

**DESARROLLO FUERA COSTA DE UN CAMPO MARGINAL DE GAS
EXPOSITOR: ISAAC RODRÍGUEZ GONZÁLEZ**

**Autores: Isaac Rodríguez González Y Ángel González Lastra
Repsol Exploración, S.A. España**

RESUMEN

Los yacimientos de gas Poseidón situados en el Golfo de Cádiz (ESPAÑA) fueron descubiertos en los años ochenta, entonces su desarrollo se planteó según un esquema típico de instalación fuera Costa, mediante pozos conectados a una plataforma fija y esta a su vez a tierra por medio de un gasoducto. Los estudios técnico-económicos realizados indicaban la no rentabilidad del desarrollo, debido principalmente a: Bajo volumen de reservas, bajo precio del gas y altas inversiones de desarrollo.

En los años posteriores se realizaron nuevos estudios técnico-económicos sin que su resultado hiciese viable el proyecto. Fue a mediados de los noventa cuando se logró definir un esquema de desarrollo viable, sin embargo la tecnología aplicable a varios de sus elementos había sido desarrollada al nivel de laboratorio, pero no probada en campo.

Este nuevo esquema requería, entre otras cosas, un sistema de control submarino capaz de controlar tres cabezas de pozo desde una distancia aproximada de 60 Km, transporte de gas en flujo bifásico sin "pigging", un gasoducto tendido en arcillas muy blandas, un umbilical de gran longitud y unas instalaciones terrestres muy próximas a áreas muy sensibles en el aspecto medio ambiental.

Las recomendaciones de los estudios medioambientales realizados para el Proyecto se plasmaron en el diseño de manera de minimizar el impacto de sus instalaciones en especial, la llegada a costa del gasoducto en una zona de playa muy turística, así como su trazado terrestre, evitando un magnifico acantilado que limita la playa y bordeando un parque natural. Igualmente hubo que prestar especial atención a la ubicación de la planta de tratamiento de gas fuera de las áreas urbanas y recreativas existentes y futuras.

Por otro lado, el trabajo en equipo de proyectistas, fabricantes e ingenieros de instalaciones fuera costa, tanto durante la fase de ingeniería conceptual como de desarrollo, hicieron posible que el esquema de desarrollo fuese una realidad.

En poco mas de veinticuatro meses, desde septiembre de 1995 hasta octubre de 1997, los campos de gas Poseidón, ubicados en el Golfo de Cádiz (España), entraron en producción a razón de 1,5MMNm³/día (56 MMscf/d).

Una vez que los yacimientos se agoten, se realizarán las pruebas de inyección para su eventual uso como almacenamiento subterráneo de gas.

INTRODUCCIÓN

Los yacimientos de gas Poseidón forman parte de un pequeño número de yacimientos situados en el Océano Atlántico en el suroeste de España (Fig. 1) en la región marítima del Golfo de Cádiz y próximos a las históricas ciudades de Palos y Moguer en la provincia de Huelva.

La exploración del área se inició en 1965 con una amplia campaña exploratoria en el Golfo de Cádiz abandonándose algunos años después.

En 1975 se reanudaron los trabajos exploratorios incluyendo un importante número de sondeos que dieron lugar al descubrimiento de siete yacimientos de gas de tamaño relativamente pequeño.

El pequeño volumen de reservas descubiertas, los bajos precios de venta de gas y la magnitud de las inversiones necesarias fueron la causa de no tomar en consideración los distintos planes de desarrollo estudiados en la década de los ochenta.

En 1991, Repsol retomó los estudios, en base a tecnologías últimamente desarrolladas, encontrándose el esquema que hacia viable la explotación de los yacimientos de gas del Golfo de Cádiz.

YACIMIENTOS

Los yacimientos de gas Poseidón Norte y Poseidón Sur se encuentran dentro de un conjunto de siete yacimientos de gas natural, aislados y separados entre sí, que se sitúan en el Golfo de Cádiz, a unos 30-40 Km al S-SO de la ciudad de Huelva (Fig. 2), en un área con profundidades de agua comprendidas entre 50 y 150 metros.

Los yacimientos se localizan en niveles turbidíticos arenosos del Mioceno, que se encuentran a unos 1.500 metros de profundidad bajo el nivel del mar.

Las reservas totales de gas natural a extraer se estiman en unos 1.700 millones de metros cúbicos (63.500 MMscf) y se encuentran concentradas en los dos yacimientos mayores de los siete descubiertos hasta la fecha, Poseidón Norte y Poseidón Sur.

Los cinco yacimientos menores restantes presentan volúmenes de gas demasiado pequeños para hacer viable su desarrollo en el momento actual.

El gas contenido en los yacimientos está compuesto fundamentalmente por metano, con proporciones superiores al 99%, y otros hidrocarburos y componentes inertes, como nitrógeno y vapor de agua, en cantidades muy pequeñas

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ESQUEMA DE DESARROLLO

El Campo de Gas se ha desarrollado mediante la puesta en producción simultánea de los yacimientos Poseidón Norte y Poseidón Sur (Fig. 3). Se han perforado tres sondeos, uno en el Norte (PSN1) y dos en el Sur (PSS1 y PSS2), en profundidades de agua de 75 y 150 m respectivamente.

Los pozos se han completado con árboles de producción submarinos cuyas funciones se controlan a distancia desde la Planta de Tratamiento de Gas situada varios kilómetros tierra adentro. Las señales de control se transmiten a través del cable que se ubica en el umbilical submarino que además incorpora mangueras para transporte de metanol (el cual se adiciona al gas en los árboles de producción para inhibir la de formación de hidratos en estos y en el gasoducto) y fluidos hidráulicos para los actuadores de las válvulas.

En las inmediaciones de los pozos se han instalado los distribuidores, dotados de estructuras metálicas de protección, contra la pesca de arrastre y caída de objetos. Son rectangulares de 30 T de peso van anclados al fondo del mar por cuatro pilotes y alojan también las terminales del umbilical y las lanzaderas de rascadores.

El gas producido se transporta en régimen de flujo bifásico a tierra a través de un gasoducto en forma de "Y". El gasoducto es de 10", API 5L X60, diseñado para un caudal de 2×10^6 Nm³/d (74,7 MMscf/d) y 147 bares. Los ramales norte y sur tienen una longitud de 17 y 21 Km respectivamente, mientras que la línea principal tiene una longitud de 24 Km desde el distribuidor central hasta la costa. El tramo desde la costa hasta la planta de tratamiento de gas tiene una longitud de 7 Km.

Los distintos tramos del umbilicales submarinos de control se han tendido paralelos a los gasoductos.

Tanto el gasoducto como el umbilical llegan a la costa en la Playa de Castilla, cerca de Mazagón (Huelva) y su trazado hasta la Planta de Tratamiento de Gas discurre por los límites del Parque Natural de Doñana.

La Planta, se sitúa en el municipio de Moguer (Huelva), el tratamiento de gas consiste en una simple deshidratación para obtener la calidad del gas requerida para su distribución. La Planta está también diseñada y preparada para comprimir el gas cuando la presión cae por debajo de 70,6 bar.

El gas es finalmente entregado a la Red Básica de Gasoductos en un punto del gasoducto Huelva-Sevilla situado a 5 Km de la Planta.

El Proyecto ha requerido una inversión de 80 MM de USD @96 y un plazo de ejecución de poco mas de 24 meses desde el inicio de la ingeniería de detalle hasta la puesta en marcha.

El desarrollo del Proyecto, en todas sus fases, ha estado condicionado por la idea de no distorsionar los parámetros medio ambientales del entorno en un área muy sensible como es la zona de Doñana.

PERFORACIÓN Y COMPLETACIÓN

Los tres sondeos de desarrollo PSN1, PSS1 y PSS2 fueron perforados desde la plataforma semi-sumergible "South Seas Driller" durante el invierno 1996-97, usando los procedimientos estándar de Repsol.

Merece destacarse dos aspectos de la fase de completación. Uno de ellos es el fluido de perforación/completación usado (un fluido saturado en sal fácilmente lavable) para ayudar al control del pozo sin dañar la formación y el otro los filtros para control de arenas.

El fluido de perforación/completación requerido debía estar libre de sólidos, para evitar el taponamiento del filtro. Se eligió "Thixsal Plus" el cual produce una invasión mínima a la formación, elimina los detritos de perforación, proporciona un buen control del pozo y no requiere un equipo costoso de filtrado y limpieza.

La limpieza del pozo es muy sencilla, una vez que el "liner" de 7" con el filtro está en posición y la completación de 5 1/2" está instalada, se baja un "coiled tubing" de 2" hasta el fondo del pozo iniciando la circulación con agua. La circulación de agua disuelve el exceso de sal libre en el fondo del pozo y deja el "mud cake polymer" susceptible de un tratamiento por penetración de ácido/agua mediante el bombeo de agua acidificada con un 5% de HCL.

Una vez que el tratamiento de agua acidificada ha roto el polímero, se circula de nuevo agua suficiente para limpiar el pozo permitiendo el flujo natural.

La duración del proceso de limpieza desde el inicio de la operación de bajada del "coiled tubing" hasta la apertura del pozo fue de 4 horas y el resultado de la operación fue la mejora del "draw down pressure" en el pozo desde 300 psi registrados en las pruebas de 1980 a solo 5 psi hoy con una producción de gas de 37,31 MMSCF/D.

La zona productiva de los yacimientos se encuentra en arenas del Mioceno no consolidadas presentándose durante la fase exploratoria serios problemas de producción de arenas.

Para el sistema de control de arenas se instaló un filtro mecánico constituido por un tubing de 7" y paso de 200 micrones. El diseño del paso se realizó basándose en el análisis granulométrico de la roca del yacimiento sobre muestras tomadas durante la exploración.

El coeficiente de uniformidad C, el cual depende de la relación D_{40}/D_{90} tiene el valor 3,75, para este coeficiente la formación es considerada no uniforme y el tamaño del paso requerido es D_{60} , equivalente a 200 micrones.

Este tipo de filtro está diseñado para permitir la producción de los finos más pequeños que hay alrededor del filtro reteniendo los más gruesos y estos a su vez retienen los finos más alejados. Esta acción forma un filtro que evita la producción de arenas durante las operaciones de producción a flujo continuo. Si varían los flujos de producción el equilibrio dinámico cambia y entonces se producen de nuevo finos hasta que se estabilice el flujo. Este fenómeno quedó patente durante las pruebas de producción (Fig. 4) donde puede observarse que la cantidad de arena producida varía con la apertura de la choque (ver picos), pero inmediatamente después decrece a valores despreciables.

Los árboles submarinos de producción (Xmas Trees) (Fig. 5) son "diverless" diseñados para 5000 psi y se instalaron desde la plataforma de perforación utilizando procedimientos estándar de instalación.

Dichos árboles de producción están preparados para intervención por ROV solamente, lo cual proporciona importantes ahorros durante la fase de instalación al no requerirse la presencia de buzos.

Los árboles de producción son de tipo concéntrico, permitiendo el acceso solamente al agujero de producción. Cuando el árbol se desmonta el anular se cierra por medio de una válvula de aislamiento ubicada en el cuerpo del "tubing hanger".

Los árboles submarinos de producción están provistos de un juego de válvulas permitiendo el control total de la producción. Todas las válvulas excepto la "Production Swab Valve", por razones de seguridad, pueden ser controladas desde la Planta de Tratamiento de Gas.

Se ha instalado un detector de arenas en la línea de flujo de los árboles de producción, aguas abajo de la válvula de choke. Este permitirá la observación de cualquier exceso en el flujo de arenas producidas durante la vida del campo, lo cual sería una indicación de daños en el filtro.

EL SISTEMA DE CONTROL

Tanto las distancias desde la Planta de Tratamiento de Gas a los pozos, como las limitaciones en diámetro y peso para el umbilical fueron factores decisivos en la elección del sistema de control.

Para compaginar ambas cosas se requirió que el sistema de control permitiese el transporte de la energía eléctrica y las señales por el mismo cable además de poder controlar hasta cuatro pozos simultáneamente.

La técnica para estos requerimientos en el año 1994 se encontraba en distintos estados de desarrollo, por ello fue necesario elegir un proveedor que continuase con su investigación para proporcionar un sistema de control fiable.

A fin de garantizar la fiabilidad se realizaron varias pruebas entre ellas:

- Valoración de la fiabilidad de la combinación de transporte de energía eléctrica y señal por el mismo conductor, mediante ensayo usando cable en longitud y sección similares a los requeridos en Poseidón.
- Determinación del máximo número de módulos electrónicos submarinos que podían manejarse a 65 Km de distancia.

Los resultados de la investigación concluyeron con la posibilidad de transmisión de señales hasta 100 Km y la posibilidad de acoplar hasta seis módulos de control.

Aceptado el sistema de transmisión de electricidad y señal el sistema se ha diseñado para controlar todas las válvulas del anular y de producción, con la excepción de la "Production Swab Valve", también permite la medida y observación de presiones, temperaturas y producción de arena.

El sistema instalado es capaz de manejar cuatro módulos de control con redundancia, aunque solamente se han instalado tres.

Los módulos de control están montados en los árboles submarinos de producción (Fig. 6) y son recuperables sin la intervención de buzos.

EL UMBILICAL DE CONTROL

Durante la fase de estudio del proyecto se analizaron varios tipos de umbilicales:

- haz integrando de tubing metálicos y cables eléctricos
- haz de tubing metálicos y cables eléctricos separados
- haz integrando mangueras hidráulicas y cables eléctricos

La selección se realizó en base a simplificar la instalación y minimizar el costo total.

La ubicación del Campo Poseidón no es favorable para disponer de servicios fuera costa, el umbilical se fabricaría en el Reino Unido o Noruega por lo que la utilización del mismo barco para el transporte y la instalación del umbilical sería la solución más económica.

Otro de los factores limitativos fue encontrar carretes o carruseles suficientemente grandes para transportar toda la longitud del umbilical. La utilización de un solo carrusel con capacidad mínima de 60 Km y unos 1200 T se descartó por el escaso número disponible, orientándose el diseño a la utilización

de dos carruseles de tamaño medio (800 T), aunque ello supusiese la necesidad de disponer de mayor espacio en el barco de transporte y tendido.

El uso de haz integrado de tubing metálicos y cables eléctricos resultó inadecuado pues no cumplía los requerimientos de almacenaje, transporte e instalación debido a su peso y al volumen requerido.

Igualmente, umbilicales separando tubos metálicos y cables eléctricos se descartaron debido al excesivo número de operaciones necesarias para la instalación.

Esto dejaba como única alternativa un umbilical integrando mangueras para hidráulicos y cables como la solución preferida.

La disposición y constitución del umbilical de control tiene dos tramos bien diferenciados el marino y el terrestre.

Tramo marino

El tramo marino se fabricó en tres piezas con dos secciones distintas.

El umbilical desde la costa hasta el distribuidor central (24 Km de longitud en una sola pieza) compuesto por (Fig. 7).

- 2 x 16 mm² cables sin apantallar de potencia y señal.
- 4 x 9,5 mm Ø mangueras (5000 psi) para inhibidor de hidratos.
- 2 x 16 mm Ø mangueras (5000 psi) para fluido hidráulico.

Los ramales Norte y Sur del umbilical (17 y 21 Km de longitud respectivamente, en una sola pieza) compuesto por (Fig. 8)

- 1 x 16 mm² cables de potencia y señal.
- 2 x 9,5 mm Ø mangueras (5000 psi) para inhibidor de hidratos.
- 2 x 16 mm Ø mangueras (5000 psi) para fluido hidráulico.

El conjunto de cables y mangueras está envuelto por una armadura de cable de acero de 3 mm y está a su vez recubierta por propileno o PA11 extruido, en la zona próximo a costa.

Tramo terrestre

El tramo terrestre se construyó de una manera diferente (Fig. 9). Como la Planta de Tratamiento de Gas está a 7 Km del punto de llegada a costa, resultaba difícil manejar el carrete del umbilical, debido a su peso y dimensiones, por tanto se modificó el diseño y las mangueras hidráulicas fueron sustituidas por líneas del "coiled tubing" independientes de 1" de diámetro utilizándose cables eléctricos para potencia y señal. Todos ellos fueron tendidos en la misma zanja que el gasoducto.

INSTALACIÓN FUERA COSTA

La mayor parte de los suelos en los que se han instalado las estructuras de Poseidón son arcillas muy blandas (1 a 2 Kpa en superficie) y solamente 6 Kpa a 5 m de profundidad. Las arenas solo predominan en las proximidades a la costa.

Estas condiciones tuvieron gran influencia en el diseño de los gasoductos submarinos.

Los distribuidores submarinos van ubicados dentro de una estructura (Fig. 10), de 5 por 11 m y anclada al fondo marino por 4 pilotes de 20" de diámetro y longitudes entre 14 y 18 m. Esta estructura está diseñada para proteger las tuberías, las válvulas y el equipo de control de los riesgos de la pesca de arrastre y de la caída de objetos.

Para protección de la tubería, se colocó esta en una zanja de 2,5 m de profundidad, previamente excavada usando el buque Trenchsetter y la máquina de zanjado Digging Donald (Fig. 11). Las orugas

del Digging Donald fueron modificadas para este proyecto, incrementando su superficie para superar los problemas de baja capacidad portante de los suelos.

Por otra parte, para la zona próxima a costa, donde debido a los bajos calados el sistema no era operativo se diseñó un nuevo equipo, llamado "jet sled", donde se combinaban dos funciones la de inyección de agua para remover las arenas del fondo y abrir la zanja y la de succión para verterlas en los bordes de la misma.

Esta operación fue llevada a cabo desde la barcaza de bajo calado "Doneaux" (Fig. 12).

Las zanjas se rellenaron posteriormente hasta una altura predeterminada en función de la necesidad de resistir los esfuerzos de levantamiento del gasoducto. Los estudios pusieron de manifiesto que el relleno natural de las zanjas, por las corrientes de fondo y el oleaje podría no ser suficiente para evitar el levantamiento del gasoducto si no había transcurrido tiempo suficiente para su consolidación.

El periodo de consolidación estimado podría ser de seis meses, determinándose que existían puntos a lo largo del trazado donde el peso de la tubería podría no ser suficiente para soportar inicialmente los esfuerzos de levantamiento.

Para cubrir esta eventualidad se aumentó el peso mediante la instalación de losas articuladas formadas por dados de hormigón (Fig. 13) o rellenos de grava.

Para el apoyo de las tuberías de unión desde los distribuidores a las cabezas de pozo y reducir los asentamientos, se proyectó inicialmente instalar dichas tuberías apoyadas en losas segmentadas y articuladas, formadas por dados de hormigón unidos por cables de acero. Instalando estas losas articuladas con varias semanas de antelación los asentamientos se producirían antes del inicio de la instalación de las tuberías de unión. La disponibilidad de barcos de tendido en el momento de la instalación de las tuberías obligó a un cambio en la programación y las losas articuladas no podían ser instaladas con la antelación suficiente, esta situación obligó a un cambio y el sistema proyectado inicialmente fue sustituido con muy buen resultado por losas de geotextil (geo-mats), que al ser más ligera la presión sobre el terreno es menor y se reducen los asentamientos.

La instalación del gasoducto y del umbilical se realizó por métodos convencionales utilizando como barco de tendido para la tubería el Castoro OTTO y el Rockwater I para el umbilical.

La instalación del umbilical y del gasoducto en las proximidades de la costa requirió procedimientos especiales (Fig. 14) y (Fig. 15), pues debido al calado de los barcos y la poca profundidad de agua, los barcos no podían acercarse a menos de 3,5 Km de la costa.

Las mayores restricciones provenían de la instalación del umbilical, se evaluaron varios métodos para alcanzar la costa con la cabeza del umbilical. Estos métodos abarcaban desde llevar flotando el umbilical, mediante flotadores espaciados, hasta arrastrarlo por el fondo del mar, así como combinaciones de ambos métodos.

Se decidió que el mejor método era el de arrastre sobre el fondo. A fin de disminuir la fricción y por tanto minimizar la tensión del tiro se recubrieron 3,5 Km de longitud mediante PA11, además para soportar las tensiones se reforzó el umbilical mediante una segunda capa de armadura de alambres de acero.

Otras dificultades a superar fueron los problemas relativos al control de la tensión de tiro durante el tendido del umbilical, el control, mediante el cabrestante de tiro, se manifestó insuficiente debido a la variación de la longitud del cable apoyado en el fondo en cada momento y la falta de medidores de tensión fiables que pudieran ubicarse en la cabeza de tiro del umbilical.

Finalmente el método adoptado fue colocar la cabeza del umbilical a bordo del "Bever" un barco de pequeño calado, con un "bollard pull" inferior a la tensión máxima admisible en el umbilical lo cual permitió acercar la cabeza a 500 m de la costa, en dicho punto, mediante buzos, se conectó la cabeza del umbilical al extremo de un cable que estaba unido al cabrestante de tiro situado en la costa.

Para minimizar los costes de instalación se utilizó el sistema de tiro desde costa tanto para el umbilical como para el gasoducto. Por razones de estabilidad frente a las corrientes y el oleaje, la tubería fue lastrada con recubrimiento de hormigón de alta densidad, aplicado en taller.

Finalmente, el "hook-up" del gasoducto y el umbilical a los árboles submarinos de producción y a los distribuidores se realizó usando buceo de saturación desde el barco auxiliar "Tog Mor".

PLANTA DE TRATAMIENTO DE GAS

El gas procedente de los yacimientos se recibe en una pequeña planta de tratamiento de gas, cuyo esquema de proceso está representado en la Fig. 16, con capacidad para procesar 1,5 MM Nm³/día (56MMscf/d), instalada 4 Km costa adentro, en línea recta desde el mar.

El proceso en la planta es un simple tratamiento físico que comprende la separación de líquidos (agua de saturación, condensada) compresión, (cuando la presión de producción de los pozos sea inferior a la presión de entrega requerida), deshidratación (para alcanzar el punto de rocío en agua requerido), medida y odorización.

Las condiciones de entrega del gas producido a la Red Básica de Gas son 70,6 bar de presión y -12°C de punto de rocío de agua.

El gas, desde su llegada a la planta pasa por el separador de bolsas (Fig. 17) donde tiene lugar la separación de la fase gaseosa y la fase líquida provenientes del gasoducto marino. A continuación pasa por la estación de filtrado para eliminar las partículas sólidas y líquida de la corriente de gas antes de la estación de compresión. Cuando se requiera pasará a la estación de compresión a fin de elevar la presión, después el gas pasa por el contactor de glycol (99% glycol) para deshidratación, a continuación se mide y se odora quedando en condiciones de venta.

El gas es finalmente entregado a la red nacional por medio de un gasoducto de 5 Km de longitud y 10" de diámetro nominal.

ENTORNO

El entorno fue un factor presente en el Proyecto desde su fase conceptual.

La llegada a costa del gasoducto en una zona de playa muy turística, donde trabajar en verano era imposible, siendo necesario realizar los trabajos fuera de temporada.

El gasoducto después de su llegada a playa debe salvar un acantilado de 40 m de desnivel. Para minimizar el impacto el trazado discurre por una de la vaguadas de desagüe de la plataforma superior.

A continuación el gasoducto encuentra en su trazado al Parque Natural de Doñana, el trazado bordea al mismo siguiendo caminos y cortafuegos existentes, suponiendo un aumento en su longitud inicial de 4Km a 7 Km.

La ubicación de la Planta de Tratamiento de Gas se realizó lejos de las áreas residenciales, existentes y planificadas para los próximos veinte años.

Se da la circunstancia curiosa que las instalaciones terrestres cruzan los caminos a la Ermita del Rocío, usados por cerca de un millón de peregrinos en mayo cada año, los cuales viajan a caballo, en carretas tiradas por bueyes y a pie para rendir culto a la Virgen del Rocío. El culto a la Virgen del Rocío es una de las tradiciones más antiguas de España. Este evento condicionó los trabajos de construcción en tierra.

CONCLUSIONES

Los avances tecnológicos en control a distancia de pozos submarinos, la utilización del mismo conductor para la transmisión de señal y potencia a mas de 60 Km de distancia, con baja atenuación den la señal transmitida y la disminución de los costos de la instalación fuera costa en aguas no profundas permiten la puesta en producción de campos marginales que hace solamente una década eran impensable.



Fig. 1 Plano General de Situación

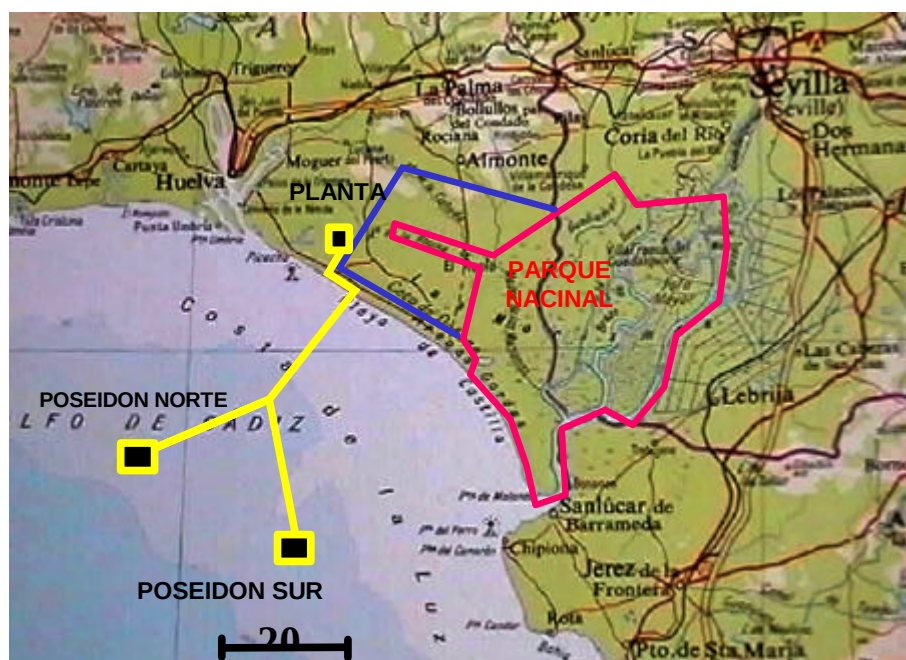


Fig. 2 Plano de Ubicación

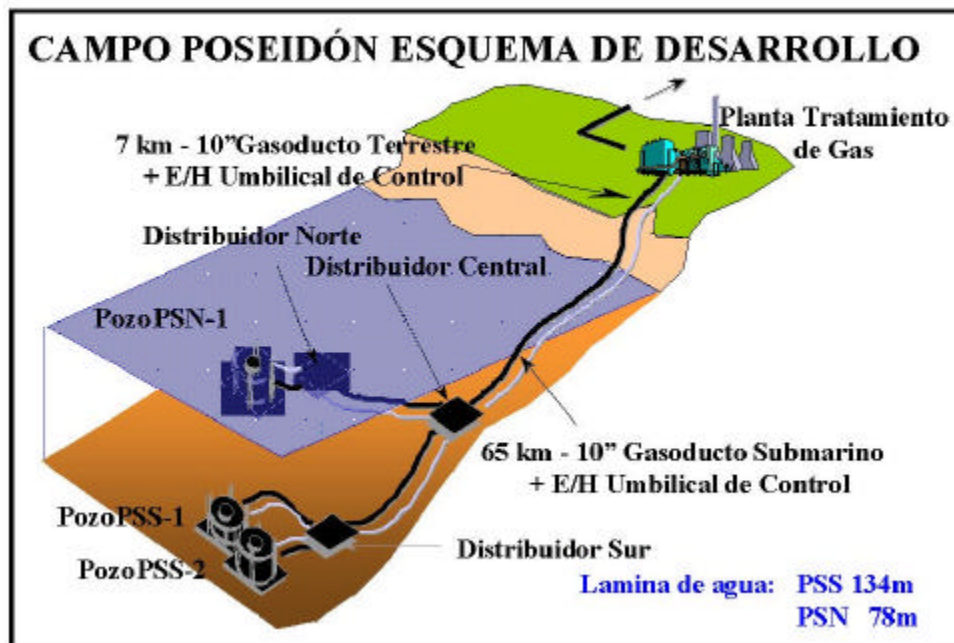


Fig. 3 Esquema del Desarrollo

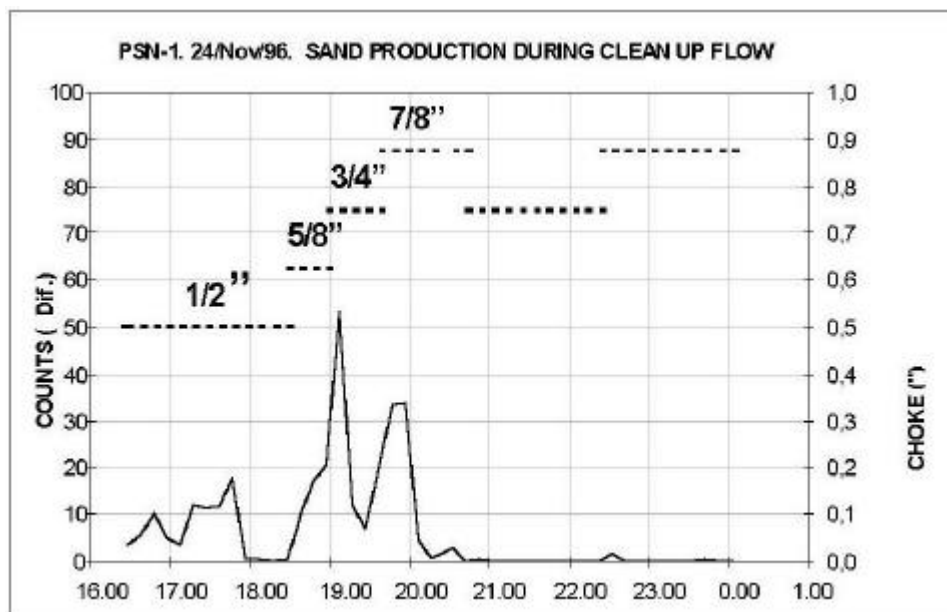


Fig. 4 Lectura típica del Detector de Arenas durante las pruebas de Pozos



Fig. 5 Árbol de Producción Submarino

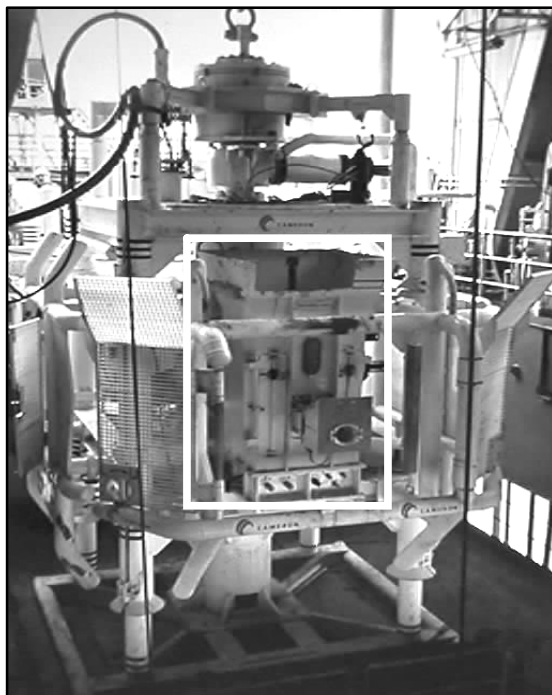


Fig. 6 Ubicación del Modulo de Control



Fig. 7 Sección del Umbilical Principal



Fig. 8 Sección del Umbilical a los Pozos PSN y PSS



Fig. 9 Umbilical Terrestre



Fig. 10 Estructuras de Protección de los Distribuidores Submarinos



Fig. 11 Digging Donald preparado para Inmersión



Fig. 12. Doneaux trabajando en la aproximación a Costa



Fig. 13 Losas Flexibles de dados de Hormigón



Fig.14 Cabrestante de tiro en la Playa



Fig.15 Cabeza de tiro del Umbilical

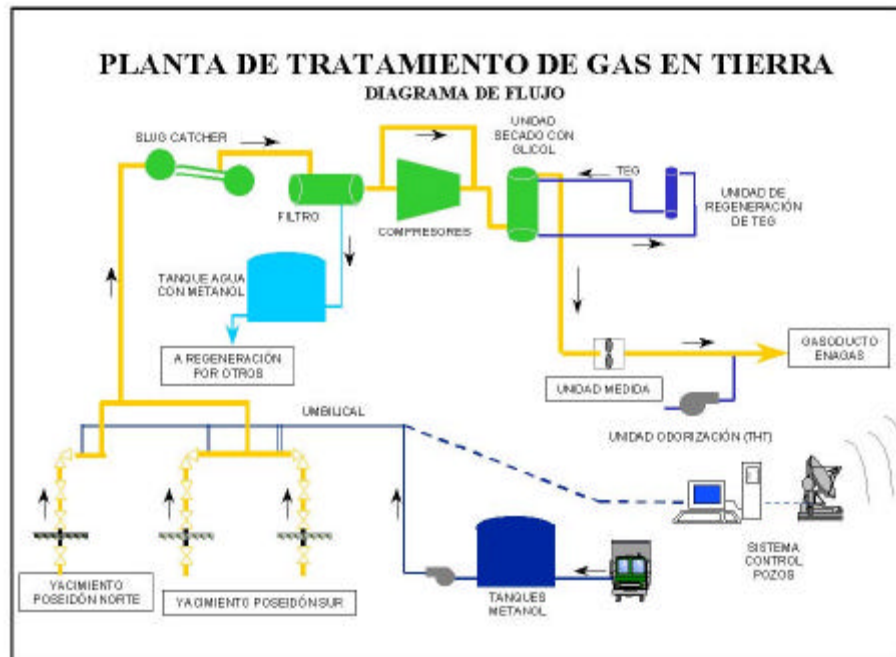


Fig.16 Esquema de Proceso



Fig.17 Separador de Bolsas