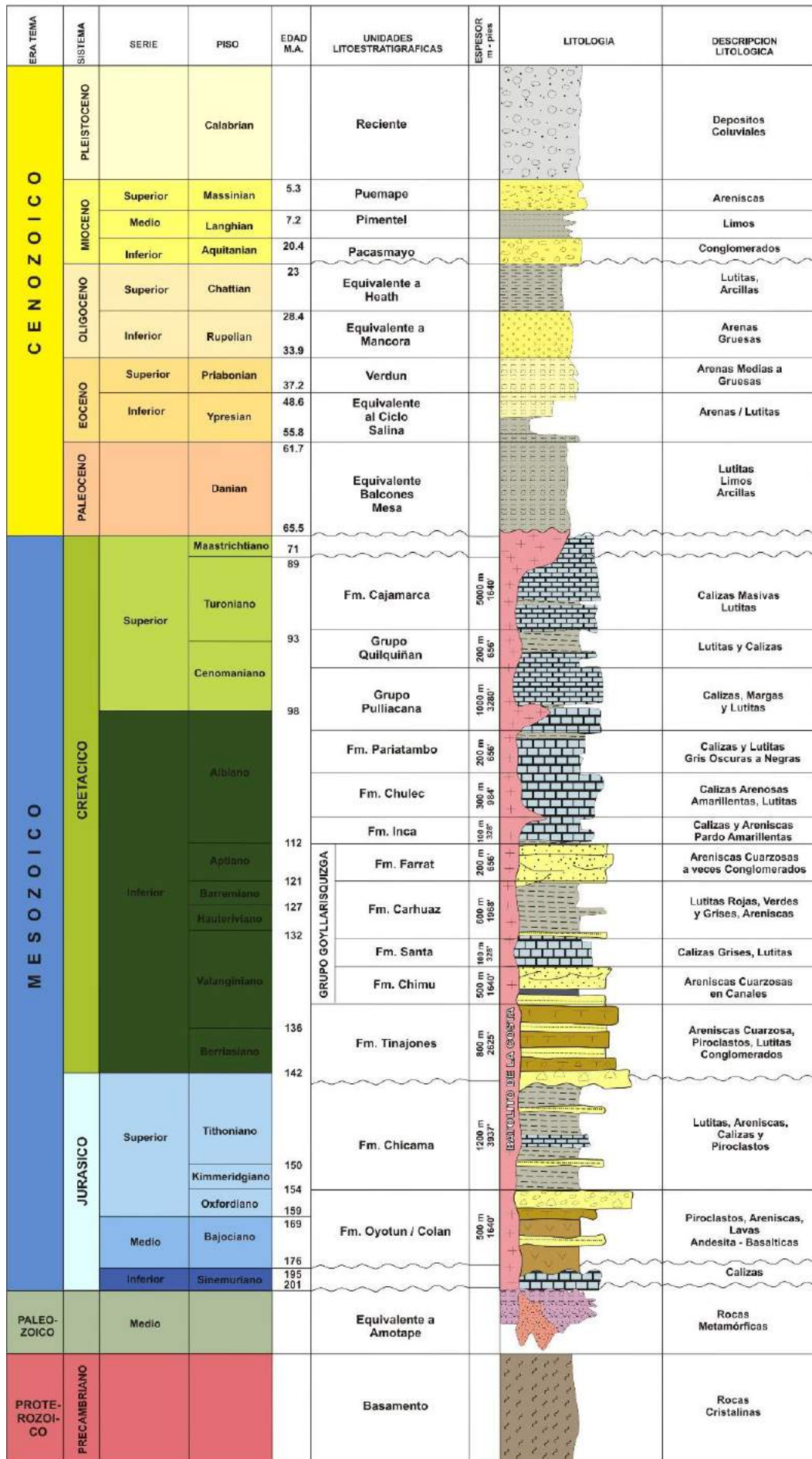


Figura 11. Columna estratigráfica generalizada Cuenca Trujillo, Lote Z-46, Moche Energy (2014).

2.6. Cuenca Pisco

La exploración de la cuenca Pisco comenzó en la parte continental, cuando la compañía International Petroleum Company Limited, que ya tenía operaciones petroleras en la cuenca Talara, y Seaoil Limited, adquirieron un levantamiento de gravimetría y magnetometría, un pequeño registro sísmico y perforaron en setiembre 1955 el pozo Pisco 4-X-1 de 953 m de profundidad (3126 pies), terminando en cuarcitas del Cretácico a 941 m, y encontrando una temperatura de fondo de 125 grados Fahrenheit. En este pozo se tomaron registros eléctricos con la compañía Schlumberger. También se cortaron 5 núcleos convencionales de pozo y se efectuó una prueba de formación en la Fm Chilcatay hacia la base del pozo entre 845-878 metros, recuperando solo agua de formación (International Petroleum Company Limited, 1955).

Posteriormente, el área costafuera de la cuenca Pisco, fue incluida en los levantamientos sísmicos regionales 2D efectuados por PETROPERU a lo largo de las cuencas costeras por Delta Exploration entre 1973-1974, y la Compagnie Generale de Geophysique, CGG, en 1982.

Trabajos de investigación de geología de campo en la Fm Los Choros de la playa La Catedral (Muestra AA-200), efectuados por Robertson Research, reportaron "oil seeps". Los análisis por cromatografía de gases mostraron un espectro de hidrocarburos termogénicos, a partir de lo cual se infirió que representaban hidrocarburos migrados. Es probable que las lutitas carbonosas y el carbón del Grupo Ambo del Carbonífero, sea la roca fuente, la cual mostró un $R_o = 1.01$. Los resultados de la sección del Cenozoico muestreada y analizada para potencial de roca madre fueron bastante desalentadores.

En años recientes, la cuenca ha sido explorada para definir su potencial de hidrocarburos mediante tres (3) Convenios de Evaluación Técnica (TEA) y un contrato de E&P:

- TEA por los Lotes Z-39, Z-40, Z-41 & Z-42 costafuera, suscrito en noviembre 2000 con la empresa Yukos. A la fecha terminado. Este análisis se basó principalmente en la información provista por los pozos perforados por la Universidad de Oregón durante el Ocean Drilling Program, con conclusiones favorables para la parte marina de la cuenca (Yukos, 2003).
- TEA por el Área VII en el continente, suscrito en enero de 2001 con la empresa Hunt Perú Exploration Co. A la fecha terminado. Considerando que el Convenio se desarrolló solo en tierra, sin posibilidad de analizar la información de la porción marina de la cuenca, las conclusiones fueron bastante limitadas: 1. La única roca generadora reconocida en la Cuenca Pisco es Ambo del Carbonífero; 2. Solo se observó rocas reservorio de mediana a pobre calidad; 3. La madurez termal es muy baja. Se presume un bajo potencial exploratorio.
- TEA por los Lotes Z-21 & Z-22 costafuera, suscrito en enero de 2002 con la empresa Petro-Tech Peruana S.A. A la fecha terminado. La evaluación geológica, geoquímica y geofísica llegó a las siguientes conclusiones: 1. Existencia en los lotes Z-21 y Z-22 de un sistema petrolero activo dentro de la cuenca Pisco, con una roca generadora del Pérmico-Carbonífero, Fm.

Ambo, capaz de generar hidrocarburos. 2. Presencia en los afloramientos de excelentes rocas reservorio de la Fm Choros del Terciario, con porosidades y permeabilidad, de acuerdo a los análisis de laboratorio, del 34% y 533 milidarcies respectivamente. 3. La presencia de areniscas, con un fuerte olor a petróleo en la formación Choros, sugiriendo la generación de hidrocarburos a partir del Grupo Ambo del Paleozoico Pérmico-Carbonífero. 4. Las calizas oscuras de la formación Pariatambo del Cretácico a pesar de su fuerte olor a petróleo, después del análisis resultó no ser una roca generadora, al menos en los Cerros Portachuelo, sin embargo, podría ser una roca reservorio secundaria en otras partes de la cuenca en condiciones de roca fracturada. 5. La presencia en afloramientos y sobreyaciendo a las rocas reservorios de la Fm Choros, de posibles rocas sello de la formación Pisco del Mioceno superior, identificadas con geología de campo e interpretación sísmica, así como en las perforaciones realizadas por el Programa de Perforación Oceanográfico de la Universidad de Texas de 1986 (Petrotech Peruana S.A., 2009).

- Contrato de E&P por el Lote Z-33, suscrito en setiembre de 2004, con la empresa Petro-Tech Peruana S.A., posteriormente adquirido por SAVIA Perú, vigente a la fecha (Figura 10). Petro-Tech Peruana S.A. adquirió, procesó e interpretó 1429 Km² de sísmica 3D divididos en 2 áreas y 230.675 Km. adicionales de sísmica 2D, esto con el objetivo de mejorar la interpretación sísmico - geológica del área sur este del Lote e identificar prospectos exploratorios adicionales. Después de evaluar el lote, Petrotech llegó a las siguientes conclusiones: 1. Existe al menos un Sistema de Petróleo activo en la Cuenca Pisco relacionado a la roca madre carbonífera: Grupo Ambo, y como principal reservorio la Fm. Choros del Eoceno Medio. Las muestras de afloramiento de la Fm Choros tienen hasta 34% de porosidad y hasta 533 milidarcys de permeabilidad. 2. Algunas areniscas de la Fm Choros tienen fuerte olor a petróleo y se han hecho extracciones de gas, cuya distribución cromatográfica evidencia una génesis térmica, lo cual confirma la existencia de un sistema de petróleo activo. 3. Se considera como reservorios potenciales secundarios a las Formaciones Caballas y Chilcatay del Terciario y a algunas secuencias naturalmente fracturadas del Cretáceo y Paleozoico. 4. La Formación Yumaque del Eoceno Superior-Oligoceno Inferior, es considerada el sello regional de la cuenca. 5. Existen varios tipos de trampa: bloques fallados relacionados a tectónica extensional, inversión tectónica y tectónica transtensional; cierres estructurales de bajo relieve; y trampas estratigráficas tipo cuñas y truncamientos. 6. Se han identificado dos prospectos exploratorios (San Felipe y San Salvador) a ser perforados en siguientes periodos del contrato de licencia, pero se considera que San Felipe tiene mayor prospectividad (Petrotech Peruana S.A., 2009). En la Figura 12, SAVIA ilustra la estratigrafía general de la cuenca Pisco, la que se puede generalizar para las cuencas situadas al sur de la cuenca Lima.

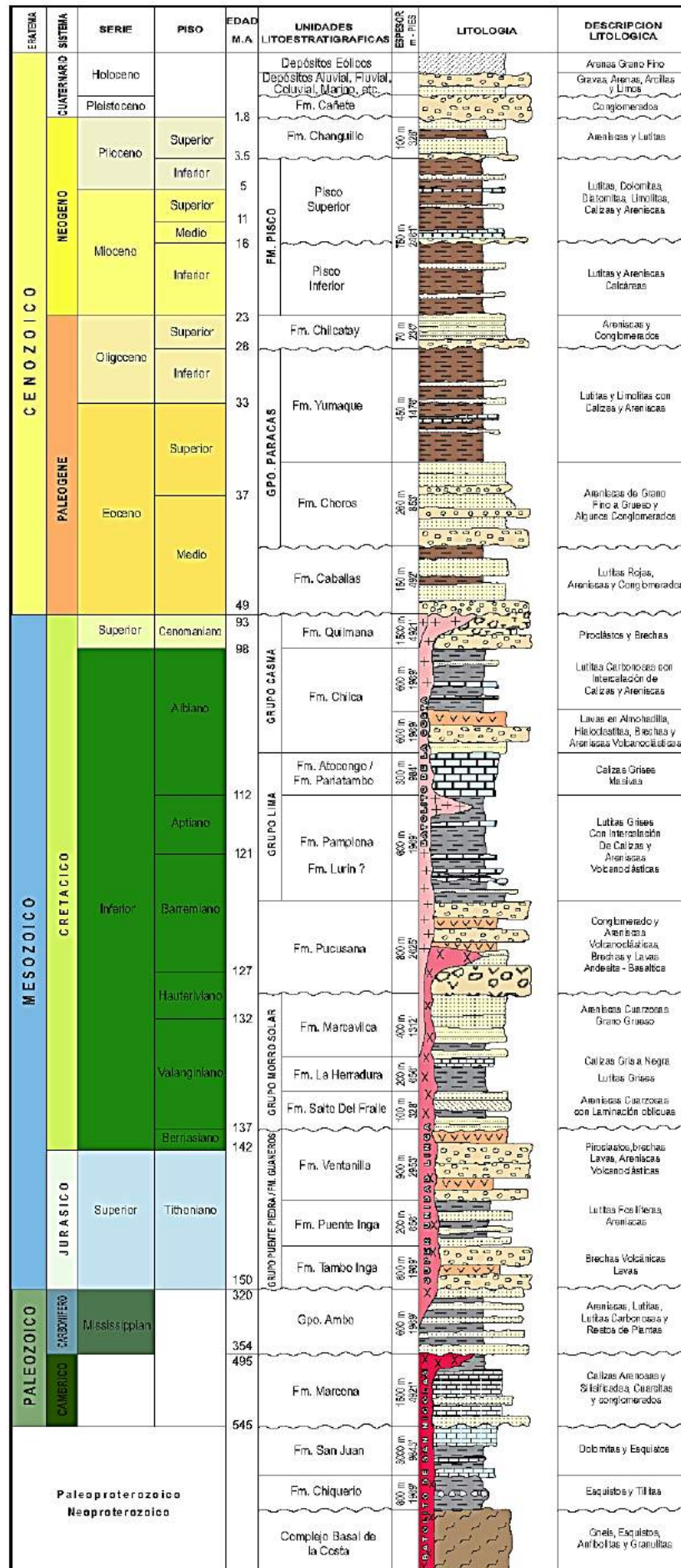


Figura 12. Columna estratigráfica generalizada Cuenca Pisco, Lote Z-33, PetroTech Peruana (2009).

2.7. Cuencas Lima y Mollendo

Las cuencas Lima y Mollendo hasta la fecha no han sido objeto de Convenios de Evaluación Técnica (TEAs), ni Contratos de E&P efectuados por empresas petroleras interesadas. Sin embargo, están comprendidas en los levantamientos sísmicos 2D regionales a lo largo de la costa peruana, efectuados por Seiscom Delta Exploration en 1973, la Compagnie Generale de Geophysique, CGG, en 1982, y Digicon en 1993.

La cuenca Lima también está cubierta por los levantamientos especulativos de sísmica regional 2D de alta resolución y 12 seg de TWT, realizados por la empresa GX Technology entre diciembre 2014 - febrero 2015 entre el Puerto de San Juan en Ica y el Puerto de Chicama en la Libertad, mediante un Convenio Especulativo.

Así mismo, la cuenca Lima, fue incluida en el Programa de Perforación Oceánica realizado en las cuencas costeras de Perú (Ocean Drilling Program, Texas A&M University, 1986), y parcialmente en los trabajos de investigación geológica regional "Sequence Stratigraphy Analysis of the Peruvian Offshore Continental Shelf-Slope" de las cuencas costafuera del Perú realizado por Gaffney, Cline & Ass. en el 2005, con auspicio de la USTDA para PERUPETRO S.A.

Recientemente se han realizado varios trabajos de investigación académica y científica en la cuenca Camaná, la cual representa la porción continental marginal de la cuenca Mollendo costafuera (Aldo Alván, 2014), con importantes avances en el conocimiento de los componentes del potencial sistema petrolero de la cuenca.

3. Conclusiones Generales

- Actualmente la mayoría de las cuencas costafuera del Perú tienen muy buena información técnica, especialmente sísmica 2D y 3D, suficiente para las evaluaciones geológicas y geofísicas para la exploración por hidrocarburos.
- En la mayoría de las cuencas, existen indicaciones en el fondo y la superficie marina, de emanaciones líquidas y gaseosas de hidrocarburos, que denotan la existencia de sistemas petroleros activos en profundidad.
- Las cuencas costafuera se han explorado mediante pozos exploratorios, mayormente en las zonas más someras de la plataforma continental, hasta un límite de 120 metros de lámina de agua. Aún quedan amplias áreas por explorar con innumerables prospectos.
- La información sísmica ha evidenciado la presencia de grandes estructuras y profundos depocentros en las partes externas de la plataforma continental, con volúmenes de recursos potenciales de hidrocarburos suficientes para justificar su exploración.
- Se requiere mayor actividad y continuidad en la exploración de las cuencas costafuera del Perú, ya que el índice exploratorio es relativamente bajo, para promover el descubrimiento de nuevas reservas de hidrocarburos.
- La inestabilidad en el precio de los hidrocarburos, es el factor actual que limita el desarrollo de la exploración en las cuencas costafuera.

Agradecimientos

Se agradece a PERUPETRO S.A. por permitir el uso de los informes e ilustraciones de los Archivos Técnicos del Banco de Datos. De igual manera al Dr. Patrice Baby por sus invalorable sugerencias y apoyo, y Marco Rivadeneira por la revisión del artículo.

Referencias

- Alván, Aldo, 2014. Geodynamic significance of the Cenozoic deposits in the southern Peruvian forearc (16°25'S to 17°15'S): constraints by facies analysis and sediment provenance. Tesis Doctoral Georg-August Universität zu Göttingen.
- American International Petroleum Corporation Sucursal del Perú, AIP Co. 1993. Report on exploration results during First stage of exploration program, Block Z-1, Peru.
- Gaffney, Cline & Ass., 2005. Sequence Stratigraphy Analysis of the Peruvian Offshore Continental Shelf-Slope, con auspicio del USTDA para PERUPETRO S.A.
- Hunt Perú Exploration Co, 2002, TEA Area VII Pisco Onshore
- International Petroleum Company Limited, 1955, Report on Wildcat Well Pisco 4-X-1
- Moche Energy, 2014, Reporte de Interpretación Sísmica 3D correspondiente al 4to Período Exploratorio del Contrato de exploración y Producción del Lote Z-46, Sureste de la Cuenca Trujillo.
- Noriega Calmet, Fernando, 1962, Historia de la Industria del Petróleo en el Perú, Facultad de Petróleo, Universidad de Ingeniería, Lima, Perú.
- Perez Companc S.A. 2000. Informe Final del Primer Periodo Exploratorio, Lote Z-1, Cuenca Tumbes.
- Perez Companc S.A., 2002, Informe Final Convenio Evaluación Técnica Lote XVII, Cuenca Sechura.
- Petrotech Peruana S.A., 2009, Reporte Final Tercer Periodo Exploratorio Lote Z-33, Cuenca Pisco.
- Petrotech Peruana S.A., 2009, Z-21 Z-22 TEA Pisco Basin Final Report.
- Petrovietnam Exploration and Production Corporation, PVEP Peru Sucursal Peruana, 2009, Report of Hydrocarbon Potential Evaluation Block Z-47 Offshore Peru.
- Repsol Exploración, 1997, Hydrocarbon Potential Review Z-29 Block Trujillo Basin, Perú.
- Savia Perú S.A., 2011, Reporte Final Tercer Periodo Exploratorio Lote Z-35, Cuenca Salaverry
- Savia Perú S.A., 2010, Reporte Final Segundo Periodo Exploratorio Lote Z-36, Cuenca Salaverry
- Savia Perú S.A., Julio 2013 a, Reporte Final Tercer Periodo Exploratorio Lote Z-48, Cuenca Salaverry
- Savia Perú S.A., Julio 2013 b, Reporte Final Tercer Periodo Exploratorio Lote Z-49, Cuenca Salaverry
- Texas A&M University, 1986, Proceedings of the Ocean Drilling Program, Leg 112.
- Yukos, 2003, Potential Evaluation of Peruvian Petroleum Prospects within the Framework of the Technical Evaluation Agreement between "YUKOS" Blocks Z-39, Z-40, Z-41 & Z-42.