

TIEMPO PARA EL RECUERDO TRANSPORTE DE GAS NATURAL DE ARGELIA A ESPAÑA POR GASODUCTO SUBMARINO

UN NUEVO PROYECTO

En la prensa económica española se ha tratado el interés de llevar a la práctica el viejo proyecto de **Gaz de France** de unir Argelia con España. El gasoducto submarino cruzaría el Mediterráneo entre Orán y Almería lo que constituye para mí, como español y profesional, un motivo de gratificante satisfacción por el hecho de haber intervenido de manera activa en el desarrollo del gas natural en nuestro país, cosa que anhelábamos quienes, desde hace más de treinta años, hemos venido trabajando para ello.

El grupo estatal argelino **Sonatrach** y la petrolera española **Cepsa** confirmaron el cuatro del pasado diciembre la presencia de las Compañías **BP**, **Gaz de France**, **Endesa**, **ENI** y **Total Fina Elf** con los siguientes porcentajes de participación en la nueva Sociedad:

Sonatrach	20
Cepsa	20
Gaz de France	12
Endesa	12
ENI	12
BP	12
Total Fina Elf	12

Cepsa y **Sonatrach** lideran el proyecto que superará los 500.000 millones de pesetas. La Sociedad formada para estudiar el proyecto (**Medgaz**) es la que permitirá la referida redistribución del gas argelino por Europa a través de España y está financiada en los porcentajes de participación indicados.

El nuevo gasoducto cruzaría el Mediterráneo, como hemos dicho, entre Orán y Almería y desde aquí seguiría por el litoral terrestre levantino para prolongarse hasta Perpiñán. La inversión inicial prevista supera los 100.000 millones de pesetas.

Daniel Suárez Candeira
Doctor Ingeniero Industrial

Sonatrach y Cepsa han constituido una Sociedad de estudios al 50 % y con una capitalización de 500 millones de dólares, que se encargará de realizar los estudios de viabilidad del gasoducto submarino basándose en la gran experiencia que ya se dispone en el mundo en tal tipo de realizaciones.

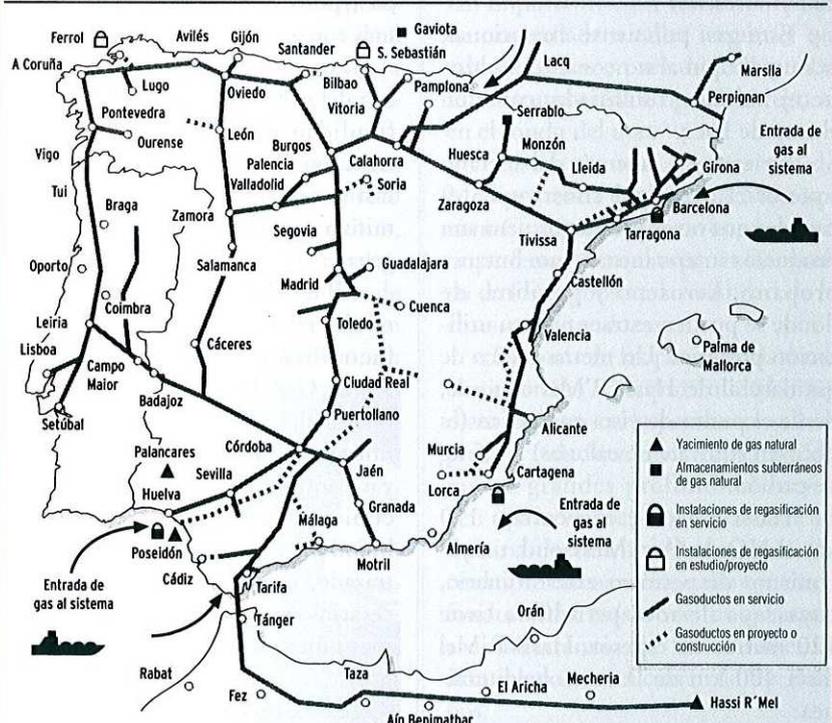
ANTECEDENTES

Llegados a este punto, resulta de interés referirnos al proyecto **EURAFRIGAS** basado en la utilización en

gran escala del gas natural procedente del yacimiento de gas húmedo de **Hassi R'Mel**, uno de los mayores del mundo cuyo sensacional descubrimiento, por la **S.N. Repal**, en noviembre de 1956 y cuyas reservas se estimaron (ya entonces) en 2 billones de metros cúbicos de gas, y que, para un coeficiente de recuperación del 50 % equivalen, si se tiene en cuenta que su poder calorífico es del orden de 9.000 kcal/m³, a unos 1.300 millones de toneladas equivalentes de carbón.

El proyecto **EURAFRIGAS** expuesto en 1957 ante la Asamblea

RED BÁSICA DE GASODUCTOS



CONSUMO DE GAS NATURAL

Millones de termias	1998	1999	2000	99/00
► Doméstico/ Comercial	22.783	27.506	29.627	7,7%
► Industrial	101.594	116.053	130.802	12,7%
► Centrales térmicas	6.197	6.600	8.328	26,2%
► TOTAL	130.573	150.159	168.757	12,4%

APROVISIONAMIENTO DE GAS NATURAL



FUENTE: Gas Natural.

Nacional Francesa y en 1958 ante el Consejo de Europa, por el ex-Ministro francés M. Maunce Lemaire, viejo amigo ya fallecido, que pronunció una extraordinaria conferencia el 23 de febrero de 1959 en el Salón de Actos de la Casa Sindical de Madrid.

La superficie del yacimiento de Hassi R'Mel es de unos 2.500 km² con tres capas productoras superpuestas cuyo espesor total varía de 20 a 50 metros, y una presión en el fondo aproximada de 310 kg/cm².

Las tres grandes posibilidades que se presentaban para el transporte del gas natural a Europa eran las siguientes:

- Transporte de la energía eléctrica producida en centrales alimentadas por gas natural.

- Transporte del gas licuado en barcos metaneros.

- Transporte directo del gas mediante gasoductos (sumergidos en el mar y terrestres)

Este gas, por suerte excepcional, es muy limpio al no contener ni azufre ni hidrógeno sulfurado, como en el caso de Lacq.

En este gas, además del metano (que es el principal constituyente) hay algunos otros productos pero son productos interesantes como: butano, propano, keroseno y gasolina, de donde se pueden extraer para su utilización posterior. Un metro cúbico de gas natural de Hassi R'Mel equivale, desde el punto de vista energético (es decir en equivalente calorías) a 1,5 kg de carbón.

Hassi R'Mel se encuentra a 150 km al NO de "Assi-Messaoud, un yacimiento de petróleo extraordinario, cuya capa de roca petrolífera tiene 120 metros de espesor. Hassi R'Mel dista 400 km de la costa mediterránea.

Las características del gas depurado, tal como se utiliza en la práctica, es muy poco diferente de las del gas metano. El poder calorífico superior del gas de Hassi R'Mel entregado en la costa africana es del orden de 9.800 calorías/m³.



El "Calypso"

El cruce entre Orán y Almería es de 160 km y entre Mostaganem y Cartagena, 190 km.

Para traer el gas de Hassi R'Mel a Europa por tuberías son precisos dos trazados:

- Argelia-Marruecos-Estrecho de Gibraltar que sería la travesía marítima más corta y la más fácil técnicamente.

- Por-Orán-Almería o bien Mostaganem-Cartagena, según el viejo proyecto de Gaz de France, con travesías marítimas más largas y profundas, pero con un trazado terrestre más corto.

Los fondos de la travesía alcanzan del orden de los 2.700 m de profundidad planteándose problemas enteramente nuevos en el Mediterráneo al objeto de llevar a cabo el primitivo proyecto Mostaganem-Cartagena.

El estudio de la travesía submarina del referido proyecto (año 1960) fue realizado por los servicios técnicos de Gaz de France con la colaboración del Comandante Cousteau, utilizando su ya famoso *Calypso*, cuyas campañas oceanográficas fueron cubiertas con éxito completo, habiéndose estudiado exactamente el trazado, realizándose los sondeos necesarios y analizándose numerosísimas muestras de los fondos submarinos.

Estas magníficas investigaciones y experiencias (así como importantes levantamientos oceanográficos) fueron llevados a cabo por ilustres científicos e investigadores, mereciendo destacarse en este caso, los nombres del referido Comandante Cousteau, del Comandante Monot y el ingenie-

ro Ulm, en el curso de sus inmersiones en Batiscafo.

Todo el material utilizado, así como todo el equipo e instrumental complementario, lo puso a disposición de Gaz de France la Asociación "Campagnes Oceanographiques Francaises" cuyo presidente era Cousteau.

En todas las investigaciones realizadas se hizo un estudio de la corrosión en diferentes tubos sumergidos en el lugar donde iban a ser colocadas las tuberías, la medida de la corriente así como se tomaron numerosas vistas fotográficas y varias películas del fondo marino. Las profundidades encontradas en el Mediterráneo (en especial las que se refieren a la solución Mostaganem-Cartagena) harían trabajar a los tubos a presiones exteriores del orden de 280 kg/cm² admitiendo que el tubo se colocaba sin presión interior y debía resistir el aplastamiento y la flexión.

La industria del petróleo dispone de tales tubos para los entubados de las perforaciones codificados por la API (*American Petroleum Institute*), previendo el empleo de aceros especiales tales como el N. 80 o el P.110.

Las presiones mínimas de ruptura resultan de ecuaciones derivadas de las fórmulas habituales y corregidas por numerosas experiencias; para la resistencia al aplastamiento los resultados de la fórmula se multiplican por un coeficiente de 0,75 al objeto de obtener la presión mínima con relación a la media; por lo que respecta a la presión interior se suele aplicar un coeficiente de 0,875 a la fórmula de Lamé para tener en cuenta la tole-

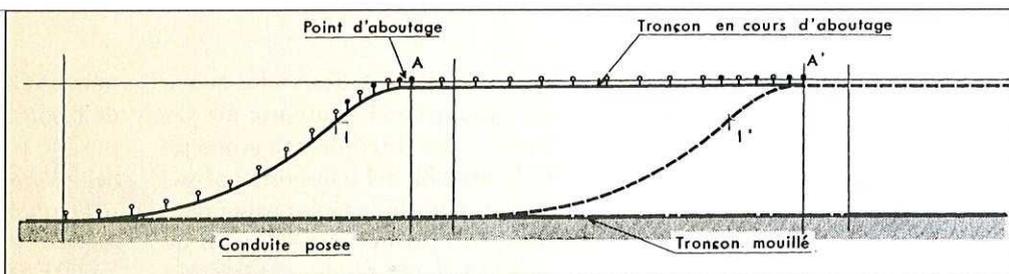
rancia máxima en el espesor (12,5 %), admitida por el código API.

Sin embargo, para las presiones de servicio, se admitía un coeficiente de seguridad suplementario de $280 \times 430 = 0,65$ para el tubo de 9"5/8, que es el que soporta las presiones menos elevadas.

Por lo que respecta a la presión interior, el coeficiente de seguridad admitido por los reglamentos franceses es de 0,73, lo que da una presión de servicio de $558 \times 0,73 = 407$ kg/cm². Ante el interés por utilizar al máximo las cualidades mecánicas de los tubos, se llega inevitablemente a presiones de servicio del orden de 400 kg/cm².

En definitiva, y previo un meticoloso control en la fabricación de los tubos y en la composición del acero, puede decirse que el problema de los tubos estaba perfectamente resuelto a condición de sujetarse a diámetros relativamente pequeños; pero esta limitación o insuficiencia de los diámetros viene compensada por la elevada presión de servicio ya que el caudal de una conducción es proporcional a la presión de servicio.

Un tubo de 200 mm, bajo una presión de 400 kg/cm² tendrá un caudal equivalente a un tubo de 350 mm bajo una presión de 100 kg/cm²



Principio de colocación según el método de la curva en S

para una travesía de 200 km. Para el caso de Mostaganem-Cartagena, una conducción de 8"5/8 interior podía transportar de 140.000 a 150.000 m³/h que corresponden a un caudal anual superior de 1.000 millones de metros cúbicos. Era necesario, por lo tanto, colocar un cierto número de líneas de tubos en paralelo, lo que, por otra parte, proporciona una seguridad mucho mayor.

En relación con los procedimientos de colocación de los tubos, la solución ha de reunir la técnica y la experiencia de otros sistemas ya adoptados y desarrollados. (Operación *Pluto* de los ingleses en el Canal de la Mancha y los métodos de la Energía Térmica de los Mares, ensayados en Abidjan).

De todos los estudios efectuados, el procedimiento que se consideró como el mejor, consistió en remolcar, a partir de tierra, longitudes tan largas como fuera posible (del orden de varios kilómetros) las cuales serían ensambladas, extremo a extremo, en

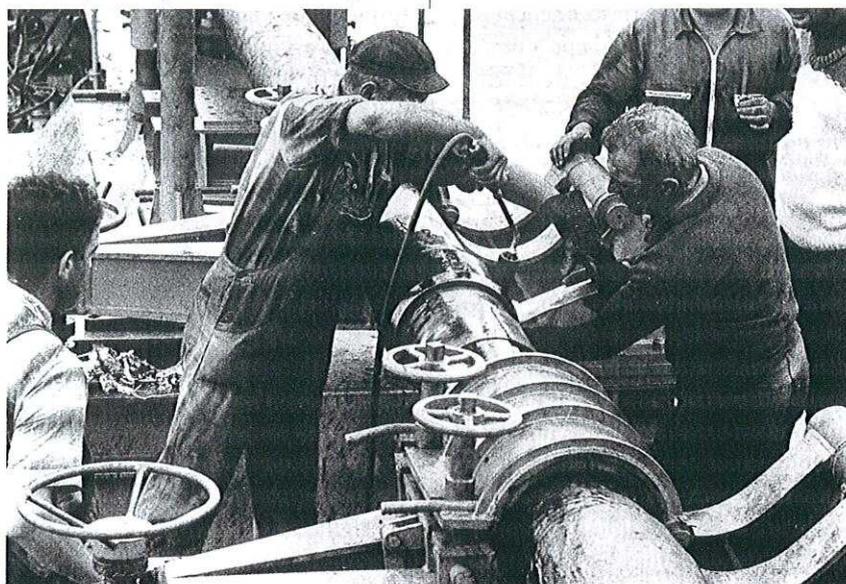
alta mar. La preparación de los tubos en tierra permite no solamente mejorar la calidad de las operaciones de soldadura y revestimiento, sino que también se consigue con ello reducir el coste al mínimo.

No debe olvidarse que cada línea de tubos representa 200 km y que deben preverse nueve líneas para el proyecto de 10.000 millones de metros cúbicos. Por lo tanto, se hacía necesario contar con un taller bien mecanizado, cuya amortización representara bien poco por metro de canalización al manejarse longitudes tan importantes. En verdad se trataba de un verdadero taller naval del que saldrían tubos en vez de navíos... Los tubos sumergidos en paralelo reposan en el fondo del mar.

Las corrientes submarinas del Mediterráneo en la zona Mostaganem-Cartagena son suaves y se conoce perfectamente el aspecto fisiográfico de los fondos en la vecindad de las costas mediterráneas.

Después de las playas (más o menos extensas) en la proximidad inmediata de la costa, la pendiente se hace mucho más fuerte y alcanza rápidamente grandes profundidades y se ven aparecer crestas como entre los flancos de una montaña, entre las cuales se encuentran cañones cuyos fondos están más o menos aplanados a consecuencia de los sedimentos acumulados en el correr de los tiempos.

La travesía del Mediterráneo se hizo con tubos de 20 cm de diámetro interior, en acero especial de alto límite elástico, soldados en secciones



Revestimiento de una junta a bordo

de 250 m y ensamblados entre sí mediante juntas roscadas. Cada tubo de este tipo transporta (bajo una presión de 350 kg/cm²) más de 1000 millones de metros cúbicos anuales.

Como dato histórico de interés, recordaremos que la llegada a la costa del Mediterráneo del gasoducto Yacimiento Hassi R'mel a Arcew se realizó en abril de 1961 con tubería de 24 pulgadas, capaz para 3.000 millones de metros cúbicos al año, principalmente para el consumo de Argelia.

Una vez resuelto el problema de la travesía submarina del Mediterráneo, la idea era construir las correspondientes canalizaciones entre Hassi R'Mel y Mostaganem.

El presupuesto

Se realizaron numerosos estudios, en aquellos años 50-60, para determinar el coste del establecimiento del gasoducto Hassi R'Mel-Estrasburgo y en todos ellos se llegaba a una cifra del orden de 300.000 millones de francos antiguos o sea 3.000 millones de francos nuevos, para el conducto capaz de transportar 10.000 millones de metros cúbicos de gas. El paso Mostaganem-Cartagena suponía (también para un caudal anual de 10.000 millones de metros cúbicos) una inversión de unos 40.000 millones de francos antiguos; es decir, algo menos de la cuarta parte de la inversión total.

Teniendo en cuenta las amortizaciones y los intereses del capital invertido, se tendría para un precio de aquella época (1958) en Hassi R'Mel de 1,95 francos antiguos el metro cúbico, equivalente a 0,24 pta/m³, los siguientes resultados:

	Pesetas /m ³
Argelia (zona Oran).....	0,29
España (Cataluña).....	0,52
Provenza.....	0,59
Lyon.....	0,62
Suiza.....	0,69
Lorraine.....	0,72
Ruhr.....	0,79
Lille-Bruselas.....	0,81
Londres.....	0,84

Todos ellos inferiores a los que se calcularon para el transporte del gas licuado y que determinaron aconsejable la solución del transporte por gasoducto al menos para los países referidos. Es evidente que el precio de coste varía según los puntos de suministro en función de la distancia de transporte e igualmente de la curva de carga del consumidor.

El coste de un gasoducto puede descomponerse según los siguientes porcentajes:

Compra y transporte del tubo.....	45
Estaciones de compresión.....	20
Tendido del tubo.....	35

Ello equivale a lo siguiente:

Ingeniería Civil.....	40
Materiales.....	50
Transporte.....	10

Hasta aquí hemos tratado de exponer estas breves pinceladas en relación con el proyecto Mostaganem-Cartagena de Gaz de France, que nunca se llevó a efecto a causa de la independencia de Argelia y el abandono total de Francia de dicho país africano al que había aportado su técnica y cultura. En realidad, eran muchos y muy importantes los intereses franceses y argelinos fundidos en el mismo crisol de la conveniencia económica.

El Gobierno español, percatado de la importancia y trascendencia para nuestra economía en la posible utilización del gas natural de África, creó la denominada "Comisión Interministerial para el estudio de las posibilidades de la conducción del gas natural del Sahara a través del territorio español", por Orden de la Presidencia de 7 de enero de 1959 al objeto de atender y asesorar al Gobierno en todos los asuntos relacionados con el estudio en cuestión.

La presidencia de dicha Comisión correspondía al Subsecretario de Asuntos Exteriores y dentro de su seno funcionaba un Comité Técnico encargado específicamente del estudio de los problemas técnicos y eco-

nómicos que se planteaban o habían de plantearse como consecuencia del posible paso por nuestra península del gas natural, así como su transporte y utilización.

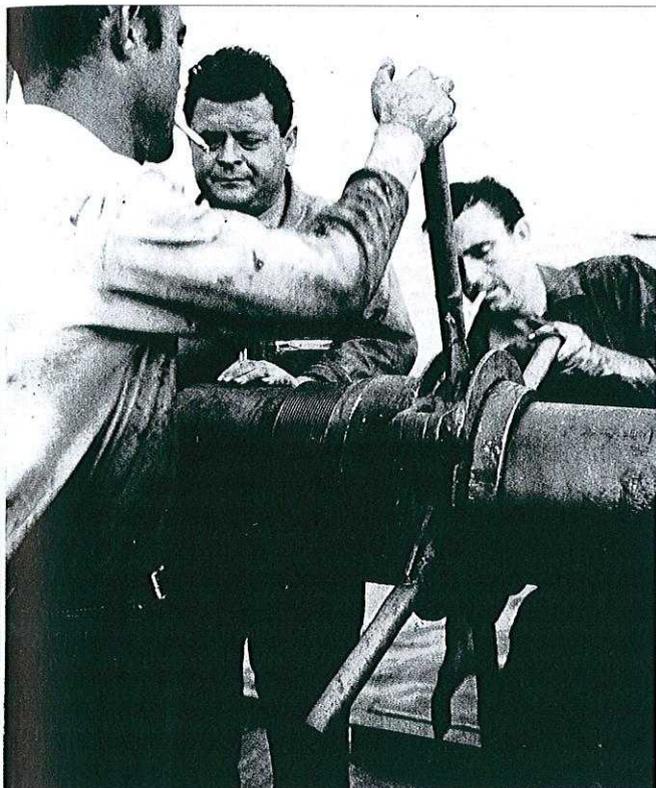
EL DESARROLLO

Al poco tiempo, en 1960, fue constituida por Orden de la Presidencia del Instituto Nacional de Industria, la "Oficina Técnica de Estudios sobre el Gas Natural y sus aplicaciones" cuyo objetivo era disponer de un Centro técnico especializado para concentrar la mayor información posible así como reunir los más completos conocimientos sobre la industria del gas natural y su aplicación a nuestro país. Al evocar a aquel inolvidable Organismo gubernamental, así como, a la "Oficina Técnica del INI", sólo me cabe ahora, después de tantos años, dedicar un recuerdo emocionado a los distinguidos compañeros que con ellos, estuve trabajando y colaborando con entusiasmo apasionado en estudios tan prometedores para el desarrollo económico de España a través del gas natural.

El haberse dejado de llevar a efecto el proyecto Mostaganem-Cartagena, nuestro país no dudó en ningún momento de introducir el gas natural en España por parte de la primera empresa denominada Gas Natural, SA. Gas Natural, SA, filial de Catalana de Gas, importó gas natural licuado a cuyo objeto se firmó un contrato de 1.000 millones de m³/año de GNL de ESSO Libia. El gas llegó a Barcelona en la primavera de 1969.

En 1972, la misma empresa Gas Natural, SA, suscribió un contrato con Sonatrach de Argelia para 1.500 millones de m³/año.

El Estado Español tomó la decisión de intervenir en el mercado de GN y así, por Decreto 623/1972 de 23 de marzo, autorizó al INI la creación de la Empresa Nacional del Gas (Enagas) la cual tenía encomendada las siguientes funciones: adquisición de GN, tanto nacional como impor-



Roscado a mano de los empalmes

En 1997 se dieron los impulsos necesarios para la extensión de la red de gasoductos por todas las Comunidades Autónomas de la España peninsular y en 1997 el gas podría cruzar Extremadura y Portugal para llegar a Galicia.

Desde octubre de 1993, la conexión con la Red europea de gasoductos era ya una realidad (Gasoducto Villar de Arnedo-Lacq), iniciándose los suministros de GN por gaso-

tado, y la construcción de la Red Nacional de Gasoductos. Enagas firmó en 1975 un contrato con Argelia para el suministro de 4.500 millones de m³/año durante 20 años.

Se estudió el proyecto Segamo para gasificar España vía gasoducto desde Argelia-Marruecos-Mar Mediterráneo (Estrecho de Gibraltar)-España y su unión con Francia.

En el transcurso de este proceso se llevó a efecto la fusión de Gas Madrid y Catalana de Gas al mismo tiempo que cambiaba el nombre de ésta última por el de Gas Natural SDG, SA en recuerdo de la Compañía con la que (también con ese mismo nombre) se trajo en 1969, por primera vez, el gas natural a España.

Acuerdo trascendental y realista ha sido también el que Gas Natural, SDG, SA adquiriera el control de la empresa pública de cabecera Enagas, SA, con lo que el sector gas natural de España alcanza su plena madurez.

El gasoducto Magreb-Europa, pasando por el Estrecho y cruzando España, entró en servicio en noviembre de 1996 para transportar en una primera fase 10.000 millones de m³ anuales.

ducto, del contrato con Noruega, con una capacidad de transporte de hasta 4000 millones de metros cúbicos anuales.

El GN, como se ha dicho, se introdujo en España en 1969 mediante la cadena del gas natural licuado (GNL): transporte por buques criogénicos metaneros, recepción y almacenamiento en estado líquido, regasificación y distribución por la red de gasoductos.

Dichas instalaciones de regasificación son actualmente las siguientes:

Barcelona

Capacidad: 240.000 m³, concedida en 1976.

Huelva

Capacidad: 160.000 m³, concedida en 1985

Cartagena

Capacidad: 55.000 m³, concedida en 1985

La política de diversificación de las fuentes de suministro se ha mantenido e intensificado para optimizar nuestro mercado del gas.

Veamos cómo se distribuían las fuentes de suministro en el trienio 1998 - 2000 en millones de termias:

Nacional (GN).....	3.000
Argelia (GNL).....	60.000
Argelia (GNL).....	36.000
Libia (GNL).....	11.000
Noruega (GN).....	20.000
Trinidad-Tobago (GNL).....	14.500
Nigeria (GNL).....	12.000
Australia (GNL).....	3.000
Otros.....	4.000
Total.....	163.500

Se esperan nuevos suministradores: Rusia (GN) y Qatar, Omán, Malasia, con GNL.

Es también de gran importancia el plan de Unión Fenosa, SA para importar de Egipto 60.000 millones de termias dedicadas a sus proyectos de centrales de ciclo combinado y para suministrar a industrias y mercado doméstico. Para ello, ha encargado ya la construcción de dos metaneros para la importación del GNL.

Con objeto de promover la máxima seguridad posible de suministro, para atender los crecimientos de la demanda de esta fuente energética, las infraestructuras de producción y transporte deben completarse con un adecuado desarrollo de almacenamientos, que permitan aumentar la capacidad de almacenamiento para cimentar los aumentos estacionales de la demanda y proporcionar unos niveles adecuados de reservas estratégicas de acuerdo con la Ley 34/1998 de 7 de octubre, del Sector de Hidrocarburos.

Actualmente el sistema español dispone de dos almacenamientos subterráneos de GN: Serrablo (con los pozos de Aurin y Jaca) con las siguientes características:

	Serrablo		Gaviota
	Aurin	Jaca	
Volumen (Mm ³)	160	340	778,9
Gas colchón (Mm ³)	135	285	1.701,6
Total (Mm ³)	295	620	2.480,5

Está previsto que el yacimiento de gas en el Valle del Guadalquivir "Marismas" se convierta en almacenamiento.