

“Sestao Knutsen”

**Buque LNG de 138.000 m³,
284,4 m de eslora total y
28.000 kW de potencia,
de Construcciones Navales del Norte
para Knutsen OAS Shipping**



**138,000 cu. m. LNG Carrier
284.4 m L.o.a., 28,000 kW
Built by Construcciones Navales del Norte
for Knutsen OAS Shipping**

"SESTAO KNUTSEN"

El último de los cinco buques LNG de la era moderna construidos en España

Con tres semanas de antelación a la fecha de entrega prevista en el contrato, el astillero de Sestao Construcciones Navales del Norte (CNN) ha entregado a Knutsen OAS Shipping el *Sestao Knutsen* (C-331), segundo de los dos buques contratados por este armador noruego para el transporte de gas natural licuado (LNG).

El *Sestao Knutsen* es el último de una serie de cinco gaseros construidos en los últimos años en los astilleros de Construcciones Navales del Norte en Sestao y de Navantia en Puerto Real. Dos de los otros cuatro (*Bilbao Knutsen* e *Iñigo Tapias*) han sido construidos en la factoría naval sestaoarra; mientras que los otros dos (*Cádiz Knutsen* y *Castillo de Villalba*) fueron construidos en el astillero gaditano.

Tras esta entrega, Knutsen OAS Shipping incorpora a su flota de buques LNG su sexta unidad. Es, asimismo, el duodécimo buque que el astillero sestaoarra ha construido para este armador noruego en las últimas dos décadas.

Tanto el *Sestao Knutsen* como el *Bilbao Knutsen* están ahora mismo fletados por la sociedad española Repsol-Gas Natural LNG para el transporte y comercialización de gas natural licuado desde Argelia, Nigeria, Trinidad y Tobago, Libia y Qatar.

La entrega de este buque, en condiciones de plena operatividad y tras superar con éxito las pruebas de mar y las de carga y descarga de gas, confirma la capacidad del astillero sestaoarra para hacer realidad un proyecto de alta complejidad como es la construcción de metaneros de la más avanzada tecnología.

CNN es actualmente un referente internacional en el diseño y construcción de gaseros, y uno de los pocos astilleros en el mundo capaces de diseñar y construir este tipo de buques de alto valor añadido y tecnología punta.



The last of five LNG carriers built in Spain in the Third Millennium

Three weeks ahead of the stipulated date, Construcciones Navales del Norte (CNN) delivered the *Sestao Knutsen* (Hull No. C-331) to its owner Knutsen OAS Shipping. This is the second of two liquefied natural gas (LNG) carriers ordered by the Norwegian owner.

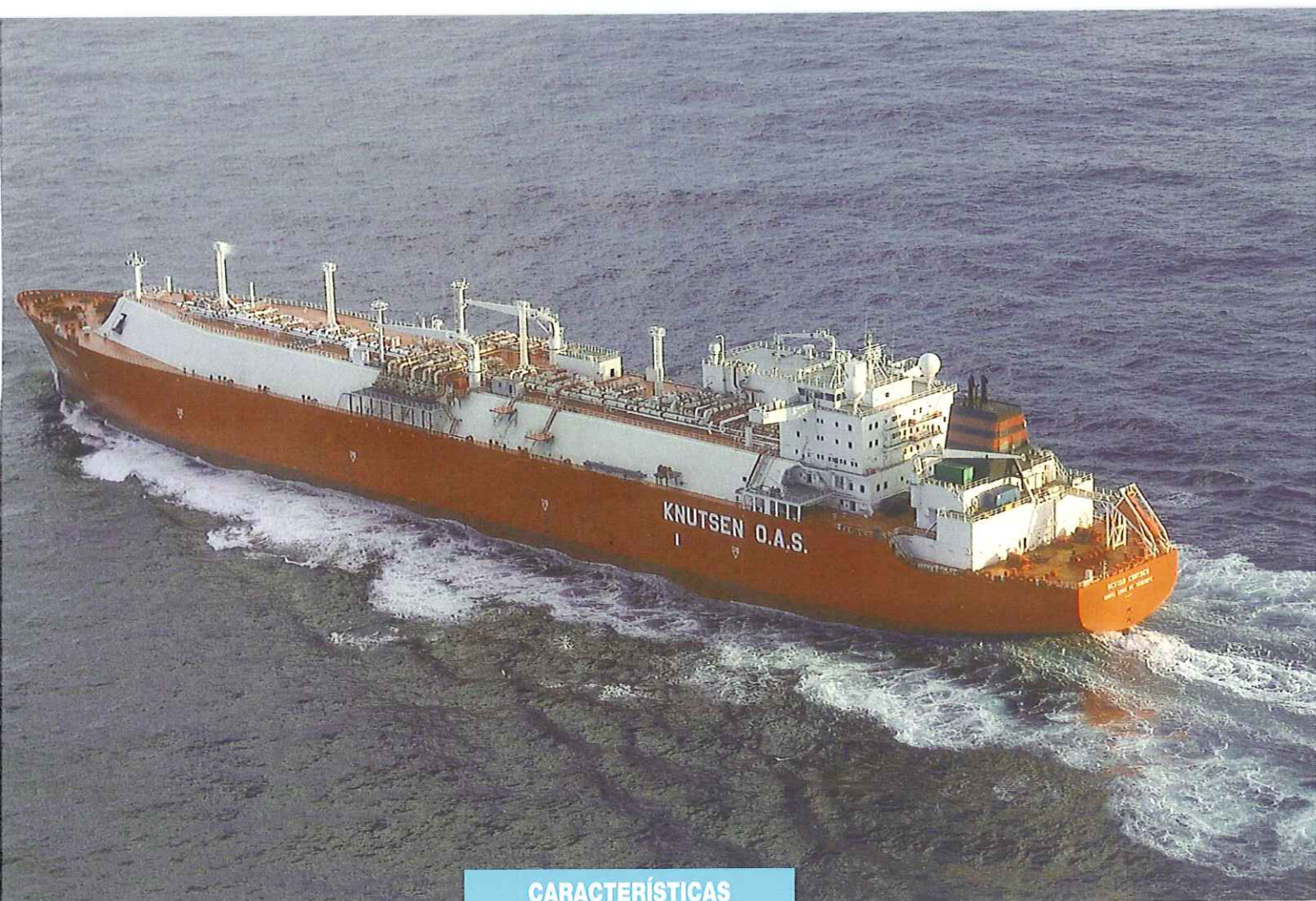
Sestao Knutsen is the last of a series of five gas tankers built over recent years in Construcciones Navales del Norte in Sestao (*Bilbao*) and Navantia in Puerto Real. Two of the remaining four (*Bilbao Knutsen* and *Iñigo Tapias*) were built in Sestao; while the others (*Cádiz Knutsen* and *Castillo de Villalba*) were built in Puerto Real.

With this delivery, the Knutsen OAS Shipping fleet includes six LNG carriers. This is also the twelfth ship that Sestao has built for this

owner over the past two decades, including high technology shuttle tankers and chemical carriers.

Both the *Sestao Knutsen* and the *Bilbao Knutsen* are currently chartered by the Spanish company Repsol-Gas Natural LNG to transport liquefied natural gas from Algeria, Nigeria, Trinidad y Tobago and Qatar.

The delivery of this vessel, in full operating condition and after its successful sea and gas loading and offloading trials, confirms the capacity of Construcciones Navales del Norte to build the most advanced and complex vessels. CNN is, indeed, one of the world's leading designers and builders of gas tankers and among the very few capable of producing a ship such as the *Sestao Knutsen*, described in this report.



GENERALIDADES

El buque ha sido proyectado para transportar en sus cuatro tanques, convenientemente aislados, de doble membrana, 138.000 m³ de LNG a -163° C, con un peso específico de 0,46, y suficientes consumos para unas 20.000 millas navegando a 19,5 nudos al 90% de la PMC del equipo propulsor.

Ha sido diseñado, en principio, para efectuar tareas de carga en las terminales especializadas de Ras Laffan (Qatar), DAS Island (EAU), Port Fortin (Trinidad y Tobago), Bethonia (Argelia), Bonny (Nigeria), y West Shelf (Australia), y descargar en las terminales de Huelva (España) y Boston (USA). Está preparado asimismo para cumplir los requisitos presentes y futuros de las terminales de descarga en Barcelona, Bilbao y Cartagena, así como en la terminal de Peñuelas, en Puerto Rico. El tiempo de descarga de todo su cargamento de LNG es de unas 12 horas.

Las formas del casco, así como todo el sistema de propulsión y los sistemas de generación eléctrica, han sido diseñados para una máxima eficiencia energética.

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES MAIN PARTICULARS

Eslora total / Length o.a.	284,4 m.
Eslora entre pp / Length b.p.	271,0 m.
Manga de trazado	42,5 m.
Moulded Breadth	
Puntal a Cbta. Principal	25,4 m
Depth to Main Deck	
Puntal a Cbta. Tronco	32,2 m
Depth to Trunk Deck	
Calado de diseño	11,4 m
Design Draught	
Calado de escantillonado	12,3 m.
Scantling Draught	
Peso muerto	68.200 t
Deadweight	
Capacidad de carga (100%)	138.000 m ³
Cargo Capacity (100%)	
Sistema de contención de carga	Membrana NO96 © GTT
Cargo Containment system	
Capacidad de lastre	49.600 m ³
Ballast capacity	
Potencia propulsora	28.000 kW a 83 rpm
Propulsion Power	
Velocidad de servicio	19,5 nudos
Service Speed	knots
Autonomía / Range	20.000 m.n.
Tripulación / Crew	34 personas
Clasificación	Lloyd's Register of Shipping
Classification	≈100 A1, Liquefied Gas Tanker, Ship type 2G*, Methane in Membrane tanks, Max. pressure 0,25 bar, Min. temperature -163° C, Shipright (SDA), *IWS, LJ, ≈ LMC, UMS, CCS, PORT, NAV 1, IBS. With the Descriptive Notes: Shipright FDA, TCM, CM, SCM, ES (≈2)*

GENERAL

The Sestao Knutsen is, as mentioned earlier, specially designed to carry, in four membrane tanks, 138,000 m³ (total capacity, excluding the dome, internal structure and fittings) of liquefied natural gas of a specific gravity of 0.46, at -163° C, with sufficient fuel capacity for a 20,000-mile range navigating at 19.5 knots at 90% of MCR of the propulsion engine.

The ship is arranged with a flush deck, raked stern and bulbous bow without a forecastle. The accommodation, including the bridge and propulsion machinery are located aft. The General Arrangement can be seen in the drawing that accompanies this description.

The propulsion power is provided by a steam turbine driving a single shaftline, fitted with a fixed-pitch propeller. The main particulars, capacities, class and additional notations are indicated in the box on this page.

It is designed initially to load at the dedicated terminals of Ras Laffan (Qatar), Das Island (United Arab Emirates), Port Fortin (Trinidad y Tobago), Bethonia (Algeria), Bonny (Nigeria) and West Shelf (Australia),



Como factor con notable influencia en la maniobrabilidad y en la seguridad de las maniobras del buque en las terminales de carga y descarga, se ha tenido en cuenta un valor máximo del calado aéreo de 44,90 m desde la flotación y 54,65 m desde la línea base.

Además de los requisitos de la Sociedad de Clasificación, el buque cumple la reglamentación del país de registro, la normativa internacional y de los países de escala en materia de seguridad, además de una amplia serie de directrices y recomendaciones específicas para los buques que transportan gas natural licuado.

ESTRUCTURA

El buque viga consta de cubierta tronco, doble casco y doble fondo en la zona de tanques de carga. Su estructura es longitudinal y ha sido cuidadosamente analizada por métodos de elementos finitos. La zona de Cámara de Máquinas y los extremos de proa y popa tienen estructura mixta. Los tanques de combustible están dotados también de doble casco, superando la normativa de seguridad vigente en esta materia.

La vida de fatiga de todos los elementos críticos de la estructura en la zona de carga es de al menos de 40 años, según cálculos basados en un espectro de ola a escala mundial y confirmados por un adecuado análisis.

Se han analizado como elementos críticos, entre otros:

- Codillos interiores N^{os} 1, 2, 3 y 4.
- Conexiones longitudinales en fondo, forro del costado y caso interior.
- Extremos de proa y popa de los tanques de carga.

Se ha empleado en la estructura acero de grado especial para bajas temperaturas, aprobado por la Sociedad de Clasificación y por la compañía licenciataria del sistema de membrana aislante GazTransport & Technigaz, GTT (ver apartado siguiente), y se ha evitado el uso de acero de



and to unload at the terminals in Huelva (Spain) and Boston (USA). It is also prepared to meet the present and future requirements for unloading at the terminals in Barcelona, Bilbao and Cartagena, in Spain, as well as the Peñuelas Terminal in Puerto Rico. The fully loaded ship can be unloaded in twelve hours.

The hull forms as well as the propulsion and power-generation systems are designed for maximum energy efficiency, bearing in mind the ship's traffic model, i.e., regular trips between loading and unloading terminals.

The maximum air draft of the ship is only 44.90 m from the floating line and 54.65 m from the base line, for maximum efficiency in manoeuvrability and the safety of operations of the ship at the loading and unloading terminals.

FRAMING

The ship girder comprises a trunk deck, double hull, and double bottom in the way of the cargo tanks. Its framing is longitudinal and was carefully analysed using the finite elements method. The framing is mixed in the way of the engineroom and the bow and stern. The fuel tanks also have double skins, above and beyond the current safety requirements for this type of ship.



alto límite elástico para asegurar una prolongada resistencia a la fatiga. En total se han empleado unas 20.500 toneladas de acero.

El espacio de carga está construido de doble casco con cubierta tronco, y se subdivide en tanques, *cofferdams*, doble fondo, doble casco y doble cubierta. Esta última constituye un espacio vacío al igual que los *cofferdam* transversales.

La estructura de los tanques de carga está reforzada localmente para la condición de carga parcial de acuerdo a los requerimientos de la Sociedad de Clasificación con la restricción, por ejemplo, de la altura metacéntrica (GM) y nivel de llenado de acuerdo a las instrucciones del sistema de carga de GazTransport & Technigaz (GTT).

SISTEMA DE CONTENCIÓN

El buque ha sido diseñado, construido y equipado para el transporte de gas natural licuado (LNG) en cuatro tanques de membrana a -163°C y una presión absoluta de 1.060 milibares de acuerdo con los requerimientos de IMO.

El sistema de contención de la carga es de tipo membrana, de acuerdo con la patente y la última versión No.96 tipo E2 de GazTransport & Technigaz (GTT).

El sistema de contención de la carga, sistema de manejo de carga y estructura del buque están diseñados para las siguientes condiciones:

- Densidad del LNG: 460 kg/m^3 para el diseño general del buque, 500 kg/m^3 para el escantillonado de los tanques de carga y de las bombas de carga.
- Densidad del metano puro: 425 kg/m^3
- Temperatura mínima de diseño: -163°C .
- Temperatura del agua de mar: de 0°C a $+32^{\circ}\text{C}$.
- Temperatura del aire: de -18°C a $+45^{\circ}\text{C}$.
- Presión ambiental: de 950 a 1.050 mbar (a).
- Rango de presión: de -10 a $+250$ mbar (g).

La principal característica del sistema de contención y aislamiento empleado en este buque es el uso de una misma aleación metálica – INVAR® –, tanto para la membrana primaria como la secundaria. El aislamiento, suministrado por Iksal de Box, está formado por dos capas de cajas de madera de abedul laminada rellenas de perlita o lana de vidrio, fijadas al casco con ayuda de adaptadores mecánicos soldados. Las membranas de INVAR están compuestas de tracas, formadas por chapas de 0,7 mm. de espesor y 530 mm. de anchura, con los bordes doblados, colocadas una junto a la otra y soldadas por resistencia.

The fatigue life of all of the critical structural elements in the way of the cargo spaces is at least forty years, according to calculations based on a wave spectrum on the world scale and confirmed by means of a suitable analysis. The following elements, among others, were included in the analysis of critical elements:

- *Internal knuckles Nos. 1, 2, 3 and 4*
- *Longitudinal connections on the bottom, side and internal bulls*
- *Forward and aft ends of the cargo tanks.*

The structure is built of a special grade of steel for low temperatures, approved by the Classification Society and the membrane-system insulation licensing company Gaz Transport & Technigaz (GTT) (see next section). High-tensile strength steel is avoided, to ensure a long fatigue life. Approximately 20,500 tonnes of steel have gone into the ship.

The cargo section is of double hull design with trunk deck, as can be seen in the General Arrangement Drawing, and is subdivided in tanks, cofferdams, double bottom, double bull and double deck. The last one is a void space, as well as the transverse cofferdams.

The cargo tanks framing is reinforced locally for part load condition as per the classification society requirements, with the limitation, for instance, of GM and cargo tank gauging, according to the instructions of the GTT cargo system.



Las lengüetas se introducen en las ranuras existentes en las cajas de madera aglomerada, de forma que sea posible un deslizamiento relativo entre la membrana y las cajas sin producir esfuerzos cortantes. Además, las juntas que se forman entre las tracas actúan como muelles, absorbiendo cualquier esfuerzo térmico residual y compensando las variaciones de las dimensiones del casco debidas a las cargas ejercidas por el cargamento.

La cantidad de INVAR que se emplea en un buque como el *Sestao Knutsen*, de cuatro tanques de membrana y 138.000 m³ de capacidad, es de unas 400 toneladas, con un área total de membrana primaria y secundaria de unos 25.000 m². Alrededor del 90% de los 110 kilómetros de uniones soldadas necesarias para la construcción de los tanques se efectúan con un equipo automático.

El máximo nivel de *boil off* (vaporización de la carga) durante un viaje es $\leq 0,15\%$ del volumen bruto del total de los tanques, asumiendo que la carga es metano puro con densidad de 425 kg/m³ y calor de vaporización de 511 KJ/Kg.

SISTEMA DE CARGA

Para las operaciones de carga y descarga, el buque cuenta con dos colectores de líquido y un colector de vapor común para todos los tanques. Se disponen además de cuatro colectores de líquido y una conexión de vapor a tierra.

Cada tanque dispone de un colector de líquido, un colector de vapor y un colector de agotamiento y enfriamiento. Las tuberías de líquido terminan en el fondo y al final de cada tanque, y las líneas de vapor se conectan en lo alto de cada tanque de carga.

El equipo de carga está formado por:

CONTAINMENT SYSTEM

Liquefied natural gas (LNG) is carried in the four membrane tanks of the Sestao Knutsen at -163°C and an absolute pressure of 1060 millibars, in accordance with IMO requirements.

The double membrane-type cargo contention system was built in accordance with the patent and latest version No. 96 Type E2, held by Gaz Transport & Technigaz (GTT).

The main feature is the use of the same metal alloy—Invar®—for both the primary and secondary membranes. This insulation consists of two layers of perlite-filled plywood casings, fixed to the hull by means of welded mechanical couplers. The Invar® membranes are composed of strakes, sheets 0.7 mm thick and 530 mm wide, with upturned edges, placed side by side and resistance-welded.

The tongues are fitted into slots in the plywood casings in such a way as to allow relative sliding between the membrane and the casings without creating shear stresses. Moreover, the joints formed between the strakes act as bellows, absorbing any small residual thermal strains





- Bombas de carga: 8 x 1.800 m³/h a 150 mca, marca Ebara.
- Stripping/Enfriamiento: 4 x 50 m³ a 145 mca, marca Ebara.
- Compresores de alta: 2 x 30.000 m³/h, marca Cryostar.
- Compresores de baja: 2 x 8.000 m³/h a -40° C, marca Cryostar.
- Dos calentadores principales de la marca Cryostar.
- Vaporizador principal y forzado de la marca Cryostar.
- Válvulas de alivio: dos por cada tanque de carga y otras dos por cada espacio de aislamiento, marca Fukui/Fuji.
- Crossover: 4 x 16" ANSI 150 col. Líquida y 1 x 16" ANSI 150 col. vapor.
- Cuatro postes de ventilación.
- Tubería de carga AISI 316 L con aislamiento en cubierta.
- Generadores de gas inerte, de la marca Smit Gas System (suministrados por Aries), tipo GIN 15.000-0.3 BUFD, de 15.000 Nm³/h y una presión de descarga de 0,3 bar.
- Generador de nitrógeno, marca Smit Gas System (suministrados por Aries), tipo 2 x MEM 120-3-8 CM, con una capacidad de 2 x 120 Nm³/h a presión de descarga de 8 bar g.

- *Custody Transfer System*, sistema de medición de los niveles de los tanques de Emerson Process (Saab Marine), suministrado por Aries. La exactitud en la medida del nivel de líquidos es de 45 mm. +/- 5 mm. en un tanque de 27 m. de altura con una resolución de 1 mm. La exactitud en la medida de la presión del vapor es de 0,8 +/- 3 mbar a 1,4 bar (absolutos) con una resolución de 1 mm. La resolución en la medida de temperaturas es de 0,1° C.

Sobre la cubierta tronco se dispone de un local de maquinaria de carga. Un mamparo estanco al gas, aprobado por la Sociedad de Clasificación, separa el local de motores eléctricos del local de maquinaria de carga.



and compensating for variations in the hull dimensions due to the loads exerted by the cargo.

The quantity of Invar[®] used in a standard 138,000-m³ capacity four-tank vessel like the Sestao Knutsen is about 400 tonnes, with a total primary and secondary membrane area of about 25,000 m². About 90% of the 110 km of welds involved are made with automatic equipment.

The maximum cargo boil-off level during voyages is < 0.15% of the gross total volume of the tanks, assuming that the cargo is pure methane of a density of 425 kg/m³ and an evaporating heat of 511 kJ/Kg.

CARGO SYSTEM

For loading and unloading operations, the ship is fitted with two liquid manifolds and one vapour manifold common to all the tanks. Four liquid manifolds and an onshore vapour connection are also arranged. Each tank is equipped with one liquid manifold, one vapour manifold and one stripping and cooling manifold. The liquid pipelines run down to the bottom and to the end of



El sistema de calefacción empleado se hace mediante *glycol* calentado por vapor para los *cofferdam* transversales, con el fin de mantener la temperatura de acero estructural por encima de los límites mínimos del acero. Está diseñado de manera que la temperatura del acero se mantenga por encima de los 5° C.

A ambas bandas del buque van situadas dos grúas electrohidráulicas para manejo de mangueras, fabricadas por TTS, de 12 t SWL a 12 m/min, con un alcance de 27 metros, 5 metros por fuera de la manga máxima del buque.

La misma firma suministró dos grúas de servicio de 12 t x 18 m., y otra de 2 t x 10 m.

PROPULSIÓN Y AUXILIARES

El *Sestao Knutsen* dispone de un equipo propulsor formado por turbina de vapor, una línea de ejes y una hélice de paso fijo. Se trata del sistema convencional que viene utilizándose en todos los buques LNG de los últimos 30 años, y en este caso está compuesto por:

each tank and the vapour pipelines are connected at the top of each cargo tank.

The cargo equipment comprises the following elements:

- *Cargo pumps: 8 x 1800 m³/b at 150 wcm, by Ebara*
- *Stripping/cooling pumps: 4x50 m³ at 145 wcm, by Ebara*
- *High-pressure compressors: 2 x 30,000 m³/b*
- *Low-pressure compressors: 2 x 8000 m³/b at -40° C*
- *Two main beaters*
- *Main evaporator*





- Turbina Kawasaki-Izar, de 28.000 kW a 83 rpm.
- Reductora reversible tipo tándem, doble y articulada.
- Línea de ejes fabricada y tubo de bocina suministrados por Sidenor.
- Hélice de cinco palas fijas y 8.700 mm. de diámetro de Wärtsilä.

El buque dispone de una tobera uniformizadora de flujo para mejorar la eficiencia propulsiva.

La planta generadora eléctrica está compuesta por dos grupos turbogeneradores Mitsubishi de 3.510 kW a 1.500 rpm, un diesel-generator accionado por motor Wärtsilä de 3.510 kW y un diesel-generator de emergencia de 550 kW.

La firma ABB ha suministrado dos cuadros eléctricos de 3,3 kV, incorporando mecanismo de arranque secuencial de las ocho bombas de carga. Por su parte Pine se ha encargado de la ingeniería y construcción de la instalación eléctrica, incluyendo el suministro de CAMF (conjuntos de aparataje montados en fábrica) de cuadros principales de 440/230 V, CMM's, arrancadores, cuadros auxiliares de distribución, alumbrado y servicios de

cubierta, columnas de alarmas en Cámara de Máquinas, etc.

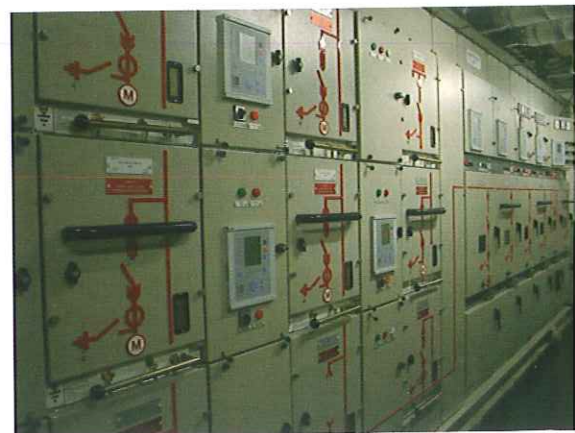
La planta generadora de vapor está formada por dos calderas verticales Mitsubishi que suministran vapor sobrecalentado a la turbina de propulsión, turbogeneradores y turbobombas de alimentación. El exceso de vapor al quemarse el *boil-off* de diseño se controla mediante un sistema automático de condensado en el condensador principal.

Las calderas están totalmente automatizadas, de dos colectores de tiro forzado, combustible dual (*boil-off* y FO) acuotubulares, con calentador de aire y economizador. Producen 65 t a máximo régimen de vapor sobrecalentado a 61,8 Kg/cm² y 515° C.

Las dos bombas de alimentación son de la marca Shinko, accionadas por turbina, cada una de ellas alimenta las dos calderas a su máxima capacidad. Hay también una electrobomba de alimentación de igual capacidad que una de las turbobombas.

El condensador principal es horizontal, de tubos, refrigerado por circulación de agua salada mediante tres bombas centrífugas de 8.000 m³/h a 5 mca.

- **Forced evaporator**
- **Relief valves: two on each cargo tank and two more for each insulation space**
- **Crossover:
4x 16" ANSI 150 liquid connection
1 x 6" ANSI 150 vapour connection**
- **Four ventilation posts**
- **Cargo pipeline AISI 316 l with insulation on deck**
- **Inert gas generator: 15,000 Nm³/b, discharge pressure 0,3 bar, supplied by Smit Gas System through Aries**
- **Nitrogen generators: 2 x 120 Nm³/b at discharge pressure of 8 bar g, also supplied by Smit Gas System through Aries.**





La española Aries ha suministrado los siguientes equipos auxiliares:

- Sistema de teleniveles y telecalados, combinando el Level Datic System de Emerson Process (SF Control) para el control de los telecalados y el sistema de sensores de alarma independientes para los tanques de lastre de Omicron.
- Potabilizador y esterilizador de Jowa. Consisten en un módulo de agua dulce sanitaria para ajuste del pH y mineralización del agua. La capacidad de la potabilizadora es de 1-2,5 m³/h, mientras que la del esterilizador es de 2 m³/h.
- Eyectores de Vita Motivador de 5 m³/h.

Facet Ibérica ha proporcionado una planta de tratamiento de aguas negras y grises, tipo biológico, de aireación extendida. Este sistema no necesita extracción de lodos y está homologado según IMO MEPC-2 (VI) por "Maritime and Coastguard Agency" y por la "EC". El equipo tiene una capacidad de tratamiento de aguas negras de 2.625 litros al día y una carga orgá-

nica de BOD (Demanda Biológica de Oxígeno) de 2.176 gramos al día.

TUBERÍAS Y VÁLVULAS

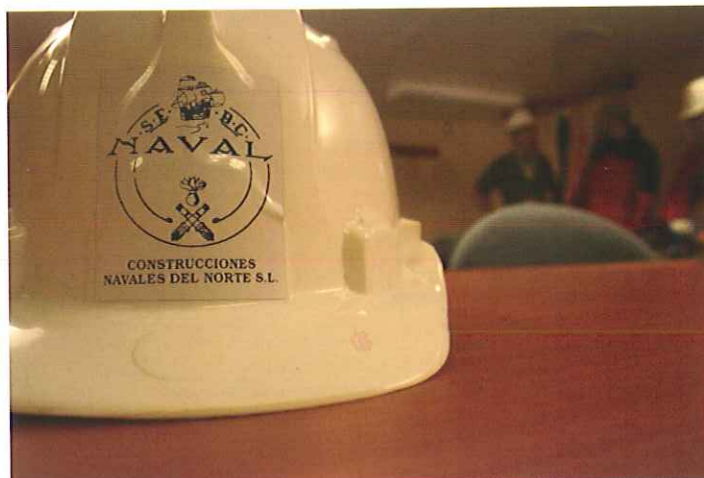
La firma Cálculos y Proyectos Procal ha contribuido a la construcción de este buque montando los sistemas de tuberías GRE (Epoxy reforzado con fibra de vidrio) Bondstrand en Cámara de Máquinas ya instalados con éxito por primera vez en anteriores construcciones. La tubería ha sido suministrada por Ameron y elaborada por Procal. Esta firma ha sido responsable del montaje, pruebas de taller, pruebas a bordo y pruebas de funcionamiento, suministrando los elemen-

All LNG auxiliary cargo handling and control machinery was supplied by the firm Cryostar.

PROPULSION AND AUXILIARIES

The Sestao Knutsen is equipped with a propulsion package formed by a steam turbine, a single shaftline and a fixed-pitch propeller; the standard system used in LNG ships over the past thirty years. In this particular instance, the individual elements of that system are the following:

- *Kawaski-Izar turbine of a power output of 28,000 kW at 83 rpm and 25,200 kW at 90% of MCR*
 - *Double, articulated, tandem-type reverse reduction gear*
 - *Shafting: two intermediate lines and one tail shaft, all manufactured by Sidenor, with two intermediate bearings*
 - *Stern tube, also by Sidenor, with Blohm + Voss seals*
 - *Propeller with five fixed blades and of an 8600 mm diameter, manufactured by Wärtsilä*
 - *A streaming nozzle is fitted to enhance propulsion efficiency.*



tos adicionales para entrega llave en mano, y colaborando con Ameron en el cálculo de esfuerzos para el dimensionamiento de soportes.

Se han empleado tuberías Ameron, con instalación y *commissioning* a cargo de Procal, en la práctica totalidad de los circuitos de maquinaria, en diámetros desde 2" hasta 56" de los circuitos de AS de refrigeración del condensador principal. El empleo de tubería Bondstrand de GRE contribuirá, sin duda, a la larga vida en servicio de este buque.

El consorcio formado por Scana, Westad, Poyan y Sedni ha suministrado la instalación llave en mano de todas las válvulas telemandadas, con accionamiento hidráulico de doble y simple efecto, y el equipo de control remoto hidráulico, además de las válvulas de vapor, condensados de vapor y válvulas esenciales para todos los servicios del buque.

En los sistemas de lastre en bodegas, Cámara Máquinas y D.O y F.O, se han suministrado 94 válvulas de mariposa hidráulicas (150-1.400 mm Ø) y 150 válvulas de mariposa manuales de 65 a 1.000 mm Ø, todas ellas de la marca Westad, así como 15 válvulas de mariposa bridadas (250 a 1.000 mm Ø) para tomas de mar.

Para la turbina principal se han fabricado dos válvulas de 1.000 mm Ø con accionamiento motorizado y asiento de PTFE para trabajar en vacío. En el sistema de carga se han suministrado todas las válvulas criogénicas del tipo mariposa, globo, retención, bola y compuerta. En total 407 unidades, de 15 a 700 mm. Ø.

Estas válvulas han sido fabricadas con la colaboración de las empresas Westad y Poyam, totalmente en AISI-316, con extremos bridados y soldados del tipo *side entry* y *top entry*. Los actuadores hidráulicos son de las marcas Scana y Centork.

El sistema de control remoto hidráulico se compone de dos unidades hidráulicas y dos *rack* de solenoides. Las unidades de fuerza hidráulica, una para lastre y resto de servicios y otra para carga, pueden trabajar a una presión de 110 a 140 bar, con dos grupos motobombas de 15 CV, dos acumuladores de 50 l, una botella de nitrógeno, cuadro de arranques y alarmas.

Los *racks* de solenoides, uno para el control de las 94 válvulas de lastre y otros servicios, y el otro para las 68 válvulas de carga, incorporan todos los elementos necesarios para el control y mando de válvulas como son electroválvulas solenoides de cuatro vías y tres posiciones, antirretorno, regulador de caudal, reductoras de presión, antirretornos dobles pilotados y conexiones rápidas para operaciones de emergencia.

Todas las válvulas de accionamiento hidráulico disponen de bloques con conexiones rápidas y válvulas de cierre que permiten aislar los actuadores del sistema de control remoto hidráulico para la realización de maniobras de emergencia.

El equipo de emergencia ESD para válvulas de *manifold* está compuesto por cuatro acumuladores de 50 l, conectados al bloque de emergencia en cada una de las válvulas con función ESD.

Esta batería de acumuladores realiza el cierre en 30 segundos de todas las válvulas de un costado del *manifold* o de todas las válvulas de los dos costados a la vez, con capacidad suficiente para realizar dos maniobras de cierre. La instalación de pilotaje hidráulico así como el *flushing* y pruebas de la misma se han realizado con la colaboración de la empresa Peruri.

Se han suministrado 257 válvulas de 15 a 250 mm Ø del tipo asiento, asiento y retención y retención para el sistema de vapor, y 117 de 10 a 250 mm Ø para el servicio de condensados de vapor con la colaboración de la empresa Ari.

Las válvulas esenciales son de los tipos globo, compuerta, bola y retención, totalizando 1.224 unidades de 15 a 700 mm Ø, con la colaboración de las firmas Macasa y Belgicast.

La instalación eléctrica entre las válvulas, unidades hidráulicas y *racks* de solenoides con las unidades de proceso se ha realizado en colaboración con las empresas Sedni y Mensa.

Aries, por su parte, ha suministrado las válvulas de cierre rápido marca LK, de accionamiento neumático, para los servicios de combustible y aceite de Cámara de Máquinas.



The electricity-generating plant comprises two Mitsubishi turbine-alternator sets of an output of 3,510 kW at 1500 rpm, a diesel generator powered by a 3510-kW Wärtsilä engine and a 550-kW emergency diesel-generator.

ABB supplied the 3.3-kV switchboards, incorporating a sequential starting system for the eight cargo pumps.

Pine was in charge of the electrical system design and manufactured the factory-mounted switching assemblies for 440/230 V switchboards, the MCC, starters, auxiliary switchboards, alarm columns and others.

The steam-raising plant is formed by two water tube, forced draft, double fuel (boil off and FO) Mitsubishi vertical boilers, with air heater and economizer, that supply super-heated steam (61.8 kg/cm² and 515 °C) to the propulsion turbine, turbo-generators and feed-water turbo-pumps. The excess steam generated by the combustion of the boil off gas is controlled by an automatic condensation system at the main condenser

The main condenser has a horizontal tube bundle design, and is cooled by salt water circulated by three



EQUIPO ELECTRÓNICO

Redcai ha sido elegida por el astillero de Sestao para el suministro e instalación de todos los equipos de gobierno, navegación y comunicaciones, además de las consolas para el puente, compuestos todos ellos por los equipos más avanzados y de última generación hasta la fecha de suministro, según el siguiente desglose:

Puente Integrado Furuno Voyager incorporando:

- Sistema automático de navegación y carta electrónica Furuno Voyager ANTS & ECDIS FEA-2807.
- Duplicación de ECDIS y estación de planificación de viaje Furuno FEA-2807.
- Sistema de control de alarma y de puente Furuno.
- Sistema de seguridad de guardia de puente Furuno.
- Dos radares ARPA Furuno IMO tipo FAR-2825.
- Radar ARPA Furuno IMO tipo FAR-2835S.

- Conmutador de radares ARPA Furuno tipo RJ-7.
- Sistema de columna de gobierno dual C. Plath, tipo Navigat X MK1 Mod. 10, con unidad de monitorización y referencia de marcación, unidad de conmutación, Fluxgate, repetidor analógico de rumbo, compás repetidor de marcación, columna repetidora, círculo azimutal prismático PV23, repetidor de compás digital, repetidor de giroscópica para mamparo, registrador e impresora de rumbo/ángulo de timón, indicador de giro de fibra óptica,

8000 m³/h at 5 wcm centrifugal pumps.

The Spanish company Aries supplied the following auxiliary equipment:

- *Remote tank gauging system: Level Datic System by Emerson Process for tank level metering and Omicron level alarm for ballast tanks*
- *Sea water potabilizer and sterilizer systems by Jowa*
- *5 m³/h ejector by Vita Motivator*



PIPELINES AND VALVES

The firm Cálculos y Proyectos Procal contributed to the development of this project by mounting the GRE (fibre-glass reinforced epoxy) Bondstrand piping in the engine room, following the excellent results obtained with the pioneering application of this material in the first LNG vessels built at the Sestao yard several years ago. The piping was supplied by Ameron and



indicador de giro y compás de reflexión.

- Corredera Doppler de doble eje tipo DS-50.
- Indicadores digitales de velocidad y distancia.
- Corredera tipo DS-80.
- Dos ecosondas tipo FE-700.
- Indicador digital de profundidad FE-720.
- Navegador DGPS dual tipo GP-90.
- Navegador Loran-C tipo LC-90 MK2.
- Sistema de medición de viento.
- Sistema de señales acústicas de vigilancia.
- Dos autopilotos adaptativos EMRI SEM-200.

En cuanto a las comunicaciones, cabe destacar los siguientes equipos:

- Radioteléfono MF/HF Furuno FS-2570.
- Estación remota Furuno FS-2570T.
- Estación de radio A-3 GMDSS.
- Radioteléfono MF/HF con DSC Furuno DS-60.
- Dos comunicadores por satélite Inmarsat-C Furuno Felcom-15.
- Comunicador por satélite Inmarsat-F Furuno Felcom-70.



- Tres radioteléfonos VHF Furuno dúplex FM-8.800D.
- Receptor de socorro Furuno MSG.DMC.5.
- Fax-210 Furuno.
- Navtex-700A Furuno.
- Radioteléfono vía satélite Mini-M Nera Worldphone.
- Comunicaciones Iridium y GSM Furuno.
- Comunicaciones internas Motorola Eex.
- SART, EPIRB y GMDSS portátiles.
- Sistema de Identificación Automática (AIS) Furuno FA-100.
- VDR Furuno VR-5000.

fabricated and mounted by Procal. Procal also conducted the shop tests and on-board and operating trials; and supplied all the additional elements required for turnkey delivery and worked with Ameron on the stress calculations for dimensioning of the supports.

The consortium formed by Scana, Westad, Poyan and Sedni supplied, installed and delivered turnkey all the double- or single- effect hydraulically-driven remote-controlled valves and the hydraulic remote-control equipment. That same group also supplied the steam valves, and all other valves essential to the ship's services.

The hydraulic remote-control system comprises two hydraulic power packs and two solenoid racks. The hydraulic packs, one for ballast and the other services on board and another for the cargo system, can operate at pressures ranging from 100 to 140 bar; in conjunction with two 15-CV motor-powered pumps, two 50-l pressure tanks, a nitrogen cylinder, a starter switchboard and the corresponding alarms.



Por su parte, Jotron ha proporcionado los siguientes equipos:

- Sistema de telefonía digital automática DICS-6101.
- Sistema de telefonía amplificada sin batería BTS-4000.
- Sistema *Talk Back* CIS-3000.
- Sistema *Public Adress* SPA-1500.

Kongsberg Maritime ha suministrado para este buque un avanzado sistema de automatización que integra la mayoría de las funciones de control del buque.

El suministro de Kongsberg Maritime a Construcciones Navales del Norte supone también una estrecha colaboración con las empresas japonesas Mitsubishi y Kawasaki, suministradoras respectivamente de las calderas y turbinas del sistema propulsor.

La automatización cubre también el sistema de tratamiento de gas, suministrado por la compañía suizo-francesa Cryostar.

OTROS EQUIPOS Y SISTEMAS

Pine Equipos Eléctricos ha diseñado y suministrado los siguientes equipos en el *Sestao Knutsen*:

- Cuadros principales.
- Centros control motores.
- Cuadros arrancadores.
- Cuadros de distribuciones auxiliares.
- Cajas de alumbrado y columnas de alarmas.



The cryogenic butterfly, ball, non-return, ball-check and gate valves employed in the cargo system total 407 units of from 15 to 700 mm Ø. The hydraulic actuators were supplied by Scana and Centork. The electric installation between valves, hydraulic units and solenoid racks and the process units was designed and implemented with the cooperation of Sedni and Mensa.

ELECTRONIC EQUIPMENT

The Sestao yard commissioned Redcai, a company with extensive experience in installing electronic equipment aboard merchant vessels, to supply and install all the steering, navigating and communications equipment on the bridge of the five ships of this series.

That company also installed the bridge consoles, which contain the most advanced elements supplied to date, including a fully-equipped



En cuanto a las pruebas y P.E.M., Pine ha colaborado con el astillero en las pruebas de automatización del buque, así como en la puesta en servicio de los diversos equipos eléctricos.

El pintado del buque se ha realizado con productos de la firma Hempel, según una cuidadosa especificación de los materiales más adecuados para cada zona, cuyo tipo mostramos a continuación:

- Fondos y flotación: Hempadur 17630 y 45182 y Hempel's A/F Globic 81950.
- Costados y amuradas: Hempadur 17630 y Hemplathane TC 55212.
- Defensas: Hempadur Glass Flake 35851, Hempadur 17630 y Hemplathane TC 55212.
- Cubierta principal, superior y castillo: Hempel's Galvosil 15700, Hempadur Primer 15300, Hempadur 17630 y Hemplathane TC 55212.
- Tanques de lastre: Hempadur 15570 y 17630.
- Tanques de agua potable: Hempadur M/S 35530.

La aplicación de la pintura ha correspondido por partes iguales a Indasa y Gaditana, a excepción de la Cámara de Máquinas cuya aplicación ha correspondido a Indupime.

El buque dispone de una acomodación para 34 personas distribuida de la siguiente manera: dos camarotes de clase capitán, cuatro de oficial senior, ocho de oficial junior, 16 para la tripulación y cuatro para auxiliares para Canal de Suez. Los espacios públicos incluyen comedor y salón de tripulación y oficiales; oficinas de cubierta, máquinas y capitán; y gimnasio. Los espacios de control incluyen control de carga, puente/cuarto de radio y local C.I. También incorpo-



Furuno Voyager integrated bridge and a complex array of state-of-the-art navigation aids and communications equipment.

Kongsberg Maritime supplied an advanced automation system that integrates most of the ship's control functions. Kongsberg Maritime's supply entailed working closely with the Japanese companies Mitsubishi and Kawasaki, suppliers of the boilers and the turbine propulsion system, respectively. The automation system also controls the gas-treatment plant from the Franco-Swiss company Cryostar.

OTHER EQUIPMENT AND SYSTEMS

The ship was painted with products from Hempel, in accordance with a carefully-drawn-up specification of the most suitable materials for each zone.

The ship is arranged with accommodation for 34 persons in captain-class (2), senior-officer (5), junior-officer (13), and crew (16) cabins, as well as four cabins for Suez-Canal auxiliary personnel.

The public spaces include mess; separate crew and officers' lounges; deck, engineroom and captain's offices; gym and sauna. The control



ra espacios como la cocina, gambuzas seca y refrigerada, lavandería y pañoles; espacios sanitarios compuestos de hospital y dispensario, así como espacios técnicos de diversos tipos.

Elexalde ha participado junto a otras cuatro empresas en la UTE creada para realizar la habilitación llave en mano de la superestructura del Sestao Knutsen. En concreto, Elexalde ha llevado a cabo el suministro y montaje de los siguientes elementos:

- Subpavimentos y pavimentos decorativos.
- Aislamientos.

- Puertas, mamparos y techos decorativos.
- Mobiliario y equipos de cocina.
- Aseos modulares y fontanería.
- Electricidad.
- Gambuza frigorífica.

Por su parte, Buraglia ha suministrado el equipo de cocina, oficios y lavandería de este buque.

El bote de rescate, el bote de caída libre y sus correspondientes pescantes son de la firma noruega Norsafe, y han sido suministrados por Marsys. También son suministro de Marsys el incinerador de la noruega Teamtec y las puertas A-60 y A-0 de la sueca Momec.

spaces include a cargo control room, bridge/radio room and FiFi room.

The accommodation services comprise the galley, dry and refrigerated storerooms, laundry and lockers. The vessel is also equipped with health services, including a hospital, medicine dispensary and technical spaces of various types.

The accommodation and furnishings of all the crew and officer spaces were built and installed by Carpintería Elexalde. All of the galley, office and laundry equipment was supplied by the specialised company Cocinas Buraglia.



RETOS HECHOS REALIDAD

CHALLENGES BECOME TRUE



CONSTRUCCIONES
NAVALES DEL NORTE

Rivera de la Ria s/n
48910 Sestao (Bizkaia), SPAIN
Tel. +34 94 485 86 00
Fax +34 94 485 86 51
www.lanaval.es
info@lanaval.es