

# B&E

# BUQUES Y EQUIPOS DE LA MARINA CIVIL



Cofinanciado por la Unión Europea  
Mecanismo «Conectar Europa»

- El “Haugesund Knutsen”. La filial de Enagás, Scale Gas, y Knutsen OAS Shipping AS inauguran el primer buque de suministro de GNL que se ha construido en España y que tendrá como puerto base el Port de Barcelona. El proyecto cuenta con el impulso de la estrategia comunitaria LNG hive2.

## INGENIERÍA NAVAL y SOCIEDADES DE CLASIFICACIÓN

- Comercio fantasma del petróleo
- Transporte marítimo a vela
- Compartir esfuerzos ante el trastorno climático
- Lubricantes marinos
- World Maritime Week de Bilbao
- Un 2023 cargado de oportunidades para el sector

“Inter Atlantic”



Zamakona

“Jaywun”



Freire

Catamaranes eléctricos



Gondán

Catamaranes



Rodman

➤ **SENER.**  
**Buques de dragado**

Como consecuencia de su acuerdo de colaboración con la Secretaría de Marina de México, Sener está realizando la ingeniería conceptual, básica y de detalle de cinco buques gemelos de dragado tipo Hopper que serán operados por la Armada mexicana y serán destinados al mantenimiento y limpieza de fondos en las costas y ríos mexicanos.

El buque, de 86 metros de eslora, tendrá capacidad para dragar lodos, arena y grava fina de fondos de hasta 25 metros de profundidad gracias a un cabezal de succión situado en un brazo móvil estibado en cubierta y que tiene la capacidad de desplazarse por el costado del buque hacia su posición de trabajo. Dispondrá de una capacidad total de almacenaje de material dragado de 2.800 m<sup>3</sup>.

.....  
*Cinco buques draga gemelos*  
.....

Para su descarga el buque llevará instaladas de cuatro compuertas situadas en el fondo y un sistema de descarga por proa tanto por dispersión como a través de una conexión de manguera a un sistema de tubería fijo.

La draga dispone de una zona central continua destinada al almacén de los materiales dragados. La zona estará dividida en cuatro cántaras de manera que se consigue el trimado necesario para la descarga por gravedad del material a través de unas compuertas accionadas hidráulicamente y situadas en el fondo.

A popa de las cántaras se sitúa la cámara de máquinas, donde se instalarán 3 grupos diésel generadores Cummins, del modelo QSK50, encargados de la generación



➤ Imagen virtual del proyecto de draga de Sener para México.

Características principales de la draga

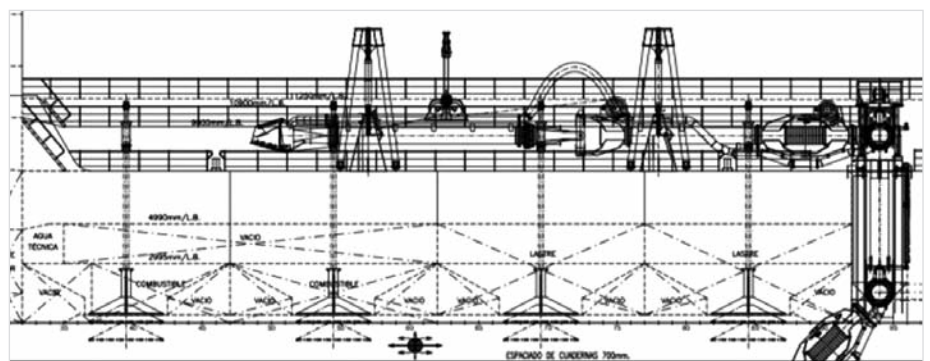
- Eslora total ..... Aprox. 86,00 m
- Eslora entre Pp. .... 83,55 m
- Manga de trazado ..... 15,000 m
- Puntal de trazado ..... 7,650 m
- Calado Ppal. a francobordo en verano ..... 5,915 m
- Calado máx. a francobordo reducido ..... 7.702 m
- Profundidad de dragado a 50° ..... 25 m
- Diámetro tubo de succión ..... 750 mm
- Capacidad de la cántara ..... Aprox. 2.800 m<sup>3</sup>
- Tripulación ..... 26 personas

de la potencia necesaria para alimentar la propulsión eléctrica y los equipos de dragado, además del resto de consumidores del buque.

Para la propulsión se instalarán dos hélices de tipo acimutal accionados por motores eléctricos que confieren al buque una amplia capacidad

de maniobra incrementada con la instalación de una hélice transversal de proa.

Las bombas de dragado serán alimentadas también a través de motores eléctricos. Los elementos de maniobra de equipos de dragado como el posicionado del brazo



➤ Detalle de las cántaras de dragado.

de succión o el accionamiento de las compuertas de fondo serán de tipo hidráulico alimentadas a través de una unidad de potencia equipada con motores eléctricos.

La elección de una propulsión diésel eléctrica junto con la utilización de motores eléctricos para los equipos de dragado confieren al buque de una gran flexibilidad en su rango de operación consiguiendo que los grupos generadores trabajen en puntos de rendimiento óptimo en cualquier operación, con períodos de reposo y mantenimiento adecuados.

Se instalará un sistema de gestión de potencia a bordo (PMS) para regulación automática del arranque/paro de los grupos generadores y el reparto de carga automático.

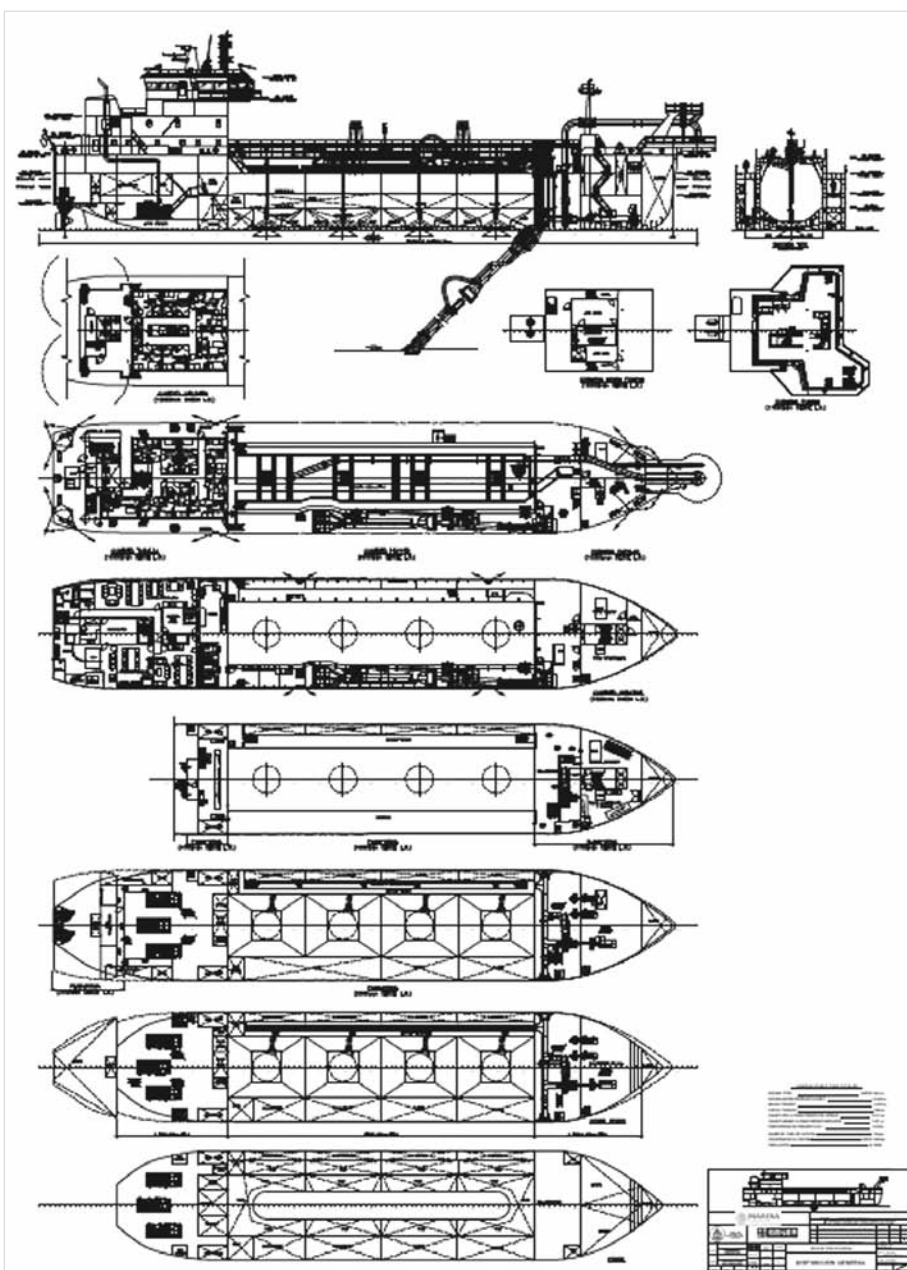
Sobre la sala de máquinas se situará el espacio destinado a la acomodación con espacio suficiente para una dotación de 26 tripulantes. La habilitación se divide en tres cubiertas: la cubierta principal que incluirá espacios comunes como gimnasio, peluquería, cocina, lavandería, gambuzas, comedores y salas de descanso o sala de reuniones; la cubierta castillo, con los camarotes para la tripulación; y la cubierta de oficiales, con los camarotes destinados a los oficiales de mayor rango.

**Tripulada por 26 personas**

El puente será del tipo panorámico, con visión 360 grados, y cuenta con una zona saliente destinada a mejorar la visibilidad en las operaciones de dragado. Bajo el puente se instalarán las unidades climatizadoras y los espacios de servicio de cuadros eléctricos.



> Modelo 3D del buque.



> Disposición general.

A proa de las cántaras se instalará la maquinaria de dragado y su maquinaria auxiliar. Sobre la cubierta castillo se dispondrán los elementos necesarios para las operaciones de descarga por proa, montados sobre una plataforma elevada.

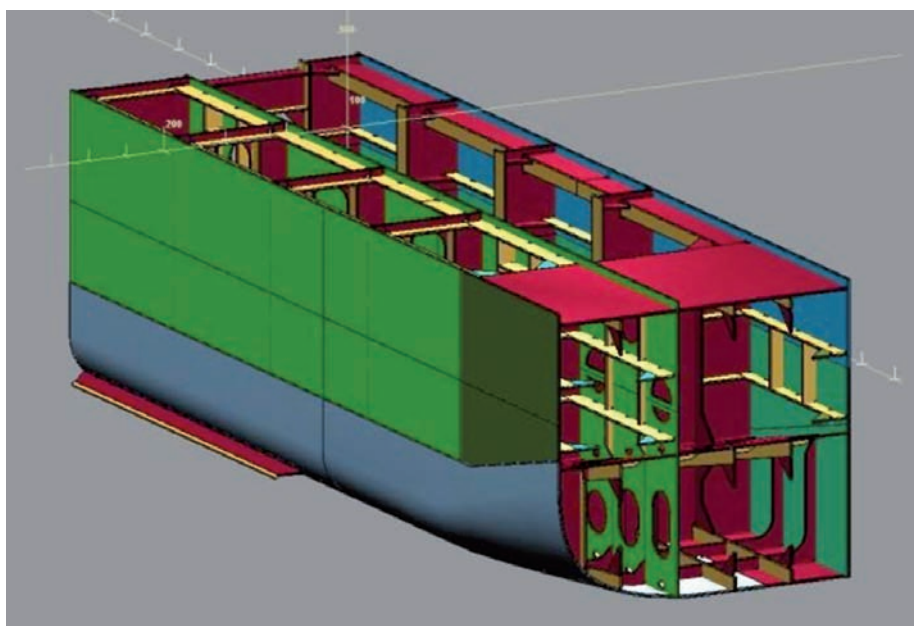
Durante la navegación el buque será capaz de alcanzar una velocidad de 10 nudos con los grupos desarrollando un 90% de su potencia máxima continua.

### Operaciones de dragado

La operativa principal del buque consiste en el dragado de fondos por el costado de estribor en marcha y a una velocidad aproximada de 4 nudos. El dragado se realiza por succión, mediante una bomba centrífuga con una capacidad aproximada de 1.300 kW accionada por un motor eléctrico y acoplada al brazo de succión a través de conexiones de tubería fija instalada en el buque.

El brazo de succión se desplazará por el costado hasta su posición de trabajo a través de un mecanismo de guía insertado en la estructura del casco, donde se acopla al tubo fijo de succión conectado a la bomba. Una vez situado en su posición de conexión, el brazo se extenderá al fondo mediante el uso de pescantes y maquinillas dedicadas a esta operación y situadas sobre la cubierta principal. El brazo de succión dispondrá de un sistema compensador de oleaje para operar con una altura de ola máxima total de 3,0 m.

Adicionalmente, el buque estará equipado con dos bombas de Jetwater de tipo centrífugo para fluidizar y limpiar las cántaras durante la descarga, para flusing de las compuertas y para suministro de agua a presión a las boquillas situadas en el cabezal de succión.



> Modelado de la estructura.

### Diseño del buque

Una de las particularidades del buque es su manga, restringida por motivos operativos. Por este motivo el buque tiene una manga muy inferior a los buques existentes en el mercado que disponen de la misma capacidad de cántaras.

Al separarse de los estándares habituales en cuanto a dimensiones de este tipo de buques el proyecto se ha planteado partiendo de cero como un diseño conceptual de buque nuevo e innovador.

En virtud al acuerdo de colaboración, Sener ha aportado su experiencia para definir la estrategia constructiva a través de la definición del despiece en bloques, zonas de armamento y estándares constructivos, adaptados a las necesidades de los astilleros constructores de los buques. Se ha realizado un trabajo de unificación de estándares y criterios constructivos para adaptar las diferentes estrategias de los astilleros al diseño de un modelo único construible en los tres centros productivos.

El buque será modelado completamente en 3 dimensiones con la herramienta de diseño FORAN y se obtendrá la información de producción por explotación directa del modelo.

Las formas han sido optimizadas mediante el uso de CFDs a partir del modelo 3D del casco, adaptando las líneas a las necesidades de los propulsores sin perder la capacidad de carga necesaria en la zona central.

### Modelado con FORAN

Debido a las exigencias en los plazos de construcción, el buque se está diseñando en paralelo en su fase conceptual/básica y de detalle. De este modo se está enviando información de detalle a producción desde el comienzo del proyecto y el proyecto avanza en paralelo en sus etapas de diseño y construcción.

Para el cálculo estructural se están realizando modelos 3D de elementos finitos de manera que se optimizan los espesores y se minimiza el peso de acero cumpliendo con

las exigencias estructurales que requiere un buque de estas características.

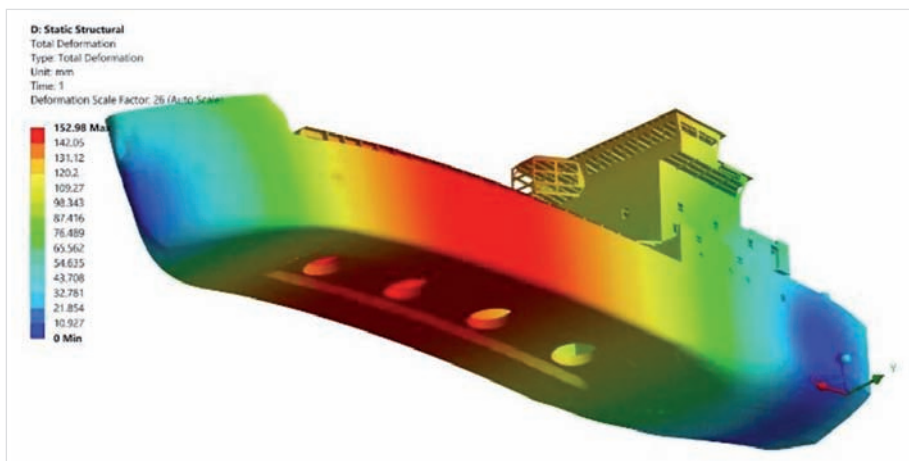
El armamento se diseña siguiendo el principio de la máxima simplicidad operativa, minimizando el número de tuberías, accesorios y sistemas a los mínimos necesarios para la correcta operación del buque. Los grupos generadores son autocontenidos, de manera que integran todos los sistemas necesarios para su funcionamiento, reduciendo al mínimo el número de elementos y sistemas auxiliares.

Los espacios y tamaño de camarotes responden a las exigencias habituales de un buque mercante civil y no se limitan a los requerimientos de un buque militar. Desde las primeras etapas del proyecto se tiene en consideración la baja generación de ruido y vibraciones seleccionando el tipo de propulsión más adecuado, definiendo el correcto soportado elástico de fuentes de vibración y diseñando un correcto reforzado estructural del buque. La posible transmisión de ruido y vibraciones es atenuada a través de un estudio adecuado de aislamientos y refuerzos locales.

> **HiveWind: plataforma para eólica marina flotante**

El desarrollo de la energía eólica marina entra en una nueva fase gracias a la introducción de las estructuras flotantes. Hasta ahora, las cimentaciones fijas constituían la práctica totalidad de las instalaciones, lo que limitaba las zonas de instalación a áreas de bajas profundidades.

Sin embargo, una mayoría de zonas con recursos de viento aprovechables para la generación



> Modelo de elementos finitos.

eólica se encuentran a mayores profundidades, donde el diseño de cimentaciones fijas es ineficiente desde un punto de vista técnico-económico. La fuerza del viento es de mucha mejor calidad en el océano que en tierra, debido a mayores velocidades de viento medias y con menor turbulencia como consecuencia de la ausencia de obstáculos.

Este es también el caso de España, que se encuentra en el quinto lugar a nivel mundial como potencia generadora de energía eólica onshore, pero que aún no ha sido capaz de comenzar a desarrollar estas instalaciones mar adentro.

A pesar de contar con más de 6.000 kilómetros de costa, el litoral español es abrupto y las profundidades a pocos kilómetros de la orilla son elevadas, no haciendo viable las cimentaciones fijas.

Actualmente, y ante la inminente aprobación de los Planes de Ordenación del Espacio Marítimo (POEM) por parte del Consejo de Ministros, que recogerán qué zonas podrán ser susceptibles de albergar parques sin entrar en conflicto con zonas de pesca o de tráfico marítimo, la carrera por el desarrollo de plataformas flotantes que puedan sustentar los aerogeneradores se encuentra en su punto álgido.



> Plataforma semi-sumergible de acero HiveWind con aerogenerador de gran potencia (Fuente: Hive Wind Energy S.L.)

El diseño de estas plataformas, construidas en acero, hormigón o en combinación de ambas, varía ampliamente en geometría, peso y propiedades estructurales y de flotabilidad y estabilidad.

Frente este contexto, Sener Renewable Investments junto con Nervión-Naval Offshore, filial del grupo Amper han constituido Hive Wind Energy S.L. para desarrollar HiveWind, una solución de plataforma semi-sumergible de bajo calado construida en acero, diseñada para servir de soporte flotante a turbinas eólicas de potencias superiores a 15 megavatios.

El concepto ha nacido después de una larga evaluación de alternativas y análisis del mercado eólico marino, llegando al diseño de un innovador y rentable concepto de cimentación flotante. La búsqueda de un diseño optimizado que permita la fabricación en serie del mismo con costes reducidos, pretende satisfacer las necesidades de un mercado que está ya demandando este tipo de estructuras para

el corto-medio plazo y que prevé una saturación de la cadena de suministro.

Su diseño, inspirado en la tecnología naval, busca enfatizar la modularidad, estandarización y dimensiones reducidas para que sea compatible con la producción seriada en astilleros. HiveWind destaca por su reducido peso, altas prestaciones y adaptabilidad a diferentes emplazamientos, dotando a esta solución de gran polivalencia.

El proyecto ha recibido por parte de Bureau Veritas el Approval in Principle (AiP) y ha sido testada mediante ensayos de tanque en el IHCantabria, validando su comportamiento global y permitiendo la calibración de los modelos hidrodinámicos.

La estructura de HiveWind está integrada por seis (6) columnas hexagonales unidas por brazos de sección paralelepípedica en su parte inferior, formando una geometría de triángulo equilátero. El aerogenerador se sitúa en la columna central de uno de sus lados, aprovechando

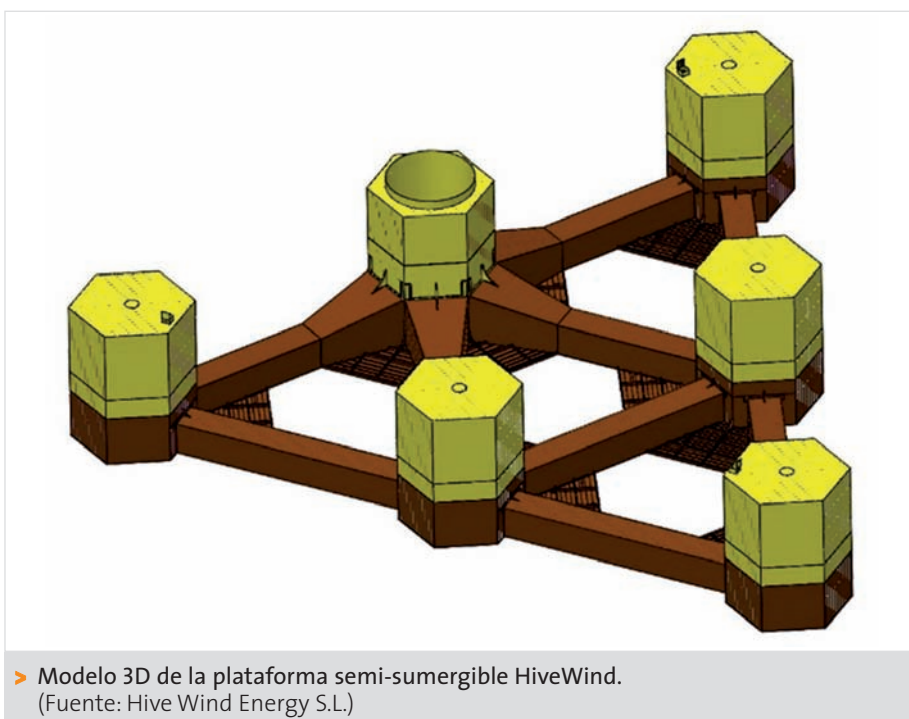
las columnas exteriores de los vértices para hacer firmes las líneas de fondeo y sus conexiones con el propio flotador.

El diseño modular de HiveWind tiene como seña de identidad la repetición de elementos a lo largo de toda la estructura, lo que implica una unificación de espesores, torres y brazos de unión entre ellas. Los paneles planos que conforman todos estos componentes favorecen un mejor aprovechamiento del material y facilitan tanto su soldadura como las maniobras necesarias para su posterior ensamblaje y construcción.

Su estructura interna, longitudinal y transversal, pretende minimizar los esfuerzos en diferentes direcciones a los que estará sometido cada elemento, evitando de esta manera espesores de chapa elevados, que conllevarán una considerable reducción del peso de acero en grandes áreas de la plataforma.

Las ventajas de HiveWind no se presentan únicamente en el aspecto estructural o constructivo, también lo hacen en términos de transporte, instalación, operación y mantenimiento. Los modelos numéricos utilizados en la modelización y simulación del comportamiento global de la plataforma indican que es innecesaria la implementación de sistemas de lastre activo para garantizar su estabilidad tanto estática como dinámica, implicando una simplificación y reducción en la ejecución de las operaciones de mantenimiento.

Otra ventaja destacable, es el bajo calado de HiveWind, que permite la instalación de la turbina en un mayor número de puertos, aumentando la viabilidad de los proyectos con esta solución.



> Modelo 3D de la plataforma semi-sumergible HiveWind.  
(Fuente: Hive Wind Energy S.L.)