



Comentarios y experiencias Proyecto EOR

Por la *Comisión Técnica EOR*

Un análisis tras la experiencia del consorcio realizado entre empresas, universidades, el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva y el IAPG.

Hace unos cinco años se inició el Proyecto EOR, a partir de una necesidad de desarrollar una plataforma tecnológica (en infraestructura y conocimiento) que permita identificar y seleccionar, diseñar e implementar proyectos de EOR en la Argentina.

Así fue que en 2009 el Instituto Argentino del Petróleo y del Gas firmó, junto con el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, un acuerdo marco estratégico para el país con el fin de impulsar el diseño y la ejecución de proyectos que ayudaran a poner en valor nuevos conocimientos y la mejora de la productividad del sector de la energía. Surgió así el Proyecto de Investigación e Innovación en Recuperación Mejorada de Petróleo (EOR, por su sigla en inglés *Enhanced Oil Recovery*), focalizado en la inyección de Productos Químicos (CEOR, por su sigla en inglés *Chemical EOR*).

Este emprendimiento ha sido único en la Argentina, impulsado por ocho empresas que trabajaron juntas con el mismo objetivo: mejorar la productividad de los yacimientos del país e incrementar las reservas de petróleo. Estas empresas son YPF-Ytec, Pan American Energy, Chevron Argentina, Pluspetrol, Petrobras Argentina, Tecpetrol, Sinopec y Sipetrol.

Para facilitar la interacción, estas empresas formaron una Comisión Técnica integrada por un representante de cada una de ellas: Ing. Diego Palmerio (YPF-Ytec); Ing. Daniel Avagnina (Pan American Energy); Lic. Gastón Oriozabala e Ing. Ramiro Pérez (Chevron Argentina); Ing. Raúl Puliti e Ing. Marcelo Pubill (Pluspetrol); Ing. Walter Ariel Romera (Petrobras Argentina); Ing. Carlos Berto e Ing. Fernando García Parodi (Tecpetrol); Ing. Leonardo Sliwinsky (Sinopec) e Ing. Martín Mateo (Sipetrol).

La primera tarea de esta comisión fue convocar a grupos de investigación del sistema público que pudieran contribuir con el proyecto. Trece establecimientos se postularon, de los cuales resultaron seleccionados las facultades de Ingeniería de la Universidad Nacional del Comahue, de la Universidad de Buenos Aires (UBA) y la Universidad Nacional de Cuyo (UNC). Una vez definidas las universidades y las empresas, se incorporó al Instituto Argentino del Petróleo y del Gas como ente administrador del proyecto, y se seleccionó al *project manager*, el Ing. Fabián Akselrad. De esta manera, quedó formada la totalidad de los participantes del proyecto y sus respectivas funciones.

La recuperación mejorada de petróleo por inyección de productos químicos es un tema estratégico para aumentar la producción, por ello desde el inicio del proyecto la filosofía de este consorcio fue promover el desarrollo de la plataforma tecnológica necesaria, que incluyera inversión en infraestructura, remodelación de laboratorios, compra de equipamiento y capacitación de los investigadores, todo financiado por las empresas participantes, con la intención de generar un conocimiento que creciera y permaneciera en el país.

Etapas

Las tareas de investigación se efectuaron en el seno del Sistema Científico Argentino. Se involucró a más de treinta personas, entre investigadores, becarios (grado y posgrado), técnicos e ingenieros. Además, se trabajó con datos

reales para ajustar el proyecto a la problemática de nuestro país, basados en estudios en los reservorios de las cuencas más representativas, con mayor potencial de implementación de proyectos de CEOR.

El proyecto se dividió en cuatro etapas. Los equipos trabajaron en sus respectivas tareas y luego intercambiaron la información e hicieron seguimiento de las tareas, con el fin de mejorar los controles, ajustar la transición entre las distintas etapas y así, optimizar los plazos. Y principalmente, que las tres universidades pudieran tener una visión completa del proyecto.

Las etapas del proyecto fueron:

- 1) **Screening:** investigar la disponibilidad técnico-económica de alternativas de los productos que puedan ser aplicados en el proyecto y emplear criterios para seleccionar la opción óptima.
- 2) **Interacción fluido/fluido:** evaluar el comportamiento del producto químico en su interacción con los fluidos presentes en el reservorio y determinar las formulaciones químicas que se adaptan a sus condiciones para definir la mejor opción que será evaluada en la etapa de barrido en coronas.
- 3) **Interacción roca/fluido:** validar la formulación química seleccionada de acuerdo con la interacción entre los fluidos con la roca reservorio; realizar ensayos de barrido en testigos corona para determinar las propiedades de la recuperación incremental y los parámetros de entrada al futuro modelo de simulación; maximizar la rentabilidad del proceso (menor costo y/o mayor recuperación).
- 4) **Simulación:** analizar alternativas de implementación a escala de pilotos de desarrollo por medio de la aplicación de modelos numéricos que integren la información generada en las sucesivas etapas, determinar el simulador más adecuado para la evaluación de procesos de EOR por métodos químicos.

En lo que respecta al estudio de proyectos CEOR, se buscó el desarrollo y la consolidación de la plataforma tecnológica por medio del enriquecimiento en infraestructura y conocimiento de las universidades argentinas, y se trabajó para que en el futuro se puedan realizar estudios de este tipo sin recurrir a entidades reconocidas del exterior.

Experiencia enriquecedora

Los actores de esta experiencia la han calificado de “altamente enriquecedora”. En efecto, por su parte, las universidades cuentan con el equipamiento adecuado para realizar los estudios necesarios y han tomado contacto con este tipo de proyectos, en algunos casos por primera vez y, en otros, reforzando los conocimientos previos. El tiempo y los trabajos adicionales harán que a futuro se conviertan en reales alternativas.

Lo importante de este tipo de proyectos es la apertura que genera entre las empresas participantes, que comparan abiertamente sus experiencias, discuten metodologías y aprovechan las lecciones aprendidas de cada uno de los participantes. Esto es fundamental para cualquier estadio de avance de la temática a implementar en la empresa, es decir, en aquellos proyectos carentes de una experiencia



sólida, ya que ayuda a eliminar gran cantidad de pasos erróneos e innecesarios que seguramente se cometerían al avanzar en el tema. En los casos en los que el conocimiento es mayor, existe la posibilidad de discutir temas específicos en detalle, de par a par, sin ningún interés comercial de por medio, enriquecedor para las partes participantes.

La redacción de un convenio preciso que evitara cualquier eventual diferencia de interpretaciones fue relevante, toda vez que las idiosincrasias de las universidades y de las empresas planteaban diferencias.

Entre las tareas de la Comisión Técnica se encuentran relacionar a las universidades con empresas proveedoras nacionales e internacionales y de la capacitación de los profesionales y becarios en temas relacionados con la recuperación terciaria. En este sentido, se organizaron cursos y talleres tanto en la Argentina como en el exterior, a los que asistieron algunos representantes de los equipos de trabajo científico.

Se destacan aquí comentarios de las universidades que formaron parte del consorcio:

Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional del Comahue

(Laura Fernández y Esteban González)

“El proyecto EOR fue sin duda uno de los desafíos más importantes para la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional del Comahue debido a las particularidades que lo caracterizó. Desde la convocatoria recibida en febrero de 2010 hasta la finalización en diciembre del 2014, se transitó un camino con desafíos permanentes para lograr el cumplimiento de metas previstas. Fue intenso el trabajo realizado para orquestar las tareas administrativas y técnicas involucradas en forma permanente en la ejecución del proyecto en concordancia con el consorcio de empresas;

pero la sinergia, sin duda, resultó en un rico aprendizaje para futuros consorcios entre las empresas y el Grupo de Investigación de UnComa”.

“La infraestructura, el equipamiento y el conocimiento adquiridos por el grupo de investigadores de UnComa en el desarrollo de este proyecto constituirán las bases fundamentales para consolidar en un futuro cercano un centro especializado para trabajos de investigación y transferencia en EOR. Somos conscientes de que mucho hemos aprendido y mucho nos falta por aprender. Pero lo más importante es que hemos incorporado una metodología de trabajo, gracias a la interacción entre el sector científico nacional y el sector productivo”.

Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cuyo

(Silvia Maturano y Daniel Fernández, Decano)

“Merece destacarse que a través del proyecto EOR se financió la participación de alrededor de veinte personas entre investigadores formados, investigadores *junior* y alumnos, que tuvieron la oportunidad de iniciarse en la investigación y conocer uno de los posibles temas que deberán enfrentar en su vida profesional, como es el de diseñar e implementar proyectos, con el fin de incrementar las reservas y mejorar la productividad de los yacimientos en la Argentina”.

“Para plasmar uno de los objetivos del proyecto, que es desarrollar una plataforma tecnológica de infraestructura para implementar proyectos EOR, se pudo adquirir bibliografía de interés, comprar equipamiento (mojabilímetro, densímetro, medidor de pesos moleculares, balanza analítica, agitadores magnéticos, medidor de oxígeno y equipo de filtración, entre otros); material de laboratorio,



computadoras y *work-stations* para simulación; así como mobiliario para complementar los recursos con los que contaba el Laboratorio de Reservorios perteneciente al Grupo de Física de Líquidos y Medios Porosos. Solo queda pendiente la construcción del Laboratorio para este Grupo, el cual, con su personal y con su renovado equipamiento, asume el compromiso de trabajar para mejorar y capitalizar los conocimientos adquiridos en este proyecto”.

“Como parte de la capacitación dentro del proyecto, se participó asimismo de un viaje a los Estados Unidos, donde se pudo visitar las sedes de las empresas Tiorco y Oil Chem; y la Universidad de Texas, donde se tuvo la oportunidad de observar las metodologías de trabajo. Se pudo participar además de un curso de capacitación sobre el tema dictado por el PhD James Sheng, y se gestionó la participación de los integrantes graduados en las Jornadas de Recuperación Mejorada de Petróleo que se desarrollaron en nuestra provincia en el año 2012”.

“Al mismo tiempo, es importante destacar y agradecer la posibilidad de interactuar con grupos de investigación de otras universidades, que también integraron el Proyecto EOR, como la Universidad de Buenos Aires y la Universidad del Comahue. Y agradecer también a los integrantes de la Comisión Técnica por su tiempo; y al *project manager* por sus gestiones para fortalecer el vínculo entre la Universidad y la empresa”.

Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires

(Gabriela Savioli)

“Fue una experiencia pionera de cooperación entre grupos del sistema Nacional de Ciencia y Tecnología y distintas empresas petroleras; y agradecemos el hecho de haber sido seleccionados para trabajar en ella. En momentos en que nuestro país se halla ante el trascendente desafío de incrementar la producción y reponer reservas, consideramos imprescindible que los distintos sectores involucrados unan sus esfuerzos para enfrentar este reto estratégico. Justamente, el Proyecto EOR ha sido un importante ejemplo en este sentido, y seguramente abrirá caminos a nuevos proyectos en esta u otras áreas del conocimiento”.

“Como se ha mencionado, el objetivo de este proyecto fue desarrollar una plataforma tecnológica que permitiera identificar, diseñar e implementar proyectos de EOR para incrementar reservas y mejorar la productividad de los

yacimientos maduros en la Argentina. Específicamente las tareas llevadas a cabo por nuestro grupo de investigación estuvieron vinculadas con el área de simulación numérica y la participación en el proyecto ha acarreado importantes beneficios en la consolidación del grupo en los siguientes aspectos:

- **Recursos humanos:** en el proyecto participaron dos becarias que se formaron en esta temática y decidieron seguir trabajando en investigación científica en temas vinculados con nuevas tecnologías aplicadas a la producción de hidrocarburos. También hubo profesionales que realizaron apoyo técnico en distintas etapas (preparación del *hardware*, instalación y manejo de software de simulación, dictado de cursos breves) que han sido un valioso aporte a nuestro grupo de investigación y que seguirán vinculados en el futuro.
- **Equipamiento:** con los fondos del proyecto se adquirieron *notebooks* y *work-stations* con gran capacidad de cálculo para poder instalar y procesar los *softwares* comerciales que simulan los procesos EOR mediante inyección de químicos.
- **Software de simulación:** se instalaron y utilizaron los programas Stars de Stars-me, CMOST de CMG y Pumaflow de Beicip. Se aplicaron al procesamiento de los datos de laboratorio y de campo del proyecto.
- **Infraestructura:** se mejoraron las instalaciones de nuestro Laboratorio de Ingeniería de Reservorios dentro del Instituto del Gas y del Petróleo de la FIUBA, con equipos y mobiliario.

“Pero, sin duda alguna, el mayor beneficio fue la posibilidad de interactuar y trabajar con los miembros de la Comisión Técnica (profesionales de las empresas y del IAPG), que nos transmitieron sus intereses, necesidades y sugerencias para colaborar y mejorar el desarrollo de nuestro trabajo. Y también con los investigadores de las otras dos universidades nacionales, que siempre han estado dispuestos a colaborar y solucionar nuestras inquietudes en cuanto a datos o metodologías”.

Promoción de la producción nacional de químicos

Además de llevar a cabo su objetivo primordial, la Comisión Técnica del Consorcio de EOR ha realizado tareas adicionales, por fuera del convenio, de suma utilidad para concretar el objetivo empresario de articular los proyectos de I&D asociados a las líneas tecnológicas estratégicas, con las capacidades inherentes del Sistema Científico Nacional.

En esta línea de pensamiento trabajó para estimular el abastecimiento local de determinados insumos químicos, actualmente provenientes del exterior, para obtener una reducción sustancial de costos que posibilite la masificación de la recuperación terciaria a escala de campo. Como resultado de estimaciones de posibles consumos, se le planteó a la Cámara de Industria Química y Petroquímica (CIQyP) la necesidad de comenzar con la fabricación nacional de surfactantes y polímeros.

Este aspecto, así como la satisfacción de las universidades y de las empresas, dará cierre al proyecto, con la visión de nuevos consorcios futuros. ■