

EOR: Una Estrategia Sustentable para YPF.

Autores: Lic Ing Sebastián kaminszczik– Ing. Andrés Lopez Gibson YPF S.A mail:
sebastian.kaminszczik@ypf.com.ar - andres.lopezgibson@ypf.com.

Sinopsis

El promedio global de factor de recobro o límite técnico esperado, englobando a todo tipo de reservorios y sus características geológicas, energéticas y fluidos es del 35% es decir que el gran desafío de nuestra industria es alcanzar este límite técnico y aún más, desafiándolo.

El camino convencional de la recuperación terciaria está bien documentado y suele poner el foco principalmente en los estudios de laboratorio y simulación numérica lo que muchas veces precisa de tiempos extensos, recursos específicos y soluciones enlatadas y en una industria que genera cambios cada vez más rápidos muchas veces no permite bajar a tierra los proyectos ni entender porque son o no exitosos.

En este trabajo se intenta presentar una estrategia sustentable para una compañía con muchos activos, con una visión más sistémica que permita cambiar el concepto de estudio al de proyecto, que cuente con herramientas y recursos para la maduración, que permita el desarrollo de socios estratégicos que acompañen, que capture lecciones aprendidas y que considere a los proyectos EOR como parte estratégica del ciclo de vida de un campo.

Introducción

Uno de los principales desafíos del portafolio de YPF es el rejuvenecimiento de los campos maduros y el desarrollo del potencial o límite técnico de los mismos. Enmarcados dentro de este desafío la Gerencia de Exploración y Desarrollo definió dentro de sus principales iniciativas las dos siguientes:

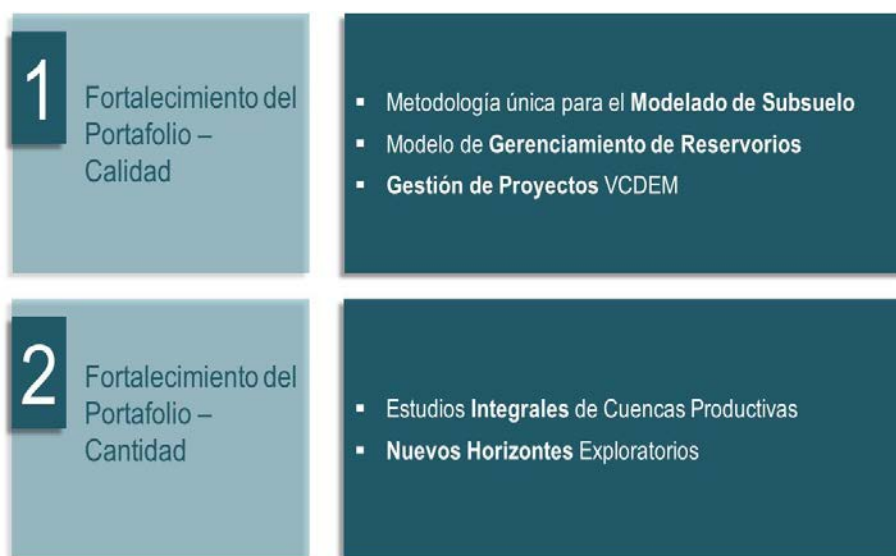


Imagen 1. Principales Iniciativas Estratégicas

Uno de los principales inconvenientes que existen en el desarrollo de los campos es que la aplicación de tecnología como la recuperación terciaria o EOR (Enhanced Oil Recovery) no suelen formar parte del ciclo de vida de los mismos. Los procesos de recuperación terciaria suelen desarrollarse aparte como tecnologías específicas que precisan de recursos específicos y estudios específicos.

El clásico camino para la aplicación del EOR es el que se esquematiza en la siguiente figura:

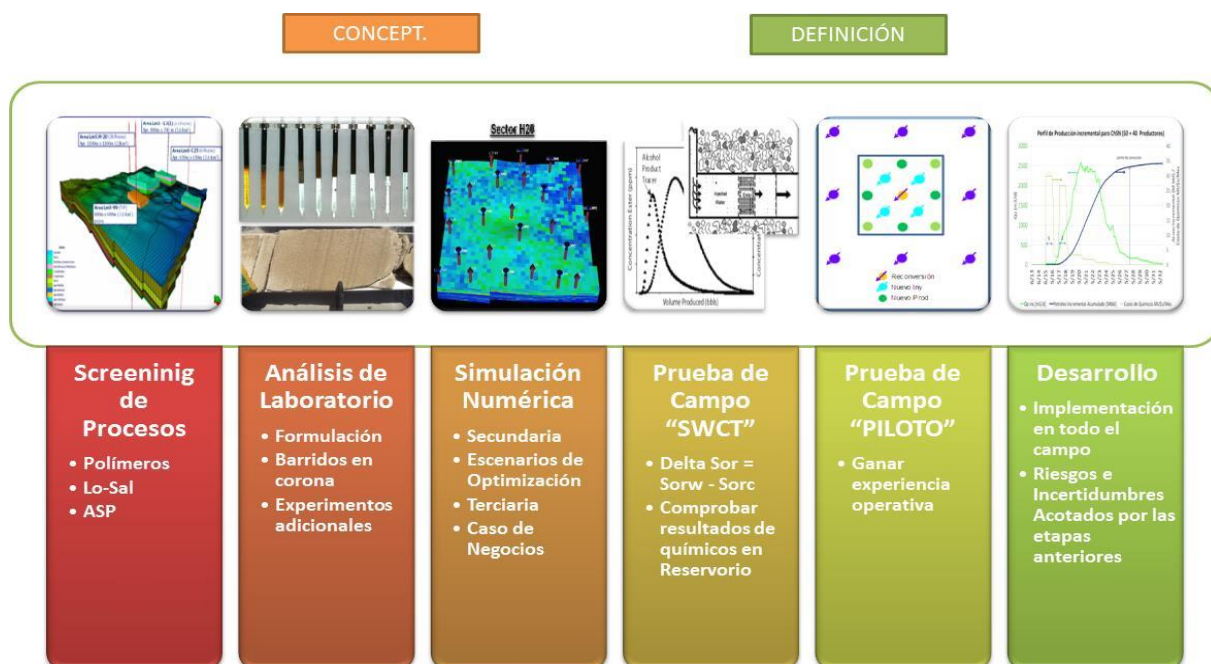


Imagen 2. **Camino Clásico EOR**

En la imagen se puede observar que para lograr realizar una prueba en el campo es necesario pasar por las etapas de screening de los procesos, los análisis de laboratorio y la simulación numérica para luego determinar la factibilidad de la aplicación. Todo este camino clásico, si bien es correcto, lleva, en nuestra experiencia a dos situaciones principales, por un lado cuando el tamaño de una compañía tanto en recursos humanos especializados como en gerencias específicas es chico, llevan a adquirir “productos enlatados”, es decir que se recurren a consultoras o centros de investigación y tecnología que hacen todo a un costo elevado y por otro lado los tiempos suelen ser muy extensos con el riesgo de que al cambiar la organización o que cambie el contexto internacional de la industria los proyectos no sean nunca ejecutados. En la siguiente imagen se presentan las principales características que pueden ser amenazas que a nuestro modo de entender posee el camino clásico.

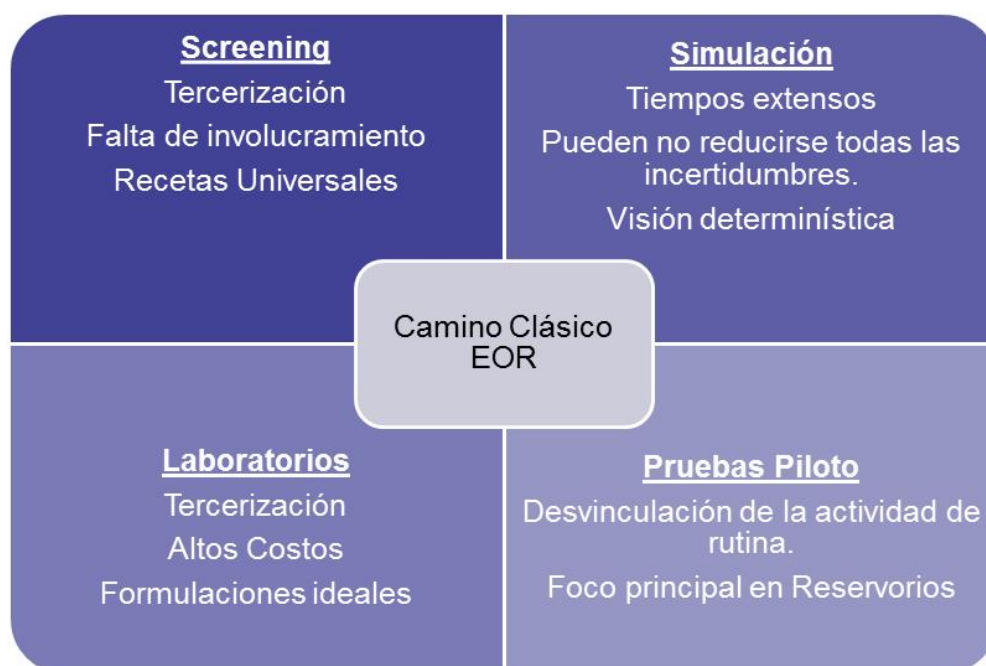


Imagen 3. **Características-Amenazas Camino Clásico en EOR**

Para validar la Hipótesis que se tiene de esta criticidad en la siguiente figura se puede observar un resumen de trabajos presentados en distintas conferencias a Diciembre 2014

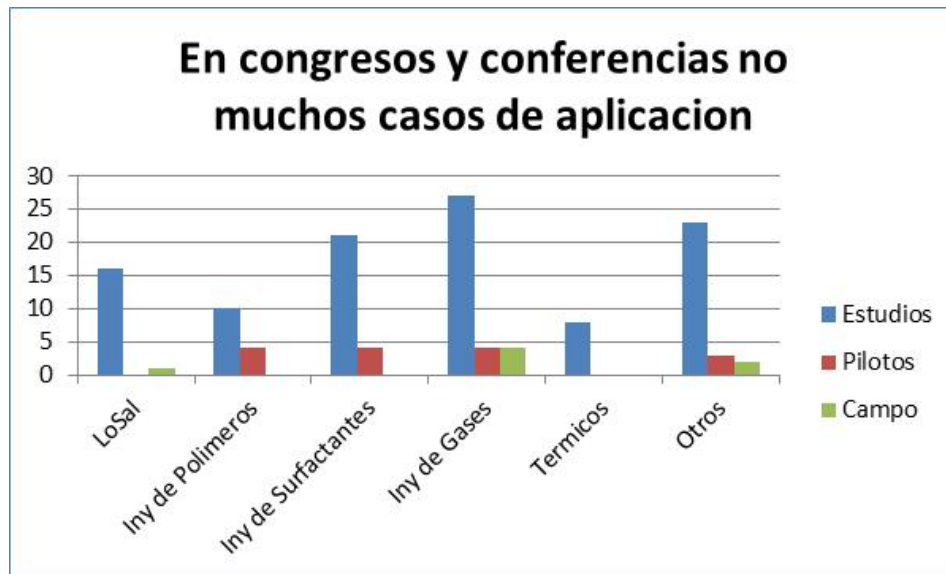


Imagen 4. **Casos Presentados en Conferencias EOR. W.Shulte SOGIC ®**

Como consecuencia de todo lo arriba mencionado surgen diversas cuestiones a la hora de llevar adelante una aplicación EOR, entre tantas podemos destacar:

- ¿Cómo asegurar que un estudio no duerma en un cajón?
- ¿Cómo transformar un estudio en un proyecto?
- ¿Cómo dimensionar un proyecto?
- ¿Cómo madurar un proyecto?
- ¿Cuántos RRHH (Recursos Humanos) son necesarios y en que momento?
- ¿Cómo erogar dinero eficientemente?
- ¿Visión determinística o Visión exploratoria?
- ¿Qué es lo que puede hacer fracasar una aplicación EOR?
- ¿Quiénes nos tienen que ayudar y en que?
- ¿Qué sectores de la organización deben involucrarse?

Para poder ir respondiendo estas cuestiones entre otras en este trabajo se intenta presentar una Visión integral de los proyectos EOR, un “Management Especifico” para este tipo de tecnologías.

Desarrollo

Para poder definir un camino alternativo y/o complementario al clásico en EOR es necesario establecer una nueva cultura EOR, una estrategia que permita evaluar el potencial de un campo para aplicar tecnología en recuperacion así stida, explorar dichas tecnologías, establecer los recursos necesarios definir una hoja de ruta que permita el aterrizaje y la sustentabilidad de los proyectos y desarrollar socios estratégicos que permitan acortar la curva de aprendizaje, ser eficientes en costos y acompañar en la búsqueda del éxito del proyecto.

En la siguiente imagen se presenta el esquema propuesto:



Imagen 5. Estrategia EOR

Como lo muestra la Imagen 5 la cultura EOR propuesta consta de 8 puntos claves que forman la columna vertebral de la cual se desprenden todas las actividades para lograr aplicar de una manera ejecutiva todas las acciones necesarias en un proyecto de EOR.

Lo primero y de suma importancia es crear una Visión que permita el éxito de las practicas EOR la cual requiere un compromiso a largo plazo en recursos humanos, en capital, en el despliegue de teconologia e I&D (Investigacion y Desarrollo) y de un desarrollo sustentable. En la imagen 6, se muestra un esquema que ilustra lo mencionado.

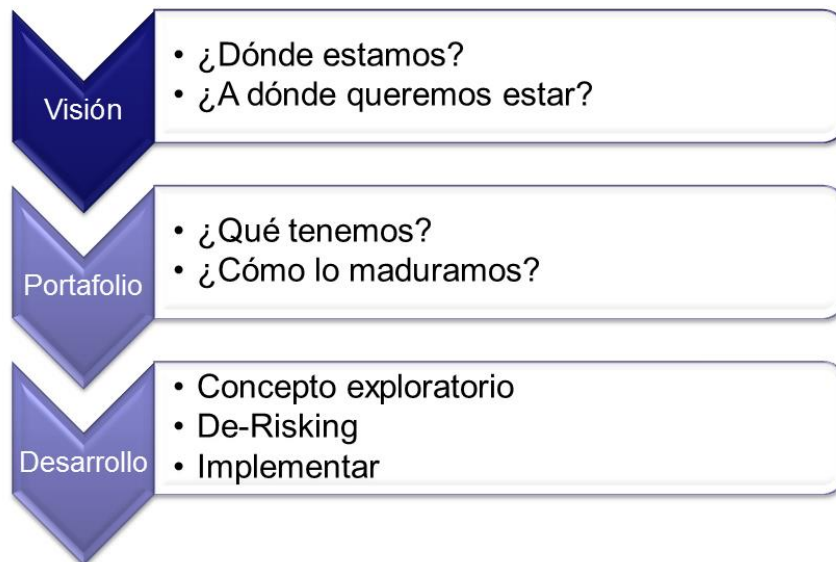


Imagen 6. Visión EOR

Poniendo el foco principalmente en la Visión es necesario imaginar escenarios de corto, mediano y largo plazo que permitan luego construir una hoja de ruta y un plan de acción.

En la imagen 7 se ilustra un ejemplo de escenarios posibles para poder respnder a ¿Dónde estamos? y ¿Dónde queremos estar?

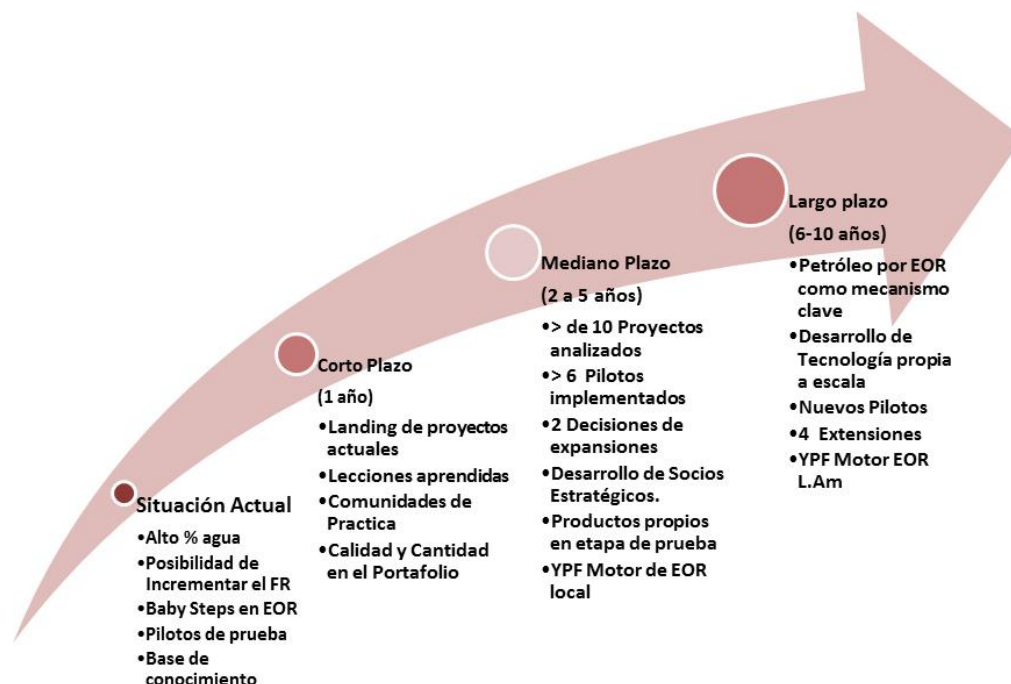


Imagen 7. Ejemplo de Visión-Escenarios EOR

Al crear una Visión en EOR es importante hacerse una serie de preguntas como:

- ✓ **¿Qué Tipo de Compañía eres?**
 - o Grande, deseando jugar en todos los frentes
 - o Pequeña, yendo por campos nuevos o por “las colas”
- ✓ **¿Cuáles son sus fuerzas?**
 - o Onshore vs Offshore
 - o Innovadora
 - o Rapido vs Lento
 - o Mucho presupuesto vs Largas Deudas
- ✓ **¿Puedes hacer que las cosas sucedan?**
 - o Confianza de Inversores
 - o Conexión Política
- ✓ **¿En que etapa del desarrollo estas?**
 - o Aun mayoría de petróleo nuevo
 - o En etapa de declinación

Estas reflexiones no son exclusivas ni completas es importante comprender porque una empresa que ha puesto parte de su esfuerzo en llevar adelante estudios de EOR ya sea en laboratorio o mediante modelos numéricos tiene dificultades para “aterrizar” proyectos.

Tanto en el año 2004 a nivel Industria como en el 2014 internamente en YPF se realizaron encuestas para tratar de entender esta cuestión, en las siguientes imágenes 8 y 9 se representan los items mas destacados:

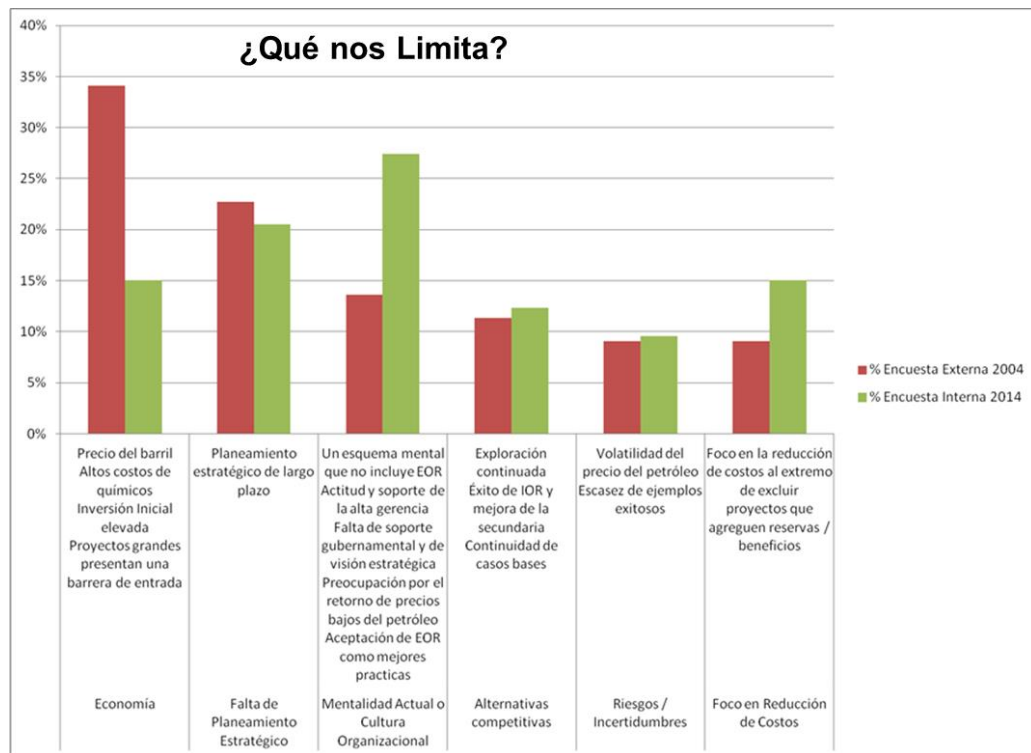


Imagen 7. Encuestas Externas e Internas sobre Qué nos limita en EOR

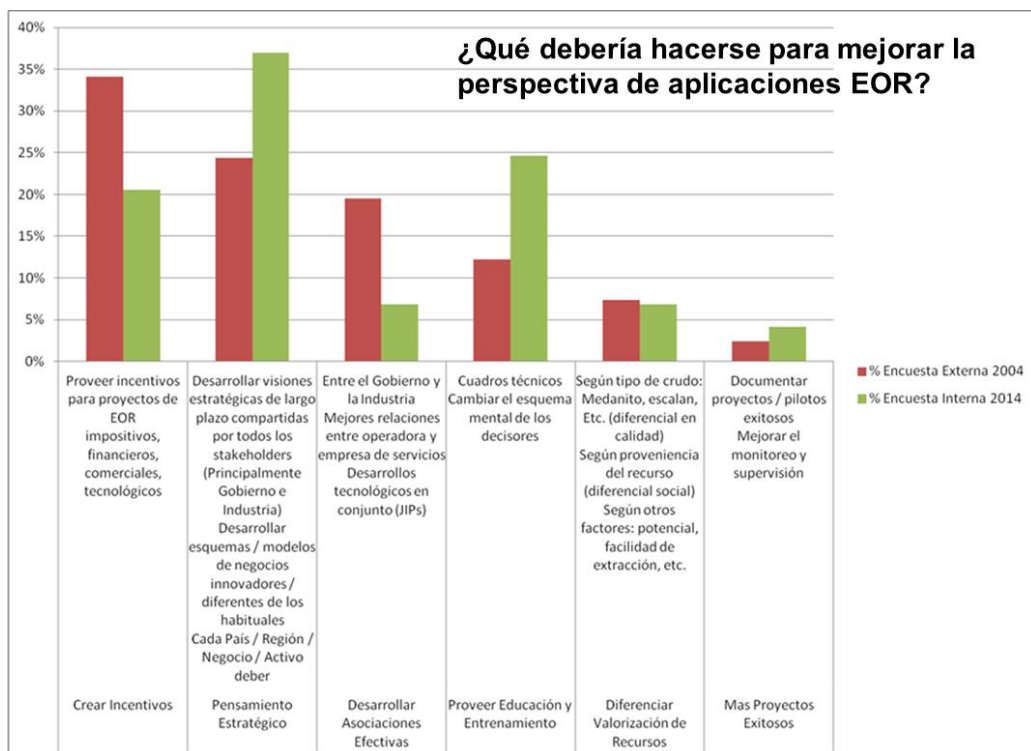


Imagen 8. Encuestas Externas e Internas sobre Qué debería hacerse para mejorar la perspectiva en EOR

Del análisis e interpretación de ambas figuras pueden sacarse algunas conclusiones:

- ✓ En el año 2004, para los encuestados, una de las variables que mas se creía limitante era el precio del petróleo seguida por la falta de planeamiento estratégico.

- ✓ En el 2014 con un precio elevado y estable la variable que mas se creía limitante era la falta de planeamiento estratégico para desarrollar una Visión de largo plazo compartidas por todos los stakeholders.
- ✓ Llamativamente tanto en 2004 como en 2014 el concepto de riesgo e incertidumbre sobre todo en la volatilidad del precio y casos análogos exitosos no se consideraba una limitante importante.
- ✓ Sobre que debería hacerse para mejorar la perspectiva las variables que se destacan son el desarrollo de una Visión estratégica con esquemas de negocios innovadores, seguida principalmente por el desarrollo de cuadros técnicos que permitan cambiar el esquema mental de los decisores y por la necesidad de crear incentivos por parte de los organismos oficiales.

La falta de un enfoque sistemático, costos y el time-to-market de los proyectos EOR y la idea general de que la recuperación terciaria debería aplicarse solo a campos maduros están frenando un despliegue mas importante del EOR.

La conclusión mas importante a la que se puede arribar es que para poder alcanzar la Visión es necesario construir una cultura EOR con un Management específico que pueda planificar estratégicamente y que ponga el foco en la gestión del conocimiento y desarrollo de cuadros técnicos.

Junto a la Visión, el punto clave es la evaluación del potencial de los campos de YPF, inicialmente es importante realizar un Benchmark con campos análogos para poder estimar el Upside y ver que han realizado en el mundo.

Según estudios tanto de Universidades como de Consultoras Internacionales la demanda global de energía esta pronosticada en crecimiento a una tasa de 1/3 desde ahora hasta el 2035. Como las reservas “fáciles” se están depletando, el foco debería ser puesto en el desarrollo de reservorios complejos y en la optimización de los campos maduros que aun no han alcanzado su limite técnico. Otra fuente de suministro para cubrir la demanda vendra de las técnicas de EOR aplicadas a los campos existentes

Según análisis de diferentes consultoras que recopilan y analizan informacion de campos alrededor del mundo como IHS, el factor actual de recobro para campos de petroleo es aproximadamente del 35%. Esto significa que al menos las 2/3 partes del petroleo ya descubiertos dejado en el reservorio. Empujando el factor de recobro del 35% hasta el 45% debería traer un adicional de un trillon de barriles a un mundo ambriente de energía. Así el precio del petroleo no sea elevado es necesario construir una cultura de EOR.

En la siguiente imagen se presenta la tendencia global:

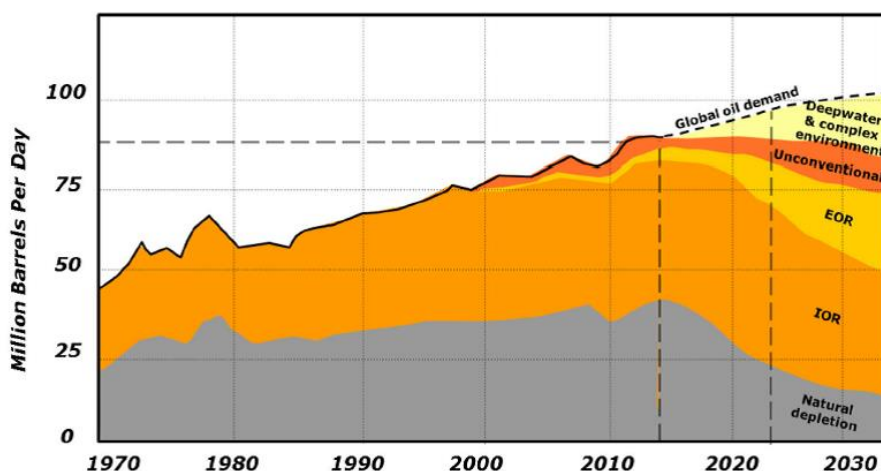


Imagen 9. Producción y Demanda futura de Petroleo (Modificado despees de IEA (International Energy Agency) 2014)

Revisando la bibliografía y la literatura especializada se pueden encontrar trabajos en donde se presentan distintas distribuciones de factores de recobro global. En las siguientes imágenes se muestran dos ejemplos uno basado en los datos de la consultora IHS® y otro presentado por SOGIC®.

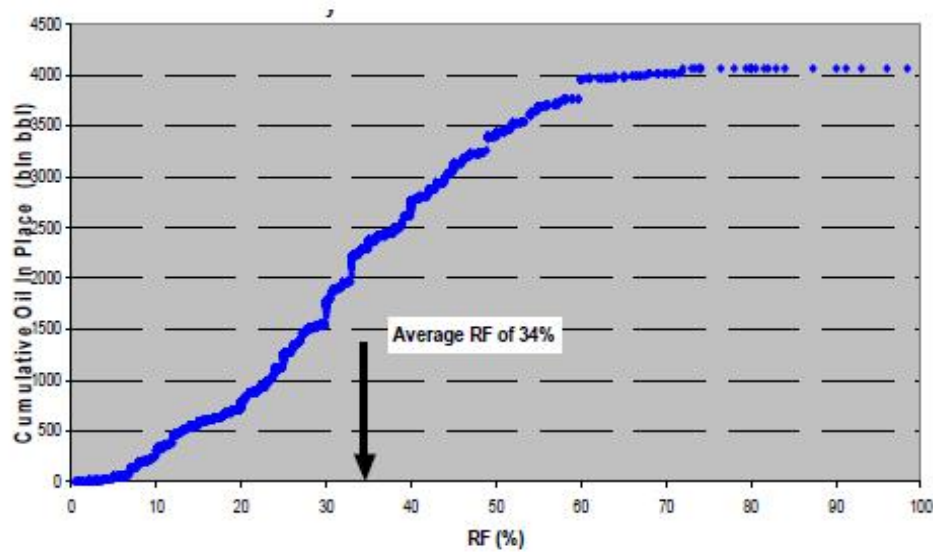


Imagen 10. **Factor de Recobro Global, (IHS Database®)**

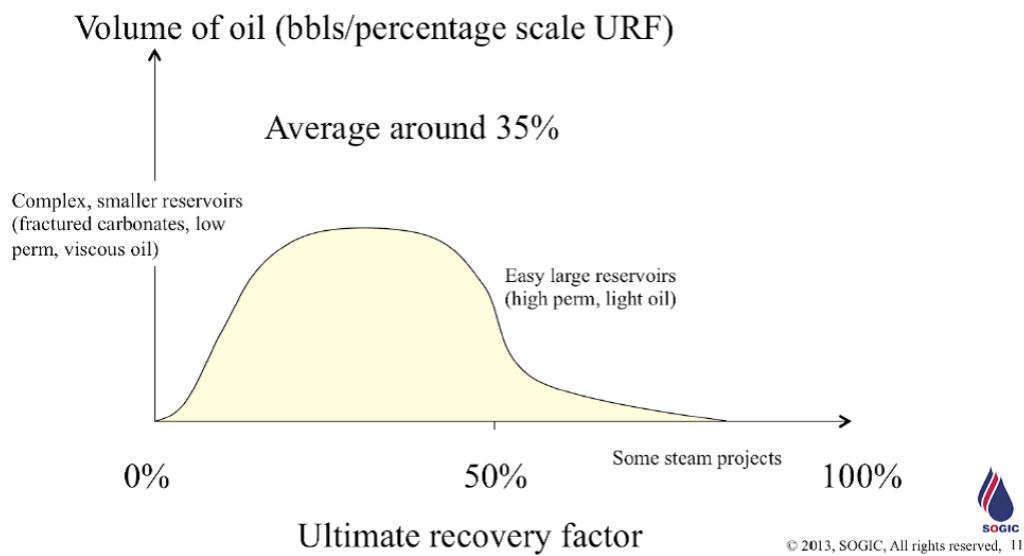


Imagen 11. **Factor de Recobro Global, (Willem Shulte-SOGIC®)**

De las imágenes se desprende que el promedio global de factor de recobro se mueve alrededor del 35% y que el valor alcanzado depende mucho del grado de complejidad que tienen los reservorios.

En la imagen 12 se muestra un ejemplo de distribución para 50 campos de YPF.

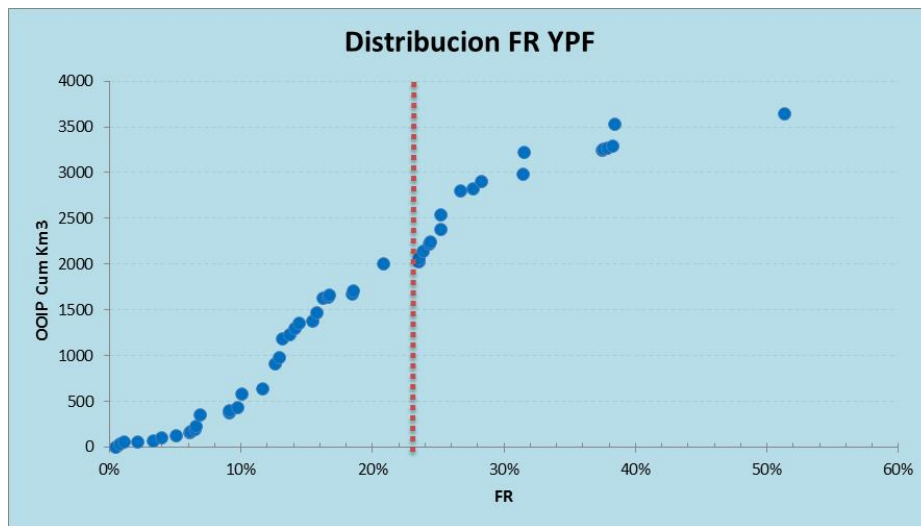


Imagen 12. **Factor de Recobro Pais-YPF ®**

Se puede observar que a nivel país se registra un valor promedio en torno al 22%-23%, valor que aun se encuentra lejos del promedio global.

Tengamos en cuenta que aumentar en apenas un 1% este rendimiento dentro de las cuencas actualmente activas equivaldría a unos 500 millones de barriles; es decir, cerca de dos años de producción. En resumen se puede decir que hay aun un importante premio en muchos campos para incrementar el factor de recobro. Esto puede alcanzarse a traves de mejores ejecuciones y mas efectivas en costos de los desarrollos convencionales aprovechando las mejores prácticas. Así mismo en muchos campos el despliegue de tecnologías IOR-EOR son requeridas para alcanzar mas altos factores de recobro sobre el ciclo de vida del campo.

El debate que se da dentro de YPF y que debería darse en compañías con una importante cantidad de activos es cual es la relación entra la madurez de un campo y su factor de recobro. En la Argentina solemos hablar de campos maduros y son diversos los aspectos a tener en cuenta para definirlos y se encuentran ampliamente discutidos en la literatura, pero intuitivamente se los asocia a campos viejos.

En la imagen 13, se puede observar un análisis realizado por YPF junto a la consultora Wood MacKenzie donde se destaca la relación entre los años de explotacion de los 60 principales campos de Argentina y su factor de recobro.

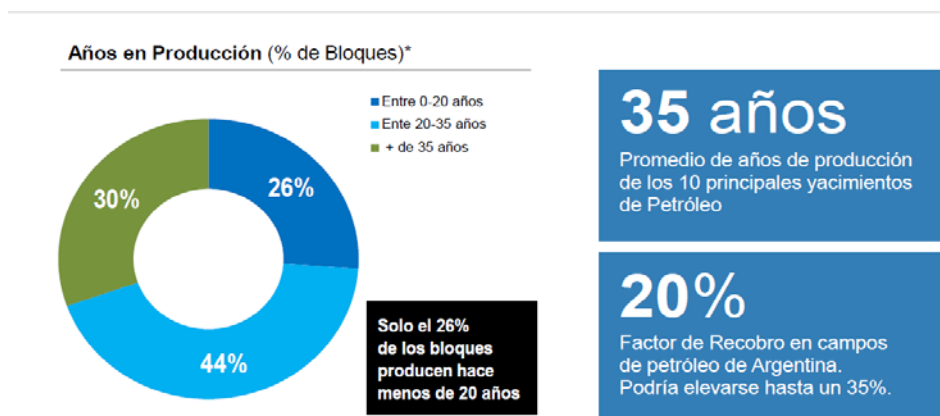


Imagen 13. **Años de producción vs Factor de Recobro (Fuente: Wood MacKenzie, elaboración propia. Basado en los 60 campos principales de Argentina)**

En base a esto se realizo un analisis detallado de los principales campos de petroleo para tener un punto de partida en la evaluaci3n del potencial. Para poder tener un estimado del limite tecnico target de cada uno de los campos y sin entrar en el microdetalle del grado de complejidad de los mismos se realizo un

Benchmarking basado en datos oficiales de CyC reservoirs® . A partir de la información disponible en dicha base de datos (936 Formaciones productivas a nivel mundial), se evaluó que campos eran comparables, por analogía, con los campos operados por YPF. A los fines prácticos la definición del factor de recobro máximo se realizó a nivel cuenca. Se aplicaron dos criterios de selección que tuvieran en cuenta aspectos geológicos y aspectos dinámica del reservorio.

Aspectos geológicos:

- Se filtró por ambientes sedimentarios que están presentes en nuestras cuencas productivas , como ambientes fluviales, barras y dunas eliminamos por ejemplo ambientes tipo arrecifes/corales o domos salinos.
- El segundo criterio geológico fue la relación net/gross, para eliminar los grandes reservorios que si bien son del mismo ambiente nada tienen que ver con lo que vemos en nuestras cuencas.

Aspectos dinámicos:

- Mecanismo de drenaje: se eliminaron por ejemplo los mecanismos de compresión de roca y se dejaron los que tenemos documentados (Gas En Solución Expansión de Gas Expansión Monofásica Acuíferos Moderados y Acuífero Fuerte)
- Grado API°: entre las propiedades de fluidos si bien es la más simple también es la que todos los reservorios de la base de datos tenían medida y da una idea de la viscosidad clave para los procesos de terciaria.

De esta manera de las 936 formaciones productivas iniciales quedaron 19 formaciones análogas a la CGSJ, 21 para la Cuyana y 26 para la Neuquina. Para ese set por cuenca se promediaron los factores de recuperación al abandono (Fr al EUR).

Luego de obtener el Limite Tecnico target se relizo un análisis para cada región con la idea de estimar el potencial upside, como ejemplo en la imagen 14 se presenta lo obtenido para la Región chubut y Santa Cruz

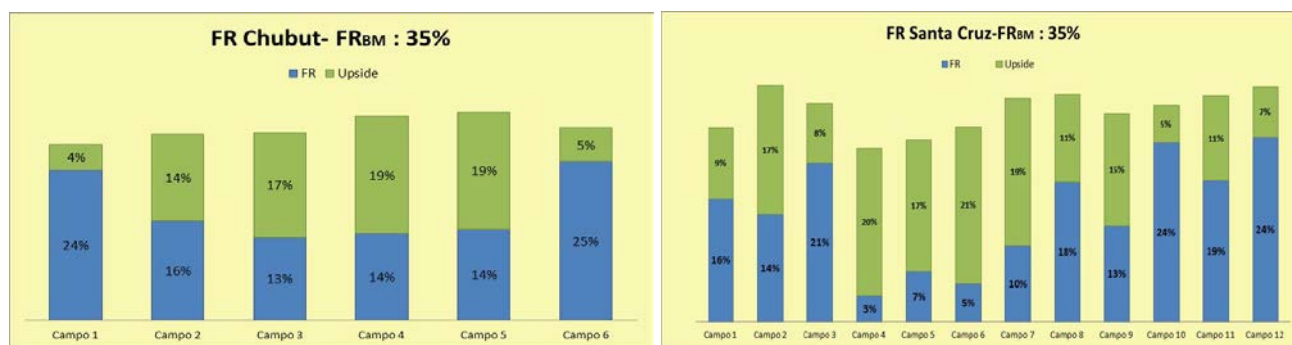


Imagen 14. FR actual vs Upside ejemplo Chubut y Santa Cruz

Luego se realizo el calculo de madurez como la diferencia entre el 100% y las reservas comprobadas (P1) en función del total acumulado, es decir una relación entre todo lo que se tenia de volumen y lo que se consumió de ese volumen. En la imagen 15 se presenta un ejemplo para Chubut y Santa Cruz.

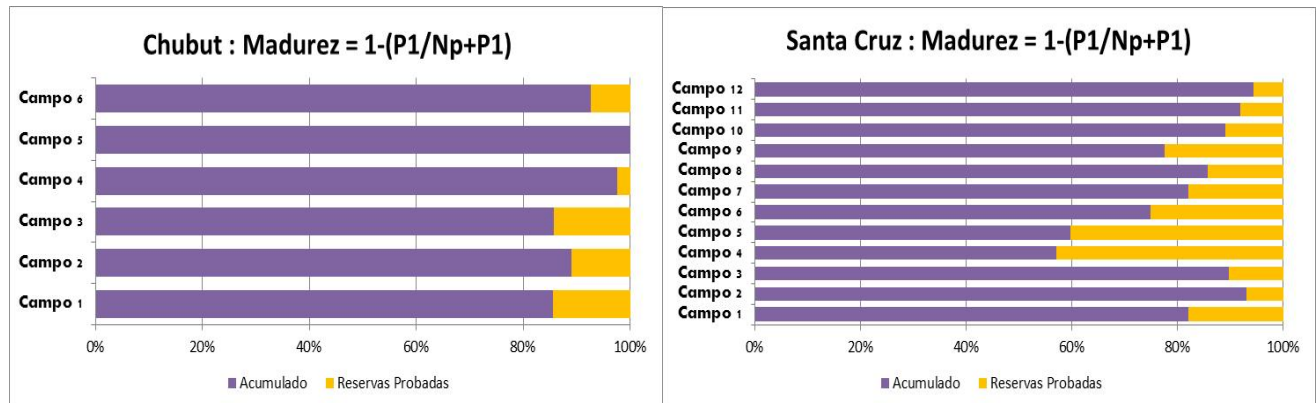


Imagen 15. **Madurez ejemplo Chubut y Santa Cruz**

Obtenidos los gráficos de madurez se busco si existía una correlación entre esta variable y el factor de recobro. En la imagen 16 se presenta como ejemplo dicha correlación para Chubut y Santa cruz.

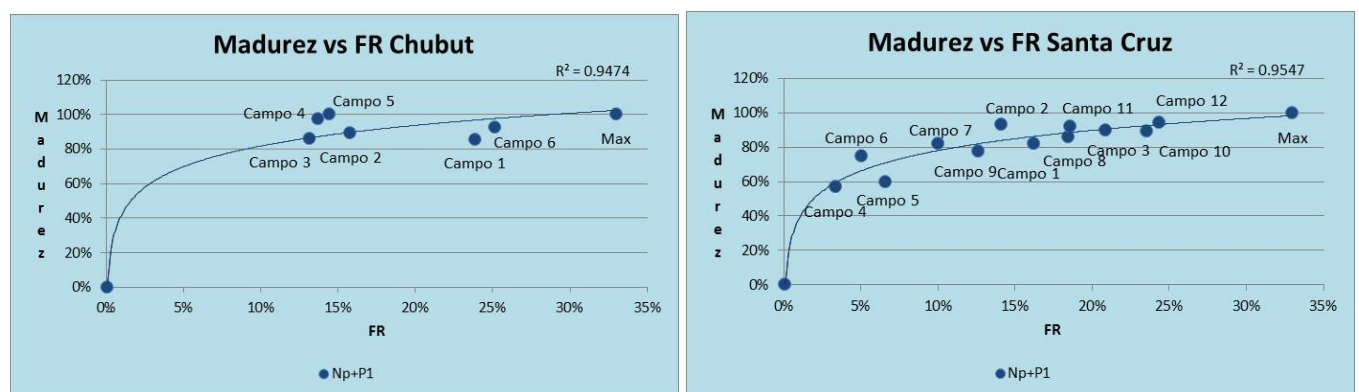


Imagen 16. **Correlación Madurez-Factor de Recobro ejemplo Chubut y Santa Cruz**

De los gráficos anteriores se pueden sacan algunas conclusiones:

- Existe una correlación entre el factor de recobro y la madurez en volúmenes de los campos.
- La tendencia es hacia un valor aproximado al 35% que es el estimado como target al hacer el Benchmarking.
- Mas del 40% de los campos poseen un alto grado de madurez pero con un factor de recobro menor al promedio.

Es importante destacar que una vez realizado el análisis Macro de la situación es necesario entrar en el detalle para comprender el porque de los bajos factores de recobro.

En la literatura y en diversas conferencias se mencionan algunas causas:

- La presión del reservorio ha caído muy por debajo de la presión de burbuja.
- Inyección de agua no suficiente.
- El diseño de patterns no cubre el campo o es de forma irregular.
- Inyección fuera de zona.
- Geología mas compleja que la reflejada en los modelos.

- Fenómenos complejos a escala poral que redundan en una mayor saturación residual de petróleo.
- Subzonas con mayor viscosidad que generan un by-pass de la inyección y no permiten barrer todo el petróleo contactable.

Todas estas causas junto con otras pueden resumirse en un indicador que represente la Complejidad del reservorio, son muchas las compañías que poseen un sistema para la evaluación de dicho índice para luego contrastarlo contra los factores de recobro y así poder tener un banco de análogos.

En la imagen 17 se presenta un ejemplo de Willem Shulte-SOGIC®

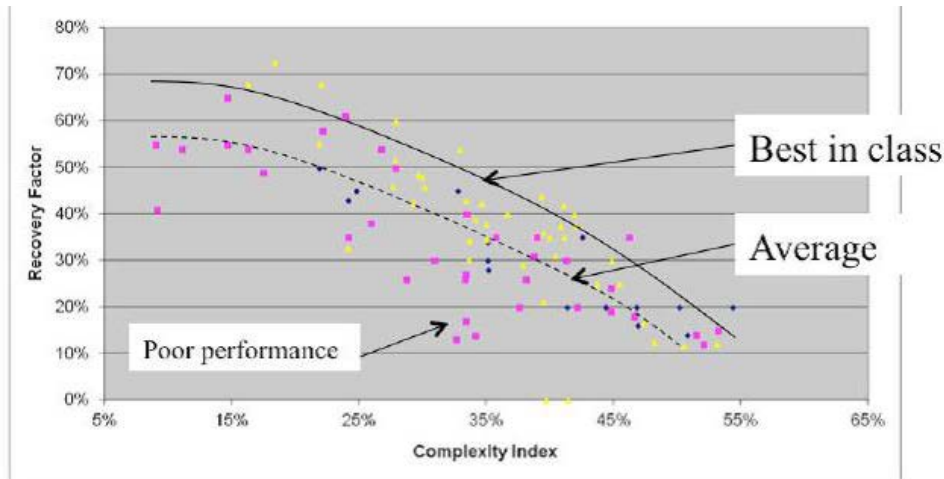


Imagen 16. **Factor de Recobro vs Índice de Complejidad, W.Shulte-SOGIC ®**

Determinado los potenciales remanentes a nivel de campo viene la etapa del screening para el potencial específico de las tecnologías EOR.

En la imagen 17 se presenta un ejemplo realizado para las 3 cuencas productivas.

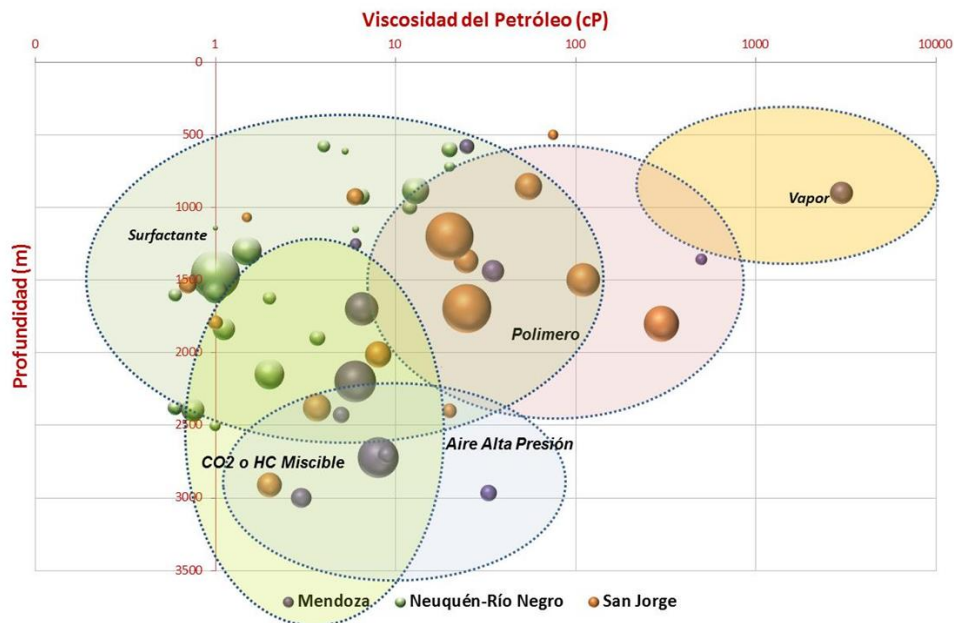


Imagen 17. **Screening básico tecnologías EOR, Profundidad vs Viscosidad.**

El screening específico para cada campo en función de sus propiedades termodinámicas, físico químicas, de fluidos, de reservorios puede hacerse con herramientas analíticas hechas in house o bien usar software comerciales simples, de reconocimiento en la industria. Es importante tener en cuenta que en los últimos años las tecnologías y los productos químicos han evolucionado y muchas de los obstáculos que frenaban las aplicaciones como temperatura y dureza del agua han sido resueltas.

Como etapa final del screening tanto con analogos como específicos en procesos EOR W.Shulte-Sogic® recomienda tomar algunas acciones:

- Realizar una lista de prioridades
- Donde mejorar la recuperación secundaria
- Cuales campos son reales candidatos a EOR
- Cuales campos son la joya de la corona
- Que piensas los stakeholders sobre el portafolio
- Cual es el timing para EOR y en que forma

Siguiendo la estrategia definida al inicio la etapa siguiente es la de lecciones aprendidas. Esta etapa es clave para una empresa en donde en el pasado se han realizado esfuerzos para estudiar los procesos EOR y permite que toda es actividad desplegada no quede en el olvido.

En el caso de YPF se realizó un taller para capturar lecciones y luego documentarlas. En la imagen 18 se observa una parte de la historia de proyectos EOR de YPF que muestra la importancia y la riqueza de capturar todo lo realizado para no estar todo el tiempo empezando de cero.

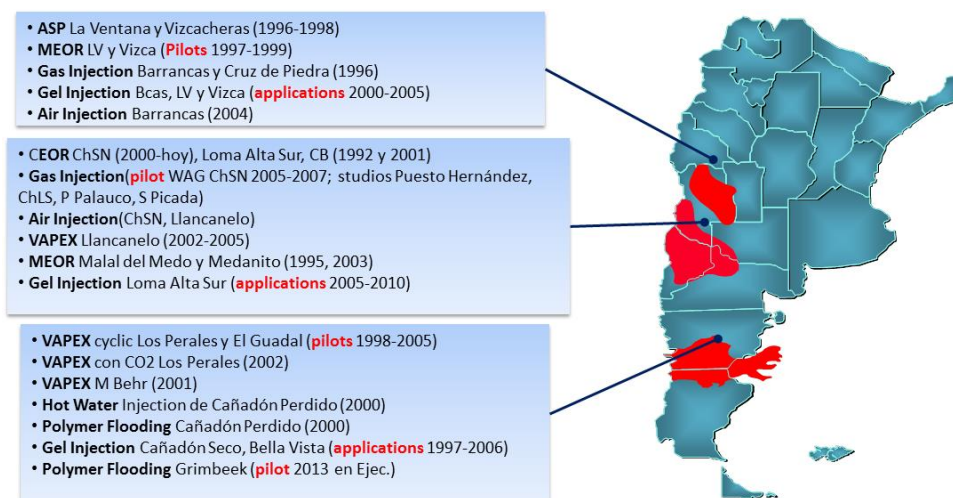


Imagen 18. Algo de Historia del EOR en YPF

Una herramienta que ha ayudado mucho a la trazabilidad de proyectos y a que no se pierdan es la generación de un Sharepoint para que todas las personas involucradas puedan tener acceso. Como resultado de toda la actividad se destacan algunas acciones:

- Se registraron 46 lecciones aprendidas y se reclasificaron.
- Se logró una visualización integral de lecciones aprendidas por medio de un mapa de red de valor.
- Se cuantificaron las lecciones aprendidas por áreas de conocimientos, áreas de procesos, tecnologías EOR.

El siguiente punto en la estrategia presentada es la Gestión y Maduración de proyectos. Como se presento parrafos arriba en las encuestas sobre que limita y que debería hacerse para un efectivo despliegue de las tecnologías EOR el punto mas importante es el de un planeamiento estrategico que debe estar asociado a la estrategia de la organización que tal como se menciona tiene entre sus pilares el fortalecimiento del portafolio en calidad y cantidad.

Como ya se comento, en la clasí ca cultura del EOR suelen hacerse “estudios” que como llevan mucho tiempo, ante escenarios de cambios como sucede en la actualidad se hace dificil darles continuidad y bajarlos a tierra. La clave para resolver esta difucultad que es real es transformar los estudios en proyectos, para eso en YPF se genero una iniciativa clave de gestión y maduración de proyectos en donde con un trabajo en equipo y generando sinergia se puso foco en los proyectos EOR.

En la imagen 19 se presenta un clásico esquema de el camino y timing a seguir en un proyecto EOR.

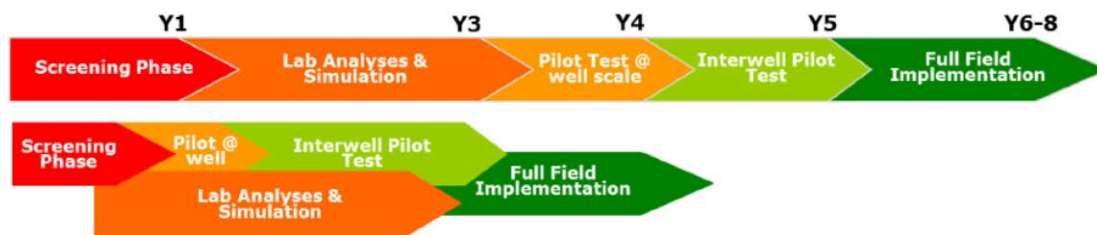
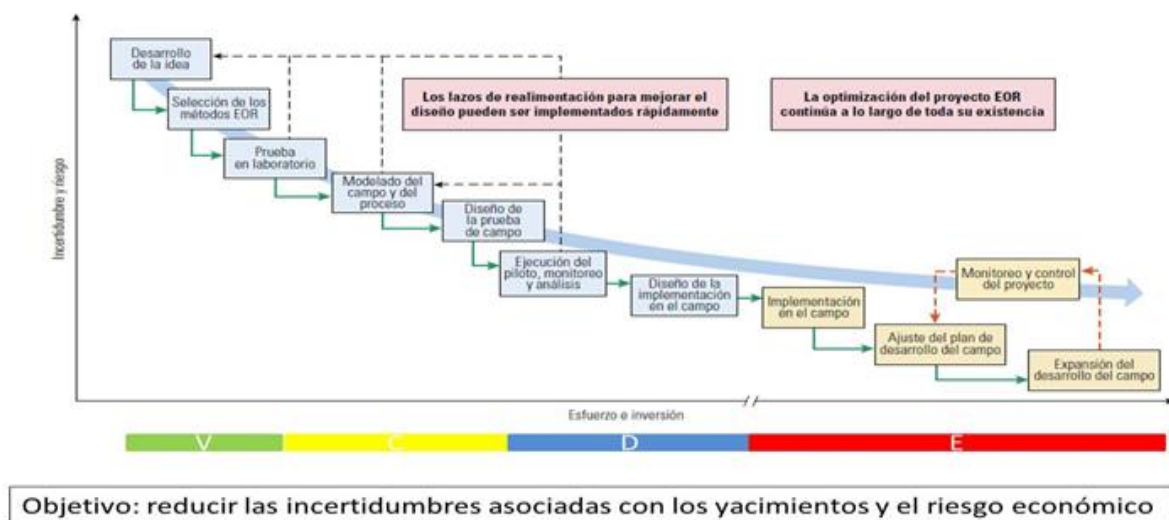


Imagen 19. **Linea de tiempo proyecto EOR. Alternativa de metodo secuencial a una aproximacion “fast track”, (M.Rotondi et all, ENI SpA).**

Como se observa un clásico camino puede llevar un tiempo muy largo con la necesidad de generar una aproximacion paralela que acorte los tiempos. Ahora la cuestion es como lograr esta evolucion sin perder calidad ni eficiencia a la hora de gastar dinero, ¿como asegurar la correcta maduración o el entendimiento de los riesgos? Para poder resolver todas estas cuestiones una herramienta importante es armar el camino critico para pasar de una fase de visualizacion a una fase de ejecución, en la imagen 20 se presenta un ejemplo conceptual de esta herramienta.



Objetivo: reducir las incertidumbres asociadas con los yacimientos y el riesgo económico

Imagen 20. **Camino critico en EOR. Riesgo e Incertidumbre vs Esfuerzo de inversion.**

Esta herramienta es clave para ponerle orden al proceso y para que a la hora de tomar decisiones de inversion se sepa en que etapa de reducción de incertidumbres se esta. Cada compañía define que nivel de riesgo asumir en sus proyectos pero lo importante es tener claridad.

Teniendo armado el camino para cada proyecto la proxima herramienta propuesta es establecer una HDR (Hoja de Ruta) para un proyecto con las correspondientes HDR para los subproyectos. Esta herramienta de gestión permite ordenar las etapas de un proyecto estableciendo que deber hacerse en cada una de las fases (Visualizacion, Conceptualizacion, Definicion, Ejecución y Monitoreo) y quien debe hacerlo. Esto permite optimizar los recursos humanos, el timing, evitar duplicar esfuerzos y gastos ineficientes y poder presentar a los decisores de inversion un panorama completo de un proyecto así el mismo conste de diversos sub-proyectos.

En la imagen 21 se presenta un ejemplo conceptual de una HDR.

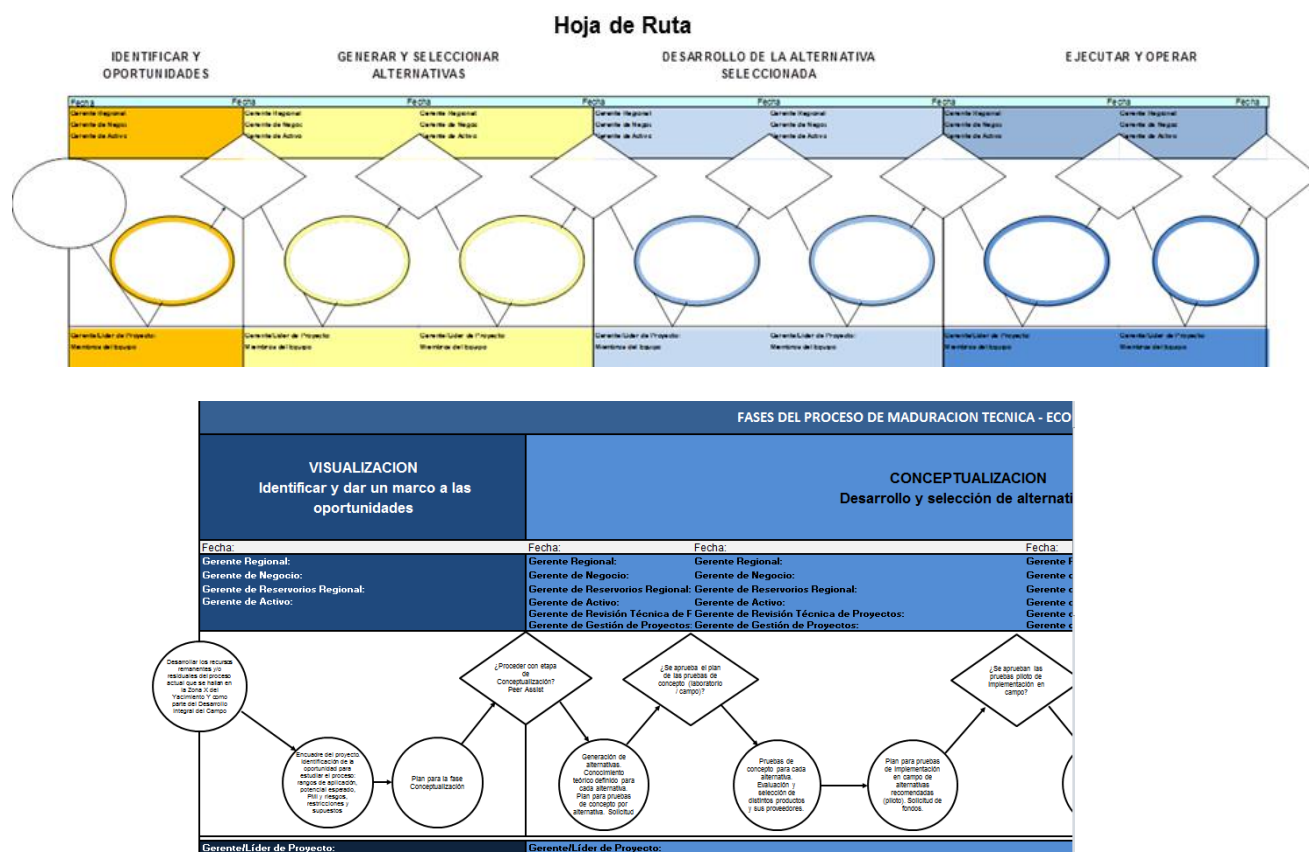


Imagen 21. Hoja de Ruta de un Proyecto EOR

En el caso de proyectos EOR la propuesta es tener una Visión exploratoria con horizonte de negocios, de esta manera se permite poner el foco 100% en la prueba tecnologica que permita hacer el “derisking” sin saltar al clásico modelo de negocios que surge de una simulacion numerica con un escenario de masificación.

En la imagen 22 se presenta un esquema simple, conceptual y teórico de esta Visión exploratoria.

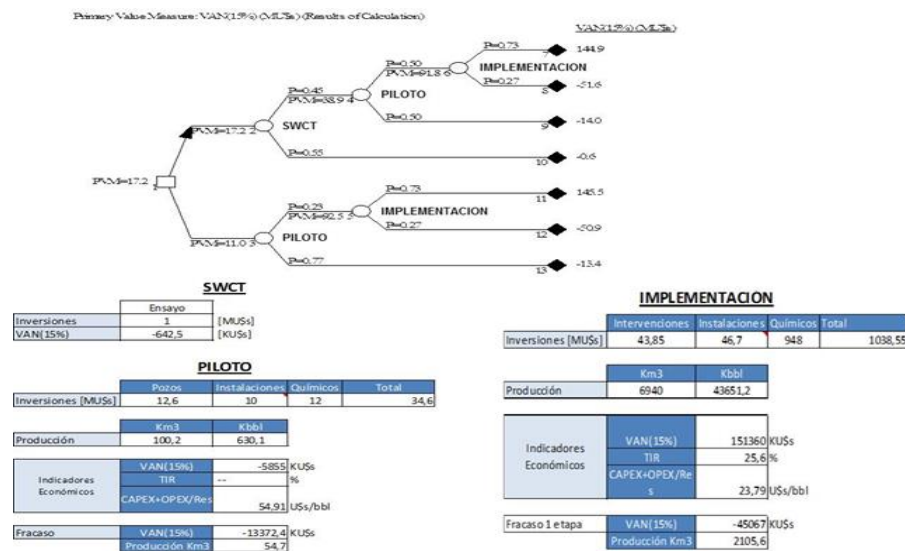


Imagen 22. Visión exploratoria con horizonte de negocio en EOR

En la imagen se pueden observar las diferentes etapas de un posible proyecto de EOR, con un enfoque exploratorio se tienen en este caso dos ramas, una donde se evalúa realizar un piloto para luego definir su posible expansión o más fijación y otra rama en donde previo al piloto se plantea la realización de un ensayo a nivel de pozo (SWT: Single Well Test). La clave de este enfoque es asígnar de una manera objetiva y con mucho soporte las chances de éxito y fracaso de cada rama.

En un enfoque clásico se estaría evaluando la rama de un piloto asociada al caso de negocios con la implementación para mostrar a la alta dirección cuál es la promesa de valor y el nivel de inversiones necesarias. La cuestión que se da en este enfoque es la misma que se da con un pozo exploratorio o de avanzada. Sin conocer aun el resultado de los mismos, ¿cuál es la certeza de que el caso de negocios presentado sobre la implementación más va es el que es? Observando la imagen 21 se pueden ver los indicadores principales de cada una de las fases del proyecto. De esta manera queda claro que es lo que hay que invertir en cada una de las etapas que no siempre puede ser la rentabilidad, como en el caso de un SWT, así mismo este tipo de enfoque permite mostrar por ejemplo que un piloto de prueba en sí mismo puede tener un VAN negativo pero que si fracasa el VAN puede ser mucho más desfavorable, esto permite entender la importancia a la hora de ejecutar un piloto y la necesidad del compromiso sobre todo de las operaciones para garantizar una ejecución y monitoreo efectivos.

Un punto que consideramos de extrema importancia es el de entender que puede hacer fracasar un Proyecto EOR. Son muchas las posibles variables y no suelen encontrarse en la literatura casos que presenten los fracasos. Para resolverlo, dentro de la estrategia es clave dejar muy bien remarcado la necesidad de un enfoque multidisciplinario y que de cada especialidad puede hacer fracasar un proyecto EOR.

En la imagen 23 se presenta un esquema que trata de poner luz a lo mencionado:



Imagen 23. Riesgos que pueden aportar al “No éxito” de un proyecto EOR

Como se observa en la imagen en la parte superior la creencia común es que el reservorio es el punto más importante con lo cual el mayor tiempo se consume en caracterizar, modelar, hacer ensayos de laboratorio y formulaciones químicas. En la parte superior se detallan distintas causas para diferentes aspectos dentro de un proyecto EOR. Como ejemplo podemos pasarnos muchos años caracterizando, modelando y formulando pero luego compramos enlatado a un precio excesivo no diseñamos de manera óptima las instalaciones para evitar la degradación de los productos y no monitoreamos correctamente con lo cual el proyecto NO ES lo que habíamos planeado. Lo más importante es que si no tenemos en cuenta todo el resto quedará en la historia que un proyecto no fue exitoso por culpa del reservorio.

Willem Shulte de SOGIC ® recomienda poner el foco en el “De-Risking” durante toda la vida del proyecto, entre varias acciones destaca:

- Desde el día 1: Tomar datos.
- En la Prueba Piloto: Madurar la tecnología tanto en el subsuelo como en la superficie.
- En el Plan de desarrollo: Opciones de inyección, diseño de pozos, alternativas de instalaciones, Implementar de a fases.
- En la ejecución: Monitoreo y Control.
- Parte del De-Risking es tomar las decisiones correctas en el momento correcto : Muchos decisores no tienen experiencia en EOR.
- El De-Risking es un proceso TECOP
 - Técnico: Donde usualmente se pasa más tiempo.
 - Económico: Elección de opción de valor.
 - Comercial: Contratos adecuados ,socios estratégicos
 - Organización: Transferencia de conocimiento a nuevos técnicos
 - Político/Social: Involucrarse con el principal stakeholder.

En la imagen 24 se presenta un esquema del proceso TECOP con mayor detalle y representa los principales puntos en donde es necesario poner el foco.

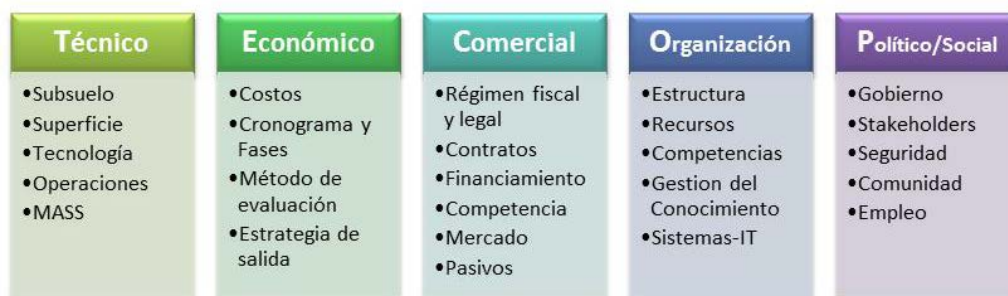


Imagen 24. Esquema TECOP para proyectos EOR, (basado en W.Shulte-SOGIC®)

De-Risking no es realizar una matriz de riesgos solamente sino seguir las acciones identificadas de esa lista inicial y subsecuentes y no replantear los riesgos a medida que el proyecto se va madurando en el tiempo. Especialmente para el EOR, es esencial tener suficiente recopilación de datos en la fase de operación para poder capturar donde en el proceso nos estamos desviando de las expectativas. Lo importante es comprender que poseer datos es solo la mitad de la historia, se debería saber como reaccionar con lo que en el proceso de De-Risking no solo hay que relevar los riesgos sino identificar formas de reaccionar.

Dentro de la Estrategia específica de EOR una de los pilares es el foco en los recursos humanos así como en la Gestión del conocimiento para poder garantizar los recursos necesarios con las competencias necesarias para asegurar la calidad de los proyectos.

En el caso de YPF asumimos que sin estas gestiones específicas la falta de recursos humanos y de competencias específicas puede transformarse en un riesgo importante dentro de los proyectos de EOR.

Muchos proyectos en el mundo han fracasado o han tenido que vencer muchos obstáculos por la falta de planificación de los recursos humanos necesarios y sin competencias específicas. En YPF en donde se pone mucho esfuerzo en el trabajo transversal, una decisión clave fue crear la figura del líder de proyecto EOR, una figura clave a la hora de centralizar, coordinar y planificar. En cada una de las fases de maduración de un proyecto es necesario que haya un líder que puede ser el mismo en todas las etapas o uno distinto, pero nunca faltar.

En la imagen siguiente imagen se resumen las principales acciones llevadas a cabo en la Gestión de RRHH y del Conocimiento.



Imagen 25. Acciones dentro de la Gestión de RRHH y del Conocimiento.

El siguiente punto dentro de la estrategia elaborada es el del desarrollo de socios estratégicos, de stakeholders.

Una de las lecciones capturadas en el proceso de reVisión historica es el de la falta de compromiso, la falta de contratos claves y una Visión compartida con aquellos interesados en participar del proyecto. Muchas veces se debe a la falta de RRHH especificos, pocas personas haciendo muchas cosas o bien de un lider que tenga la Visión general.

Como se menciono en parrafos anteriores el éxito de una prueba tecnologica novedosa se puede alcanzar si se logra una dinamica de trabajo en equipo, con sinergia y compromiso y es algo que deben entender los decisores. El camino mas simple cuando no se tienen muchos recursos humanos y una estructura que ponga foco en Investigacion y Desarrollo (I+D) es el de recurrir a soluciones enlatadas que suelen elevar los costos, suelen ser muchas veces universales y no específicas y no generan el compromiso de quien brinda el servicio en donde venden, cobran y se van.

En la Gestión de Socios Estratégicos en YPF se ha desarrollado una dinamica para generar Valor compartido un proceso que busca desplegar negociaciones “Win-Win” tratando de entender inicialmente que busca cada parte y que puede dar cada parte.

Dentro de las acciones realizadas se pueden destacar:

- Relevamiento de empresas y desarrollo de productos químicos
- Modelos de negocios para contexto de precios bajos.
- Alineamiento Estratégico con Y-TEC.
- Contratos Marcos con Centros de Tecnologia y Conocimiento.
- Alineamiento de Recursos y socios Internos.
- Reuniones previas a una compulsa para generar una Visión compartida.
- Visión exploratoria conjunta.

En la siguiente imagen se puede observar un esquema con un mapa de posibles stakholders



Imagen 26. **Ejemplo de mapa de stakeholders.**

Lo importante es que dentro de la Gestión se de el debate de quienes son los stakholders o socios estratégicos claves.

El ultimo punto de la estrategia es el de la Sustentabilidad que si bien es una de las patas de la mesa es, en si misma, el ADN de esta nueva estrategia presentada ya que la clave del éxito y la continuidad de los proyectos EOR es que se puedan sostener en el tiempo y en todos los contextos posibles.

Debido a que históricamente los proyectos especiales, específicamente los de EOR por su propia naturaleza han sido dependientes de diversas variables como precio del petróleo, esquema mental de toma de decisiones, falta de un plan de Gerenciamiento de Reservorios, desconocimiento técnico y del mercado químico y falta de planificación es importante tener diferentes estrategias y tácticas para hacer que los proyectos de EOR sean sustentables.

En la siguiente imagen se presenta un resumen con algunas de las acciones llevadas a cabo para garantizar la sustentabilidad.



Sustentabilidad

- Planificación de los proyectos
- Foco en el Costo de Desarrollo y Lifting Cost de los proyectos
- Negociaciones Claves
- Alianzas Estratégicas
- Iniciativas Estratégicas para servicios y productos: Producción de químicos in house, monitoreo de vanguardia
- Búsqueda de socios estratégicos con roles definidos y alineados
- Contratos Marcos con laboratorios y Universidades para garantizar la continuidad de los estudios.
- Estandarización y Centralización de las acciones de incorporación de actores para evitar “ventanas múltiples”.
- Negociaciones claves para alinear a los proveedores en la coyuntura de precios de petróleo bajo, conseguir acompañamiento en etapa de piloto exploratorio
- Planificar la estrategia de los proyectos, jerarquizar las decisiones, y construir un árbol de decisiones que muestre las alternativas del proyecto a lo largo de su ciclo de vida.

Imagen 27. Acciones para generar Sustentabilidad.

Uno de los puntos críticos y mas discutidos sobre la sustentabilidad de los proyectos EOR es el de los costos. “Son proyectos raros y caros” es lo que mas se menciona en las organizaciones.

Como bien lo resume M.Rotoni et al de ENI spA, los proyectos EOR estan fuertemente influenciados por la economia y los precios del petroleo a mediano y largo plazo. Para entender mejor el futuro del EOR es crucial mirar hacia atrás durante los años 80 y 90, donde el precio de petroleo cayo por debajo de los 15 USD. Los proyectos EOR experimentaron un enorme crecimiento al final de los años 70 mostrando una muy baja correlación entre el inicio de nuevos proyectos y el precio de petroleo.

Cuando en 1986 el precio del crudo toco los 12 USD/barril muchas compañías pararon los inversiones en EOR y el numero de proyectos en inicio disminuyo bruscamente. Sin embargo y a pesar de este escenario se observo mayor producción de petroleo por EOR. Esta producción provino de un numero de proyectos mas pequeños pero mas robustos que fueron expandidos en fases. El precio bajo del petroleo habia disparado una especie de “selección natural” por lo cual las tecnicas EOR mas efectivas y eficientes cobtinuaron floreciendo mientras que el resto fueron retenidas para un mayor desarrollo adicional de la tecnologia.

This production was coming from a smaller, but more robust, number of projects, which were eventually expanded. The low oil price had triggered a sort of “natural selection”

A mediado de los 2000’s el precio del crudo y subsecuentemenete la actividad EOR comenzaron a crecer de nuevo. De aquí en adelante la producción por EOR continuará creciendo o tenderá a estabilizarse dependiendo de la habilidad de las compañías y centros de investigación en proveer metodos y técnicas que permitan mantener los costos en linea con el precio del petroleo.

En el contexto mundial de demanda de energía y la dificultad de encontrar petroleo en zonas sencillas esta obligando a cambiar el paradigma hacia un modelo como el propuesto en esta estrategia en donde es posible seguir avanzando en la planificación y maduración de los proyectos para que, si el panorama cambia y se vuelve nuevamente favorable estar listos sin necesidad de empezar desde cero. Por eso es clave poner los mayores esfuerzos en garantizar la sustentabilidad de los proyectos.

Un entorno de colaboración en el ambito del I+D entre operadores, universidades, compañías de servicio y gobiernos debería promover el entendimiento de los mecanismos EOR y garantizar una transferencia agresiva de tecnologia entre todos los actores y evitar fallas costosas.

Conclusiones

Como consecuencia del despliegue de esta estrategia en los últimos dos años se ha podido robustecer el modelo clásico en donde se habían generado estudios de muy alta calidad de los cuales se pudieron relevar las lecciones aprendidas, evitar duplicar estudios empezando de cero, transformar esos estudios en proyectos y sobre todo generar una cultura EOR.

En la siguiente imagen pueden verse algunos de los proyectos en distintas fases de madurez y aquellos que han logrado aterrizar y que se encuentran en el inicio de la prueba piloto con muy buenas expectativas.



Imagen 28. Principales proyectos EOR-YPF.

Como consecuencia de la estrategia específica asociada a la estrategia corporativa en los últimos dos años hemos duplicado el portafolios como lo muestra la siguiente imagen:

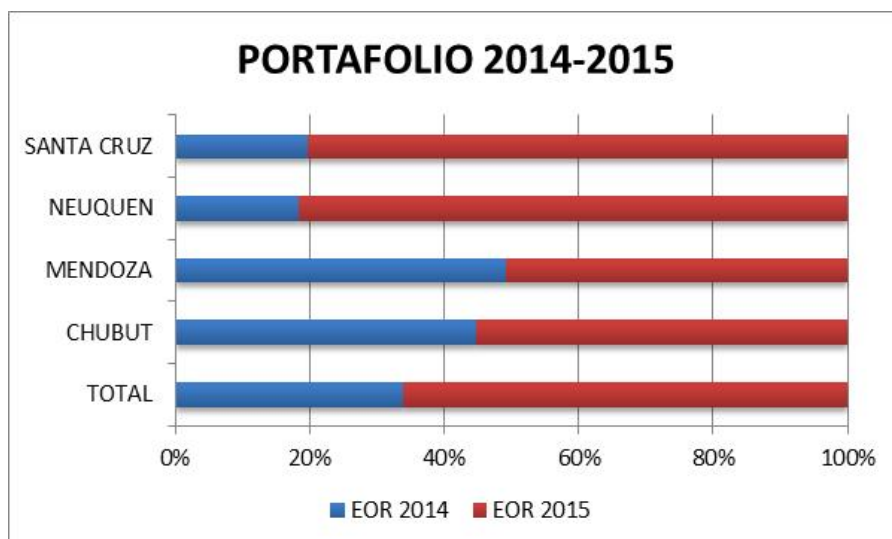
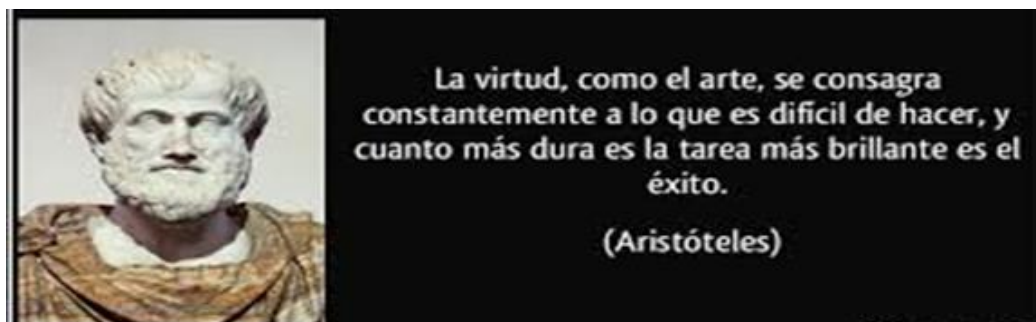


Imagen 29. Crecimiento del Portafolio EOR

Recomendaciones

Durante este período los desafíos más importantes fueron el lograr aterrizar los proyectos que estaban encaminados, establecer una cultura en donde el EOR pase a ser una etapa dentro del ciclo de vida de un campo, comenzar a visualizar los proyectos como tal e iniciar el camino del desarrollo de competencias técnicas en los equipos de trabajo.

El desafío principal que tenemos por delante es el de garantizar sustentabilidad de los proyectos en el contexto actual de precio de petróleo bajo generando nuevos modelos de negocios e incorporando fuertemente en el ADN de YPF el concepto de prueba exploratoria de tecnología, con horizonte de negocio. Por último una imagen que define el espíritu de lo que intentamos con el EOR en YPF.



Bibliografía

- EOR Management- W.M. Shulte- SOGIC ®, Abril 2014.
- Challenges and Strategy for Increased Oil Recovery, W.M. Schulte, Shell Intl. E&P IPTC 10146.
- Design and Optimization of Low-Cost Chemical Flooding, W.Wu, A. Vaskas., M Delshad, G.A. Pope, and K Sepehmouri, SPE/DOE 35355
- EOR Resources Continue to Unlock Oil Resources, Oil & Gas Journal, April 12 2004
- Worldwide EOR Activity In The Low Price Environment, G. J. Stosur, Program Manager, EOR Research, U.S. Department of Energy, Proceedings of the 14th World Petroleum Congress, 1994.
- Building an Enhanced Oil Recovery Culture to Maximise Asset Values, M. Rotondi, A. Lamberti, F. Masserano, and K. Mogensen, eni SpA, SPE-174694-MS.
- Brashear J.P., Becker A., Biglarbigi K., and Ray R.M., 'Incentives, Technology, and EOR: Potential for Increased Oil Recovery at Lower Oil Prices', SPE JPT, Feb. 1989, 164–170.
- A Road Map For Integrating a Giant Field: Case Study, Darhim, N., Nassar, I., Salah, N., Mamdouh, M., Merghany, I., Hassan, A., Sobhy, M., Gamil, M., Nabil, M., SPE 164717, 2013.
- IEA, 'World Energy Outlook', 2012.
- IEA, 'Resources to Reserves', 2013.
- IEA, 'World Energy Investment', 2014.
- EOR Screening Criteria Revised: Part-2 Application and Impact of Oil Price Taber J.J, Martin F.D., Seright R.S., SPE39234, SPERE, 200–205, 1997.
- Global Oil Reserves-Recovery Factors Leave Vast Target for EOR Technologies, Ivan Sandra (StatoilHydro) and Rafael Sandra (IPC), Oil & Gas Journal, 2007.

SEBASTIAN ANDRES KAMINSZCZIK

Título y lugar de estudio:

Licenciado en Ciencias Químicas de la Universidad del Salvador (USAL) -Ingeniero de Reservorios ITBA,

Diferentes empresas en las que hizo su carrera:

Capsa, Pae, YPF, más de 15 años de experiencia en distintos puestos, reservorios, nuevos negocios, proyectos.

Cargo actual en la empresa:

Gerente de Proyectos Especiales E&D, Argentina

ANDRES LOPEZ GIBSON.

Título y lugar de estudio:

Ingeniería Química, en el Instituto Tecnológico de Buenos Aires (I.T.B.A.), especialización en Ingeniería de Reservorios, en el Instituto Superior de la Energía (I.S.E.) de YPF.

Diferentes empresas en las que hizo su carrera:

YPF, 10 años de experiencia.

Cargo actual en la empresa:

Líder de Proyectos Especiales para la Regional Neuquén, Especialidad Ingeniería de Reservorios EOR.