



YPF

EXPLORACIÓN

「 El puente desde las ideas a la energía 」



EXPLORACIÓN

「 El puente desde las ideas a la energía 」







「 **CAPÍTULO 1**
UN PASO
ADELANTE 」

P. 12



「 **CAPÍTULO 2**
CREADORES
DEL
PORVENIR 」

P. 48

ÍNDICE



CAPÍTULO 3 PALMO A PALMO

P. 82

CAPÍTULO 4 PUNTO DE INFLEXIÓN

P. 132

CAPÍTULO 5 YPF, LA ENERGÍA ARGENTINA

P. 160



SIN FRONTERAS

Carlos Colo, auditor de Reservas, y **Claudio Haring**, gerente de Exploración. [De izq. a dcha.]

Desde cuándo, desde dónde y hacia dónde; las respuestas a estas preguntas, respecto de los exploradores de YPF, contienen un universo de historias, sueños realizados y esperanzas venideras.

Desde la brújula y la piqueta hasta la imagen satelital; desde las propuestas de pozos exploratorios basados en modelos geológicos de superficie —creados por las legendarias Comisiones Geológicas— hasta la utilización de la sísmica 3D, el desarrollo de modelos geológicos del subsuelo y la perforación de pozos horizontales con geonavegación; desde el uso de las calculadoras de bolsillo hasta el *big data* en forma remota para esclarecer los parámetros petrofísicos y de saturación en los pozos exploratorios; desde las pasarelas costeras hasta las sofisticadas plataformas y buques de perforación en aguas profundas, este compendio de avances, entre otros muchos, ha incrementado la probabilidad de nuevos hallazgos que fortalezcan el porvenir energético de la Argentina.

Con justa razón se puede asumir que la exploración representa para YPF su historia misma, es un pilar desde su fundación en 1922; simboliza, además, la llave de un futuro que trascienda fronteras.

El rol de la actividad exploratoria fue y será el descubrimiento de hidrocarburos mediante la aplicación del conocimiento y de la innovación para atender los desafiantes escenarios que plantea la creciente demanda de energía en el desarrollo nacional. Con una lectura amigable y didáctica, deseamos con este libro dar a conocer la relevancia de dicha actividad y la de los profesionales de YPF que la llevan a cabo día tras día. Es una misión, desempeñada en un marco de sustentabilidad, tanto en tierra firme como en el mar. Afronta retos inmensurables, integra equipos multidisciplinarios, incorpora tecnología de vanguardia y sigue un axioma: “buscar hidrocarburos en nuevas cuencas a partir de ideas conocidas, y en cuencas maduras con ideas nuevas”.

Un ejemplo de lo dicho fue el Plan Exploración Argentina, que permitió evaluar el potencial remanente en 14 cuencas de frontera, en seis productivas y en otras tantas marinas, demarcando nuevas áreas de interés.

A la luz de la información disponible, la plataforma continental es la frontera por conquistar. Ha sido destino de exploradores, quienes continúan dedicados a develar todo su potencial.

Tight, shale y Vaca Muerta son denominaciones que irrumpieron en los últimos años; sin embargo, YPF fue la emprendedora, desde los comienzos de la historia petrolera, del estudio de la hoy afamada formación de la Cuenca Neuquina y de los recursos no convencionales. Implementó dicho estudio como nuevo concepto exploratorio, inaugurando así un fructífero camino para el petróleo y el gas argentinos.

Las expectativas promisorias sobre la energía son un mensaje que debemos interpretar. El aporte del área de Exploración transforma en realidad los planes protagonizados por objetivos convencionales, no convencionales y el *offshore*. La tecnología seguirá siendo una gran aliada; pero, como siempre, la clave está en el factor humano, con su curiosidad infinita, su voluntad emprendedora para hacer viable lo que parece imposible y su vocación por el saber, el máximo valor intangible que hace exitosas a las empresas.



Carlos Colo
Auditor de Reservas



Claudio Haring
Gerente de Exploración



CAPÍTULO 1 UN PASO ADELANTE

Los exploradores de YPF han descubierto el 80% de los reservorios hidrocarburíferos de la Argentina. Su aporte al estratégico *portfolio* energético del país es invaluable.

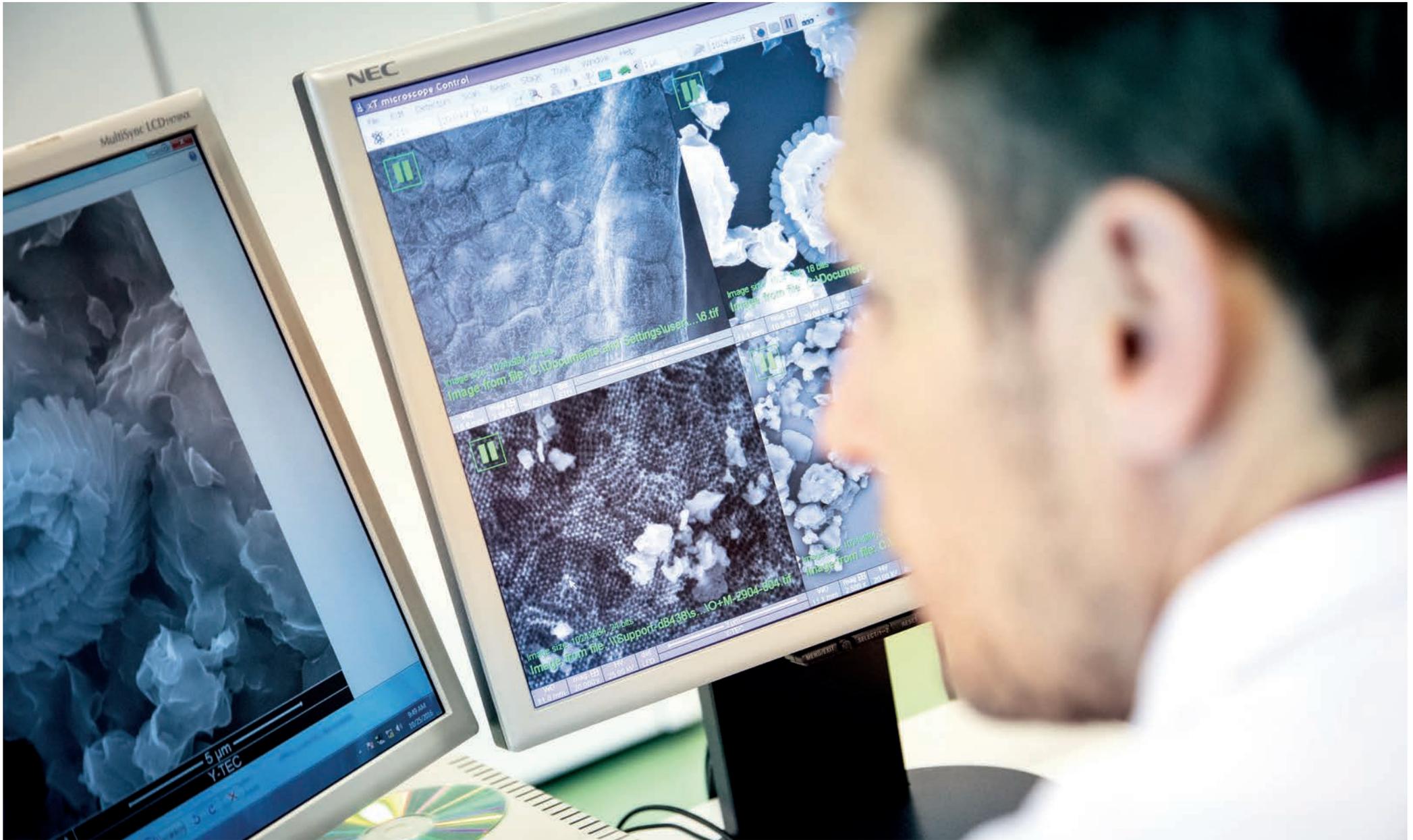
HACER VISIBLE LO INVISIBLE

A sí como el carácter define a las personas, el sector de Exploración de una gran compañía energética es la piedra angular de su trayectoria y de las decisiones estratégicas de negocio que toma a años vista. Los exploradores son la punta de lanza de la empresa y, aunque representan una pequeña fracción del total de los integrantes de la organización, le imprimen su espíritu: el equilibrio entre la aventura y la precaución, entre la certidumbre y el riesgo, la adhesión a verdades establecidas o a ideas disruptivas.

Los exploradores aportan todos los datos científicos y los análisis que fundamentan las grandes decisiones de YPF.

El área de Exploración la integra un equipo humano que fusiona las ciencias de la Tierra y la Informática con su talento profesional para aportar los datos que fundamentan las grandes decisiones de YPF. Es su brújula. Indica, literalmente, el rumbo por seguir entre los cuatro puntos cardinales de la Argentina y de las operaciones internacionales. Las decisiones trascendentales parten de Exploración y llegan al Directorio como propuestas maduras, científicamente exhaustivas y con una meditada evaluación sobre los riesgos asumibles. Es el grupo que abre camino palmo a palmo.

La Geología, la Geofísica, la Cartografía, la tecnología digital, los centros de cómputo y las bases de datos contribuyen a la evolución constante del conocimiento, las técnicas y las tecnologías que aplican los exploradores; por ende, incrementan su experiencia. Con todo ello, estudian y analizan oportunidades de hallazgos potenciales; si corresponde y son lo suficientemente valiosos, proponen la conveniencia de emprender la marcha hacia una nueva frontera.



En los laboratorios de Y-TEC, la microscopía electrónica revela las características y los procesos que afectaron a los minerales de las rocas del subsuelo.

Entre las tecnologías y técnicas más sofisticadas figuran la gravimetría, la magnetometría, la magnetoteluria, la sísmica, el uso de satélites y la cartografía de alta resolución.

“El primer lugar en donde ‘aparecen’ los hidrocarburos es en la mente del geólogo”, suele decirse. Dejando de lado las metáforas e ingresando a la estricta realidad, hay un mundo multidisciplinar de expertos en todas las ramas de la Geología centradas en la búsqueda de petróleo y gas: la geoquímica, la sismología, la petrología (el estudio de las rocas) y la estratigrafía, entre otras. El objetivo es averiguar todo lo existente en el subsuelo, que es invisible a los ojos. Cada paso exploratorio es tan importante como el trabajo posterior: la evaluación de riesgos de los proyectos.

Como el subsuelo no se ve a simple vista, se acude a métodos indirectos que revelan sus incógnitas y confirman o descartan hipótesis. Entre las tecnologías y técnicas de visualización geofísica más sofisticadas y modernas figuran la gravimetría; la magnetometría (aérea y terrestre); la medición de campos eléctricos y magnéticos mediante la magnetoteluria; el uso de satélites en el procesamiento de imágenes con combinación de bandas para determinar las características de la superficie; así como la cartografía de alta resolución, para obtener representaciones

tridimensionales y modelos digitales de las elevaciones del terreno.

Los resultados buscan la exactitud para incrementar el porcentaje de éxito. Los exploradores saben que la posibilidad de no hallar el recurso energético está siempre presente; pero la probabilidad de éxito es el principio que impulsa cada proyecto, es ponderada con el análisis de la rentabilidad económica de la inversión requerida, que determina la realización de cada emprendimiento.

Es como desafiar el riesgo trabajando en el logro de la máxima certidumbre posible. Hay mucho en juego, la trayectoria de una compañía clave para los argentinos: YPF. Los exploradores son un pilar en la construcción de ese devenir, sus recomendaciones fundamentan millonarias inversiones sobre escenarios con riesgos. Si descubren petróleo y gas, la empresa planifica e implementa la opción más eficiente de extraerlos. Esto da inicio a otra etapa mientras los exploradores se concentran en nuevos objetivos desafiantes. La misión es incrementar las reservas de hidrocarburos, que representan el capital de la compañía, su futuro.

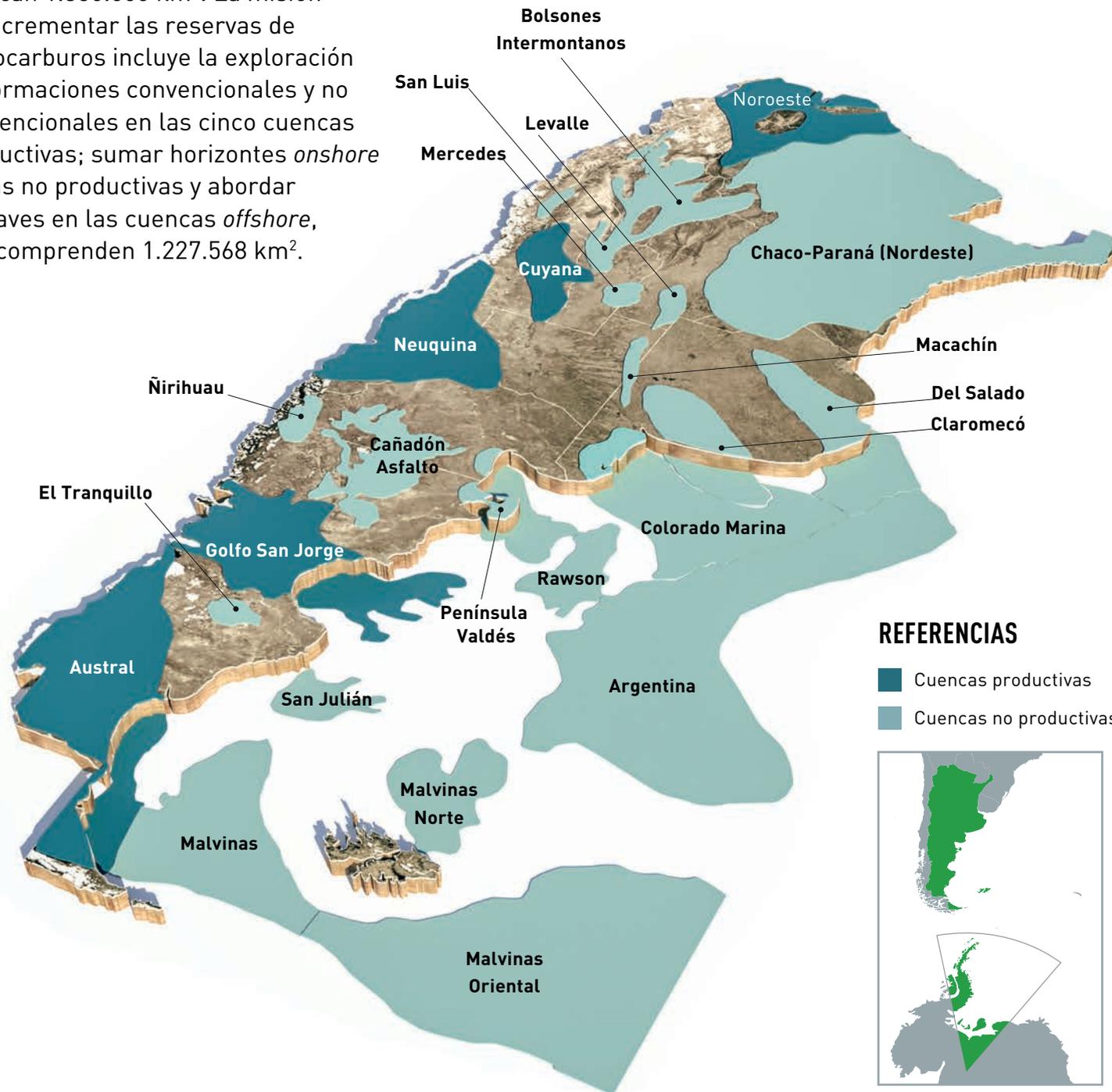


La descripción de las rocas abarca desde sus composiciones químicas, mineralógicas, sus texturas, estructuras y ambientes sedimentarios, para comprender sus propiedades físicas y geomecánicas.

La misión es incrementar las reservas de petróleo y gas, que representan el capital de la empresa, su futuro.

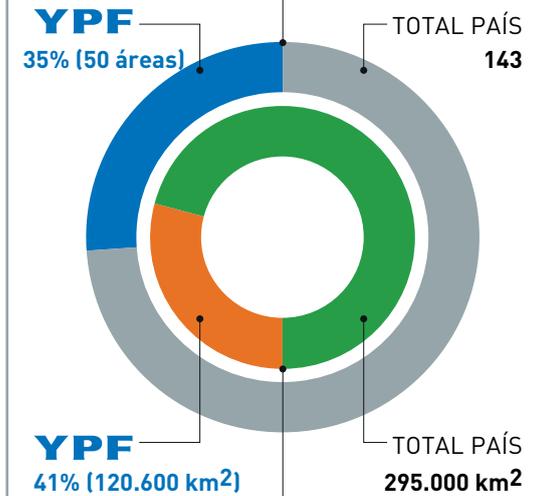
MISIÓN EXPLORATORIA EN LAS CUENCAS ARGENTINAS

Las cuencas *onshore* argentinas abarcan 1.350.000 km². La misión de incrementar las reservas de hidrocarburos incluye la exploración de formaciones convencionales y no convencionales en las cinco cuencas productivas; sumar horizontes *onshore* en las no productivas y abordar enclaves en las cuencas *offshore*, que comprenden 1.227.568 km².



EXPLORACIÓN en 2018

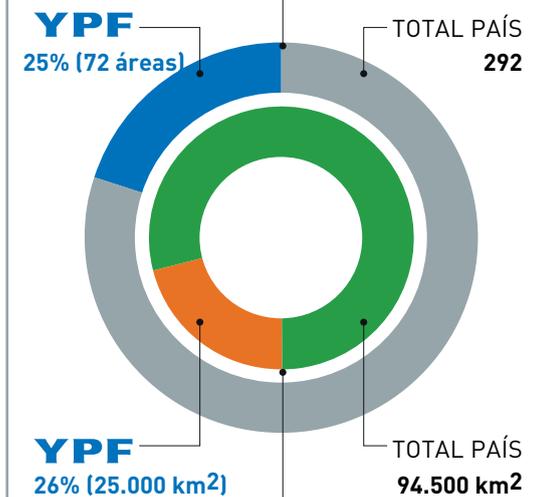
ÁREAS DE PRODUCCIÓN



SUP. DE EXPLORACIÓN

PRODUCCIÓN en 2018

ÁREAS DE PRODUCCIÓN



SUP. DE EXPLORACIÓN

PRINCIPALES FORMACIONES NO CONVENCIONALES

El desarrollo del *shale* y el *tight* es el principal desafío que YPF lleva adelante. Representa un cambio de paradigma en el sector energético. Por su potencial —la Argentina es el segundo país con más recursos recuperables de *shale gas*—, los reservorios no convencionales son clave para un futuro autoabastecimiento de hidrocarburos.

RECURSOS NO CONVENCIONALES TÉCNICAMENTE RECUPERABLES

27.000 MILLONES DE BARRILES de petróleo
802 BILLONES DE PIES CÚBICOS de gas

Fuente: Energy Information Administration (EIA), 2013



CUENCA NOROESTE
 Frontera exploratoria
NOROESTE CRETÁCICA
Yacoraite (*shale oil*)
NOROESTE PALEOZOICA
Los Monos (*shale gas*)

CUENCA CHACO-PARANÁ
 Frontera exploratoria
Devónico-Pérmico (*shale oil*)

CUENCA CUYANA
 En exploración
Potrerrillos (*tight oil*)
 Frontera exploratoria
Cacheuta (*shale oil*)

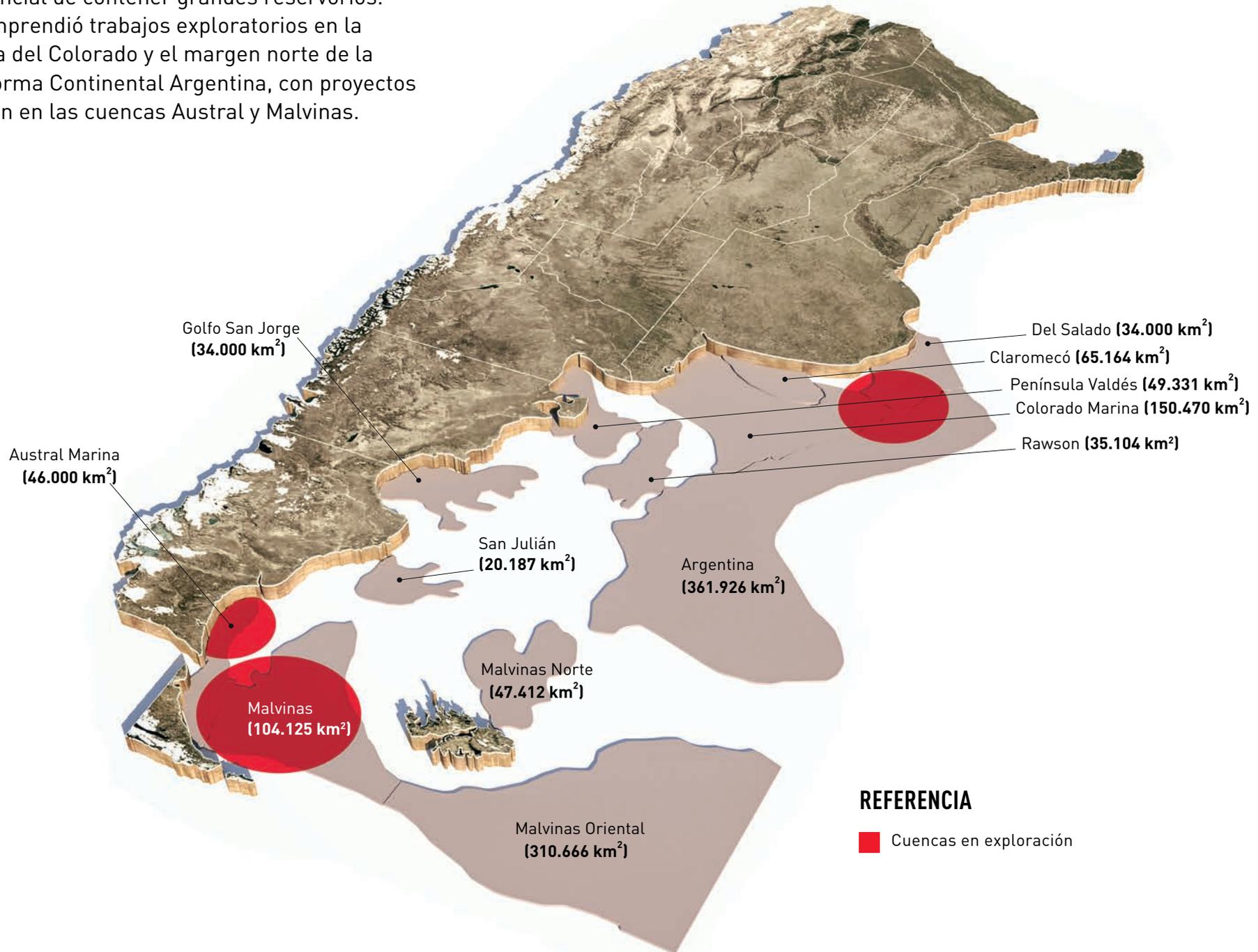
CUENCA GOLFO SAN JORGE
 En exploración
Pozo D-129 (*shale oil - tight oil*)
Neocomiano (*shale oil/gas*)

CUENCA NEUQUINA
 Exploradas y en producción
Vaca Muerta (*shale oil/gas*)
Lajas (*tight gas*)
Mulichinco (*tight oil/gas*)
 En exploración
Los Molles (*shale gas - tight gas*)
Agrío (*shale oil*)

CUENCA AUSTRAL
 Frontera exploratoria
Inoceramus - Roca Madre Austral
(shale oil/gas)

EXPLORACIÓN OFFSHORE

El *offshore* argentino tiene, en aguas profundas, el potencial de contener grandes reservorios. YPF emprendió trabajos exploratorios en la Cuenca del Colorado y el margen norte de la Plataforma Continental Argentina, con proyectos también en las cuencas Austral y Malvinas.



REFERENCIA

■ Cuencas en exploración

EXPLORACIÓN INTERNACIONAL

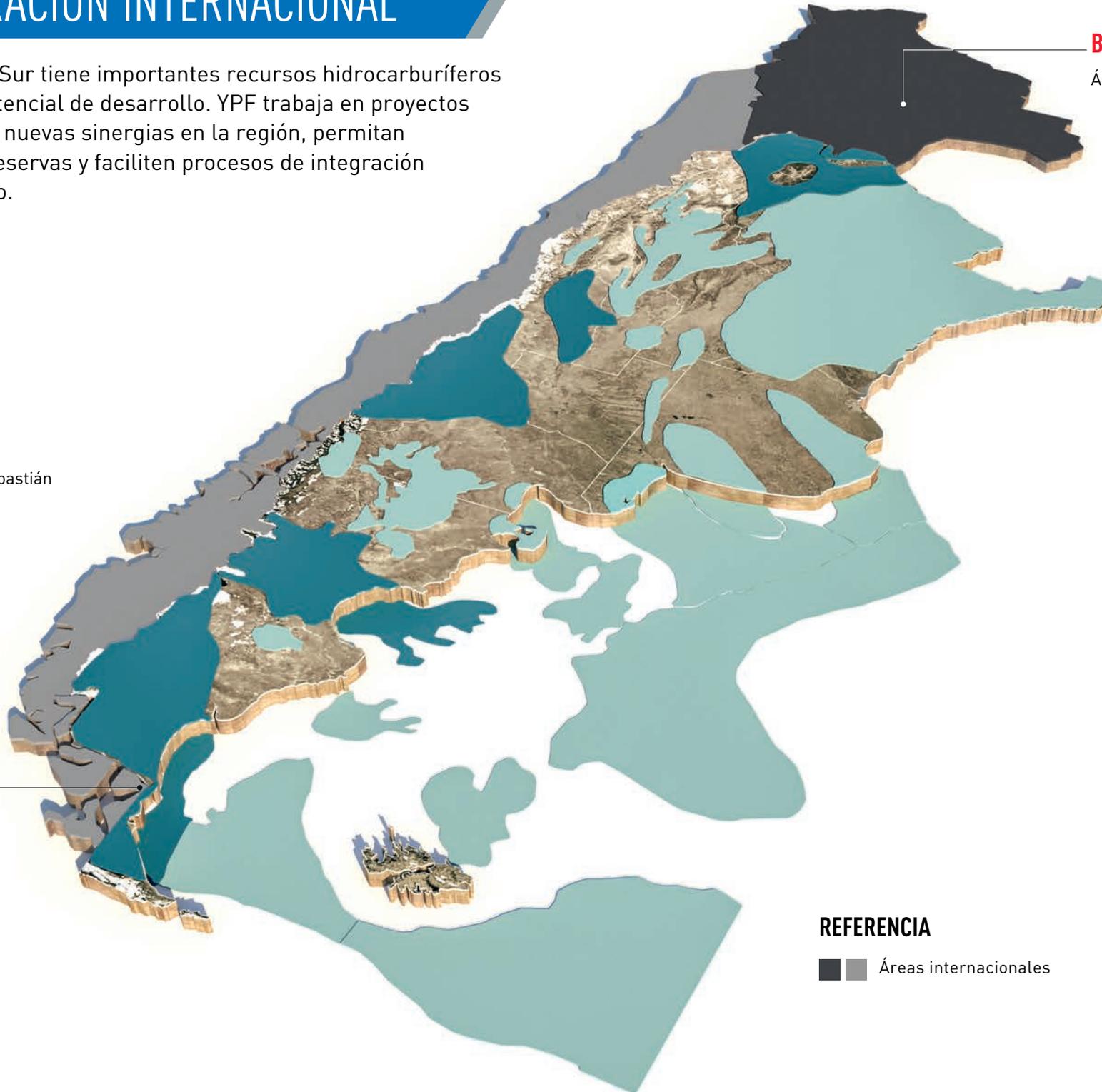
América del Sur tiene importantes recursos hidrocarburíferos y un gran potencial de desarrollo. YPF trabaja en proyectos que generen nuevas sinergias en la región, permitan incorporar reservas y faciliten procesos de integración y crecimiento.

CHILE

Área San Sebastián

BOLIVIA

Áreas Abapó y Charagua



REFERENCIA

■ ■ Áreas internacionales



La observación, la descripción, el muestreo y el mapeo de los afloramientos de rocas en superficie permiten evaluar los elementos que condicionarán la existencia de un sistema petrolero (roca generadora de hidrocarburos, reservorio, trampa o sello).

ARGENTINO, COMO YPF

Este libro trata de YPF, de los aportes que su equipo de Exploración realizó al país desde el 3 de junio de 1922, fecha de fundación de la empresa, convertida, por muchas razones, en un ícono argentino, una marca positiva, un emblema.

Próxima a cumplir su primer centenario, YPF ha estado presente en la mitad de la historia de la Argentina. Su relevancia para la economía nacional, entre los incontables aspectos vinculados al desarrollo del país, es indiscutible. A modo de ejemplo, ha sido y es protagonista por aportar desde siempre la mayor parte de la energía insumida por los argentinos. También es notable por otros valiosos roles. Fue un motor de la colonización en los lugares más remotos e inaccesibles de la república. Las ciudades como Comodoro Rivadavia, en Chubut, dejaron de ser desconocidos caseríos y se han convertido en grandes urbes que progresan con la industria hidrocarburífera, protagonizada casi en exclusiva por YPF durante décadas. Otras



Con los perfiles registrados en los pozos, los exploradores miden propiedades físicas como el potencial espontáneo, la resistividad eléctrica, la propagación de ondas sonoras, la resonancia magnética, las propiedades radiactivas naturales o inducidas, la temperatura, etc.

localidades, como Plaza Huinul, nacieron de un campamento petrolero. YPF también creó estampas típicas: las “cigüeñas petroleras” que pueblan las inhóspitas estepas de la Patagonia; el cartel de cada estación de servicio entre montañas nevadas y praderas pampeanas, así como los camiones cisterna que circulan por cada ruta son una constante en el imaginario colectivo.

Cuando los exploradores del ente “madre” de YPF —la Dirección General de Minas, Geología e Hidrología del Ministerio de Agricultura— confirmaron en 1907, en Comodoro Rivadavia, la presencia de hidrocarburos comercializables en la Argentina, comenzó una tarea titánica. Había un territorio enorme por recorrer, el séptimo más extenso del mundo. Son 3.761.274 km² *onshore*, algunos con geografías y climas extremos, la mayoría despoblados y con superficies desconocidas, más aún el subsuelo. A ello se sumaban los 940.000 km² de la plataforma continental del mar argentino.

Era necesario delimitar las cuencas sedimentarias: estructuras geológicas formadas

durante millones de años a partir de enormes depresiones naturales que fueron “rellenadas” con diversos sedimentos. Son formaciones naturales capaces de generar y contener hidrocarburos, al igual que los reservorios en rocas ígneas o en las rocas metamórficas alteradas y fracturadas. Después vendría el estudio detallado de las cuencas.

YPF constituyó las Comisiones Geológicas, toda una institución del sector Exploración. Ya no están activas, pero sus aportes siguen vigentes. Recorrían y registraban el territorio nacional en vehículos hasta donde se pudiera, a caballo, a lomo de mula, a pie; dormían en refugios, carpas, remolques... Tan intensivo

Las Comisiones Geológicas relevaron el territorio nacional, que es el séptimo más extenso del mundo.

fue su trabajo que la superficie argentina figura entre las mejor relevadas del mundo.

Las historias, las anécdotas y la camaradería de los miembros de las comisiones forjaron la identidad de los exploradores. A mediados de los 90 dejaron de recorrer el país y su legado aún es útil para la exploración y el desarrollo energético actual.

YPF fue creada formalmente como uno de los últimos actos del primer gobierno de Hipólito Yrigoyen a partir de la citada Dirección de Minas, Geología e Hidrología. Los exploradores, que eran naturalistas, identificaron 24 cuencas sedimentarias mediante la observación directa del terreno y el estudio de los perfiles de los afloramientos (rocas de la superficie). Hoy, en cinco de esas cuencas se extraen hidrocarburos: la Cuyana, la Neuquina y la del Noroeste son *onshore* (en tierra); la del Golfo San Jorge y la Austral abarcan áreas *onshore* y *offshore* (en el mar).

A medida que se desarrollaban nuevos instrumentos y técnicas cada vez más sofisticadas, el perfil del explorador fue cambiando. La

llegada de la prospección sísmica protagonizó un hito tecnológico revolucionario. La exploración sísmica puede ser 2D, 3D, 4D y satelital. Permite determinar la forma y la disposición de las unidades litológicas (cuerpos rocosos) mediante la detección de ondas acústicas producidas por una fuente artificial de energía sonora (por ejemplo, un camión vibrador). Las ondas, propagadas a través del subsuelo según la elasticidad de las capas, son detectadas por sensores en la superficie tras reflejarse o refractarse. Con los datos se obtienen “radiografías” de la geomorfología subterránea. De esta forma es posible comparar la información de la superficie con la resultante del subsuelo y “calibrarla” con lo que se descubre en el pozo para incrementar las certezas y restar riesgos.

Los hidrocarburos son recursos finitos y en las cuencas productoras se extraen desde antaño. Por ejemplo, la del Golfo San Jorge y la Neuquina sobrepasan el siglo en producción; la Cuyana, casi 80 años. Esto se conjuga con la necesidad cada vez más apremiante de energía (mayor población y desarrollo incrementan la demanda energética). Con el paso del tiempo, el gas y el petróleo más



La llegada de la prospección sísmica a la exploración, que en la actualidad puede ser 2D, 3D y 4D, protagonizó un hito tecnológico.

Los camiones vibro, utilizados en las campañas de adquisición sísmica, generan ondas sonoras que se reflejan en los estratos del subsuelo y luego son registradas en superficie para identificar la geometría de las capas de las cuencas sedimentarias.



Geólogos, geofísicos, geoquímicos, petrofísicos y geomecánicos, entre otros especialistas, participan en los procesos científicos de exploración.

El área de Exploración de la compañía ha creado escuela y su variedad de especialistas es excepcional.

fáciles de extraer se han ido agotando. Para contrarrestar esta realidad, nuevas técnicas, ideas y soluciones permiten obtener aquello que antes era imposible. Viabilizan incluso el descubrimiento de recursos en sitios antes impensados. ¿Cómo repercute esto en los exploradores del siglo XXI?

Existen técnicas de vanguardia. La innovación constante en la industria hidrocarburífera es una de sus características sobresalientes, permite afinar con precisión los objetivos. También es fundamental el perfeccionamiento de las metodologías de evaluación de riesgos. Las inversiones son progresivamente mayores y los rangos de incertidumbre de los proyectos son cada vez más acotados.

El área de Exploración de YPF ha creado escuela y es posible encontrar una variedad excepcional de especialistas. El geofísico que realiza la adquisición de datos sísmicos y los procesa; el experto en métodos geofísicos potenciales (magnetometría y gravimetría); el geólogo que describe las rocas y genera modelos estratigráficos; el geoquímico; el geólogo estructural; el que participa de

las operaciones de perforación, terminación y estimulación de los pozos; el petrofísico y el geomecánico que interpretan las propiedades de las rocas; el cartógrafo que da soporte con los mapas y cartas geológicas; el especialista en medioambiente; el estudioso de las cuencas marinas... Entre un sinnúmero de especialistas están también quienes se han volcado en la evaluación de costos. Todos albergan el espíritu de los exploradores pioneros para abrir nuevos caminos. Trabajan basados en el principio de sustentabilidad, entendiendo que la búsqueda y el desarrollo de los hidrocarburos se llevan adelante con responsabilidad.

Es definitorio: el éxito de la compañía, su sostenibilidad, va de la mano del trabajo de excelencia en cada ámbito: el de procesos de producción, el económico, el social, el medioambiental..., realizado de forma segura por y para los empleados, con la vista puesta en contribuir a la calidad de vida de los argentinos. Ese trabajo se implementa con una mirada integrada que, además de los hidrocarburos, abarca diversas fuentes energéticas, en especial las renovables.

UN PAÍS CON PETRÓLEO

En 1907 comenzó la historia oficial de la industria hidrocarburífera argentina con el descubrimiento de petróleo económicamente rentable en Comodoro Rivadavia. Mucho antes, pequeños emprendimientos, luego discontinuados, dieron vida a la rica prehistoria del sector. Es especialmente recordada la Compañía Mendocina Explotadora de Petróleo: entre 1887 y 1909 perforó casi 30 pozos de hasta 280 metros de profundidad en la zona Agua del Corral, Cacheuta; en varios pozos logró una producción estabilizada de 40 metros cúbicos diarios. Pasarían más de dos décadas para que YPF diera inicio a la historia oficial de la Cuenca Cuyana, donde descubrió petróleo comercializable en 1932. En los libros incluso figuran emprendimientos y referencias anteriores. Desde el siglo XIX hay constancias sobre manaderos en Mendoza, Salta, Jujuy, Río Negro (Ñirihuau) y Neuquén.

Pese a la tradición, la Argentina siempre ha sido un país “con petróleo”, pero no “petrolero”. ¿Qué esperar de las cuencas maduras? Mucho, porque hay mucho por explorar. La expectativa no se centra en encontrar un megayacimiento en una cuenca conocida —aunque nunca puede descartarse—,

pero hay un mundo por descubrir, sobre todo en tres ramas: los hidrocarburos no convencionales, las trampas sutiles (estructuras estratigráficas difíciles de detectar) y el *offshore* de aguas profundas.

La rama de los hidrocarburos no convencionales es la más activa. El principal ejemplo lo protagoniza el desarrollo de la Formación Vaca Muerta, en la Cuenca Neuquina.

Como se dijo, los hidrocarburos se generan en formaciones geológicas que alguna vez fueron lechos de mares, océanos o sistemas lacustres de agua dulce. La materia orgánica (incontables restos de animales microscópicos y de vegetales) queda atrapada entre sedimentos minerales. Se conglomeran durante millones de años por el peso de nuevos depósitos. Todo ello se transforma en roca y da lugar a una formación geológica denominada genéricamente *shale* (roca de esquisto). Con el aumento de la presión y la temperatura del subsuelo, la materia orgánica atrapada se transforma hasta generar gas y petróleo. Pero estos

「**LOS EXPLORADORES
DE YPF FUERON LOS
PIONEROS DE LA BÚSQUEDA DE
RECURSOS NO CONVENCIONALES
EN LA ARGENTINA Y HABÍA POCOS
ANTECEDENTES EN EL MUNDO.**」

hidrocarburos recién generados están encerrados en los poros del *shale*, al que llamaremos “roca generadora” o “roca madre”. No pueden fluir por su interior porque los poros de la roca están aislados unos de otros. Es, por lo tanto, una “formación impermeable”; solo si se fractura de forma natural, los hidrocarburos que quedan en contacto con alguna roca permeable (aquellas cuyos poros estén intercomunicados) pueden escapar, fluir. Así, el petróleo y el gas comienzan su “migración”, a veces a lo largo de kilómetros. Finalmente, quedan almacenados en una trampa, una geometría confinada que les impide seguir fluyendo. Durante un siglo, los exploradores buscaron estructuras de este tipo, trampas de las que extraer hidrocarburos. Es el denominado “recurso convencional”.

Desde el siglo XIX hay constancias sobre manaderos de hidrocarburos en Mendoza, Salta, Jujuy y Neuquén.

Ahora se pueden extraer hidrocarburos que jamás salieron de la roca generadora, cuya impermeabilidad impedía obtenerlos. Se llaman “recursos no convencionales”. El mismo gas, el mismo petróleo, diferente roca reservorio.

Si en la Cuenca Neuquina los hidrocarburos fueron extraídos durante 90 años desde formaciones permeables, ahora son obtenidos directamente de la Formación Vaca Muerta, la “roca madre”. Hay hidrocarburos en abundancia, han posicionado al país entre los principales poseedores de recursos no convencionales en el mundo. Los exploradores de YPF, acostumbrados a los desafíos, fueron los pioneros en la búsqueda del *shale oil* y el *shale gas* en la Argentina. Los antecedentes internacionales eran tan escasos que debió desarrollarse una especialidad adecuada a las características del subsuelo nacional.

Se cuenta con Vaca Muerta y otras formaciones *shale* prometedoras, tanto en la Cuenca Neuquina como en otras. Los Molles, Anticlinal Aguada Bandera/Cerro Guadal y Palermo Aike (Inoceramus inferior, Pampa Rincón) pronto aportarán reservas.



LA REVOLUCIÓN *SHALE*

El *shale* es conocido en el mundo desde 1913 y se sabe de su existencia como roca generadora desde el comienzo de la actividad petrolera en la Argentina. Pero el punto de inflexión en la producción de formaciones no convencionales como Vaca Muerta llegó en la primera década del siglo XXI, cuando la extracción de hidrocarburos convencionales comenzó a declinar.

El área de Exploración de YPF, a la vanguardia, emprendió la tarea de hallar *shale* con la mentalidad abierta que demandaba el nuevo paradigma. Vaca Muerta, por ejemplo, protagoniza tal revolución que podría dar lugar a la autosuficiencia energética y a convertirse en exportadora neta.

Por otra parte, están las trampas sutiles. Con las nuevas tecnologías, los exploradores desarrollan ideas y plantean metas. Se perfora hasta profundidades antes imposibles u objetivos y estructuras apartadas de los esquemas clásicos.

En Exploración circula un principio: “Viejas miradas sobre viejas cuencas difícilmente den lugar a nuevos hallazgos, pero nuevas miradas sobre viejas cuencas pueden aportar nuevos hallazgos”. ¿Son posibles esas nuevas miradas? Sí, y en 2010 llegó la gran oportunidad.

El Archivo Técnico de YPF, ubicado en Avellaneda, Buenos Aires, alberga testigos corona extraídos en 50.000 perforaciones. Con ellos se interpretan procesos sedimentarios y tipos de ambientes que caracterizan las potenciales rocas reservorio de petróleo y gas.

Al inicio del siglo XXI, para incorporar nuevos recursos energéticos, los exploradores analizaron en los laboratorios las coronas y las muestras de pozos perforados 70 años atrás.





LA NUEVA MIRADA

En los años 90 e inicios del siglo XXI, la producción de petróleo y gas comenzó a menguar. Más allá de las políticas y de las condiciones del mercado, las curvas mostraban una verdad geológica preocupante: los yacimientos tradicionales registraban una fuerte declinación, en especial en la obtención de los recursos convencionales que era costumbre extraer. Esto acontecía en un contexto de creciente demanda de energía, casi el 90% de la consumida en el país proviene del gas y el petróleo.

A la luz de los avances recientes, YPF planteó a sus exploradores un gran desafío. Debían estudiar de nuevo cada cuenca descubierta antaño y hacerlo con la visión, las ideas y las herramientas más innovadoras. El proyecto, intensivo, no contemplaba al inicio la perforación de pozos, sino un relevamiento de la información existente. Hubo que dar vuelta los archivos; recuperar estudios para reinterpretar más de 150.000 kilómetros de sísmica 2D; volver a analizar en los laboratorios



Arriba: los exploradores recorren extensas áreas, muchas son de difícil acceso y parte de los trayectos se transitan a caballo.
Abajo: preparación de geófonos para un relevamiento de sísmica.

las coronas y las muestras de pozos perforados 70 años atrás. El trabajo incluyó un convenio con 12 provincias interesadas y se extendió a las restantes; además, se recurrió a acuerdos específicos con centros de investigación y universidades. En pocos meses se obtuvieron resultados que presentaban oportunidades, tanto en provincias petroleras, con objetivos en bloques de Río Negro, Salta, Tierra del Fuego y Santa Cruz, por citar algunos, como en cuencas de frontera, donde se perforaron pozos de estudio en zonas remotas que aportaron valiosa información regional, siempre con la finalidad de incorporar nuevos conocimientos y recursos. Entre esos pozos de estudio cabe mencionar el Ansilta es-1, en San Juan; el Guandacol es-1, en La Rioja y Las Coloradas es-1, en Chubut.

El tercer objetivo, incitante, muestra un potencial quizá mayor que el de los “no convencionales”. Es el *offshore* de aguas profundas. Los hidrocarburos en el subsuelo de diversas áreas del talud continental siempre fueron un tema pendiente. Se habían realizado trabajos con el precepto de que las cuencas costa afuera serían continuaciones o “espejos”

Con nuevas tecnologías y renovada visión, YPF planteó un desafío: volver a estudiar cada cuenca.

de las terrestres. Los hidrocarburos aparecieron, pero nunca en cantidades que viabilizaran las ingentes inversiones requeridas para producirlos.

En los últimos años ocurrieron dos cosas. Por un lado, cambió la visión sobre el mar. Quizá la clave no se encuentre en las costas ni en la continuación de las cuencas terrestres, sino en las grandes profundidades, allí donde termina la plataforma continental y el lecho marino desciende abruptamente hacia los abismos oceánicos. Son enclaves “espejo”; por ejemplo, de cuencas marinas productivas en África, porque dicho continente y Sudamérica estaban fusionados antes de

Con la plataforma autoelevable Ocean Scepter, los pozos de estudio alcanzaron 2400 metros de profundidad en el *offshore* del Golfo San Jorge.

Cerca de 400 personas participaron en el proyecto Aurora (2008-2009); encontraron petróleo, aunque no en cantidades económicamente viables.

que surgiera el océano Atlántico hace millones de años; por esta razón, la costa africana es una continuación de la sudamericana.

La segunda cuestión es que —tras un silencioso y riguroso trabajo científico y técnico, realizado durante 20 años por un comité interministerial con la participación de YPF— la Comisión de Límites de la Plataforma Continental de las Naciones Unidas avaló, en marzo de 2017, el pedido de la Argentina de incorporar bajo su dominio la “plataforma externa”. El país extendió sus derechos de soberanía sobre recursos del subsuelo a lo largo y ancho de 1.784.000 km² de plataforma continental más allá de las 200 millas marinas; dicha superficie equivale al 48% del territorio emergido de la república. Se sumaron a los 4.799.000 km² enmarcados entre las líneas de base y esas 200 millas marinas. Representan un 35% más de superficie, precisamente en zonas prometedoras para los recursos *offshore* de aguas profundas. Requerirá tal esfuerzo exploratorio que dejará una huella imborrable en la compañía.



EL CAMINO DE UN PROYECTO

¿Cómo es la dinámica de un proyecto exploratorio? Ardua. Tantos son los factores, las evaluaciones y las ideas que los proyectos concretados cada año son verdaderos sobrevivientes.

De acuerdo con el grado de conocimiento y la cantidad de datos disponibles, los proyectos exploratorios se clasifican según las siguientes etapas: *play*, *lead* y prospecto. Si consiste en una idea o un concepto sobre un área cuyas características geológicas muestran la posible existencia de estructuras, trampas o acumulaciones de hidrocarburos, el proyecto se denomina *play*, porque el modelo aún precisa más datos. Con más información que incrementa la certeza, pasa a ser un *lead*. Cuando el análisis y la interpretación de todos los datos aportan un grado de certidumbre que respalde la decisión de perforar un pozo exploratorio, el proyecto pasa a ser un prospecto (*prospect*).

El proceso inicia con la reunión de lanzamiento (*kick off meeting*), previa a la presentación al Comité Evaluador. Desde ese momento, el proyecto debe superar revisiones técnicas y el trabajo de

un sinnúmero de especialistas hasta alcanzar la “madurez”. Producto de cada instancia se elabora un acta. En esta dinámica de incrementar la certidumbre, nada puede quedar librado al azar.

El primer objetivo es realizar los trabajos de campo, confeccionar mapas, describir perfiles y tomar muestras que ayuden a comprender la estratigrafía y la estructura del área de interés. El sentido de la oportunidad, los porcentajes estimados de éxito y, en especial, la rigurosidad técnica son ineludibles.

Por lo general, el proyecto requiere estudios de sísmica que agregarían un relevante capítulo al proceso. Debido a su costo, pueden insumir buena parte del presupuesto programado, por lo que antes de emprenderlos se efectúan evaluaciones *ad hoc*.

Sorteados estos desafíos, si el Comité valida el proyecto y lo considera alineado con los planes de YPF, llega la hora de marcar las coordenadas en el terreno para perforar los pozos exploratorios.

El sentido de la oportunidad, los porcentajes estimados de éxito y la rigurosidad técnica son ineludibles en el planteo de cada proyecto exploratorio.

Mientras, se suman trámites paralelos; porque, de llegar a la perforación, son necesarios los informes de impacto ambiental; los permisos de los superficiarios y de las autoridades provinciales.

En algún momento, el pozo se hace realidad. ¿Fin del proceso? No. Comienza la etapa de evaluación de los datos que se van obteniendo durante la perforación. En función de los resultados, puede decidirse avanzar en el ensayo del pozo. Si se trata de una reevaluación de un sondeo antiguo, se propone la intervención y la reparación del pozo (*work over*). Cada encuentro concluye con su acta correspondiente.

Por otro lado, las evaluaciones fijan la mirada en el aspecto económico, debido a que los proyectos exploratorios suelen ser de alto riesgo. Históricamente, el porcentaje promedio de éxito de que un pozo exploratorio descubra hidrocarburos comercializables ronda el 20%. En los casos de cuencas de frontera, poco exploradas, la factibilidad es menor. Luego se combina el cálculo tradicional del valor actual con el riesgo exploratorio; la finalidad es definir si el proyecto resulta económicamente adecuado. Esto permite la aprobación por parte del Comité de Exploración.

Finalmente, si el pozo es descubridor, se declaran las reservas que incorpora y el proceso pasa al área de Desarrollo y Producción.

Cada proyecto es meticuloso, con muchas variantes y características propias: puede tratarse de un área nueva, de un nuevo horizonte en un área conocida, de recursos convencionales o no convencionales. También puede tratarse de proyectos exploratorios que llevaría adelante un socio de YPF en un área determinada, o de horizontes nuevos en las cuencas de frontera, donde todo está por hacerse.



La mayoría de los pozos exploratorios son perforados haciendo girar un trépano conectado a la sarta de caños de distintos diámetros y peso que conforma la columna de perforación.

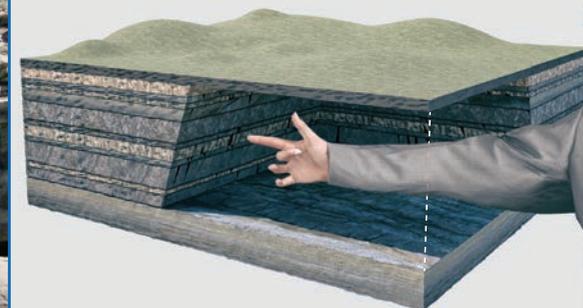
EL PROCESO EXPLORATORIO

EVALUACIÓN TÉCNICA DE EXPLORACIÓN EN ÁREAS PROPIAS Y ASOCIADAS



3. INTERPRETACIÓN GEOLÓGICA Y ANTECEDENTES PETROLEROS

Modelos prospectivos, interpretación geológica, cortes de correlación, petrofísica, mapeo y sistema petrolero.



1. GEOLOGÍA REGIONAL Y DE SUPERFICIE

Mapeo, levantamiento estratigráfico y estructural, muestreo y laboratorio.



2. GEOFÍSICA: MÉTODOS POTENCIALES Y SÍSMICA

Gravimetría, magnetometría, MT, etc. Sísmica 2D y 3D: adquisición, procesamiento e interpretación de datos.

6. PLAN DE ACCIÓN ANUAL

Aprobación de presupuesto, disponibilidad de equipos, cronograma.

5. PLAN ESTRATÉGICO

Abarca de 5 a 10 años. Recursos, chance, sísmica, número de pozos, inversiones, ocurrencia.

4. BASE DE RECURSOS

Potencial de recursos prospectivos de hidrocarburos de las cuencas.



9. COMITÉ DE EXPLORACIÓN

Evaluación económica y aprobación gerencial.



7. CALIDAD (QA) Y PORTAFOLIO

Evaluación multidisciplinaria técnica, recursos y oportunidades.

8. PROGRAMA DE PERFORACIÓN (TR)

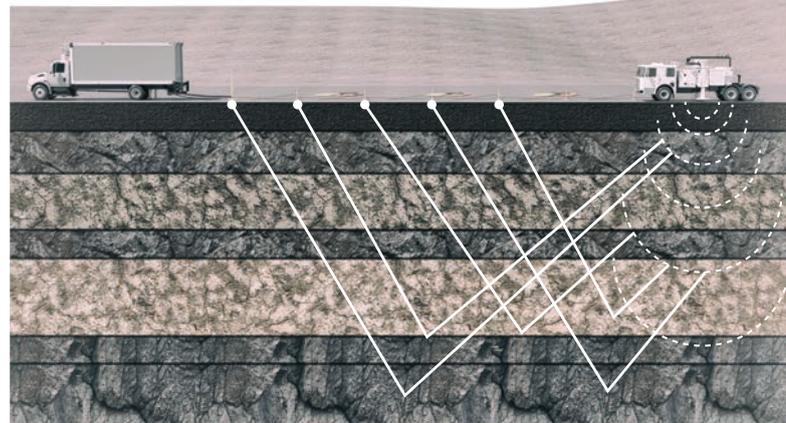
Diseño, materiales, presupuestos, riesgos, curvas de avance y costos.

10. PERMISOLOGÍA

Impacto ambiental, autoridad de aplicación provincial, superficiarios.

11. OBRAS CIVILES

Estaqueo, topografía, construcción de caminos y locación.



DEFINICIÓN DE PROYECTOS EXPLORATORIOS



12. PERFORACIÓN

Control geológico, coronas y testigos, perfilaje, laboratorio, entubación, avance y costos.



14. ENSAYOS

Flujos, caudales, presiones, muestreo, registros de producción (PLT), gradientes, análisis PVT de las propiedades de los fluidos.



POST MORTEM

Revaluación para continuar o abandonar la exploración.

NO

SÍ

13. TERMINACIÓN

Diseño, materiales, presupuestos, riesgos, estimulación, avance y costos.

15. POST DRILL

Impacto y extensión del descubrimiento o análisis de fracaso.

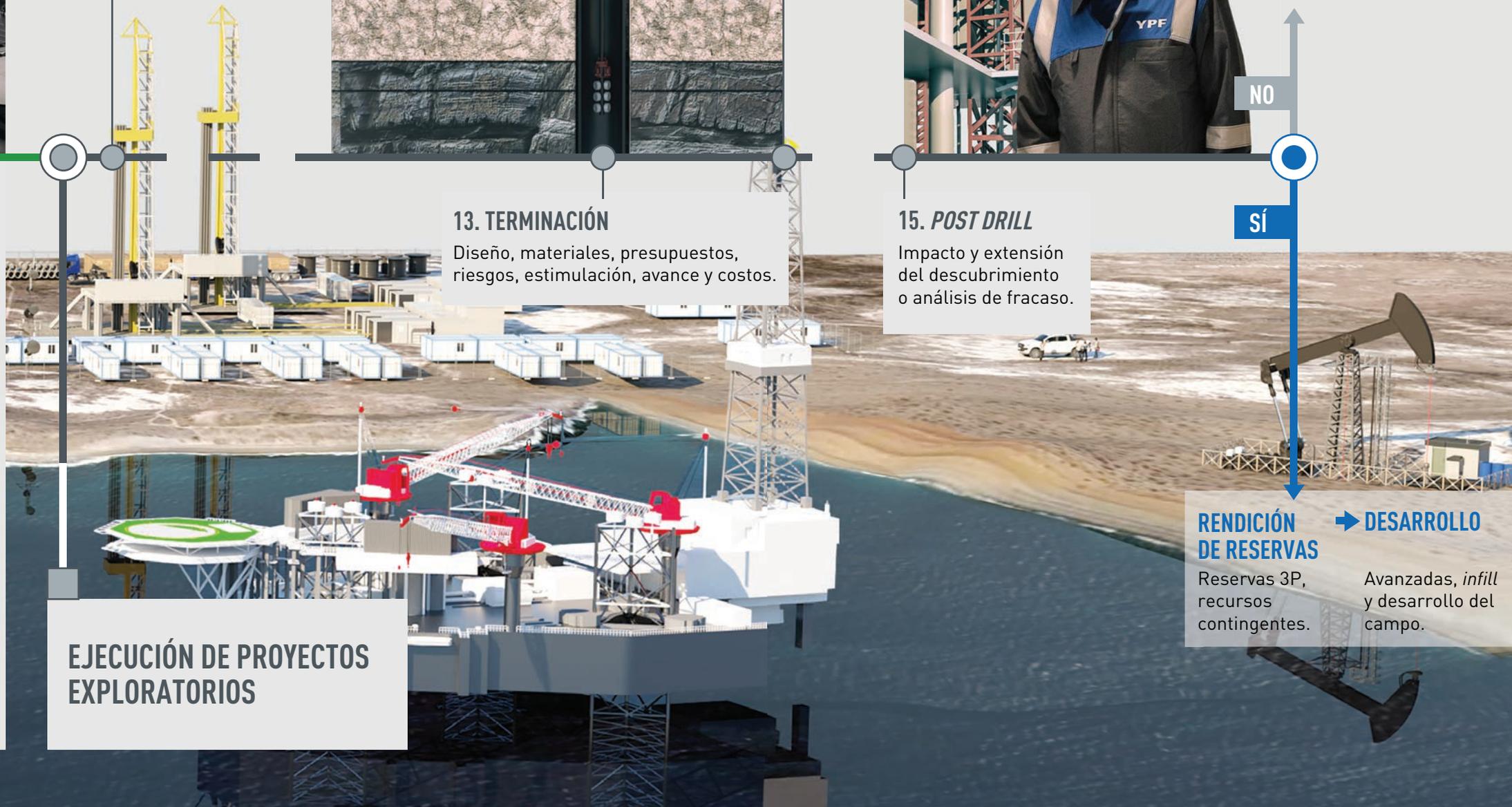
RENDICIÓN DE RESERVAS

Reservas 3P, recursos contingentes.

DESARROLLO

Avanzadas, *infill* y desarrollo del campo.

EJECUCIÓN DE PROYECTOS EXPLORATORIOS





Extraer el petróleo y el gas de las rocas madre, donde se generaron, demanda tecnología de vanguardia para transformar esas rocas impermeables en semipermeables y convertirlas en reservorios no convencionales.

LA GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO

En 2014 YPF creó la Carrera Técnica. Es transversal a todos los negocios y está diseñada para reconocer las mejoras de gestión logradas gracias al desempeño de empleados técnicos. También fortalece el crecimiento y la formación de quienes emprenden su camino en la empresa.

Las primeras especialidades en abordarse son Geociencias e Ingeniería de Reservorios. Se divide en carrera técnica básica (Kimn I y Kimn II) y carrera técnica superior.

Una vez finalizada la formación básica —obligatoria y general de YPF, de unos cinco años—, los profesionales pueden postularse a niveles superiores: *senior*, *principal* o *advisor*. El cargo más alto corresponde a la categoría *fellow*.

Ante un comité evaluador exponen sus competencias técnicas, su capacidad para aplicar el conocimiento en los proyectos y para transferirlo a otros profesionales (dictado de cursos, docencia, etc.); también muestran su visibilidad: la actividad interna y externa que realizan, como la participación en congresos y publicaciones.

Desde el inicio de la Carrera Técnica se han postulado 300 profesionales. La mayoría de los técnicos que ha ascendido a *advisor* proviene de Exploración, lo que refleja la vocación de los geólogos y los geofísicos de YPF por progresar en el ámbito de la gestión y superar los desafíos que plantea la evolución del sector.

Geólogos y geofísicos de la Carrera Técnica exponen a un comité su capacidad para aplicar el conocimiento y transferirlo a otros profesionales.



Un grupo de geólogos prepara los equipos para estudiar el subsuelo en Malargüe, Mendoza.



CAPÍTULO 2

CREADORES

DEL PORVENIR

En 1907, se descubrió petróleo comercializable en la Argentina y desde la fundación de YPF, en 1922, se forjan los conocimientos y los hallazgos que construyen la historia de la energía nacional.

ORIGEN Y LEGADO

La chubutense ciudad de Comodoro Rivadavia alberga en su barrio General Mosconi, cuyo nombre rinde homenaje al primer director de Yacimientos Petrolíferos Fiscales (YPF), uno de los museos más importantes del mundo sobre la industria hidrocarburífera junto con los de Rusia y Estados Unidos. Es el Museo Nacional del Petróleo, creado en 1987 por iniciativa de YPF para mostrar su historia

como motor del sector en el país, y se encuentra en un lugar emblemático. Fue en su predio donde, el 13 de diciembre de 1907, un grupo de operarios de la Dirección de Minas, Geología e Hidrología del Ministerio de Agricultura descubrió crudo comercializable. Su hallazgo dio pie a la industria del petróleo y del gas en la Argentina y cambió para siempre su porvenir.

Aquellos pioneros sabían que estaban haciendo historia y dejaron testimonio de su trabajo. La colección del museo, declarada Bien de Interés Histórico y Cultural, es un viaje por el tiempo: fotos, telegramas, herramientas, maquinaria..., y algo muy emotivo: en la entrada, un modesto monumento recuerda que allí fue perforado el Pozo N.º 2, el descubridor.

La epopeya tiene nombres propios: la Dirección General de Minas, Geología e Hidrología de la Nación estaba a cargo del ingeniero Enrique Martín Hermitte. Su colega

El Museo Nacional del Petróleo, creado por iniciativa de YPF, fue construido en la locación del pozo descubridor de crudo comercializable.



La historia del petróleo comercializable en la Argentina comenzó en Comodoro Rivadavia, Chubut, el 13 de diciembre de 1907 a las 10:30 de la mañana con el pozo N.º 2.

Julio Krause era jefe de la Sección de Hidrología; Humberto Beghin fue responsable de las labores en Comodoro Rivadavia, donde el sondeo exploratorio estaba a cargo del técnico en perforación José Fuchs. Otros geólogos y cartógrafos completaban la dotación.

La historia ha sido relativamente injusta con estos exploradores. Suele decirse que su hallazgo fue una casualidad, que solo buscaban agua, lo cual minimiza su rigor científico y sus esfuerzos. La citada Dirección General tenía la finalidad de efectuar las exploraciones geológicas, mineralógicas e hidrológicas y los estudios de combustibles minerales y fuentes termales; sus profesionales confeccionaban un mapa geológico de la república. Cuando estaban perforando en Comodoro Rivadavia revelaron la incógnita que albergaba el subsuelo patagónico: “Comunícole, señor jefe, que se cree haber dado con una napa de kerosene... Se continúa perforando”. Firmaban el telegrama Beghin y Fuchs el 11 de diciembre. Dos días después confirmaron sus sospechas: “¡Gran Dios! Encontramos kerosene. Es del Estado”, exclamó Beghin al pie del pozo.





Allí donde perforaban, los geólogos de la Dirección General de Minas, Geología e Hidrología tenían la misión de hallar agua, carbón y petróleo.

José Fuchs (a la dcha.) en 1915, junto al monolito levantado donde estuvo el pozo descubridor en Comodoro Rivadavia. Durante su trabajo en YPF hasta 1936 se perforaron 822 pozos exploratorios en la Cca. del Golfo San Jorge.



De izquierda a derecha: el primer ensayo de destilación de crudo neuquino tuvo lugar en Plaza Huincul en noviembre de 1918. Pozo en Cacheuta, Mendoza, 1915.

Sí, buscaban agua, pero, allí donde perforaban, los geólogos del ente estatal tenían la misión de hallar mantos de carbón, escaso en el país, y quizá alguna formación que contuviera un combustible moderno y versátil, el petróleo, para reemplazar las importaciones.

Los integrantes de la Dirección de Minas trabajaban enfocados tanto en el agua como en esos recursos energéticos. Utilizaban 14 perforadoras de última generación con motores de vapor. En el pozo N.º 1, que tuvo problemas al llegar a los 170 metros de profundidad, ya se habían manifestado manchas aceitosas que emergían con el lodo de perforación; pero los ingenieros estimaron que podrían deberse a una pérdida de lubricante de la bomba de inyección.

Para el Pozo Chubut N.º 2 se importó de Austria un moderno equipo a percusión Fauck. Aunque esta perforadora había llegado a su límite operativo a los 500 metros de profundidad, Beghin y Fuchs evaluaron que podía avanzar sin grandes riesgos. Está claro que ya no buscaban agua. Cuando perforaron otros 35 metros se toparon con la

El conocimiento geológico, contar con la mejor tecnología y una meditada audacia posibilitaron el primer hallazgo de petróleo comercializable en la Argentina.

napa de kerosene. La intuición profesional, el valor de los datos geológicos registrados, el conocimiento, el ánimo de contar con la mejor tecnología de la época y la meditada audacia posibilitaron el hallazgo. Estas características distinguen a los exploradores que hicieron y hacen la historia de YPF y de la Argentina.

NUEVAS CUENCAS

Como si hubiera estado esperando la noticia, el presidente José Figueroa Alcorta reaccionó con rapidez. Firmó un decreto que reservaba el área del descubrimiento para el Estado y prohibía cualquier reclamo privado en un radio de cinco leguas a la redonda. También se estableció el valor industrial del hidrocarburo descubierto y el potencial del yacimiento.

Sin embargo, el entusiasmo inicial dio paso a la compleja realidad: la producción de aquel petróleo sería compleja. Hasta 1914, los éxitos eran exiguos. Algunos pozos con escasa producción, otros obstruidos por arena, incendios, herramientas perdidas, entre muchos infortunios, minaban las expectativas de los más optimistas. Además, en 1910 se redujeron los fondos públicos para las operaciones (de 2 millones de pesos a 500.000) y el área reservada al Estado (de 10.000, sin término de duración, a 5000 hectáreas y solo por cinco años), al tiempo que se autorizaron cateos a empresas privadas con diversos resultados.





De izquierda a derecha: baqueanos locales guiaban a los exploradores en las expediciones de antaño. Imagen de la década de 1910. Miembros del campamento Malaspina en Chubut, 1924.

「 EN 1914, COMENZÓ
LA PRODUCCIÓN
“EN SERIO” DE
LA CUENCA DEL
GOLFO SAN JORGE. 」

Hasta entonces, el poco petróleo y de regular calidad extraído solo alimentaba las calderas en la operación y las del ferrocarril que conectaba a la localidad con Lago Buenos Aires. No aportaba contrapartida financiera. Recién en 1914 comenzó la producción “en serio” en la Cuenca del Golfo San Jorge con la puesta en marcha de una destilería y la autorización para que el crudo y sus derivados pudieran ser vendidos.

Paradójicamente, la escasa información disponible en la víspera del descubrimiento sobre la existencia de hidrocarburos en los alrededores de Comodoro Rivadavia se contraponía con la abundancia de datos sobre la presencia de petróleo en el noroeste, en especial en Jujuy. Allí, la Compañía Jujeña de Kerosene —la primera sociedad anónima argentina del sector— perforaba pozos desde 1865.

En Salta, la reseña más antigua sobre el petróleo provincial data de 1781, de un relato del franciscano fray Barba, quien descubrió un afloramiento de aceite mineral en Aguaragüe. En el nacimiento del siglo XX, los lugareños ya sabían de manaderos naturales en entornos

selváticos como el de la Quebrada de Galarza, cerca de la actual Tartagal, donde las emanaciones olían a petróleo. El emprendedor privado Carmelo Santerbó obtuvo permisos para cateos en la zona y se dedicó a obtener betún mediante pozos criollos. En 1906, cuando se debilitó su salud, vendió los permisos al inmigrante español Francisco Tobar, quien profundizó las perforaciones con maquinaria de mayor capacidad.

Las historias sobre Tobar, considerado el “padre del petróleo” en Salta, son épicas. El traslado de las máquinas —marca Keystone con sistema de percusión a cable para 250 y 500 metros de profundidad— a través de 200 kilómetros de selva casi impenetrable, ayudado por bueyes, mulas y un puñado de hombres, es un capítulo único, aunque al borde del olvido. Su tenacidad se vio recompensada, incluso logró presentar un barril con crudo salteño en la Exposición Industrial del Centenario de la Revolución de Mayo, en 1910, en Buenos Aires. Cuando en 1924 vio amenazado su negocio, debido a un conflicto por superposición de permisos con Standard Oil, buscó el apoyo de YPF, fundada dos años antes. La empresa,

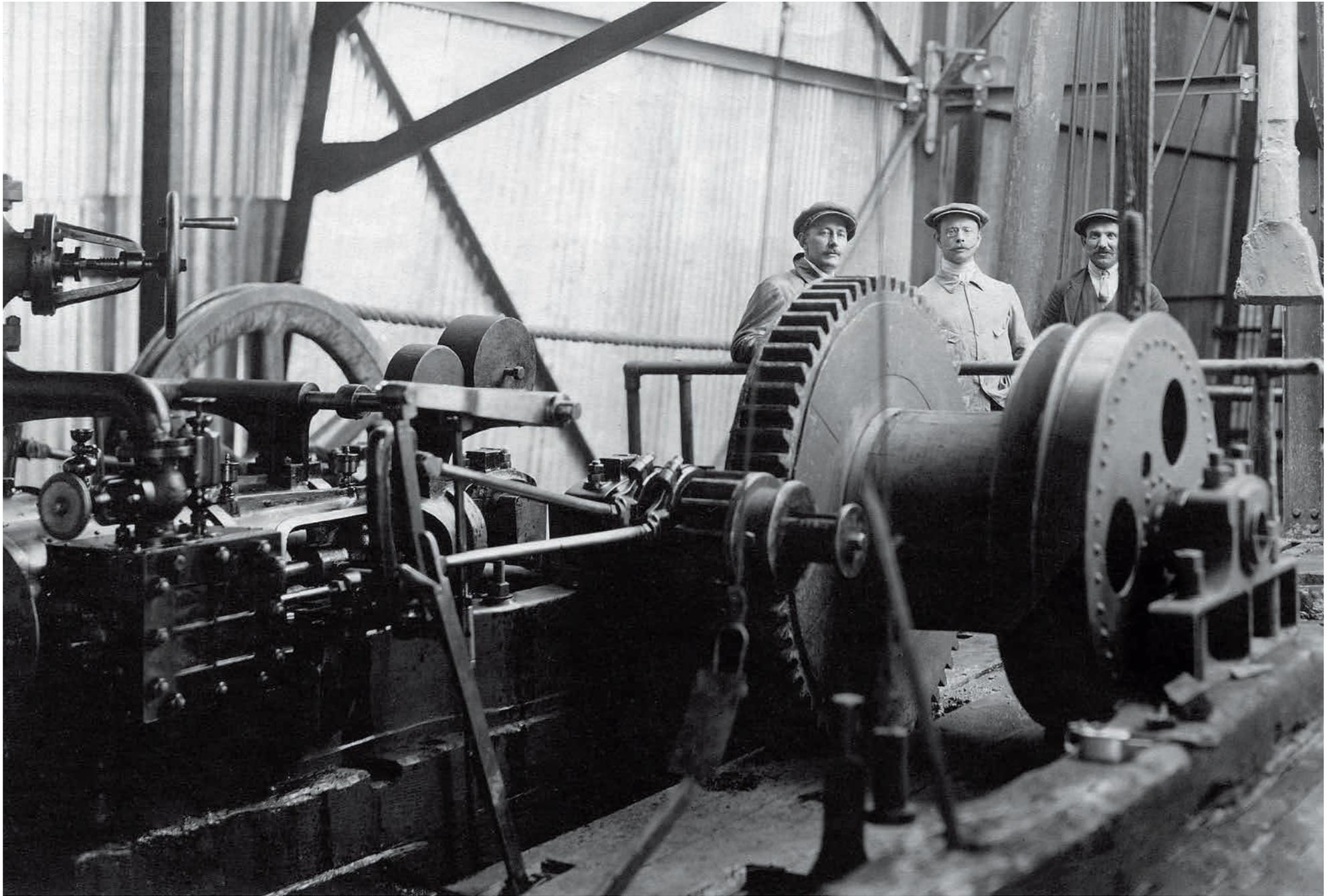
que se convertiría en la principal descubridora de las formaciones con hidrocarburos en el país, comenzó a operar la Mina República Argentina. Con nuevas máquinas y mejor tecnología, perforó el pozo Vespucio N.º 1 que, en 1928, a los 400 metros de profundidad, alcanzó un horizonte surgente con una productividad de 30 metros cúbicos por hora. Nacería allí el Campamento Vespucio, destinado a convertirse en un núcleo petrolero durante los años siguientes.

Desde el Estado, la Dirección de Minas también se había interesado por la región y contrató en 1914 al geólogo italiano Guido Bonarelli. Durante ocho meses relevó 10.000 km² en compañía de un baqueano, un arriero y un cocinero. Con una brújula y una piqueta como únicas herramientas describió cadenas orográficas y definió las Sierras Subandinas, fundando las bases de la geología local. Además, identificó las áreas de Capiazuti, que resultó ser la primera descubridora de gas natural, y Campo Durán, llamado a convertirse en uno de los bloques petrolíferos más importantes del país; y que entró en producción en 1951, en vísperas del fallecimiento del geólogo.

Al tiempo que se exploraba el norte y se trataba de dilucidar, tras un duro comienzo, si el desarrollo petrolero de Comodoro Rivadavia era viable, la Dirección de Minas, siempre a cargo de Hermitte, se ocupaba de otras regiones promisorias. Había que encontrar zonas más productivas. Así, en 1916 y 1917, envió a Bonarelli, tras su legendario paso por Salta, a realizar observaciones en Tierra del Fuego y en la región santacruceña del lago San Martín. La decisión se basó en las noticias favorables que empresas privadas comunicaban desde 1909 en el lado chileno de la cordillera de los Andes. Entre otros trabajos destacables, Bonarelli diseñó el mapa geológico de Tierra del Fuego.

También había expectativas sobre la Cuenca Neuquina. En 1914, ya había indicios, relatos y bibliografía sobre el potencial de las formaciones regionales.

El agrimensor Germán Avé-Lallemant y el geólogo Guillermo Bodenbender, ambos de nacionalidad alemana, habían creado las bases de los estudios geológicos neuquinos a fines del siglo XIX y mencionaron su



Interior de una perforadora de 1915 en Comodoro Rivadavia, Chubut.

Francisco Tobar,
“padre del petróleo”
en Salta, traspasó
en 1924 su
operación a YPF,
que cuatro
años más tarde
descubrió petróleo
comercializable
con el pozo
Vespucio N.º 1.



Operarios de una perforadora portátil Keystone en la Cca. Noroeste.

potencial. El teniente coronel del Ejército Antonio A. Romero había observado en 1897 manifestaciones de petróleo en lutitas bituminosas (titonianas) aflorantes junto al Cerro Lotena, a 180 kilómetros de la capital de Neuquén. Requirió la concesión del área un año después y comenzó a explotarla de manera artesanal. Ante las prometedoras perspectivas, en 1912 Hermitte encomendó tres viajes a aquellas tierras al geólogo germano Anselmo Windhausen, quien había explorado desde 1909 los alrededores de Cacheuta, en Mendoza, a pedido de la División de Minas.

Entre otros sitios, Windhausen visitó las áreas reclamadas por Romero a 24 kilómetros del extremo del riel ferroviario que acababa de llegar a Zapala. En un informe presentado en 1913 ante la Sociedad Científica Argentina, consideró que “los futuros trabajos de exploración deberán concentrarse principalmente en una zona cuyo centro lo formaron los afloramientos de Huinul”. Ese año, Hermitte envió a otro geólogo alemán, Juan Keidel, a seleccionar una estructura tectónica favorable para la acumulación de hidrocarburos que estuviera lo más cerca posible del ferrocarril y que dispusiera de agua.

El agrimensor Germán Avé-Lallemant y el geólogo Guillermo Bodenbender crearon las bases de los estudios geológicos neuquinos a fines del siglo XIX.

El requerimiento se debía a los escasos fondos disponibles. Keidel prefería otras zonas, en especial un gran anticlinal, pero sin ferrocarril ni agua (cuando después se buscó petróleo en aquella locación, no se encontró). Predominaron las condiciones de Hermitte y Keidel tuvo que señalar otro enclave a mitad de camino entre Zapala y Neuquén, en una loma a 1100 metros al norte del kilómetro 1295 del ferrocarril, cerca de la aguada Plaza Huincul.

Para entonces ya existían decenas de requerimientos de pertenencia minera en el distrito de Cerro Lotena, además de la de Romero, incluyendo perforaciones importantes, aunque infructuosas, como las del Sindicato Yacimientos Petrolíferos de Challacó y Argentine Oil Field Ltda.

En lo que respecta a la División de Minas, una vez identificado el sitio por Keidel, faltaba resolver el financiamiento. Los fondos eran tan exiguos que Hermitte debió decidir entre perforar un pozo en Huincul o continuar las labores en Capiazuti, Salta. Citó a Keidel y a

Bonarelli, quienes defendieron con impecable argumentación sus áreas exploratorias. Finalmente se optó por Plaza Huincul.

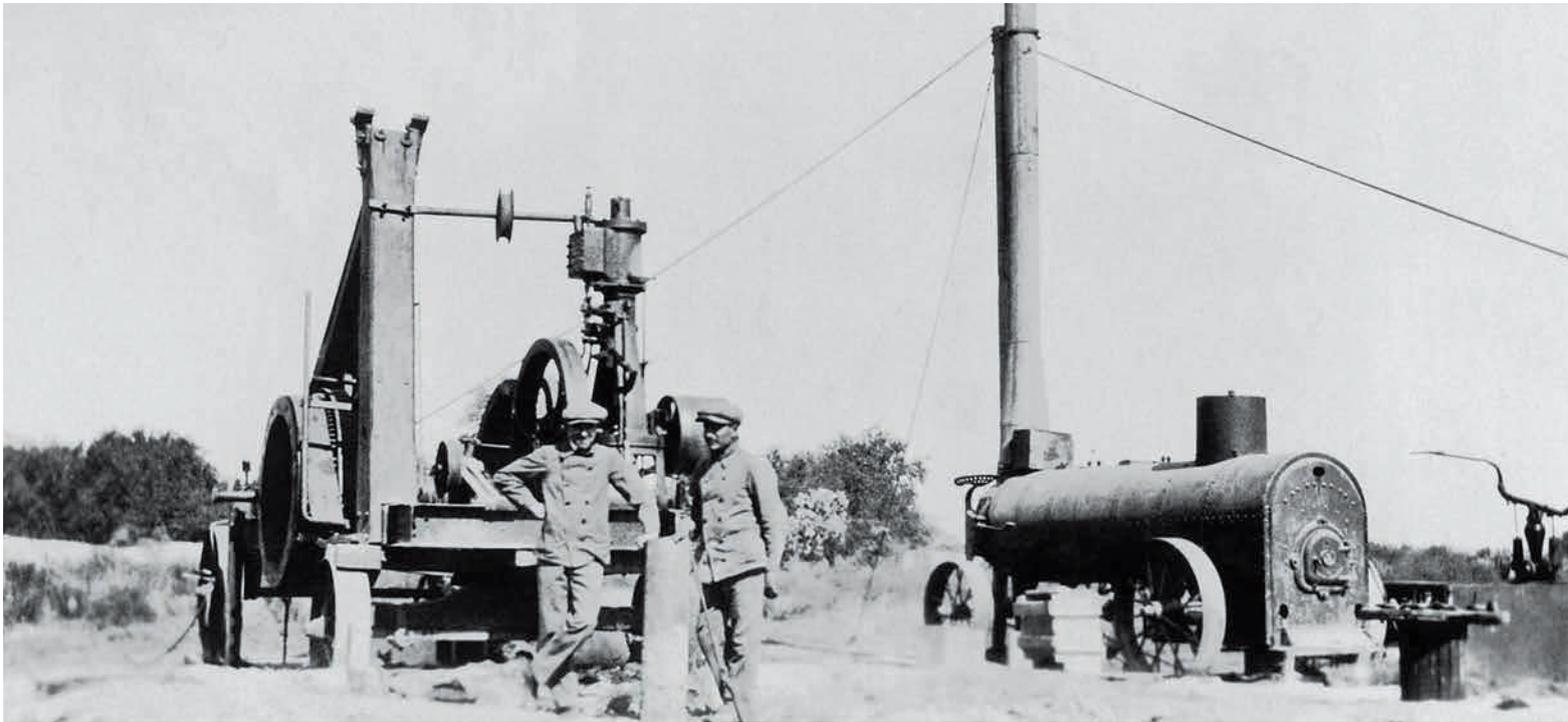
En 1916, empezó la perforación, a cargo de Enrique Cánepa. El 29 de octubre de 1918, la perforadora Fauck, bautizada "Patria", descubrió petróleo allí, a 603 metros de profundidad; con fines de estudio, el pozo fue profundizado hasta 1060 metros y aportó información geológica trascendental sobre la región. Nació así la historia oficial de la Cuenca Neuquina como proveedora de hidrocarburos. De inmediato, el Poder Ejecutivo estableció un área de reserva octogonal de 78,5 km² con epicentro en el pozo descubridor. Hasta 1922, la Dirección de Minas perforó otros seis pozos en Plaza Huincul, cinco de ellos productivos. Mientras, algunas empresas privadas exploraban el borde del "Octógono Fiscal"; lograron el primer descubrimiento privado en diciembre de 1923. Fueron años difíciles para la Cuenca, que vivió su verdadero despegue productivo en 1941 gracias a los exploradores de YPF, que hallaron petróleo con el pozo N.º 4, en Challacó.



Operarios de YPF en Plaza Huincul, años 20.



Arriba: traslado de una perforadora y su caldera a leña, remolcada por un tractor. **Abajo:** la tracción a sangre fue, durante décadas, la única forma de llevar los equipos hasta los yacimientos. En la imagen, Plaza Huincul, Cca. Neuquina.



Arriba: acarreo de ductos en el noroeste. **Abajo:** equipamientos de inicios del siglo XX.

「 YPF NACIÓ EL 3 DE JUNIO
DE 1922, CUANDO AUMENTABAN
EL CONSUMO DE PETRÓLEO EN
LA MATRIZ ENERGÉTICA NACIONAL
Y EL VALOR ESTRATÉGICO
INTERNACIONAL DE LOS
HIDROCARBUROS. 」

EL NACIMIENTO DE YPF Y DE SU LABOR EXPLORATORIA

Hacia 1920, la Argentina contaba con tres cuencas productivas: Golfo San Jorge, Noroeste y Neuquina, aunque las dos últimas en etapa incipiente. Cerca de Comodoro Rivadavia, el área más importante, la industria no lograba despegar; a las dificultades técnicas se sumaban los conflictos motivados por las condiciones laborales. De todos modos, los estudios proseguían: entre 1910 y 1911, el geólogo Walter Schiller, tras trazar un minucioso mapa, dedujo que el entrampamiento de petróleo en Golfo San Jorge respondía a factores estructurales. A continuación, Keidel y Windhausen analizaron la zona. Wichman y el director de la División de Minas, Hermitte, plantearon que la acumulación de petróleo estaba relacionada con indicadores de porosidad y permeabilidad, le restaron importancia a lo estructural, pero su idea perdió vigencia con rapidez.

Mientras crecía el consumo de petróleo, superando el 10% de la matriz energética nacional, la situación se tornó compleja para el

mandatario Hipólito Yrigoyen. A las renunciadas de Hermitte a la Dirección de Minas, a fines de 1921 por nombramientos que consideraba poco idóneos, y del ministro de Agricultura, Alfredo Demarchi, tres meses después, se sumó la conflictividad en Comodoro. Esto acontecía en un contexto en el que los hidrocarburos ganaban peso como recursos estratégicos al término de la Primera Guerra Mundial (1918) y en la Argentina había aumentado la importación y el almacenamiento de combustibles. Todo forjó un cambio sustancial: el gobernante decretó la fundación de la empresa Yacimientos Petrolíferos Fiscales el 3 de junio de 1922, casi al término de su gobierno. La relevante YPF tenía rango de Dirección General y dependía, al igual que la Dirección de Minas, del Ministerio de Agricultura.

Meses después, la llegada de Marcelo Torcuato de Alvear a la Casa Rosada entusiasmó a quienes pugnaban por fortalecer la participación de las firmas privadas en el desarrollo

petrolero. Por el contrario, el nombramiento del coronel e ingeniero Enrique Mosconi al frente de YPF, el 19 de octubre de 1922, impulsó la actividad estatal. Su gestión alcanzó tal trascendencia que es considerado el mayor ícono de la historia petrolera argentina. Su visión empresaria fue meritoria, desde el primer momento indicó que se debía “buscar el menor costo de producción y obtener un mayor beneficio”.

Al asumir, Mosconi se abocó a organizar una empresa integral y agregó áreas al Departamento Técnico, una de ellas dedicada a la exploración y explotación de hidrocarburos que rápidamente se convirtió en el Departamento de Minería y Geología, estructurado en Exploración, Explotación, Topografía y Petrografía. Estaba claro, en palabras de Mosconi, que se trataba de un sector fundamental para la petrolera.



Dada la trascendencia que se dio a la geología para el desarrollo de los campos productivos y para incorporar yacimientos sobre la base de investigaciones exploratorias, la División Geológica fue designada a Guido Bonarelli, quien años atrás había recorrido la Cuenca del Noroeste. La administración en Comodoro Rivadavia quedó en manos del ingeniero Alfonso Baldrich.

El primer presidente de YPF, Enrique Mosconi, la organizó como una empresa integral orientada a buscar la rentabilidad.



De izquierda a derecha: el geólogo Egidio Feruglio en las inmediaciones del lago Argentino, Santa Cruz, a mediados de los años 20. Gira de campo cerca de Sarmiento, Chubut, en 1927: Alejandro Stessin, Alejandro Piatnitzky, Vladimiro Vinda y Enrico Fossa Mancini (2.º, 3.º, 4.º y 6.º desde la izq., respectivamente). Integrantes de la Comisión Geológica del noroeste en Jujuy, años 30.

José María Sobral durante un estudio de superficie a 3050 metros de altitud en el mendocino Cerro Nevado, 1929.

Guido Bonarelli,
Egidio Feruglio,
Danilo Ramaccioni,
María Casanova,
Vincenzo Franceschi,
Ivo Conci y Enrico
Fossa Mancini
fueron exploradores
próceres de YPF.





Los cuatro años de Bonarelli al frente de la investigación geológica rindieron frutos. Primero se dedicó al desarrollo de los yacimientos de Chubut y Neuquén, a los que sumó, a pedido de Mosconi, la evaluación de las posibilidades de Mendoza y Salta. Mientras relevaba las zonas productoras, investigaba áreas nuevas del Terciario y el Cuaternario en La Pampa y Río Negro, además de ordenar estudios paleontológicos en Miramar. También reinterpreto el anticlinal en el polígono fiscal de Golfo San Jorge. Antes de regresar a Italia en 1927, recomendó que se contratara a Egidio Feruglio, Danilo Ramaccioni, la doctora María Casanova, el ingeniero Vincenzo Franceschi y el doctor Ivo Conci, todos ellos próceres de la Comisión Geológica del Golfo San Jorge y maestros de las generaciones posteriores. Tras la partida de Bonarelli, dicha Comisión emplazó su sede en Comodoro Rivadavia, y en 1925 quedó a cargo de otro científico legendario: Enrico Fossa Mancini.

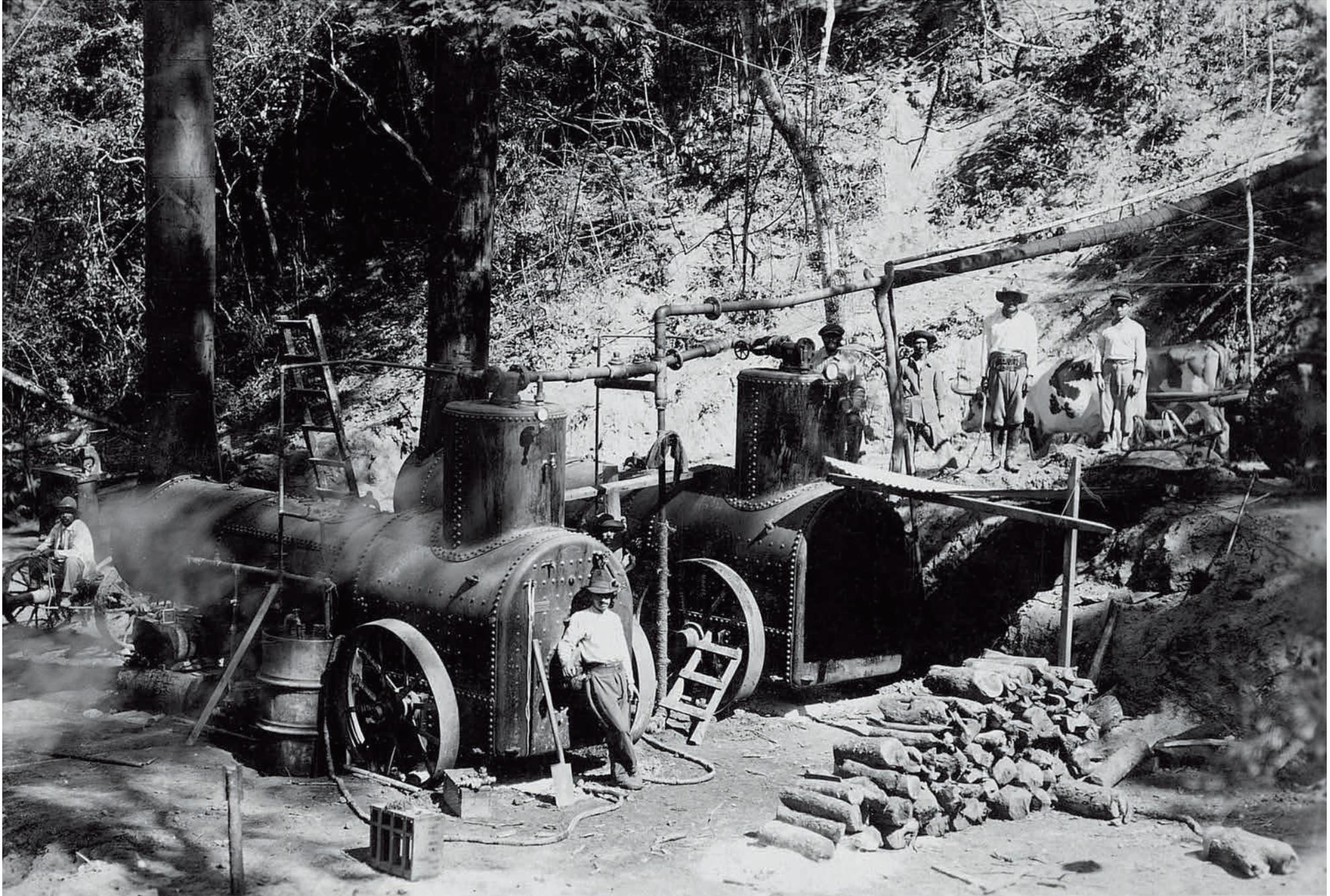
Los decretos de 1930 ampliaron las áreas fiscales demarcadas desde 1924 en La Pampa, Río Negro, Neuquén, Chubut, Santa Cruz y Tierra del Fuego, también facultaron a YPF a explorar y producir petróleo en Salta.

Durante 11 años, el geólogo Mancini dirigió el sector Exploración de YPF y obtuvo grandes logros. La producción de la compañía aumentaba. Entre sus éxitos se destaca la disposición de los límites del área por estudiar en la Cuenca del Golfo San Jorge; abarcó 105.000 km², equivalentes a la superficie total de Bélgica, Holanda y Suiza. Otro logro: la descripción de las características estructurales de la cuenca al categorizar las estructuras de anticlinales y fallas. Mediante pozos estratigráficos, a partir de 1931 consiguió sustanciales descubrimientos, entre ellos: Cañadón Lagarto, Pampa María Santísima y Pampa del Castillo, este en 1935.

Dos hallazgos en la Cuenca del Golfo San Jorge fueron trascendentales en los años 30: Horizonte de Escalante y El Trébol.

Dos hallazgos fueron trascendentales. El primero, un nuevo horizonte productivo en la antigua reserva fiscal de 5000 leguas a la redonda delimitada en exclusiva para el Estado a horas del descubrimiento de 1907. Estaba casi a 800 metros de profundidad, unos 200 metros por debajo de las capas desarrolladas desde los primeros días. Fue bautizado Horizonte de Escalante (el petróleo caracterizado en aquel yacimiento hallado en 1930 es denominado Escalante). El segundo yacimiento —a 30 kilómetros al oeste de Comodoro Rivadavia, a mayor profundidad que lo explorado en la zona (1232 metros)— fue nombrado El Trébol en 1935. Con todo, el horizonte más profundo de la cuenca descubierto hasta ese momento era Pampa del Castillo, en el flanco norte, a 1750 metros de profundidad.

También en 1935, el Congreso ratificó un decreto que acotaba las concesiones privadas, mantenía las existentes y reservaba el resto del territorio nacional para YPF. El dictamen facilitó la expansión de la compañía estatal, particularmente en Mendoza, donde operaba desde 1931. Además, con la gestión de Mancini se produjeron notorios hallazgos de gas natural.



La energía para impulsar los equipos de perforación la aportaban calderas de hierro a vapor, del tipo locomóvil, alimentadas con leña.

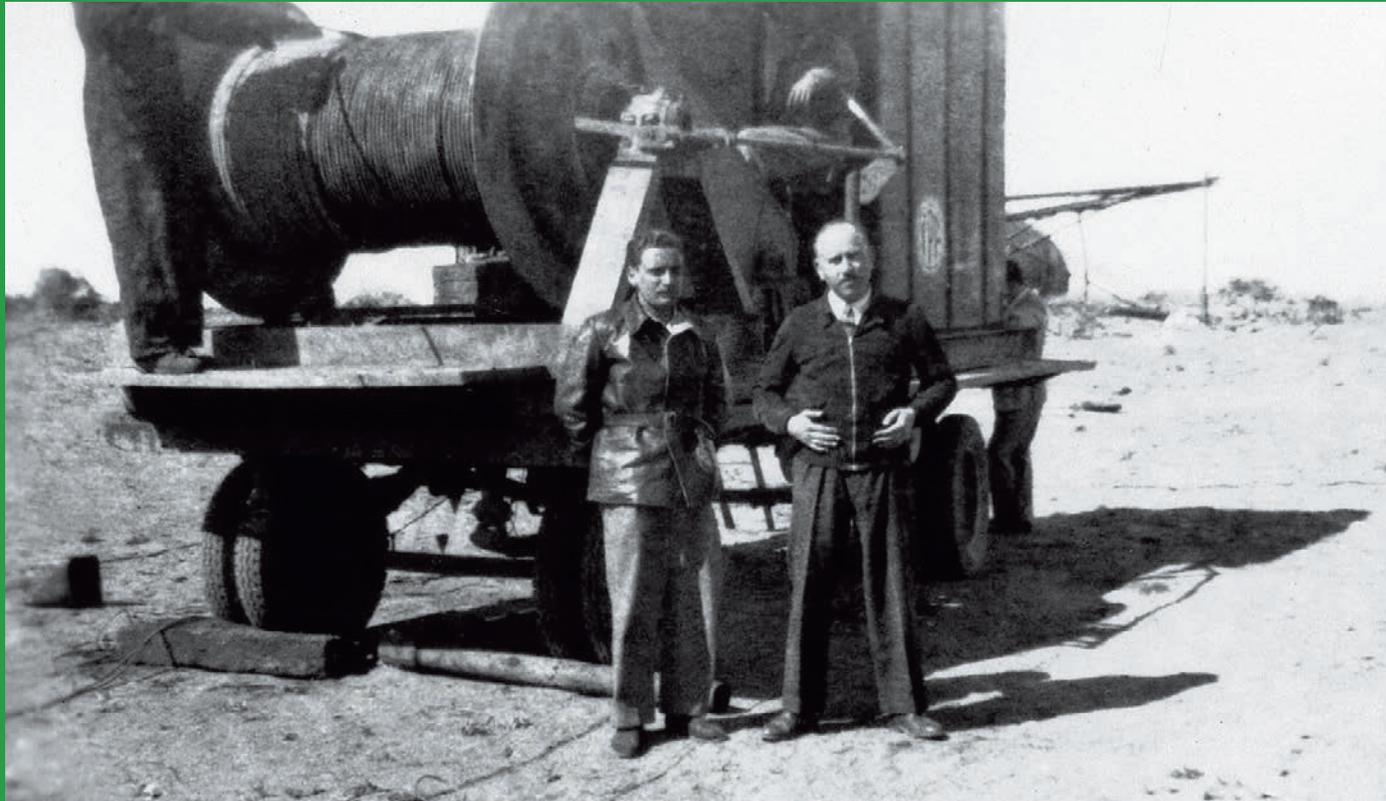
LA ESCUELA DE GEOLOGÍA, NUEVA TECNOLOGÍA Y MUCHA CIENCIA

Fossa Mancini se distinguió por su visión, que trascendía los trabajos de campo. El geólogo implementó su vocación por transmitir conocimientos a nuevos profesionales argentinos. Fue uno de los principales inspiradores de la resolución tomada en 1932 por YPF: la fundación de un régimen de becas para estudiantes de Geología, lo que permitió a la industria contar en poco tiempo con un importante núcleo de profesionales formados en el país.

Durante los días de Mancini al frente de la exploración en YPF tuvieron lugar avances tecnológicos y científicos clave. Hasta fines de los años 20, la exploración se basaba en los estudios geológicos de superficie, los resultados de los pozos y los sondeos estratigráficos. Hacia 1928 aparecieron los primeros métodos geofísicos —a pedido de Mosconi y

por impulso de Mancini—, en especial trabajos de gravimetría y magnetimetría que comenzaron a expandirse por el país. En 1930, ya se utilizaban aparatos que trabajaban con las ondas refractadas Mintrop: los proyectos de exploración sísmica se implementaron por primera vez en el área salteña Campo Durán, mapeada décadas atrás por Bonarelli. La aplicación de la sísmica se sistematizaría en YPF a partir de 1937 con la utilización de sismógrafos eléctricos en reemplazo de los mecánicos, cubriendo áreas extensas con poligonales de gran desarrollo.

Como la compañía había decidido que la geofísica iba a ser uno de los pilares en los que se basaría su exploración, comenzó a reclutar profesionales, en especial ingenieros y geólogos, dispuestos a comprender estos métodos, aplicarlos y perfeccionarlos.



Equipamiento de perfilaje geofísico de pozos utilizado en 1946 en Neuquén.

En 1928, aparecieron los primeros métodos geofísicos, en especial de gravimetría y magnetometría. A mediados de los años 30 se incorporó el perfilaje eléctrico en los pozos y desde 1937 se sistematizó la sísmica.

Vista de Comodoro Rivadavia desde el cerro Viteau en los años 20.

También a mediados de la década del 30 comenzó a aplicarse el perfilaje eléctrico, desarrollado por Schlumberger en Europa una década atrás para determinar parámetros físicos de las formaciones atravesadas, sus variaciones con la profundidad, así como algunas de sus características geométricas, tales como su diámetro e inclinación. En 1934, una compañía de servicios realizó en Golfo San Jorge el primer perfil de un pozo del país, perforado por YPF, y desde entonces se generalizó esta técnica.

Una particularidad de la época fue el desarrollo de las zonas contiguas a la línea costera. Todavía sorprenden las imágenes en blanco y negro del litoral comodorense sembrado con pasarelas y torres de perforación que obtuvieron los primeros recursos petrolíferos en el mar argentino (*offshore*).



EN LAS OTRAS CUENCAS

Los años 30 trajeron pocas novedades en la Cuenca Neuquina, en parte porque el transporte de petróleo desde Plaza Huincul era complejo. Las perforaciones exploratorias distantes del octógono fiscal, siempre en Neuquén, fueron ubicadas en los parajes de El Portezuelo y Mangrullo (1935-1936), Aguada Baguales (1938) y Senillosa (1939); en este se perforó un pozo dirigido, una técnica novedosa para la época. Al principio de la década se creía que la viabilidad de Neuquén dependía de su posibilidad de abrirse al Pacífico, una cuestión directamente relacionada con el ferrocarril. Sin embargo, las vías férreas nunca llegaron más allá del oeste de Zapala y el petróleo viajaba en tren hacia el Atlántico. Por eso, YPF había prestado mayor atención a la Cuenca Cuyana, en la porción septentrional de la provincia de Mendoza, y la del Noroeste, en Salta.

Sobre la Cuyana es necesario señalar que Mendoza poseía una interesante historia hidrocarburífera previa al descubrimiento



en Comodoro Rivadavia. Aguada de Corral y Cerro de los Buitres eran manaderos conocidos. En 1870, Alfred W. Stelzner realizó las primeras observaciones sobre hidrocarburos mendocinos, en especial del asfalto de Cerro Cacheuta. Desde el siglo XIX, la cuenca ya estaba repleta de esfuerzos de empresas privadas para obtener crudo, aunque sin alcanzar una producción sustentable a escala y en el tiempo.

En 1926, Guido Bonarelli, que había recorrido la región durante una campaña exploratoria, presentó un informe en el cual demarcaba

una zona, localizada entre las estaciones Zapata y Anchoris del ferrocarril a San Carlos, capaz de contener en el subsuelo las acumulaciones de petróleo que fundamentaban los asfaltos naturales en superficie en el Cerro Cacheuta. En 1931, cinco años después del informe, YPF se instaló en Mendoza. Rubricó un convenio con la Compañía Mendocina de Petróleo que le otorgaba los derechos de explotación minera que poseía la firma privada. Luego, suscribió otro acuerdo con el gobierno de Mendoza para extender la actividad a toda la provincia.

Tras algunos intentos fallidos en Potrerillos, Lunlunta y Malargüe, a partir de una reinterpretación de Fossa Mancini fue perforado el pozo C-1 que se convirtió en descubridor del yacimiento Cacheuta en 1933 e inició la rica historia de la Cuenca Cuyana, la cuarta del país en entrar en producción. Un año más tarde, YPF encontró petróleo en Tupungato con un jefe de Perforación de lujo: Carlos Fuchs, quien había integrado el equipo que descubrió petróleo en Comodoro Rivadavia 27 años atrás. Pero la cuenca no emprendió su verdadero desarrollo sino

El pozo C-1 inició la trayectoria productiva de la Cuenca Cuyana al descubrir el yacimiento Cacheuta.

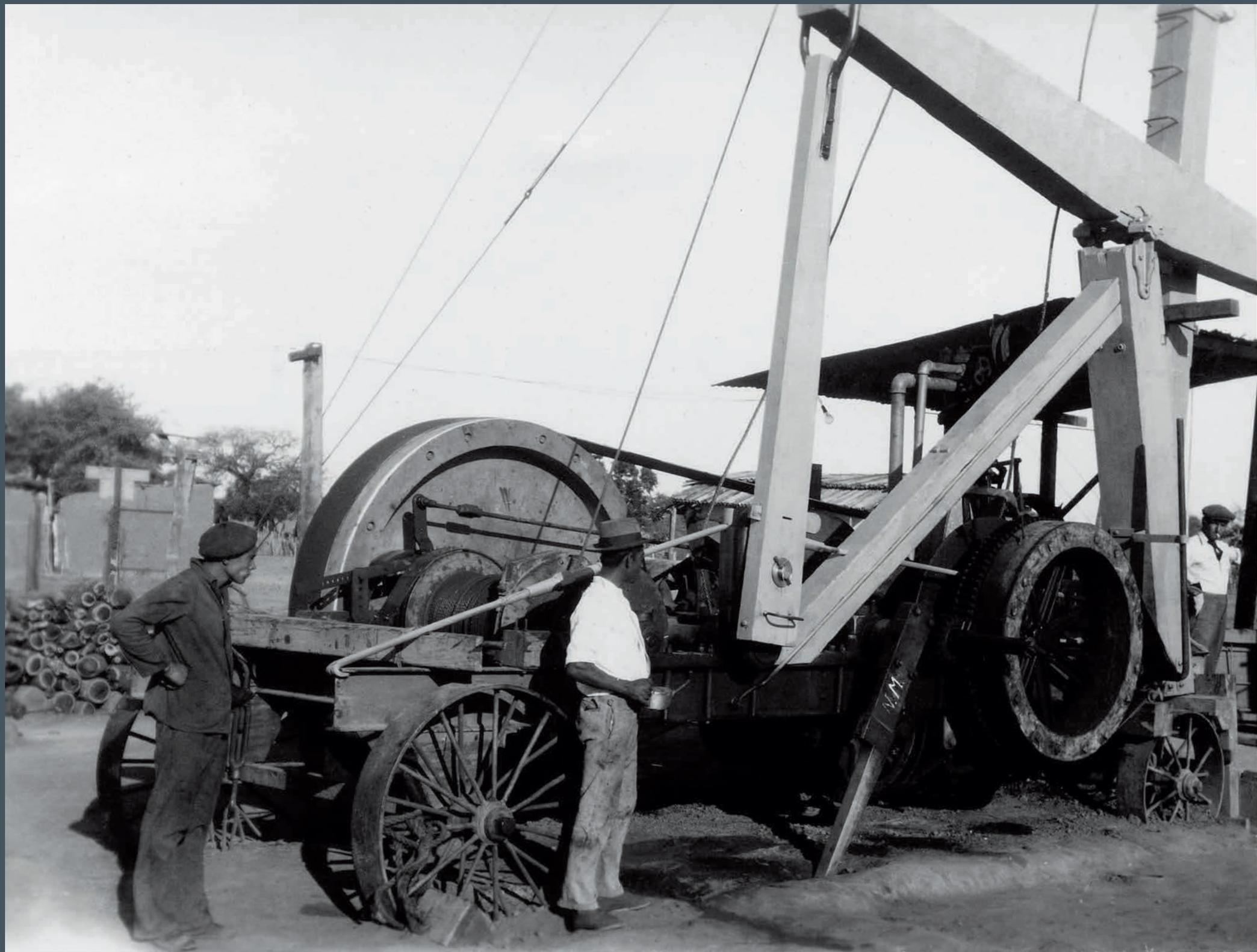
hasta 1938, cuando se descubrió el “horizonte profundo” de Tupungato con el pozo T-19, que alcanzó 1796 metros de profundidad, seguido de hallazgos importantes en Barrancas (1939), Lunlunta (1940) y Refugio (1941).

Por su parte, la Cuenca Noroeste fue en aquellos días centro de importantes esfuerzos productivos y exploratorios, tanto en Salta como en Jujuy. Sin embargo, no despegaría definitivamente hasta los años 50. Poco antes, en 1945, se había cultivado el interés por la Cuenca Austral, donde la atención geomínera databa de 1826. Pero no fue hasta julio de 1949 cuando se encontró petróleo en el pozo Tierra de Fuego x1, en el yacimiento Río Chico de la Formación Springhill.

Incluso fueron exploradas cuencas de frontera no productivas. Son destacables, en este sentido, el pozo San Cristobal-1, perforado en 1933 en la Cuenca Chacopararanaense, en la provincia de Santa Fe, a partir de los trabajos de Fossa Mancini y, ese mismo año, el sondeo Ñirihuau x-1, en Río Negro por el aporte de José María Sobral.

Un hito de los años 30 fue la creación de las Comisiones Geológicas de YPF que recorrían el país para detallar su geología.

Otros trabajos de exploración en cuencas de frontera sobrevendrían años después, como la exploración en la provincia de San Juan, en la región de Niquivil, y los recordados trabajos de las Comisiones Geológicas hacia 1947. Corresponde, por lo tanto, finalizar este capítulo mencionando la creación de las célebres Comisiones de YPF, otro hito de la década del 30. Sus integrantes recorrían el país y describían su geología con detalle. A lo largo de seis décadas relevaron completamente el territorio argentino, un tema sobre el que profundizaremos más adelante.



CAPÍTULO 3

PALMO A PALMO

Desde cada rincón del país al mundo, pasando por el mar argentino, Exploración de YPF ha superado increíbles desafíos en pos de la evolución energética.

VOCACIÓN Y COMPROMISO

Poder afirmar que el sector *upstream* en la Argentina conoce bien las características geológicas del subsuelo nacional, incluso de los sitios más aislados, se lo debemos fundamentalmente a los exploradores de YPF.

Si bien los pioneros del siglo XIX evaluaron emanaciones de petróleo y encontraron yacimientos, fue en 1927 cuando se inauguró un capítulo determinante en la exploración. Lo protagonizan los integrantes de las Co-

misiones Geológicas y las Sismográficas de YPF. Su misión les exigía espíritu aventurero, esfuerzo, preparación científica y compromiso con el desarrollo nacional. Su vocación: la búsqueda de petróleo y gas mediante el escrutinio minucioso de afloramientos en superficie y de las estructuras que se han formado en el subsuelo a lo largo de millones años.

Las Comisiones de la compañía fueron la avanzada de los estudios exploratorios. Las empresas argentinas e internacionales admiraron su labor y los datos estratégicos que aportaron. Ejercieron, también, como verdaderas escuelas, formaron a destacados geólogos y geofísicos que integraron el núcleo científico de los exploradores argentinos. Esta vocación por transmitir el conocimiento se perpetuó como tradición de la Gerencia de Geología, posteriormente de la Gerencia de Exploración. En la actualidad, las Escuelas de Campo de Exploración son las que conservan la tradición didáctica.

El año 1927 inauguró un capítulo determinante en la exploración, lo protagonizan las Comisiones Geológicas y las Sismográficas.



Arriba: campamento de exploradores con las tradicionales tiendas de campaña en las que se alojaban durante los estudios de superficie. **Abajo:** preparativos para la perforación del primer pozo petrolero de Potrerillos, Mendoza, años 30.



Exploradores al cobijo de un yuchán (*Ceiba insignis*), en Yuto, Jujuy, 1933.

Las Comisiones son un emblema de YPF. Aunque hace más de dos décadas que fueron disueltas, perduran en el recuerdo de los veteranos de Exploración que fueron parte de ellas en su juventud y son respetadas por las nuevas generaciones, que estudian sus trabajos y quisieran haber vivido sus experiencias.

Con el breve intervalo de la década durante la cual estuvieron desactivadas (desde principios de los 50 hasta su relanzamiento en 1962), las Comisiones Geológicas dieron cuenta de sus intensivas y sistematizadas investigaciones, así como de vivencias imborrables.

La primera Comisión fue destinada al estudio de la región del Golfo San Jorge. El equipo inicial lo integraron los doctores Enrico Fossa Mancini y Egidio Feruglio; los ingenieros Traian Serghiescu y Alejandro Stessin; María Casanova, quien tenía a su cargo el laboratorio petrográfico; Danilo Ramaccioni y Dimitri Chahnazaroff, entre otros. Aconsejaron ubicaciones de pozos a partir de las valiosas conclusiones a las que llegaron sobre grandes anticlinales y la importancia de

las fallas en la distribución del petróleo en Comodoro Rivadavia. En el otro extremo del país, Feruglio estudió locaciones salteñas y aconsejó la perforación del pozo descubridor Vespucio 1.

En general, existieron Comisiones en todas las cuencas donde Exploración llevaba a cabo sus actividades. Como realizaban los trabajos de campo en lugares poco accesibles, su equipamiento debía ser el suficiente para atender los desafíos y necesidades que pudieran surgir, pero con lo estrictamente imprescindible para lograr la eficiencia logística. Se desplazaban en vehículos hasta donde fuera posible, luego a caballo, en mula y a pie, con las mochilas al hombro para guardar herramientas, equipos y muestras recolectadas.

Su régimen de trabajo solía abarcar largos períodos, de sol a sol, durante los que alternaban los descansos con la elaboración de informes. Durante las campañas de campo, lo usual era instalar carpas en un campamento base, así fue hasta los años 80, cuando empezaron a disponer de tráileres para el alojamiento y los comedores.

Las Comisiones Sismográficas, que precisaban más personal e instrumentos tecnológicos que las geológicas, fueron instituidas después, en los años 50. Registraban los resultados de la sísmica de reflexión en papel, porque la grabación de datos en medios magnéticos no fue posible hasta entrada la década del 60. Un hito de la tecnología geofísica se produjo en 1964 con la incorporación de la reflexión de Punto Común Profundo (*stacking* o CDP, por las siglas en inglés de *Common Depth Point*); multiplicó exponencialmente la calidad de los datos obtenidos. Para entonces, las tareas sismográficas eran desempeñadas codo a codo con las Comisiones Topográficas, encargadas de determinar

y colocar en el terreno los puntos trigonométricos requeridos para la elaboración de una planimetría integrada.

En 1970, por ejemplo, YPF contaba con siete Comisiones Geológicas distribuidas en las cuencas productivas y 22 Comisiones Sismográficas. Fue en esa década cuando llegó al sector la revolución digital. Con el advenimiento de los equipos DFS III (por las siglas en inglés de *Digital Field System*) era posible registrar los datos obtenidos por medios digitales, la puerta de entrada a las computadoras modernas, más rápidas y precisas que las analógicas.

También hacia fines de los 70, la utilización de equipos vibradores proveyó una fuente mecánica generadora de las ondas necesarias para los estudios sísmicos, por lo que pudo dejarse de lado el uso de explosivos. Los trabajos ganaron eficiencia, mejoraron la ecuación costo-beneficio y el cuidado ambiental, un aspecto que cobraba relevancia internacional. Ya en 1978, las Comisiones Sismográficas fueron reemplazadas por las Unidades Operativas.

La incorporación de la reflexión de Punto Común Profundo marcó un hito en la metodología geofísica.



Pozo exploratorio al pie de los Andes mendocinos, años 30.

ANDANZAS GEOLÓGICAS

Trasladémonos a fines de los años 80, a algún lugar remoto del territorio nacional. Ocho o nueve almas duermen en tráileres, bajo un cielo gélido y estrellado, a cientos de kilómetros de la población más cercana, en algún sitio poco o nada visitado por el hombre. Estamos, en fin, en el corazón de una Comisión Geológica de YPF.

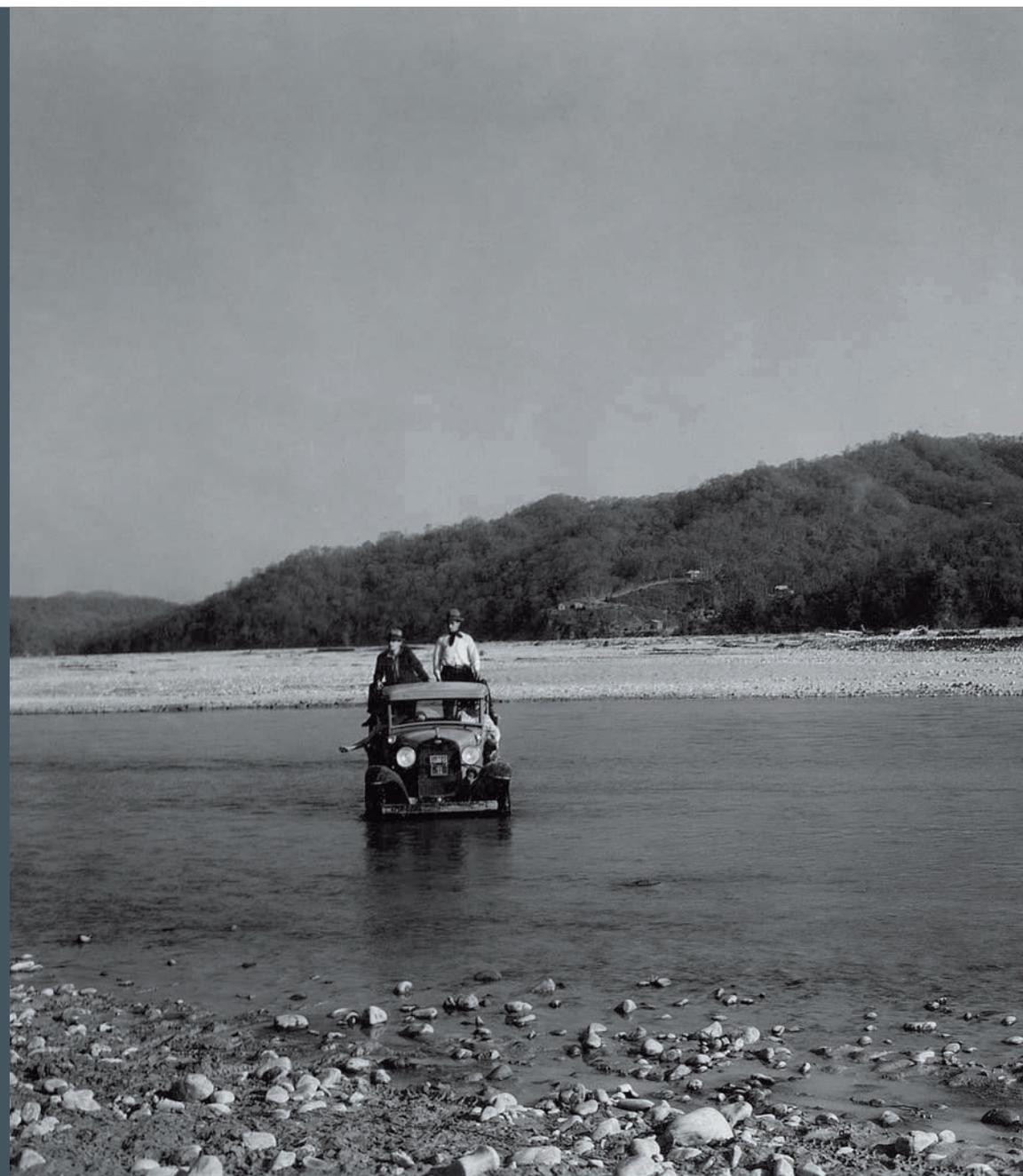
El final de la noche marca el temprano comienzo de su jornada. Un desayuno abundante y la preparación del equipamiento resultan clave, en especial para los geólogos, que cabalgarán y caminarán durante horas hasta el enclave de interés. Allí completarán los mapas que llevan en sus mochilas, producto de relevamientos realizados décadas atrás por otros exploradores. Los datos deben ser

abundantes, específicos: medición de rocas, recolección de muestras para el laboratorio, anotaciones científicas... Luego regresarán al campamento base, otras tantas horas de viaje, para concluir el largo día con una cena reparadora y el merecido descanso.

A veces, el día consiste en trasladar el campamento: un camión, dos o tres vehículos todo terreno bien equipados y tal vez una tropilla de caballos y mulas. El destino: lo más cerca posible de una nueva zona de trabajo, campo traviesa, abriendo camino la mayoría de las veces. Avanzarán hasta que los motores den la señal de que hay que parar, posiblemente después de que algún neumático reventara o saliera a duras penas de estar empantanado en el barro o la arena.

Cruzar un río con el agua a la altura del volante figuraba en la extensa lista de retos topográficos. Quedar aislados tras una intensa nevada, con un frío que congelaba el agua, era digno de ser contado entre colegas; pero no sorprendía, otros atravesaban selvas con machete en mano. El vuelco de un tráiler, abatido por los épicos vientos patagónicos, era otra posible contingencia que enriquecería las crónicas que retratan la fuerza de voluntad de los exploradores.

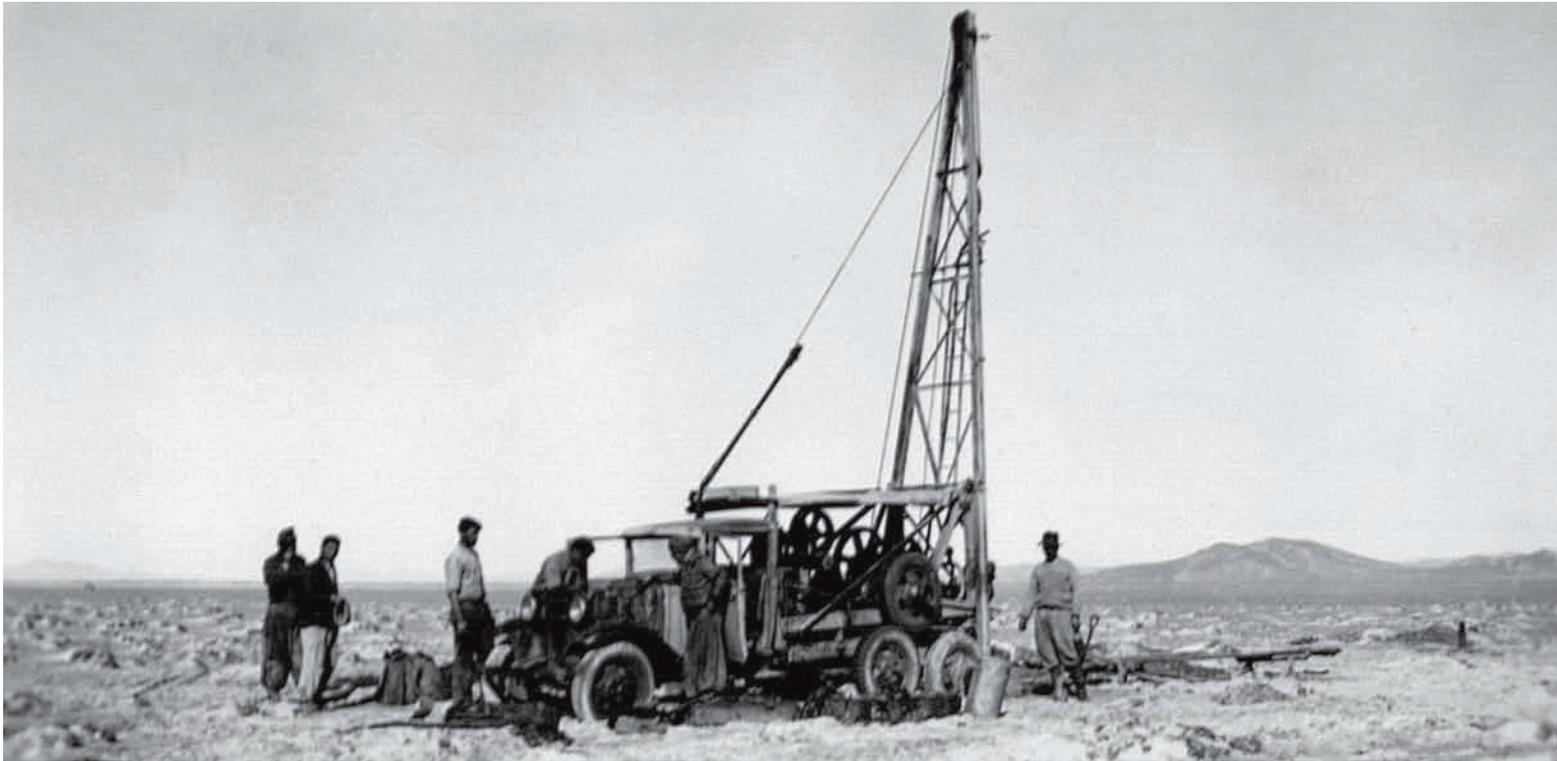
Desde los años 30, cuando YPF fundó las Comisiones, los pioneros afrontaron odiseas para superar, con los recursos de antaño, todo obstáculo en su camino. Hoy, las vivencias y protagonistas de las Comisiones son uno de los acervos más entrañables de YPF y, de curiosa manera, también de las nuevas generaciones del área de Exploración.



Cruce por el río Malargüe, Mendoza, 1934.



Vista del litoral del Golfo San Jorge con las torres que aportaron la primera producción petrolera en el *offshore* argentino.



Arriba: primeros equipamientos de los años 20 para operar en pozos en Mendoza. **Abajo:** despacho de barriles con combustible en Comodoro Rivadavia, Chubut, 1932.

EL GAS QUE ALIMENTA LA MATRIZ ENERGÉTICA ARGENTINA

La matriz energética nacional, a diferencia de la mayoría de los países, la compone el gas natural en más de un 50%; es el combustible fósil con menos emisiones de invernadero. Debido a su asociación con el petróleo (siempre que se halla petróleo, en mayor o menor medida se encuentra gas natural asociado), el más liviano de los hidrocarburos estuvo presente en la historia de la exploración desde los primeros días; aunque durante décadas no fue un objetivo estratégico como hoy.

La relación de los argentinos con el gas natural data del inicio del siglo XIX, cuando comenzaron a alumbrar plazas y edificios administrativos del centro de Buenos Aires usando gas como combustible, lo cual posiciona a la Argentina entre los pioneros. Pero el gas de entonces no provenía de yacimientos hidrocarburíferos, se producía en Buenos Aires a partir del carbón mineral importado.

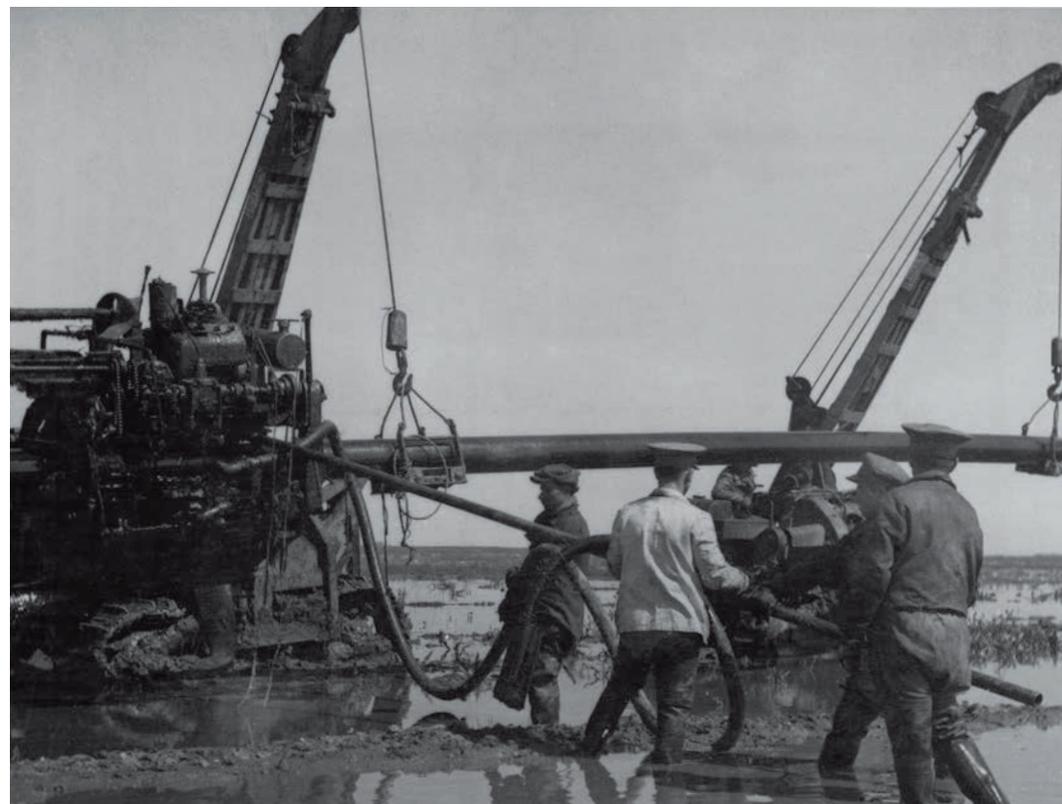
Desde el descubrimiento de 1907 en Comodoro Rivadavia, el subsuelo daba pistas firmes de que existía un promisorio futuro para este recurso, aunque los primeros impulsores de la industria energética no cayeran en la cuenta. En 1911, por ejemplo, el pozo N.º 5 se incendió al llegar a 149 metros de profundidad. El geólogo Walter Schiller relató que durante los 15 meses que duró el incendio las llamas servían de faro a los navegantes, incluso a 80 kilómetros de la costa. Consideró que aquel gas “se presta lo más bien para alumbrado y combustible”. La Dirección de Minas, por su

La relación de los argentinos con el gas natural data del inicio del siglo XIX, están entre los pioneros del mundo.

parte, estimó que “esta riqueza de gases” podía calcularse en 300.000 m³ diarios.

Entre 1913 y 1920, en Capiazuti, extremo norte de Salta, el célebre pozo N.º 2, que alcanzó 630,65 metros de profundidad, atravesó tres capas de gas. Pero en 1937, en Comodoro Rivadavia, la profundización de un pozo petrolero perforado en 1932 y ya agotado (el N.º 1296) sorprendió al llegar a 917 metros de profundidad con una surgencia de gas de casi 1,5 millones de m³ por día. No era ese el recurso buscado, por lo que el trépano prosiguió hasta convertirlo en un pozo extractor de petróleo.

En YPF, el ingeniero industrial Julio Vicente Canessa sí reparó seriamente en el gas natural. Trabajaba en la Destilería La Plata. Mientras seguía de cerca las noticias procedentes del sur, como la del pozo N.º 1296, ideaba un plan para captar el gas que se perdía en la atmósfera durante la búsqueda y la extracción de petróleo.



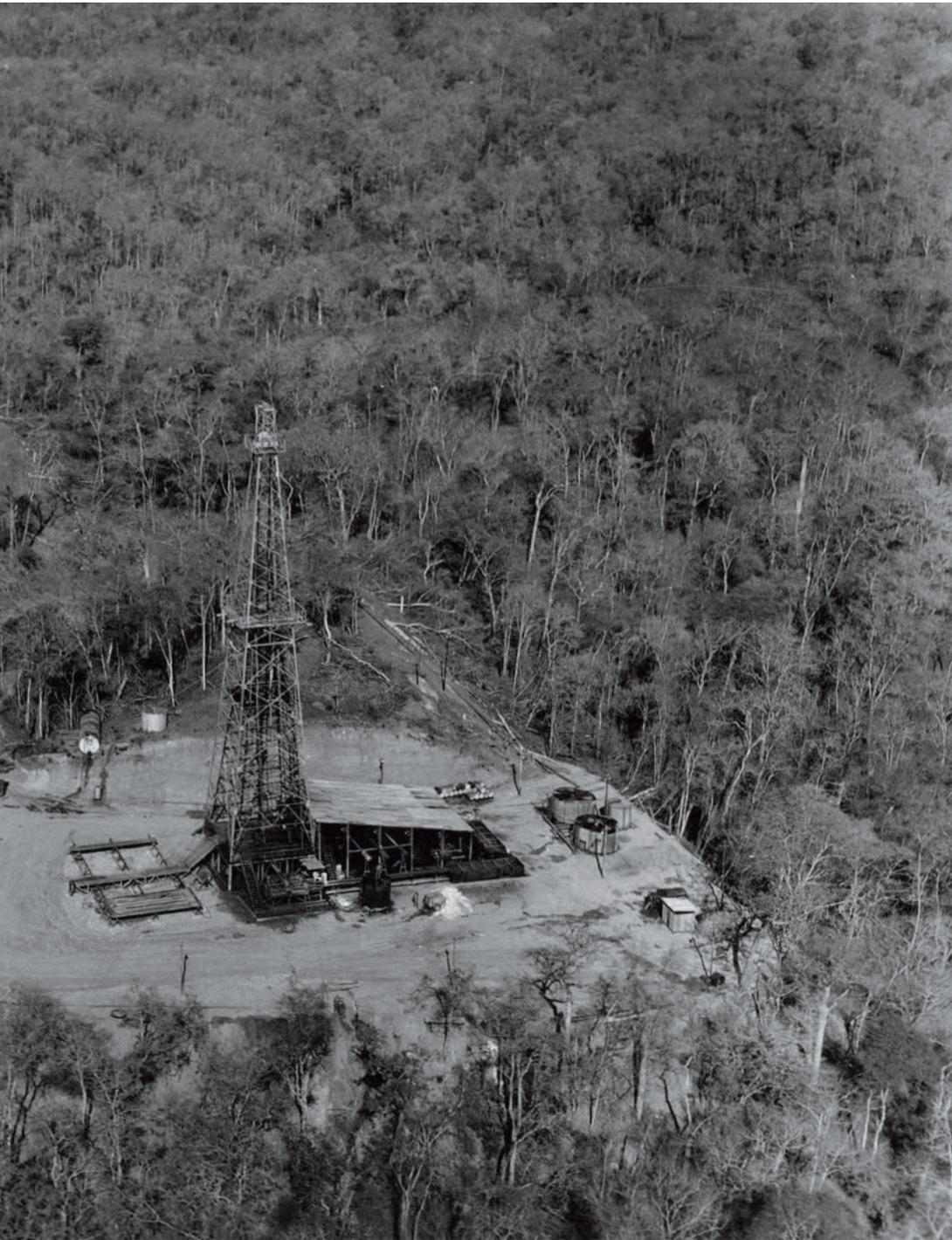
Gasoducto de Comodoro Rivadavia a Lavallol, sur del Gran Buenos Aires. Trabajos de protección en la zona pantanosa de Paragüil, provincia de Buenos Aires, en los albores de 1950.

El ingeniero Julio V. Canessa fue el artífice del aprovechamiento del gas que se perdía en la atmósfera durante la búsqueda y la extracción de petróleo.

Hay que considerar que la red de gas domiciliario había alcanzado una extensión considerable en la ciudad de Buenos Aires en la década del 40 y se instalaban cocinas de gas (doña Petrona C. de Gandulfo era una de las promotoras de esta tecnología). Para Canessa era una insensatez importar carbón de hulla debido al desaprovechamiento del gas patagónico. Por ello, viajó a Comodoro Rivadavia en 1943 con su plan para captar el gas. Tal fue su tenacidad que se estatizó el servicio de este combustible en 1945. A YPF se le retiró la potestad de administrar el recurso y, en 1946, se fundó la empresa Gas del Estado. Canessa fue su primer director general. Un año después de su nombramiento hizo realidad su sueño con la licitación del gasoducto entre Comodoro Rivadavia y Llavallol (al sur del Gran Buenos Aires); sus 1605 kilómetros de cañería hacían de él uno de los más extensos del mundo.

Canessa, quien presidió YPF entre abril de 1949 y agosto de 1950, falleció en 1976, cuando el desarrollo del gas natural ya era imprescindible. Su visión está más vigente que nunca. A diferencia del pasado pionero, la exploración de horizontes gasíferos convencionales y no convencionales es estratégica.





Vista aérea de una torre de perforación en Vespucio, Salta, 1956.

A diferencia del
pasado pionero,
la exploración
de horizontes
gasíferos
convencionales y
no convencionales
es estratégica.

El descubrimiento de crudo en Challacó en 1941 posibilitó el despegue definitivo de la Cuenca Neuquina.



Equipo de soldadores dedicado al mantenimiento de materiales en Neuquén, 1947.

LA “BATALLA DEL PETRÓLEO”

Al promediar el siglo XX, el desarrollo petrolero se tornó más desafiante. El descubrimiento de crudo en Challacó (1941), a 22 kilómetros al este de Plaza Huinul, posibilitó el despeque definitivo de la Cuenca Neuquina tras dos décadas de dificultades. Sin embargo, el foco productivo estaba desde siempre en Chubut, de donde provenía, por lejos, la mayor parte del crudo. Además, el hallazgo neuquino planteaba múltiples desafíos: a los exploradores, para comprender la cuenca; a los productores, para su eficiente desarrollo. Una dificultad extra: el petróleo era relativamente denso, lo cual suele aumentar la complejidad y los costos de destilación.

Un balance muestra que hasta 1942 se habían perforado 2910 pozos en la Cuenca del Golfo San Jorge: 2652 eran petrolíferos, 23 gasíferos y el resto resultaron estériles. En más de 1000 se habían realizado perfilajes eléctricos y la producción ascendió ese año a 1.556.598 m³. La industria de los hidrocarburos cobraba cuerpo.

La ciencia siempre acompaña el crecimiento del sector: en 1942, YPF inauguró un centro de modernas investigaciones, el Laboratorio Petrotécnico en Florencio Varela, que fortalecía las tareas de las Comisiones Geofísicas y Geológicas, así como preparaba instrumental adecuado a las diversas condiciones del subsuelo. Por eso, no sorprende un aporte científico de estas latitudes. A partir del artículo “Reflexiones múltiples. Energía

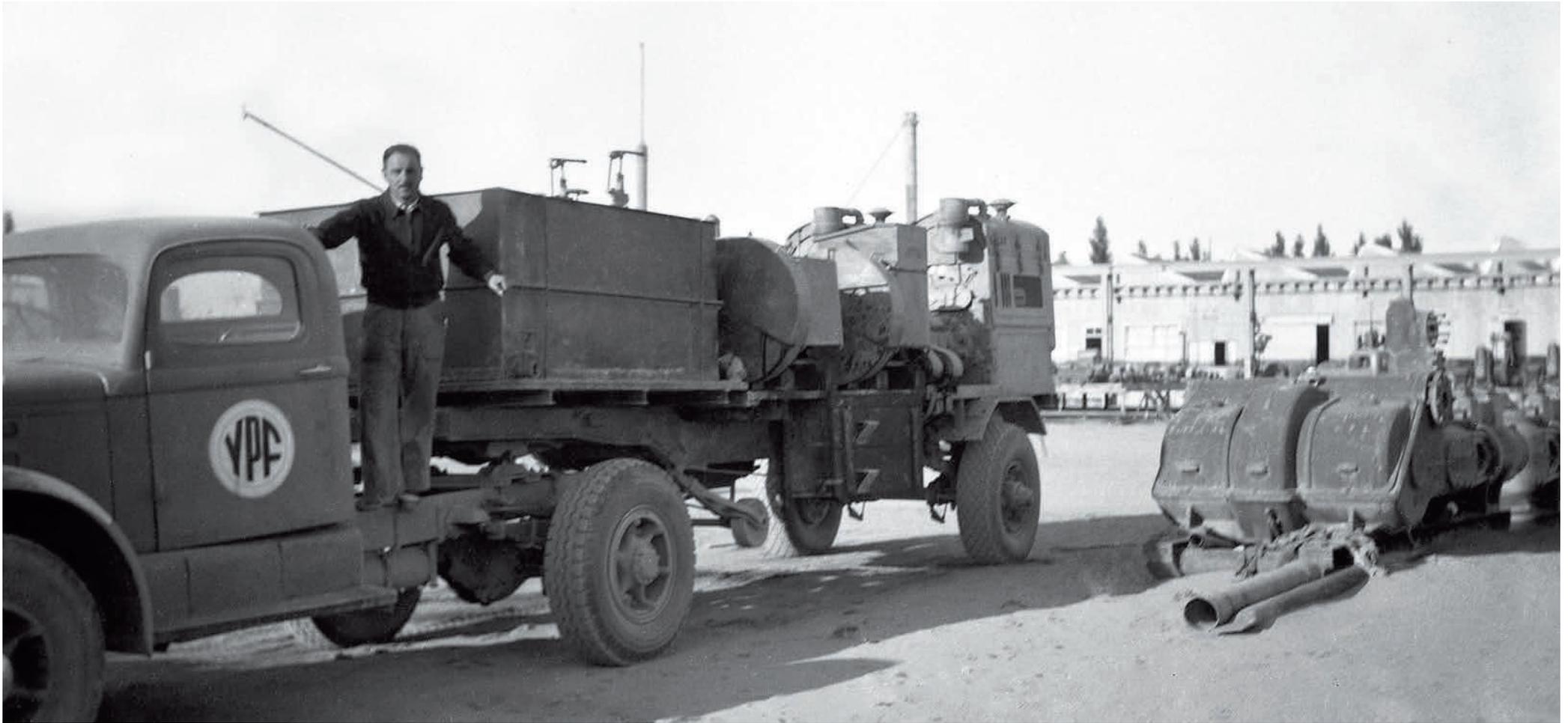
La ciencia en YPF siempre acompaña a Exploración. Raúl F. Hansen estableció las bases de la geofísica moderna en 1946.





sísmica”, de Raúl F. Hansen —publicado en mayo de 1946 en el *Boletín de Informaciones Petroleras* y traducido en enero de 1947 en el *Journal of General and Applied Geophysics* de la Society of Exploration Geophysicists de los Estados Unidos— se establecieron las bases y los fundamentos de la geofísica moderna. Hansen detalló sus observaciones y recomendaciones referidas a la identificación de las reflexiones múltiples en las prospecciones de sísmica, las había recopilado durante años a raíz del trabajo sismográfico realizado por las Comisiones de exploración de la compañía. A partir de sus deducciones, los geofísicos estadounidenses desarrollaron técnicas fundamentales, tales como la de apilamiento (*stacking*), para la búsqueda de estructuras que pueden contener petróleo y gas.

Así comenzaron los años 50, cuando los exploradores consolidaban nuevas ideas para el flanco sur de la Cuenca del Golfo San Jorge, en la provincia de Santa Cruz. A la par, la sísmica 2D generaba modelos estructurales de fallas normales y pliegues *rollover* asociados que facilitarían los mayores descubrimientos.



Equipo para la inyección y la cementación de pozos, Neuquén, 1947.

Gracias al pozo O-12, cercano a Cañadón Seco, la compañía reinterpreto el flanco sur de la Cuenca del Golfo San Jorge en 1944.

Hasta mediados del siglo XX, la exploración había avanzado con horizontes más profundos hacia el oeste de Comodoro Rivadavia. El flanco sur había sido objetivo de compañías privadas.

En 1938, YPF realizó una serie de 12 perforaciones. La campaña dio pocos resultados al principio; pero el pozo N.º 12, a 16 kilómetros al oeste de Caleta Olivia, trajo buenas noticias en 1944. El plan inicial era llevarlo hasta los 830 metros de profundidad, los exploradores decidieron duplicar la longitud en función de los resultados obtenidos en un pozo chubutense perforado en simultáneo a 80 kilómetros al norte, en El Tordillo. A los 1613 metros, el pozo O-12 había atravesado diez capas de interés; cuando se ensayó la más profunda, rindió por surgencia natural 160 m³ de petróleo diarios. Había otras buenas nuevas: el crudo era mucho más liviano que el comodorense, permitiría obtener el doble de destilados con los procesos estándares del momento. El descubrimiento fue tan significativo que YPF emprendió todo un desarrollo con oficinas en Cañadón Seco. Los datos de exploración permitieron reinterpretar la región y ajustar los estudios sísmicos.

Hasta el inicio de los 50, las ideas innovadoras habían impulsado la producción en Golfo San Jorge: representaba el 50% del petróleo extraído en el país. Mientras tanto, en la Cuenca Neuquina los descubrimientos eran producto del refuerzo exploratorio emprendido en 1941 a partir del hallazgo de Challacó. Por ejemplo, en 1952 fue localizado un yacimiento notable: Cerro Bandera, a 30 kilómetros al oeste de Plaza Huincul; tres años después, la perforación de estudio Sierras Blancas-1 y los datos de la prospección geofísica revelaron el potencial del extremo nororiental, cerca del río Colorado. En 1957, YPF aporta otro valioso hallazgo en El Sauce, anticlinal ubicado a 85 kilómetros al sudeste de Huincul. Pero el área Sierra Barrosa, a 75 kilómetros al noroeste de la capital neuquina, fue prominente por su reserva gasífera.

El contexto energético, a pesar de todo, presentaba desequilibrios. En 1957, la participación del petróleo en la matriz energética abarcaba el 73%, a diferencia del 31,7% en 1944. Asimismo, aumentaba el consumo de energía: el país producía cerca de cinco millones de metros cúbicos de los 14 millones

que demandaba; importaba un 65% del petróleo. Hay que agregar que la producción caía por la declinación esperable de los yacimientos maduros. En la Cuenca del Noroeste, por ejemplo, la merma había sido tal que YPF buscaba cómo retirarse. Por fortuna, en enero de 1951, cerca de la frontera con Bolivia, un pozo salteño en Campo Durán descubrió una inmensa acumulación de gas; junto con otro hallazgo relevante de 1953 en el área Madrejones, el NOA recuperó su curva productiva.

En la denominada “batalla del petróleo”, destinada a alcanzar la autosuficiencia de combustibles, se habilitó a las empresas de capital extranjero a explorar y explotar hidrocarburos mediante contratos de locación de obras y servicios, dado que los hidrocarburos seguían en manos del Estado. Se respetaban las áreas concesionadas con anterioridad a las firmas privadas, pero no se otorgarían nuevas.

Aunque la zona explorada se amplió en las provincias de Buenos Aires, Corrientes, Santiago del Estero y Río Negro, la “batalla” se

centró más en incrementar la producción de lo ya explorado que en la exploración; por ello, los trabajos tuvieron un foco claro: el flanco sur de la Cuenca del Golfo San Jorge. De los 4000 pozos perforados en la Argentina durante “la batalla”, 3500 estaban en esa cuenca, casi 2900 en el flanco sur. Fue el programa de perforaciones más ambicioso del mundo para una cuenca petrolera. La región multiplicó su producción y alcanzó su cenit en 1962, luego comenzó su declino. El trabajo para Exploración también fue intenso: en pocos meses identificó una cantidad de locaciones equivalente a la actividad de las primeras tres décadas. YPF logró el récord de duplicar su producción en solo cuatro años y en 1962 triplicó lo producido en 1957. La “batalla” fue ganada y el país alcanzó por primera vez el ansiado autoabastecimiento petrolero en 1962.

Más allá del interés dedicado a la producción en Golfo San Jorge, el equipo de exploradores aportó hallazgos importantes en otras cuencas sedimentarias, en especial la Neuquina, tales como los yacimientos Catriel Oeste 1 (1959), principalmente gasífero,

「 LA CUENCA DEL GOLFO
SAN JORGE FUE OBJETO
DEL PROGRAMA DE
PERFORACIONES EXPLORATORIAS
MÁS AMBICIOSO DEL MUNDO
ENTRE 1958 Y 1962.

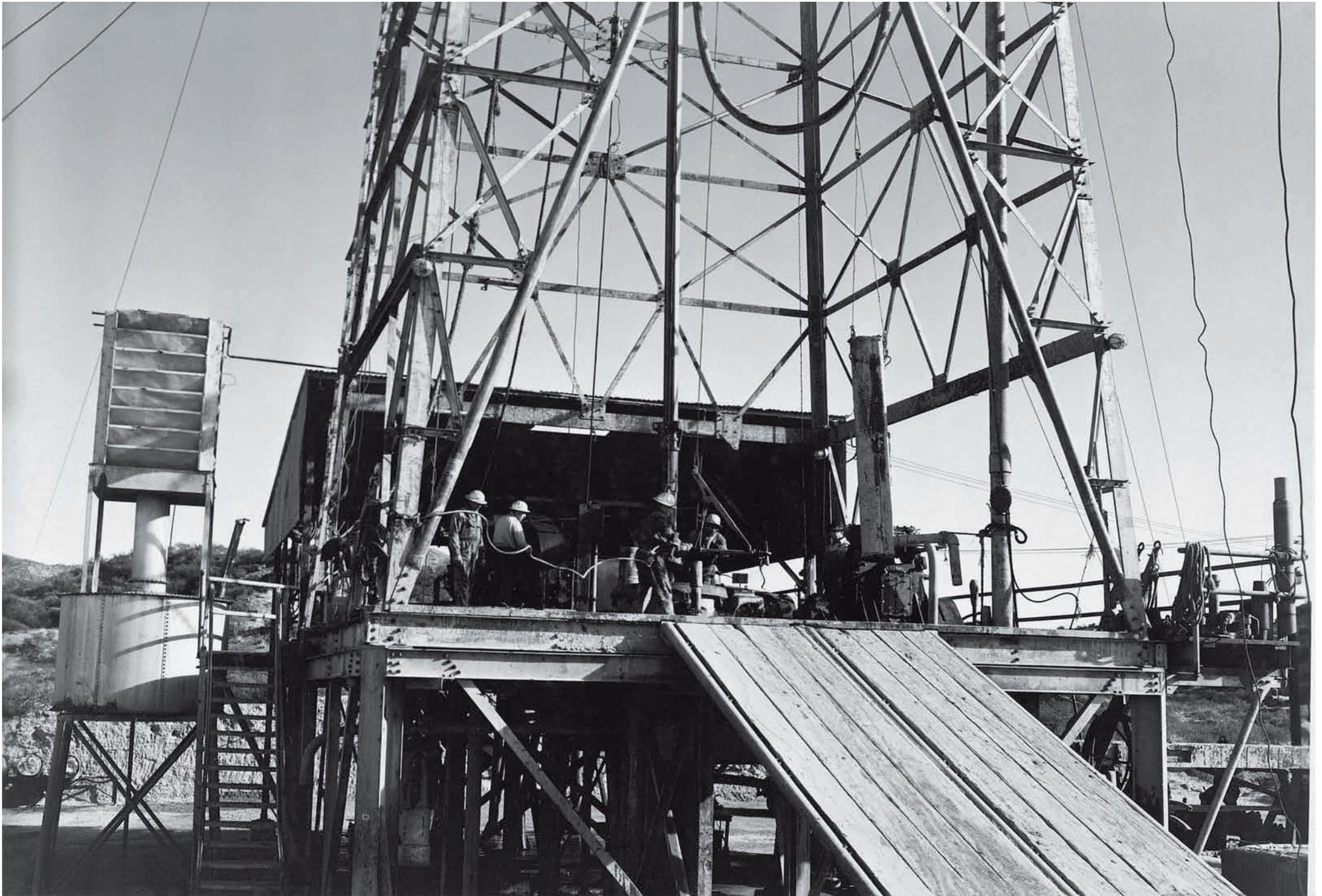
Al inicio de los años 60 se logró poner en producción comercial a la Cuenca Austral.

y Catriel Oeste 2, descubridor del horizonte petrolífero. Estos yacimientos rionegrinos fueron todo un acontecimiento. Después, en 1961, se dieron a conocer El Caracol, Borde Colorado y Centenario; en 1962: Mediana y El Medanito. Fue entonces cuando se tendieron los ductos que transportarían los hidrocarburos desde la Cuenca Neuquina hacia Bahía Blanca, en el litoral marítimo de la provincia de Buenos Aires.

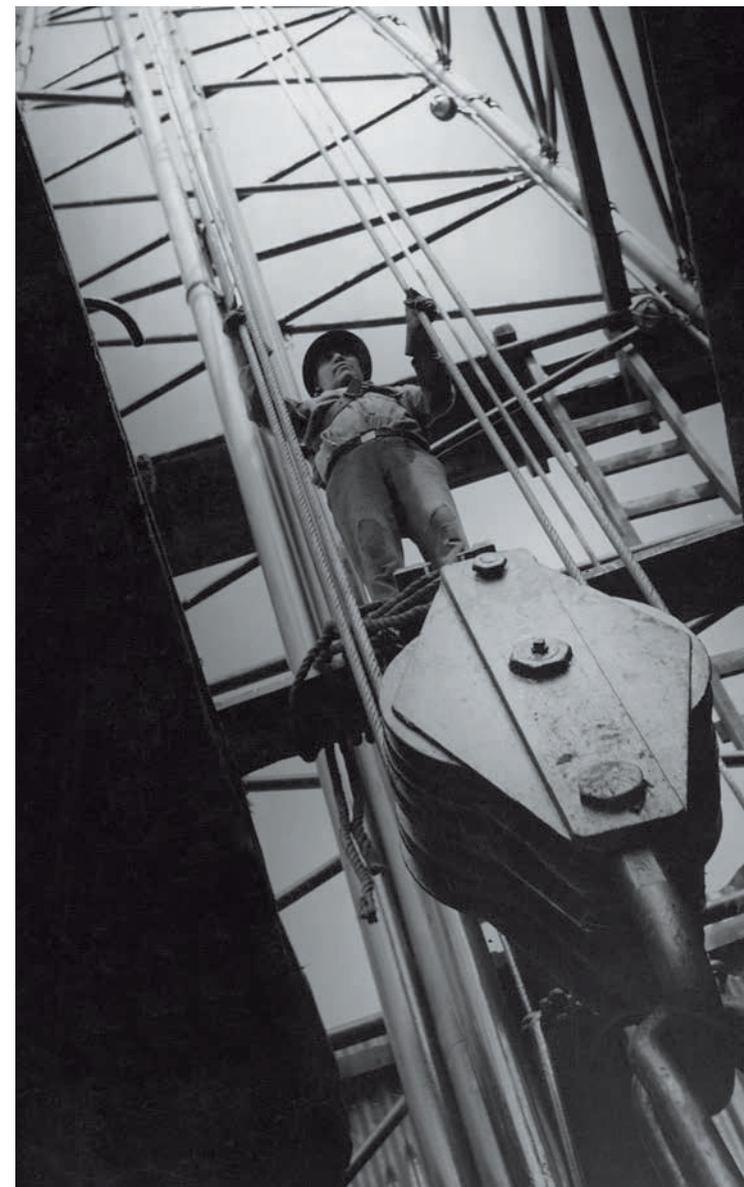
La Cuenca Cuyana también aportaba buenas noticias, en especial por el descubrimiento de un relevante reservorio de petróleo en la Formación Barrancas gracias al primer pozo del yacimiento Vizcacheras. A continuación, se llegó a otro reservorio en la Formación Papagayos. Serían los primeros pozos, entre más

de un centenar, con los que se conseguiría un gran desarrollo del yacimiento.

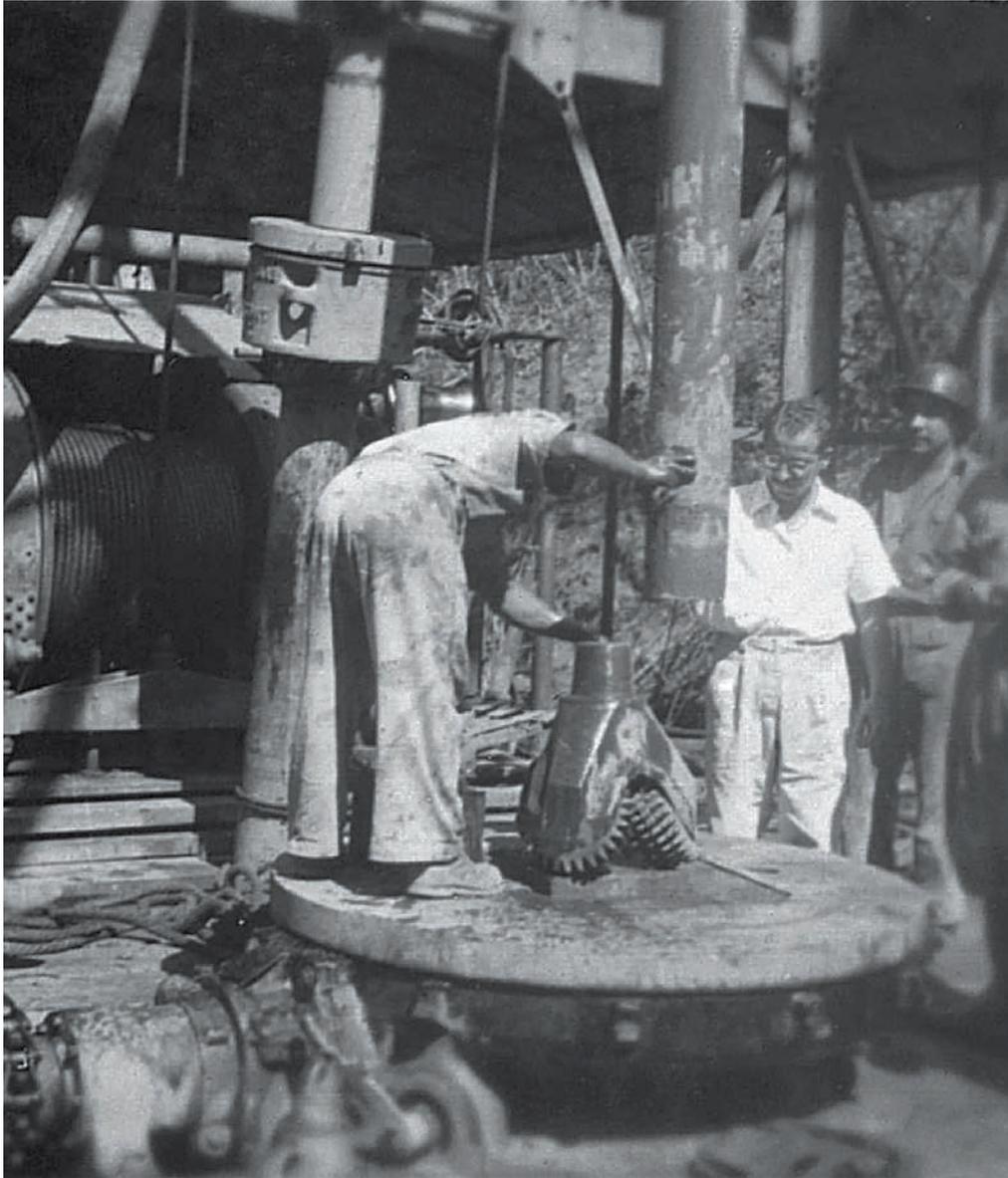
Es el período en el cual se logra, además, poner en producción comercial a la Cuenca Austral. Hasta el término de los 50, desde 1949, la empresa había perforado unos 30 pozos, con los que había descubierto las áreas Río Chico, Los Patos, Arroyo Gama, Río Avilés, San Goyo y La Sara. Un contrato de locación entre YPF y Tennessee Argentina S. A. multiplicó la actividad en la cuenca más austral del mundo, sobre todo en La Sara, donde, hasta 1963, se perforaron 42 pozos. El yacimiento de gas y condensado Cerro Redondo sale a la luz en el sur santacruceño en 1962. Con todos estos avances se emprendió el embarque de petróleo austral para su refinación.



Trabajos en una torre de perforación en los años 50.



De izquierda a derecha: camión de perfilaje eléctrico en Neuquén, 1946. Un operario supervisa una maniobra de mantenimiento en una torre de perforación. Colocación del trépano en la boca de un pozo.



NUEVAS PROVINCIAS

YPF, la petrolera de bandera, ganó protagonismo en 1963, cuando fueron anulados los contratos de locación de obra y servicios otorgados a empresas de capital extranjero. Los exploradores volvieron con firmeza a sus investigaciones y las Comisiones Geológicas fueron reactivadas. Por ejemplo, la compañía regresó a Tierra del Fuego con programas que incorporaron áreas nuevas, tales como San Sebastián, Cañadón Piedra y Cabeza de León.

Un gran descubrimiento, en 1968, fue Puesto Hernández, en el límite entre Neuquén y Mendoza. Ese año también fue encontrado Lindero Atravesado. Si con Catriel Oeste y Medanito, Río Negro se había sumado al club de las provincias petroleras, con 25 de Mayo, en 1968, también se incorporó La Pampa.

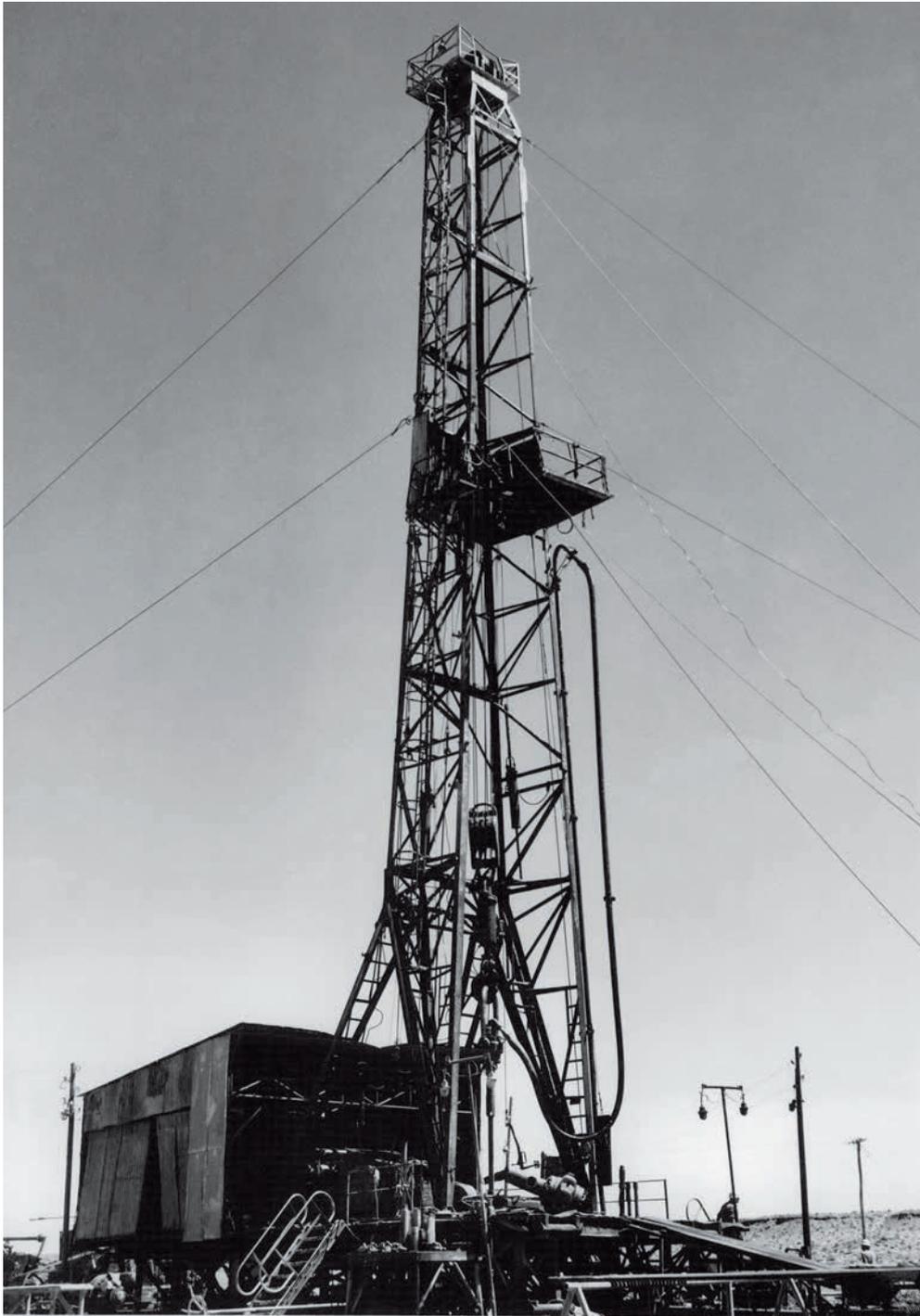
Para entonces se había promulgado la Ley de Hidrocarburos que permitía a YPF negociar con compañías privadas la exploración y el

La Pampa se sumó en 1968 a las provincias petroleras con el yacimiento 25 de Mayo. Jujuy se incorporó un año después con el crudo de Caimancito.

desarrollo de áreas propias. Fueron los casos de Entre Lomas y Chihuidos. Aunque los bloques Aguada Pichana y Aguada San Roque, revelados en 1970 y 1971, respectivamente, continúan siendo buenos productores, no causaron tanta sensación como Puesto Rojas, cerca de Malargüe, cuando en 1974 impulsó realmente a la porción mendocina de la Cuenca Neuquina. Los sucesivos hallazgos en la zona la convirtieron en una sustancial fuente de hidrocarburos durante una década. En otra parte de la provincia, también en 1974, entraba en producción un yacimiento destacable, Ugarteche, en la Cuenca Cuyana, a pocos kilómetros al sur de la capital mendocina.

A más de 1000 kilómetros de allí, Exploración asombraba con otros descubrimientos.

En 1969, un sondeo localizó un depósito petrolífero en capas de tiempos cretácicos, a 4008 metros de profundidad, en Caimancito, a 90 kilómetros de San Salvador de Jujuy. El yacimiento, que incorporó a la provincia jujeña al club de las petroleras, resultó formidable. Aportaba crudo del tipo Pennsylvania, adecuado para la elaboración de lubricantes, por ello lo transportaban hasta unidades especiales de la Destilería La Plata. Otras acumulaciones en formaciones sedimentarias del Cretácico fueron develadas en Martínez del Tineo (1973), Puesto Guardián (1977) y Cañada Grande, en Salta. El hallazgo de Palmar Largo, en 1983, incorporó a Formosa a las provincias petroleras, la última hasta la actualidad en ingresar en el club.



De izquierda a derecha: pozo de perforación en Comodoro Rivadavia, 1968. La refinería Luján de Cuyo, en Mendoza, en la década de 1960, cuando ya contaba 20 años en funcionamiento.

CÓMO SE EXPLORA EN TIERRA

Las geociencias aplicadas a la búsqueda de hidrocarburos revelan la estratigrafía, la evolución tectónica, estructural y sedimentaria del subsuelo, así como los elementos y procesos que hacen posible la acumulación de petróleo y gas.

7. PERFORACIÓN EXPLORATORIA

Mediciones de la radioactividad natural, como el rayo gamma, para caracterizar tipos de rocas o medición del potencial espontáneo para la determinación de reservorios. Perfiles sísmicos y radioactivos para el cálculo de la porosidad y perfiles eléctricos para establecer el tipo de fluidos y su saturación.

CAMIÓN VIBRO

MÉTODOS DE ESTUDIO

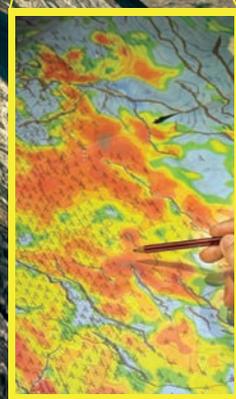
- 1 MAPEO DE SUPERFICIE**
Relevamientos topográficos, mapeo, descripción de rocas, levantamientos de perfiles en afloramientos y recolección de muestras.
- 2 GRAVIMÉTRICOS**
Estudian las variaciones de la gravedad, producidas por las diferentes densidades de las rocas, para caracterizar el subsuelo, anticlinales, sinclinales, fallas y límites de las formaciones.
- 3 MAGNETOMÉTRICOS**
Miden las propiedades y la susceptibilidad magnética de las rocas para detectar su disposición según los campos magnéticos que crean.
- 4 ELÉCTRICOS**
Revelan la distribución de la conductividad eléctrica del subsuelo mediante la creación de un campo eléctrico artificial con aparatos transmisores.
- 5 MAGNETOTELÚRICOS**
Miden los campos electromagnéticos naturales para determinar la resistividad aparente de las diferentes capas del subsuelo.
- 6 SÍSMICOS**
Determinan la geometría de las rocas en el subsuelo midiendo el tiempo en el que ondas sonoras generadas artificialmente tardan en cruzar las capas sedimentarias. Pueden ser estudios de refracción y reflexión con sísmica 2D y 3D.

0 metros

150 metros

2000 a 6000 metros

RESERVORIO
HIDROCARBURÍFERO



LOMA LA LATA Y OTROS GIGANTES

Es momento de hacer una escala, tras el relato de incesantes descubrimientos en las cuencas productivas a lo largo de la primera mitad del siglo XX. También se narró la aparición de yacimientos y formaciones célebres en la literatura hidrocarburífera. Ahora le toca el turno a uno de los descubrimientos más trascendentales del siglo XX —si no el más eminente, además del primigenio de 1907—. Sucedió en la región central de Neuquén, en mayo de 1977. Es Loma La Lata. Aunque había sido explorada, fue desestimada en un principio por YPF y las multinacionales. De hecho, la empresa estatal y Esso habían perforado algún pozo en el sector en 1959 y 1960.

Es sabido que la creatividad y la iniciativa de los exploradores a veces dan lugar a eventos que cambian la historia. En los años 70 era conocida una estructura anticlinal casi en el centro de la Cuenca Neuquina, pero no tenía interés prioritario (Barreales Colorados). Al noroeste de la estructura se detectó el espe-

sor mayor de las areniscas de la Formación Sierras Blancas, por debajo de la Formación Vaca Muerta (Loma La Lata); pero había pocas trampas estratigráficas en producción y casi todas estaban en el borde de la Cuenca, a poca profundidad. La tenacidad de los exploradores “ypefianos” logró la aprobación para emprender la perforación. Cuando el operador encargado de la toma de registros informó que percibía “algo raro” en el perfil del pozo YPF.Nq.LLL.x-1, estaba comunicando el indicio de un hallazgo espectacular en la Formación Sierras Blancas. Loma La Lata se posicionó con rapidez como uno de los mayores reservorios gasíferos de América del Sur y propulsó de forma inesperada el uso del gas natural en la matriz energética. En consecuencia, motivó obras de infraestructura que incluyeron gasoductos troncales y plantas de tratamiento, así como perforaciones que llevaron al descubrimiento del gas de la Formación Lotena, del petróleo de Quintuco y el yacimiento Chihuido de la Sierra Negra en 1976.

Más de cuatro décadas han pasado desde el hallazgo del gigante, que muestra con singular magnitud los beneficios de la aplicación de ideas exploratorias innovadoras en cuencas consideradas bastante conocidas. Al presente, con una comprensión profunda de sus características geológicas, Loma La Lata conserva un enorme valor productivo, colocó a la Cuenca Neuquina como la proveedora de gas por excelencia. Le seguirían otros descubrimientos sorprendentes.

Siempre necesitada de incrementar la producción para alimentar la demanda de ener-

gía, YPF habilitó Cañadón Amarillo y Valle del Río Grande, ambos en 1977; Filo Morado (1984) y Loma Las Yeguas (1985). Un yacimiento en el área Chihuido de la Sierra Negra fue dado a conocer en 1986. Su productiva Formación Troncoso fue escenario de los estudios que la convirtieron en el principal bloque petrolífero de la época. Fue allí, en 1991, donde YPF registró por primera vez una sísmica 3D con la finalidad de caracterizar el Miembro Avilé. Una vez más, los logros tenían poco de casualidad y mucho de profesionalismo e innovación en la concepción de las ideas y en el uso de tecnología de punta, factores diferenciadores de Exploración. Para algunos, el descubrimiento Chihuidos-Lomita fue comparable a los éxitos logrados décadas atrás en el flanco sur de la Cuenca del Golfo San Jorge.

Ya entrando en los años 90, nuevos conceptos y modelos sobre la faja plegada de Neuquén dieron paso a descubrimientos relevantes en El Portón, Chihuido de la Salina y Chihuido de la Salina Sur.

Loma La Lata, uno de los mayores reservorios gasíferos de América del Sur, impulsó el uso del gas natural en la Argentina.



Geólogos van camino a Malargüe, Mendoza, para realizar estudios de gravimetría, 2013.

RECORRIDO POR EL MAR ARGENTINO

Las últimas décadas de Exploración, en especial la del 70, tuvieron como objetivo algo distinto, que en términos de esfuerzos de escala había sido dejado de lado: el mar argentino.

Dueño de una de las plataformas continentales más extensas del planeta, el petróleo del mar argentino es materia pendiente pese a las exploraciones realizadas y lo atractivo que resulta. Se hizo lo que se pudo cuando se pudo. Descontando escasas excepciones, no se obtuvieron los resultados esperados.

El mar argentino es una inmensa caja de sorpresas con pronósticos tan arriesgados como ambiguos: o es pobre en hidrocarburos o bajo su lecho esconde riquezas que podrían superar a la neuquina Vaca Muerta. Abundan los fundamentos técnico-científicos que avalan esta hipótesis.

Retrocediendo en el tiempo, se realizaron esfuerzos exploratorios a distintas escalas sobre los potenciales recursos *offshore*. Es-

tas actividades podrían clasificarse en tres oleadas. La primera, entre los años 30 y 50, durante la explotación de recursos costeros en Comodoro Rivadavia. No era un desarrollo como los que solemos imaginar con grandes plataformas. Por el contrario, se aprovechaba la bajada de la marea para instalar en la restinga costera sistemas de pilotes y pasarelas desde donde operar pequeñas torres de perforación. En cierto modo era una operación *offshore* a la manera *onshore*, un híbrido ingenioso cuyos pozos dirigidos aportaron los primeros hidrocarburos almacenados bajo el lecho marino.

Otra experiencia *offshore* de YPF tuvo lugar en la ahora denominada Cuenca del Salado: aplicó por primera vez la sísmica de refracción en 1937 (hasta 1942), lo que llevó al descubrimiento de la Cuenca; aunque un pozo perforado resultara estéril.

En honor a la verdad, hasta finales de la década del 50 poco se supo del mar argentino. Ni se

「**FUNDAMENTOS TÉCNICO-CIENTÍFICOS AVALAN LA HIPÓTESIS** DE QUE EL MAR ARGENTINO ALBERGA UNA RIQUEZA HIDROCARBURÍFERA QUE PODRÍA SUPERAR A VACA MUERTA.」

CÓMO SE EXPLORA EN EL MAR

Una campaña de prospección, que puede insumir tres años, inicia con la sísmica 2D. Si se observa un potencial, se aplica la 3D. En función de los resultados, se emprende la perforación exploratoria.

PLATAFORMA AUTOELEVABLE

Opera en aguas someras (hasta 150 m de profundidad del agua). Es trasladada al sitio de perforación, donde sus patas descienden al lecho marino y luego elevan a la plataforma para que el oleaje no la alcance.

PLATAFORMA SEMISUMERGIBLE

Puede operar en aguas profundas (hasta 3000 m de profundidad del agua). Es flotante y se ancla al lecho marino. Su cubierta de operación, que está elevada, se apoya en columnas sobre pontones sumergidos.

BUQUE SISMOGRÁFICO

Surca áreas preestablecidas para realizar estudios sísmicos 2D y 3D. Guiado por GPS, remolca sensores en cables de hasta 12 km de longitud que van sumergidos a 10 o 20 metros. Navega durante semanas y puede albergar 80 tripulantes.

BUQUE DE PERFORACIÓN

Opera en aguas profundas (hasta 3000 m de profundidad del agua). Es óptimo para áreas lejanas por su movilidad y autonomía. Mientras perfora, mantiene su posición mediante propelas.

1 PREPARACIÓN

Despliegue de los cañones de aire y streamers.

2 BURBUJA DE AIRE

El aire a presión de los cañones es liberado, lo que genera una onda de presión.

3 EXPANSIÓN

Las ondas se expanden por las capas del subsuelo.

4 INFORMACIÓN

Los hidrófonos captan las ondas reflejadas por las capas de sedimentos en el subsuelo.

5 ANÁLISIS

Los sistemas informáticos generan imágenes de la estructura geológica del subsuelo.

A. CAÑONES DE AIRE

Son cavidades cilíndricas con aire a presión (unas 2000 libras de fuerza por pulgada cuadrada) distribuidas en hileras.



B. STREAMERS

Son cables arrastrados por el buque sísmográfico. Contienen hidrófonos embudidos, sensores de posición acústica y por láser, giróscopos y brújulas.

C. ESTABILIZADORES

La tecnología más moderna permite controlar la dirección y la profundidad de los streamers con unas aletas dirigidas por el sistema de navegación.

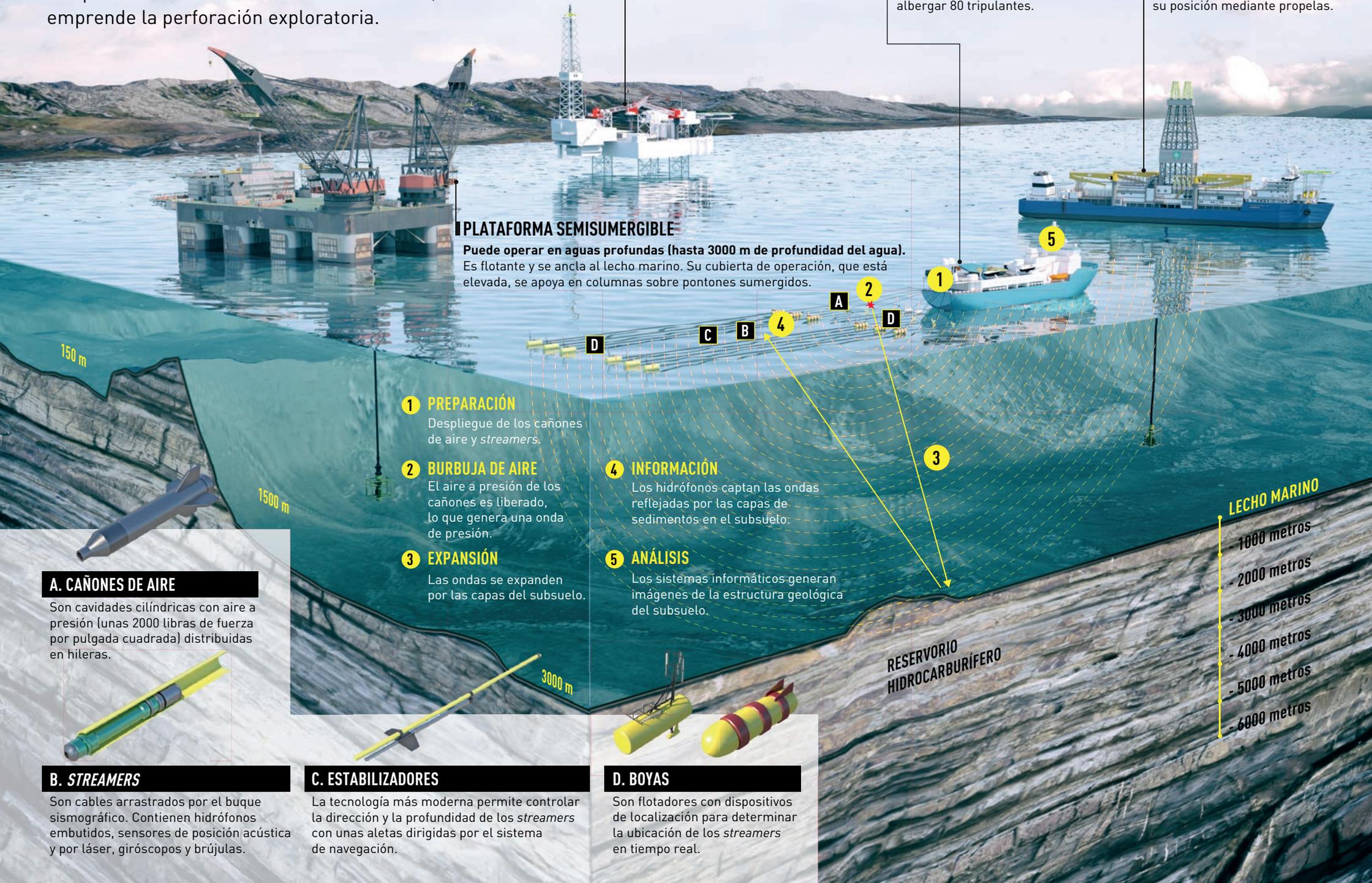
D. BOYAS

Son flotadores con dispositivos de localización para determinar la ubicación de los streamers en tiempo real.

LECHO MARINO

- 1000 metros
- 2000 metros
- 3000 metros
- 4000 metros
- 5000 metros
- 6000 metros

RESERVORIO HIDROCARBURÍFERO



Entre 1957 y 1961 se efectuaron los primeros relevamientos marítimos destacables utilizando sísmica de reflexión.

habían identificado las estructuras sedimentarias submarinas, sin las cuales resulta imposible la existencia de petróleo y gas *offshore*. Fue entre 1957 y 1961 cuando, mediante un acuerdo entre el Servicio de Hidrografía Naval de la Argentina y el estadounidense Observatorio Geológico Lemont, se efectuaron los primeros relevamientos marítimos destacables. Mediante la sísmica de reflexión se pudo identificar dichas estructuras, delimitar las principales cuencas y estimar el espesor sedimentario. A fines de los 60 y e inicios de los 70 comenzaron los estudios específicos en busca de petróleo.

La Ley de Hidrocarburos N.º 17139 aportó un marco a la exploración en áreas marinas que alentó a YPF y a firmas privadas a emprender proyectos costa afuera. El registro de 50.190 km de líneas sísmicas dio paso a 32 perforaciones en las cuencas del Salado y Golfo San Jorge,

donde las empresas Agip y Petrel realizaron descubrimientos en cantidades no comercializables.

En 1974, YPF incorporó un barco para la registración sísmica. Fue bautizado con el nombre José María Sobral en honor al primer geólogo, marino y explorador argentino que integró la pionera expedición invernal en la Antártida. Durante un año de campaña registró 20.000 kilómetros de sísmica en las cuencas del Salado, Colorado y Austral, junto con relevamientos regionales en la de Valdés, entre otros.

Entonces acontece otro hito *offshore*: el inicio del Plan YPF en el Mar con la compra de plataformas petroleras. Una, adquirida en los Estados Unidos, estaba destinada al fueguino Golfo San Sebastián. Fue nombrada Liberación, pero se hundió en el Caribe durante su

viaje a remolque hacia la Argentina. El Plan se mantuvo firme: en 1975, se encargó a astilleros franceses una moderna plataforma semisumergible. Fue bautizada General Enrique Mosconi y podía perforar en profundidades de agua de hasta 200 metros; forma parte de la historia grande de la industria del petróleo y el gas.

Mientras la plataforma era construida, YPF perforó en 1975 sobre los acantilados costeros de la Cuenca Península de Valdés para definir su estratigrafía. La registración sísmica, realizada un año después y hasta 1988, determinó la configuración estructural de la Cuenca y también la de Rawson.

En 1977, arrancó la segunda oleada *offshore*. La recién estrenada plataforma Mosconi realizó dos sondeos en la Cuenca del Colorado; aportó datos relevantes sobre la capacidad de generación de gas en la parte superior del estrato formado durante el Pérmico superior. También perforó siete pozos en Golfo San Jorge. Dos de ellos descubrieron petróleo; pese a no ser económicamente viables, proporcionaron datos relevantes para los estudios posteriores. Además, uno de los pozos fue en ese mo-

mento el más profundo del *offshore*: el trépano llegó a 3098 metros bajo boca de pozo.

El primer pozo en la Cuenca de Malvinas Oeste lo perforó la compañía en 1979, alcanzó 4479 metros de profundidad y documentó petróleo en un ensayo a pozo abierto. A partir de los resultados de YPF, la empresa Esso perforó en la misma cuenca los pozos Salmón x-1, en 1980, y Calamar x-1, en 1981.

En 1978, la nueva Ley N.º 23851 estableció un régimen de contratos de riesgo que dio lugar a campañas *offshore*, en especial de empresas con capitales internacionales. Exxon y Shell hallaron gas y petróleo en las cuencas de Malvinas y en el sur de Santa Cruz; sin embargo, no resultaron de interés comercial.

Lo que sí significó el comienzo de un desarrollo productivo de formidable valor para el abastecimiento de gas a partir de 1989 fue el trabajo de Total Austral frente a la costa de Tierra del Fuego. Por su parte, la labor exploratoria del consorcio formado por la chilena Enap Sipetrol e YPF culminó con la puesta en producción del área Magallanes en 1991.



En el *offshore* argentino se contó con las plataformas Mosconi, en las cuencas del Colorado y Golfo San Jorge, y Ocean Scepter, en Golfo San Jorge.

La plataforma *offshore* Ocean Scepter llegó al Golfo San Jorge el 10 de septiembre de 2008.



Instrumentos para el relevamiento de sísmica en el *offshore*.

Nuevas ideas y métodos, además de la incorporación en 2017 de 1.784.000 km² de plataforma continental más allá de las 200 millas marinas, amplían las oportunidades en el *offshore*.

En la actualidad, la producción *offshore* en la Cuenca Austral provee un 25% del gas natural extraído en la Argentina.

La tercera oleada exploratoria generó gran expectativa en 2008 con la incorporación de la plataforma autoelevable Ocean Scepter. Hacía décadas que YPF no emprendía una exploración *offshore*. La primera parada fue el Proyecto Aurora, que consistía en cuatro pozos en el Golfo San Jorge y partía del concepto de que su subsuelo marino podría ser un espejo del continental. El anhelo era encontrar una especie de “nueva” Cuenca del Golfo San Jorge. El nombre del proyecto rendía tributo a Aurora Cortez, empleada veterana de Cartografía en Comodoro Rivadavia. Fue una iniciativa singular en el sector, todos los pozos fueron bautizados con nombres de mujer en agradecimiento a otras empleadas. Se descubrió petróleo, pero el hallazgo distaba de las expectativas.

La tercera oleada prosiguió con tres pozos en la Cuenca Austral y otro en aguas profundas en la Cuenca de Malvinas, a 320 kilómetros al este de Río Grande, en Tierra del Fuego. La labor fue emprendida con entusiasmo, pero el mar impuso sus condiciones: los exploradores trabajaron con vientos de hasta 180 kilómetros por hora y olas de ocho metros de altura. El pozo alcanzó 2000 metros de profundidad. Desafortunadamente no aportó petróleo, pero la operación constituyó un hito por sí misma y aportó buena información sobre aquel subsuelo.

Nuevas ideas y métodos, así como la incorporación en 2017 de 1.784.000 km² de plataforma continental más allá de las 200 millas marinas, fundamentan el optimismo sobre un formidable potencial para el *offshore* nacional, un tema que será abordado en páginas posteriores.

LA PLATAFORMA MOSCONI DESCUBRE PETRÓLEO

La Plataforma General Enrique Mosconi, adquirida especialmente por YPF en los astilleros CFEM, de Dunkerque (Francia), descubrió petróleo en el mar argentino el 16 de marzo de 1978.

El Día de los Reyes Magos de ese año había comenzado la perforación del pozo Tehuelche, a 17 kilómetros de la costa de Comodoro Rivadavia, Chubut. Era el tercero perforado por la plataforma (había realizado otros dos en la Cuenca Colorado Marina el año anterior, pero sin éxito). En la campaña para el Golfo San Jorge, el Tehuelche x-1 era el primero de

los siete pozos proyectados con los que se estimaba que podría encontrarse un tercio del potencial hidrocarburífero de la cuenca.

Al término de la perforación había mostrado la presencia de seis capas de interés: cuatro de ellas entre los 1620 metros y los 1650 metros de profundidad; las otras dos, entre los 2150 y los 2400 metros. Punzada la capa de 2350 metros aparecieron los hidrocarburos. A través de un orificio de 9,5 milímetros se midió un caudal de 190 m³ de petróleo/día y 46.000 m³ de gas/día, con una presión de 101 kilos por centímetro cuadrado.

Las noticias entusiasmaron; pero la empresa pidió prudencia dada la extensa evaluación que quedaba por hacer del descubrimiento, considerado finalmente como no comercial, por lo que no pasó a la etapa de producción.

Otro pozo emblemático perforado por la Mosconi fue Ciclón es-1, el pionero que comprobó la existencia de petróleo en la Cuenca de Malvinas.

La plataforma continuó operando varios años, incluso para compañías multinacionales cuando exploraron áreas marinas. Pero sus días terminaron cuando finalizó aquella etapa de interés por el *offshore* nacional. Fue vendida y trasladada al extranjero donde, lejos del glamur y del símbolo que representó para YPF y la Argentina, continuó su trabajo como plataforma de producción temprana.

LOS DESAFÍOS INTERNACIONALES

La transformación experimentada por la compañía desde 1992, cuando fue privatizada, llevó a los exploradores a trabajar en países vecinos, viviendo nuevas experiencias en distintos tipos de yacimientos.

YPF había emprendido proyectos fronteras afuera antes de adquirir diversos activos internacionales en 1995. Finalmente, su actividad en el exterior quedó integrada en la compañía YPF Internacional.

En 1993, la empresa formaba parte de la exploración y explotación del Bloque 14 en Ecuador. A Perú llegó en 1994 para participar en la exploración de la Faja Plegada, en el Bloque 50 de la Cuenca de Santiago, donde perforó cuatro pozos exploratorios en cuatro años, aunque con resultados negativos.

En 1995, los exploradores fueron destinados a Bolivia, a la operación de los bloques Mamoré y Caipipendi, en el que dos años después

salió a la luz el prominente campo Margarita. YPF también se posicionó mediante acuerdos *farm-in* y rondas de licitación en los bloques Montero y Charagua, en 1995 y 1997, respectivamente. Ese año había emprendido trabajos en los bloques Monteagudo, Boomerang I y III, Amboró Espejos, Grigotá, Camiri, Capirenda, Cambarí, San Antonio y San Alberto, con porcentajes participativos que oscilaban entre el 50% y el 25%. Así formó parte del descubrimiento y desarrollo de algunos de los principales yacimientos gasíferos bolivianos.

Otra operación internacional, emprendida en 1997, fue la del ecuatoriano Bloque 16; se suma la participación en cinco bloques *offshore* de Indonesia y en los venezolanos Quiriquire y Guarapiche.

Esta etapa internacional aportó nuevos conocimientos a los geólogos y los geofísicos de la compañía. Fronteras afuera corroboraron que Exploración de YPF, fiel a los máximos



Arriba: plegamiento de las pelitas de la Formación Los Monos (roca generadora) en la serranía del Aguaragüe, departamento de Tarija, en el extremo sur de Bolivia. **Abajo:** preparación de los geófonos para estudios geofísicos del subsuelo.

YPF se convirtió en la primera compañía que firmó un acuerdo con Petrobras cuando Brasil abrió las puertas a iniciativas privadas.

Despliegue de los cañones de aire, los *streamers*, los estabilizadores y las boyas con geolocalización de un buque sismográfico en el mar territorial argentino.





estándares de la industria, estaba a la par de otras empresas participantes en los mayores *plays* del mundo. Este fue el emblemático caso del trabajo exploratorio iniciado en el *offshore* brasileño en 1998. Ese año, YPF se convirtió en la primera compañía en firmar un acuerdo con Petróleo Brasileiro S. A. (Petrobras), cuando el Estado vecino abrió las puertas a iniciativas privadas. Compitiendo con las principales multinacionales, se adjudicó cinco bloques atlánticos en las cuencas Campos, Potiguar y Espirito Santo. En las aguas profundas de esta última operó, con Petrobras como socio, el Bloque BES-3, emplazado en una estructura geológica similar a la de los prominentes yacimientos de la principal cuenca productora brasileña (Campos). Además, participaba en la exploración del bloque BPOT-2, en la Cuenca de Río Grande do Norte, y en el desarrollo de Carauna de la Cuenca Potiguar, en el nordeste marítimo brasileño, a 30 kilómetros de la costa; allí estrenó, durante el año 2000, su producción hidrocarbúrica en el *offshore* de Brasil.

En la primera ronda licitatoria convocada por el Gobierno brasileño, en junio de 1999, la

empresa ganó con distintos consorcios cuatro bloques exploratorios costa afuera en las cuencas Campos, Espirito Santo y Camamu-Almada, sumaban 8137 kilómetros cuadrados. Al término de aquel año, YPF figuraba entre las compañías internacionales más posicionadas en el país, contabilizaba participaciones en ocho bloques exploratorios y uno de desarrollo.

En la segunda ronda de licitaciones, celebrada en junio del 2000, ganó en consorcio el bloque BMS-9, donde fue socio no operador. Aquí, los exploradores argentinos protagonizaron el hecho más destacable: recomendaron especialmente el bloque. Años después se reveló que

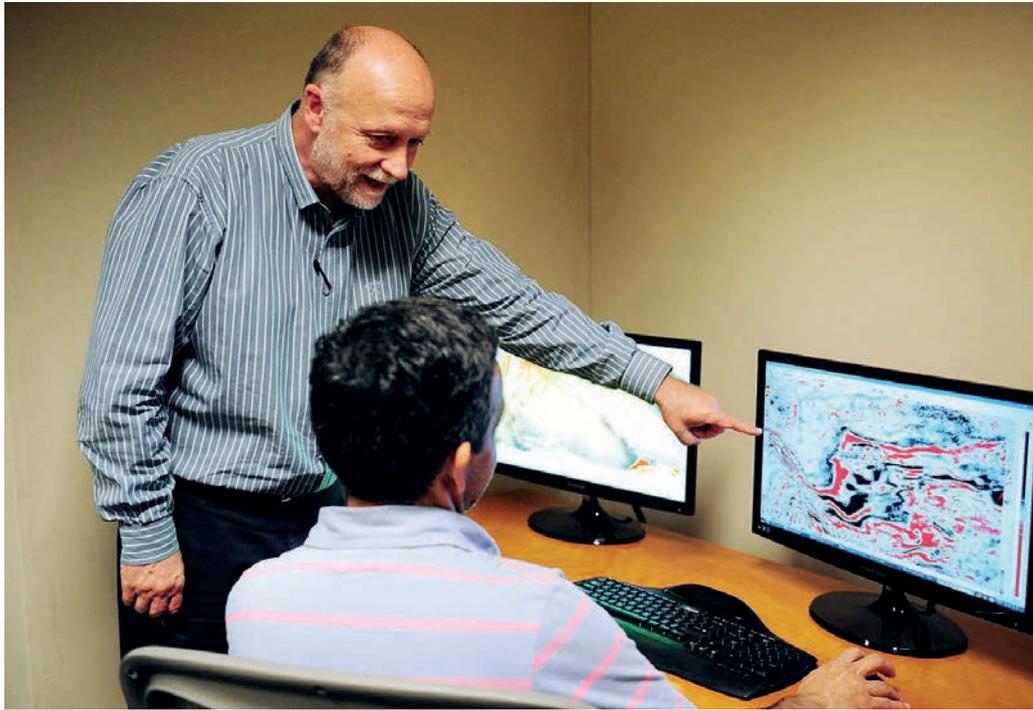
Los exploradores “ypefianos” recomendaron el bloque BMS-9; años después se descubrió que forma parte del presal.

forma parte del presal, un monumental horizonte geológico hidrocarburífero descubierto en 2006 bajo una capa de sal a 7000 metros de profundidad a partir del lecho marino. El presal representa para los brasileños un activo de tanta importancia como Vaca Muerta para los argentinos.

Con el correr del tiempo, las oficinas de YPF se poblaron de historias vividas en destinos tan lejanos como Libia; el mar de Java, en Indonesia; Malasia, Guyana y la Federación Rusa, y tan cercanos como Uruguay y Chile, donde comenzó su actividad exploratoria en los bloques San Sebastián, Lago Mercedes y Marazzi. Forman parte del acervo profesional de no pocos exploradores en activo en la compañía.

A partir de 2012, con la promulgación de la Ley 26741, cambió la composición societaria de YPF, que había sido parte de Repsol-YPF para las operaciones internacionales desde 1999 hasta esa fecha.

Hoy, YPF S. A. prosigue su labor exploratoria en el área boliviana de Charagua, en el Departamento de Santa Cruz, donde realiza



Integrantes de Exploración visualizan e interpretan las imágenes de sísmica 3D de un proyecto exploratorio, 2018.

relevamientos con sísmica 3D. También sigue presente en el bloque de Abapó y estudia otros bloques de la faja plegada del país andino.

En Chile, la compañía está presente en el área San Sebastián de Tierra del Fuego, donde registró 672 km² de sísmica 3D y perforó ocho pozos, cinco de ellos descubridores en la unidad conocida como Tobífera.

Con respecto a los trabajos en suelo argentino, al término de la década que estrenó el siglo XXI arraigó la idea de desarrollar los yacimientos no convencionales, en especial los de Vaca Muerta, principal roca generadora de la Cuenca Neuquina. La iniciativa casi carecía de antecedentes en el mundo, pero tomó forma hasta convertirse en realidad. Hubo que adaptarse, cambiar paradigmas, dejar de lado buena parte de lo aprendido en un siglo para encarar un desafío casi desde cero. En definitiva, nada que Exploración de YPF no estuviera dispuesta a superar. Gracias a ello, Vaca Muerta está cambiando la historia energética del país, convirtiéndolo en un jugador de primera en el desarrollo de reservorios *shale* y *tight*.



CAPÍTULO 4

PUNTO DE INFLEXIÓN

Las nuevas ideas y perspectivas, la innovación tecnológica y un hallazgo fuera de lo común forjan oportunidades que cambian paradigmas.

HACER REALIDAD LO IMPROBABLE

Al término de la década inaugural del siglo XXI, el futuro del sector y, por ende, del abastecimiento energético nacional, era preocupante. Tras un rápido crecimiento en los 90, la curva productiva petrolera comenzó a declinar. El proceso parecía irreversible. El gas natural se sumó a la tendencia años después, la autosuficiencia de combustibles se perdió y volvió el gas importado en cantidades cada vez mayores.

Un aspecto geológico explicaba parte de la merma: el agotamiento de recursos no renovables, finitos. La realidad era irrefutable: las cuencas productivas habían alcanzado un grado de madurez importante tras un siglo de producción intensiva. Quedaban dos opciones: mejorar la recuperación secundaria y terciaria en las cuencas maduras y afrontar la exploración de trampas sutiles, complejas y probablemente menos rentables. Nadie imaginaba un descubrimiento mayúsculo, excepto en el enigmático *offshore*, donde los proyectos son de altísimo riesgo, logística





Izquierda: el *tight* y el *shale* son estratégicos, la Argentina posee el 50% de estos recursos en América Latina y el 18% del total mundial. **Derecha:** Y-TEC creó un programa de investigación dedicado al estudio y la tecnología de la producción no convencional.

La inyección de fluidos permitió extraer hidrocarburos de formaciones de arenas compactas antes descartadas.

compleja e inversión ingente. Pero a mediados de los 90 cobró fuerza el concepto de explorar el *tight gas*, almacenado en formaciones de arenas compactas.

Para un mejor entendimiento, los hidrocarburos no se acumulan en “lagos” subterráneos, sino en los poros microscópicos de las rocas. La porosidad y la conexión entre los poros determinan, en líneas generales, la permeabilidad de la roca. Si es porosa y sus poros están bien interconectados, es “permeable”. Los fluidos —gas, petróleo y agua de formación— se desplazan con relativa facilidad por este tipo de formación; por lo tanto, la extracción de los recursos suele ser más sencilla y económica. Es el denominado “desarrollo convencional”.

A medida que la porosidad y la conexión entre los poros disminuyen, baja el índice de permeabilidad, lo que complica y encarece la explotación de los hidrocarburos hasta un punto en que es imposible extraerlos con técnicas convencionales. Aquí entra en escena la “estimulación” del reservorio mediante la inyección, a alta presión, de un fluido compuesto de agua, arenas especiales y aditivos. Al vencer la resistencia de la roca, el fluido abre fisuras de menos de un milímetro de espesor y hasta 200 metros de longitud hacia los laterales. Son apuntaladas con gránulos arenosos o “agentes de sostén”; a través de ellas se facilita el ingreso de los recursos al pozo. Es una técnica costosa, sí, pero efectiva en formaciones antes descartadas. Fue aplicada por primera vez en 1947, en los Estados Unidos, para mejorar la permeabilidad de reservorios convencionales. En la Argentina, la primera vez que se aplicó la estimulación hidráulica fue el 20 de septiembre de 1959, en un pozo de YPF en Sierra Barrosa, Neuquén; desde entonces, la aplicación de esta técnica es de uso común en la producción de hidrocarburos.



La exploración de nuevas fronteras plantea complejidades técnicas y cuantiosas inversiones. La innovación y la eficiencia son la clave.

「 A MEDIADOS DE LOS 90
COBRÓ FUERZA EL
CONCEPTO DE EXPLORAR
EL *TIGHT GAS*. 」

TIGHT Y ALGO MÁS

Las formaciones de arenas compactas (*tight*) pertenecen al grupo no convencional. Son rocas de muy baja permeabilidad, por lo general con gas natural, en las que la estimulación hidráulica incrementa la productividad. En algunos casos son reservorios de baja permeabilidad que almacenan hidrocarburos en entrapamientos tradicionales, estructurales o estratigráficos en los que solo es necesario mejorar la transmisibilidad. En otros casos son almacenamientos confinados con sobrepresión, gas y sin agua: los denominados “sistemas de gas de centro de cuenca”.

La declinación de la producción, cada vez más apremiante, puso a estas formaciones en la mira de YPF, que fue la primera compañía en explorarlas en la Argentina. Las experiencias iniciales obtuvieron buenos resultados en la Cuenca Neuquina en 2005. Mientras el *tight* prometía convertirse en un aporte interesante, pocos preveían que se avecinaba algo impactante.

Al comienzo de los 90 llegaban noticias de los Estados Unidos sobre desarrollos más complejos que los objetivos *tight*, pero comercialmente viables: se trataba de las “rocas madre” (*shales*) en las que se generaron el petróleo y el gas antes de migrar a formaciones permeables, desde donde eran extraídos hasta ese momento.

Los hidrocarburos de los reservorios convencionales y los no convencionales se originan en rocas absolutamente impermeables. Estas “rocas generadoras” fueron, cientos de millones de años atrás, el lecho del mar o de inmensos cuerpos lacustres sobre los cuales se depositaron sedimentos arcillosos junto con incontables microorganismos (sobre todo algas) en un medio con baja disponibilidad de oxígeno. Los sedimentos se consolidaron y formaron una roca muy rica en materia orgánica que generó los recursos energéticos por el aumento de la presión y la temperatura a medida que se iban soterrando. Una parte del

gas y el petróleo pudo migrar hacia formaciones convencionales, pero el resto permaneció atrapado en esa roca arcillosa.

Así como la presencia de una formación *shale* siempre fue indicio de la existencia de un sistema petrolero —que abarca las rocas generadoras e incluye todos los elementos y procesos esenciales para la formación y acumulación de hidrocarburos—, su potencial era inaccesible con los métodos convencionales por su nula permeabilidad. Se puede perforar un pozo hasta un *shale* repleto de recursos, pero para extraerlos hay que “estimularlo”: crear fisuras en las arcilitas ricas en materia orgánica por las cuales puedan fluir el petróleo y el gas. Al crear permeabilidad artificial con las estimulaciones hidráulicas, que

permiten la movilidad de los hidrocarburos retenidos, la producción del *shale*, poroso pero impermeable, se hace posible.

Los estudios Shale Gas Project, experimentados en los 70 en los Estados Unidos, funcionaron; pero resultaron antieconómicos. En los 80 lograron la primera producción rentable de un reservorio no convencional, el Barnett Shale, en Texas. A mediados de los 90, las condiciones económicas y tecnológicas (la perforación horizontal) se alinearon y el desarrollo del *shale* se convirtió en un *boom* al estrenarse el nuevo milenio. Estados Unidos revirtió su producción declinante en una década y dejó de ser un crónico importador neto de gas. El crudo avanza por el mismo camino.

Con la técnica de perforación horizontal, el desarrollo del *shale* crece de forma exponencial desde el inicio del nuevo milenio.

PERFORACIÓN HORIZONTAL

Los pozos horizontales utilizan la técnica de fracturación hidráulica en las formaciones convencionales y no convencionales (*shale* y *tight*). Mediante fisuras microscópicas apuntaladas se pueden extraer los hidrocarburos.

ADITIVOS PARA EL FLUIDO DE INYECCIÓN

UNIDAD DE CONTROL

CAMIONES BOMBEADORES

CABINA DEL PERFORADOR

RAMPA DE MANIPULACIÓN DE TUBERÍAS

GENERADORES ELÉCTRICOS

PILETAS DEL AGUA UTILIZADA PARA EL FLUIDO DE PERFORACIÓN

CAMIÓN ARENERO

Altura: 45 metros --
Peso: 1250 toneladas

WALKING RIGS

Estas torres de perforación de última generación optimizan tiempo (50%) y costos (-31,8%) en el desarrollo de los yacimientos. Con un sistema hidráulico "caminan" hasta 15 metros en 90 minutos. Así pueden ser trasladadas a otra locación para la perforación exploratoria sin tener que desmontarlas.

1. PERFORACIÓN

El trépano perfora el subsuelo guiado por el sistema de geocalización. Puede perforar miles de metros en vertical, luego cambia el sentido, perforando un "codo" para proseguir en horizontal.



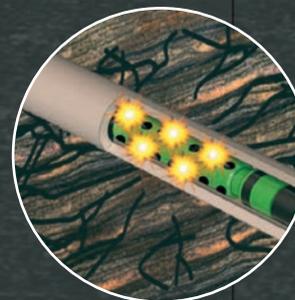
2. ENTUBAMIENTO

El revestimiento con acero y la cementación del pozo son esenciales para la seguridad. Responden a las condiciones de profundidad, presión y temperatura del subsuelo.



3. PUNZADO

Se realizan pequeños orificios en el pozo para luego conectarlos con el reservorio hidrocarburiífero.



4. FRACTURA

Se inyecta un fluido a presión para generar fisuras microscópicas en el reservorio. El fluido contiene agua, agentes de sostén, para mantener abiertas las fisuras, y aditivos.



5. PRODUCCIÓN

El petróleo y el gas fluyen por las fisuras hasta ingresar al pozo a través de los orificios punzados.



A. GEONAVEGACIÓN

El trépano de perforación es guiado por un sistema de geocalización de alta precisión basado en las fuentes naturales de rayos gamma emitidos por las formaciones geológicas.

Transmisión de datos por radio en el pozo

Equipamiento de navegación para controlar la dirección y la orientación de la perforación

Antena transmisora direccional

Equipo de registro de datos

Antena receptora omnidireccional



La perforación se lleva a cabo con estrictas medidas de seguridad laboral y ambiental.

ACÁ, EN EL SUR

En la Argentina, la experiencia estadounidense en las formaciones no convencionales parecía inalcanzable. Por fortuna, YPF, atenta a las ideas disruptivas que ganan viabilidad luego de exhaustivos análisis, plantó la semilla de un prometedor provenir energético.

Al principio, pocos adoptaron la idea de convertir a las rocas generadoras en objetivos productores; la mayoría estimaba que era posible en el norte del continente gracias a su infraestructura, sus bajos costos de producción y su liderazgo tecnológico. Pero el interés arraigaba en las conversaciones, ganaba espacio en los cálculos y los proyectos. Así, el análisis de las rocas madre como reservorios no convencionales lo inició YPF en 2007. Tres años después llegó el momento de actuar: pozos exploratorios fueron profundizados en la Cuenca Neuquina.

En diciembre de 2010, la compañía anunció el descubrimiento de *shale gas* en el sur de Loma La Lata. Apenas cinco meses después halló *shale oil* en la Formación Vaca Muerta, también en Loma La Lata. Dicha formación,

roca madre de la Cuenca Neuquina, abarca 30.000 kilómetros cuadrados, se extiende por el subsuelo de Neuquén, Río Negro, La Pampa y Mendoza. Por primera vez sería factible poner en producción esos recursos en el país.

La noticia corrió como el viento. Un tumulto de multinacionales pedía reuniones con YPF. Querían participar y estaba claro que la odisea no convencional requería socios; aunque el proyecto se resistía a superar la barrera de lo “increíble”.

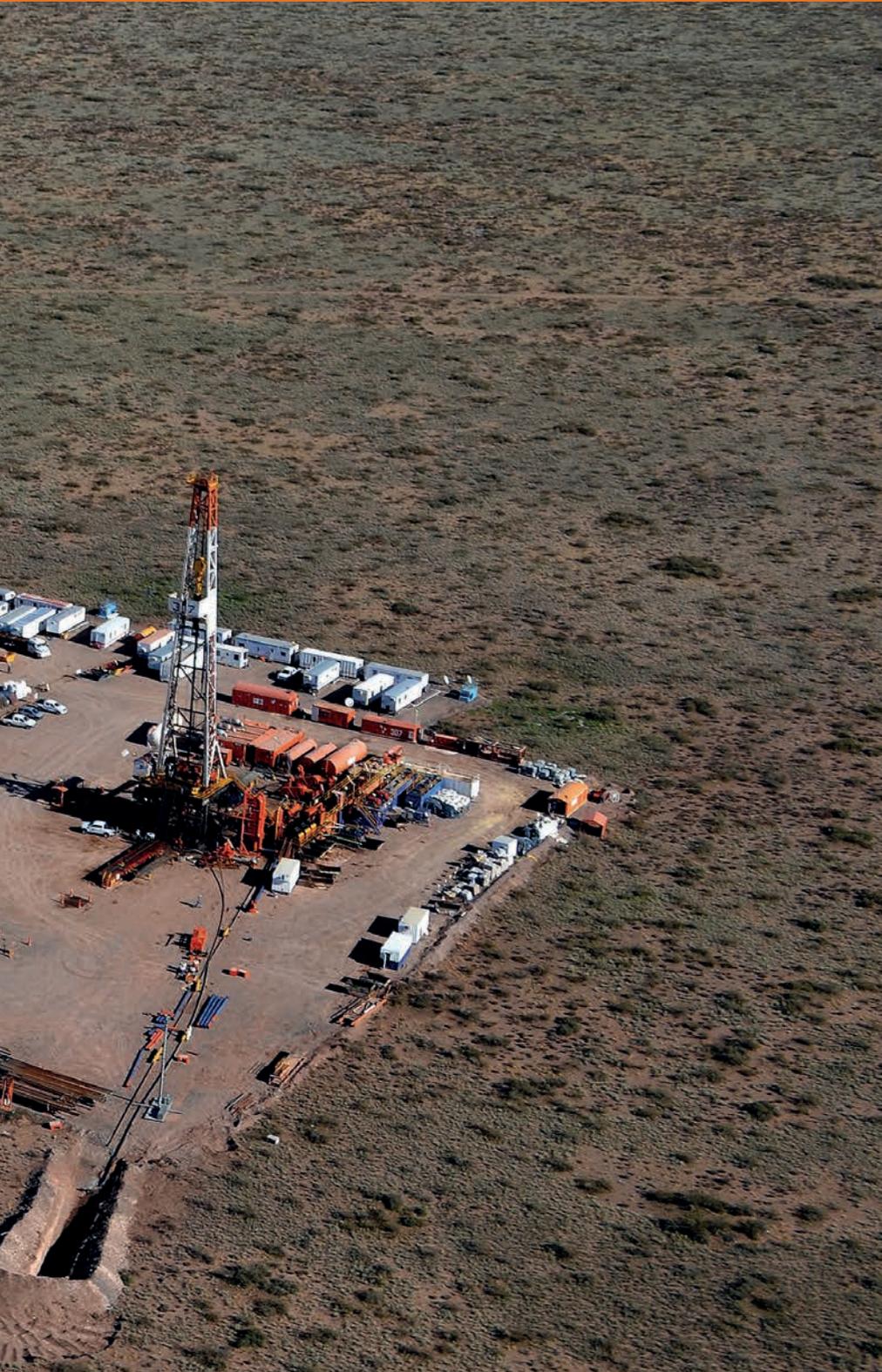
El análisis de las rocas generadoras como reservorios no convencionales lo inició YPF en 2007. Tres años después puso en producción a Vaca Muerta.



LA ÉPICA

Cuando YPF decidió desarrollar los *shales*, como hacían los Estados Unidos, casi no había otro antecedente en el mundo. La empresa sería la pionera; como siempre, su equipo de Exploración abriría camino.

Por aquellos días, la U. S. Energy Information Administration (EIA) publicó un célebre informe sobre recursos no convencionales de gas técnicamente recuperables en 48 cuencas de 32 países. La Argentina, con sus *shales*, ocupaba el tercer lugar del podio después de China y los Estados Unidos. La EIA evaluó que seis rocas generadoras de cuatro cuencas del país alcanzaban los 744 trillones de pies cúbicos de gas. La mayor parte, 240 trillones, correspondía a Vaca Muerta; el resto, a Los Molles (Cca. Neuquina); a Palermo Aike (Cca. Austral); Aguada Bandera y Pozo D-129 (Cca. Golfo San Jorge) y San Alfredo (Cca. Chaco-Paraná). En 2013, la EIA actualizó sus cálculos; ubicó a la Argentina en el segundo puesto en recursos gasíferos no convencionales (con el 11% mundial) y en el cuarto lugar en los petrolíferos (con un 8% del total). Vaca Muerta saltó a la tapa de los



YPF fue la primera en incorporar a escala y de forma integrada las torres de perforación móviles en la Cca. Neuquina.

La U. S. Energy Information Administration ubicó a la Argentina en el segundo puesto mundial en recursos gasíferos no convencionales y en el cuarto lugar en los petrolíferos.

diarios y es probable que el país tenga más recursos *shale* y *tight* que los estimados.

A la natural curiosidad y preferencia de los exploradores de YPF por encarar desafíos, se sumó la épica. La cruzada por desarrollar dicha formación neuquina era, nada menos, que la versión moderna de la “batalla” por recuperar el autoabastecimiento de combustibles. Poco antes, la producción en declinación y el escenario de cuencas muy maduras desalentaban incluso a los optimistas respecto del panorama energético nacional. Pero, de pronto, vislumbraron un recurso que abastecería al país durante siglos. Solo había que resolver cómo abordarlo desde lo técnico y lo económico.

Esta épica caló hondo en el corazón de los exploradores. Varios manifiestan que las contradicciones lógicas con las que lidian durante su carrera se disiparon y se sintieron parte de algo grandioso. Sabían que estaban erigiendo un pilar fundamental para el desarrollo nacional, que inauguraban un capítulo histórico.

La dificultad era que en Exploración poco se sabía sobre el desarrollo de *shales*, los pozos

horizontales (más eficaces y económicos) y las estimulaciones hidráulicas múltiples. Era lógico observar a los Estados Unidos, Vaca Muerta se parecía al más productivo de los *shales* de ese país: Marcellus. Pero lo cierto es que había que partir de cero; las recetas norteamericanas no siempre funcionaban en los reservorios argentinos. El escepticismo fue dejado de lado y se asumió un desafío monumental, fascinante para los exploradores, quienes, ávidos de conocimiento y experiencia, se preguntaban por dónde comenzar.

Para desarrollar el *shale* argentino se partió de cero, los ejemplos internacionales no aplicaban en el peculiar subsuelo neuquino.



El *shale* de Vaca Muerta tiene propiedades únicas: un espesor de hasta 520 metros, elevada cantidad de carbón orgánico total, alta presión y buena porosidad en relación con otras formaciones generadoras de hidrocarburos.

VACA MUERTA, PRIMERO

El primer paso fue priorizar qué *shale* desarrollar. Vaca Muerta fue seleccionada por sus múltiples virtudes: su notable cantidad de carbono orgánico total (por lo que el volumen de los recursos y su calidad son de gran valor); la alta presión; la madurez térmica; la buena permeabilidad en comparación con otros *shales* y su espesor. Otra ventaja: se encuentra a más de 2500 metros de profundidad, muy por debajo de los acuíferos de agua dulce. Además, existía una prolífica actividad convencional en la región; por ejemplo, en el legendario yacimiento Loma La Lata, cuyo gas está en la Formación Sierras Blancas, justo debajo de Vaca Muerta. Por lo tanto, se contaba con cierta infraestructura y logística.

El cambio para Exploración fue radical. Como las estimulaciones hidráulicas debían efectuarse en rocas de grano fino (en el pasado solo se estimulaban areniscas), fue necesario estudiar en detalle la composición mineraló-

gica, una propiedad física fundamental para clasificar las muestras. Estos estudios, mediante difracción de rayos X, se combinaron con las propiedades geomecánicas de perfiles obtenidos en los pozos para poder elegir los mejores intervalos en los que estimular la roca madre. Hubo que repasar los libros de geoquímica para caracterizarla; observar parámetros, tales como el contenido y el tipo de materia orgánica; analizar la cinética de la formación, la tasa de transformación... La odisea había comenzado.

Para monitorear las fracturas, cada explorador se convirtió, en cierto modo, en un geólogo de operaciones. Hubo que determinar qué análisis de las coronas pedirle al laboratorio. La geomecánica, casi excepcional en los estudios exploratorios, se convirtió en materia central. Es imposible entender un *shale* y cómo se comportarán las fracturas sin un buen análisis de las fuerzas a las que está sometida la roca. Esto era novedoso.

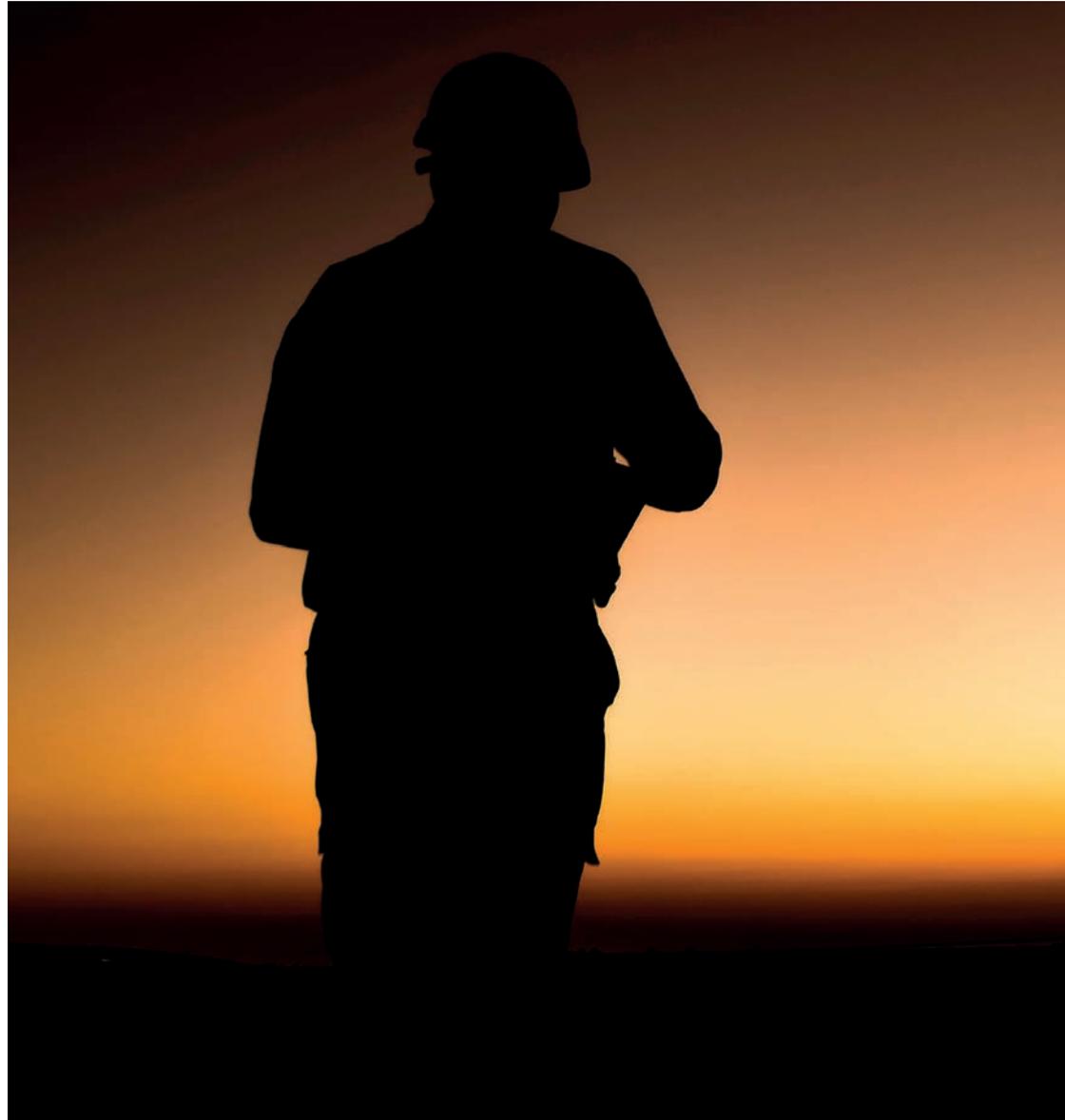
「 PARA MONITOREAR
LAS FRACTURAS EN
LOS POZOS Y ENTENDER CADA
SHALE, LOS EXPLORADORES
SE CONVIRTIERON, EN CIERTO
MODO, EN GEÓLOGOS
DE OPERACIONES.

」

Los avances tecnológicos que experimentó Exploración en aquellos días tienen pocos antecedentes, por la velocidad con la que se produjeron y el requerimiento de conocimientos para interpretar cartas de fractura, mejorar los diseños, la ejecución, la operación e incrementar la longitud de la rama horizontal lateral de cada pozo. No había tiempo que perder. El aprendizaje fue exitoso en todo sentido. Se redujeron los costos y aumentó la eficiencia de la perforación exploratoria. En pocos años, la Argentina ingresó en el selecto club de los principales desarrolladores de reservorios no convencionales.

El desafío exploratorio del *shale* sobrepasó la geografía de Vaca Muerta. Si el salto cuántico en los últimos cinco años fue poner en valor a dicha roca madre, ahora se avecinan alternativas en otras cuencas sedimentarias. Ya no se trata de partir de cero, sino de aplicar lo aprendido y la tecnología incorporada.

Ahí está Los Molles, 1000 metros por debajo de Vaca Muerta, con su gas y su configuración en almacenamientos separados, cada uno tan particular que podrían considerarse “minicuevas”. Requerirán maquinaria capaz de





El desarrollo pleno de la Formación Vaca Muerta aportaría recursos energéticos para casi 200 años.

El mayor desafío será poner en producción comercial rocas generadoras originadas por depósitos lacustres, tales como las formaciones Pozo D-129 y del Neocomiano.

perforar con buen desempeño en condiciones de alta presión y temperatura. Similar interés existe por formaciones gasíferas casi desconocidas: Anticlinal Aguada Bandera, en la Cuenca del Golfo San Jorge, e Inoceramus, roca madre de la Cuenca Austral.

El mayor desafío: poner en producción comercial rocas generadoras originadas por depósitos de agua dulce y no marinos como Vaca Muerta. Los intentos internacionales han sido en vano, dichas formaciones suelen albergar petróleo denso, difícil de mover, y el componente de arcillas expandidas, de granulometría fina, complica la fracturación (puede compararse la dificultad de fracturar una goma con la de fracturar un vidrio). Los

exploradores de YPF idean cómo lograrlo en las formaciones Cacheuta (Cuenca Cuyana) y Pozo D-129 (Cuenca Golfo San Jorge).

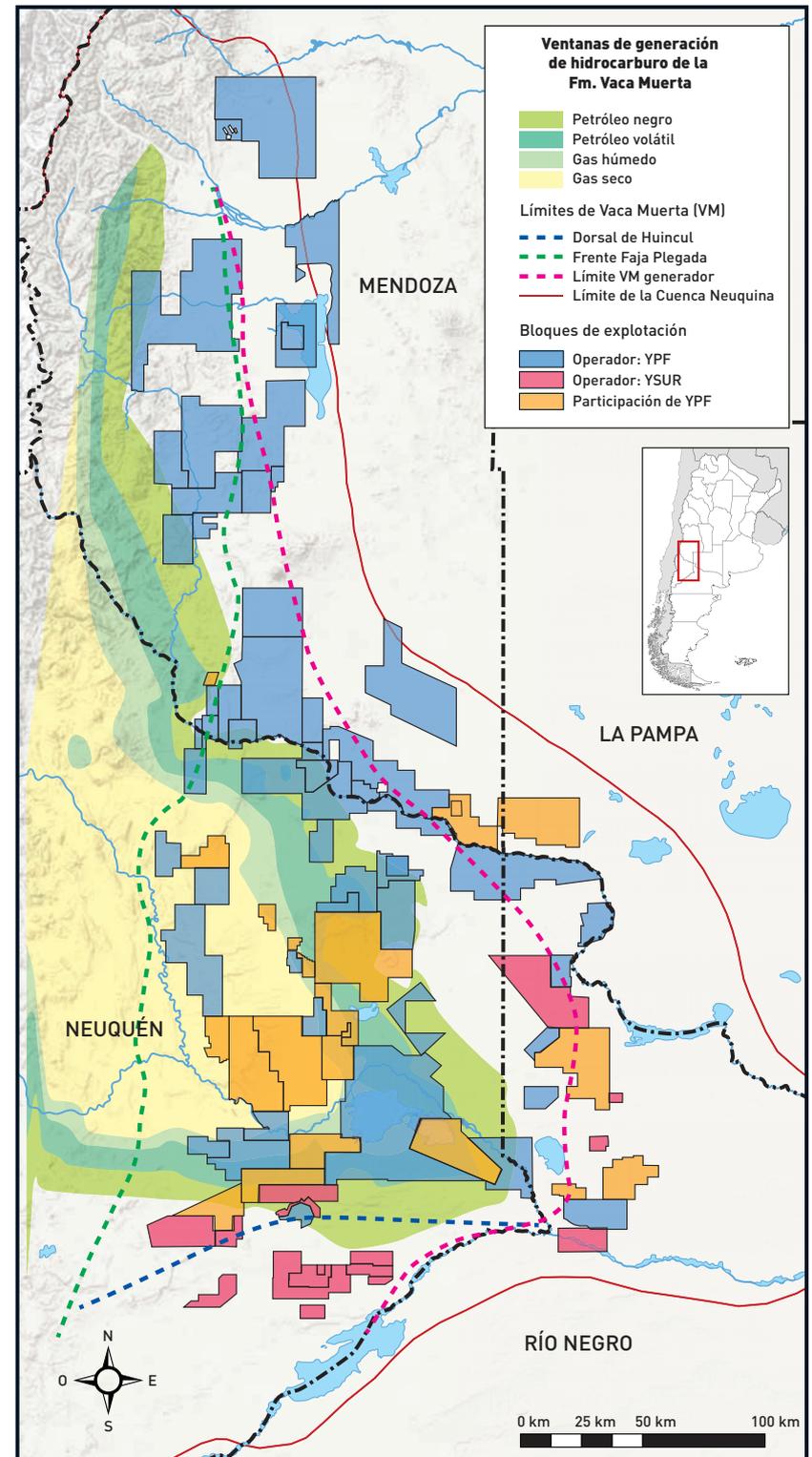
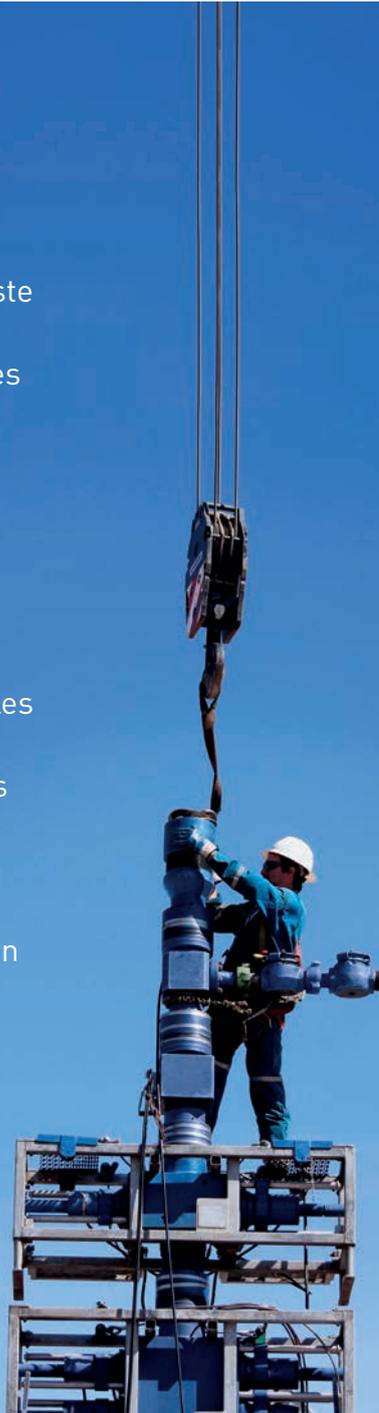
Con la distancia que ofrece el paso del tiempo podrá hacerse un balance panorámico y de fondo sobre los acontecimientos recientes. Si consideramos que la declinación de la producción de crudo se ha amesetado y que los *shales* y los *tights* han revertido la caída en la producción de gas hasta alcanzar un tercio del total en menos de una década, es posible entender la dimensión de lo logrado. Puede decirse que ya se tiene el saber y que, superado el hito, se está en el punto de inflexión que da paso al desarrollo masivo de los no convencionales.

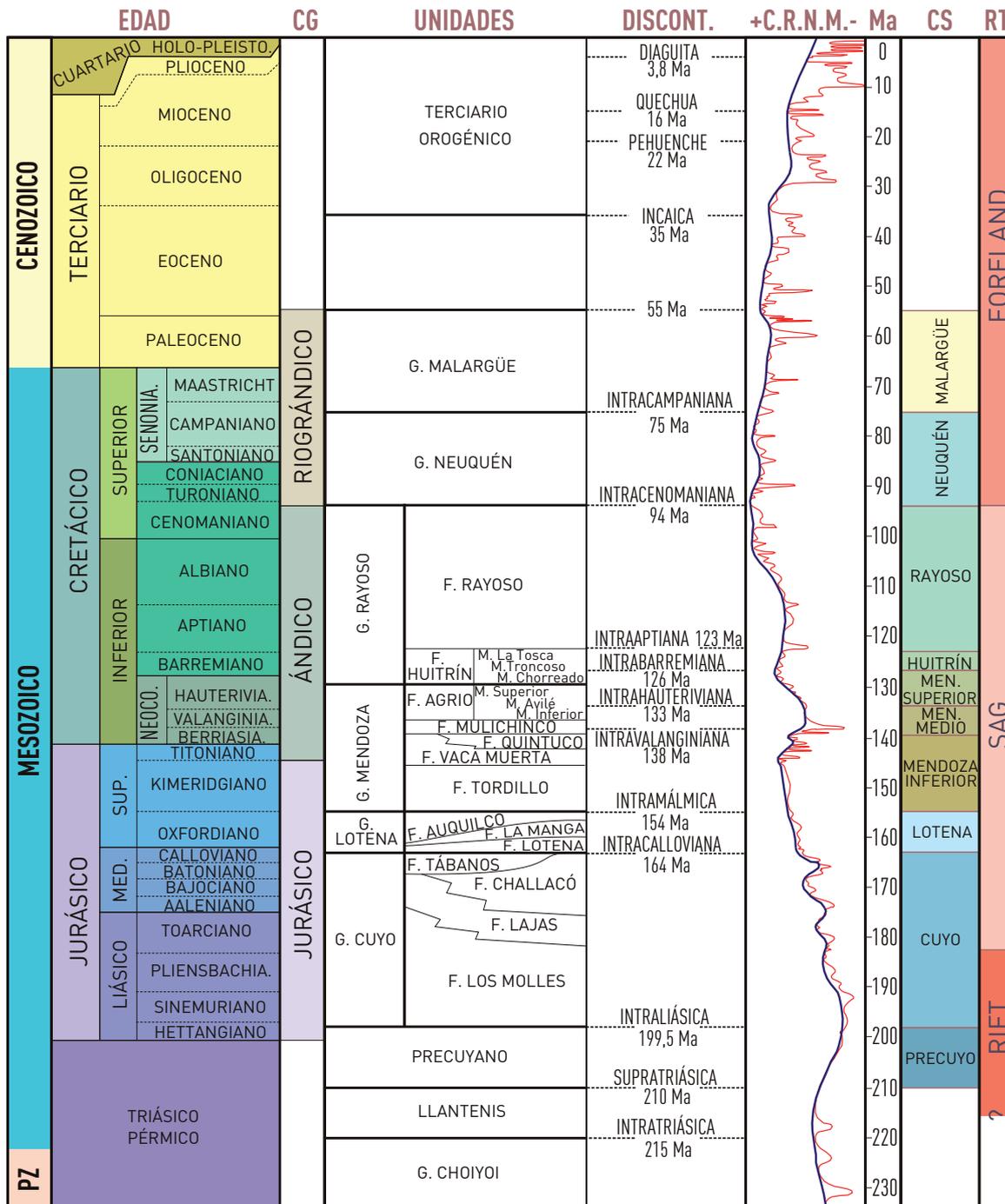
LA EXCEPCIONAL CUENCA NEUQUINA

La Cuenca Neuquina es una de las mayores productoras de hidrocarburos en la porción austral de América del Sur. Está localizada al este de los Andes, en el norte de la Patagonia. Cubre un área de más de 148.296 km² en el oeste central de la Argentina y contiene un registro estratigráfico de 6000 m de espesor, con edades que van desde el Triásico hasta el Paleógeno.

La sucesión sedimentaria incluye facies continentales y marinas silicoclásticas, carbonáticas y evaporíticas.

Tiene, además, características que la hacen especial: la multiplicidad de estilos estructurales existentes; la calidad y variedad de sus afloramientos; la diversidad de paleoambientes sedimentarios presentes, y la información de subsuelo disponible, que permite un buen conocimiento de la cuenca, fundamentalmente desde la óptica de la exploración y la producción de hidrocarburos.





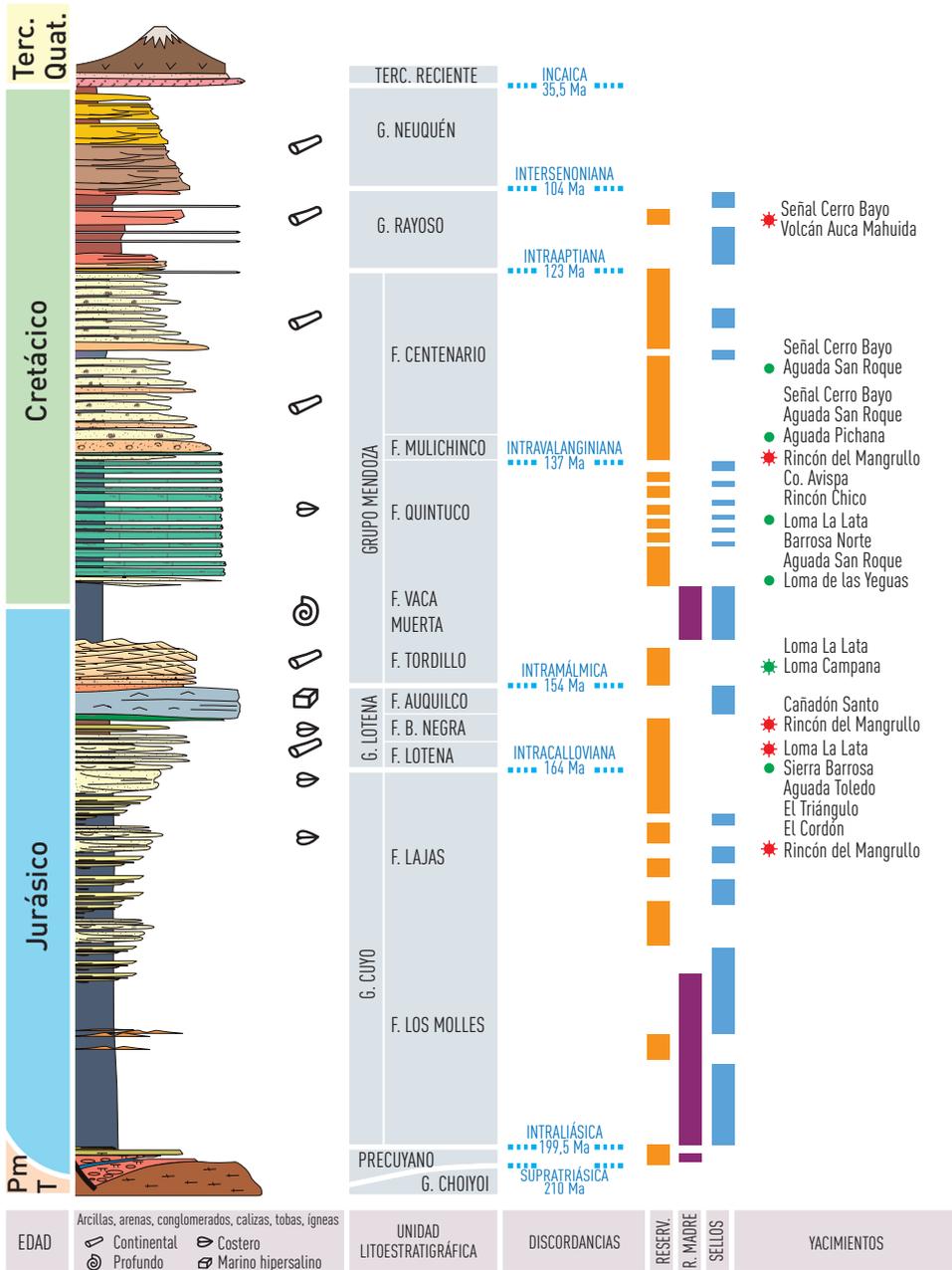
CG: Ciclos de Groeber. CRNM: Cambio relativo de nivel del mar (Haq et al., 1987). CS: Conjunto de secuencias (Legarreta y Gulisano, 1989). RT: Régimen tectónico. PZ: Paleozoico. Ma: Millones de años. F.: Formación. G.: Grupo. M.: Miembro.

Brissón y Veiga, 2016, modificado de Brissón y Veiga, 1999.

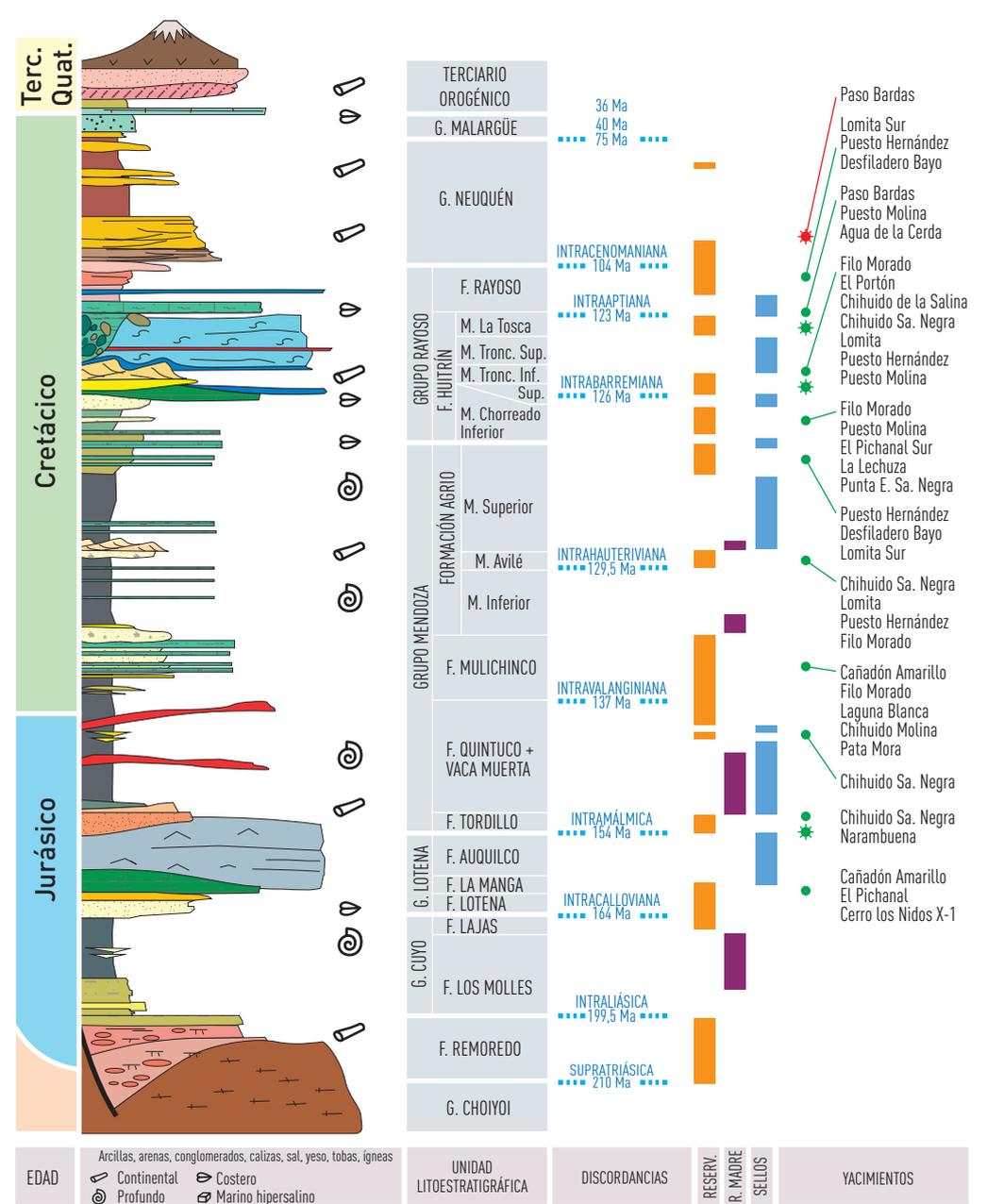


CUENCA NEUQUINA – COLUMNAS ESTRATIGRÁFICAS SINTÉTICAS

Región Engolfamiento

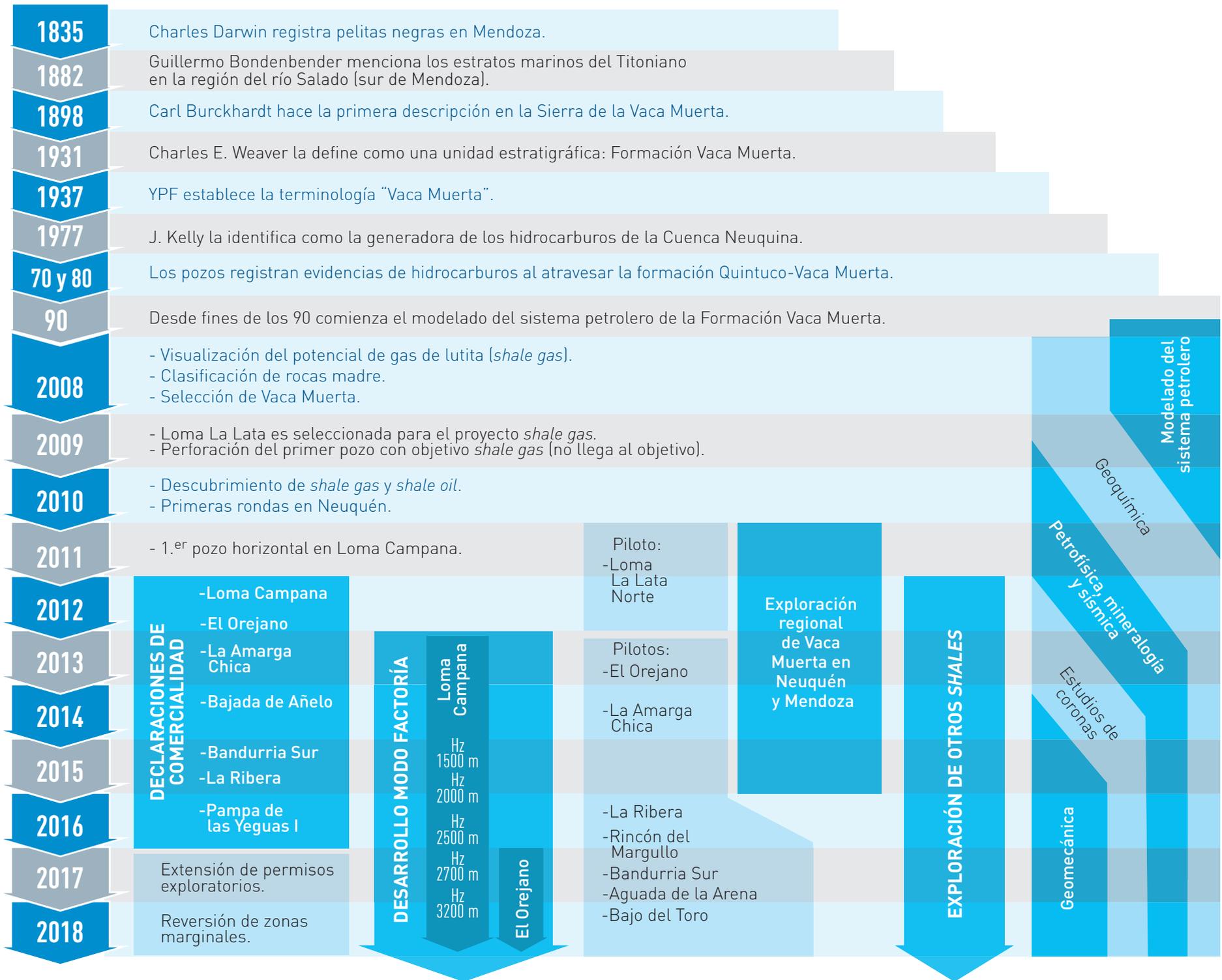


Región Rincón de los Sauces



HITOS DE EXPLORACIÓN DE VACA MUERTA

EMBLEMA DEL SHALE





El pozo Loma Campana LLL 1524 h batió el récord de profundidad de la Cca. Neuquina en 2017. Fue perforado en solo 37 días, recorre 3300 metros en vertical y 3200 en horizontal.



CAPÍTULO 5

YPF, LA ENERGÍA ARGENTINA

El compromiso con un futuro energético bajo en carbono, justo y sostenible; la producción de más energía asequible y confiable, y la innovación son esenciales para el progreso nacional.

La compañía ha fortalecido la organización de *upstream* en estudios de subsuelo; perforación y terminación de pozos, e instalaciones para optimizar y maximizar la producción de los yacimientos.

EVOLUCIÓN CONSTANTE

Para la industria hidrocarburífera, el futuro es una variable fundamental; probablemente más que para cualquier otro sector. Las inversiones de largo plazo y la necesidad de recuperar y ampliar las reservas de petróleo y gas, que son el capital de la compañía, siempre han requerido planeamiento y diseño de escenarios. Puede que el futuro sea una incógnita, pero es preciso develarlo todo lo posible.

Programas, cifras de inversión y producción, previsiones y objetivos mantienen a YPF como la productora líder de energía eficiente y confiable.

Los escenarios adquieren complejidad cuando una empresa de la magnitud de YPF se convierte, además, en una compañía integral de energía, que suma, a sus operaciones de *upstream*, *midstream* y *downstream*, las fuentes renovables, como la eólica, la solar y la geotérmica. Sus decisiones tienen tal relevancia que influyen en la economía nacional y en la provisión de energía a la Argentina, donde la demanda energética crecería un 2,5% anual, hasta totalizar un consumo de 82 millones de toneladas equivalentes de petróleo en 2030, según las estimaciones de la Secretaría de Planeamiento Energético Estratégico, basadas en la tendencia. Por lo tanto, en YPF hay programas, lineamientos, cifras de inversión y producción, previsiones y objetivos centrados en mantenerla como la productora líder de energía eficiente y confiable en el país.

Esto implica proseguir con un negocio responsable en materia económica, medioambiental y social; un negocio que se enfoca en

YPF es la mayor empresa energética de la Argentina y la tercera de Sudamérica. Cubre todo el circuito hidrocarburífero, así como la generación de electricidad.

la producción de la energía necesaria para el progreso económico y la calidad de vida mientras avanza la transición hacia una economía que emita menos carbono. En este sentido, el compromiso de sustentabilidad de YPF incluye cuatro prioridades que guían su accionar: nuevas soluciones energéticas, la producción sostenible, la acción por el clima y el valor social compartido.

Las nuevas soluciones energéticas impulsan la transición a partir de la generación de más electricidad mediante la diversificación de las fuentes (la térmica, más eficiente; la eólica y la solar), y la mayor participación de las renovables, que aportarían hasta un 20% de la generación propia de YPF para el año 2023.

El Parque Eólico Manantiales Behr, en Chubut, inaugurado en 2018, es el primer programa activo de energía renovable. Con su tecnología de vanguardia, se proyecta una potencia de 100 megawatts (MW). Cubrirá el 16% de las necesidades de la compañía en



Nuevas soluciones energéticas, la producción sostenible, la acción por el clima y el valor social compartido guían el accionar de YPF.

La empresa se sumó al mercado de la energía eléctrica en 2013. Busca ser la tercera generadora de electricidad del país y potencia la transición hacia las fuentes renovables.





el Mercado Eléctrico Mayorista y abastecería a 130.000 hogares. Evitará la emisión a la atmósfera de 241.600 toneladas anuales de dióxido de carbono (CO₂) y la energía generada equivaldrá al ahorro anual de 47.500 metros cúbicos de gasoil y de 80.000.000 de metros cúbicos de gas.

Se suma el Parque Eólico Los Teros, a 45 kilómetros de Azul, en la provincia de Buenos Aires. Con una capacidad instalada de 122 MW, la energía que genere equivaldrá al consumo de 160.000 hogares y podría reducir 5,5 millones de toneladas de CO₂ en 20 años.

Otros emprendimientos eólicos, mareomotrices (basados en el eterno subibaja de las mareas) y de generación térmica a partir de la biomasa (residuos de cultivos como la caña de azúcar), algunos de ellos en etapa experimental, buscan convertir a YPF LUZ en la mayor proveedora de electricidad con energías renovables.

Estos trabajos se unen íntimamente al eje de acción por el clima, que incluye dos aspectos. En primer lugar, conlleva que la mayor eficiencia en la producción de hidrocarburos



En 2019, YPF incorporó una barcaza licuefactora, protagonizando el tercer proyecto en el mundo de licuefacción y exportación marítima de GNL.

apunte a mitigar el impacto en el clima gracias a una menor emisión de gases de efecto invernadero. Este aspecto avanza junto con la participación de YPF en las renovables. En segundo lugar, no menos importante, conlleva adaptaciones que potencien la resiliencia de las operaciones y los activos.

Cobra relevancia el gas natural, por ser el combustible fósil con menor intensidad de emisiones. Su producción, esencial para una matriz energética más limpia, así como la generación termoeléctrica con turbinas de gas de ciclo combinado (las más eficientes), son prioridad para YPF, que cuenta con una red de este tipo de centrales, tales como El Bracho (Tucumán) y Loma Campana I y II (Neuquén).

Otro eje de trabajo es la mejora en la eficiencia energética y en el uso de los recursos. Ambos aspectos impactan en la disponibilidad futura de los recursos naturales y materiales, en la cantidad de emisiones y desechos, así como en los costos. Ya hay programas y acciones que incrementan la eficiencia, optimizan el

consumo de agua, reducen los residuos y posibilitan su reutilización, entre otros avances. Además, YPF está identificando oportunidades de economía circular, caracterizada por una actitud preservadora y regenerativa que mantiene al máximo la utilidad y el valor de los recursos, los productos, los componentes y los materiales.

Trabajar en la creación de valor, tanto para los accionistas y los clientes como para los colaboradores y los proveedores de YPF, así como para las comunidades cercanas a las operaciones, también es prioritario. Va de la mano de la producción de energía asequible para la población; la creación de empleo de calidad y la formación constante de los profesionales; el fortalecimiento de la cadena de valor y el desarrollo local; la inversión social; el impulso a la educación de calidad con foco en la energía; la promoción de la diversidad, así como con el respeto por los derechos humanos en todas las labores que realiza la compañía. A la implementación de estos aspectos se abocan equipos multidisciplinarios de YPF.

CADENA DE VALOR

1. Exploración

Búsqueda e identificación de nuevas reservas de petróleo y gas.

2. Desarrollo

Preparación para la producción en áreas donde se han incorporado reservas de hidrocarburos. Incluye la definición del tipo de desarrollo y niveles de inversión.

3. Producción

Recuperación de recursos hidrocarburíferos, convencionales y no convencionales, mediante procesos de extracción. La compañía lidera la producción de crudo y gas en la Argentina.

4. Midstream

Tratamiento de gas natural producido, distribución a granel y a través de la red para el mercado mayorista (industrias, usinas generadoras de electricidad y distribuidoras de gas).

5. Almacenamiento y transporte

Utilización de oleoductos y gasoductos, embarcaciones y camiones para transporte de petróleo crudo y condensado, gas natural seco y licuado,

y de poliductos, buques y camiones para distribuir los productos refinados.

6. Refino

Refinación de crudo para la producción de combustibles y derivados (lubricantes, insumos para plásticos y materiales sintéticos y fertilizantes) en tres complejos industriales: La Plata (Buenos Aires), Luján de Cuyo (Mendoza) y Plaza Huincul (Neuquén).

7. Química

Principal productor de petroquímicos de la Argentina a través de dos plantas propias: Ensenada (Buenos Aires), Plaza Huincul (Neuquén), y participación accionaria en Profertil S. A., Bahía Blanca (Buenos Aires).

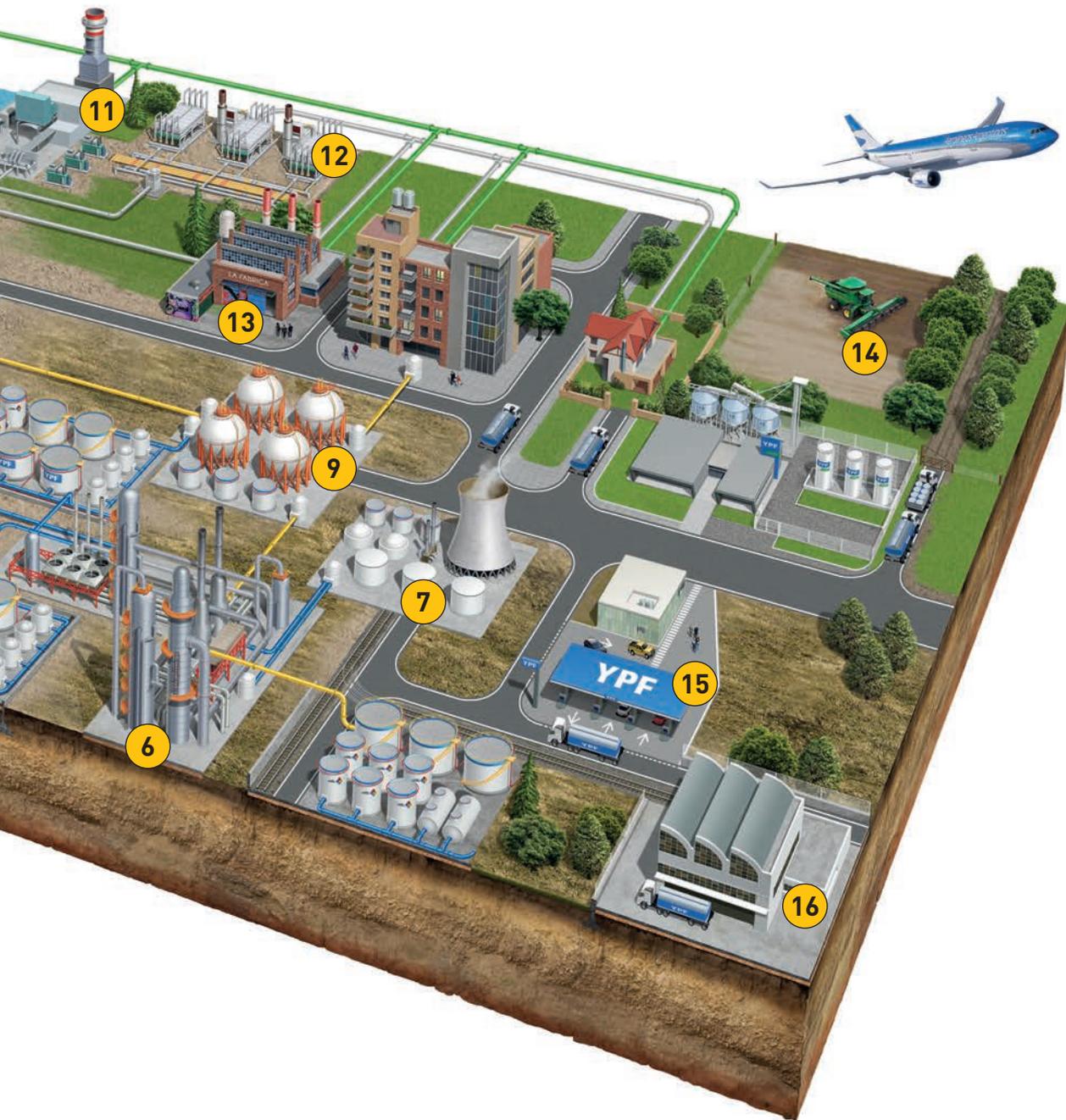
8. GNL

Regasificación y distribución de gas natural licuado a granel.

9. GLP

Fraccionamiento y distribución de gas licuado para generación eléctrica, consumo domiciliario e industrial. Se realiza a granel y con gas envasado en garrafas y cilindros.





10. Comercio nacional e internacional

Comercialización de crudos y condensados, gas natural, GNL, productos refinados y petroquímicos relevantes para el desarrollo del país.

11. Usinas eléctricas

Provisión de gas natural a usinas de generación eléctrica, incluidos dos complejos propios: Complejo Generación Tucumán y Complejo Generación Loma Campana.

12. Distribuidoras de gas

YPF provee y participa del servicio de distribución de gas natural domiciliario mediante su participación controlante en la compañía MetroGAS.

13. Industrias

Provisión de energía, insumos y servicios a la industria nacional.

14. Agro

Venta de gasoil, lubricantes, agroquímicos, fertilizantes y prestación de servicios al sector agropecuario o pymes mediante YPF DIRECTO.

15. Retail, estaciones de servicio

Líder en venta de combustibles y lubricantes y tiendas de conveniencia en más de 1500 estaciones de servicio en todo el país.

16. Lubricantes y especialidades

Diseño, producción y venta de lubricantes y especialidades.

17. Nuevas energías

YPF Luz desarrolla proyectos de energía eólica y solar e incremento de la producción de gas natural para reemplazar la generación eléctrica a través de fueloil o diésel.

18. Innovación y tecnología (Y-TEC)

Fortalecimiento de Y-TEC, compañía líder en la generación y la transferencia de soluciones tecnológicas innovadoras para una industria energética sostenible.

I+D EN Y-TEC

Concebida en 2013, con el naciente auge del *shale* de Vaca Muerta, Y-TEC es un caso inédito: una compañía constituida en un 51% por una energética, YPF, y en un 49% por el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (Conicet).

Con 47 laboratorios, 12 plantas piloto y equipos únicos en América Latina, instalados en un edificio vanguardista de 13.000 m², Y-TEC se estructura en disciplinas: Geociencias; Ingeniería de yacimientos; Materiales y nanotecnología; Biotecnología; Analítica; Ambiente; Energías renovables; Modelado y simulación, Procesos y Productos industriales. Cada disciplina se vincula transversalmente con áreas de YPF; en la de Exploración, las geociencias mandan.

Cerca de 50 geocientíficos de Y-TEC se complementan con los 400 de YPF para brindarle a la compañía soluciones tecnológicas enfocadas en el desarrollo energético. También prestan servicios a otras empresas. Por ejemplo, Y-TEC puso a disposición de los proyectistas de Exploración “ypefianos” diversos laboratorios; los de coronas y petrofísica son clave en la actividad cotidiana de evaluación de proyectos exploratorios.

Otros programas se centran en la exploración *offshore*, en el estratégico Proyecto Pampa Azul —del departamento gubernamental de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva—, y en convenio con otros institutos científicos.

Más ejemplos: el proyecto de microsísmica con la Universidad de Calgary, y el de perfeccionamiento de la "geocronología" (datar rocas de interés), antes dependiente de la importación del conocimiento estadounidense y alemán que no estaba diseñado a la medida de las cuencas hidrocarburíferas argentinas. Figura también el convenio con la Comisión Nacional de Energía Atómica, que lleva a YPF, mediante Y-TEC, a explorar petróleos pesados de borde de cuenca que requieren pozos de tipo minero.

Cada actividad implica un servicio de alta complejidad, tecnología de avanzada con sello argentino e innovación acorde a cada cliente de Y-TEC y a las necesidades de YPF, cuyo apoyo a la I+D la distingue.

EXPLORADORES DEL FUTURO

Los cambios que conlleva el paso del tiempo son notables en Exploración de YPF, que durante casi un siglo ha sembrado y cultivado el conocimiento geológico del país. Con el mismo espíritu que sus predecesores e igual afición por superar desafíos, los exploradores interactúan con un abanico de disciplinas científicas y manejan tecnología de vanguardia en la búsqueda de una revolución energética sobre la base de tres objetivos: los recursos no convencionales, el *offshore* y las trampas sutiles.

Existen nuevas herramientas de medición en constante mejora, sobre todo las de gestión de datos. Por ejemplo, los principios que rigen la sísmica 3D tienen más de siete décadas; sin embargo, la mayor eficiencia en la gestión y el análisis de la información, obtenida mediante estos estudios geofísicos, permite renovar las ideas con las que dilucidar qué sucede en las capas profundas del subsuelo.

La estratigrafía secuencial es un ejemplo. Revolucionó la interpretación del subsuelo, primero en la exploración *offshore* y hoy en la continental. Consiste en interpretar los datos de manera distinta, basándose en que los reflectores sísmicos tienden a seguir líneas de tiempo geológico. Este enfoque permitió el análisis de patrones de apilamiento estratigráfico para comprender la evolución del relleno de las cuencas sedimentarias al subdividir el registro sedimentario en unidades genéticamente vinculadas, limitadas por superficies con significado cronoestratigráfico. La metodología integró datos geológicos variados (edades, litologías, etc.) y fundamentó análisis en términos de variaciones relativas del nivel del mar, el aporte sedimentario y los cambios en el clima. Así permite cierta predicción de factores críticos para la acumulación de hidrocarburos, tales como la distribución de rocas madre, reservorios y sellos. Por ello, es una herramienta de interpretación fundamental en Exploración y Desarrollo.

「
LOS EXPLORADORES
INTERACTÚAN CON
UN ABANICO DE DISCIPLINAS
CIENTÍFICAS Y TECNOLOGÍA
DE VANGUARDIA EN
LA BÚSQUEDA DE UNA
REVOLUCIÓN ENERGÉTICA.
」



En el intenso plan exploratorio de frontera, la sísmica 3D reduce al máximo la incertidumbre sobre la geometría y la posición de reservorios.

Por su parte, la tecnología de sensores remotos aportó formas de medición que antes no estaban disponibles. Hablamos en especial de los satélites y su capacidad para registrar la superficie terrestre a través de “bandas” que aportan distintos tipos de información. Estas bandas, además, pueden combinarse entre sí para identificar propiedades de la superficie de las áreas en estudio.

Las comunicaciones mediante satélites e internet han posibilitado la obtención de datos en tiempo real, lo cual agiliza la toma de las mejores decisiones. La multiplicidad de campos que abre solo tiene como límite la imaginación. La geonavegación, por ejemplo, optimiza la perforación para alcanzar objetivos geológicos. Permite “navegar” kilómetros por el subsuelo con una precisión en la trayectoria menor de un metro. Para entender la magnitud, valga decir que en un pozo de 2500 metros de extensión horizontal un desvío de 0,5 grados representaría un desfase de 22 metros. Evitarlo es posible porque la técnica —que combina datos de geología, geofísica, petrofísica y perforación— se basa en el registro de rayos gamma natura-

La estratigrafía secuencial, la tecnología de sensores remotos y la geonavegación agregaron valor.

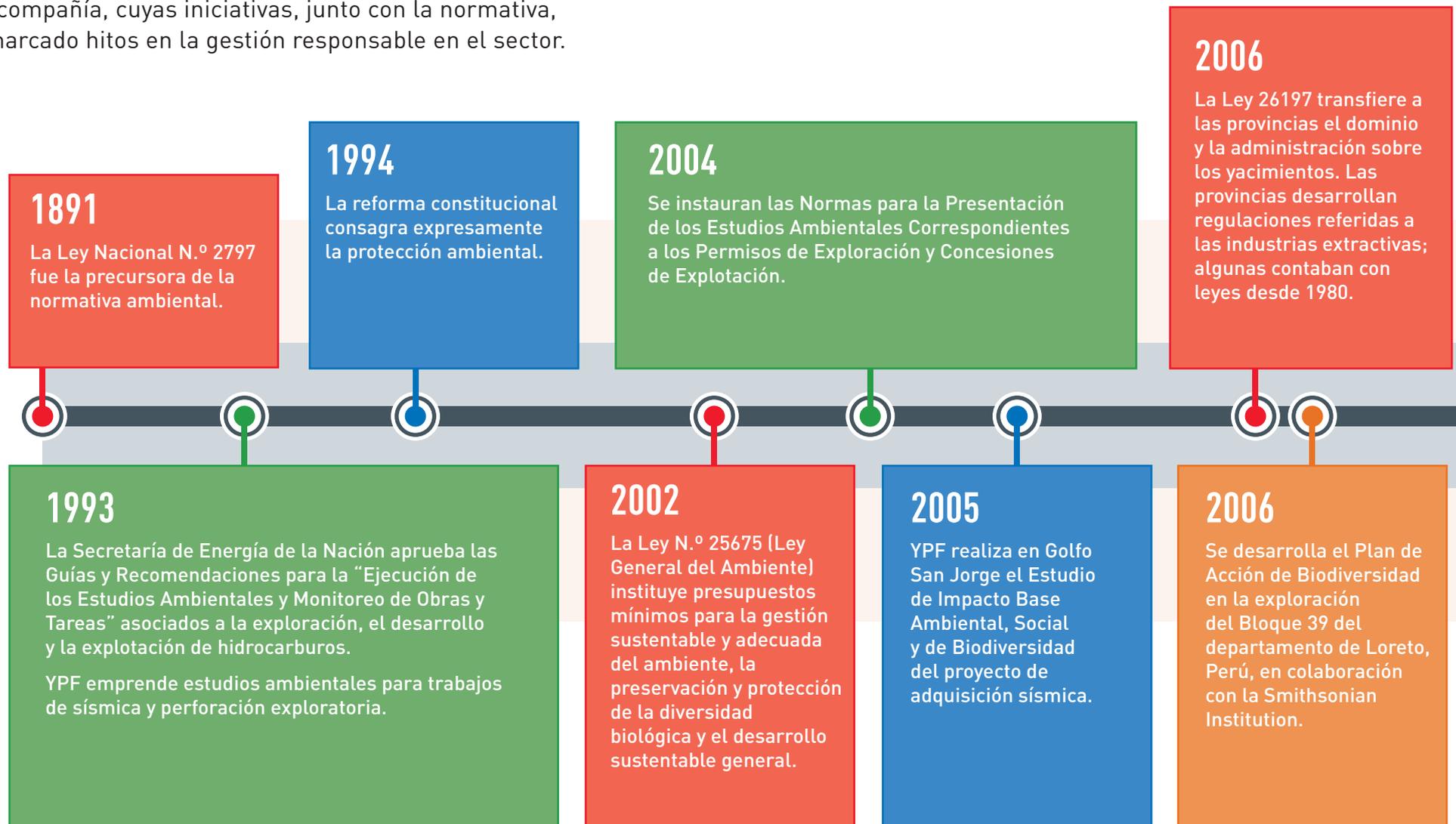
les de las formaciones geológicas. Al conocer las características de dichas fuentes en cada formación, es posible dirigir con exactitud el recorrido del trépano por las capas del *shale* con más hidrocarburos libres. Así, mejora la eficiencia en el desarrollo de reservorios no convencionales y se economiza la producción.

La toma de datos, su procesamiento y comunicación en tiempo real, sumados al factor humano ultracualificado son, en conjunto, los artífices del éxito.

EXPLORACIÓN SUSTENTABLE

Hitos de gestión medioambiental

La Política de Excelencia Operacional de YPF, junto con la Política de Sustentabilidad, y el compromiso con las medidas que eviten el cambio climático y mejoren la eficiencia energética rigen cada actividad exploratoria de la compañía, cuyas iniciativas, junto con la normativa, han marcado hitos en la gestión responsable en el sector.



2010-2011

Estudios ambientales para la perforación en el *offshore* profundo de la Cuenca Malvinas (2010) y de los primeros pozos con estimulación hidráulica en la Cuenca Neuquina (2011).

2014-2015

Para la perforación de pozos exploratorios en el área chilena San Sebastián, YPF realiza Estudios de Impacto Ambiental por iniciativa propia, ya que la normativa local no los exigía.

2015

Elaboración de la Línea Base Ambiental hidrogeológica para el bloque Narambuena, desarrollado en sociedad con Chevron en la Cuenca Neuquina.

Implementación de prácticas internacionales para el proyecto de perforación en Chile (documentos puente, estudios de riesgo, acuerdo con compañías para control de urgencias).

2008

Se lleva a cabo el Estudio de Base Ambiental, Social y de Biodiversidad del proyecto de perforación exploratoria *offshore* Aurora, en el Golfo San Jorge.

2012-2013

YPF aprueba su nueva Norma de Evaluación de Impacto Ambiental, Social y de Salud.

Estudios ambientales para actividades exploratorias en Chile (2012); también para la perforación de un pozo profundo cerca de Guandacol, La Rioja, y para el proyecto de sísmica *offshore* en Uruguay (2013).

2017

YPF formaliza su Política de Sustentabilidad, transversal a todas sus actividades.

Estudios ambientales para tareas de sísmica en el bloque Charagua, Bolivia.

En 2017, YPF renueva su Norma de Gestión de la Biodiversidad.

2007

Aplicación de estándares específicos para el cuidado de la biodiversidad marina en las prospecciones *offshore* realizadas en la Argentina y Brasil. Biólogos monitorearon las áreas durante las campañas de sísmica.

Realización del Plan de Gestión Ambiental del área Volcán Auca Mahuida, en Neuquén y del área Llanccanelo, en Mendoza: análisis de riesgos, medidas de prevención, mitigación y monitoreo.

2014

Estudios de Impacto Ambiental en la Cuenca Golfo San Jorge para el proyecto Restinga Alí, consistente en dos campañas de sísmica 3D, una terrestre y otra marina.

2018

Política de Excelencia Operacional enfocada en garantizar la salud y la seguridad de las personas, preservar el medioambiente, asegurar la confiabilidad e integridad de activos y operaciones, y maximizar la eficiencia en el uso de recursos.

Se pone el foco en el Programa de Seguridad y Cuidado Ambiental como valor para fortalecer la participación del personal mediante sus observaciones preventivas de seguridad.



Los registros geofísicos se obtienen al introducir una sonda a un pozo en perforación para recibir en tiempo real los datos sobre las propiedades de las rocas.

YPF planifica que la extracción de recursos *shale* y *tight* supere los convencionales y que la recuperación secundaria y terciaria rejuvenezcan aún más los campos maduros.

ESTRATEGIA

Lo fascinante es que los avances tecnológicos abren puertas a otros por venir cada vez a mayor velocidad. Es necesario; hay mucho para explorar y la estrategia de la compañía, con vistas a las décadas venideras, es exigente.

Posicionarse como el mayor inversor del sector es el primer objetivo. En Exploración, el foco está en ampliar las reservas durante el próximo lustro, a cuyo término se espera que la extracción de recursos de formaciones *shale* y *tight* supere la de los reservorios convencionales. Las formaciones tradicionales aportarán más con la recuperación secundaria y terciaria intensivas.

El programa de incremento de la producción, que contempla el rejuvenecimiento de campos maduros y pone especial interés en el gas, es indisociable de la inversión en innovación, tecnología, sustentabilidad de las operaciones y cuidado del ambiente. También es inseparable de la excelencia y la eficiencia

operativa, acompañadas por la continua agregación de valor a los recursos humanos.

La estrategia, además de contemplar la alta integración de la petroquímica con el gas natural, se centra en la mejora de combustibles y lubricantes, para liderar el abastecimiento de naftas de ultrabajo contenido de azufre en la red de estaciones de servicio en expansión. Por su parte, las inversiones en plantas de generación eléctrica de las fuentes renovables y las no renovables buscan posicionar a YPF como la tercera del país en el rubro.

Todo ello enmarcado en una gestión que mantenga las finanzas sólidas y una compañía en crecimiento, rentable y competitiva que maximice, de forma siempre segura, el aprovechamiento de los recursos naturales y financieros.

Desde 1922, YPF trabaja para convertir las riquezas del subsuelo en la energía que hace funcionar al país. Durante su trayectoria, contribuyó

como pocos al progreso nacional en múltiples formas y se convirtió en la mayor empresa de la Argentina. Los exploradores “ypefianos” fueron y son la vanguardia de esos logros.

Para los años venideros, YPF se propone metas incluso más altas. Es el caso de captar cada forma de energía de todo lo que la naturaleza brinda generosamente: el viento, el sol, la biomasa y las mareas, para ponerla a disposición de la población. Están incluidos, por supuesto,

los recursos del subsuelo, que seguirán abasteciendo la mayor parte de la matriz energética durante décadas.

Es un desafío extraordinario. Se magnifica con el propósito de superarlo en beneficio de todos. Se necesitan actitud, conocimiento y tecnología, que acompañan desde siempre a los exploradores de YPF, cuyo papel será clave para la noble tarea de producir, como desde hace un siglo, la energía de los argentinos.



Durante su trayectoria, YPF contribuyó como pocos al progreso nacional en múltiples formas y se convirtió en la mayor compañía de la Argentina.



Desde 1922, la empresa transforma vidas produciendo energía para cada rincón del país.

HITOS EXPLORATORIOS



1922

3 de junio de 1922

Constitución de la Dirección General de Yacimientos Petrolíferos Fiscales (YPF) con Enrique Mosconi al frente y Guido Bonarelli como jefe de la División Geología, quien sistematiza los estudios destinados a caracterizar yacimientos y a orientar la exploración.



Exploración de superficie en la Patagonia a mediados de los años 20.

1924

Inicia exploraciones en Jujuy y Salta que se suman a las de Chubut.

1927

Crea la primera Comisión Geológica, la del Golfo San Jorge (GSJ), integrada por geólogos italianos, rusos y argentinos.

1929

La División de Geología gana eficacia al organizarse en Geología de Exploración y de Explotación; Topografía; Petrografía y Colecciones, lo que aporta formación integral a los geólogos en el trabajo de campo y los yacimientos (yac.).

Instituye la Comisión Geofísica, que sistematiza la investigación para descubrir zonas petrolíferas e inicia la aplicación de métodos magnetométricos, gravimétricos y sismográficos.

1930

Emprende la exploración geofísica.

Hasta principios de los 50, las Comisiones Geológicas recorren la Argentina en busca de enclaves donde perforar pozos exploratorios. Sus estudios siguen siendo fuente de consulta.

Encuentra petróleo en Tranquitas (Salta, Cuenca [Cca.] Noroeste) y en Escalante (Chubut, Cca. GSJ).

1932
1933

La primera Ley Nacional de Hidrocarburos adjudica a YPF el estudio, exploración y explotación de los yacimientos del Estado.

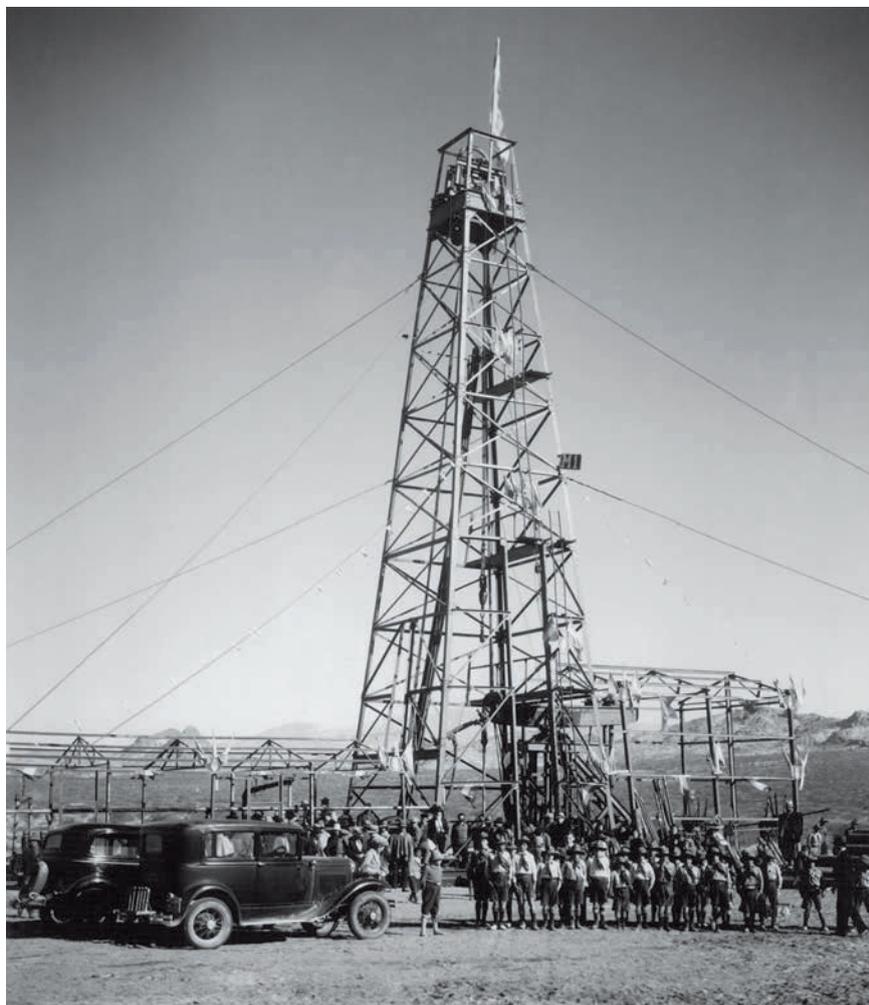
Perfora en Cacheuta, Mendoza, el pozo considerado descubridor en el subsuelo de la Cca. Cuyana. En 1933, con la supervisión del Dr. Fossa Mancini, se perfora el pozo San Cristóbal es-1 (Santa Fe), el primero de la Cca. Chaco-Paraná, y verifica manifestaciones de petróleo a 1350 metros bajo boca de pozo.

Se establece un régimen de becas para estudiantes de Geología.

1934
1935

Descubre petróleo en Tupungato (Mendoza), uno de los yac. más valiosos de la época; un año después halla los yac. El Trébol y Pampa del Castillo (Cca. GSJ).

Realización del primer perfilaje eléctrico en un pozo de la Cca. GSJ.



Inauguración del pozo N.º 1 en Cacheuta, Mendoza, 1933.

1936
1937

En Chubut descubre el gran yac. El Tordillo; en el 37 usa

sismógrafos eléctricos en Comodoro Rivadavia, así como en el *onshore* de la Cca. del Salado, lo que mejora la exploración y el desarrollo de yacimientos. Mientras, en la Cca. Austral perfora pozos de estudio.

1938
1939

Lleva a cabo la primera perforación exploratoria *offshore* del país, en la costa comodorense. Después, descubre el yac. mendocino Barracas.

1940
1941

En la Cca. Cuyana sale a la luz el yac. Lunlunta; un año después descubre el horizonte petrolífero de la estructura Tupungato-Refugio. También en 1941, encuentra importantes reservas de petróleo en Challacó (Neuquén) y en Pampa Palauco (Mendoza), por lo que inicia una etapa prolífica para la Cca. Neuquina.

1944

Localiza hidrocarburos en el yac. santacruceño Cañadón Seco, cerca de Caleta Olivia (Cca. GSJ).



Vista del muelle y pozos petroleros *offshore* en la costa comodorense, Chubut, 1944.

1946
1947

Emprende trabajos de gravimetría y de sísmica de refracción en Santa Cruz, y de sísmica de reflexión en Río Grande (Cca. Austral). En 1947 descubre el yac. santacruceño Cañadón León-Meseta Espinosa. Ese mismo año, el Dr. Bracaccini propone la perforación del pozo Niquivil Viejo es-1 para investigar afloramientos de petróleo en la precordillera sanjuanina.

1948

Publicación de *La descripción geológica de la Patagonia*, elaborada por Egidio Feruglio.

1949

Los trabajos en Río Grande dan fruto al hallarse la primera acumulación comercial de hidrocarburos fueguinos.

1951
1952

El descubrimiento del yac. petrolífero-gasífero Campo Durán aporta la mayor producción de la época en la Cca. Noroeste. En el 52 se incorpora Cerro Bandera (Cca. Neuquina).

1953
1954

Halla Madrejones (Cca. Noroeste); así como Piedras Coloradas (Cca. Cuyana) y Lulunta Carrizal.

1955
1956

El pozo de estudio Sierras Blancas es-1 expande el horizonte exploratorio de la Cca. Neuquina en posiciones más profundas.

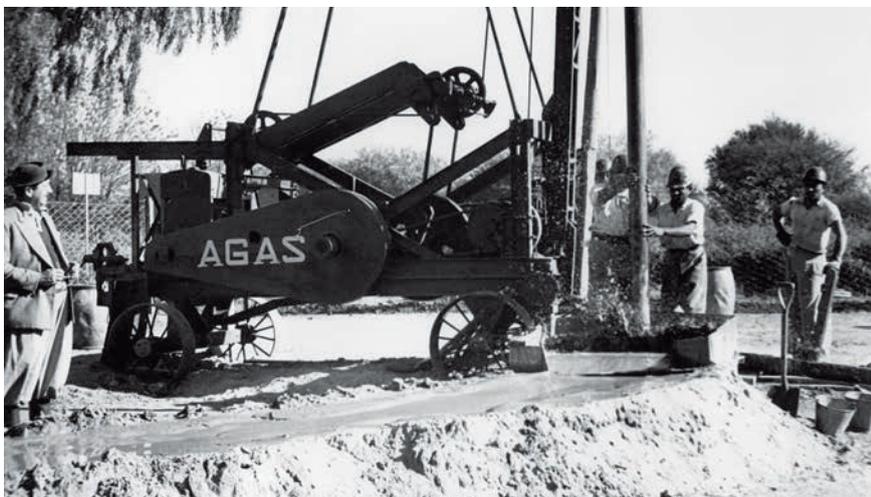
El gran yac. Pico Truncado incorpora reservas y producción en el flanco sur de la Cca. GSJ.

1957
1958

Localiza hidrocarburos en El Sauce, Neuquén, provincia en la que también encuentra la gran reserva gasífera Sierra Barrosa. Mientras, en la Cca. Austral descubre La Sara y, en la Cca. GSJ, el sorprendente El Huemul.



Pozo descubridor en Campo Durán, Salta, 1951.



Perforación en El Quebrachal, Salta.



Campamento de la Comisión Geológica N.º 5 en Mendoza, 1969. De izq. a dcha.: Pedro Criado, Edgardo Rolleri, Pablo Martínez, Gualter Chebli, Apolo Ortiz, Eduardo Fadrique, Ramón "Canoso" Gutiérrez y Héctor de la Motta junto a otros empleados.

1959
1960

Hallazgo de Cañadón Minerales (Cca. GSJ) y de gas en los pozos neuquinos Catriel Oeste 1 y 2.

Perfora, en 1960, el primer pozo de la provincia Entre Ríos: el Nogoya es-1.

1961
1962

Encuentra yacimientos relevantes, entre ellos: Tres Picos, Piedra Clavada y Cañadón de la Escondida (Cca. GSJ).

1963
1964

Se incorporan los yacimientos Señal Picada (Neuquina), San Sebastián (Austral) y Valle Hermoso (GSJ), este en el 64.

En el 62, la Argentina se autoabastece de petróleo por primera vez y las Comisiones Geológicas son reactivadas para estudiar las cuencas hasta 1992.

Descubre Vizcacheras (Cca. Cuyana), productor de petróleo de la Formación Papagayos; los yac. Medianera y El Medanito-25 de Mayo (Río Negro, Cca. Neuquina); el importante yacimiento de gas y condensado Cerro Redondo-Cóndor (Cca. Austral) y Zorro (GSJ).

1967
1968

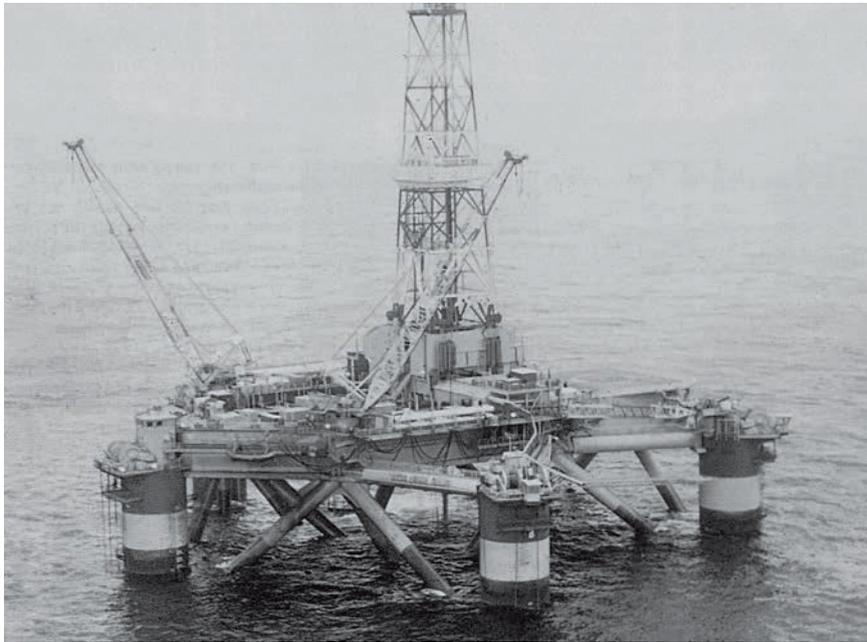
La Ley de Hidrocarburos concede a YPF la potestad de otorgar permisos de exploración y concesiones temporales de explotación y transporte.

En el 68 descubre estructuras productivas ricas en gas y petróleo en la Cca. Neuquina: Puesto Hernández y El Santiagueño; así como Estructura Cruz de Piedra (Cca. Cuyana).

1969
1970

En Jujuy descubre un yacimiento petrolífero de extraordinaria productividad: Caimancito. En la Cca. Neuquina halla Estación Fernández Oro; en el 70, el pozo Aguada Pichana x-1 aporta una acumulación trascendental de gas y condensado.

Al inaugurar los 70 perfora los primeros pozos *offshore* en las cuencas del Salado y Colorado.



La plataforma Enrique Mosconi en el Golfo San Jorge, 1978.

1971

Halla hidrocarburos en el notable yac. neuquino Aguada San Roque.

En Tierra del Fuego descubre Cañadón Alfa-Ara, el mayor campo *onshore* hallado hasta entonces en la porción argentina de la Cca. Austral. Así, YPF jerarquiza la cuenca y crea el Distrito Geológico de Exploración.

1974
1976

La exploración *offshore* utiliza el buque sismográfico José María Sobral en las cuencas del Salado, Colorado y Austral. En el *onshore* del Golfo San Jorge, descubre Lomas del Cuy-El Guadal; mientras, en Malargüe, Mendoza, sale a la luz Puesto Rojas.

En 1975 tiene lugar el hallazgo santacruceño de Los Perales-Las Mesetas, y en el 76 el de Chihuido de la Sierra Negra, en Neuquén.

1977
1979

Valle del Río Grande, Cañadón Amarillo y especialmente Loma La Lata posicionan a la Cca. Neuquina como la principal productora de gas natural. En la Cca. Noroeste, halla el yac. Ramos.

Intensa actividad *offshore*: en la Cca. Malvinas, el pozo Ciclón es-1 llega a 4479 m de profundidad y comprueba un nuevo Sistema Petrolero. Se efectúan perforaciones más allá de los 200 km mar adentro en la Cca. Colorado con la plataforma General Mosconi, que entre 1978 y 1979 perfora siete pozos en GSJ. Ese último año comienza la campaña de sísmica con la que termina de delinear la cuenca *offshore* de San Julián en 1980.

1980
1981

Descubre el yac. Barranca Baya en el flanco sur de la Cca. GSJ.

Es el período *offshore* culminante en la Cca. Austral; solo en 1981 son perforados 29 pozos entre las compañías Total, Shell y Exxon.



Mediante los taladros portátiles se realizan perforaciones para adquisición sísmica.

1983
1984

Suma el yac. Macueta (Salta) de la Formación Huamampampa. Un año después, el hallazgo del yac. Palmar Largo (Formosa) extiende hacia el Este la frontera exploratoria en la Cca. Noroeste.

En el 84 define las cuencas Península de Valdés y Rawson al finalizar los trabajos de sísmica, iniciados en 1976, y perfora el pozo Península Valdés es-1.

1985

En la Cca. Neuquina es descubierto Loma Las Yeguas y, en la Austral, el petróleo en la Formación Magallanes con el pozo Campo Boleadoras es-1.

1992

YPF pasa a ser Sociedad Anónima.

1993
1994

Participa en la exploración y producción del Bloque 14 en Ecuador; en 1994 llega a Perú para explorar la Faja Plegada, de la Cca. de Santiago.

1995
1997

En la Argentina halla el yac. Aguaragüe (Salta) y en el 96 perfora el pozo Gorro Frigio es-1, descubridor del Sistema Petrolero Cañadón Asfalto, en Chubut.



Preparación de los instrumentos para estudios de sismica *onshore*.

En el exterior, YPF inicia exploraciones en los bloques bolivianos Mamoré, Caipipendi y Montero, en 1995. Dos años después se extiende a Charagua, Monteagudo, Boomerang I y III, Amboró Espejos, Grigotá, Camiri, Capirenda, Cambarí, San Antonio y San Alberto. También en 1997 emprende la exploración del Bloque 16 en Ecuador y de las áreas Quiriquire y Guarapiche en Venezuela, además de explorar en el *offshore* de Indonesia.

1998

Descubre gas en el pozo Margarita x-1, en el bloque boliviano Caipipendi y se convierte en la primera empresa extranjera que se asocia a la exploración del *offshore* de Brasil, en las cuencas Campos, Potiguar, Espirito Santo y Río Grande do Norte.

1999

Amplía su participación en Brasil con la exploración de cuatro bloques en las cuencas Campos, Espirito Santo y Camamu-Almada. YPF Internacional ya había sumado operaciones en Guyana, Malasia, Colombia y en territorio estadounidense del Golfo de México.

Tiene lugar la fusión con Repsol. Se mantiene la razón social YPF S. A. para la República Argentina.

2000
2001

Los exploradores recomiendan, en la cuenca brasileña de Santos, el bloque BMS-9, que años después resultó ser parte del monumental horizonte geológico del presal.

En la Argentina, descubre el yac. Cañada Dura (Cca. Cuyana), productor de petróleo y gas de la Formación Barrancas; luego, en 2001, halla Cupén Mahuida, productor gasífero de niveles asignados al Precuyo neuquino.



La plataforma Ocean Scepter en aguas del Golfo San Jorge, 2008.



La Cca. Neuquina protagonizó la primera perforación en busca de los recursos energéticos de formaciones *shale*.

2003

Inaugura la primera sala de visualización de sísmica 3D en las oficinas de Talero, Neuquén.

2008

Con la plataforma Ocean Scepter, opera el proyecto *offshore* Aurora perforando cuatro pozos exploratorios en Golfo San Jorge.

2009
2010

Emprende el Plan Exploratorio Argentina suscribiendo acuerdos de estudio del subsuelo con Salta, Tucumán, Formosa, Chaco, Misiones, Entre Ríos, Santa Fe, Buenos Aires, Córdoba, Santa Cruz, La Rioja y San Juan; en las dos últimas perfora dos pozos de estudio que incrementan el conocimiento sobre los Bolsones Intermontanos.

En Neuquén, YPF comienza a perforar el primer pozo con

objetivo no convencional y anuncia el descubrimiento de *shale* en Loma La Lata. También descubre petróleo en el *shale* del bloque Loma Campana en 2010.

2011

Confirma la existencia de *shale oil* en la Formación (Fm.) Vaca Muerta; es el descubrimiento más importante en 20 años y marca una nueva etapa.

Descubre la Formación Rayoso, en Chachahuén Sur.



Camiones vibro empleados en exploración *onshore* durante campañas de sismica.

2012

Se sanciona la Ley 26741 por la cual el Estado nacional pasa a tener el 51% de participación accionaria en YPF. El Plan Estratégico de Gestión 2013-2017 se centra en la exploración de *shale*, *tight gas* y áreas maduras.

De cara a la Cca. Neuquina, YPF firma con Chevron un acuerdo de desarrollo no convencional para Loma Campana y se asocia con Pan American Energy y Wintershall para explorar Bandurria.

Anuncia un descubrimiento en La Amarga Chica, al norte de Loma La Lata, y define una nueva área de interés en la Fm. Vaca Muerta.

En los bloques bolivianos Charagua y Abapó realiza trabajos de interpretación sísmica.

2013

Emprende la búsqueda de no convencionales en la Cca. GSJ y comienza su actividad exploratoria en Chile, en los bloques San Sebastián, Lago Mercedes y Marazzi.

Con Dow Argentina inicia un plan piloto en el bloque El Orejano, y con Petrolera Pampa acuerda un proyecto de *tight gas* en Rincón del Mangrullo.

Descubre petróleo del Grupo Neuquén al oeste del Río Grande, en el pozo Mirador del Valle x-1, dentro del bloque El Manzano.

2014

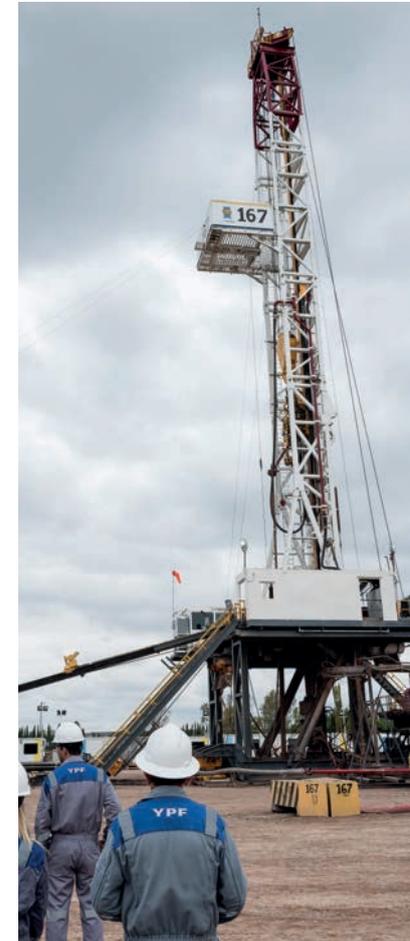
Retoma la exploración en el bloque Los Caldenes (Río Negro), donde descubre un yacimiento gasífero, y confirma la presencia de no convencionales en el área chubutense El Trébol, en la Fm. Pozo D-129.

Descubrimientos: en Santa Cruz encuentra yacimientos convencionales en Los Perales-Las Mesetas, debajo de las formaciones maduras. En Mendoza halla *tight gas* en Paso de las Bardas Norte. En Neuquén encuentra hidrocarburos en la Fm. Agrio, en el bloque Filo Morado.

Con Sinopec firma la extensión del acuerdo de operación conjunta de La Ventana (Mendoza) y con Petronas suscribe la ejecución de un piloto no convencional en La Amarga Chica (Neuquén).

2015

YPF descubre gas en La Ribera I (Neuquén) con objetivo en la Fm. Vaca Muerta, y un yacimiento convencional de petróleo en Los Caldenes (Río Negro). También halla petróleo y gas en 4 de los



Perforación exploratoria de formaciones no convencionales en el marco del Plan Estratégico de Gestión 2013-2017.

8 pozos exploratorios perforados en el área chilena San Sebastián entre 2015 y 2016.

Inicia un amplio plan de 4700 km² registración sísmica 3D que abarca diversas cuencas.



YPF participó con el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (Conicet) en campañas oceanográficas iniciadas en 2016 con el buque ARA Austral. Se recopilaron datos de geología, geofísica, geodinámica y sísmica para la reanudación de la exploración *offshore*.



Escuela de campo en la Cca. Cuyana.

2016

Tres descubrimientos en bloques mendocinos de la Cca. Cuyana y en Payún Oeste (Cca. Neuquina) amplían las perspectivas para las provincias. En esta cuenca se halla, además, la Formación Centenario, en Cerro Morado.

Aumenta la inversión en la exploración del bloque Chelforó, el más extenso de Río Negro. Las tareas incluyen aerogravimetría y magnetometría, reproceso de

la sísmica 2D, prospección geoquímica de superficie y registro de 600 km con sísmica 2D.

Retoma la exploración en la cuenca paleozoica del NOA, en el bloque Desecho Chico (Salta).

Firma con GyP del Neuquén la reconversión de contratos para exploración y desarrollo, y obtiene ocho permisos de exploración y las concesiones La Ribera I y II, de explotación no convencional, así como Pampa las Yeguas I, esta con ExxonMobil.

2017

Acuerda con Total Austral, Pan American Energy y Wintershall Energía el desarrollo de no convencionales en Aguada Pichana y Aguada de Castro. Con Statoil suscribe la exploración conjunta de Bajo del Toro.

Recibe el permiso de exploración *offshore* de 360.000 km² en el sector norte del mar continental argentino, donde implementará un proyecto de estudio integral.

Comunica su plan estratégico 2022 para incrementar las reservas.

Lanza cinco proyectos piloto en Vaca Muerta: con Shell para Bajada de Añelo, con Petronas para La Amarga Chica y con Schlumberger para Bandurria Sur (una de las tres áreas en las que se subdividió el bloque Bandurria en 2015); alcanza 15 proyectos activos en la formación.

Con la adjudicación por licitación del bloque El Turbio (Santa Cruz), retoma la exploración del sector en la Cca. Austral.



Parte de los estudios que avalan el Plan Estratégico 2019-2023, el cual prevé mejorar la producción gracias, sobre todo, a Vaca Muerta, la Cca. del Golfo San Jorge y la exploración en el mar.

2018

Mantiene exploraciones en las áreas San Sebastián (Chile), Abapó y Charagua (Bolivia).

En Neuquén perfora un pozo con objetivo no convencional que alcanza 6527 metros de recorrido, la mitad en horizontal.

Obtiene concesiones: con Pluspetrol para la explotación no convencional del área La Calera (Neuquén); en la provincia de Río Negro emprende una nueva fase exploratoria de Cerro Manrique.

En Tierra del Fuego se le adjudica el CA-12 y en Mendoza gana los bloques CN VII, CN III Norte y Puesto Pozo Cercado Occidental. Con CGC, le es adjudicado el bloque Paso Fuhr (suroeste de Santa Cruz).

Con GeoPark firma la exploración de Los Parlamentos (Mendoza); con Petronas E&P Argentina acuerda el inicio del desarrollo masivo del proyecto de *shale oil* en el bloque neuquino La Amarga Chica; en Santa Cruz explora objetivos profundos en la Fm. Pozo D-129 y el intervalo Neocomiano con proyectos *onshore*.

2019

En la Ronda Exploratoria *Offshore*, YPF obtiene tres bloques exploratorios localizados en distintas cuencas sedimentarias. Durante el primer período de 4 años, se realizará sísmica 3D como actividad principal. Con estos bloques, YPF consolida una posición estratégica en el mar argentino, al estar presente en todas las cuencas sedimentarias con potencial hidrocarburífero.

Fuentes:

Schiuma, M., Hinterwimmer G. y Vergani, G. (2018). *Rocas reservorio de las cuencas productivas de la Argentina*. 2.ª ed. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Instituto Argentino del Petróleo y del Gas.

Turic, M. A. y Ferrari J. C. (2000). *La exploración de petróleo y gas en la Argentina: el aporte de YPF*. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: YPF S. A.

Albino A., Beghín B. F., Corbalán I., Díaz C., Ezpeleta R. J., Huergo L. A., Sáez Germain A., Baldrich A., Del Giusto J. M., García Vizcarra P., Newmann C., Pasquinelli E. A. y Windhausen H. (1972). *YPF, una empresa al servicio del país 1922-1972*. Ciudad de Buenos Aires: Departamento de Difusión y Ceremonial de YPF.

La industria del petróleo (1972). Ciudad de Buenos Aires: Revista de YPF

YPF. [Comunicados de prensa 2006-2019]. Recuperados de: www.ypf.com/YPFHoy/YPFSalaPrensa/Paginas/comunicados-prensa.aspx



DEDICATORIA

Este libro es, palabra por palabra, un testimonio de gratitud a la imprescindible labor de los exploradores de YPF, así como a quienes hicieron posible la industria hidrocarburífera nacional desde sus primeros días. Su entrega para descubrir y aportar recursos energéticos ha transformado vidas a lo largo y ancho de la Argentina, son parte del éxito de la empresa y, con cada uno de sus pasos, se avanza hacia logros mayores.

Corresponde también dar las gracias a los profesionales que han aportado sus conocimientos para esta publicación, a las instituciones públicas y privadas con las cuales interactúa la compañía, así como a la ciudadanía, por su confianza depositada en YPF. Dan sentido a la historia del desarrollo del país, a su presente y a la visión que construye el futuro para las próximas generaciones.

Muchas gracias.

Una publicación de YPF S. A.

Realización

eyCOR Ediciones Corporativas

Coordinación editorial: Yolanda Yebra Novo. Redacción: Fernando Halperín. Diseño: María Eugenia Más. Infografía: Nicolás Diez, Sebastián D'Aiello y Guillermo Alonso. Arte digital: Renata Sanz. Corrección: Claudia Mosovich

Fotografía

Banco de imágenes de YPF S. A.; Archivo General de la Nación; Servicio Geológico Minero Argentino (SEGEMAR); Shutterstock: Adwo p. 22; Aleksei Zakirov p. 33; Zhengzaishuru p. 41; Lukasz Z. p. 124; P.V.R.Murty pp. 150-151; Chase Clausen p. 159; Zolnierenk pp. 170-171; Lukasz Kochanek pp. 192-193.

Hecho el depósito que indica la ley 11.723

Impreso por Talleres Trama S. A., en la Ciudad de Buenos Aires, septiembre de 2019

© 2019 YPF S. A.

Reservados todos los derechos.

Queda expresamente prohibida la reproducción total o parcial de esta publicación, por cualquier medio o procedimiento, sin previa autorización escrita de YPF S. A.

Halperín, Fernando
Exploración : el puente desde las ideas a la energía. – 1.^a ed. -
Ciudad Autónoma de Buenos Aires : YPF, 2019.
194 p. : il. ; 24 x 30 cm.

ISBN 978-987-3885-08-2

1. Industria del Petróleo. 2. Exploración de Recursos. 3. Geología.
CDD 553.2801

YPF S. A.

Macacha Güemes 515 - Ciudad Autónoma de Buenos Aires

{C1106BKK} Argentina - Tel.: (54) 11 54410000

YPF@ypf.com

www.ypf.com

