



## BUQUE FP&M, SIMON STEVIN

Construcciones Navales del Norte (CNN), de Sestao (Vizcaya), ha construido el mayor buque *Fall Pipe & Mining* (FP&M) del mundo, el *Simon Stevin* (C-333); este buque es la segunda unidad que el astillero vasco construye, para el armador belga Jan De Nul.

Este buque denominado FP&M, o lo que es lo mismo, buque destinado a labores de carga y depósito de rocas y piedras en el fondo marino a través de un sistema de tubería de descarga vertical para cubrir zanjas, también sistemas de cableado y gaseoductos a una profundidad máxima de 2.000 m.

Una vez entregado el buque ira destinado hacia Australia donde llevará a cabo sus dos primeros proyectos, en uno de ellos se encargará de tapar un tramo de tuberías submarino del gaseoducto Pluto, que se encuentra situado a 80 m de profundidad, y en el otro se encargará de la construcción de otro gaseoducto en la zona. Para este propósito, el *Simon Stevin* hará escala para hacerse acopio de una carga completa de piedras y rocas que almacenará en sus dos tolvas.

Esta embarcación es el FP&M de mayor tonelaje en todo el mundo, con una capacidad de carga de 33.500 t, un 25% mayor que el más grande hasta ahora construido, el buque *Nordeness*, que tiene una capacidad de 25.950 t.

Con la entrega de este buque, en condiciones óptimas de operación y habiendo pasado satisfactoriamente las pruebas de mar, se confirma la capacidad de Construcciones Navales del Norte para la construcción de buques de alto valor añadido y tecnológico. Con la construcción del *Simon Stevin* y del buque para la descarga de hasta 6.000 t de piedras *Willem De Vlamingh*, junto con la transformación del *La Boudeuse* de 4.600 t de capacidad en una unidad *fall pipe*, Jan de Nul se hace con una muy buena posición en el mercado de los trabajos con rocas en alta mar.

Recordemos que el armador belga cuenta con un amplio y ambicioso programa de inversión para el periodo 2007-2011, en el que aproximadamente invertirá más de 1.800M€ en la construcción de nuevos buques. Así pues, Jan de Nul dispondrá de la flota de dragas de mayor tonelaje y más modernas del mundo, además del buque FP&M.

El buque ha sido clasificado por Bureau Veritas como ✕ HULL, ✕ MACH, SPECIAL SERVICE FALL PIPE VESSEL/ EXCAVATOR SUPPORT VESSEL UNRESTRICTED NAVIGATION ✕ AUT-UMS, ✕ CLEANSHIP 7+ ✕ DYNAPOS-AM/AT- R CLASS 2

### Generalidades

El *Simon Stevin*, está diseñado para tener capacidad de carga y transporte de rocas y piedras en sus dos tolvas que se encuentran situadas

sobre la cubierta del buque, también tiene capacidad para la descarga de rocas y piedras a través de dos grúas excavadoras y dos cintas transportadoras, que posteriormente se descargan mediante un sistema de tuberías de descarga vertical que se despliega a través de un *moonpool* de 10 x 10 m<sup>2</sup> situado en la crujía del buque.

Este buque además tendrá capacidad para mantener un ángulo de escora constante durante las operaciones de carga y descarga mediante un sistema de lastrado automático. El sistema está compuesto por dos tanques a ambos costados que se llenan y vacían gracias a la operación de dos bombas de accionamiento eléctrico.

En crujía y justo entre las dos tolvas, se ha instalado un sistema de lanzamiento y recuperación para el montaje, lanzamiento, soporte, recuperación y desmontaje del sistema de tuberías de descarga vertical.

El concepto del buque, diseño básico, así como, el diseño de tuberías para la descarga vertical y manejo asociado, ha sido por parte de la ingeniería holandesa Vuyk Engineering Róterdam BV.

### Sistema Fall Pipe

El *Simon Stevin* incorpora un módulo innovador para el sistema de tuberías de descarga vertical o *fall pipe*, que ha sido diseñado con la colaboración de la ingeniería holandesa Vuyk Engineering Róterdam BV. Este módulo de 2.000 t, ha sido construido en Bélgica, su magnitud podría compararse a un edificio de ocho plantas de altura. En el módulo situado en crujía es donde se ha instalado el sistema de tuberías de descarga vertical, compuesto por segmentos o tramos de tubería de 12 m de longitud, con un peso aproximadamente de entre 6 y 12 t.

### Montaje

El montaje de todo el sistema de tuberías de descarga vertical se ha instalado con una grúa pórtico de Lemmens Crane Systems BV, con capacidad de manejar hasta 180 tramos de tuberías y su colocación posterior sobre la plataforma de operación del sistema.

Aproximadamente el tiempo que se empleó para trasladar cada uno de estos tramos de tuberías desde su respectivo *rack* de almacenamiento hasta la plataforma de operación, por la grúa pórtico, fue de 140 segundos. Así pues, el tiempo necesario para el montaje de todo el sistema de tuberías para poder llegar a alcanzar una profundidad máxima de 2.000 m sería de unas 6 horas. El sistema para el despliegue del entramado de tuberías de descarga vertical es muy avanzado y su operación se lleva a cabo de forma completamente automatizada.

## Ensamblado

Para el ensamblado vertical del sistema de tuberías de descarga se instalaron en el buque, dos sistemas de maquinillas o chigres de tracción, diseñados y fabricados por la holandesa IHC Hytop, que es parte de IHC Merwede.

Los chingres o maquinillas de tracción son utilizados en aguas profundas donde los sistemas de maquinillas estándar no son adecuados debido a que es necesaria una combinación de grandes longitudes de cable con alto tiro o tracción.

Para poder tener este alto tiro lo que se hace es enrollar el cable con un ángulo de unos 180°. En este caso, el cable se enrolla alrededor de dos tambores seis veces. Como la tracción se incrementa con cada bobinado, el tiro de salida es mucho más grande que el de entrada. El sistema guiado inteligente que incorpora en dos pasos, permite que la tracción del chigre pueda alcanzar una velocidad nominal de 40 m/min, con un tiro de 244 t, y una velocidad de emergencia de 20m/min con un tiro de 500 t. Para crear el tiro inicial necesario en la maquinilla de tracción, y para albergar esa gran cantidad de metros de cable, se ha instalado una maquinilla de almacenamiento y recogida del cable, inmediatamente después de la maquinilla de tracción.

La maquinilla de almacenamiento y recogida del cable consta de un dispositivo compacto entre la parte posterior, compuesto por roldanas y un sistema de tensión integrado que proporciona una pre-tensión continua y constante a todas las velocidades para el adecuado funcionamiento de la maquinilla de tracción. Debido a las diferencias de inercia y velocidad de las dos maquinillas, pues no operarán, al mismo tiempo, sí que resultan necesarias para asegurar el tiro en la maquinilla de tracción.

Dos cilindros de tensión hidráulicos son los que corrigen y aseguran las diferencias de velocidad e inercia entre la maquinilla de tracción y la de almacenamiento. La maquinilla de almacenamiento proporciona un tiro constante de 15 toneladas. Debido a este bajo tiro, se facilita la operación de almacenamiento y recogida de esta gran cantidad de metros de cable en varias capas con la máxima precisión, así se puede evitar que las capas consecutivas se corten en las capas anteriores.

HYC Hytop ha suministrado a el buque dos equipos de maquinillas idénticos que incorporan dos maquinillas, una de tracción de 6.400 x 4.200 x 3.000 mm y un peso de 90 t, y la otra de almacenamiento de 6.800 x 4.750 x 5.020 mm y un peso de 130 t, incluido el cable. También aportó un sistema de pre-tensión hidráulico y un accionamiento eléctrico con una potencia de 1.440 kW.

## Funcionamiento

El *Simon Stevin* se ha diseñado para realizar labores de descarga y depósito de rocas y piedras en el fondo marino a través de un sistema de tuberías de descarga vertical para cubrir zanjas, sistemas de cableado y gaseoductos a una profundidad máxima de 2.000 m. Este sistema admite rocas cuyo diámetro máximo puede ser de 400 mm.

El buque funciona de la siguiente manera: en primer lugar las rocas son transportadas en dos tolvas sobre cubierta con una capacidad de carga de 33.500 t. Dentro de las dos tolvas se han instalado sobre un pedestal dos excavadoras hidráulicas idénticas y de accionamiento eléctrico, de la marca Liebherr, cada una de ellas con una capacidad de descarga máxima de 1000 t de rocas a la hora sobre un compartimento dosificador dispuesto sobre cada una de las tolvas. Desde cada uno de estos compartimentos dosificadores parten dos cintas transportadas que son las que llevan las rocas a otro compar-

timento dosificador que se encuentra ubicado en el sistema de tuberías de descarga vertical. Estas cintas transportadoras también pueden hacer el proceso de descarga sobre los costados del buque. Así pues, la velocidad de descarga de rocas sobre el lecho marino es de 2.000 toneladas por hora. El diámetro de la tubería de descarga es de 1.000 mm. En la parte final del sistema de tuberías de descarga vertical se instaló un equipo ultra compacto ROV (*Remote Operated Vehicle* o Vehículo Operado de forma Remota), proporcionado por la empresa británica SMD, modelo ATOM, de 600 kW de potencia, para corregir la posición en cada momento de todo el entramado de tuberías de forma que la deposición de rocas se pueda hacer con la mayor precisión posible.

## Otro Equipo de Cubierta

Podemos apreciar que la popa del buque, cuenta con una capacidad media de carga en cubierta de 10 toneladas por metro cuadrado. Baren Group Dreggen ha suministrado dos grúas giratorias sobre pedestal, modelo DK 1000. Una de las grúas está situada en crujía, mientras que la otra se sitúa a popa para llevar a cabo diversos propósitos, como el lanzamiento y recogida del segundo equipo ROV de 100 kW de potencia para investigación y otras intervenciones, así como el manejo de carga en cubierta. Las dos grúas tienen una capacidad para levantar 35 t a un alcance de 24 m. Draguen también ha suministrado una grúa para almacenamiento, situada en crujía y hacia proa para el suministro y servicio a través de las escotillas que acceden directamente a la Cámara de Máquinas del buque. Esta grúa puede llegar a levantar 2,5 t a un alcance de 12 m.

Industrias Ferri ha suministrado el conjunto de *fairleads* de manio- bre de anclas y las guías de reenvío asociadas que direcciona el cable de 76 mm a las maquinillas. Todo el conjunto está formado por: dos *fairleads* de proa, diseñados y fabricados para un SWL de 440 t, con poleas de 1.600 mm de diámetro montadas sobre rodamientos. El cabezal basculante equilibrado va montado sobre rodamientos oscilantes de rodillo. En el *fairlead* de estribor se ha incorporado una polea de reenvío facilitando el montaje a bordo al integrar en un mismo bastidor dos elementos completamente diferenciados. El diseño de estos equipos es totalmente innovador incorporando una pista de rodadura.

También ha suministrado dos guías de reenvío verticales y una guía de reenvío horizontal adecuada para las maniobras previstas.

Lebus International Engineers ha suministrado para el buque un sistema para la recogida y almacenamiento de cable o *spooling*. El buque también incorpora una plataforma para el aterrizaje y despegue de helicópteros, que está situada a proa por encima de la cubierta casti- llo; ha sido suministrada por SEDNI, empresa que representa en España a Maritime Products. Esta plataforma es del tipo D y 22,8 m, está destinada para la operación de helicópteros tipo Augusta-Westland EH101 y Sikorsky S-61N y S-92.

El grueso del sistema de fondeo y amarre, es decir anclas y cadenas, ha sido aportado por la holandesa Wortelboer.

## Propulsión y auxiliares

El buque *Simon Stevin* cuenta con un sistema de propulsión diesel- eléctrica muy avanzado, el equipo ha sido instalado por Ingeteam Marine, este aporta notables mejoras con respecto a la propulsión diesel, la más destacada de ellas sería la disminución de la contaminación y la mejora de la maniobrabilidad.

La planta eléctrica principal del sistema propulsor y los auxiliares de casco y máquinas está formada por cinco grupos generadores princi-

pales compuestos por cinco motores de nueve cilindros MAN Diesel, modelo 32/40, fabricados en STX Engine Co.Ltd., la potencia unitaria de cada uno de estos motores es de 4.500 kW ,480 kW por cilindro, y su velocidad nominal es de 750 rpm. Los usan combustible pesado (HFO) previa adaptación de los mismos, además permiten operar sin limitaciones para un nivel de carga superior al 20%.

Debido al diseño optimizado de los motores, permiten operaciones continuadas a baja carga hasta el 5%, pero durante un tiempo limitado.

Pueden aceptar sobrecargas de hasta el 10% en condiciones de variaciones bruscas de frecuencia. Ya que este buque tiene una demanda de carga dinámica y que, por tanto, podrían producirse variaciones de carga muy elevadas y bruscas, los cinco motores de MAN Diesel han sido equipados con el dispositivo *Jet Assist*, el cual permite responder con rapidez a dichas variaciones, con una inyección de aire comprimido externo directamente en el compresor de la turbosoplante.

Consta también de cinco alternadores o generadores principales, de 5.625 kVA cada uno; cuadro principal de 6,6 kV; dos transformadores para la distribución de potencia, de 2.000 kVA cada uno, cuatro transformadores para las hélices de propulsión del buque, de 4.100 kVA todo suministrado por Ingeteam.

La planta eléctrica además está dotada con cuatro convertidores de frecuencia para las hélices de propulsión del buque INGEDRIVE MV, cada uno de ellos de 3.350 kW; cuatro motores eléctricos asíncronos INDAR para las hélices de propulsión del buque, con una potencia unitaria de 3.350 kW; cuatro transformadores para las hélices transversales de maniobra del buque, de 2.500 kVA de potencia unitaria; cuatro convertidores de frecuencia para las hélices transversales de maniobra del buque INGEDRIVE MV, cada uno de ellos de 2.000 kW y cuatro motores eléctricos asíncronos INDAR para las hélices transversales de maniobra del buque, con una potencia unitaria de 2.000 kW todo ello suministrado por la firma Ingeteam Marine.

La planta propulsora del buque está compuesta por cuatro propulsores principales azimutales, modelo SRP 3030 FP, del fabricante alemán Schottel, son de paso fijo, y cada uno de ellos consta con una potencia unitaria de 3.350kW, que hacen que el buque pueda alcanzar una velocidad de 15,5 nudos.

Con el fin de facilitar las operaciones de maniobrabilidad del buque, Wärtsilä Ibérica ha proporcionado dos hélices azimutales retráctiles Wärtsilä FS250/MNR, de paso fijo, con un diámetro de 2.500 mm y una potencia unitaria de 2.000 kW, que se encuentran ubicadas a proa. Las dos hélices se utilizan en situaciones de posicionamiento dinámico aunque también pueden emplearse como sistema de propulsión de emergencia.

Cuando el buque se encuentra en navegación libre, las hélices azimutales retráctiles quedan escamoteadas en los recesos habilitados en el casco, con el fin de no oponer resistencia al avance. Dichas hélices tienen una gran velocidad de giro que hacen que el barco vea incrementada de manera notable su maniobrabilidad y poder de reacción ante los más estrictos requisitos de DP.

La firma Wärtsilä Ibérica también ha suministrado otras dos hélices transversales de túnel desmontables, que son la Wärtsilä FT300 MM TT, de paso fijo, con un diámetro de 3.000 mm y una potencia unitaria de 2.000 kW. Estas hélices son desmontables, son construcciones modularizadas de forma que se pueden extraer sin desmontarlas a través de un tronco vertical hecho para dicho efecto sobre ellas en el interior del buque. Así pues, se puede llevar a cabo su reparación o sustitución sin necesidad de llevar el buque a dique.

Cada una de las hélices transversales tiene su sistema propio hidráulico y de control, el hidráulico cumple los servicios de lubricación y actuación sobre la retracción y el posicionamiento azimutal de la hélice. El sistema de control integrado LIPSTRONIC © se encarga de entregar la potencia media de los mandos que se encuentran en paneles de puente y alerones.

También el *Simon Stevin* incorpora un grupo de emergencia, modelo F180TA, de 345 kW de potencia, de la firma Guascor, que a su vez acciona un alternador Leroy Somer de 450 kVA, 60 Hz; también cuenta con un grupo generador auxiliar proporcionado por Wärtsilä tipo Auxpac 1539HS65v16KC, de 1.539 kWe a 1.800 rpm.

Bosch Rexroth ha sido la firma encargada de realizar el sistema hidráulico completo del buque, el cual incluye la Ingeniería y diseño del sistema hidráulico; suministro y montaje de los grupos hidráulicos y bloques de válvulas que alimentan los distintos consumos; el diseño y fabricación e instalación de tubería hidráulica y de engrase; instalación del cableado eléctrico para los equipos hidráulicos; diseño y fabricación de cuatro cilindros para las compuertas *moonpool*; *flushing* y puesta en marcha del sistema hidráulico.

El suministro de todo el sistema de ventilación de Cámara de Máquinas del buque ha sido por parte de Conau.

## Control y Monitorización de alarmas

El sistema integrado de Control y Monitorización de Alarmas (AMCS) regula el equipamiento y las funciones de la Cámara de Máquinas. Se lleva a cabo mediante una serie de automatismos que controlan 6.500 entradas/salidas digitales y analógicas.

El sistema está compuesto por una red Ethernet de fibra óptica formada por cinco conexiones con alimentación redundante en configuración de anillo; de esta red se enganchan todos los ordenadores, que son un total de dos servidores y ocho puestos de operación que se encuentran distribuidos por el buque; también consta de una serie de *Panel Views* (PVs) que permiten visualizar alarmas en puntos concretos del buque de forma totalmente independiente a los puestos de operación.

También podemos encontrar en el sistema una serie de cabinas remotas de entradas/salidas (IOs) que permiten recoger todas las señales cableadas y señales de comunicación serie entre los diferentes equipos del buque y el AMCS; un controlador o PLC redundante formado por dos chasis idénticos y unidos por fibra óptica entre sí, que gestiona todas las alarmas, las interacciones manuales y las funcionalidades automáticas definidas para controlar el buque; una red redundante Control Net que une los dos servidores de la red de ordenadores con el PLC redundante; otra red redundante Control Net PS que une todas las IOs y PVs de babor con el PLC redundante; y otra red redundante más Control Net SB idéntica a la anterior pero referente a las IOs y PVs de estribor.

El software del PLC redundante está diseñado de forma que permite gestionar de manera totalmente independiente cada una de las funciones. Los dos controladores que forman dicho PLC disponen del mismo programa. Esta redundancia es invisible en cuanto al programador de sistema se refiere, es el control interno de los PLCs el que se encarga de gestionar dicha redundancia.

## Posicionamiento Dinámico

El *Simon Stevin* cuenta con un sistema de Posicionamiento Dinámico (DP) de Clase II que incluye dos estaciones de control en la consola de navegación; una estación de control en cada consola lateral del

punte; otra estación de control en la consola del sistema fall pipe; dos sensores VRS y dos sensores UPS.

También cuenta con una base de movimiento controlada de forma activa para el sistema de despliegue del fall pipe de cara a compensar los movimientos del buque; dicho sistema permite que el buque pueda trabajar en condiciones de la mar con olas entre 3,5 y 4,5 m de altura.

### Navegación y Comunicaciones

El sistema de navegación y comunicación ha sido suministrado por la firma Ingeteam Marine el cual incluye los siguientes equipos y sistemas: un compás magnético; tres giro compases; sistema de indicación de ángulo del timón; dos ecosondas; una corredera; dos radares; dos sistemas de navegación por satélite (GPS); sistema de identificación automática (AIS); sistema de alertas de seguridad del buque; sistema electrónico de cartas de navegación; sistema de datos travesía, caja negra (VDR); dos sensores de viento y un sistema de telecomunicaciones (GMDSS).

### Habilitación

La empresa dedicada a la habilitación naval Maritime Acopafi, "llave en mano", se ha encargado de la acomodación del buque, aproximadamente de 3.400 m<sup>2</sup> de habilitación que albergará a un total de 70 personas.

La acomodación se encuentra distribuida en siete cubiertas, de las cuales cinco, más concretamente la cubierta castillo, B, C y D, están

destinadas al alojamiento de la tripulación en camarotes simples, gran parte de ellos, y también dobles. La tripulación dispone de un comedor de 97 m<sup>2</sup>, y un bar equipado con un sistema de retroiluminación mediante DMX centralizado en un lateral de la barra circular. También podemos encontrar una sala de TV, cocina, una oficina y un hospital completamente equipado.

En el entrepuente se distribuyen en gimnasio, las salas de provisiones fría y seca y la lavandería.

Características Generales	
Esloza total	191,50 m
Esloza entre perpendiculares	175,00 m
Manga de trazado	40,00 m
Puntal de trazado	13,20 m
Calado plena carga	8,50 m
Calado de diseño	7,50 m
Peso muerto	37.500 t
Capacidad tolvas	19.500 m <sup>3</sup>
Profundidad vertido max.	2.000 m
Capacidad vertido max.	2.000 t/h
Diámetro tubo descarga	1.000 mm Ø
Tamaño rocas	400 mm Ø
Potencia propulsora	24.350 kW
Velocidad	15,5 nudos
Tripulación	70 personas



“ We couldn't mass produce it if we tried. Supply could never meet the demand for the Neptune Class. Virtually every component is assembled by hand in our specially designed yards. It's a labour intensive process undertaken by only the most experienced engineers. But a ship like this is worth taking time over. ”

**The Neptune Class.**  
Almost a Century of Experience.





Founded in 1914

**Design**  
for the future

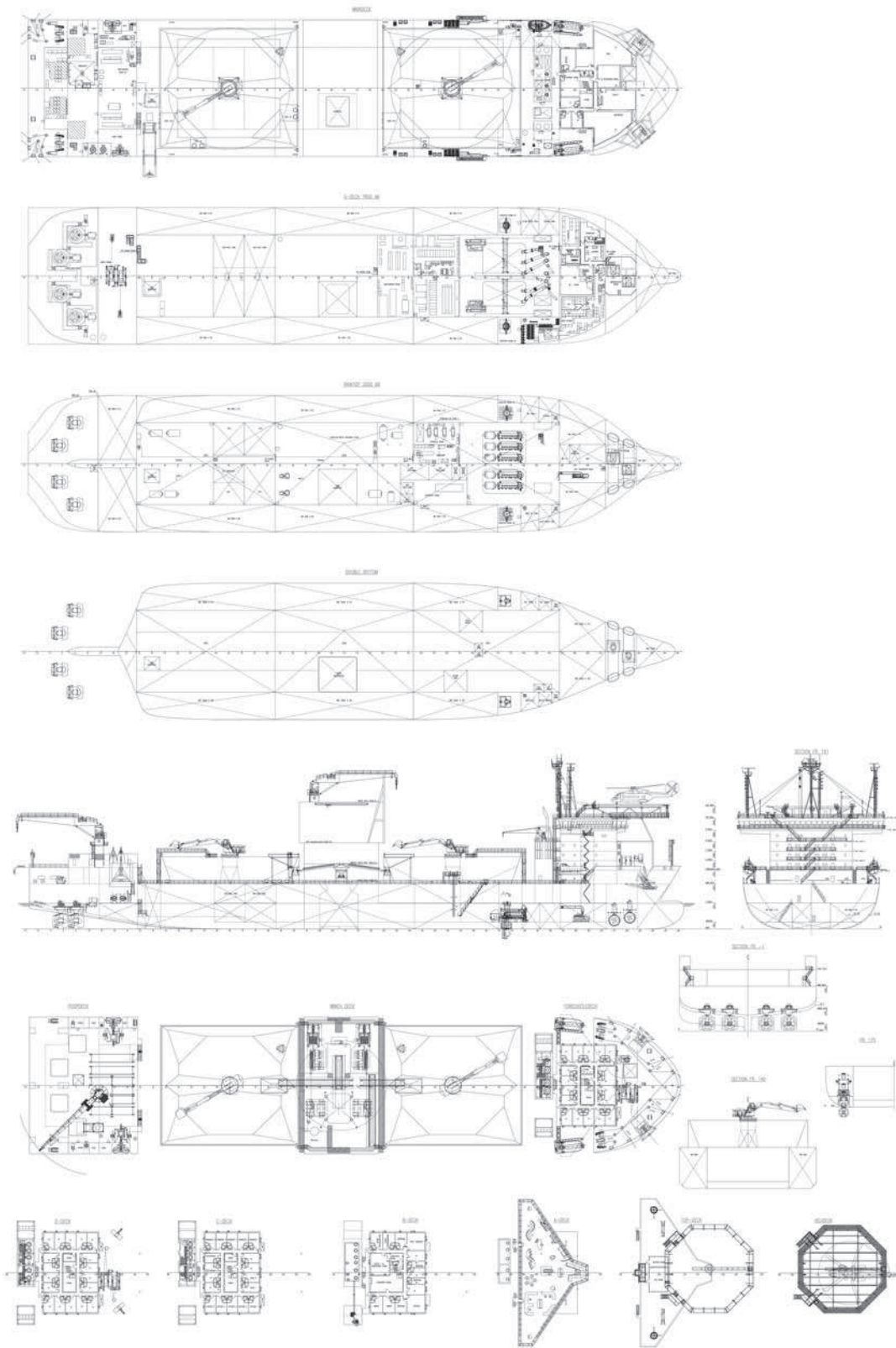
**Build**  
unique ships

**Repair & Refit**  
with quality & efficiency

Astilleros Zamakona, S.A.  
Santurce - Bilbao - Spain  
t: (+34) 944 937 030  
zamakona@zamakona.com  
www.astilleroszamakona.com

Astilleros Zamakona Pasaia, S.L.  
Pasaia-San Sebastián - Spain  
t: (+34) 944 937 030  
zamakona@zamakona.com  
www.astilleroszamakona.com

Repsaval  
Las Palmas de Gran Canarias - Spain  
t: (+34) 928 466 168  
repsaval@repsaval.com  
www.repsaval.com



**Main Dimensions**

Length over all deck	79,50 m
Length between deck	173,00 m
Width moulded	4,00 m
Depth to maindeck	13,20 m
Design draught	7,50 m
Scantling draught	9,20 m

SIMON STEVIN - 1200 TONNEAU (1200 TONNES) - 1200 TONNES and the SCANTLING IN CUBIC METERS / CUBIC FEET AND OTHER DATA	
DESIGNER: <b>INGENIERIA NAVAL</b> ARCHITECT: <b>INGENIERIA NAVAL</b> STRUCTURAL DESIGNER: <b>INGENIERIA NAVAL</b>	SCALE: 1:100 DATE: 10/2010
PROJECT: <b>1200 TONNEAU (1200 TONNES)</b> SHEET: <b>01</b>	DRAWN BY: <b>INGENIERIA NAVAL</b> CHECKED BY: <b>INGENIERIA NAVAL</b>

**Disposición General**  
**SIMON STEVIN**