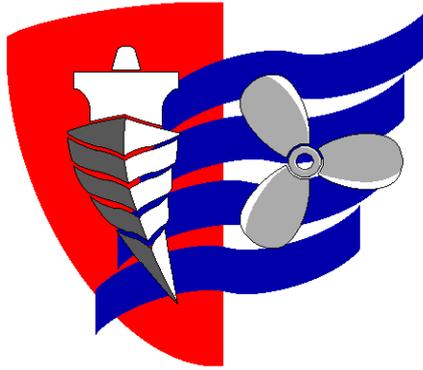


ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



***RESUMEN Trabajo Fin de Grado***

**SISTEMA DE POSICIONAMIENTO  
DINAMICO EN DRAGAS DE SUCCION**

---

Para acceder al Titulo de Grado en

**INGENIERÍA NÁUTICA Y  
TRANSPORTE MARÍTIMO**

Autor: JESUS SUAREZ GARCIA  
Director: JOSE IVAN MARTINEZ GARCIA  
MARZO-2014

## INDICE

MEMORIA.....	3
1.0 Descripción General.....	4
2.0 Partes del Equipo de Dragado.....	5
2.1 Cubierta.....	5
2.1.1 Tolva .....	5
2.1.2 Compuertas de Descarga.....	6
2.1.3 Válvulas de Dragado.....	7
2.1.4 Compensador de Oleaje.....	8
2.1.5 Conexión de Proa.....	9
2.1.6 Reboses.....	10
2.1.7 Bomba de Descarga .....	11
2.1.8 Sistema Bombas Jet.....	12
2.2 Tubo de Dragado.....	12
2.2.1 Partes Principales del Tubo de Dragado.....	13
2.2.2 Cabezal.....	14
2.2.3 Anillo Cardan.....	15
2.2.4 Bomba Sumergible.....	16
2.2.5 Service Frame & Sliding Piece.....	17
3.0 Sistema IMC.....	19
3.1 Sensores.....	21
4.0 Sistema DPDT.....	25
4.1 Instalación de Maquinas en Sistema DPDT.....	27
4.2 Planta Eléctrica en Sistema DPDT.....	28
5.0 Panel DPDT.....	29
5.1 Modos Operativos Sistema DPDT.....	30
6.0 Sistema STPM .....	34
7.0 Sistema de Dragado QUINSY.....	36
CALCULOS.....	37
8.0 Etapas en Proyecto de Dragado .....	38



10.0 Técnica y Ciclos de Dragado.....	39
10.1 Ciclo de Dragado.....	40
10.1.1. Ciclo de Carga.....	42
10.1.2. Ciclo de Descarga.....	44
11.0 Clasificación de las Obras de Dragado.....	47
11.1 Según el objetivo o destino del Dragado.....	47
11.2 Según el emplazamiento.....	51
11.3 Según las características del terreno.....	52
12.0 El Dragado y su Relación con el Medio Ambiente.....	54



# 1. MEMORIA



## **1.0 DESCRIPCIÓN GENERAL**

### **Planta de Propulsión**

Dos motores diesel propulsores diseñados para funcionamiento continuo, tipo 12V32/40.

### **Planta Eléctrica**

- Dos alternadores principales acoplados a los motores principales
- Un alternador auxiliar 1.550 kVA
- Un generador de emergencia 180 kVA

### **Sistema de Dragado**

El brazo de succión se mueve mediante tres pescantes y tres maquinillas hidráulicas  
Para el sistema de dragado se han instalado las bombas siguientes:

- Una bomba de dragado en la cámara de bombas de popa
- Una bomba de dragado sumergida colocada en el tubo de dragado

Dos juegos de bombas centrífugas

### **Equipo de gobierno**

Dos timones de alta eficiencia, dos servomotores electro-hidráulicos y dos bombas hidráulicas.

## 2.0 PARTES DEL EQUIPO DE DRAGADO

### 2.1 CUBIERTA

#### 2.1.1 TOLVA

La tolva tiene una capacidad para 11.300m<sup>3</sup> y está dividida en 6 secciones.



Lleva instaladas tres cajas de carga operadas desde la consola de dragado, accionadas hidráulicamente mediante sus respectivas válvulas.



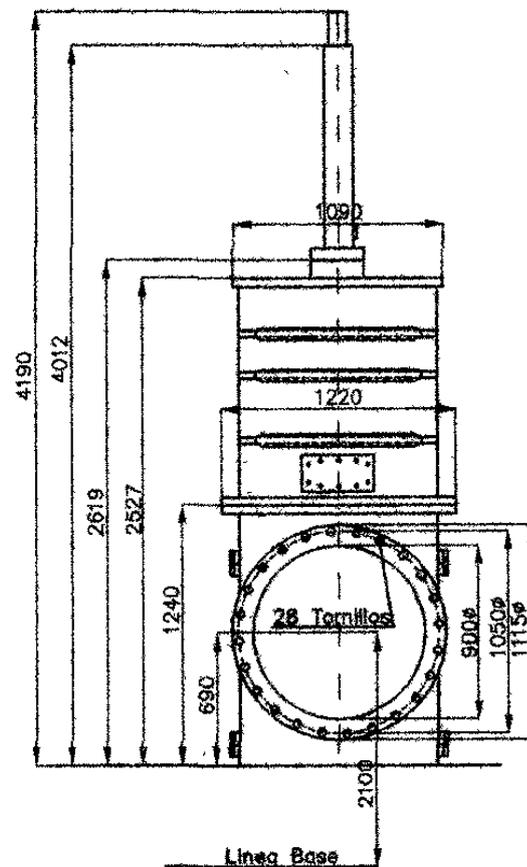
### 2.1.2 COMPUERTAS DE DESCARGA

La tolva consta de seis compuertas dobles en línea (6mts x 6mts) y dos compuertas de aguas poco profundas una a cada costado



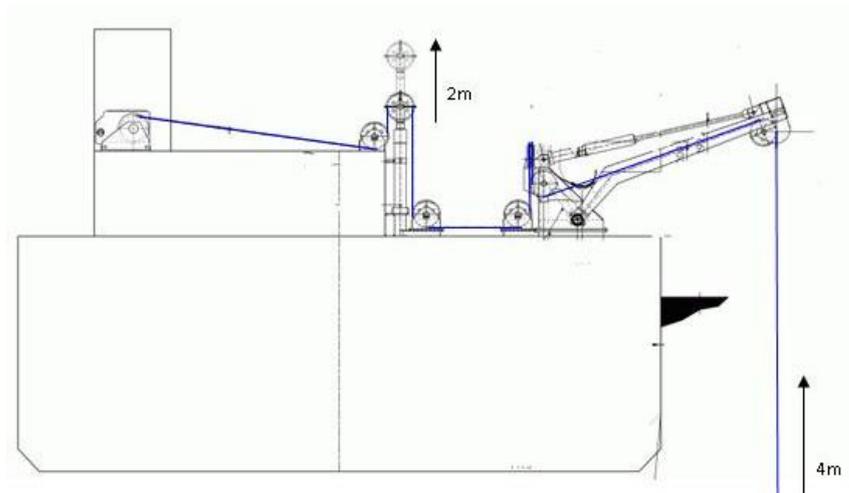
### 2.1.3 VALVULAS DE DRAGADO

Constan de un cuerpo superior e inferior de planchas de acero con diámetro de 1200mm para las válvulas de dragado y 900mm para la línea de descarga.



### 2.1.4 COMPENSADOR DE OLEAJE

Sistema para que el cabezal permanezca sobre la superficie del fondo marino independientemente del movimiento del barco debido al estado de la mar.



### 2.1.5 CONEXION DE PROA

Utilizada para conectar la manguera flotante en operaciones de descarga a tierra que consiste de:

- Acople hembra de 900mm
- Pescante
- Maquinilla
- Control remoto





### 2.1.7 BOMBA DE DESCARGA

Con **potencia nominal de 7500Kw** , la velocidad de giro es determinada por la velocidad del electromotor.



Impelente de tipo cerrado de cuatro palas, con un diámetro de 2.6 mts



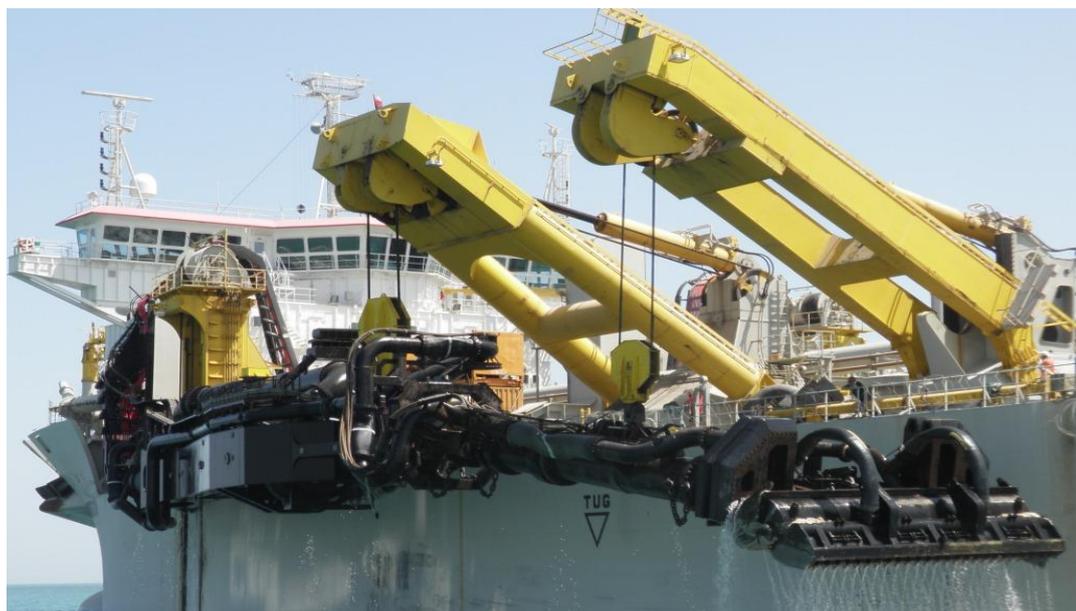
### **2.1.8 SISTEMA BOMBAS JET**

Dos bombas para el suministro de agua a chorro tanto para el cabezal del tubo como para la tolva.

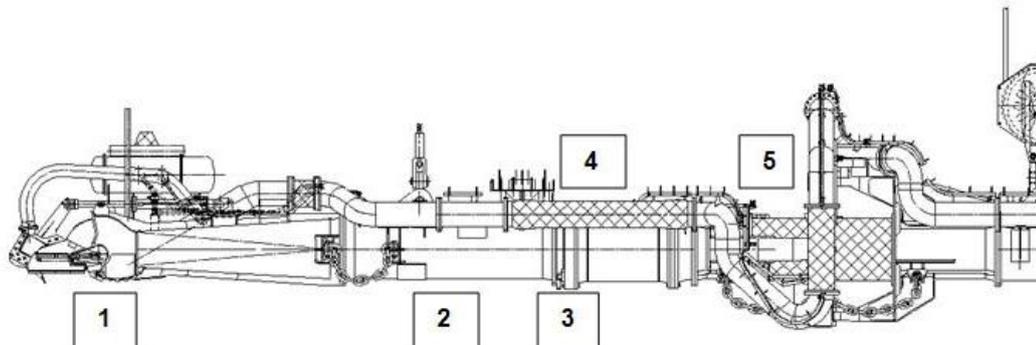


### **2.2 TUBO DE DRAGADO**

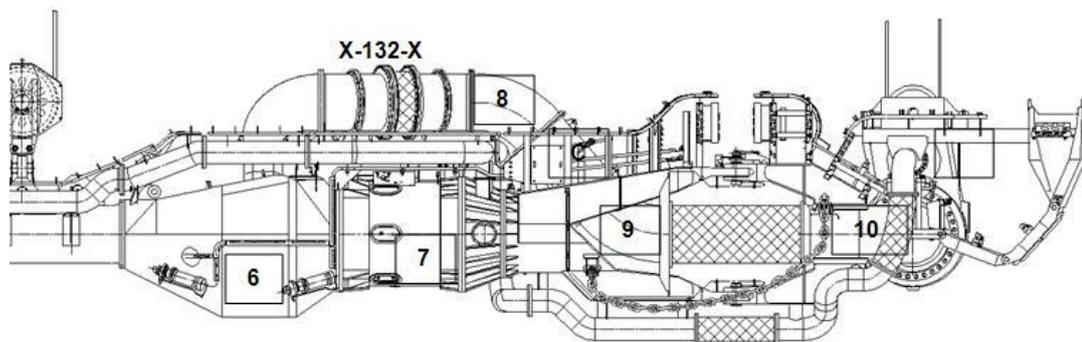
Con un peso total de 280 Ton. , y un diámetro interno de 1200mm con un grosor de 20mm.



### 2.2.1 PARTES PRINCIPALES DEL TUBO DE DRAGADO



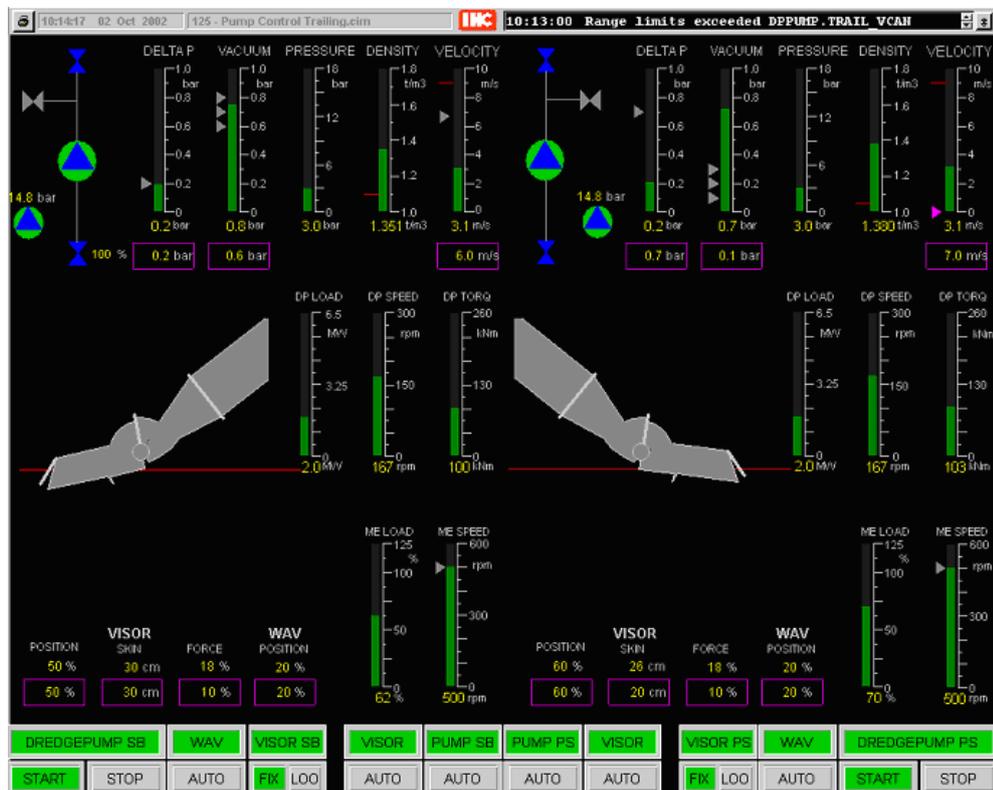
- 1- Cabezal activo
- 2- Tubo bajo
- 3- Engranaje Giratorio
- 4- Sistema Cardam Tubo Inferior
- 5- Linea sistema de bombas Jet



- 6- Bomba Sumergible
- 7- Electromotor Bomba Sumergible
- 8- Tubo de Dragado
- 9- Sistema Cardan Tubo Superior
- 10- Codo de Succión

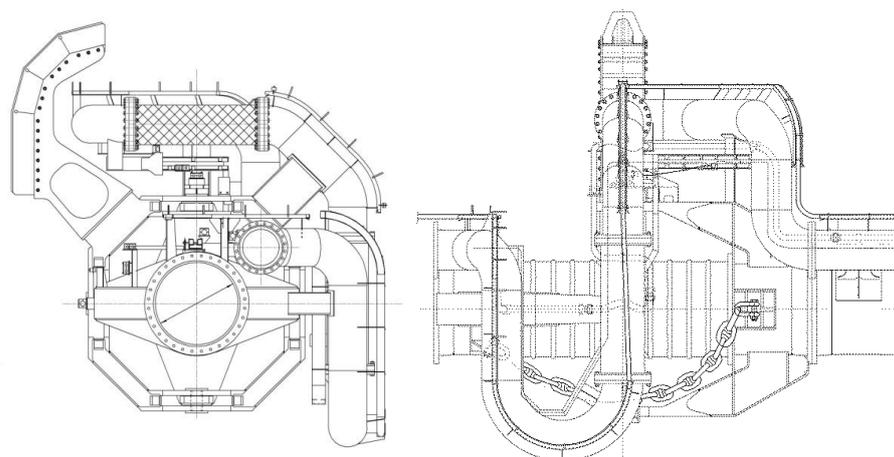
### 2.2.2 CABEZAL

Con un peso de 45 toneladas, es la parte del sistema en contacto con el fondo marino, excavando material y arrancándolo del fondo.



### 2.2.3. ANILLO CARDAN

Permite que tanto el cabezal como el tubo bajo, tengan libertad de movimiento en el fondo hasta una distancia máxima de 15 mts respecto al costado del buque.



#### **2.2.4. BOMBA SUMERGIBLE**

Bomba centrífuga sumergible impulsada por un motor eléctrico de 3400 Kw preparado para funcionar bajo el agua.

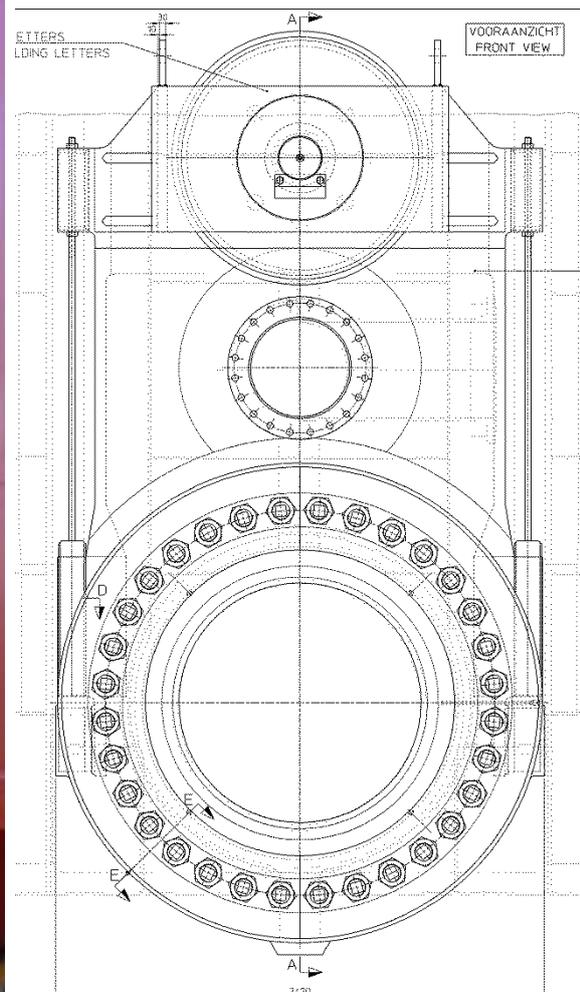


Impelente de tipo cerrado de tres palas con paso esférico de 350mm y un diámetro de 1.93 mts.

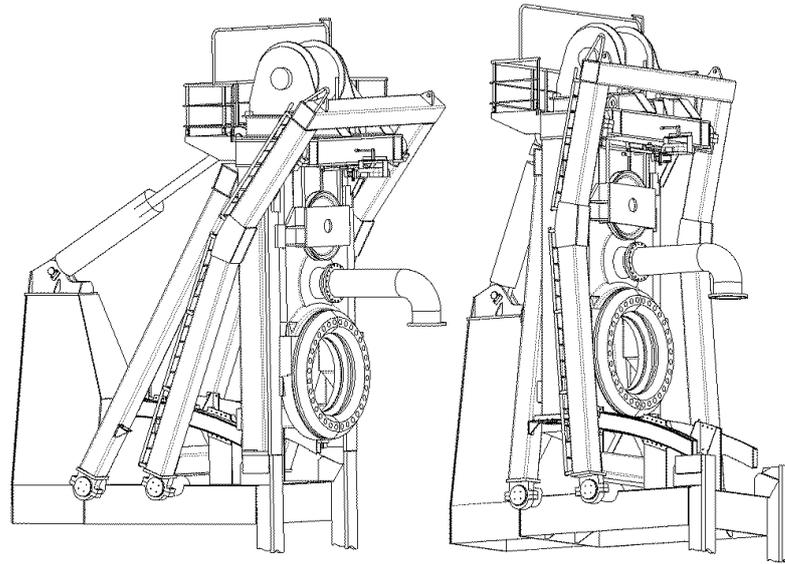


### 2.2.5. SERVICE FRAME & SLIDING PIECE

Piezas van instaladas en el Trunnion. La primera sirve de guía para el cableado de la fuente de alimentación de la bomba sumergida con todos los auxiliares, sistema eléctrico de los sensores STPM y circuito hidráulico del cabezal activo.

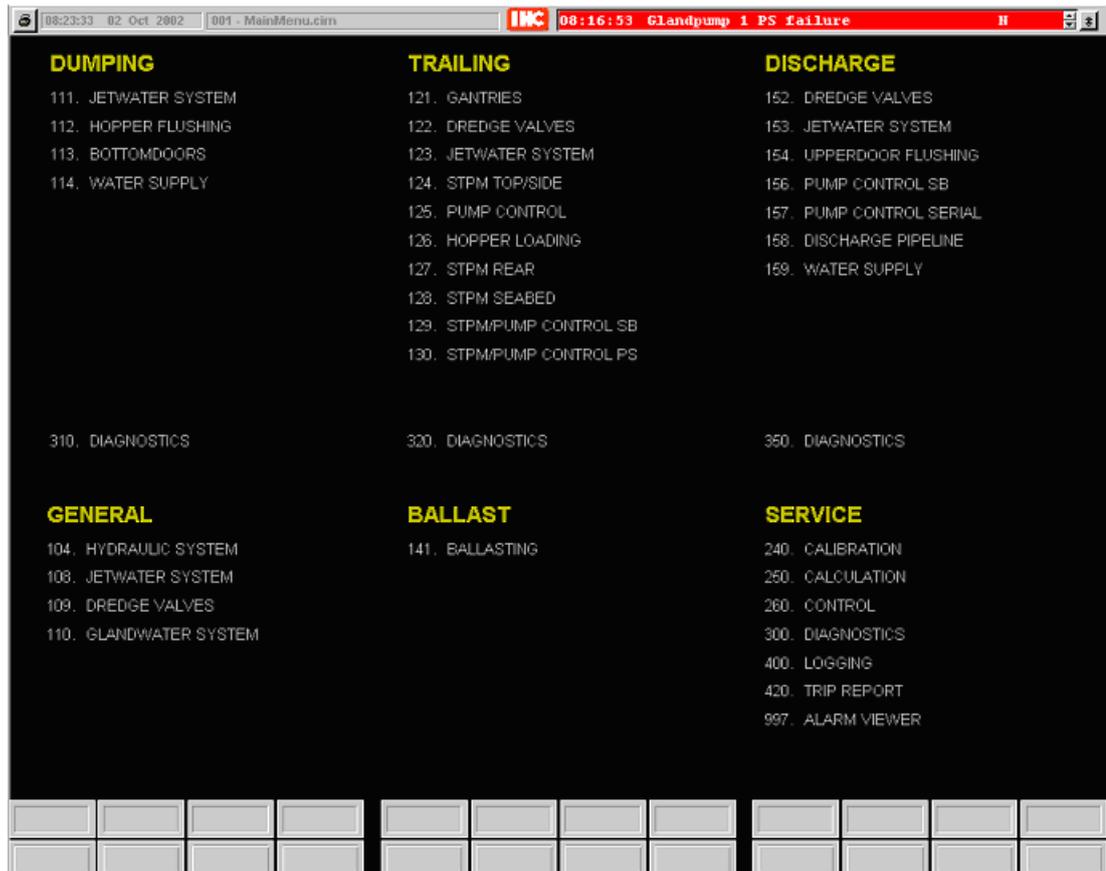


El pescante Trunnion es del tipo paralelogramo y consta de dos pórticos de giro que soportan una pieza de guía para la pieza deslizante con curva.



### 3.0 SISTEMA IMC

Sistema integrado de seguimiento y control de las principales funciones y equipos a bordo





IMC = Integral de Seguimiento y el sistema de control

DHS = Monitoreo de Alarmas y Control

CNC = Consola de navegación central

DCD = Dragado de Control Desk

MFW = estación de trabajo multi funcional

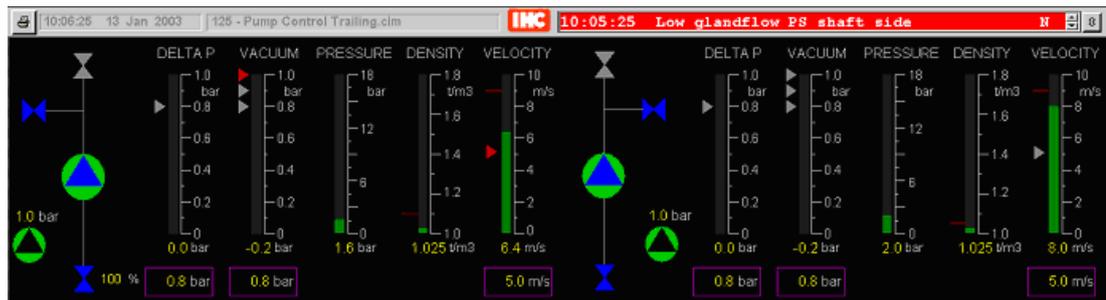


### 3.1 SENSORES

#### -Sensores Sistema STPM



#### -Sensores IMC en tubo de Dragado y línea de descarga



Un Sensor DeltaP

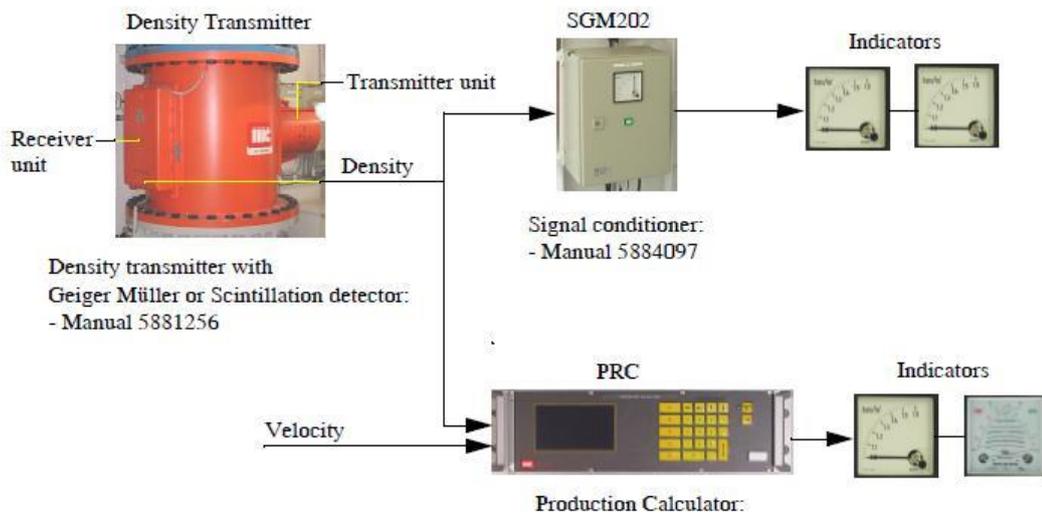
Dos Sensores de vacío.

Dos Sensores de presión.

Dos sensores de presión en línea de descarga de las bombas Jet

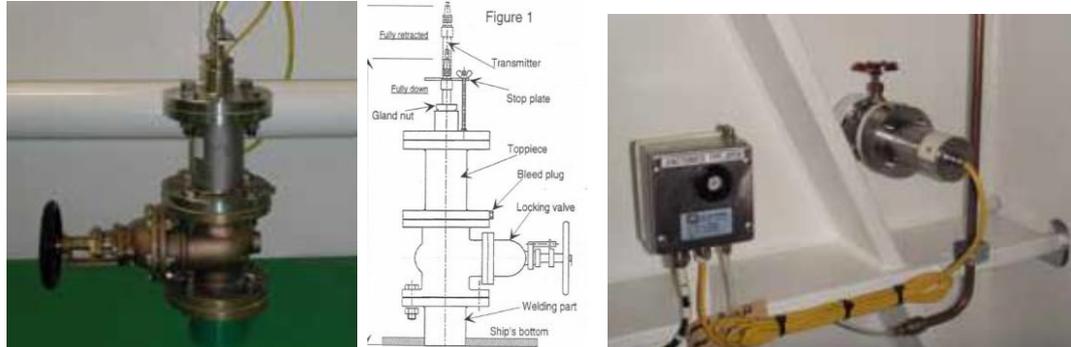
Dos sensores de vacío en línea de succión de las bombas Jet

-Sensores de Velocidad / Densidad de carga:

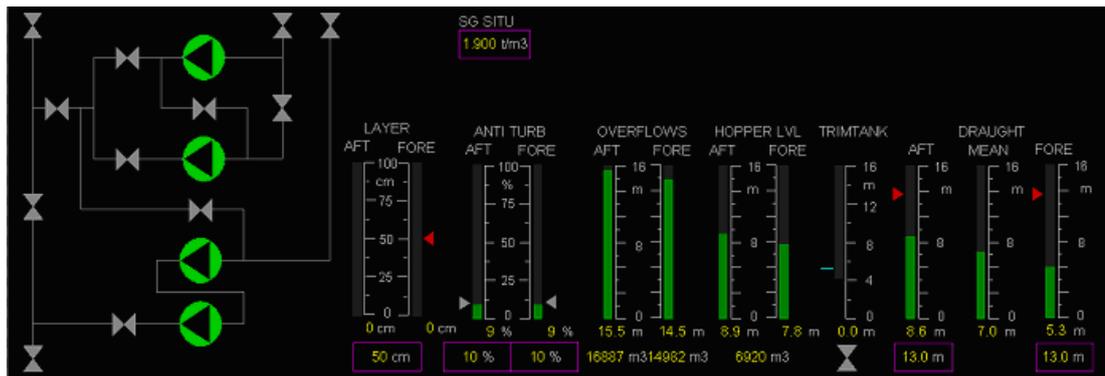


**-Sensores de Carga/Calado/Desplazamiento/Asiento y Escora**

Dos Transducers eléctricos de presión con sensor cerámico

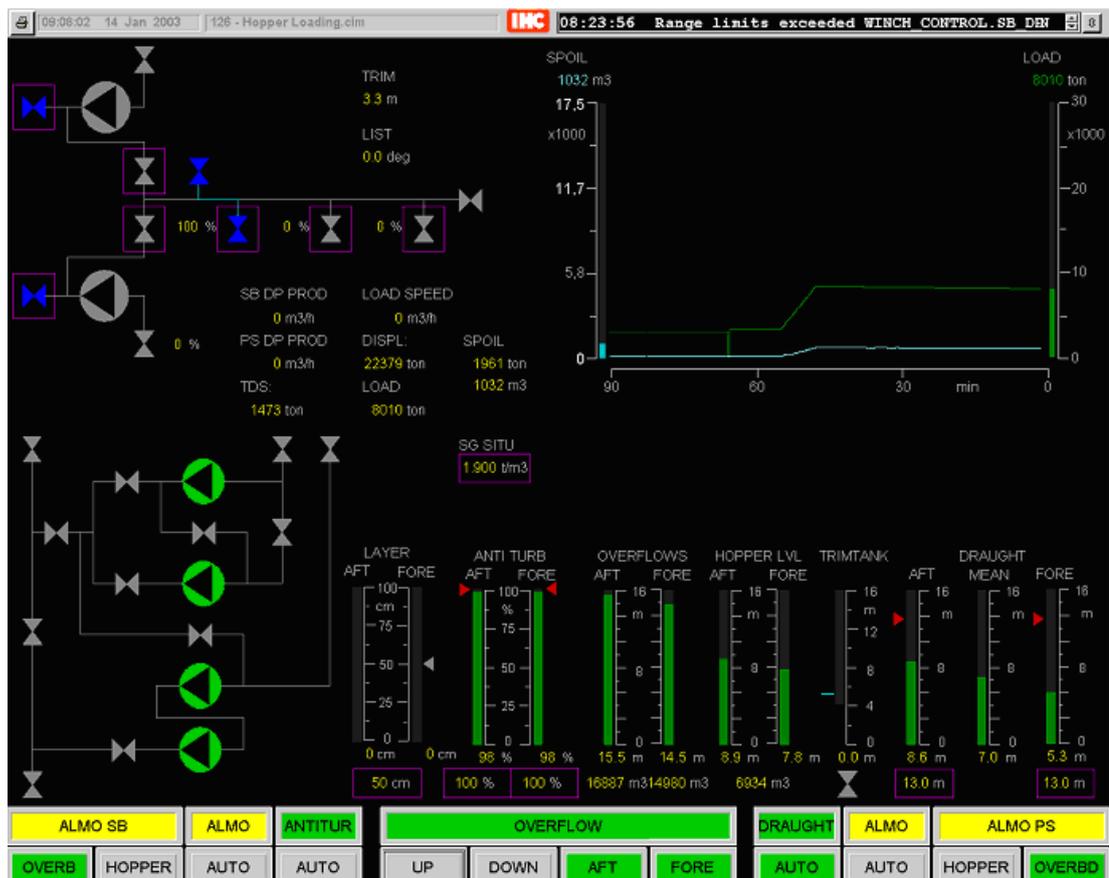


Dos Transducers de acero inoxidable con plataforma de gravedad estabilizada de medición inductiva de inclinado para el calculo del Asiento y Escora



**-Pinguers.**

Cuatro transducers con carcasa de acero inoxidable y sensor ultrasónico de poliuretano



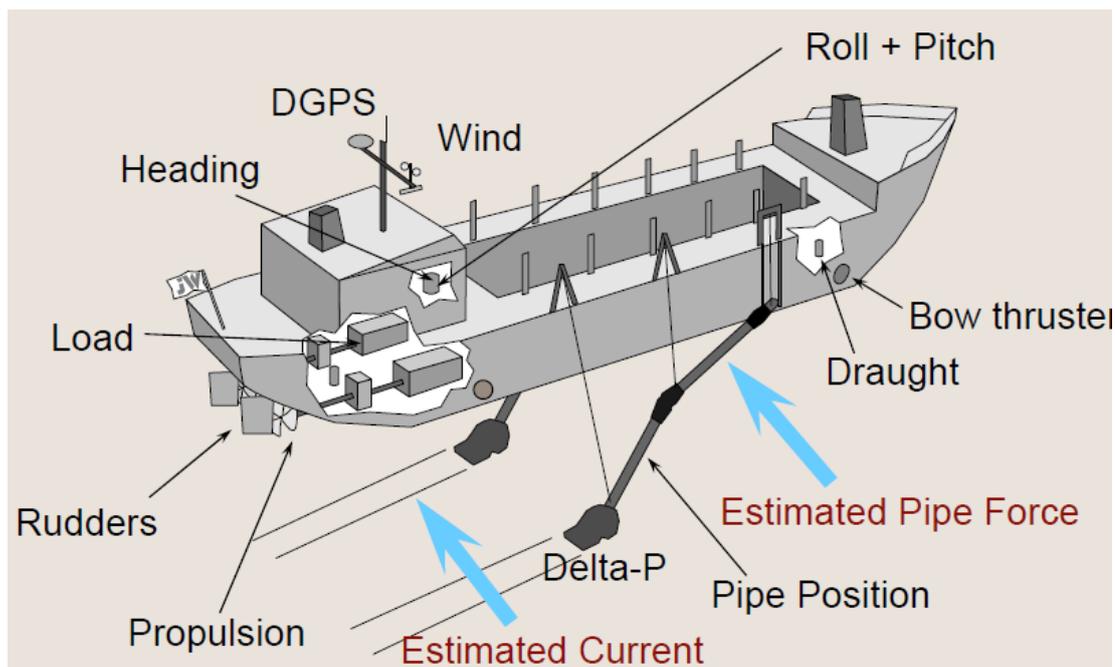
#### 4.0 SISTEMA DP / DT

Sistema DP/DT IHC Clase1 cuyo PLC controla las salidas al timón, la propulsión principal y la hélice de proa.



El sistema DP/DT se interconecta con el IMC con sistemas de red independientes.

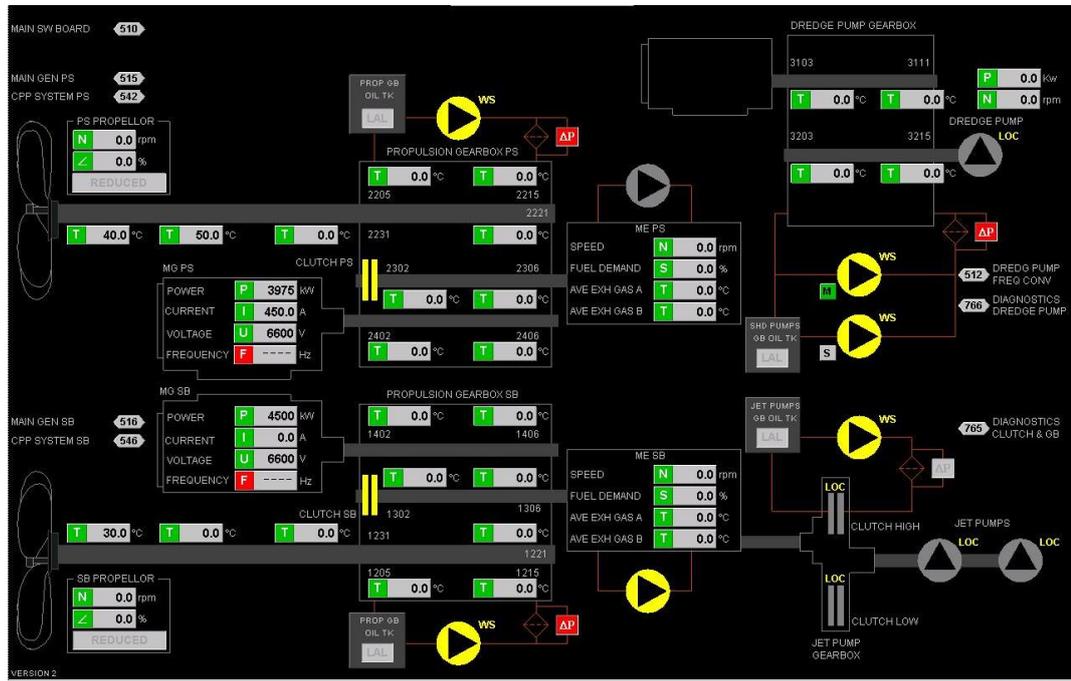




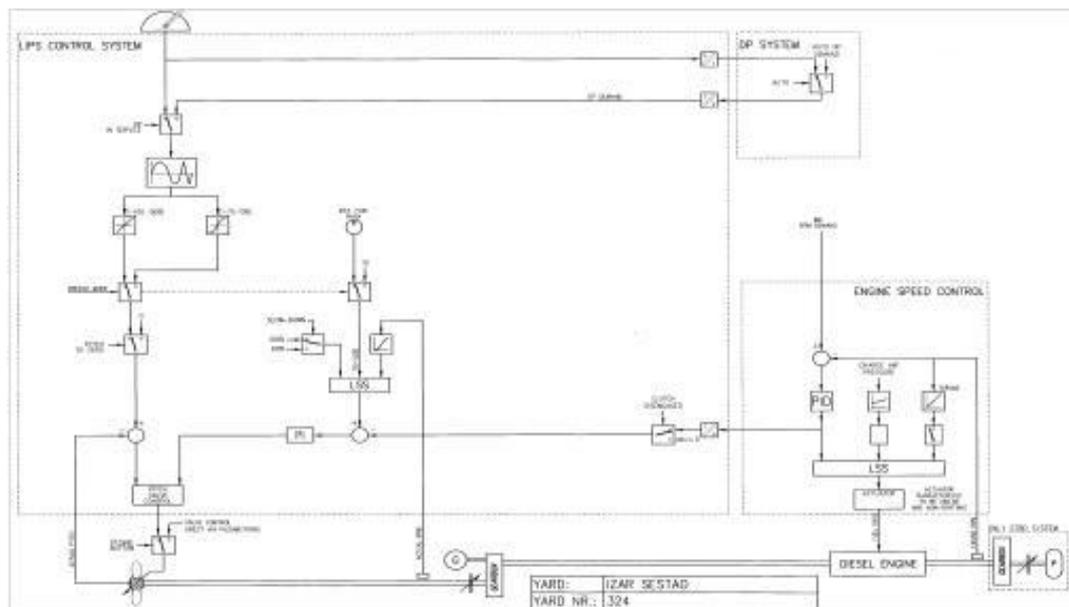
El sistema de propulsión está compuesto por dos hélices en tobera de cuatro palas de paso variable y dos timones articulados.



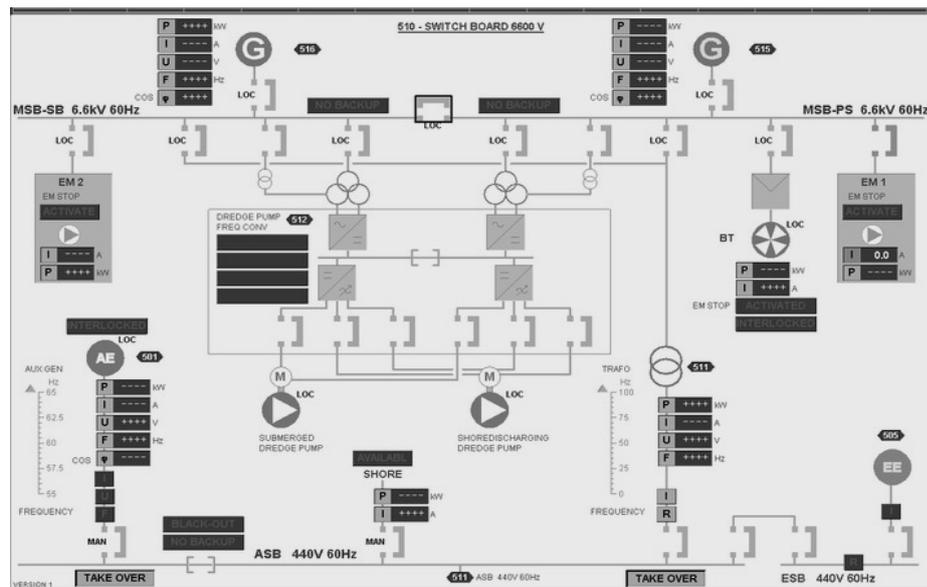
**4.1 INSTALACION DE MAQUINAS EN SISTEMA DPDT**



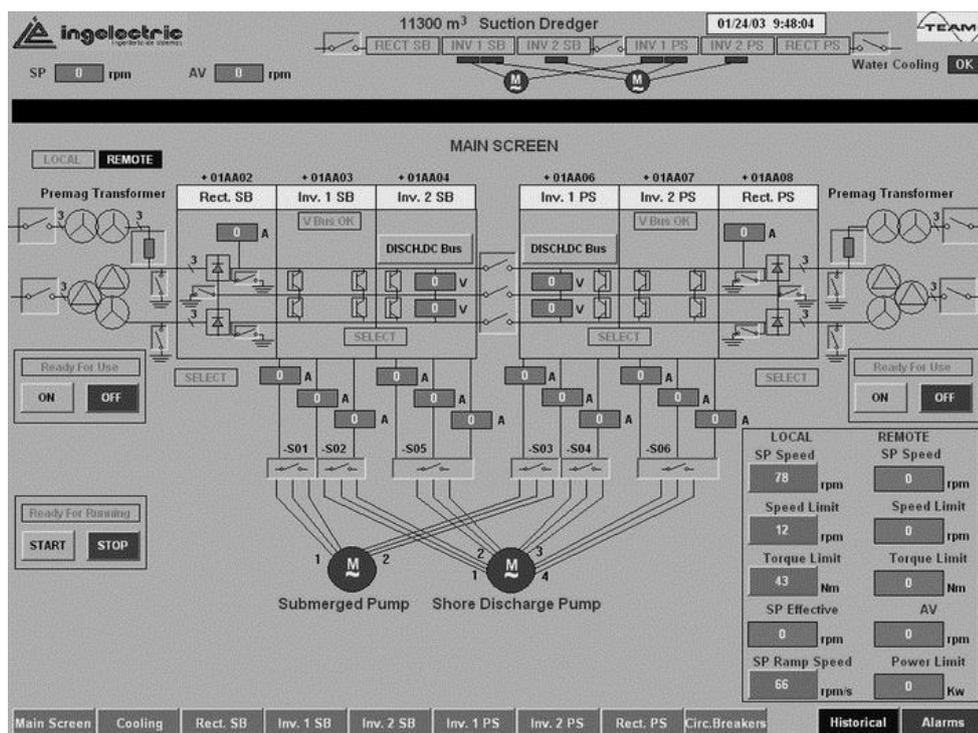
Los dos motores principales pueden funcionar a velocidad constante en modo navegación y dragado (750 rpm).



## 4.2 PLANTA ELECTRICA SISTEMA DPDT

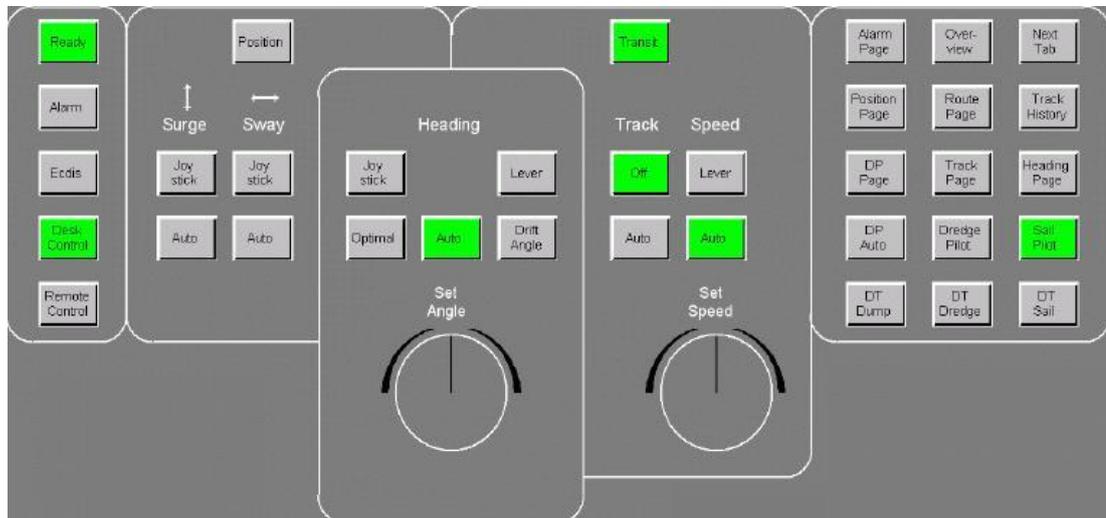


Dos generadores de cola que suministran una potencia de 6750 kVA a una frecuencia constante de 60 Hz a sus respectivas centralitas.



### 5.0 PANEL DP/DT

Todas las operaciones de dragado y navegación del sistema IHC- DPDT son seleccionadas desde este panel.



El sistema cuenta con una pantalla LCD de 10' desde donde se monitoriza todo el sistema integrado con pantallas específicas para cada modo operativo.



### 5.1 MODOS OPERACIONALES SISTEMA DP

- **Sail Pilot** (Piloto automático de alta velocidad)



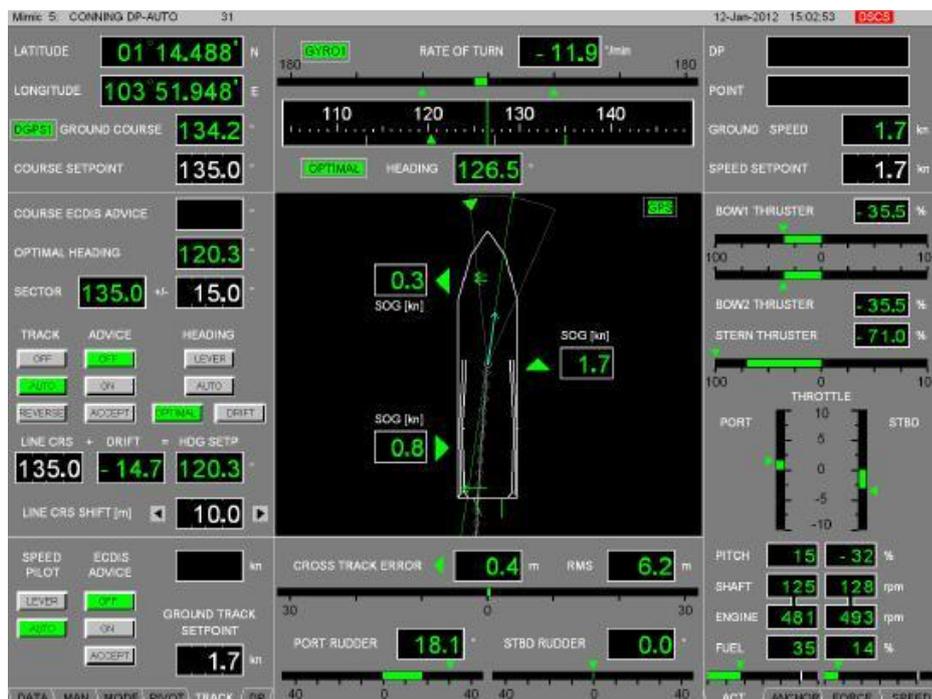
- **Dredge Pilot** (Piloto automático con compensación de la fuerza de dragado)



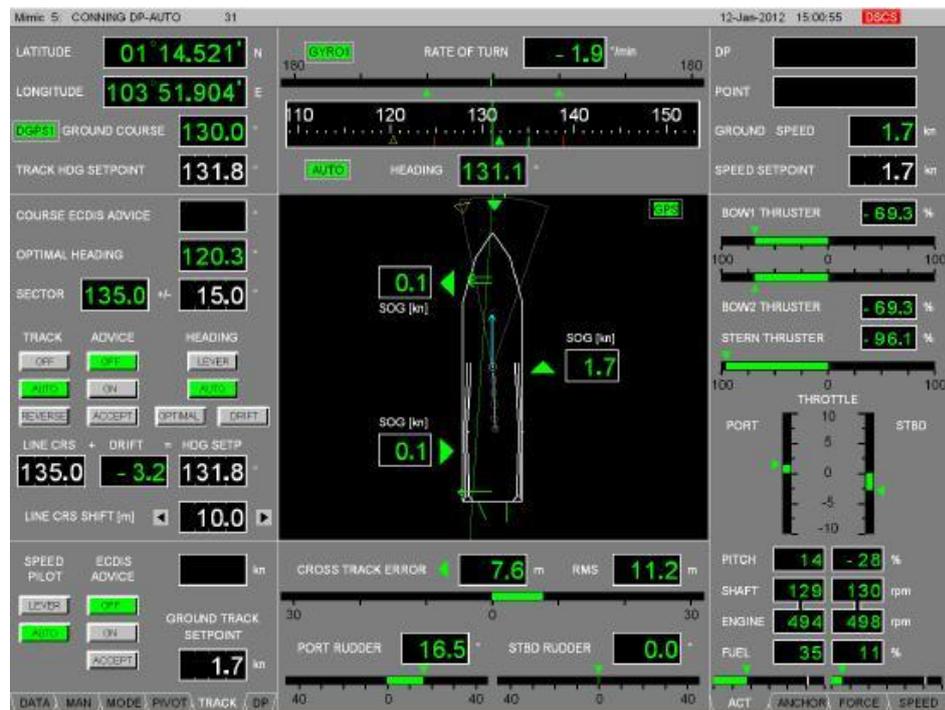
- DT -Sail (Adaptive High Speed Track Pilot)



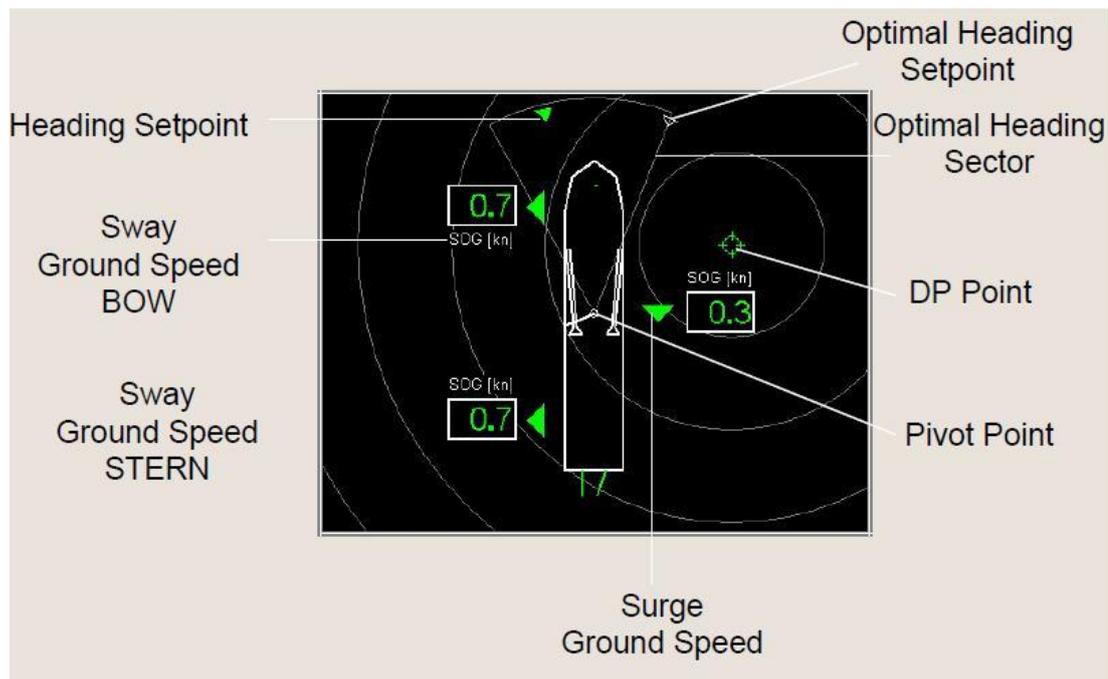
- DT- Dredge (Track pilot con la compensación de la fuerza de dragado)



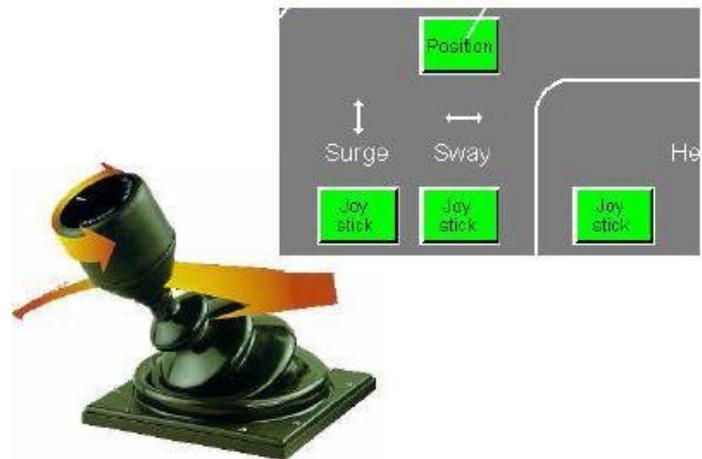
- **DT- Slow** (piloto de pista con rumbo seleccionable)



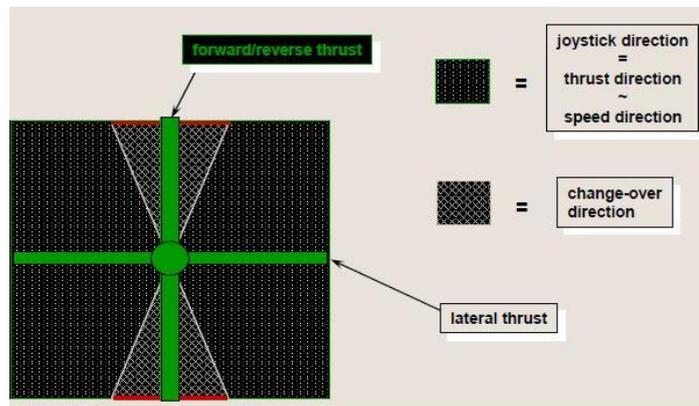
- **DP- Auto** (posicionamiento dinámico)



- DP Joystick (Manual de control de posición)

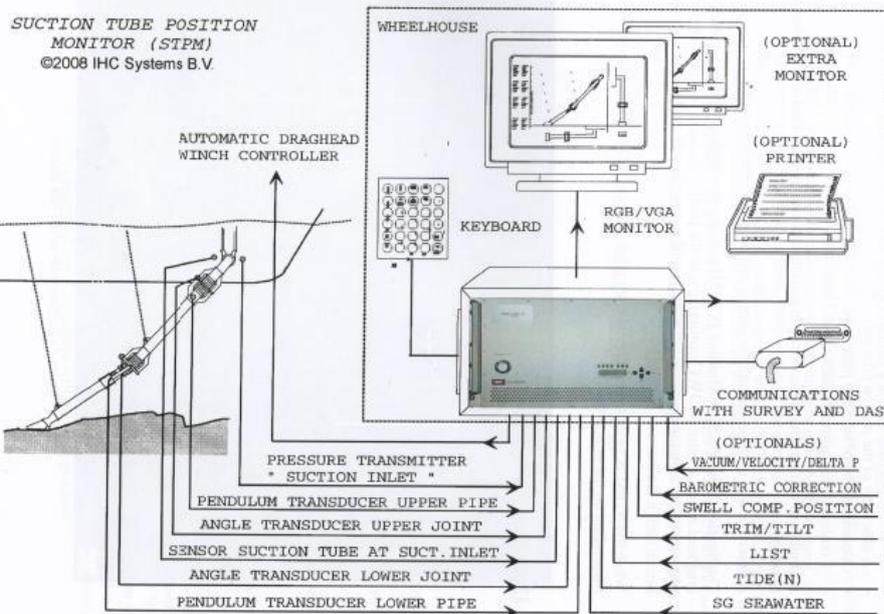


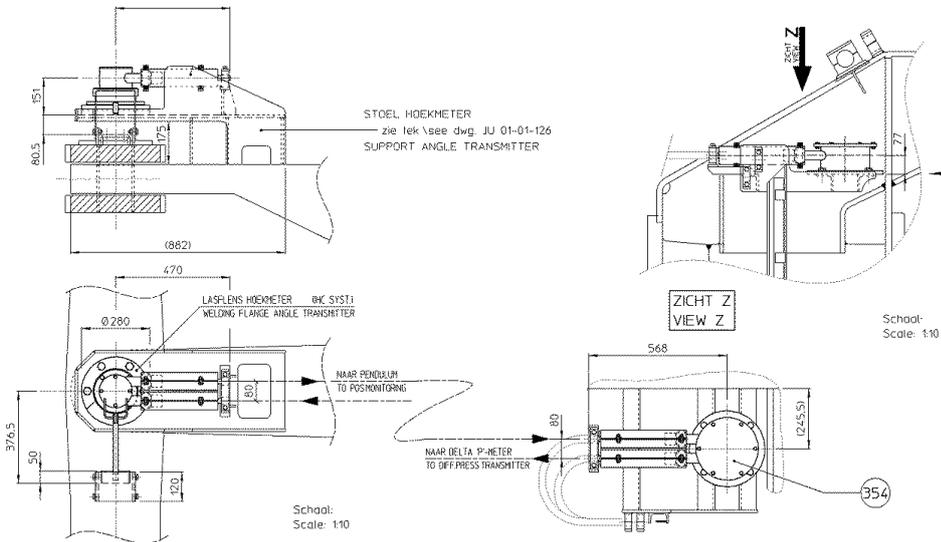
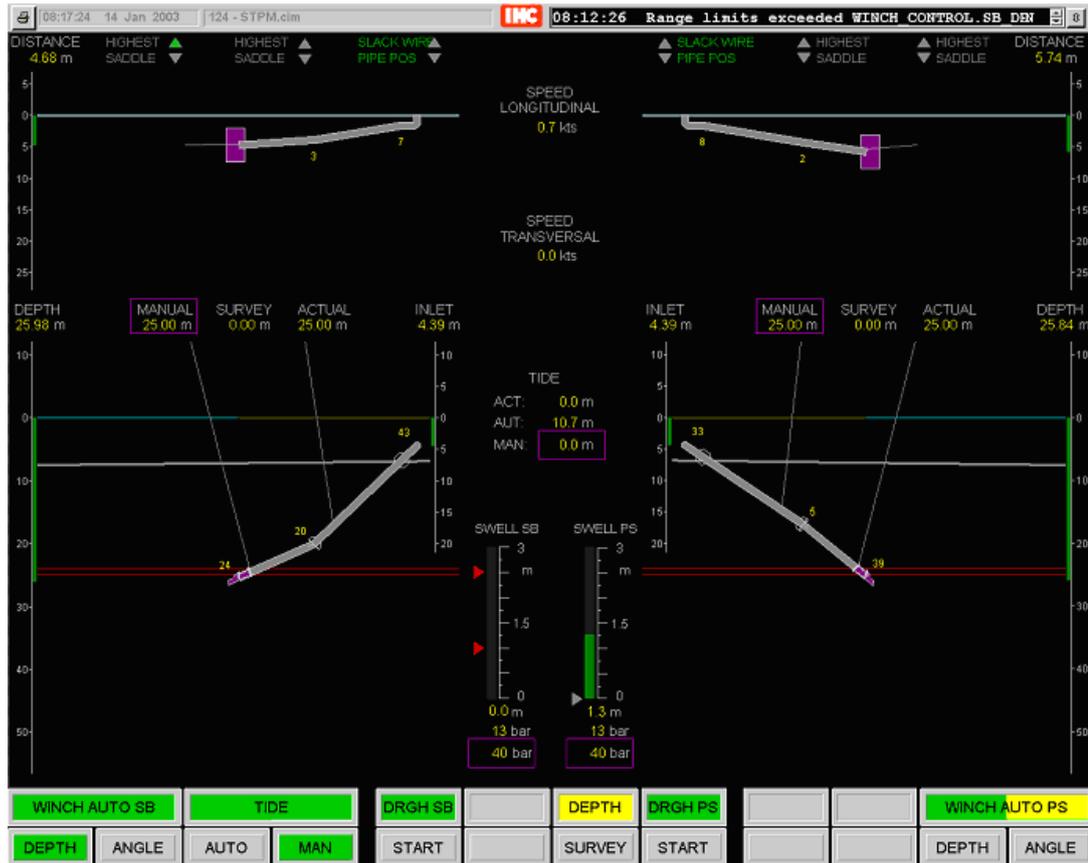
- DP Joystick remoto



## 6.0 SISTEMA STPM

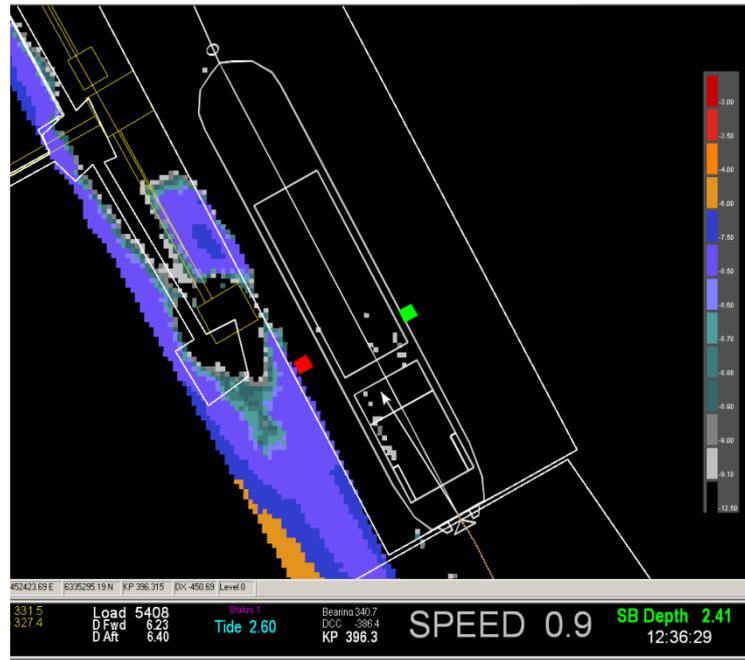
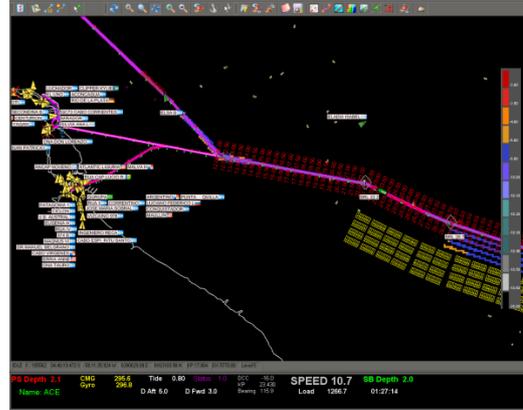
Sistema ligado al sistema DP/DT, IMC y Survey, encargado de monitorear la posición exacta tanto del tubo de dragado con relación al casco, como de la profundidad del cabezal.





### 7.0 SISTEMA DE DRAGADO QUINSY

Programa modular con una serie de aplicaciones conectadas entre sí en comunicación directa con los sistemas informáticos de dragado a bordo.





## 2. CALCULOS

## 8.0 ETAPAS EN PROYECTOS DE DRAGADO

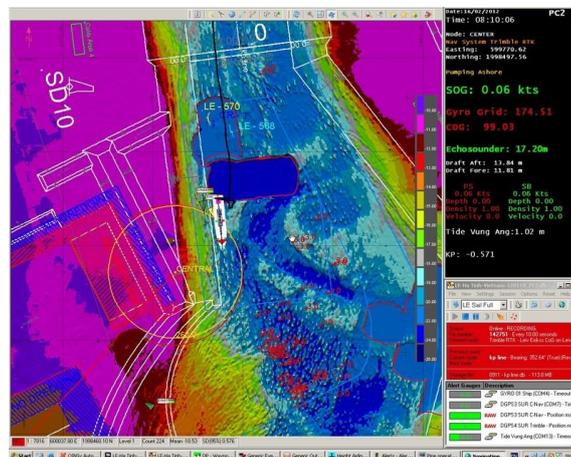
### Primera etapa

Recopilación de información llevando a cabo un levantamiento hidrográfico para establecer la cantidad de sedimento a eliminar.



### Segunda etapa

La segunda etapa se basa en la planificación y fijación de precios y periodos de ejecución de las obras.



### Tercera etapa

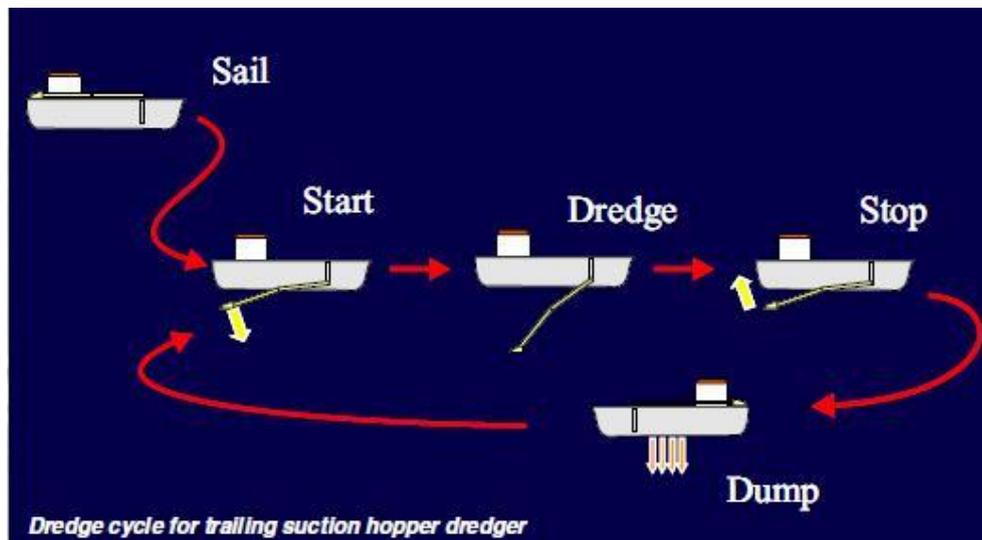
La tercera etapa consiste en llevar a cabo y supervisar las obras

### Cuarta etapa

En la etapa final se realiza una batimetría con presencia del delegado del contratista Para comprobar la ejecución del proyecto completo acorde con lo pactado.

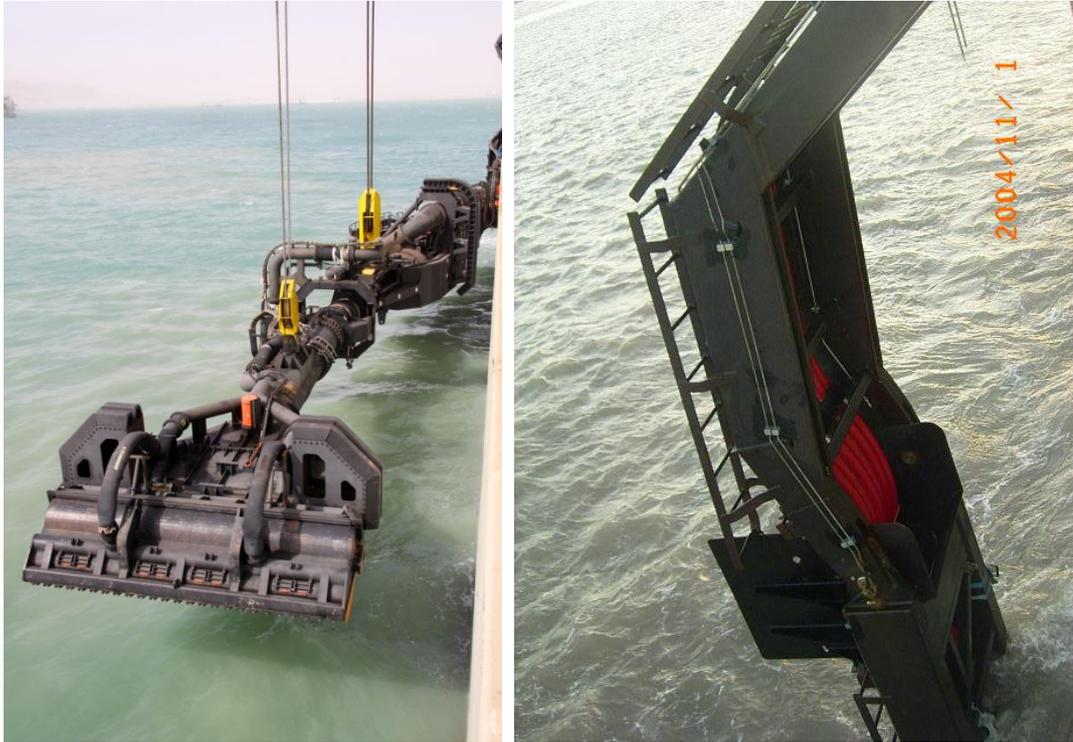
## 10.0 TECNICA Y CICLOS DE DRAGADO

Se puede resumir en extraer el material diluido por bombeo. La bomba sumergible aspira el material a través del tubo de succión mientras el cabezal se desplaza por el lecho acompañando la navegación de la draga.



## 10.1 CICLO DE TRABAJO

Moderado a 5 nudos, y a una distancia de cinco esloras, el tubo es arriado a la posición punto 0, momento en que el sistema IMC pondrá en funcionamiento un sello neumático para garantizar le estanqueidad.



Una vez en dicha posición el skiper seleccionará el modo de dragado en la consola del sistema DP.



Próximo a la zona de dragado se reduce la velocidad hasta 3 nudos, se pone en marcha la bomba sumergible y sistema de chorro, se arrían los pescantes del cabezal e intermedio hasta una profundidad 4 ó 5 metros por encima de la cota de dragado.



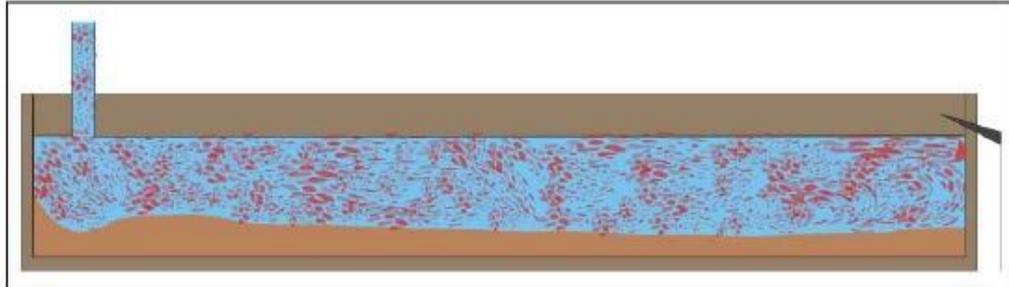
En este momento todo está preparado para iniciar la operativa de dragado.



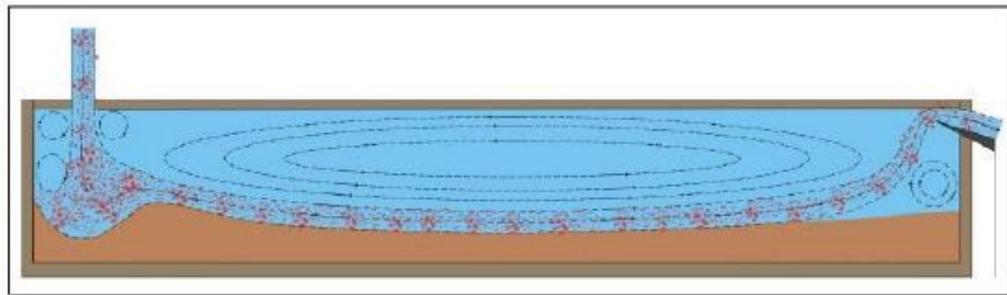
A partir de este momento, todo el proceso se monitorea desde el puente,( consola de dragado y navegación) .

### 10.1.1 CICLO DE CARGA

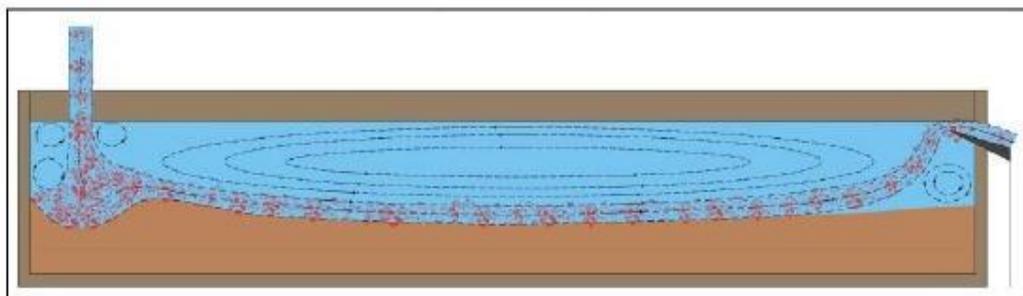
Comienza el dragado y la cántara se empieza a llenar con mezcla hasta el límite del rebose.



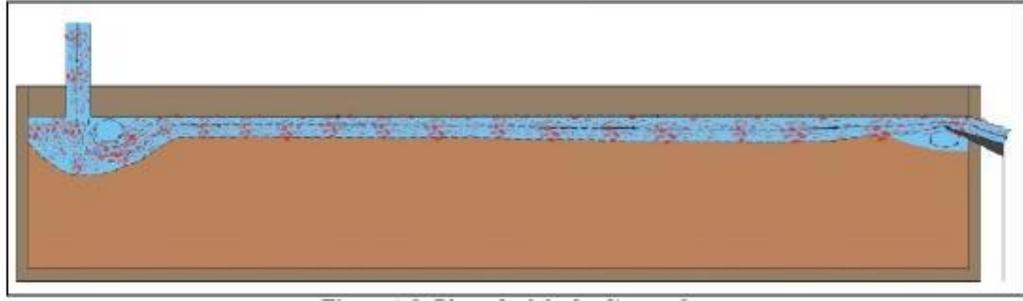
Se continúa la carga con pérdidas mínimas por el rebose. Durante esta fase un porcentaje de los granos se asientan en la cántara.



Se alcanza el máximo calado (sistema CTS – Tonelaje Constante). Desde este momento en adelante, se baja el rebose telescópico.



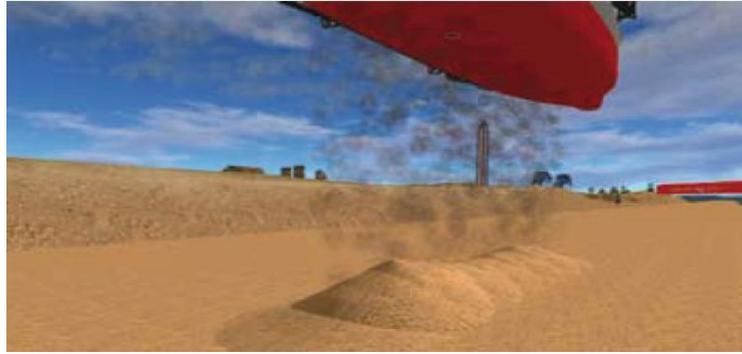
Los sedimentos de la cántara aumentan, se incrementa la velocidad de flujo sobre los sedimentos dando lugar a un proceso de socavación.



El agua sobrante fluye por el rebose. El rebose se va bajando hasta alcanzar el nivel del material asentado de manera que el agua sobrante vaya descargándose.

### 10.1.2 CICLO DE DESCARGA

La primera forma es mediante compuertas de fondo que pueden ser deslizables o de apertura hacia abajo.



Una segunda opción de descarga, es la de bombeo a distancia por conexión de proa





La descarga se realiza en tres fases, el primer paso es a menudo llamado "la descarga a granel", con la máxima densidad.



La tercera opción es la conocida como “rainbowing.



## 11.0 CLASIFICACION DE LAS OBRAS DE DRAGADO

### 11.1 Según el objetivo o destino del dragado:

#### **Dragado de mantenimiento.**

Remover el sedimento necesario para garantizar una profundidad en canales de acceso, ríos puertos y esclusas.



### Infraestructuras portuarias



### Reclamación de tierra



## Relleno de playas



## Protección contra inundaciones



## Servicios Off-Shore



### 11.2 Según el emplazamiento:

Las condiciones en que se desarrollan las obras de dragado son también muy distintas en función del emplazamiento de la obra respecto a la línea de costa.



### 11.3 Según las características del terreno:

#### **Suelos no cohesivos**

Los ensayos para caracterizar este tipo de suelos son los análisis granulométricos y los ensayos de penetración estándar .



#### **Suelos cohesivos**

Los parámetros utilizados son la compresibilidad, la cohesión interna y el grado de adhesión a otros materiales o superficies.

#### **Suelos coherentes.**

##### **Los fangos.**

Formados por minerales arcillosos en proporciones variables, un poco de cuarzo y granos de mica muy finos.

### Silts.

Compuestas en mayor parte por minerales arcillosos, tienen una estructura mucho más compacta que los fangos.

### Margas.

Abundancia de carbonato de calcio (caliza)

### Rocas

Las propiedades básicas para caracterizar su dragabilidad son la resistencia a compresión simple, la fracturación, el grado de meteorización y la abrasividad.



## **12.0 EL DRAGADO Y SU RELACIÓN CON EL MEDIO AMBIENTE.**

### **Los materiales dragados contaminados.**

La mayoría de los efectos ambientales negativos producidos por los dragados tienen carácter transitorio al estar relacionados con la ejecución de las obras .

### **Las sustancias contaminantes.**

- 1) Metales: Mercurio, Cadmio, Plomo, etc.
- 2) Micro contaminantes orgánicos.
- 3) Petróleos.
- 4) Nutrientes compuestos de fósforo y nitrógeno.
- 5) Microorganismos patógenos
- 6) Sustancias radioactivas.

### **Toxicidad.**

Conjunto de características relacionadas con las alteraciones de la salud que producen en el ser humano o en los seres vivos del medio marino

### **Persistencia.**

Este concepto está estrechamente relacionado con la degradabilidad de la sustancia en cuestión.

### **Bioacumulación.**

Se incluyen en estos términos dos conceptos diferentes aunque estrechamente relacionados: la bioconcentración y la biomagnificación.