

ESCUELA DE GRADUADOS EN INGENIERIA PORTUARIA

CATEDRA
INGENIERIA DE DRAGADO

PROFESOR TITULAR
ING. RAUL S. ESCALANTE

Abril 2017

TEMA 8

DRAGA TIPO RETROEXCAVADORA

ÍNDICE

8	<u>DRAGA CON RETROEXCAVADORA HIDRÁULICA</u>
8.1	CONSIDERACIONES GENERALES
8.2	CLASIFICACIÓN DE LA DRAGA TIPO RETROEXCAVADORA
8.3	VENTAJAS
8.4	DESVENTAJAS
8.4.1	<u>Precisión</u>
8.5	MÉTODO DE OPERACIÓN
8.5.1	<u>Producción Backacter 1000</u>
8.5.2	<u>Llenado del balde</u>
8.6	CICLO DE PRODUCCIÓN
8.6.1	<u>Llenado del balde</u>
8.7	AUTOMATIZACIÓN
8.8	FACTORES LÍMITES
8.9	EQUIPAMIENTO AUXILIAR
8.10	ASPECTOS DE SEGURIDAD
8.11	MATERIALES QUE DRAGA
8.12	CAMPOS DE APLICACIÓN
8.13	EJEMPLOS DE DRAGA TIPO RETROEXCAVADORA
8.13.1	<u>Draga Big Boss</u>
8.13.2	<u>Draga VOW 703</u>
8.13.3	<u>Nuevas dragas</u>
8.10.3.1	“Il Principe”
8.10.3.2	Draga “Backacter”
8.11	ASTILLEROS
8.12	EJEMPLOS DE DRAGADO CON DRAGAS TIPO RETROEXCAVADORA
8.12.1	<u>Port Sudan - Sudan</u>
8.13	BIBLIOGRAFÍA

INDICE DE FIGURAS

Figura 8.1	Características generales
Figura 8.2	Draga con el brazo recogido y empujada por un remolcador
Figura 8.3	Draga “Ijzeren Hein”
Figura 8.4 (a)	Operación de dragado
Figura 8.4 (b)	Draga tipo retro en operación
Figura 8.5	Vista de la pantalla del monitor (XPM)
Figura 8.6	Posición de sensores
Figura 8.7	Draga con barcaza tipo Split
Figura 8.8	Aptitud de dragado
Figura 8.9	Draga “Big Boss”
Figura 8.10	Características Draga “Big Boss”
Figura 8.11	“Big Boss” – Envoltente del movimiento del brazo
Figura 8.12	Draga VOW 703
Figura 8.13	Características de la draga VOW 703
Figura 8.14	Envoltente de movimientos
Figura 8.15	Draga equipada con pulpo

Figura 8.16	Draga “Il Principe”
Figura 8.17	Draga Backacter 1100
Figura 8.18	Draga Vitruvius Backacter 1100 de JDN
Figura 8.19	Balde de 40 m ³ en acción
Figura 8.20	La barcaza se llena rápidamente
Figura 8.21	Vista del operador de la draga
Figura 8.22	Ubicación de Port Sudán en el Mar Rojo
Figura 8.23	Perfil de playa
Figura 8.24	Bloques de coral de hasta 2 m excavados por la retro

INDICE DE TABLAS

Tabla 8.1	Clasificación de las dragas tipo retro
Tabla 8.2	Llenado del balde
Tabla 8.3	Características de la draga Jerommeke

8.1 CONSIDERACIONES GENERALES

Una draga tipo retroexcavadora es un equipo hidráulico con un balde colocado en el extremo de un brazo articulado de dos miembros montada sobre un pontón que usualmente tiene una mesa giratoria. En inglés se denomina “backhoe dredge” y en la documentación técnica se la suele denominar como BHD.

Además de las referencias indicadas en la bibliografía, una publicación reciente sobre el tema que se sugiere consultar es “Facts about backhoe dredgers” IADC (2014)

Desde que este tipo de equipos fue desarrollado alrededor de 1970 desempeñó un papel importante en proyectos marítimos y de dragado particularmente cuando se encontraban materiales difíciles de remover como roca o arcillas duras. Hay países como Estados Unidos, Australia, Suecia y Finlandia donde estos equipos constituyen la espina dorsal de la flota de dragado de apertura (Visser 2006). Una revisión de los registros de buques de las últimas décadas muestra que el número de dragas tipo retroexcavadora disponible está aumentando de manera significativa y en términos de flota total de dragado este tipo de dragas está creciendo en popularidad.

Este equipo ha evolucionado a partir de la retroexcavadora terrestre con las ventajas y desventajas que ello implica. La draga debe estar montada de manera segura sobre un pontón de manera que pueda absorber el impacto de las fuerzas durante el proceso de excavación. Posee tres pilones que sirven para realizar el posicionamiento del pontón y para elevarlo ligeramente.

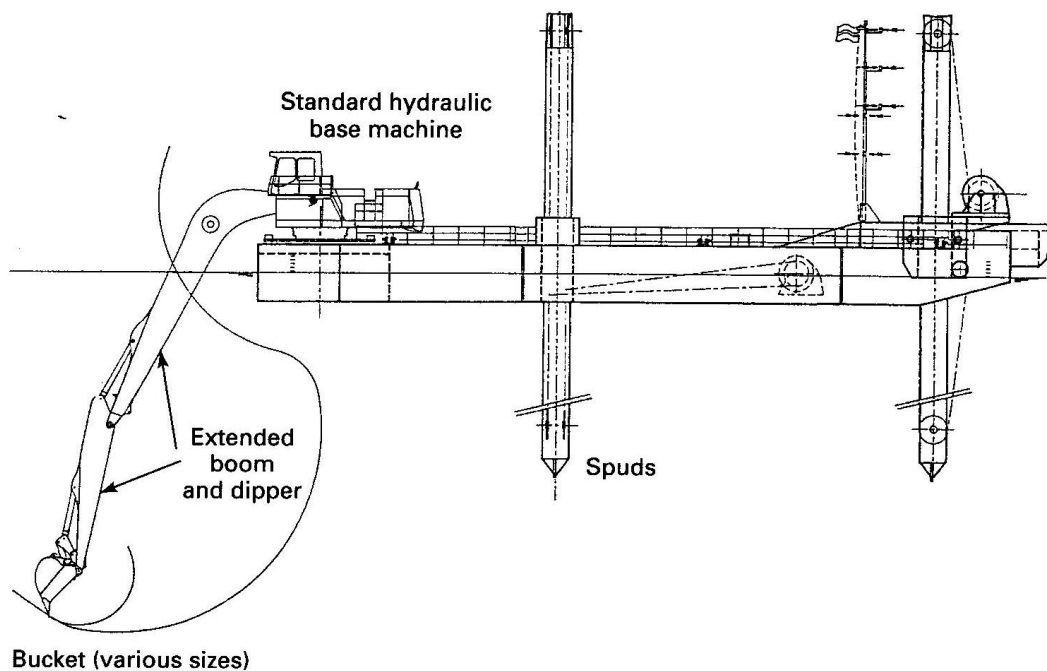


Figura 8.1 – Características generales

8.2 CLASIFICACION DE LA DRAGA RETROEXCAVADORA

Las dragas tipo retroexcavadora se presentan en un gran rango de tamaños. Los equipos se suelen clasificar por una serie de características que de alguna manera están asociadas entre ellas. Los principales aspectos a considerar son: eslora, calado, profundidad de dragado potencial, tamaño del balde y potencia total instalada.

En la Tabla 8.1 se presentan valores indicativos de los diferentes parámetros indicados en función de una clasificación usual de las dragas en pequeñas, medianas, grandes y mega.

	Pequeñas	Medianas	Grandes	Mega
Eslora (m)	25 - 35	30 - 50	45 - 60	> 70
Calado (m)	1,5	2	3	3,5
Profundidad de dragado potencial (m)	10	20	24	35
Tamaño del balde (m3)	1,5	2,5	15	40
Potencia instalada (Kw)	200 - 500	500 - 950	1000 - 2000	2000 - 4000

Tabla 8.1 – Clasificación de las dragas tipo retroexcavadora

El principal aspecto a considerar es la capacidad del balde del balde que puede tener entre 1 y 20 m³ con la mayoría en el orden de los 2-3 m³. En la actualidad hay algunas dragas que se ofrecen con baldes de 25 m³ y 40 m³ (www.shipyarddedonge.nl)

El tamaño del balde a utilizar depende del material y la profundidad máxima de dragado. Para dragar materiales duros a gran profundidad se utilizan baldes de menor tamaño. La profundidad de dragado mínima está en el orden de los 4 m y la máxima para los equipos comunes en el orden de los 24 m. El caso de nuevas dragas el rango máximo cubre desde una profundidad de -33 m con una descarga hasta + 7m



Figura 8.2 – Draga con el brazo recogido y empujada por un remolcador

El pontón presenta una forma redondeada por proa a los efectos de facilitar la operación del brazo de la draga

Por sus características es un equipo de dragado que puede implementarse con relativa facilidad para dar soluciones rápidas a problemas de poca envergadura



Figura 8.3 - Draga "Ijzeren Hein"

8.2 VENTAJAS

Las ventajas de la draga tipo retroexcavadora son:

- la habilidad de dragar un amplio rango de materiales, incluyendo aquellos que contienen cantos rodados o materiales de descarte; materiales difíciles como arcillas duras o rocas
- la posibilidad de trabajar en espacios confinados
- el control preciso de posición y profundidad
- la ausencia de anclas y cables, con lo que se evita obstruir la navegación
- mínima perturbación y dilución del material
- un ciclo de dragado más rápido que el ciclo de la draga de cuchara
- La operación requiere una sola persona en la cabina, teniendo una tripulación total de 2 o 3 para colaborar en el movimiento del pontón y su mantenimiento
- Al ser un equipo de origen terrestre muchos componentes son de producción en serie con menores costos de capital. Este aspecto que es válido para los equipos hasta un determinado tamaño puede ser una

desventaja para los equipos más grandes. Este tema se desarrolla en Nuevas dragas

8.3 DESVENTAJAS

Algunas desventajas que presenta la draga tipo retroexcavadora son:

- bajo nivel de producción
- la finalización del nivel de dragado depende de la habilidad del operador. En este caso los sistemas de automatización tipo XPM (Monitor de producción) mejoran sensiblemente este aspecto
- la complejidad de la máquina requiere mucho mantenimiento y reparaciones que incrementa los tiempos muertos (downtime).

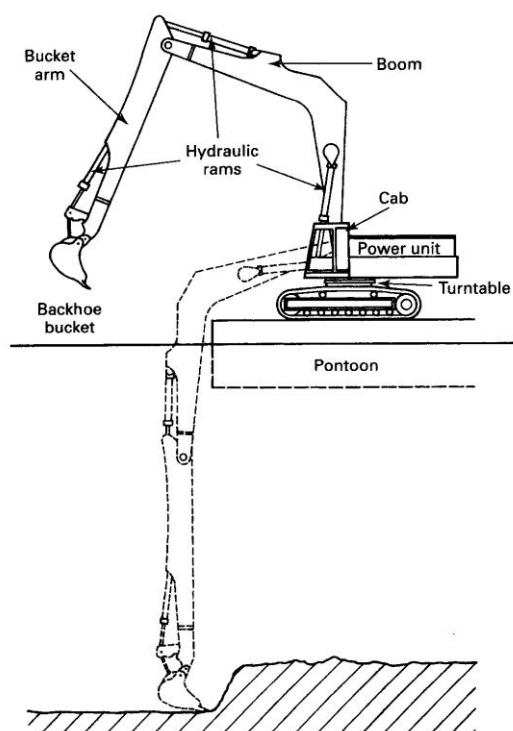


Figura 8.4 (a) – Operación de dragado

8.3.1 Precisión

La precisión de una draga tipo retro tradicional es mucho menor que la de una draga de cangilones debido a que el balde debe reposicionarse en cada ciclo. Es muy difícil hacer dragados de precisión sin equipos de monitoreo sofisticados. De todas maneras, estos equipos de monitoreo existen y en la actualidad se instalan en forma rutinaria en las dragas de mayor tamaño. Se puede llegar a lograr una precisión del orden de los 10 cm en el sentido vertical si bien a costa de una reducción de la productividad.

8.4 METODO DE OPERACIÓN

La draga tipo retroexcavadora se utiliza habitualmente para cargar una barcaza amarrada al costado del pontón. En ciertas oportunidades, como en el caso del dragado de trincheras, el material se deposita al costado de la zanja. Como el material no se puede colocar demasiado lejos hay que tener cuidado que el material dragado no reingrese a la zanja.

A los efectos de asegurar la estabilidad y contrarrestar las importantes fuerzas producidas por la excavación el pontón se ancla y su posición se mantiene con tres pilones. Dos pilones están fijos en la parte delantera del pontón cerca de la retro y el tercer pilón, móvil, en la popa.

En las dragas pequeñas el movimiento de avance del pontón se realiza habitualmente con ayuda del brazo de la retro. Antes de realizar el movimiento se baja el balde hasta el fondo y se elevan los dos pilones centrales. El pilón de popa puede estar montado sobre un carro de avance como los que se describen para las dragas de cortador (Capítulo 14) o puede ser basculante, se mantiene en el fondo para mantener centrado el pontón en el eje del recorrido. Se realiza entonces el avance del pontón de acuerdo a las posibilidades que se dispongan: mediante la fuerza del brazo, con el avance del carro del pilón, o con el movimiento del pilón basculante.



Figura 8.4 (b) – Draga tipo retro en operación

Para el caso de disponer de carro de avance en el pilón de popa, para realizar el movimiento el pilón de popa se eleva y se mueve hacia atrás hasta la nueva posición. Luego se elevan los pilones delanteros. La draga se mueve hacia atrás tirando del pilón de popa mediante el carro de avance. En la nueva posición se hincan los pilones delanteros. Utilizando cables que pasan por encima de los pilones se eleva el pontón parcialmente por encima del agua con el objeto de hincar más los pilones. Con el pontón ligeramente elevado parte del peso de la draga se transfiere al fondo a través de los pilones teniendo como resultado un incremento del anclaje.

El pontón no se levanta por encima del nivel del agua. La superficie del pontón está a un metro más o menos sobre el nivel del agua, pero el calado es de unos tres metros y medio. Por eso cuando la profundidad de la zona a dragar es menor a 3.5 o 4m no se puede avanzar hacia atrás como sería lo ideal, sino que el avance es hacia adelante mucho más lento.

La fuerza disponible disminuye a medida que aumenta la profundidad, lo mismo que el peso máximo que puede manejarse. Por ello, para trabajar en mayores profundidades se utilizan baldes de menor tamaño.

En muchas de las dragas actuales, en la cabina del operador hay un mímico que ayuda a la operación con precisión tal como se describe en el parágrafo 8.6 Automatización.

8.5 CICLO DE PRODUCCIÓN

El ciclo de producción está compuesto por el ciclo principal en conjunto con los sub-ciclos de movimiento del pontón y de cambio de barcazas.

Ciclo principal

Giro al punto de dragado

Bajar balde: depende de la profundidad de agua y la velocidad del sistema hidráulico

Llenar el balde: depende de la resistencia a la penetración del material. Ver 8.5.1

Elevar el balde:

Giro al punto de descarga

Descarga: puede extenderse con materiales cohesivos pegajosos

Sub-ciclo de movimiento del pontón

Sub-ciclo de cambio de barcazas

Cuando se dragan suelos blandos como arena suelta, limos y arcillas blandas el volumen dragado en cada ciclo depende del volumen del balde. En esos casos la producción diaria se puede calcular mediante la siguiente fórmula:

Producción diaria (m³/día) = [(capacidad del balde (m³) x porcentaje de llenado)/factor de esponjamiento] x ciclo (movimientos/hora) x factor de rendimiento x nro. de horas efectivas/día

Para materiales duros el factor decisivo para calcular la producción es la fuerza disponible en los cilindros comparada con la capacidad del suelo.

La producción de la draga tipo retroexcavadora es limitada. Con los equipos más grandes de tipo terrestre se pueden lograr valores de hasta 1000 m³/hora (Bray, 2008). Este valor se puede incrementar con los equipos más modernos.

8.5.1 Producción Backacter 1000

Las características de esta draga se describen en 8.10.3.2 más abajo. De acuerdo a información suministrada por el Astillero Dedonge la producción de una BA1000 se puede calcular de acuerdo a las siguientes consideraciones:

Datos

Profundidad máxima de dragado:	18 m
Ciclo de dragado a 16 -18 m	máximo 60 seg
Tiempo efectivo de dragado por hora	45 minutos

Porcentaje de llenado del balde	90 %
Capacidad del balde – SAE	40 m ³

Producción estimada

Tiempo disponible por hora	45 minutos
Ciclo de dragado	60 seg
Número de ciclos por hora	(60 seg/h x 45 min)/60 seg/ciclo = 45 ciclos/hora
Producción	45 ciclos/h x 40 m ³ x 0,9 = 1500 a 1600 m ³ /h

Por turno de 12 hs se consideran 10 hs útiles
 $1,500 \text{ m}^3/\text{h} \times 10 \text{ hs} = 15,000 \text{ m}^3/\text{turno}$

Hay que ver si se trabaja un turno o dos

Para una semana de 7 días se consideran 6 días

Para lograr esta producción se deben cumplir las siguientes condiciones:

- Debe haber permanente una barcaza disponible para la carga del material dragado
- La draga debe contar con un buen operador
- Debe haber una capa suficiente de material a dragar
- El dragado que se efectúa no corresponde al dragado de una trinchera o a un perfilado del fondo
- La instrumentación de la draga funciona correctamente y tiene una precisión de +/- 5 cm

Asimismo, las condiciones ambientales que se presentan son:

- Corrientes < 6 nudos
- Viento < 7 – 8 Beaufort
- Altura de olas < 2,5 m

8.5.2 Llenado del balde

El tipo de suelo determina el grado de llenado del balde. Con suelos blandos y pegajosos el balde se llena con un copete mientras que en rocas el balde se llena parcialmente. Hay que tener en cuenta también el factor de esponjamiento. Ver *Tabla 8.2*

Tipo de suelo	Grado de llenado	Factor de esponjamiento
Arcilla blanda	1,5	1,1
Arcilla dura	1,1	1,3
Arenas y gravas	1	1,05
Roca bien volada	0,7	1,5
Roca no volada	0,5	1,7

Tabla 8.2 – Llenado del balde (Vlasblom, 2004)

Hay varias maneras de definir el volumen del balde

- Por el volumen de agua que puede contener el balde manteniendo el mismo en forma horizontal. Este es el volumen mínimo
- El volumen anterior más un volumen por encima (copete) calculado con taludes 1:1 se denomina volumen SAE
- Igual que en el caso precedente, pero calculando el volumen con taludes 1:2. Se denomina volumen CECE

En la Figura 8.18 se puede observar el copete en un balde al extraer el material

8.6 AUTOMATIZACION

En los últimos años el uso de las dragas tipo retroexcavadoras ha sufrido grandes cambios. Por un lado, mejores posibilidades técnicas han permitido realizar trabajos con mayor precisión y eficiencia aumentando su campo de actividades.

Acompañando este desarrollo determinadas empresas como IHC han desarrollado productos como el Monitor de Posición de Excavación (XPM) para facilitar el trabajo. Se recomienda consultar la página de IHC para ver las especificaciones técnicas y un demo de la operación del Monitor que es básicamente un mímico que permite saber la posición del brazo de la retro en relación al suelo en todo momento. Permite incluir la variación del nivel del agua y actualizar los niveles del suelo

Básicamente el sistema se basa en la medición de los parámetros necesarios para guiar todas las operaciones que debe realizar el operador. De alguna manera le sirve para “ver” como se está realizando la operación.

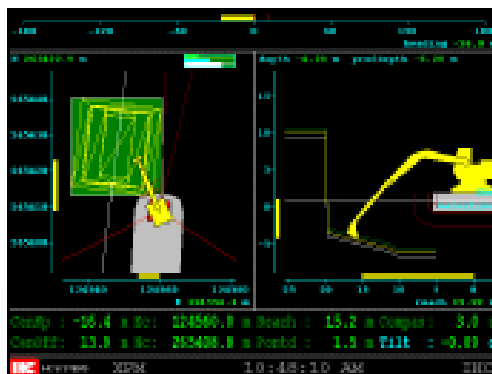


Figura 8.5 – Vista de la pantalla del monitor (XPM)

El sistema basado en una computadora sirve como un sistema universal de determinación de posición y permite una automatización total de la operación. En la Figura 8.6 se muestra la posición de los sensores para medir diferentes parámetros.

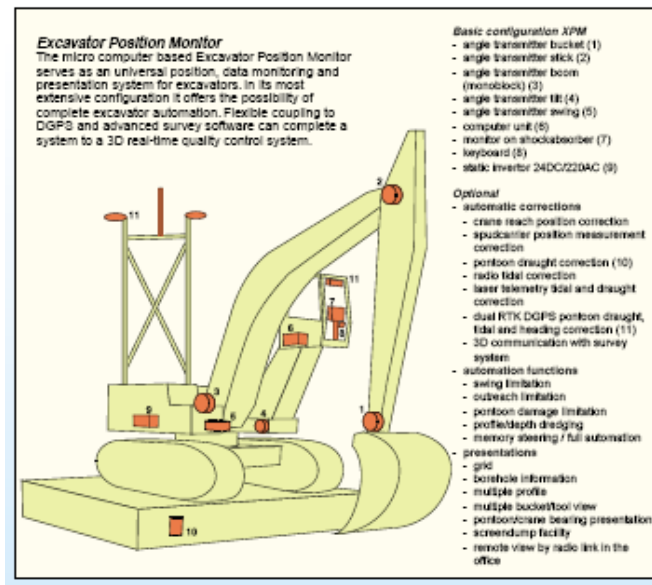


Figura 8.6 – Posición de sensores

En las actividades actuales de dragado este tipo de instrumentación es habitual ya que se traduce en grandes mejoras de eficiencia de las tareas de dragado. Por otra parte, requiere de operadores calificados.

8.7 FACTORES LIMITES

Los factores límites que se indican corresponden a dragas standard. Para las dragas Backacter se mencionan en el parágrafo 8.5.1

Mínima profundidad de agua: Limitado por el calado del pontón y de las barcasas de apoyo y por la maniobrabilidad del brazo. Se estima en 2 m

Máxima profundidad de agua: Las dragas standard pueden alcanzar profundidades de hasta 24 m. Dragas especiales pueden alcanzar profundidades mayores, del orden de los 33 m.

Máximo ancho de corte: Estará dado por el largo del brazo, la maniobrabilidad del mismo, y la configuración del pontón. Se estima el mismo en un valor cercano a los 25 m.

Mínimo ancho de corte: Dependerá del ancho del balde de dragado.

Altura de ola: Por la metodología de trabajo, y el método de fijación de este tipo de dragas, es posible trabajar con alturas de olas del orden de los 1.5 m. Al estar sujeta con pilones, la draga es relativamente independiente del comportamiento de olas y corrientes, las que afectan en mayor medida a las barcasas necesarias para el transporte del material.

Máximo swell: Estimado en 1 m. En general esta draga no es apta para ser utilizada bajo condiciones de mar abierto debido al ancho limitado del pontón.

Máxima corriente de través: Con las mismas consideraciones, se estima el valor en 2 nudos

Máxima compresión (roca intacta): 10 MPa

8.8 EQUIPAMIENTO AUXILIAR

Este tipo de dragas requiere poco equipamiento auxiliar:

- Barcasas que se colocan al lado de la draga. Ver Figura 8. 7

- Baldes de diferentes tamaños
- Chisel de percusión para romper rocas (<http://www.ihhydrohammer.com>)



Figura 8.7 – Draga con barcaza tipo Split

8.9 MATERIALES QUE DRAGA

La draga tipo retroexcavadora presenta la capacidad de dragar un amplio rango de materiales, incluso algunos tipos de rocas, como se detalla a continuación:

Rocas: puede dragar rocas sedimentarias blandas a medianas, rocas voladas, rocas fracturadas, rocas fragmentadas. En 8.12.1 se muestra un ejemplo donde puede dragar roca de coral con resistencia a la compresión no confinada entre 2 y 4 MPa. En la Figura 8.23 se muestra bloques de coral de hasta 2 m excavados con la retro

Cantos rodados: Muy adecuada sobre todo si los cantos rodados están enterrados en otros materiales y son grandes. El límite está dado por el tamaño del balde

Gravas: se pueden dragar con relativa facilidad

Arenas: no presentan problemas al dragar arenas. En materiales densos a muy densos baja el rendimiento

Limos: se pueden dragar, pero habitualmente no son usadas en estos materiales por el bajo rendimiento comparado con otras dragas. Limos y arenas finas tienden a ser lavadas del balde durante el ciclo de dragado

Arcillas: pueden dragar con relativa facilidad dependiendo de la dureza. Cuando son muy pegajosas se pegan al balde y cuesta vaciarlo

Suelos orgánicos: se draga con relativa facilidad

Restos (rubbish y debris): muy apta

IADC (2014) menciona que este tipo de dragas ha emergido como equipo indispensable para dragar suelos compuestos no consolidados que están dados por una mezcla heterogénea de arcillas, arenas, cantos rodados de diversos tamaños que se conocen como “depósitos glaciales” (glacial tills)

De la página de IHC (www.ihcholland.com) se ha obtenido la Figura 8.8 donde se indican las condiciones de funcionamiento de una draga tipo retroexcavadora en relación con las características del suelo y la profundidad de dragado Asimismo indica el comportamiento frente a otras variables importantes como condiciones ambientales y otras.

Backhoe dredger

Applicability

- Good
- Moderate



Consolidates cohesive soil - Rocks		Dredging depth in M.										
		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Igneous (Graphite, Basalt)												
Metamorphic (schist, Gneis)												
Sedimentary (sand/Limestone, Coral, Chalk, Salt)	Hard											
	Soft											
Broken rock												

Non cohesive soil - Soil		Dredging depth in M.										
		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Boulders												
Cobbles or Cobbles with gravel												
Gravel												
Sandy Gravel												
Medium sand												
Fine or medium fine sand												
Extremely fine sand or silty sand												
Silt												

Non-consolidates cohesive soil	
	Dredging depth in M.
	0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100
Cemented sand	
Firm or stiff boulder or sandy clay	
Soft silty clay	
Form or stiff silty clay	
Cohesive or sticky clay	

Non-consolidates cohesive soil - Organic	
	Dredging depth in M.
	0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100
Peat	
Lignite	

Criterium equipment:	
Soil condition	All soil conditions, incl rock
	Sticky clay cause problems with unloading
	Fines can be washed out of the bucket
	Large boulders possible
Seastate and weather	Independent of waves and current by spuds
	Limitation by ability of barges to moor alongside
Site conditions	Dredging depth to 25M with limited excavation power or small buckets
	Very high selectivity and accuracy
Logistics	Transport by barges, sometimes with floating belt conveyor
	No hinderance of ship traffic
Production processing	Production depending on bucketvolume and cycle time (dredging depth)
	Material relativity "dry"

Figura 8.8 – Aptitud de dragado

8.10 ASPECTOS DE SEGURIDAD

Cada vez más los aspectos relacionados con la seguridad (safety) se consideran como parte integral de las operaciones de dragado.

Las dragas tipo retro tienen un número limitado de tripulantes por lo que la intercomunicación entre ellos se maneja de manera relativamente fácil.

Uno de los aspectos principales de seguridad es mantener el área de giro del brazo libre de personal para evitar accidentes.

8.11 CAMPOS DE APLICACIÓN

La draga tipo retroexcavadora se utiliza principalmente para la ejecución de obras de dragado en suelos duros ya que las fuerzas de corte que se pueden aplicar son considerables.

Se indica algunos campos donde la draga se desempeña eficientemente:

Dragado en interiores de puertos, espacios reducidos: La precisión y la metodología de trabajo hacen que sea apta para este tipo de tareas.

Tareas de limpieza: Dado que las tareas no se ven afectadas por basura y restos de elementos, las dragas son aptas para tareas de limpieza de fondos y retiro de materiales.

Dragado en zonas de poco calado: El pontón suele tener muy poco calado, el factor limitante será, en tal caso, el calado de las barcasas.

8.12 EJEMPLOS DE DRAGAS TIPO RETROEXCAVADORA

8.12.1 Draga Big Boss



Big Boss



GENERAL

Name Big Boss
Owner Dredging International NV
Marine Manager Dredging International NV
Year Built 1980 **Builder** NV Cockerill Yards
Type Backhoe Dredger
Classification (Notation on Area of Operation) Bureau Veritas I 33 (E) Dredger, Sheltered Waters, (o Mach). BZI: Certificate valid within 15 miles from work harbour, maximum wind force 4 Bft
Flag Belgium **Home Port** Antwerp
Port of Registry Antwerp **Registration** A 3235
Call Sign ORSZ

MAIN DIMENSIONS

LOA 40.43m **Breadth** 18.52m
Depth 3.5m **GRT** 623t
NRT 186t **Lightweight** 1521t
International Load Line 2.6m

MACHINERY AND POWER

Total Installed Diesel Capacity 1928kW

Propulsion Free Sailing 736kW
Bunker Gas oil

OPERATING PARAMETERS

Dredging Depth Normal 20.7m

DREDGING AND DISCHARGE EQUIPMENT

Grab/Backhoe Power 840kW
Grab/Backhoe Capacity 11m³
Barge Loading System Backhoe

MOORING AND POSITIONING SYSTEMS

Stern anchor, 2500kg; 1 x walking and 2 x fixed spuds

ADDITIONAL DATA

1. Vessel equipped with 2 x Aquamaster electric propellers.
2. Demag H 185S Excavator installed on deck with 4.5m³, 6m³ and 11m³ buckets available. 3. Big Boss can be equipped with the 'Backhoeover', a development of 'Sweepdredger' technology, devised by Dredging International for environmental dredging tasks, requiring the high precision removal of thin layers of material.

Figura 8.10 – Características Draga “Big Boss”

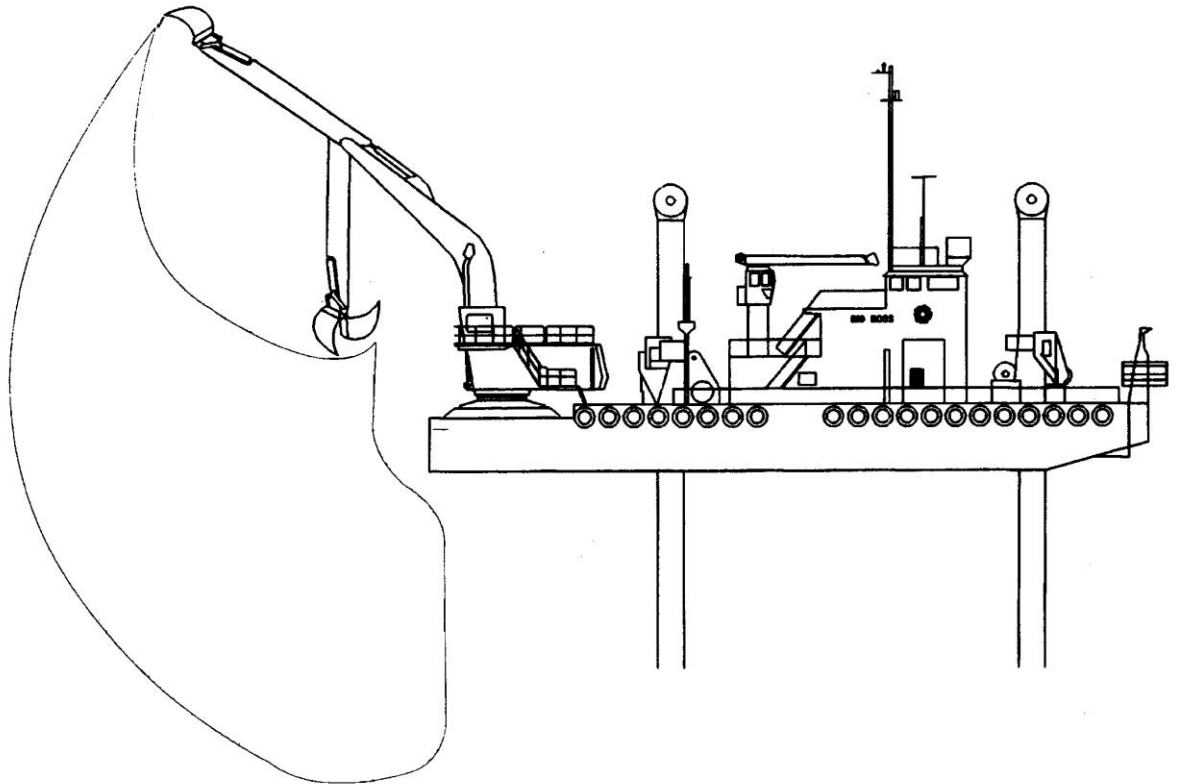


Figura 8.11 – “Big Boss” - Envoltente del movimiento del brazo

8.12.2 Draga VOW 703

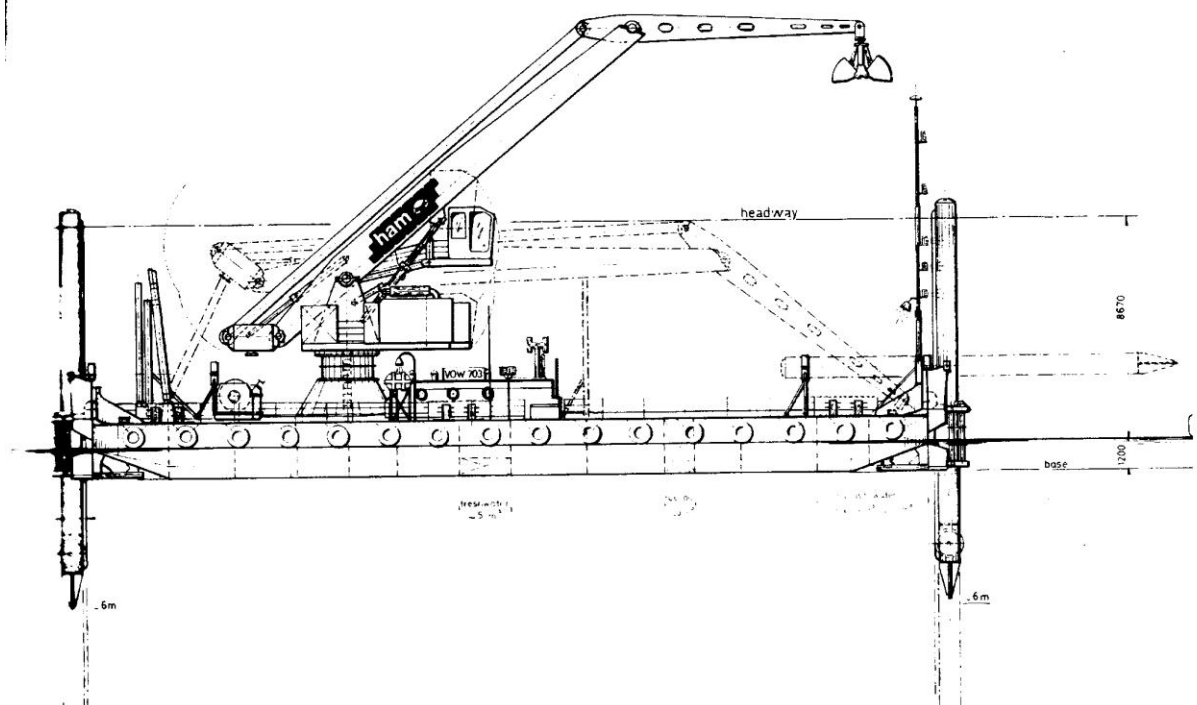


Figura 8.12 – Draga VOW 703

GENERAL

Name VOW 703
Owner Hollandsche Aanneming Maatschappij BV
Marine Manager Nederlandsche Overzee Baggermaatschappij BV
Year Built 1970 **Builder** Scheepswerf Grave NV
Conversion/Refit Year 1986
Type Grab Dredger
Classification (Notation on Area of Operation) Bureau Veritas I 3/3 (-) o Pontoon/NP. SI: Coastal Waters, distance offshore not to exceed 30 miles; sailing time from safe harbour or anchorage within 6 hours, from unmanned towed transport
Flag Netherlands **Home Port** Rijswijk
Port of Registry Rotterdam **Registration** 15669 Z Rott 1979
Call Sign PIIE

MAIN DIMENSIONS

LOA 36.6m **Breadth** 11.84m
Depth 2.24m **GRT** 232t
NRT 69t **Lightweight** 469t
Inland Tonnage 296t **Draft Dredging** 1.2m
International Load Line 1.38m

MACHINERY AND POWER

Total Installed Diesel Capacity 225kW
Bunker Gas oil

OPERATING PARAMETERS

Dredging Depth Normal 11.5m

DREDGING AND DISCHARGE EQUIPMENT

Grab/Backhoe Power 157kW
Grab/Backhoe Capacity 3m³
Barge Loading System Yes, grab

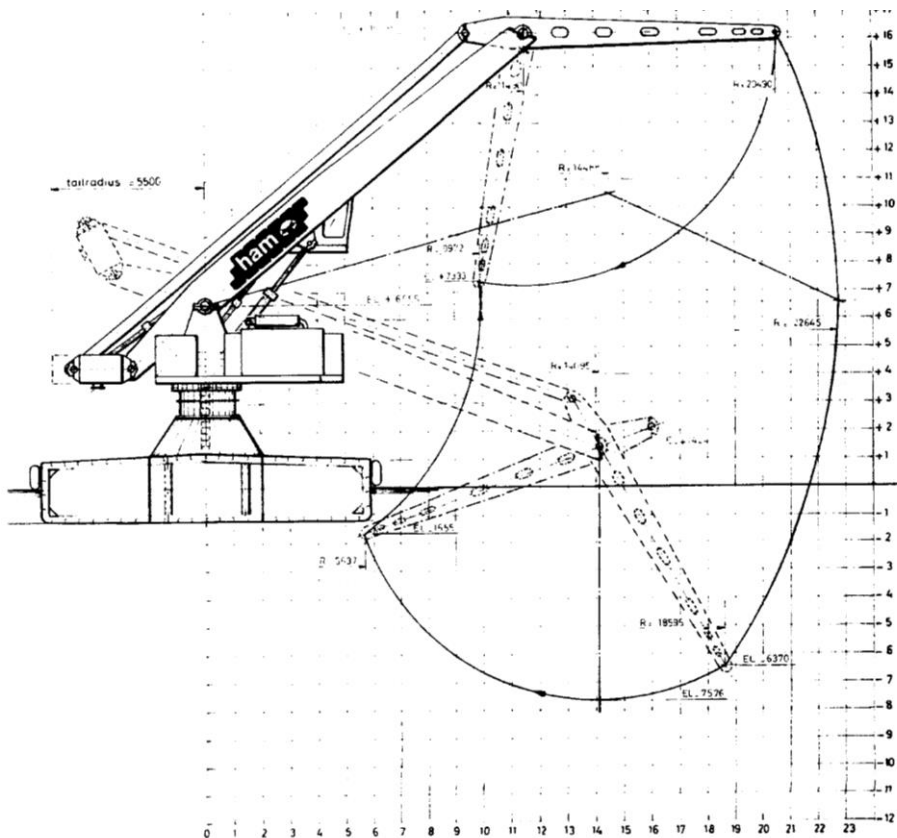
MOORING AND POSITIONING SYSTEMS

1 x spud forward; 1 x spud aft; anchors

ADDITIONAL DATA

1. Sobemai, 167kW ringer crane. 2. Grab capacity: 3m³, polyp capacity 2.8m³. 3. Refit/conversion: Crane installed on pontoon.

Figura 8.13 – Características draga Vow 703





8.10.1 Nuevas dragas

8.10.1.1 “Il Principe”

En la revista DPC August 2005 se presenta una nueva draga tipo retroexcavadora denominada “Il Principe” . El propietario de la draga es la empresa belga JDN. De acuerdo con esa información y para esa fecha la draga era la mas moderna y eficiente draga tipo retroexcavadora autopropulsada del mundo.

La draga está equipada con una grúa Liebherr 995 Litronic y ofrece una mayor capacidad de izado, una capacidad de penetración significativa de aproximadamente 110 toneladas y una profundidad de dragado de hasta -31m.

Esta draga cuenta con un carro para el avance del pilón de popa.

Las dimensiones de la draga son:

- Eslora total: 60 m
- Manga 16 m
- Calado: 2,65 m
- Capacidad del balde: 7,5 m³ – 19,5 m³
- Potencia: 1600 kW

Fecha de entrega: Junio 2005

Se pueden ver detalles de la draga en la página de JDN www.jdn.com



Figura 8.16 – Draga “Il Principe”

8.10.1.2 Draga “Backacter”

Los problemas de mantenimiento y reparaciones asociados con las dragas tipo retroexcavadoras existentes se originan en como las dragas se han desarrollado históricamente. La gran mayoría consiste en una máquina retroexcavadora colocada sobre un pontón flotante. Las máquinas retroexcavadoras son diseñadas en general para la industria minera y no diseñadas específicamente para tareas de dragado y a pesar de muchas modificaciones introducidas a lo largo de los años siguen mostrando limitaciones.

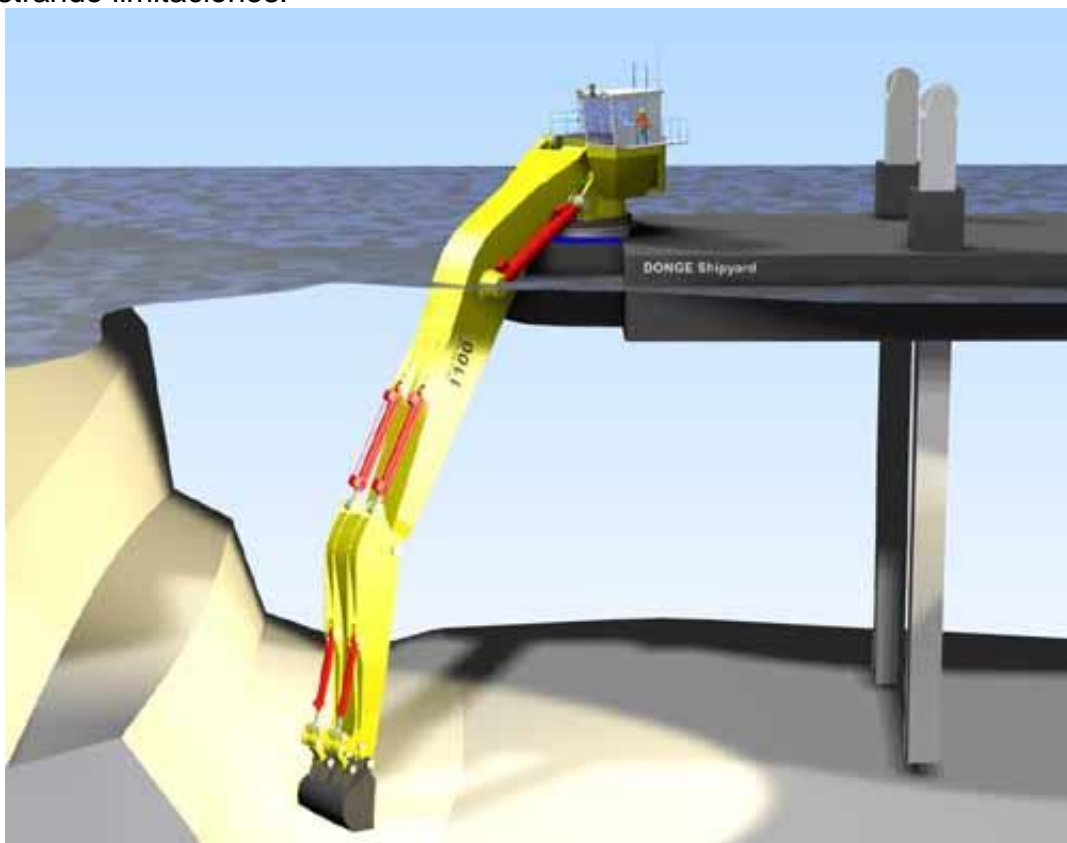


Figura 8.17 – Draga Backacter 1100

La mayoría de los problemas surge del hecho que las retroexcavadoras son equipos muy compactos y que todos los componentes principales, motores, sistemas hidráulicos y sistemas electrónicos, están alojados en cuarto de máquinas muy pequeño. Este cuarto de máquinas, como parte inseparable de la retroexcavadora se ubica arriba del pontón y queda expuesto a la acción de los elementos ambientales, que en el caso del ambiente salino marítimo es muy perjudicial.

El componente más vulnerable y que causa la mayoría de las roturas es el sistema hidráulico. Los principales motivos son dos:

a) cavitación

Una parte importante de cualquier instalación hidráulica es el tanque de almacenamiento de aceite el que tiene que tener suficiente capacidad para darle tiempo a las burbujas de aire a escapar del flujo de aceite y para que las partículas sólidas decanten y no sean transportadas por el flujo. Para funcionar adecuadamente la capacidad del tanque de aceite debe ser dos a tres veces mayor que el flujo de aceite en litros por minuto. En las actuales retroexcavadoras esta relación es muchas veces inferior a uno debido a la falta de espacio en el cuarto de máquinas. Esta baja relación se compensa presurizando el aceite con un compresor lo que aumenta significativamente el riesgo de que queden burbujas atrapadas en el aceite y por lo tanto causando cavitación en las bombas de aceite

b) alta temperatura del aceite

Para asegurar que un equipo funcione adecuadamente es vital un enfriador de aceite. Cuando la temperatura del aceite supera los 60° C a 70°C se pierden las propiedades lubricantes reduciendo la vida operativa del aceite un 50 % y por lo tanto reduciendo también la vida útil de componentes importantes en la instalación hidráulica. Dentro de las dimensiones limitadas del cuarto de máquinas el enfriamiento por aire es solo posible utilizando radiadores que son extremadamente vulnerables a los shocks que se encuentran en el proceso normal de dragado, aunque estén montados sobre amortiguadores.

A los efectos de solucionar estos inconvenientes el astillero De Donge encaró el diseño de una draga tipo retroexcavadora que se denomina Backacter, desde cero con el objeto de optimizar su funcionamiento especialmente para la industria del dragado.

El aspecto más importante es la separación del cuarto de máquinas de la excavadora ubicándolo en un espacio adecuado en el pontón flotante. Las ventajas de esta disposición son:

- El tanque de aceite puede tener la capacidad suficiente sin necesidad de ser presurizado y eliminando el riesgo de cavitación
- Los motores y sistema hidráulico pueden ser enfriados a agua
- Las tareas de inspección, mantenimiento y reparación se pueden realizar en el cuarto de máquinas separado mientras la draga esta totalmente operativa y por lo tanto disminuyendo los tiempos muertos.

Otro aspecto de importancia es que al diseñar todo desde cero no hay limitación de tamaño por lo que las nuevas dragas pueden tener dimensiones mayores a las

existentes. Un aspecto es que no hay limitación en cuanto a las medidas a transportar por carretera desde las fábricas de origen.

Las características de la draga más grande de la serie, modelo 1100 son las siguientes:

- Dimensiones del pontón: 67 m x 20 m x 4,25 m
- Peso: 515 toneladas
- Fuerza de penetración: Hasta 205 toneladas
- Producción: 1000 m³ de suelo duro en 45 minutos de dragado efectivo
- Profundidad de dragado: hasta – 33 m
- Capacidad del balde: 25 m³ a –18 m
- Potencia total instalada
 - o 2 motores diesel de 1730 kW cada uno
 - o Marca Cummins QSK 60
- Bombas hidráulicas: capacidad máxima 11,000 ltr/min
- Pilonos
 - o Cantidad 3
 - o Dimensiones: 1800 x 1800 mm.
 - o Longitud: 41 m.
 - o Peso 100 toneladas cada uno
 - o Instalación hidráulica para recostar los pilones sobre el pontón

En la Vitruvius el pilón de popa se desplaza por medio de un carro

Se puede ampliar el tema en la página del astillero www.shipyarddedonge.nl

Las primeras experiencias con una Backacter 1100 se exponen en DPC 2008. Allí se destaca que la característica principal del concepto del Backacter es la ubicación de los motores principales. No están más en los espacios restringidos de la propia excavadora, como lo es en las retroexcavadoras tradicionales, sino que se los ubica en la amplia área disponible dentro del pontón.

Esta es una idea con muchas ventajas, como ser, mucha más fácil instalación hidráulica, mejor enfriamiento y el cuarto de máquinas es mucho más accesible. Por otra parte, eso significa que es posible realizar tareas de mantenimiento y reparaciones menores sin tener que interrumpir las operaciones de dragado.

La Backacter viene en cinco tamaños desde el BA600 de 560 kW a la BA1100 de 3460 kW

La primera draga entregada fue la BA 1100 - Vitruvius de JDN. Van Oord tiene la draga Goliath (2008) y la Simson (2009)



Figura 8.18 – Draga Vitruvius Backacter 1100 de JDN

Estimación de la producción

Para una draga BA 1100 la producción se puede estimar como:

- Con un ciclo de 1 minuto, a 20 m de profundidad y con un balde de 20 m³ SAE: 800 m³/hora
- Con un ciclo de 1 minuto, a 17 m de profundidad y con un balde de 25 m³ SAE: 1000 m³/hora

El cálculo previo realizado considerando

- Llenado del balde: 90 %
- Tiempo efectivo de trabajo por hora: 45 minutos
- Sin limitación por espesor a dragar

Primer trabajo realizado

El primer trabajo se realizó en el Puerto de Valencia

- 250.000 m³ profundización de la Dársena Este
- 88.000 m³ prolongación Muelle Levante
- 130.000 m³ para crear espacio de maniobra para buques portacontenedores

Los materiales dragados fueron

- arena limosa
- arena compacta
- arenisca relativamente dura

Tamaño de la cuchara para estos trabajos 25 m³



Figura 8.19 – Balde de 40 m3 en acción

Otro trabajo realizado es una trinchera de 9 m de profundidad para la fundación de un nuevo muelle – volumen 140.000 m³ – como el material no es muy duro se puede utilizar una cuchara de 40 m³ especialmente construida



Figura 8.20 – La barcaza se llena rápidamente

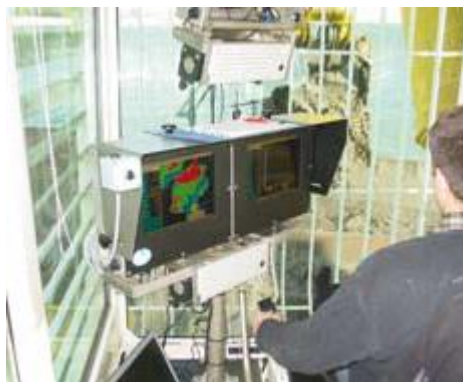


Figura 8.21 – Vista del operador de la draga

En Dredging News Online - New Vessels – 26-1-09 se menciona que se botó la draga Goliath de Van Oord. Es una Backacter 1100. Cuchara de 25 m³ y 40 m³ y puede trabajar hasta una profundidad de 26 m. Potencia total instalada 5.000 Hp.

Van Oord dice que es la más grande del mundo. Habría que compararla con las otras Backacter 1100 que están funcionando en el mercado para verificar esta afirmación

8.11 ASTILLEROS

Hay astilleros que se especializan en la construcción de dragas y algunos de ellos tienen en particular la especialización en dragas tipo retroexcavadora (Visser 2006) Entre ellos puede mencionarse al astillero De Donge donde en los últimos 25 años se han construido más de 80 de estas dragas y dragas de este tipo construidas en astilleros de los Estados Unidos muchas han sido con licencia de De Donge.

Por otra parte, los grandes proveedores de equipos tipo retroexcavadora para todo tipo de operaciones, no solo de dragado, son Liebherr y Komatsu

8.12 EJEMPLOS DE DRAGADO CON DRAGAS TIPO RETROEXCAVADORA

8.12.1 Port Sudan - Sudan

Para la terminal de exportación de petróleo Bashayer II en Port Sudan fue necesario dragar una trinchera que llegara hasta la costa a través de un suelo predominantemente coralino en la costa del Mar Rojo. Ver Figura 8.22



Figura 8.22 – Ubicación de Port Sudan en el Mar Rojo

El suelo consiste en roca de coral duro con una resistencia a la compresión no confinada entre 2 y 4 MPa, restos de coral y arena limosa. En la trinchera se pensaba alojar dos tuberías para exportación de petróleo de 36" de diámetro y 2850 m de longitud que se conectan en su extremo a una SPM y una tubería para efluentes de 14 " de diámetro y 1200 m de longitud

La trinchera debía tener una solera de 12 m de ancho y taludes laterales de 1 vertical en 3 horizontal. Las cotas de fondo corresponden a Chart Datum -0,50 m en la costa hasta CD – 49 m en el extremo.

El contratista principal efectuó pruebas con explosivos para abrir la trinchera que resultaron infructuosas.

El perfil de la playa se muestra en la Figura 8.23 donde se aprecia un incremento de las profundidades a medida que nos alejamos de la costa.

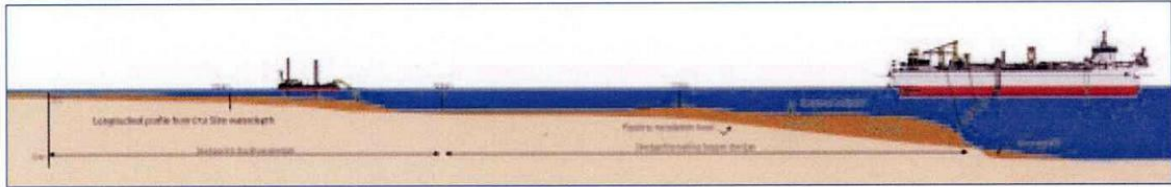


Figure 3. Longitudinal profile of the shore-approach trench (brown sections indicate the dredged section).

Figura 8.23 – Perfil de playa

Para el tramo hasta CD – 18 m de profundidad se decidió utilizar la draga tipo retroexcavadora Jerommeke de JDN cuyas características se indican en la Tabla 8.3. De las características de la draga se aprecia que esta es la máxima profundidad que esta draga puede dragar. Por lo tanto, el tramo de trinchera de mayor profundidad debió dragarse con otro equipo

<i>Principal Particulars</i>			
Length Overall	45 m	Dredging Depth Standard	18 m
Width	15 m	Dredging Depth Optional	22 m
Draught	2 m	Bucket	4.5 m³ - 11 m³
Class	Coastal service	Engine	840 kW

Tabla 8.3 – Características de la draga Jerommeke



Figura 8.24 – Bloques de coral de hasta 2 m excavados por la retro

El material dragado fue depositado a cada lado de la trinchera. El trabajo se ejecutó entre Agosto y Octubre de 2006. Durante el dragado se excavaron bloques de coral de hasta 2 m de diámetro como se muestra en la Figura 8.24

8.13 BIBLIOGRAFIA

Bray, R.N., Bates, A.D, and Land, J.M., (1997) “Dredging, a handbook for engineers”, Second edition, John Wiley and Sons – Chapter 7 pp 202-207

Bray, R.N. (2008) “Environmental aspects of dredging” – Taylor and Francis – pp 143- 145

Dredgers of the World – Edition 3 - October 2001 – Oilfield Publications Inc
www.oilpubs.com

DPC (2008) June 2008 pp25-27

Dredging News Online (2009) - New Vessels – 26-1-09

IADC (2014) “Facts about backhoe dredgers”

Malherbe B. and De Pooter, P (2008) “New possibilities for ripper dredging of rock”
Terra et Aqua Number 110 March 2008 pp. 9 – 13

Visser, B. (2006) “Birth of a Monster” Dredging and Port Construction, August 2006,
pp 12-14

Vlasblom, W. J. (2004) “Designing Dredging Equipment” Chapter 8 – The backhoe
or dipper dredger – 10 pp – TUDelft . Los capítulos del Prof. Ir. W. J. Vlasblom
pueden descargarse de la página de IADC

www.dredgers.nl Sitio Internet de Bert Visser - Muy bueno. Presenta información
muy actualizada y muy completa sobre dragas. Bert Visser trabaja para la revista
DPC

www.ihcholland.com Sitio Internet de IHC – Muy bueno

www.shipyarddedonge.nl En este astillero se está construyendo la draga
“Backacter” de nuevo diseño