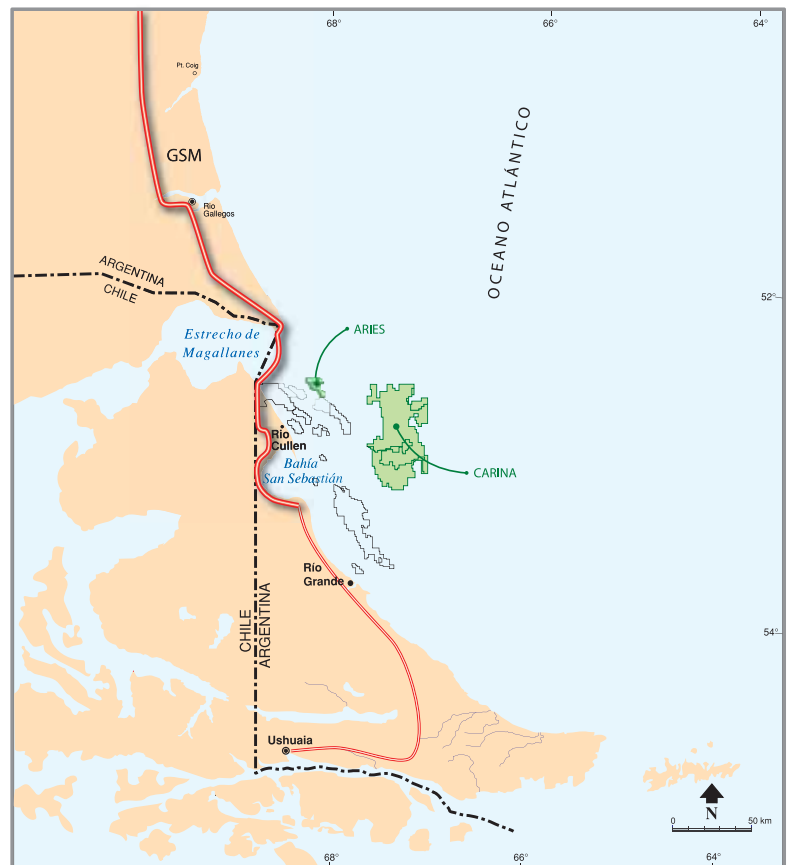


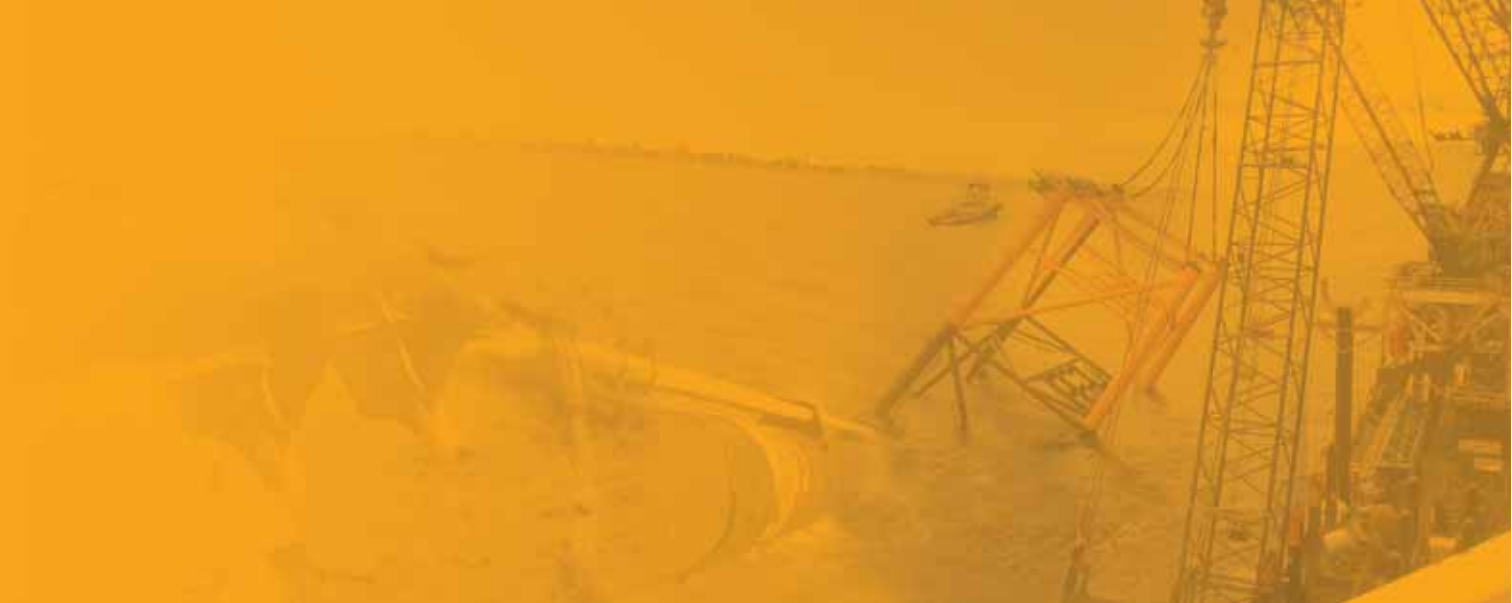
Carina y Aries, el gran desarrollo gasífero del *offshore* argentino

La producción de estos yacimientos, que podría llegar a los 8 millones de metros cúbicos diarios, contribuirá a abastecer el mercado argentino de gas natural en fuerte crecimiento y permitirá aumentar la producción en la Cuenca Austral hasta un nivel de 11,5 millones de metros cúbicos diarios. Las empresas Total Austral, Pan American Energy y Wintershall participan del consorcio.

El consorcio CMA-1 integrado por Total Austral (37,5% y operador), Wintershall Energía (37,5%) y Pan American Energy (25%) anunció el comienzo de la producción de los yacimientos gasíferos de Carina y Aries, costa afuera de Tierra del Fuego.

El proyecto demandó una inversión total de us\$440 millones y cubrirá un 25% de la demanda insatisfecha. Carina y Aries se sitúan a ochenta y a cuarenta kilómetros, respectivamente, de la costa de la provincia de Tierra del Fuego en zonas con una profundidad de ochenta y sesenta metros. Cada yacimiento posee una plataforma sin tripulación operada desde la costa en donde convergen los pozos productivos. El gas producido en las plataformas en el mar





se evacua por ductos hasta la costa y se trata en las instalaciones del consorcio en río Cullen y Cañadón Alfa, desde donde se inyecta al gasoducto General San Martín.

La producción de estos yacimientos, que podrá llegar a los ocho millones de metros cúbicos diarios, contribuirá a abastecer el mercado argentino de gas natural en fuerte crecimiento y permitirá aumentar la producción en la Cuenca Austral hasta 11,5 millones de metros cúbicos diarios.

El desarrollo de estos yacimientos comenzó en el año 2001 y continuó en forma ininterrumpida hasta hoy que comienza su producción.

Con los trabajos de exploración del consorcio operado por Total Austral, e integrado por Wintershall Energía y Pan American Energy, en 1981 se pudo tomar conocimiento de la existencia de grandes reservas de gas a ochenta kilómetros de la costa fueguina. Desde entonces, y por espacio de casi veinte años, se realizaron estudios para evaluar la magnitud de tales reservas y para analizar las posibilidades técnicas, económicas y comerciales de su explotación. Desde aquellos años, se realizaron diecisiete perforaciones, 1668 kilómetros de sísmica 2D y 1612 km² de sísmica 3D que permitieron detectar lo que hasta este momento constituía la mayor reserva gasífera no desarrollada de la República Argentina. La factibilidad del proyecto, de por sí de alto riesgo y costo, se logró gracias a las últimas tecnologías alcanzadas en la industria del petróleo costa afuera, que se aplican por primera vez en la Argentina. Incluso, se recurrió a soluciones técnicas inéditas a nivel mundial, que se aplicaron en un escenario complejo como el que presenta el Atlántico entre la isla de Tierra del Fuego y las islas Malvinas.

El consorcio CMA-1 operado por Total comenzó su actividad de exploración en Tierra del Fuego en 1978 y, gracias al empleo de tecnologías de punta y fuertes inversiones, descubrió y puso en producción en 1989 el yacimiento Hidra, el primero costa afuera de la Argentina y el más austral del mundo. En 1999 entraron en producción los primeros y únicos pozos submarinos del país instalados en el yacimiento Argo y ese mismo año se perforó el pozo más largo del mundo desde las costas de Cullen, con una distancia total de 11.184m. La complejidad de realizar estas instalaciones mar afuera en una región tan austral, el alto costo y riesgo de las operaciones y la sincronización necesaria para coordinar este extenso desarrollo constituyeron un

gran desafío para la puesta en marcha de este proyecto.

A principios de los años '90, la producción argentina de gas natural era de aproximadamente cincuenta millones de metros cúbicos por día. En la actualidad supera los 140 millones por día, lo que impulsó al gas natural a alcanzar una participación mayor al 50% en la matriz energética nacional. Así mismo, en los últimos años se incrementó la demanda de este energético en comparación con los combustibles líquidos, cuyo precio de venta a igual poder calorífico es seis o siete veces superior. En tal sentido, la puesta en producción de los yacimientos de Carina y Aries contribuirá a satisfacer la demanda de gas del mercado.

El total de las reservas probadas y probables de gas en la Argentina era de 850.000 millones de metros cúbicos al 31 de diciembre de 2004. Los yacimientos de Carina y Aries equivalen al 8% del total de las reservas de gas del país.

- De esta manera, el gas de Carina y Aries llama a atender:
- La demanda ubicada a lo largo del gasoducto General San Martín, sobre todo la de los centros metropolitanos e industriales del país.
 - La demanda regional del sur del continente, incluyendo la potencial industrialización del gas en la isla de Tierra del Fuego a través de la radicación de nuevos proyectos industriales, como metanol, aluminio y destilados medios, que se vean atraídos por la existencia de una fuente de gas accesible y un régimen de impuestos privilegiado.

Características de los yacimientos

Carina es un yacimiento localizado a ochenta kilómetros de la costa, descubierto en 1983 con el pozo Carina X1, con una estructura de 890km² y una profundidad de agua que varía de ochenta a cien metros. Entre 1983 y 1999 se realizaron trece pozos de exploración y de delineación y campañas sísmicas en 2D y 3D. Está compuesto de cuatro secuencias arenosas principales de la formación Springhill, que se encuentran a una profundidad aproximada de mil metros. En general, los reservorios muestran buenas propiedades petrofísicas, con valores de porosidad de hasta 35% y permeabilidad hasta 1Darcy. El gas contiene poco condensado.

Aries es un yacimiento ubicado a treinta kilómetros de la costa fueguina y se descubrió en 1981, con una estructura



El total de las reservas probadas y probables de gas en la Argentina era de 850.000 millones de metros cúbicos al 31 de diciembre de 2004. Los yacimientos de Carina y Aries equivalen al 8% del total de las reservas de gas del país.

de doce kilómetros de largo por cinco kilómetros de ancho y una profundidad de agua que varía entre sesenta y ochenta metros. Entre 1982 y 1995 se realizaron cuatro pozos de delineación y campañas sísmicas en 2D y 3D que permitieron evaluar su magnitud. Los reservorios se localizan en las arenas Hidra y arenas Argo y se encuentran a una profundidad de 1600m. Las características petrofísicas muestran porosidad 20%-25% y permeabilidad desde cien metros a 1Darcy. El gas de Aries es más rico en condensados que el de Carina.

La evacuación de la producción de estos yacimientos tan distantes de la costa fueguina fue uno de los mayores desafíos tecnológicos del proyecto. Para superar esta dificultad, Total Austral eligió el método de transporte multifásico: una red de ductos submarinos de más de cien kilómetros que conectan los pozos de producción situados mar adentro con las plantas de tratamiento que se encuentran en la costa. Toda la producción de los pozos –gas, condensados y agua– fluye por los ductos sin separación previa. Este diseño evita el riesgo de efluentes contaminantes y permite tener plataformas sin tripulación.

Dos plataformas se construyeron e instalaron en los yacimientos, una en Carina y otra en Aries, a una distancia de ochenta y treinta kilómetros de la costa, respectivamente, y a una profundidad que varía entre los sesenta y ochenta metros. Desde esas plataformas, los pozos se perforaron en forma desviada con más de cuatrocientos metros de drenaje horizontal y un alcance máximo horizontal de cuatro mil metros a la entrada del reservorio. Si se tiene en cuenta la escasa consolidación de los reservorios, se necesitó una completación con control de arena.

Líneas de producción

La línea que une las plataformas con la planta de tratamiento situada en la costa transporta el gas húmedo –sin extracción de líquidos en la plataforma y, por lo tanto, es necesario inyectar MEG (monoetilenglicol) para prevenir la formación de hidratos (complejos agua-hidrocarburo de aspecto similar al hielo) capaces de bloquear la evacuación de la producción–. La temperatura del agua en el fondo marino de la región donde se encuentran los yacimientos de Carina y Aries se encuentra a 2° C y afecta casi la totalidad del recorrido de los ductos. De ahí la función del MEG que, inyectado, disminuye el punto de congelación (*subcooling* de 13°) y controla la corrosión.

En cuanto a la parte en tierra, en la planta de río Cullen se construyeron instalaciones adicionales diseñadas para recibir la producción procedente de Carina y Aries. El gasoducto que unía a río Cullen con la planta de tratamiento de gas natural de Cañadón Alfa se reforzó con una nueva línea de veinticuatro pulgadas a lo largo de veintisiete kilómetros con la finalidad de transportar el gas de Carina y Aries hacia esta última, donde se realiza el tratamiento del gas para su entrega final.

Fabricación y transporte de las plataformas

Las plataformas instaladas en Carina y en Aries están compuestas por dos elementos centrales: el *jacket*, torre metálica de cuatro patas que se fija en el lecho marino y

que sirve de sustento a la plataforma, y el *deck* o plataforma propiamente dicha, montada sobre el *jacket*. Los *jackets* de Carina y Aries se diseñaron en Houston y se construyeron en astilleros de Louisiana, Estados Unidos. Cada uno se embarcó sobre una barcaza a fines de 2003 y se remolcó hasta la zona de emplazamiento. El *jacket* de Carina es una estructura que mide ochenta metros de largo y quince de ancho y equivale a un edificio con una altura de dieciocho pisos. Por su parte, el *jacket* de Aries tiene 76 metros de largo y quince de ancho. Los *decks* se fabricaron en el puerto de Veracruz, México, se embarcaron en diciembre de 2004 y arribaron al puerto de Punta Arenas, Chile, en marzo de 2004 para realizar ajustes finales antes de su montaje. Se trata de dos plataformas rectangulares cuyas medidas son quince metros de ancho por treinta de largo, que pesan aproximadamente 1500 toneladas. La plataforma de Carina posee nueve *slots* (ubicación en la plataforma de la cabeza de pozo) y la de Aries, seis.

Montaje de las plataformas

Las tareas de montaje no pueden explicarse sin una referencia a la barcaza DB60 de la firma McDermott, contratista de Total para distintas fases del desarrollo. La DB60 mide 230 metros de eslora que, como característica distintiva, cuenta con una grúa capaz de soportar 1700 toneladas. Para sostener ese peso suspendido sin que la nave pierda su balance, la barcaza cuenta con compartimentos estancos que, al llenarse de agua en forma gradual, dan un sustento progresivo a la operación de la grúa. En noviembre de 2003, la barcaza DB60 procedió a izar el *jacket* de Carina y a montarlo sobre sus patas en el fondo del mar. Por su interior se insertaron vigas de acero especialmente diseñadas y que luego se martillaron por un equipo percutor con la finalidad de fijarlas al lecho marino a una profundidad de setenta metros para que la torre quede sustentada en forma sólida.

Después de esta operación, se realizó el montaje del *deck* que se izó por la DB60 y se montó sobre el *jacket* correspondiente. Para el montaje de la plataforma de Aries se realizaron maniobras idénticas.

Fabricación y tendido de caños

La evacuación de la producción de gas de los yacimientos fue uno de los mayores desafíos tecnológicos. Por lo general, el trabajo costa afuera se realiza en las proximidades de la costa y con aguas calmas. Sólo en muy pocas partes del mundo se realizaron explotaciones de yacimientos más allá de los veinticinco kilómetros mar adentro. Irán y el Mar del Norte son algunos de los pocos antecedentes en donde se trabaja superando esa distancia.

Este diseño, aunque tiene costos iniciales más altos, evita la contaminación de las aguas, ya que no realiza ningún tratamiento de afluentes en el mar.

El tendido de los caños supuso una obra de ingeniería de gran escala. Por ejemplo para Carina, el ducto es de ochenta kilómetros de largo y veinticuatro pulgadas de diámetro, con una presión de diseño de 96,5bar y un espesor de quin-

Carina Aries en números

- **Pozos exploración/delineación:**
Carina: 13
Aries: 4
- **Sísmica:**
2D: 1668km
3D: 1612km²
- **Horas trabajadas**
En mar: 2.000.000 horas
En tierra: 2.550.000 horas
- **Personas que intervinieron**
En mar: hasta 700 diarias en momento pico
En tierra: hasta 800 diarias en momento pico
- **Inversión**
Más de us\$500 millones
- **Estructuras y cañerías necesarias costa afuera y en tierra**
50.000 toneladas de cañerías revestidas de concreto tendidas en el mar
8400 tubos de 24" y 18" fabricados, transportados y soldados
4200 toneladas de estructuras instaladas para los *jackets*
1600 toneladas de cubiertas (*decks* de Carina y Aries)
8000 toneladas de equipos y cañerías transportados para ampliación de las instalaciones *onshore*

ce milímetros. Cada tramo de la cañería mide doce metros de largo, pesa doce toneladas y tiene un diámetro interno de sesenta centímetros, más la cobertura para protegerlo de la corrosión a la que queda expuesto en un medio submarino. En paralelo a esta cañería se adhirió un tubo de diámetro menor (cuatro pulgadas) que se utiliza para enviar al pozo MEG, cuya finalidad es asegurar la evacuación del gas natural por el sistema principal y prevenir la formación de hidratos en la línea.

Además de la protección anticorrosiva, la tarea de soldadura de un caño a otro resultó fundamental; reparar una fisura o una rotura de la cañería una vez instalada en el fondo del mar es un operativo de extrema complejidad. Tal como mencionamos, el trayecto que une la plataforma de Carina a la planta de río Cullen tiene ochenta kilómetros de largo. A los trece kilómetros de la costa, la cañería empalma con la tubería que llega hasta la plataforma de Aries y esta última es una línea algo menor en diámetro (dieciocho pul-



Cada tramo de la cañería mide doce metros de largo, pesa doce toneladas y tiene un diámetro interno de sesenta centímetros, más la cobertura para protegerlo de la corrosión a la que queda expuesto en un medio submarino.



El proyecto demandó una inversión total de us\$440 millones y cubriría un 25% de la demanda insatisfecha.

gadas) con una extensión de veintiún kilómetros. El caño suplementario adherido a esta línea es de tres pulgadas. El tendido de las cañerías comenzó en el mes de junio del año 2003 desde la planta de río Cullen, que se encuentra frente a la costa fueguina. El trabajo de soldadura del ducto se realizó a bordo de la barcaza DB60. Los tramos de cañería –cada uno de doce metros– luego de ser soldados entre sí y recubiertos por una capa de espuma de polímero se descolgaron por la parte trasera de la barcaza. El tren de caños soldados se sostuvo durante esta operación por un cable de acero que soportó el peso de la cañería hasta que alcanzó el lecho submarino en forma paulatina. Cuando esto sucedía, la barcaza se desplazaba lentamente hacia adelante.

Para evitar el desplazamiento generado por vientos o corrientes marinas, la barcaza cuenta con doce anclas –seis a proa y seis a popa– de diecisiete toneladas cada una. Otros dos barcos de apoyo descargaron en forma constante tubos nuevos que reemplazaron a los ya soldados e instalados en el fondo del mar.

Perforación

Otro de los hitos del proyecto Carina y Aries fue la tarea de perforación. Está prevista una perforación inicial de cinco pozos horizontales de largo alcance y alta producción. Estos pozos, dos en Carina y tres en Aries, se perforan en forma desviada con más de cuatrocientos metros de drenaje horizontal y con un alcance máximo de cuatro mil metros desde el punto de instalación de la plataforma de producción. Además, estos pozos necesitan un equipamiento de control de arena (*sand control*) sin falla, minimizando los riesgos de producción de arena, y para esto se eligió el *open hole gravel pack*. En el mes de agosto del año 2004 llegó la plataforma de perforación *Constellation II*,

que significó el pase de la fase de preparación del proyecto a la fase de realización, iniciando la perforación de dos pozos desde la plataforma de Carina y tres desde la plataforma de Aries.

Puesta en producción

Terminadas las tareas de perforación, de tendido de las cañerías y de ampliación de las plantas de tratamiento comenzaron los trabajos de puesta en marcha de todo el sistema. La complejidad de las operaciones y la sincronización de los múltiples equipos determinaron la importancia de este segmento.

La línea principal opera en condiciones MP (media presión), con una presión de arriba a río Cullen de 45bar y, cuando la presión del yacimiento decline, pasará a condiciones LP (baja presión) con una presión de arriba de 29bar. Desde la plataforma de Carina se prevé un sistema para limpiar la línea mediante *pigs* esféricos lanzados en forma automática con control desde tierra.

Seguridad y medio ambiente

Un estudio específico del impacto de este proyecto sobre el medio ambiente se realizó antes del comienzo de los trabajos. Durante todas las operaciones costa afuera se mantiene una vigilancia especial para asegurar su protección. En la fase de ingeniería de diseño del proyecto se prestó especial atención a la preservación del entorno natural donde se realizaron las operaciones. La utilización de las instalaciones de río Cullen, junto a estrictos estándares de seguridad, garantizan que el proyecto minimice el impacto ambiental y el riesgo de accidentes. ■