

Historia de la exploración de petróleo en la provincia de San Juan

Ricardo J. Calegari

Gerencia de Exploración YPF SA, Buenos Aires, Argentina

Fecha de recepción del manuscrito: 06/02/2020

Fecha de aceptación del manuscrito: 27/03/2020

Fecha de publicación: 15/04/2020

Resumen— El objetivo del presente trabajo es el de analizar las distintas etapas que ha tenido la exploración de hidrocarburos en la provincia de San Juan y así entender qué llevó a los exploradores de Yacimientos Petrolíferos Fiscales (YPF) a proponer el Niquivil Viejo-1, primer pozo exploratorio en el año 1947. Surgen así las figuras pioneras de Fossa Mancini, Tarragona, Braccacini, entre otros, que en base a esfuerzo y experiencia pudieron lograr ese hito. En el transcurso de casi ocho décadas, otras Compañías se sumaron a YPF, lográndose perforar un total de 21 pozos. La mayoría, tuvieron como objetivo investigar reservorios triásicos, siguiendo el modelo prospectivo de la Cuenca Cuyana. Sólo el pozo Pampa Vieja x-1, investigó un entrapamiento conformado por depósitos del Paleozoico medio-inferior en el ámbito de la Precordillera Central. Análisis geoquímicos realizados entre niveles generadores y manifestaciones de hidrocarburos, confirman la existencia de un sistema petrolero de edad paleozoica. Los afloramientos de rocas bituminosas de edad triásica con alto porcentaje de carbono orgánico total no cuentan con la madurez térmica necesaria para la generación y expulsión. Recientes estudios realizados por YPF han permitido proponer la existencia de una zona triangular de “piel fina” entre la Precordillera Central y Oriental, la cual podría constituir un nuevo desafío exploratorio para esta región de frontera.

Palabras clave— Exploración, YPF, Niquivil Viejo, Triásico, Gualcamayo.

Abstract— The objective of this work is to analyze the different stages that hydrocarbon exploration has had in the province of San Juan and thus understand what led the explorers of Yacimientos Petrolíferos Fiscales (YPF) to propose the Niquivil Viejo-1, the first well exploratory in the year 1947. The pioneering figures of Fossa Mancini, Tarragona, Braccacini, among others, emerge which, based on effort and experience, were able to achieve this milestone. Over the course of almost eight decades, other Companies joined YPF, managing to drill a total of 21 wells. The majority aimed to investigate Triassic reservoirs, following the prospective model of the Cuyana Basin. Only the Pampa Vieja well x-1 investigated a trap formed by medium-lower Paleozoic deposits in the Central Precordillera. Geochemical analyzes carried out between generating levels and hydrocarbon manifestations confirm the existence of an oil system of Paleozoic age. The outcrops of bituminous rocks of Triassic age with a high percentage of total organic carbon do not have the thermal maturity necessary for generation and expulsion. Recent studies carried out by YPF have allowed us to propose the existence of a triangular zone of “thin skin” between the Central and Eastern Precordillera, which could constitute a new exploratory challenge for this frontier region.

Keywords— Exploration, YPF, Niquivil Viejo, Triassic, Gualcamayo.

INTRODUCCIÓN

La exploración de hidrocarburos en el país cuenta con una rica historia alimentada de decisiones y acciones que muchas veces debieron superar tanto barreras mentales como físicas. Esta contribución tiene como objetivo difundir los esfuerzos exploratorios realizados en la provincia de San Juan con el fin de descubrir un yacimiento de hidrocarburos, poniendo énfasis en los trabajos pioneros llevados adelante por YPF y que permitieron la perforación de los primeros pozos en la década del 40.

La provincia de San Juan es poseedora de una rica y compleja geología, la cual ha sido y es visitada en nuestros días por numerosos investigadores de las más diversas ramas de las ciencias naturales.

Los primeros trabajos con rigor científico se remontan hacia finales del siglo XIX. Los aportes hechos entre diversos investigadores fueron las bases del conocimiento geológico de la región. Entre los especialistas se destacaron Alfred Stelzner (1840-1895) con su trabajo “Beiträge zur Geologie und Paleontologie der Argentinischen Republik” publicado en el año 1885 en el cual incluyó el primer mapa geológico del centro y norte del país, (Toselli y Rossi, 2008); Ludwig (Luis) Brackebusch (1849-1906) continuador de la labor de Stelzner, publicó en 1891 el mapa geológico del interior de la Argentina, (Tomasini y

Dirección de contacto:

Ricardo Juan Calegari, Talero 360, 8300 Neuquén, Argentina.

Tel: +54 299 437200 interno 42976.

ricardo.j.calegari@ypf.com

Alonso, 2013); y Wilhelm (Guillermo) Bodenbender (1857-1941) con su contribución a la geología de la Argentina del año 1896 “Beobachtungen über Devon und Gondwana schichten in der Argentinischen Republik”(Miller, 2005).

En el año 1910, el Dr. Richard (Ricardo) Stappenbeck (1880-1963), publicó la obra relacionada con la geología de la Precordillera de San Juan y Mendoza basada en sus observaciones de campo y en las de sus predecesores (Stappenbeck, 1910) (Tineo, 2007).

Por ese entonces, la Dirección de Minería y Geología del Ministerio de Obras Públicas era la encargada de realizar el relevamiento de los recursos del subsuelo argentino y fue dirigida desde 1904 por el Ingeniero E. Hermitte, quien condujo al descubrimiento de petróleo en Comodoro Rivadavia en el año 1907 (Ramos, 2011). Una década después, el grupo dirigido por el Dr. J. Keidel (1877-1954) y el Ing. E. Cánepa (1892-1989) perforaron el pozo n°1 en cercanías de la actual localidad de Plaza Huincul, incorporando a la Cuenca Neuquina al historial de producción de petróleo. (Turic y Ferraris, 1999).

La actividad petrolera se fue incrementando año tras año, al igual que la presión ejercida por las compañías extranjeras sobre el incipiente mercado petrolero local. Este contexto, llevó al presidente radical Hipólito Yrigoyen (1916-1922) (www.casarsada.gov.ar) hacia finales de su mandato, a tomar la decisión de definir políticas para el desarrollo de la industria hidrocarburífera. Es así que el día 3 de junio de 1922, crea por decreto la Dirección General de Yacimientos Petrolíferos Fiscales (YPF), pero será su sucesor, Marcelo T de Alvear, también radical, (1922-1928) (www.casarsada.gov.ar) quién se encargará de su organización, nombrando el 17 de octubre de 1922, al Ingeniero General Enrique Mosconi (1922-1930) (www.todo-argentina.net) como primer director. Mosconi despliega su visión nacionalista en materia petrolera y da forma a la primera compañía estatal integrada del mundo, exceptuando la URSS, modelo que se replicó en varios países (Mosconi, 1936) (Risuleo, 2012).

Para poner en práctica los planes de expansión de YPF, Mosconi crea la División Geología y nombra para que la organice, al geólogo italiano Guido Bonarelli (1871-1951), conocedor en ese entonces de las principales regiones productivas del país. Éste experimentado geólogo, recurrió a la contratación de profesionales extranjeros como Feruglio, Vinda, Fossa Mancini, Tarragona, Ramaccioni, Conci, Cassanova entre otros, para conformar los cuerpos técnicos y fueron quienes le dieron un impulso a la exploración y desarrollo de los hidrocarburos en diversas zonas del país (Hechem, 2016).

En 1931, el Ing. E. Cánepa, basado en los estudios geológicos del Dr. R. Stappenbeck, recomendó al director de YPF la compra de los cateos de Cacheuta, perforándose el primer pozo descubridor en 1932 (Cánepa, 1931).

Este importante hallazgo llevó a la División Geología de YPF, en esos años a cargo del Dr. Enrique Fossa Mancini (1884-1950) a destinar recursos e iniciar la exploración sistemática de hidrocarburos en la provincia de San Juan, la cual era gobernada por el Sr. Federico Cantoni del partido UCRB (1932-1934) (www.sanjuanalmondo.com) y el

general Agustín P. Justo (1932-1938) a nivel nacional (www.casarsada.gov.ar).

Fue así como, a lo largo de más de 80 años, YPF junto a otras compañías petroleras continuaron realizando prospecciones geofísicas y perforando pozos exploratorios con el objetivo de encontrar un sistema petrolífero activo que permitiera la incorporación de nuevas reservas hidrocarburíferas, hecho que, hasta la fecha, no ha ocurrido. El esfuerzo exploratorio realizado por todas las empresas que operaron áreas en la provincia se refleja en el mapa de la Fig. 1 (Geomática YPF), en donde se puede apreciar la ubicación de los 21 pozos perforados y la planimetría de los casi 7.000 km de líneas sísmicas 2D registradas. Para ilustrar el contexto político en el que se desarrolló la exploración en la provincia, he introducido los nombres de los presidentes y gobernadores que tuvieron a su cargo la gestión de gobierno a lo largo de esos años.

LA EXPLORACIÓN DE HIDROCARBUROS, DÉCADAS 1930-1940

En el transcurso del año 1932, la División Geología de YPF designó al Dr. Danilo Ramaccioni para recorrer el territorio provincial con el objetivo de visitar los numerosos afloramientos de esquistos bituminosos asignados al “Rético” o Triásico Superior, algunos, ya conocidos desde el siglo XVIII, como los de Rincón Blanco (dpto. Barreal, hoy dpto. Calingasta), Santa Clara (dpto. Sarmiento), La Deheza (dpto. Ullun) y Los Colorados del Zonda (dpto. Zonda), tomando datos de índole estructural, estratigráfica y paleontológica (Fossa Mancini, 1942). El objetivo fue el de comparar las características de estas rocas con las de la cuenca Cuyana asignadas también al “Rético” e ir localizando alguna estructura para futuras perforaciones.

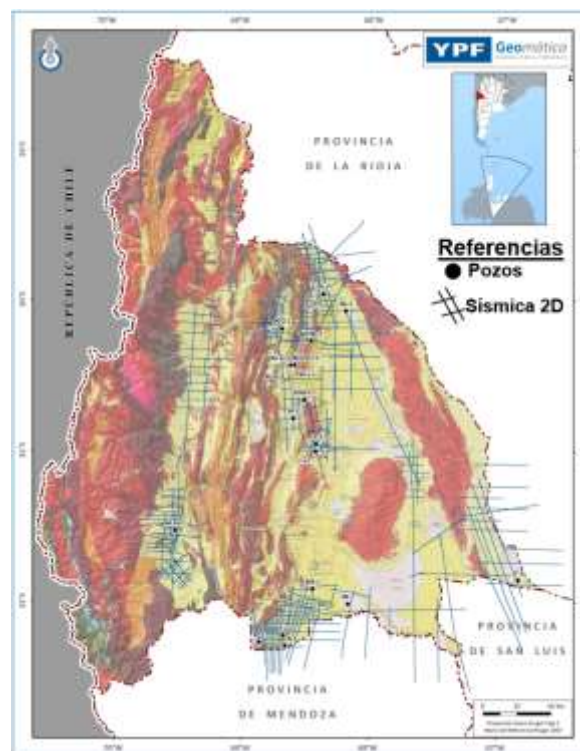


Fig. 1: Mapa geológico de la provincia de San Juan con la ubicación del total de los pozos perforados y la planimetría de la sísmica 2D registrada. (Confeccionado por el sector Geomática de YPF SA).

De esos primeros trabajos, Ramaccioni sólo encontró como interesante para la prospección de petróleo, una estructura anticlinal ubicada al sur de la localidad de Huaco, asociada a un manantial de agua sulfhídrica. En base al trabajo realizado, el entonces Directorio de YPF decide suspender los estudios en la provincia, priorizando los trabajos en zonas con mayor potencial.

En noviembre de 1934, a pedido de la Honorable Legislatura provincial, el entonces Gobernador Juan Maurín (1934-1938) del Partido Demócrata Nacional (www.sanjuanalmundo.com), solicitó a la Dirección General de YPF formalizar un convenio para la Exploración y Explotación de Hidrocarburos. El mismo es firmado el 10 de enero de 1935 por un periodo de cinco años, prorrogables por un periodo igual (Braccini, 1946). En esos momentos, el país era presidido por el Sr. Agustín Justo (1932-1938) (www.casarsada.gob.ar).

Fossa Mancini junto al Ing. en Minas José Tarragona, fueron los responsables de impulsar y concretar estudios de detalle en gran parte de la provincia, pero a pesar del esfuerzo técnico y humano realizado, estos primeros trabajos no brindaron tampoco grandes expectativas.

Es de destacar la importante innovación que Tarragona incorporó a sus trabajos de campo realizados entre los años 1935 y 1937 confeccionando pares de fotografías estereoscópicas montadas sobre cartón que permitían obtener una sensación de relieve, muy útil en los trabajos de gabinete para la comprensión de los afloramientos (Tarragona, 1936) (ver Fig.2). Para el año 1938, la Comisión Geológica asignada había recorrido y analizado gran parte del territorio y en base a esos estudios Fossa Mancini estimó que sólo dos zonas podrían tener cierto interés petrolífero: la ubicada al este y sur de Huaco y la parte de la llanura sanjuanina que es continuación de las nororientales mendocinas (Braccini y García, 1946). Si bien las perspectivas exploratorias no eran muy promisorias, YPF decidió solicitar la prórroga por otros cinco años, según el convenio vigente, y que recién sería firmada en octubre del año 1939 por el entonces interventor federal, Sr. Evaristo Virasoro (1939-1941) (www.sanjuanalmundo.com).



Fig. 2: Par de fotografías estereoscópicas, tomado del informe n° 2034 del Ing. Tarragona de abril de 1936. (Extraídas del informe n° 2034 de YPF).

Los relevamientos de campo continuaron ejecutándose por medio de la Comisión Geológica asignada, cuyo campamento base se encontraba en la localidad de Cañada Honda en el departamento Sarmiento. Restablecido el

gobierno democrático en 1942, el entonces gobernador Pedro Valenzuela (1942-1943) del Partido Demócrata (www.sanjuanalmundo.com), decidió anular la extensión del convenio por considerar que YPF no hacía grandes inversiones para explorar, en comparación con Mendoza, su vecina provincia.

En el transcurso del mismo año, el Dr. Fossa Mancini elevó al entonces Jefe de Distrito de Mendoza Eduardo Trümpy, un pormenorizado informe confeccionado en base a las campañas geológicas y a toda la bibliografía consultada, donde describió la potencialidad exploratoria de 16 de los 21 departamentos en los que estaba dividida la provincia en ese entonces. En el mismo, sugirió la realización de estudios geofísicos y la continuidad de los levantamientos geológicos ya que por el estado del conocimiento de la época le resultaba difícil ser determinante con las posibilidades exploratorias y reafirmó que podría seguir habiendo alguna oportunidad en los departamentos Jáchal en el sector norte y Sarmiento en el sector sur (Fossa Mancini, 1942).

Analizando e interpretando el mencionado informe he tratado de volcar esas consideraciones en un mapa de tipo semafórico conocido como mapa resumen o Play Map (ver Fig. 3) (Fossa Mancini, 1942; Riccardi, 2016) con tres grandes agrupaciones en base al potencial visualizado por Fossa Mancini: Sin Potencial, fuertes evidencias geológicas (estructurales y estratigráficas) que desechan la posibilidad de que exista en el subsuelo una acumulación de hidrocarburos. Potencial con Dudas: principalmente se trata de los departamentos que cuentan con los afloramientos de los esquistos bituminosos, los que alientan alguna perspectiva de explotación o bien, áreas cubiertas por sedimentos modernos en las cuales la observación del geólogo no es suficiente si no es ayudado con la aplicación de métodos geofísicos. Por último, Con Cierta Potencial: El departamento Jáchal sobre todo el sector oriental en el que se prevé el desarrollo de estructuras favorables para el entrapamiento y litologías que se presumen asociadas a acumulaciones de petróleo. El departamento Sarmiento por contener los extensos afloramientos de esquistos bituminosos de Santa Clara y referencias antiguas de la existencia de areniscas impregnadas de petróleo, pero que en esas campañas no pudieron comprobarse, también por analogía con los yacimientos de Cacheuta y Lunlunta, asumiendo el desarrollo de cubetas independientes en la provincia de San Juan (Fossa Mancini, 1942).

En el año 1943, el Dr Osvaldo Braccini (1913-1979) se hizo cargo del Servicio Geológico de YPF, reemplazando al Dr. E. Fossa Mancini. En coincidencia con la visión de su antecesor sobre el potencial exploratorio, prosiguió con los trabajos de campo. En septiembre de ese mismo año, presentó un informe en el que una vez más remarcaba que si bien las perspectivas petrolíferas en la provincia de San Juan eran pobres, se debía proseguir con los estudios en la zona sureste que limita con Mendoza y otra, al norte de las Sierra Pie de Palo (Braccini, 1943).

En el transcurso de ese mismo año, YPF solicitó al gobierno provincial una nueva reserva para poder explorar. Las turbulencias políticas tanto a nivel provincial como nacional, sumado al terrible terremoto del 15 de enero de 1944 que afectó principalmente a la capital, retrasaron la

gestión y el acuerdo recién fue firmado en abril de 1945 por el entonces interventor federal de facto Sr. Emilio Cipolletti (1944-1946) (www.sanjuanalmundo.com). El nuevo convenio abarcó todo el territorio provincial por un periodo de 10 años.

Mientras los trámites de la firma del convenio avanzaban, los levantamientos de campo prosiguieron. En la campaña del invierno de 1944, Braccini observó y describió impregnaciones de petróleo oxidado en bancos de areniscas de edad terciaria, aflorantes en el flanco occidental del anticlinal de Niquivil, el cual forma parte de la Sierra de Moquina.

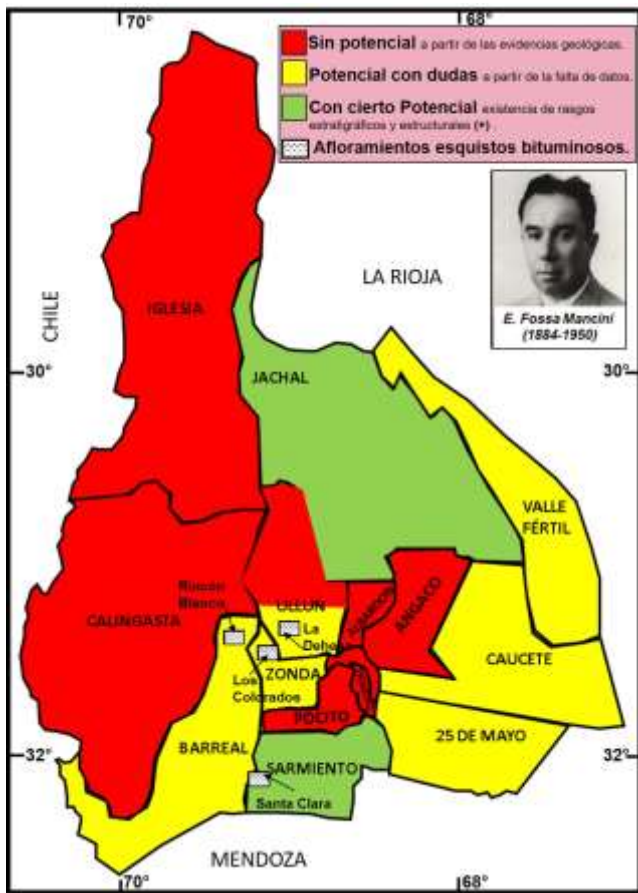


Fig. 3: Mapa semafórico (Play Map) confeccionado por el autor, en base a la interpretación realizada del informe de Fossa Mancini de 1942. (El mapa con la división política del año 1936 fue tomado del informe n° 0889 de YPF y modificado por el autor. La fotografía fue extraída de la publicación de Riccardi, 2016).

En diciembre del mismo año, Ramaccioni presentó el informe sobre la extensión de la cuenca Rética y sus posibilidades petroleras (Ramaccioni, 1944), lo que, junto al hallazgo de los rastros, hizo cambiar la percepción del potencial exploratorio en la provincia, dado que se trataba de la evidencia de la existencia de un sistema petrolero. A mediados de junio de 1946, los doctores Braccini y García presentaron un completo informe con mapas y cortes geológicos en donde volcaron todo el conocimiento adquirido con las diferentes campañas de campo realizadas (Braccini y García, 1946, Informe n°5768) y marcaron a unos 11 km al naciente de la estación Niquivil del ferrocarril San Juan-Jáchal, la posición del primer sondeo denominado Niquivil Viejo-1 (Fig. 4) (Braccini y García, 1946).

La ubicación de este primer sondeo, cercana a los afloramientos con impregnaciones, no sólo debió contemplar los requerimientos geológicos, sino también, los logísticos dado que la zona contaba en ese entonces con la traza del ferrocarril como principal vía de comunicación y la actual ruta 40 era sólo un poco más que una huella.

El 31 de julio del mismo año fue elevada para su aprobación la propuesta del pozo con una profundidad final requerida de 3.000 metros y un presupuesto de 930.000 \$m/n. Casi un año después, se comenzó con el traslado del equipo Rotary D.G.2 desde la locación del pozo Ombucta-1, ubicado al sur de la provincia de Buenos Aires, movilizándolo todo el equipamiento a lo largo de más de 1.500 km de vías férreas, las cuales en ese momento se encontraban a las puertas de la nacionalización (López et al, 2016).

La perforación se inició el día 9 de agosto de 1947. Este hecho transcurrió durante el gobierno de Ruperto Godoy (1947-1950) (www.sanjuanalmundo.com), un laborista que adhirió al gobierno de Juan D. Perón (1945-1955) (www.casarsada.gob.ar).

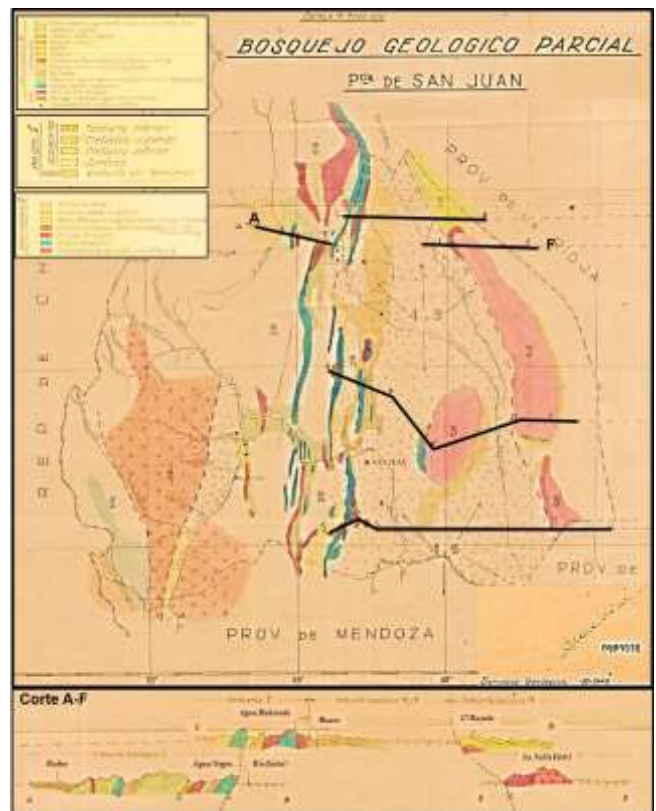


Fig. 4: Mapa y corte geológico resultado de las numerosas campañas de campo realizadas por Braccini y colaboradores. (Tomado y modificado de Braccini y García, Informe n° 5768 con láminas generadas por el Servicio Geológico de YPF de junio, 1946).

Braccini en la propuesta técnica hizo referencia a que las condiciones estructurales no podían preverse totalmente en base a los datos existentes, describiendo la marcada asimetría del anticlinal, cuyo flanco occidental que presentaba las mayores inclinaciones podía evolucionar en profundidad de distintas maneras. Se sumó también la incertidumbre de precisar los pases formacionales y el hecho de que quizás fuera necesaria la perforación de más sondeos para dilucidar la complejidad estructural. (Fig.5). (Braccini, 1947) (Ramos, 1979) (Pérez, 2017).

El sondeo atravesó sólo secuencias asignadas al Terciario Inferior las cuales mostraron impregnaciones de petróleo y bajos buzamientos hasta una profundidad cercana a los 300 metros bajo boca de pozo (mbbp). Aproximadamente en 514 mbbp fue atravesada una falla inversa, a partir de la cual los buzamientos de las capas se incrementaron hasta casi los 90 grados y las manifestaciones desaparecieron. Al no encontrarse ninguna otra discontinuidad importante en la profundidad de 2.092 mbbp se decidió cortar la perforación.

En base a las manifestaciones de hidrocarburos observadas, se realizaron ensayos de terminación en el tramo comprendido entre los 280 y 195 mbbp, de los cuales hubo niveles sin entrada y otros con aportes de pequeños caudales de agua salada. Es importante destacar que del testigo corona extraído de la profundidad de 175 mbbp se realizaron ensayos de laboratorio a partir de los extractos recuperados con solvente que permitieron determinar que las impregnaciones estaban constituidas por hidrocarburos.

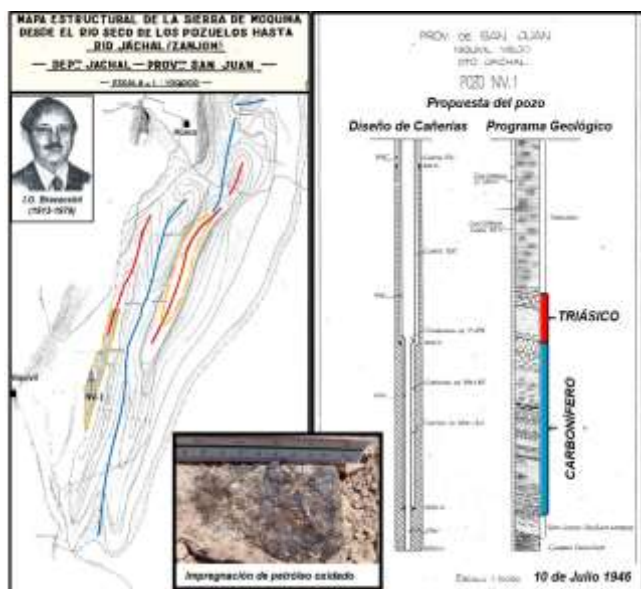


Fig. 5: Compendio de la propuesta de perforación del primer pozo Niquivil Viejo -1. (Tomado y modificado de la propuesta de pozo, Braccacini, 1947. Fotografías: muestra de areniscas terciarias tomada en las inmediaciones de la locación, Pérez, 2017; Dr. Braccacini, tomada de Ramos, 1979).

Los datos aportados y la complejidad estructural visualizada llevaron a Braccacini a proponer la perforación de 2 sondeos someros de carácter estructural ubicados al oeste del NV-1, los cuales fueron perforados con un equipo portátil marca Failing 2500 cedido por la Dirección de Combustibles Sólidos y Minerales, y a un costo de 35.000 \$m/n cada uno. Los pozos Niquivil Viejo 2 y 3 fueron perforados entre el día 14/02/1948 y el 20/05/1948 llegando a la profundidad de 500 mbbp y 650 mbbp respectivamente. Los mismos sólo atravesaron depósitos asignados al Terciario Superior sin manifestaciones de petróleo y con altos buzamientos. Ante la imposibilidad de despejar la complejidad estructural, se decidió perforar el pozo Niquivil Viejo-4, ubicado a sólo 600 m al oeste del NV-1 y con una profundidad final de 1.603 mbbp. Para este último sondeo fue necesario movilizar el equipo Rotary Wilson R.19 recientemente adquirido, realizando la perforación entre el día 10/08/1948 y el 28/10/1948 con un costo de

357.000 \$m/n. El mismo comenzó perforando sedimentos del Terciario Inferior con rastros de petróleo y en la profundidad de 350 mbbp constató la presencia de una falla, a partir de la cual se incrementó el ángulo de buzamiento de las capas correspondientes a niveles del Terciario Medio. (Legajos pozos NV-1, 2, 3 y 4)

El Dr. Carlos Rousseau, en base a la descripción de los terrenos perforados realizó una correlación estratigráfica y una interpretación estructural a partir de los buzamientos medidos en los testigos coronas extraídos en los cuatro sondeos, elevando a la superioridad un informe el 20 de noviembre de 1948 acompañado con el corte que se visualiza en la Fig. 6 (Rousseau,1948).

A pesar del esfuerzo técnico-económico los resultados obtenidos llevaron a desactivar el proyecto Niquivil Viejo y toda la actividad exploratoria en la provincia por varios años.

Es importante remarcar que los cambios en la política nacional llevaron a tener estrategias disímiles y hasta contrapuestas que llevaron a tener una falta de continuidad en la actividad petrolera (Gadano, 2006) (Riccardi, 2016).

Décadas 1960-1980

En este periodo se concentró la mayor actividad petrolera en la provincia, teniendo en cuenta que durante el gobierno militar de Onganía (1966-1970) (www.casarosada.gov.ar) se promulgó la ley 17.319 que eliminó el monopolio estatal y que regirá largamente la política hidrocarburífera del país (Riccardi, 2016).

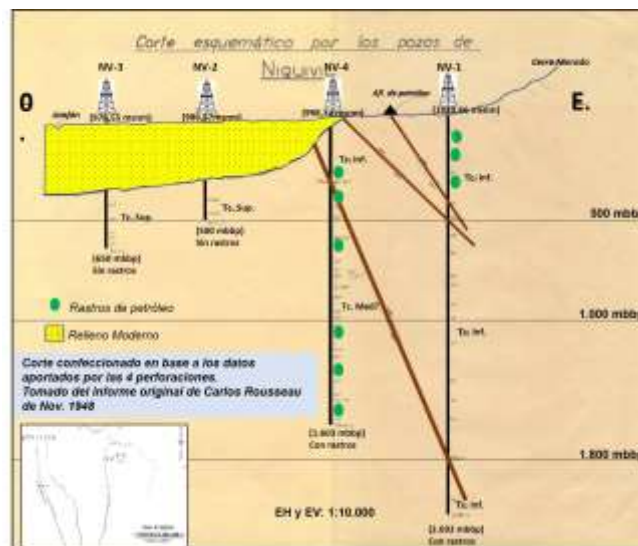


Fig. 6: Corte esquemático resumiendo la información aportada por los cuatro sondeos de Niquivil Viejo confeccionado por el Dr. C. Rousseau en noviembre de 1948. (Modificado por el autor en 2019 del informe de Rousseau, 1948).

A comienzos de los años sesenta, la provincia era gobernada por el Sr. Américo García (1957-1962) de la Unión Cívica Radical Intransigente (www.sanjuanalmundo.com). En este contexto, YPF retomó la iniciativa exploratoria en la misma registrando sísmica 2D y perforando cuatro sondeos de estudio los cuales fueron propuestos por el Dr. E. Roller (1922-2007) y el Ing. B. Buttini: Ramblón 1 (3.076 mbbp) y 2 (976 mbbp), Media Agua 1 (3.006 mbbp) y Punta del Agua 1 (3.068

mbbp), todos ubicados en el dpto. Sarmiento, al sur de la provincia muy cercanos al límite con Mendoza. Todos tuvieron como objetivo principal los depósitos del Triásico. Ninguno pudo confirmar el modelo geológico-estructural propuesto, lo que sumado a la ausencia de manifestaciones de hidrocarburos derivó en el abandono de los mismos (Rolleri y Buttini, 1961) (Legajo de los pozos R 1 y 2, MA-1 y PA-1).

En la década del setenta, durante el gobierno de facto de los generales Levingston (1970-1971) y Lanusse (1971-1973) (www.casarosada.gob.ar), las compañías Cities Service (CS) y Shell obtuvieron permisos de exploración donde registraron sísmica 2D y perforaron 4 pozos exploratorios en el ámbito del Bolsón del Bermejo, al noreste de la provincia. Durante este último gobierno de facto, fue designado gobernador el geólogo Carlos E. Gómez Centurión (1971-1973) quien fuera reelegido por el voto popular en el período 1987-1991 (www.sanjuanalmundo.com).

En 1971 fue perforado el Bermejo x-1 por la Cía. CS, sobre una estructura anticlinal ubicada muy cerca del límite con La Rioja. El mismo buscaba en el subsuelo la continuidad de los depósitos triásicos aflorados en la Quebrada de Ischichuca (prov. de La Rioja). En su momento fue considerado como el pozo de mayor profundidad alcanzada en el país: 5.249 mbbp, pero sólo atravesó sedimentos de edad terciaria. Este sondeo, tuvo una gran repercusión a nivel nacional cuando la Cía. Oil M&S, operadora del permiso de exploración del bloque Jáchal, informó al gobierno provincial, presidido en ese momento por el Sr. José L. Gioja (2003-2015) (www.sanjuanalmundo.org), la extracción de unos 60 litros de petróleo de “alta calidad”. El fluido, habría sido recuperado a partir de una operación de intervención a niveles de areniscas de edad terciaria en la profundidad de 1.500 mbbp. Este hecho fue reflejado en la prensa nacional el 26 de diciembre de 2007 (Ambito.com, 2007). A pesar del anuncio, Oil M&S no realizó ninguna otra tarea sobre esa gran estructura restituyendo el área a la provincia, lo que echa un manto de duda sobre el origen del “petróleo” encontrado. Una posible interpretación del hecho podría relacionarse a la necesidad del gobierno nacional de hacer un anuncio de descubrimiento en una zona de frontera exploratoria, parecido, aunque de muy diferente volumetría, al realizado un mes antes por el gobierno del ex presidente de Brasil, Luiz Inacio Lula da Silva (2003-2011) en el que mencionaba el descubrimiento de una de las reservas petrolíferas más importantes del Brasil, ubicadas por debajo de mantos salinos (Arias, 2007).

En 1973, CS, perforó el sondeo Las Salinas x-1 sobre una estructura anticlinal desventrada para niveles del terciario buscando secuencias de edad triásica, ubicado a unos 15 km al sureste de la localidad de Huaco llegó hasta la profundidad de 3.621 mbbp. Mayormente atravesó secuencias de edad terciaria apoyadas sobre calizas ordovícicas y sin manifestaciones de hidrocarburos, por lo cual fue abandonado por razones técnicas (Chebli, 2006).

Ese mismo año, aprovechando la logística, la Cía. Shell perforó pozos exploratorios, el Niquivil Este x-1, perforado en el núcleo de la Sierra de Moquina, mejorando la posición estructural del proyecto Niquivil Viejo, pero sólo atravesó depósitos terciarios con escasos rastros, llegando a la

profundidad de 3.500 mbbp documentando niveles de caliza. El segundo pozo, Sierra del Morado x-1, fue perforado en el plunge norte del anticlinal de la sierra homónima, el cual con una profundidad de 1.232 mbbp constató niveles de edad paleozoica sobre el que se apoyan los depósitos terciarios sin mayores manifestaciones (Chebli, 2006).

YPF terminará la primera mitad de esa década con la perforación en 1974 del sondeo Pozuelos es-1 que debió abandonar por problemas técnicos en la profundidad de 2.815 mbbp. Para completar la evaluación del proyecto desplazó el equipo unos 50 metros y perforó en 1975 el Pozuelo es-1 (I) llegando a la profundidad de 5.132 mbbp, atravesando sólo una espesa columna de sedimentos terciarios, (Legajo de pozo P.es-1(I)). Estas operaciones transcurrieron durante el gobierno del Sr. Eloy Camus (1973-1976) del partido Justicialista (www.sanjuanalmundo.com).

A comienzos de los años ochenta, durante el gobierno de la última dictadura militar (1976-1983) (www.casarosada.gob.ar), la provincia fue gobernada por seis diferentes interventores federales, algunos de los cuales tuvieron mandatos muy cortos (www.sanjuanalmundo.com).

En ese contexto YPF iluminó con cientos de kilómetros de sísmica 2D el valle de Calingasta-Iglesias, información que ayudó a definir el espesor sedimentario y geometría de la cuenca intermontana.

En 1981, perforó en el ámbito de la Sierra de Mogna el sondeo Matagusanos es-1, el cual luego de atravesar unos 5.930 m de sedimentos terciarios y escasos triásicos, sin ningún tipo de manifestaciones de hidrocarburos, constató las calizas de Formación San Juan, finalizando el sondeo en 5.996 mbbp. (Legajo pozo M.es-1)

Para la mayoría de estos proyectos fueron muy valiosas las contribuciones de los doctores Ernesto García en los años cincuenta y de José Kelly en la década del 60, quienes identificaron con mucha menor información del subsuelo estas oportunidades exploratorias en el ámbito de la Sierra de Moquina o Mogna (García, 1951) (Kelly, 1961).

Con la llegada de la democracia, en el transcurso del gobierno radical presidido por Raúl R. Alfonsín (1984-1989) (www.casarosada.gob.ar) y por el bloquista Leopoldo Bravo (1983-1985, en la provincia, (www.sanjuanalmundo.org), YPF comenzó a perforar hacia finales de 1984 el pozo Sierras de Las Peñas es-1, ubicado en el límite sur de la provincia. El principal objetivo fue el de investigar la existencia de depósitos Triásicos en el bloque deprimido del frente más oriental del sistema orográfico Sierra de las Peñas-Higuerita (Pombo, 1983). Con una profundidad de 4.378 mbbp, el sondeo fue abandonado ya que no se encontró la columna triásica esperada y no presentó manifestación alguna de hidrocarburos (Legajo pozo SP.es-1).

Décadas 1990-2010

Durante el mandato presidencial de Carlos Menem del Partido Justicialista (1989-1999) (www.casarosada.gob.ar), se sucedieron importantes cambios en la política petrolera del país, sobre todo el referido con YPF. El primer paso dado en 1992 fue el cambio de tipo societario, de

Yacimientos Petrolíferos Fiscales (Sociedad del Estado) a una Sociedad Anónima (YPF SA), culminando en 1999 con la privatización total producida por la venta de un importante paquete accionario al grupo español REPSOL. Desde ese momento se constituye la empresa REPSOLYPF, aunque en Argentina seguirá siendo para todas las operaciones, YPF SA (Barrera, 2012). En este contexto de apertura y desestatización del petróleo, se sacaron del control de YPF numerosos yacimientos “catalogados” como secundarios o marginales y se lanzó el Plan Argentina de exploración y desarrollo por medio del cual fueron concesionadas en todo el país unas 140 áreas para la exploración y eventual desarrollo.

En este periodo los gobiernos provinciales fueron presididos por Jorge Escobar (1991-1992 y 1994-1999) y Juan Rojas (1992-1994) ambos del partido Justicialista (www.sanjuanalmundo.org). Como resultado del Plan, se adjudicaron a la Cía. Texaco las áreas denominadas Tamberías, Tamberías Sur y Marayes, quien luego de registrar sismica decidió revertir las dos primeras. Por otra parte, la Cía. Eurocan fue la operadora del bloque Pampa de las Salinas, colindante al bloque Marayes, y la Cía. Cordex operó el bloque Mogna. Entre las tres compañías, perforaron un total de 3 pozos; Las Toscas x-1 (UTE Eurocan-Texaco) en el año 1994, fue ubicado en el sureste de la provincia, muy cercano al límite con las provincias de San Luis y La Rioja y tuvo como objetivo principal investigar depósitos triásicos. Con una profundidad final de 2.702 mbbp atravesó la columna esperada, pero, sin ninguna manifestación de hidrocarburos (Legajo pozo LT.x-1)

Hacia finales de 1996 y luego de registrar sismica 2D, la Cía. Cordex perforó dos sondeos en el ámbito de la Sierra de Mogna, Lago x-1 y x-2, los cuales fueron a investigar areniscas asignadas al Triásico y las calizas de la formación San Juan en base a la interpretación obtenida de la sismica registrada. Ambos sondeos, cuyas profundidades finales fueron de 912 mbbp y 847 mbbp respectivamente, comprobaron la ausencia de sedimentos triásicos, atravesando un reducido espesor de depósitos terciarios que se apoyan sobre secuencias asignadas al Carbonífero y al Ordovícico-Silúrico. En ninguno de los dos pozos se registraron manifestaciones de hidrocarburos, por lo cual fueron abandonados (Legajos pozos L.x-1 y x-2).

En el año 2006, durante el gobierno de Néstor Kirchner (2003-2007) (www.caserosada.gob.ar), fue promulgada la Ley 26.197, llamada “ley Corta”, la cual ratificó para los gobiernos provinciales la potestad de los recursos del subsuelo. A partir de este hecho, la mayoría de las provincias lanzaron programas de licitación, entre ellas San Juan, gobernada por el Sr. José L. Gioja. Como resultado del mismo fueron adjudicados meses después, el bloque Jáchal a la Cía. Oil M&S y el bloque Tamberías, a YPF. Ambas empresas, en los primeros años del permiso, realizaron levantamientos geológicos de detalle, prospecciones gravimétricas y registración sísmica 2D. Producto de la interpretación de esos nuevos datos, Oil M&S en el año 2010, durante el primer mandato de Cristina Fernández (2007-2015) (www.caserosada.gob.ar) perforó a unos 20 km al noreste de la localidad de San José de Jáchal, el pozo Pampa Vieja Bicentenario x-1. Este sondeo tenía

como principal objetivo investigar los depósitos paleozoicos en una estructura conformada por varias escamas tectónicas dentro del ámbito de Precordillera Central, siendo así, el único pozo con un objetivo diferente al resto de los sondeos perforados. Con una profundidad final de 3.422 mbbp, se comprobó en el subsuelo la presencia de la Formación Gualcamayo con interesantes propiedades oleo genéticas (Pérez et al., 2011), pero el resto de la columna atravesada sólo con algunos picos de gas y rastros secos de petróleo por lo que se decidió el abandono del mismo. (Legajo de pozo PVB.x-1).

Por su parte, YPF en el 2011, perforó el sondeo Ansilta es-1, primer pozo de estudio en el bolsón de Tamberías, con el objetivo de verificar la existencia de depósitos triásicos en el subsuelo. El pozo llegó hasta la profundidad de 2.505 mbbp, atravesando principalmente depósitos asignados al Carbonífero (Ottone, 2011) y una reducida columna volcánicla presumiblemente triásica, pero sin ninguna manifestación de hidrocarburos (Manoni et al., 2010) (Calegari, 2018).

Con estos resultados ambas empresas restituyeron totalmente los permisos exploratorios.

La principal actividad exploratoria realizada en la provincia, con la ubicación y profundidad final de los sondeos, su secuencia temporal y las empresas que operaron permisos exploratorios se ilustra en la figura 7.

A finales del año 2009, YPF lanzó el Plan Exploratorio Argentina (PEA) cuyo objetivo principal fue el de realizar una revisión del potencial exploratorio remanente en todas las cuencas del país. Para ello, invitó a todas las provincias a participar firmando un convenio de colaboración, el cual ejecutaría a sólo riesgo, compartiendo la información utilizada y las conclusiones técnicas del mismo. En caso de visualizar alguna zona prospectiva, YPF podía presentar un proyecto de Iniciativa Privada y participar en el proceso licitatorio (Calegari, 2018).

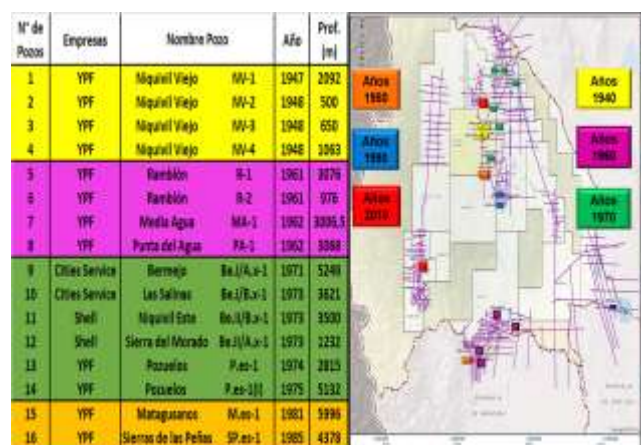


Fig. 7: Ilustra la secuencia temporal en la que fueron perforados los sondeos en la provincia de San Juan y las empresas operadoras de permisos exploratorios. (Planilla confeccionada por el autor; Plano confeccionado por el sector Geomática de YPF).

Doce provincias firmaron el convenio, entre ellas San Juan, que lo hizo en febrero del 2010. YPF desarrolló la evaluación sobre todas las cuencas sedimentarias hasta mediados del año 2012, momento en que se presentaron los informes técnicos a cada uno de los gobiernos firmantes. En base a las conclusiones arribadas, le propuso a la provincia

de San Juan extender el convenio para el periodo 2014/2018. A lo largo de este tiempo, se realizaron numerosas campañas de campo que incluyeron mapeos y cortes geológicos de detalle y análisis geoquímicos de muestras recolectadas de una extensa zona, en el denominado valle de Jáchal y alrededores. La interpretación de este cúmulo de nueva información permitió lograr tener una mejor comprensión de los factores de riesgo que afectan a los elementos y procesos geológicos del Sistema Petrolero Gualcamayo, el cual fuera definido por Pérez en el 2011 (Pérez et al., 2011).

En base a toda la información obtenida y el reproceso y reinterpretación de toda la sísmica 2D disponible, incluida la registrada por Oil M&S en el Valle de Jáchal, se propuso para la Zona Triangular existente entre Precordillera Central y Precordillera Oriental una nueva interpretación, modificando el modelo de “piel gruesa” de Zapata-Allmendinger (Zapata y Allmendinger, 1996) de la década del 90. (Constantini et al, 2015) (Manceda et al., 2015). (Fig.8).

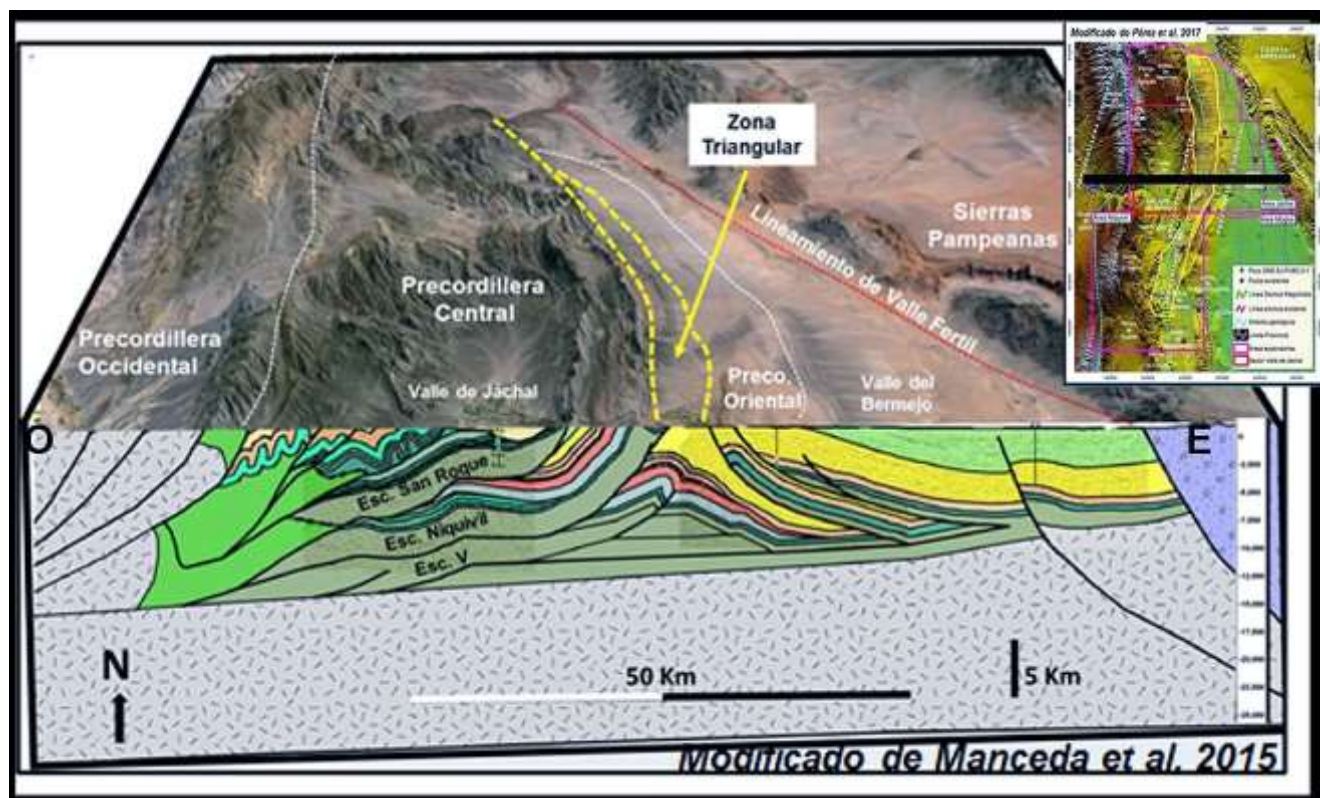


Fig. 8: Modelo de “piel fina o lámina delgada” propuesto para la zona comprendida entre la Precordillera Central y Oriental. Modificado de Constantini et al, 2015, Manceda et al, 2015 y Pérez, 2017. (Imagen satelital tomada de Google Earth; corte estructural realizado por Manceda, 2015; mapa confeccionado por Pérez, 2017).

Este nuevo modelo, de “piel fina” o “lámina delgada” propuesto permite disponer de una visión prospectiva diferente para un área de más de 2.000 km², ya que no ha sido explorado y se pueden interpretar mucho mejor las vías de migración que dan lugar a la presencia de las impregnaciones de petróleo oxidado a lo largo del flanco occidental del lineamiento de Niquivil (Schiuma et al., 2018).

Este gran esfuerzo exploratorio realizado a lo largo de más de ochenta años, si bien no arrojó resultados positivos en cuanto al descubrimiento de nuevas reservas de hidrocarburos, sí incorporó una gran cantidad de información que es aprovechada por numerosos centros académicos.

CONCLUSIONES

El descubrimiento de petróleo en horizontes profundos asignados al “Rético”, Triásico Superior, en el yacimiento Cacheuta, llevaron a YPF a evaluar la posibilidad de poder

hallarlos en la provincia de San Juan en condiciones similares.

Las Comisiones Geológicas creadas por la División Geología de YPF a fines de la década del 20 fueron fundamentales para el inicio de la exploración de hidrocarburos en la provincia, dado que, ante la ausencia de otra fuente de información del subsuelo, el “arte del Geólogo” (Fossa Mancini, 1938), era la herramienta principal para reconocer zonas prospectivas a partir de la observación en superficie.

La visión del potencial exploratorio que el Dr. Fossa Mancini plasmó en su informe de 1942 basado en la información y conocimiento que se tenía en esa época, marcó de alguna manera, el rumbo de la exploración en el territorio sanjuanino. La interpretación del informe, volcada sobre un mapa semafórico por el autor, se refleja al colocar los pozos perforados. Es así como se puede apreciar que la mayoría de los sondeos fueron ubicados dentro de los dos departamentos a los que Fossa Mancini les dio un cierto potencial. De los 21 pozos, sólo el pozo Pampa Vieja Bicentenario x-1 investigó un modelo prospectivo

relacionado al Paleozoico Inferior y no a los depósitos del Triásico (Fig. 9).

Es indudable que el descubrimiento de las impregnaciones de petróleo oxidado encontrados por el Dr. Braccacini en el lineamiento de Niquivil, fueron decisivos para que se perforaran los primeros pozos cuando sólo existían escasos datos del subsuelo. También fue importante para la logística que los mismos se encontraran cercanos a la traza del ferrocarril que en esa fecha, era la principal vía de comunicación hacia el norte provincial.

Si bien por la alta complejidad estructural existente los pozos de Niquivil Viejo no lograron definir una trampa, se pudieron comprobar manifestaciones de petróleo líquido en las mismas secuencias asignadas al Terciario Inferior, que se encuentran afloradas. Análisis efectuados en laboratorio permitieron identificarlos con los niveles generadores de la Formación Gualcamayo del Ordovícico.

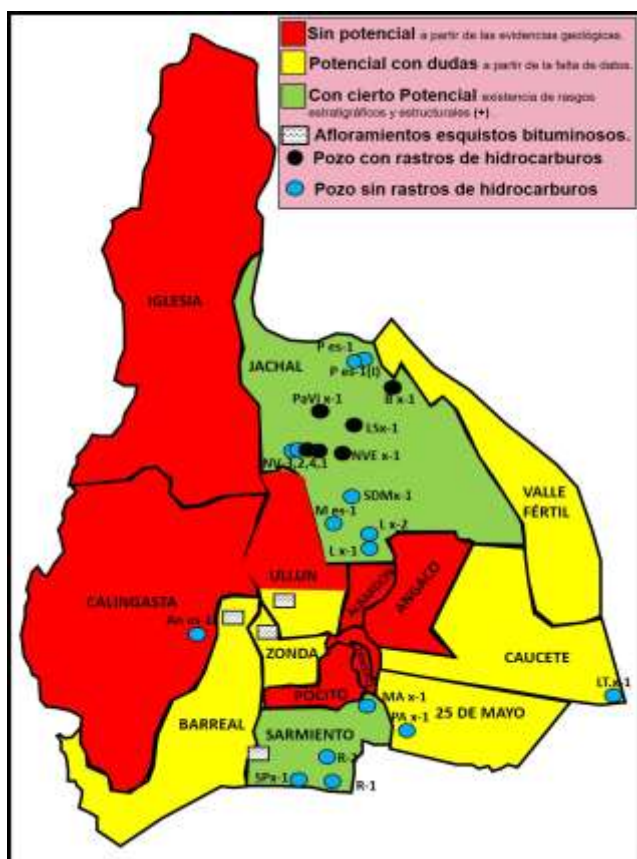


Fig. 9: Mapa semafórico confeccionado por el autor en base a la interpretación realizada del informe de Fossa Mancini de 1942 y la ubicación de los 21 pozos perforados en el territorio provincial. (Mapa base con división política del año 1936 fue tomado del informe n° 0889 de Fossa Mancini-YPF y modificado por el autor).

En base al conocimiento y la información que se dispone en la actualidad, le fue posible a los geólogos de la actual Gerencia de Exploración de YPF, proponer como de “piel fina” la zona triangular existente entre Precordillera Central y Oriental. Esta nueva visión permite incorporar un nuevo modelo prospectivo para una vasta región, constituyéndose en un desafío para un área de frontera exploratoria.

AGRADECIMIENTOS

A la Gerencia de Exploración de YPF SA por permitir la publicación de esta contribución. Al Ing. Antonio Soler Director de Hidrocarburos de la provincia de San Juan por su colaboración durante el convenio PEA. Un homenaje a los profesionales fallecidos, el Ing. Luis Archilla y al Dr. Alfredo Miolano, quienes, desde sus funciones en el gobierno provincial nos acompañaron en visitas de campo y aportaron su experiencia. Al personal de Geomática de YPF que colaboró con las imágenes utilizadas y al Dr. Miguel Pérez por el aporte de fotografías.

REFERENCIAS

- [1] Ámbito.com. (2007), “Una Alegría para Gioja: en San Juan apareció petróleo”. Edición digital del día 26/12/2007, del diario Ambito.com, Argentina. <https://www.ambito.com/portada-principal/una-alegria-gioja-san-juan-aparecio-petroleo-n3478026>
- [2] Arias J. (2007), “Brasil anuncia el hallazgo de un gigantesco yacimiento de petróleo” Nota del corresponsal del Diario El País, España, Edición digital del día 10/11/2007. https://elpais.com/diario/2007/11/10/economia/1194649211_850215.html
- [3] Barrera M. A. (2012) “Y.P.F.: Estudio de las causas del quebranto y privatización”. *Ensayo Económico*, Volumen 22, Número 40, p. 13-37, 2012. ISSN electrónico 2619-6573. ISSN impreso 0121-117X. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/ede/article/view/30897/39433>
- [4] Braccacini I. O. (1943), “Gira a San Juan”. Informe 0182 inédito, YPF, pp. 1-16, archivo Avellaneda. Buenos Aires.
- [5] Braccacini I. O. y E. García. (1946), “Una ubicación de exploración en la Provincia de San Juan (NV.1). Informe 5768 inédito YPF, pp. 1-28, archivo Avellaneda. Buenos Aires.
- [6] Braccacini I. O. (1947) Propuesta pozo YPF.SJ.NV-1 (NV-1). Legajo Pozo, inédito YPF, archivo Avellaneda. Buenos Aires.
- [7] Calegari R. J. (2018), “Exploración de frontera: El aporte de YPF”, X CONEXPLO, Mendoza, Argentina.
- [8] Cánepa E. P. (1931), “Informe sobre la mina de petróleo de Cacheuta” Informe 0004 inédito YPF, pp. 1-16, archivo Avellaneda. Buenos Aires.
- [9] Chebli W. (2006), “Provincia de San Juan, Plan exploratorio de hidrocarburos”. Energía Provincial Sociedad del Estado, San Juan, pp. 1-61
- [10] Constantini L. A., Manceda R., Pérez M., Figueroa D., Calegari R. J. y Carini F. (2015), “Precordillera Central y Oriental, ¿Faja Plegada de Lámina Delgada?”. *Acta geológica Lilloana* 28 (suplemento), pp. 83-89.
- [11] Criado Roque P. (1967), “Anteproyecto de perforación pozo estudio SJ.P.es-1(Los Pozuelos-San Juan)”, Informe inédito YPF, archivo Avellaneda. Buenos Aires.
- [12] Fossa Mancini E. (1942), “Perspectivas de hallar petróleo en la Provincia de San Juan”. Informe 0889 inédito YPF, pp. 1-29. Archivo Avellaneda. Buenos Aires.
- [13] García E. (1951), “Posibilidades petrolíferas de la zona Los Pozuelos, departamento Jáchal, San Juan”, Informe inédito YPF. Archivo Avellaneda. Buenos Aires.
- [14] Gadano N. (2006), “Historia del Petróleo en Argentina: 1907-1955, desde los inicios hasta la caída de Perón”, *Edhasa*, pp. 710, Buenos Aires.
- [15] Hechem J. J. (2016), “Los primeros geólogos de YPF en Comodoro Rivadavia y sus aportes a la región del Golfo San Jorge” IV Congreso Argentino de la Historia de la Geología, *Revista del Museo de La Plata*, Volumen I, número especial, pp. 119-129. La Plata, Argentina.
- [16] Kelly J. (1961), “Geología de la Sierra de Moquina y perspectivas petrolíferas, departamento Jáchal, San Juan”, Informe 1157 inédito YPF, pp. 1-80. Archivo Avellaneda. Buenos Aires.
- [17] Legajos pozos Niquivil Viejo-1, 2, 3 y 4, informes inéditos YPF, Archivo Avellaneda, Buenos Aires.

- [18] Legajos de los pozos Ramblón-1 y 2; Media Agua-1 y Punta del Agua-1, informes inéditos YPF, Archivo Avellaneda, Buenos Aires.
- [19] Legajos de los pozos Pozuelos es-1 y es-1(bis), informes inéditos YPF, Archivo Avellaneda, Buenos Aires.
- [20] Legajo pozo Matagusanos es-1, informe inédito YPF, Archivo Avellaneda, Buenos Aires.
- [21] Legajo pozo Sierra de las Peñas es-1, informe inédito YPF, Archivo Avellaneda, Buenos Aires.
- [22] Legajo del pozo Las Toscas x-1. Informe inédito Cía. Eurocan. Archivo YPF Avellaneda, Buenos Aires.
- [23] Legajos pozos Lago x-1 y x-2, informes inéditos Cía. Cordex, Archivo YPF Avellaneda, Buenos Aires.
- [24] Legajo del pozo Pampa Vieja Bicentenario x-1. Informe inédito Cía. Oil M&S. Dirección Hidrocarburos San Juan, San Juan.
- [25] López M. J, Martínez J. P. y Weddel J. E. (2016), "Historia del Ferrocarril en Argentina: la política ferroviaria entre 1857 y 2015". Editora: Lenguaje Claro, pp. 332. Carapachay, Buenos Aires.
- [26] Manceda R., Constantini L. A., Figueroa D., Pérez M. y Calegari R.J. (2015), "Nuevas ideas exploratorias en la Precordillera de San Juan". V Jornadas G&G-Comunidad de Geociencias, E&DYPF. Informe inédito. Buenos Aires.
- [27] Manoni R. S, Salinas A., Zunino J y Bernardo L. M (2010), "Propuesta pozo YPF.SJ.An.es-1(Ansilta). Informe inédito YPF. Archivo Avellaneda, Buenos Aires.
- [28] Mosconi E. (1936), "El petróleo argentino, 1922-1930". Círculo Militar, pp. 1-239. Buenos Aires.
- [29] Miller H. (2005), "Wilhem Bodenbender: Reseña de su vida". INSUGEO, Serie Correlación Geológica, 19 Simposio Bodenbender, pp. 11-14. Tucumán.
- [30] Ottone G. (2011), "Informe palinológico de muestras de recorte de perforación y testigos laterales del pozo YPF.SJ.Ansilta es-1". Informe inédito YPF. Archivo Avellaneda, Buenos Aires.
- [31] Pérez M., Bagur Delpiano V., Graneros D., Breier K. y Lauría M, (2011), "Cuenca Precordillera: Claves Exploratorias para el Paleozoico. Áreas Jáchal y Niquivil, San Juan. Argentina". Simposio de cuencas. VIII CONEXPLOR, Mar del Plata. Argentina, pp. 275-319.
- [32] Pérez M. (2017) "Cuenca Precordillera, Proyecto Plan Exploratorio Argentina-YPF-Prov. San Juan". Informe inédito YPF. Archivo digital Avellaneda, Buenos Aires.
- [33] Pombo R. (1983), Propuesta pozo YPF.SJ.SdP.es-1 (Sierra de las Peñas). Informe inédito YPF, archivo Avellaneda. Buenos Aires.
- [34] Ramaccioni D. (1944), "La Cuenca Paganzo Rética del Alto Río Bermejo" Informe Geológico inédito YPF, pp. 1-24, archivo Avellaneda. Buenos Aires.
- [35] Ramos V. (1979), "Nota Necrológica Dr. I. O. Braccacini". *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 34(3), pp. 249-252. Buenos Aires
- [36] Ramos V. (2011), "Doscientos años de ciencias de la tierra en Argentina". *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 69(3), pp. 392-406. Buenos Aires.
- [37] Riccardi A. (2016), "El desarrollo histórico de las exploraciones petroleras en la Argentina". *Revista del Museo Nacional de La Plata*, pp. 1-48.
- [38] Risuleo F. (2012), "Historia del petróleo en Argentina" Área de Pensamiento Estratégico. Cámara Argentina de la Construcción, pp. 1-57. FODECA. Buenos Aires.
- [39] Rolleri E. y Buttini B. (1961), "Ubicaciones Zona San Juan Sur", Informe inédito YPF, pp. 1-10.
- [40] Rousseau C. A. (1948), "Informe sobre los trabajos de perforación efectuados en la zona de Niquivil Viejo-Provincia de San Juan" Informe inédito YPF, pp. 1-16. Archivo Avellaneda. Buenos Aires.
- [41] Schiuma M., Brissón I. E., Manceda R., Rocha E. y Pérez M. (2018), "Plan Exploratorio Argentina: Informe Final Provincia de San Juan" Inf. Inéd. YPF, pp. 1-38. Archivo digital Avellaneda. Buenos Aires.
- [42] Stappenbeck R. (1910), "La Precordillera de San Juan y Mendoza" Anales Ministerio de Agricultura Sección Geología Tomo IV n°3.
- [43] Tarragona J. (1936), "Informe sobre estudios realizados en la Zonas de las Sierra de Villicún y Del Morado". Informe n° 2034 inédito YPF. Pp 1-28. Archivo Avellaneda. Buenos Aires.
- [44] Tineo A. (2007), "Richard Sttappenbeck, el primer hidrogeólogo en Argentina". *Historia de la Geología Argentina. INSUGEO Miscelánea* 16, pp. 63-64. Tucumán.
- [45] Tomasini A. y Alonso R. N. (2013), "La vida del minero en la República Argentina por Ludwig Brackebusch", Mundo Editorial, p. 112. Salta.
- [46] Toselli A. J. y Rossi J. N. (2008), "Alfred W. Stelzner ¿Por qué sólo tres años en Argentina? I Congreso Nacional Historia de la Geología Argentina. INSUGEO, Miscelánea 16. Tucumán.
- [47] Turic M. A. y Ferraris J. C. (1999), "La exploración de petróleo y gas en la Argentina, el aporte de YPF", pp. 1-178. YPF SA, Buenos Aires.
- [48] Zapata T. R. y Allmendinger R. W. (1996), "Thrust-Front Zone of the Precordillera, Argentina: A Thick-Skinned Triangle Zone" AAPG, Bulletin, V 80 n°3, pp. 359-381.
- [49] www.caserosada.gov.ar/nuestro-pais/galeria-de-presidentes
- [50] www.sanjuanalmundo.org/articulo.php?id=16666
- [51] www.sanjuanalmundo.org/articulo.php?id=16669
- [52] www.todoargentina.net/biografiasargentinas/enrique_mosconi.php?id=645