

---

**PROYECTO DE DRAGADO DE MANTENCIÓN, APLICADO AL MUELLE  
DE LA COMPAÑÍA SIDERÚRGICA HUACHIPATO.  
BAHÍA DE SAN VICENTE, REGIÓN DEL BIOBÍO. CHILE**

**SOLEDAD HIDALGO ÁVILA**

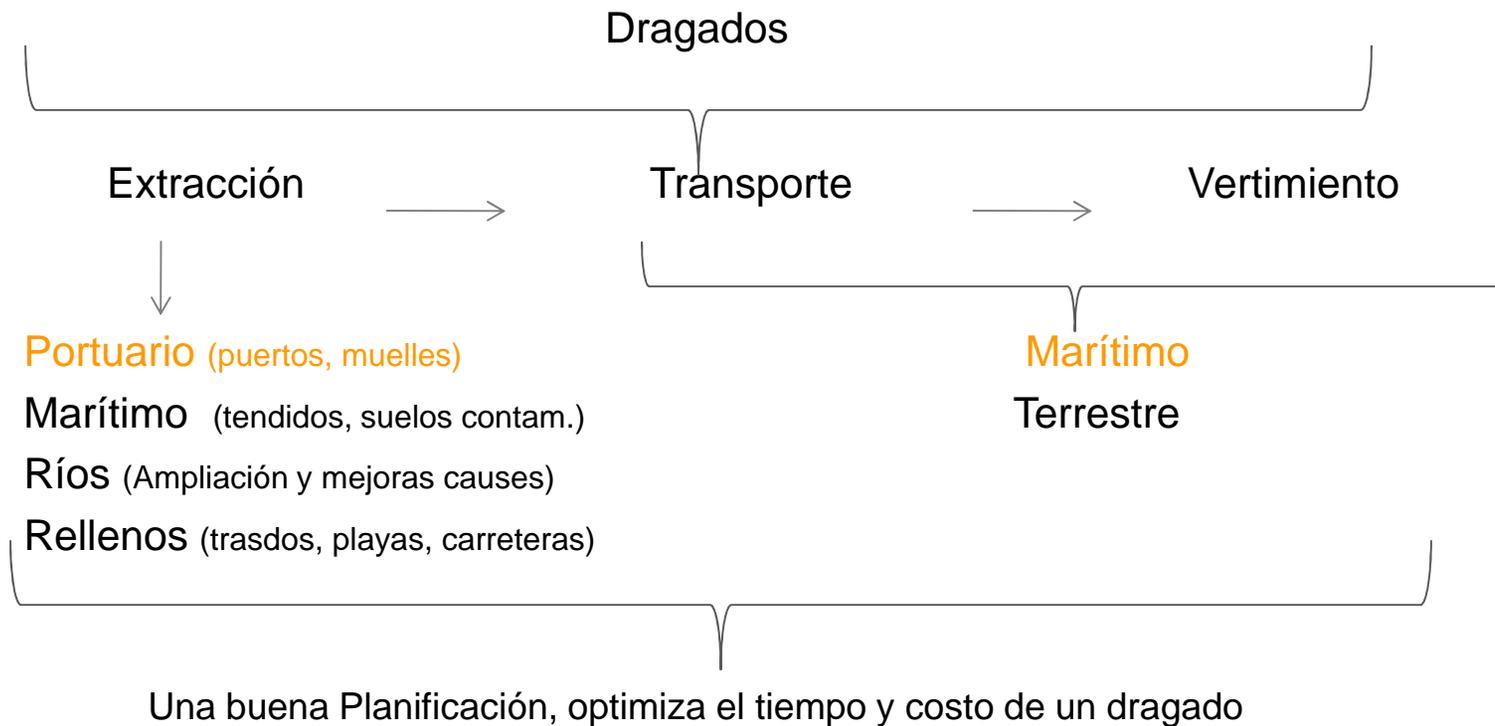
**MARZO 2012**

# Contenidos

---

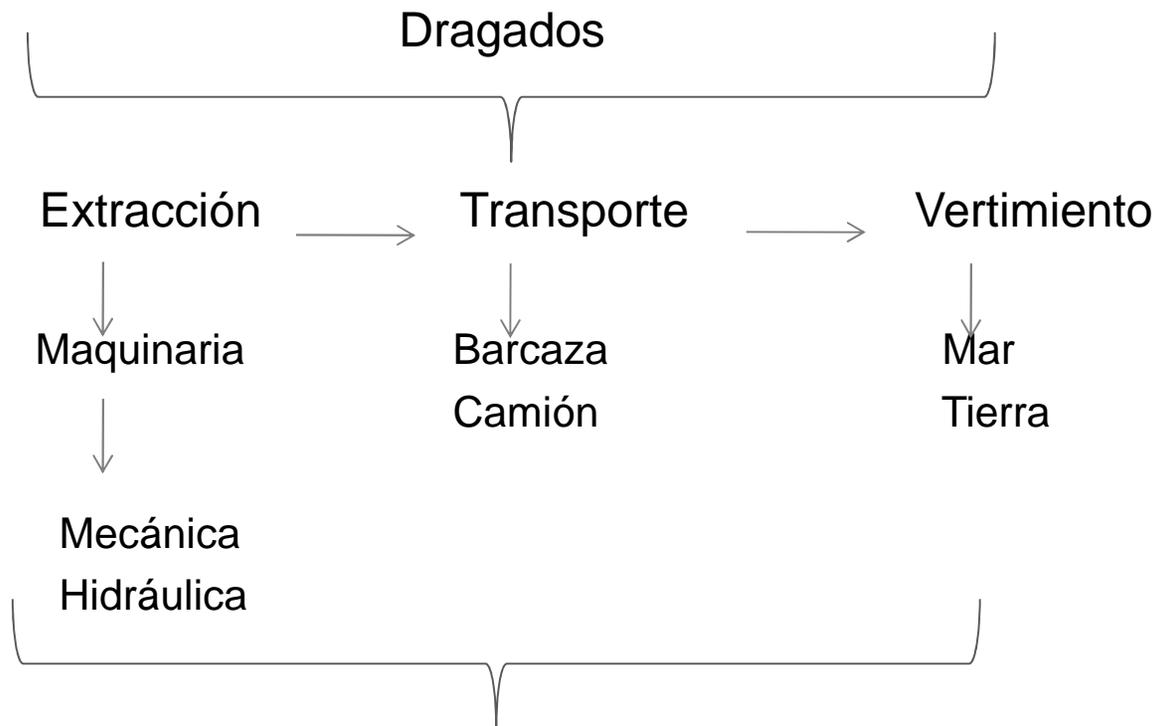
1. Introducción
2. Caracterización del área de influencia del estudio
3. Diseño de Dragados
4. Costos de Dragados
5. Leyes Regulatoras
6. Comparación de Diseños de Dragados
7. Conclusiones y Recomendaciones
8. Dedicatoria

## Generalidades



## Generalidades

---

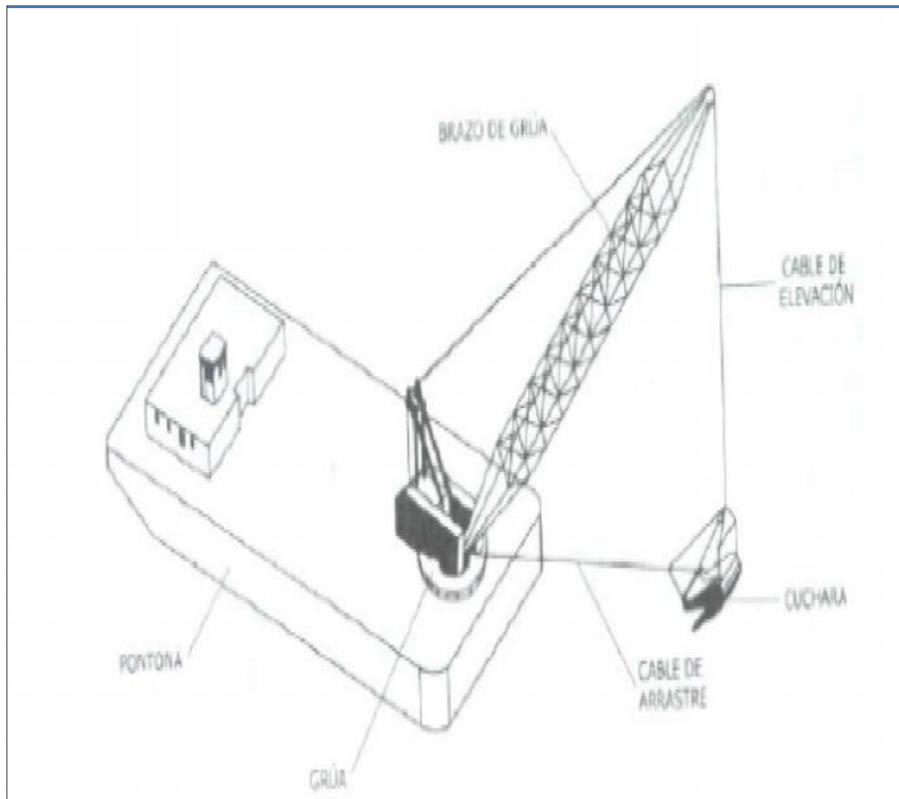


Depende del material a extraer y su utilidad

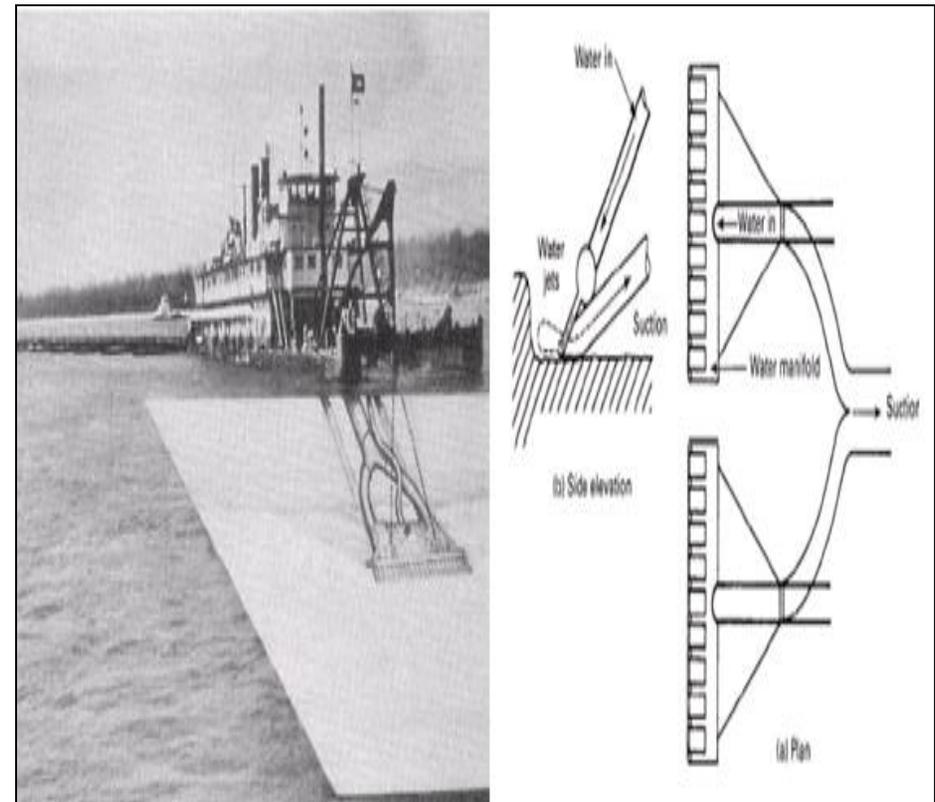
- 1.- Introducción 2.- Caracterización área de Influencia 3.- Diseño de Dragados 4.- Costos de Dragados  
 5.- Leyes Regulatoras 6.- Comparación de Diseños de Dragados 7.- Conclusiones y Recomendaciones  
 8.- Dedicatoria y agradecimientos

## Generalidades

Draga mecánica tipo Dragalina -Cuchara



Draga hidráulica - Dustpan - Succión

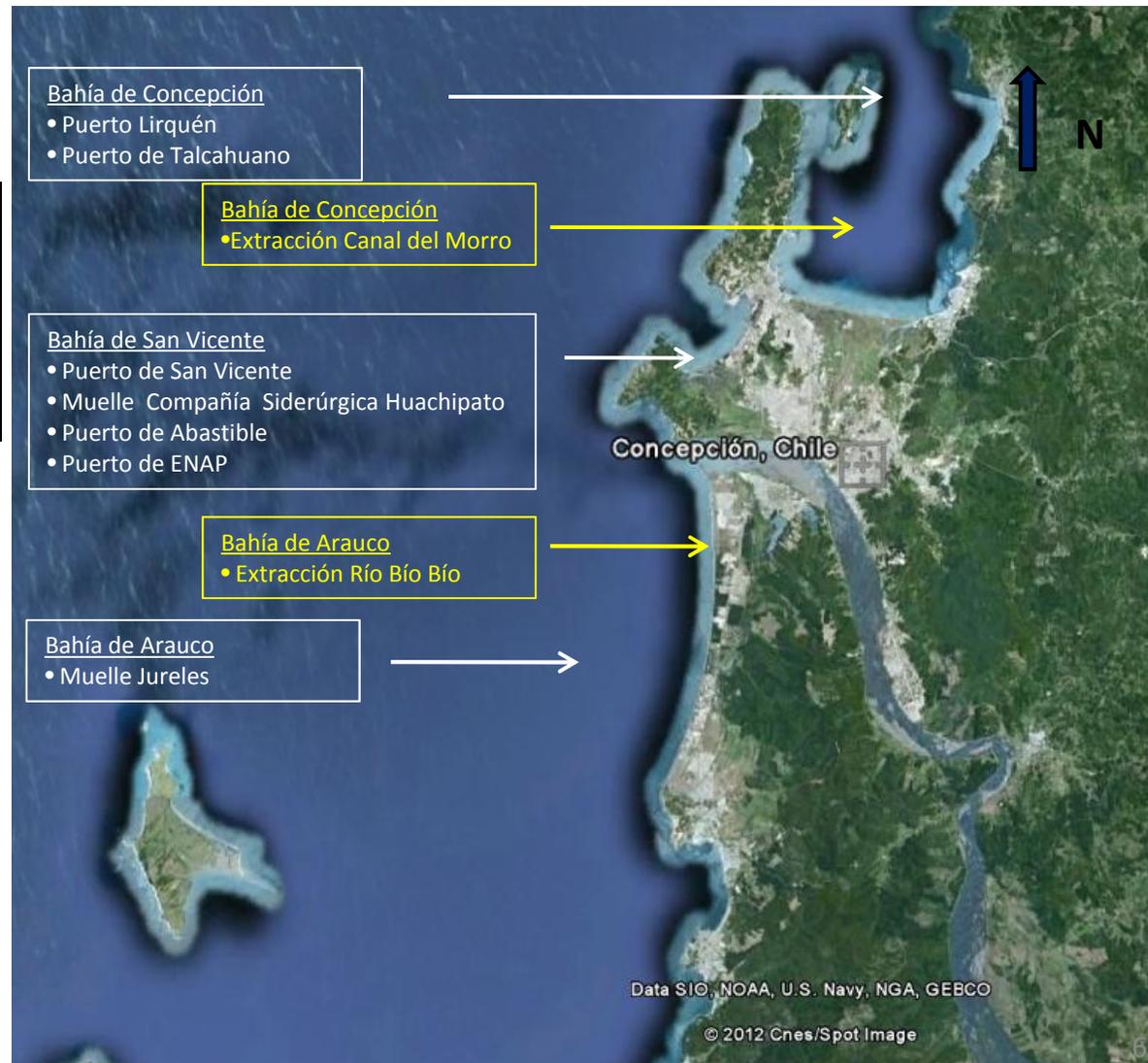


- 1.- **Introducción** 2.- Caracterización área de Influencia 3.- Diseño de Dragados 4.- Costos de Dragados  
 5.- Leyes Reguladoras 6.- Comparación de Diseños de Dragados 7.- Conclusiones y Recomendaciones  
 8.- Dedicatoria y agradecimientos

## Generalidades

### Región del BíoBío

Dragado Mantenimiento y/o Profundización	Extracción Áridos en ríos o estuarios
75%	25%



## Objetivos

---

### Objetivo General

Desarrollar un Proyecto de Dragados de Mantención, Aplicado al Muelle de la Compañía Siderúrgica Huachipato, proponiendo la utilización de las formulaciones presentes en la Norma Española Recomendaciones de Obras Marítimas (ROM) y las características ambientales del sector, lo que permitirá comparar el proyecto real de la CSH.

## Objetivos

---

### Objetivos Específicos

- Determinar las características de la condiciones naturales.
- Determinar la optima profundidad y área permisible.
- Estimar la estabilidad del muelle, talud de dragado y tipo de fondo marino.
- Estimar volumen a dragar mediante el software Autocad, realizando perfiles transversales.
- Estimar tres tipos de dragas, según el procedimiento a utilizar.
- Estimar diferencias porcentuales entre los volúmenes de dragados obtenidos mediante este proyecto y el realizado por la empresa Huachipato.
- Determinar vida útil de dragado.

## Alcances

---

- Se limitará el estudio sólo a la Bahía de San Vicente.
- La estimación de profundidad se basará según las condiciones locales del sector medidas en el año 2006.
- El análisis de área y profundidad se basará sólo con las formulaciones de la ROM.
- No se analizará el dragado para la situación post- terremoto y tsunami del 2010.
- No se analizará ambientalmente el dragado, solo se mencionaran las normas vigentes.
- No se analizará las etapas de ejecución de un dragado. (Instalación de faena, etapa de operación y abandono).

- 1.- Introducción
- 2.- Caracterización área de Influencia
- 3.- Diseño de Dragados
- 4.- Costos de Dragados
- 5.- Leyes Regulatorias
- 6.- Comparación de Diseños de Dragados
- 7.- Conclusiones y Recomendaciones
- 8.- Dedicatoria y agradecimientos

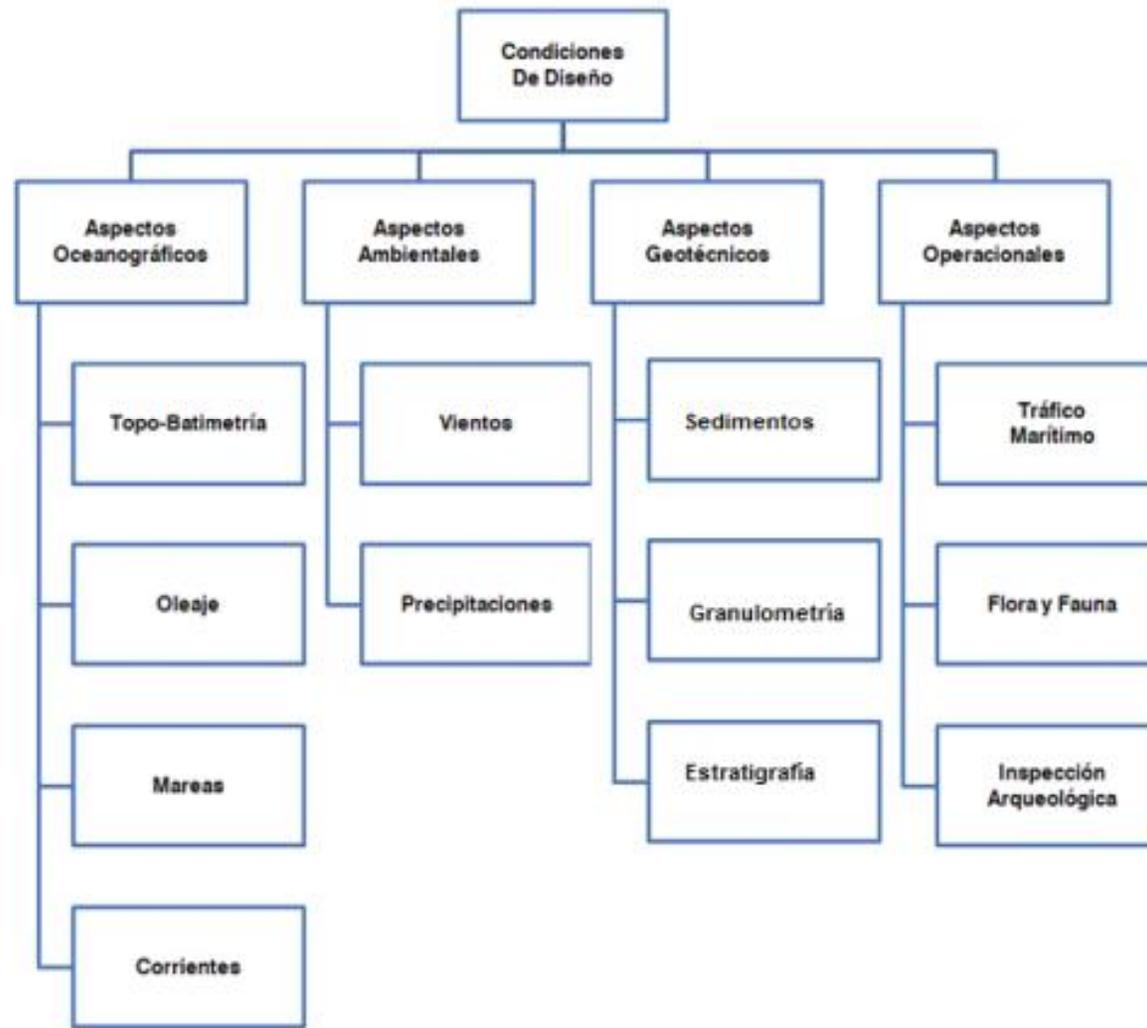
## Caracterización del Área de Estudio



- 1.- Introducción 2.- **Caracterización área de Influencia** 3.- Diseño de Dragados 4.- Costos de Dragados  
5.- Leyes Regulatorias 6.- Comparación de Diseños de Dragados 7.- Conclusiones y Recomendaciones  
8.- Dedicatoria y agradecimientos

## Caracterización del Área de Estudio

---



- 1.- Introducción
- 2.- **Caracterización área de Influencia**
- 3.- Diseño de Dragados
- 4.- Costos de Dragados
- 5.- Leyes Regulatorias
- 6.- Comparación de Diseños de Dragados
- 7.- Conclusiones y Recomendaciones
- 8.- Dedicatoria y agradecimientos

## Aspectos Oceanográficos - Batimetría



- 1.- Introducción 2.- Caracterización área de Influencia 3.- Diseño de Dragados 4.- Costos de Dragados  
 5.- Leyes Reguladoras 6.- Comparación de Diseños de Dragados 7.- Conclusiones y Recomendaciones  
 8.- Dedicatoria y agradecimientos



## Aspectos Oceanográficos - Oleaje Operacional

Wave Height (m)	Wave Period (s)										Maximum		
	4.00-6.00	6.00-8.00	8.00-10.00	10.00-12.00	12.00-14.00	14.00-16.00	16.00-18.00	18.00-20.00	20.00-22.00	22.00-24.00+	Total	C(%)	Period (s)
0.00-0.20			0.01	0.02	0.04	0.01	0.00				0.07	99.99	16.04
0.20-0.40	0.00	0.04	0.16	0.68	0.40	0.07	0.03	0.00			1.39	99.91	18.07
0.40-0.60	0.03	0.34	0.93	2.15	1.09	0.12	0.05	0.00			4.72	98.52	18.23
0.60-0.80	0.11	0.95	2.55	3.48	1.41	0.08	0.04	0.01	0.00		8.63	93.80	21.60
0.80-1.00	0.14	1.91	5.36	6.38	1.35	0.05	0.02				15.22	85.18	17.80
1.00-1.20	0.10	1.96	7.14	7.68	1.16	0.02	0.01				18.06	69.96	17.10
1.20-1.40	0.05	1.51	8.68	8.93	0.80	0.01	0.01	0.00			19.99	51.90	18.81
1.40-1.60	0.02	0.84	6.33	6.55	0.25	0.00					13.99	31.91	15.24
1.60-1.80	0.01	0.46	4.35	4.34	0								
1.80-2.00		0.16	2.22	2.10	0								
2.00-2.20		0.11	1.09	0.99	0								
2.20-2.40		0.04	0.60	0.50	0								
2.40-2.60		0.02	0.27	0.22									
2.60-2.80		0.00	0.10	0.10									
2.80-3.00			0.06	0.03									
3.00+		0.00	0.02	0.02									
Totals	0.44	8.33	39.88	44.18	6								
C(%)	99.99	99.55	91.21	51.33	7								

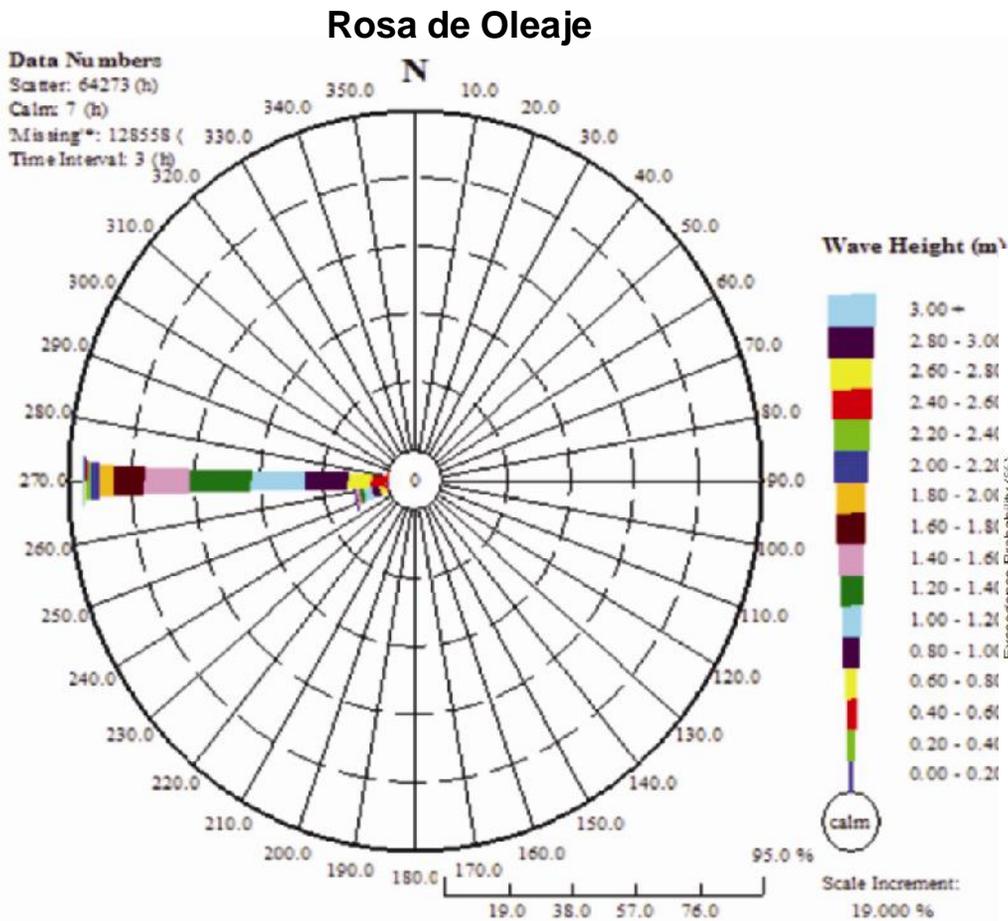
Direction	Wave Height (m)																Maximum		
	0.00-0.20	0.20-0.40	0.40-0.60	0.60-0.80	0.80-1.00	1.00-1.20	1.20-1.40	1.40-1.60	1.60-1.80	1.80-2.00	2.00-2.20	2.20-2.40	2.40-2.60	2.60-2.80	2.80-3.00	3.00+	Total	C(%)	Height (m)
0.00																	100.00		
10.00																	100.00		
250.00																	99.99		
160.00	0.00	0.20	0.88	1.66	2.32	2.28	1.64	0.51	0.11	0.01	0.00					9.62	99.99	2.03	
270.00	0.06	1.13	3.84	6.97	12.89	15.78	18.35	13.47	9.11	4.50	2.19	1.14	0.51	0.21	0.10	0.05	90.29	90.37	3.48
280.00	0.01	0.07	0.01														0.08	0.08	0.49
290.00																	0.00		
300.00																	-0.00		
310.00																	-0.00		
320.00																	-0.00		
330.00																	-0.00		
340.00																	-0.00		
350.00																	-0.00		
Totals	0.07	1.39	4.72	8.63	15.22	18.06	19.99	13.99	9.22	4.51	2.19	1.14	0.51	0.21	0.10	0.05	99.99		
C(%)	99.99	99.91	98.52	93.80	85.18	69.96	51.90	31.91	17.92	8.70	4.19	2.00	0.86	0.35	0.14	0.05			

### Meta Data

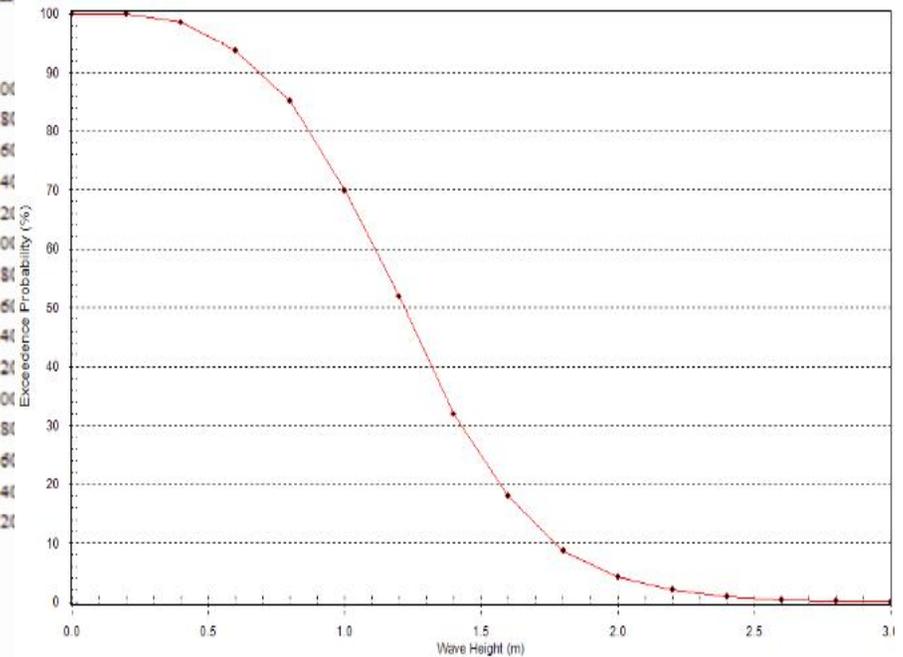
0.01% Calm Conditions (Wave Height<0.00 m an  
 Number of records this selection: 64273  
 Total records used in selected interval  
 (including calms): 64280  
 Missing data (not included in calculation): 128558

- 1.- Introducción
- 2.- Caracterización área de Influencia
- 3.- Diseño de Dragados
- 4.- Costos de Dragados
- 5.- Leyes Reguladoras
- 6.- Comparación de Diseños de Dragados
- 7.- Conclusiones y Recomendaciones
- 8.- Dedicatoria y agradecimientos

## Aspectos Oceanográficos - Oleaje Operacional

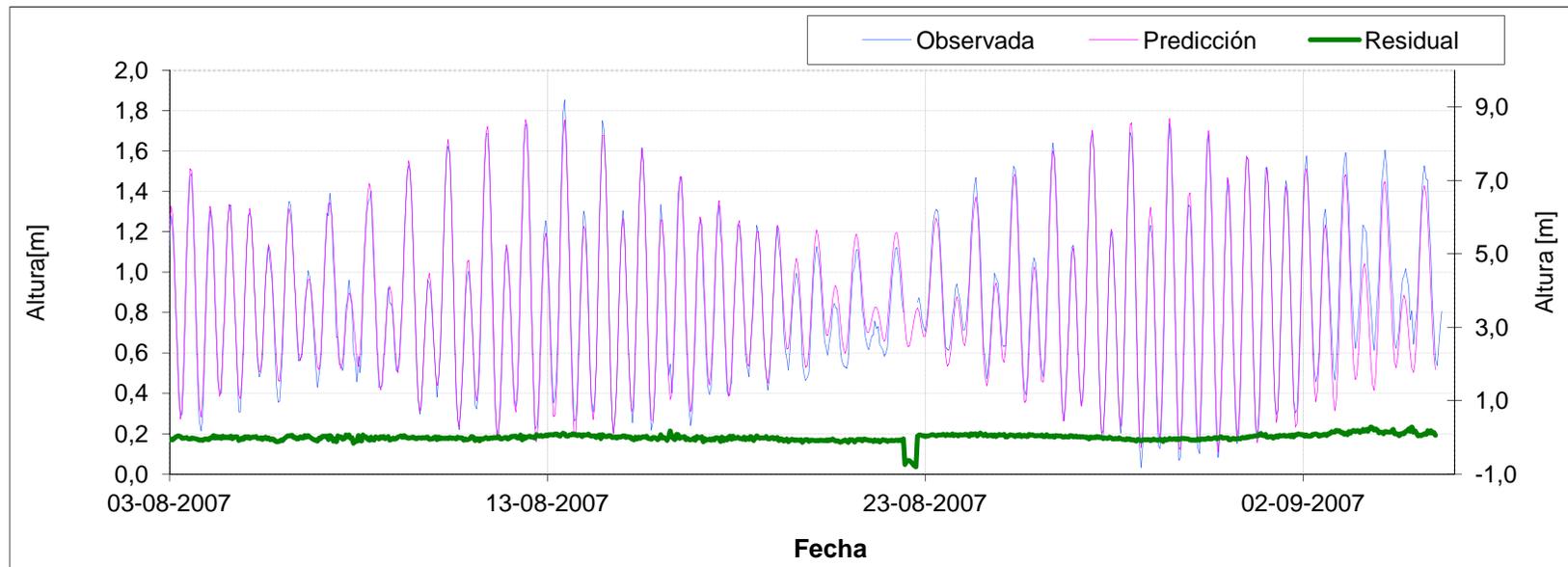


## Probabilidad de Excedencia



## Aspectos Oceanográficos

### Mareas

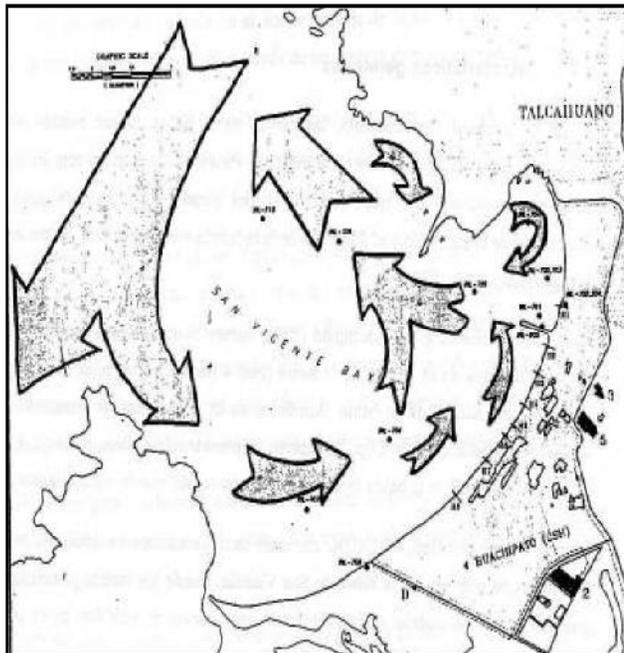


Valores No - Armónicos	Niveles [m] NRS
Pleamar Máxima	1,85
Altura Media de la Pleamar Superior	1,49
Altura Media de la Pleamar	1,32
Nivel Medio del Mar	0,86
Nivel Medio de la Marea	0,86
Altura Media de la Bajamar	0,39
Altura Media de la Bajamar Inferior	0,33
Bajamar Mínima	0,03
Rango Máximo de Marea	0,93

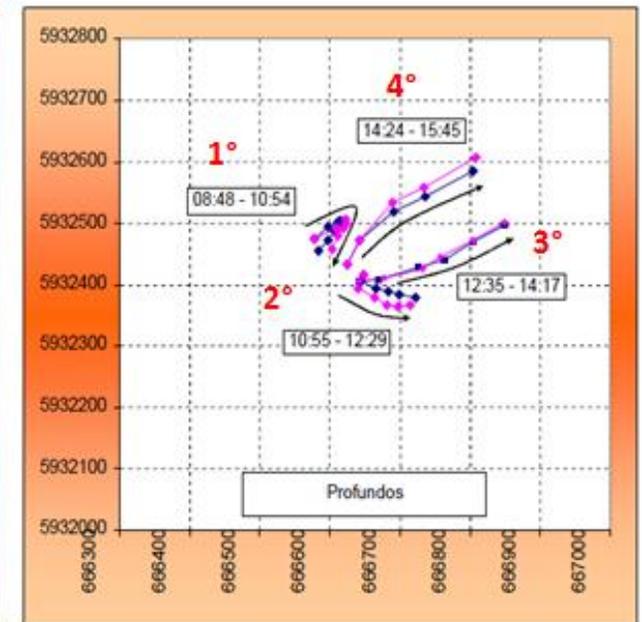
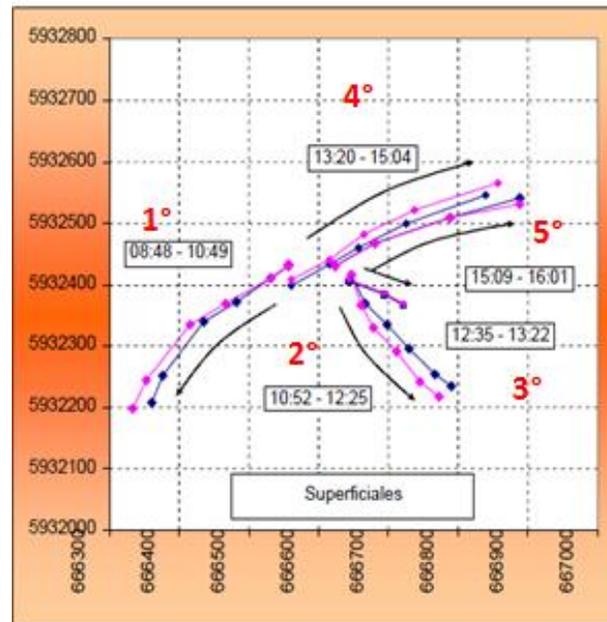
- 1.- Introducción
- 2.- Caracterización área de Influencia
- 3.- Diseño de Dragados
- 4.- Costos de Dragados
- 5.- Leyes Regulatorias
- 6.- Comparación de Diseños de Dragados
- 7.- Conclusiones y Recomendaciones
- 8.- Dedicatoria y agradecimientos

## Aspectos Oceanográficos - Corrientes zona de dragados

### Corrientes en la Bahía de San Vicente Sobarzo, 1994



### Corrientes Lagrangeanas (sicigia) 23 de febrero



- 1.- Introducción 2.- Caracterización área de Influencia 3.- Diseño de Dragados 4.- Costos de Dragados  
 5.- Leyes Reguladoras 6.- Comparación de Diseños de Dragados 7.- Conclusiones y Recomendaciones  
 8.- Dedicatoria y agradecimientos

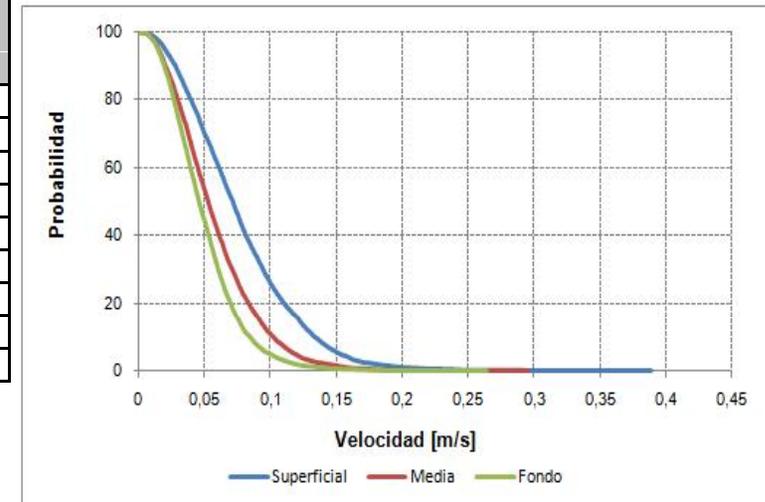
## Aspectos Oceanográficos - Corrientes zona de dragados

### Parámetros estadísticos Corrientes Eulerianas

32 días medición, 05 agosto a 07 septiembre 2006

Profundidad Bajo en NRS [m]	Capa	Magnitud [m/s]			Vector Resultante		Distancia recorrida [km]
		Promedio	Máximo	Desviación Estándar	Dirección	Magnitud [m/s]	
0,8 - 1,8	9	0,077	0,389	0,0427	281,98	0,0392	110,65
1,8 - 2,8	8	0,070	0,308	0,0389	278,17	0,0354	100,14
2,8 - 3,8	7	0,066	0,316	0,0379	276,48	0,0312	88,27
3,8 - 4,8	6	0,062	0,269	0,0356	271,86	0,0273	77,23
4,8 - 5,8	5	0,058	0,295	0,0329	266,71	0,0236	66,56
5,8 - 6,8	4	0,054	0,278	0,0306	259,84	0,0218	61,57
6,8 - 7,8	3	0,050	0,289	0,0283	249,07	0,0196	55,28
7,8 - 8,8	2	0,048	0,273	0,0275	242,49	0,0189	53,36
8,8 - 9,8	1	0,050	0,264	0,0272	239,68	0,0192	54,19

### Probabilidad de Excedencia Corrientes Eulerianas



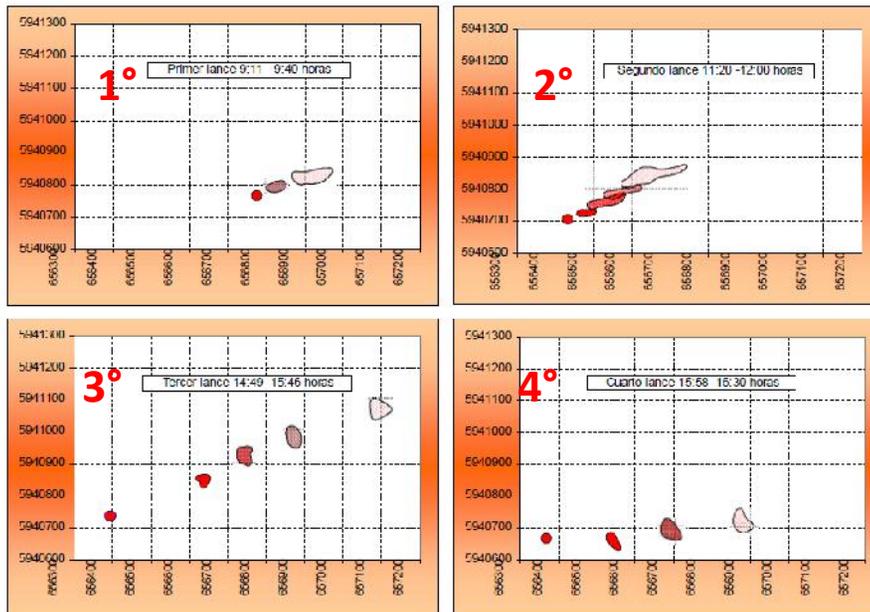
### Resumen de Corrientes en el sector

Corrientes	Capa	Velocidad [m/s]		Dirección	Observación
		Promedio	Máxima		
Eulerianas	Superficial	0,07	0,39	WNW	Se relaciona a vientos locales, dirección anti horario
	Fondo	0,05	0,26	WSW	Se relaciona a vientos locales, dirección anti horario
Lagrangeanas Sicigia	Superficial	0,05	0,10	SW - NE	Se presenta en marea llenante a marea vaciante
	Fondo	0,03	0,06	E - NE	Se presenta en marea llenante a marea vaciante
Lagrangeanas Cuadratura	Superficial	0,05	0,12	E - N	En bajamar cambia a dirección N
	Fondo	0,03	0,05	W	Girando consecutivamente hacia SW y NW

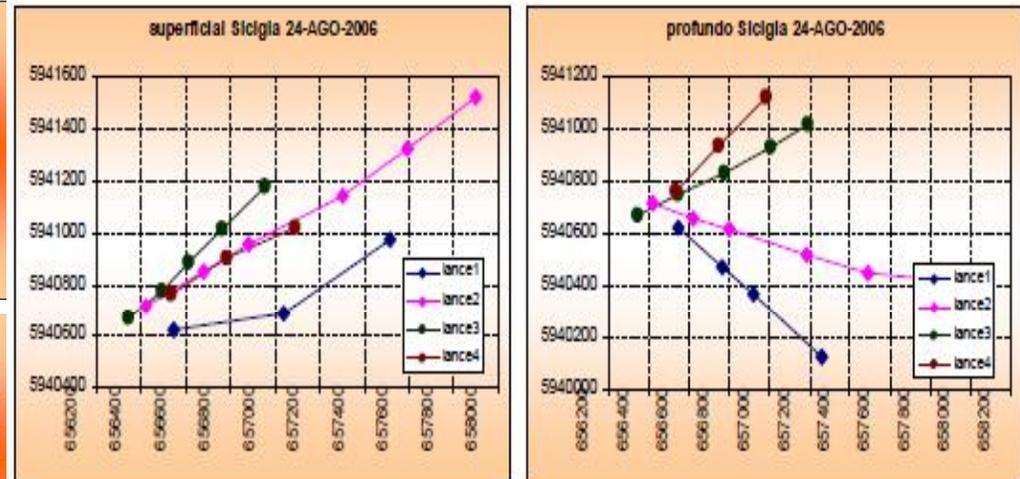
- 1.- Introducción
- 2.- Caracterización área de Influencia
- 3.- Diseño de Dragados
- 4.- Costos de Dragados
- 5.- Leyes Regulatorias
- 6.- Comparación de Diseños de Dragados
- 7.- Conclusiones y Recomendaciones
- 8.- Dedicatoria y agradecimientos

## Aspectos Oceanográficos – Corrientes lagrangeanas zona de vertimiento

Diagramas de trayectorias manchas de rodaminas



Diagramas de trayectorias de Derivadores sicigia



Resumen de trayectorias de rodaminas

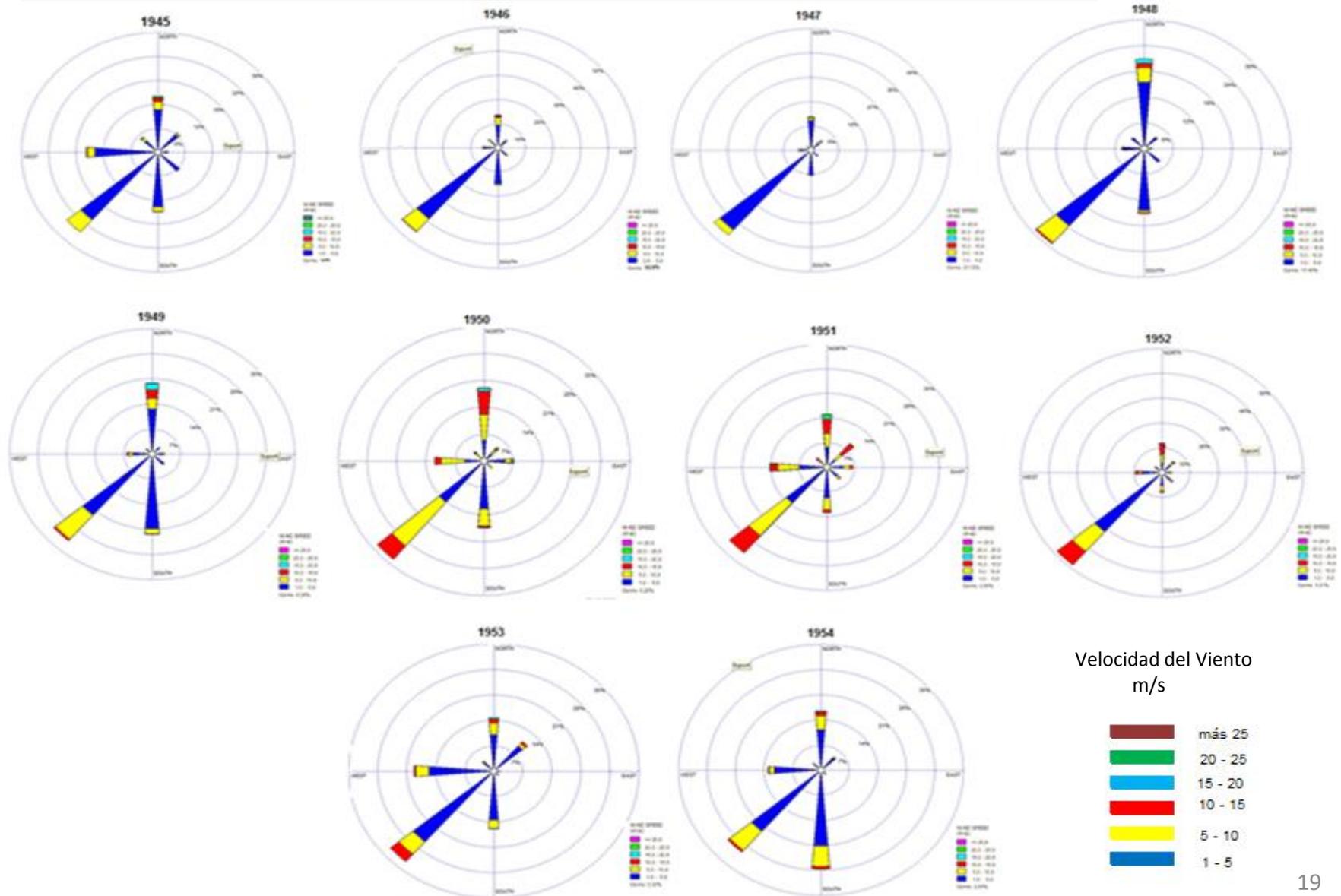
Mancha	Hora	Marea	Dirección	Distancia	Periodo	Velocidad
			Promedio [°]	Avance [m]	Avance [min]	Desplazamiento [m/s]
1°	9:11 - 9:40	creciente - Plea	NE	165	29	0,1
2°	11:20 - 12:00	Pleamar	NE	270	40	0,1
3°	14:49 - 15:46	Vaciante	NE - E	780	57	0,2
4°	15:58 - 16:30	Vaciante - baja	E	520	32	0,3

Resumen de trayectorias derivadores

Derivadores	Profundidad [m]	Rango Velocidad [m/s]	Vel. Promedio [m/s]	Dirección [°]
Superficiales	1	0,15 a 0,21	0,18	NE
Profundos	20	0,13 a 0,39	0,21	NE - SE

- 1.- Introducción
- 2.- Caracterización área de Influencia
- 3.- Diseño de Dragados
- 4.- Costos de Dragados
- 5.- Leyes Regulatorias
- 6.- Comparación de Diseños de Dragados
- 7.- Conclusiones y Recomendaciones
- 8.- Dedicatoria y agradecimientos

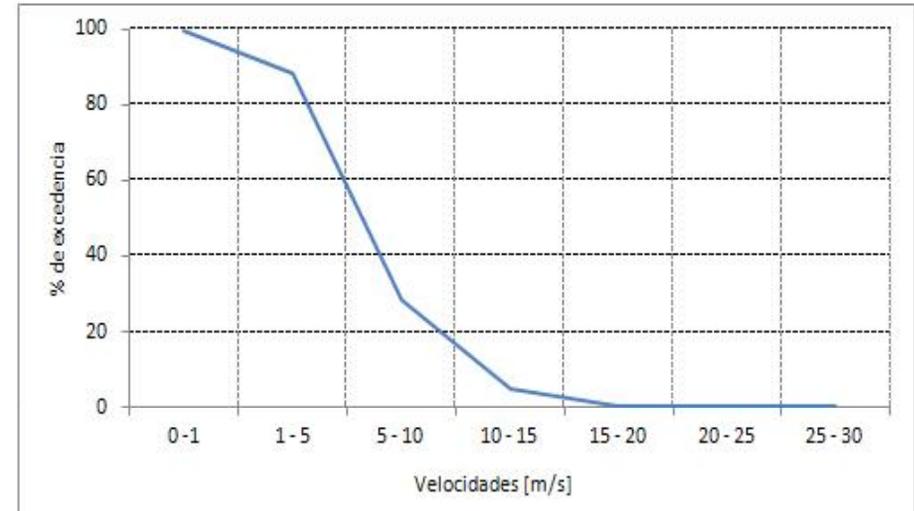
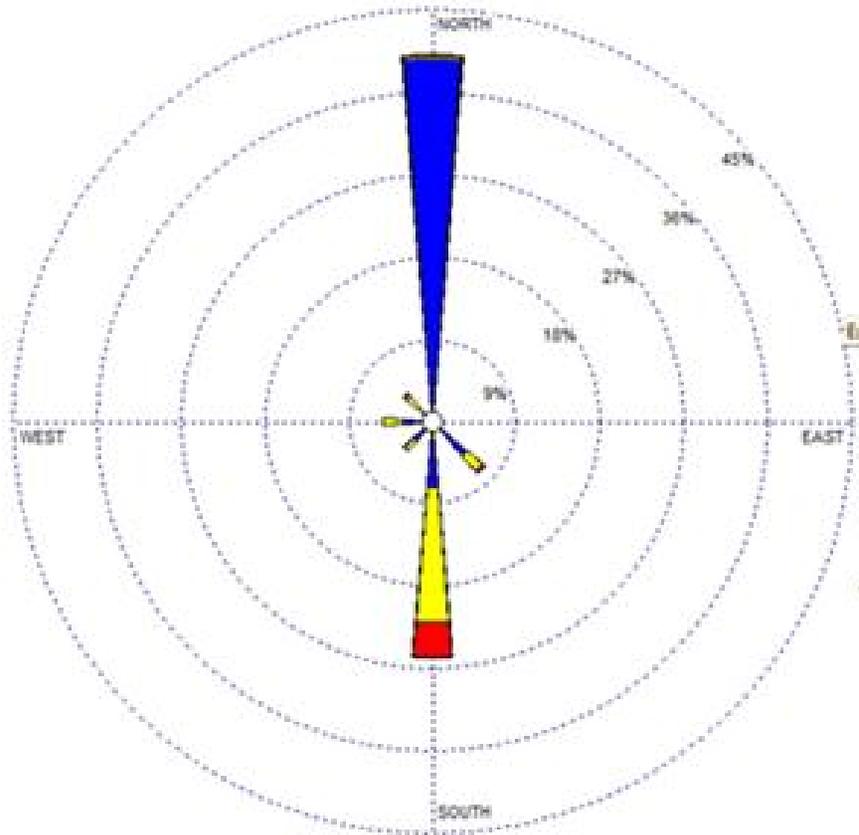
## Aspectos Ambientales - Vientos



## Aspectos Ambientales – Vientos

### Probabilidad de Excedencia

Oct 2005 - Marz 2006

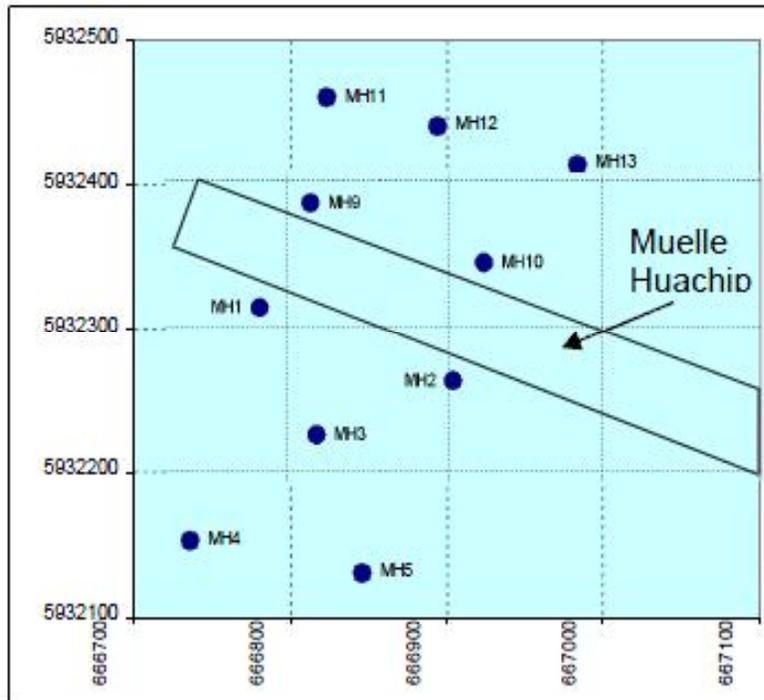


Dirección	Intensidad [m/s]	
	Promedio	Máxima
N	0,9	37,4
NE	2,17	30,5
E	2,87	30
SE	4,14	37,5
S	6,46	39,6
SW	3,99	31,9
W	4,28	38,6
NW	6,38	44,2

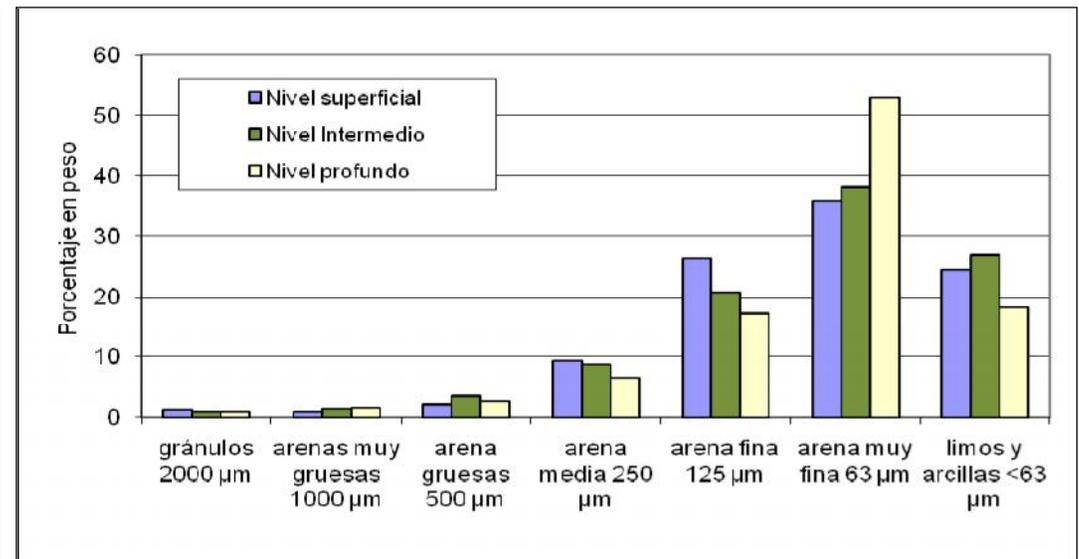
- 1.- Introducción
- 2.- Caracterización área de Influencia
- 3.- Diseño de Dragados
- 4.- Costos de Dragados
- 5.- Leyes Reguladoras
- 6.- Comparación de Diseños de Dragados
- 7.- Conclusiones y Recomendaciones
- 8.- Dedicatoria y agradecimientos

## Aspectos Geotécnicos – Sedimentos – Granulometría

Posición aproximada de las muestras

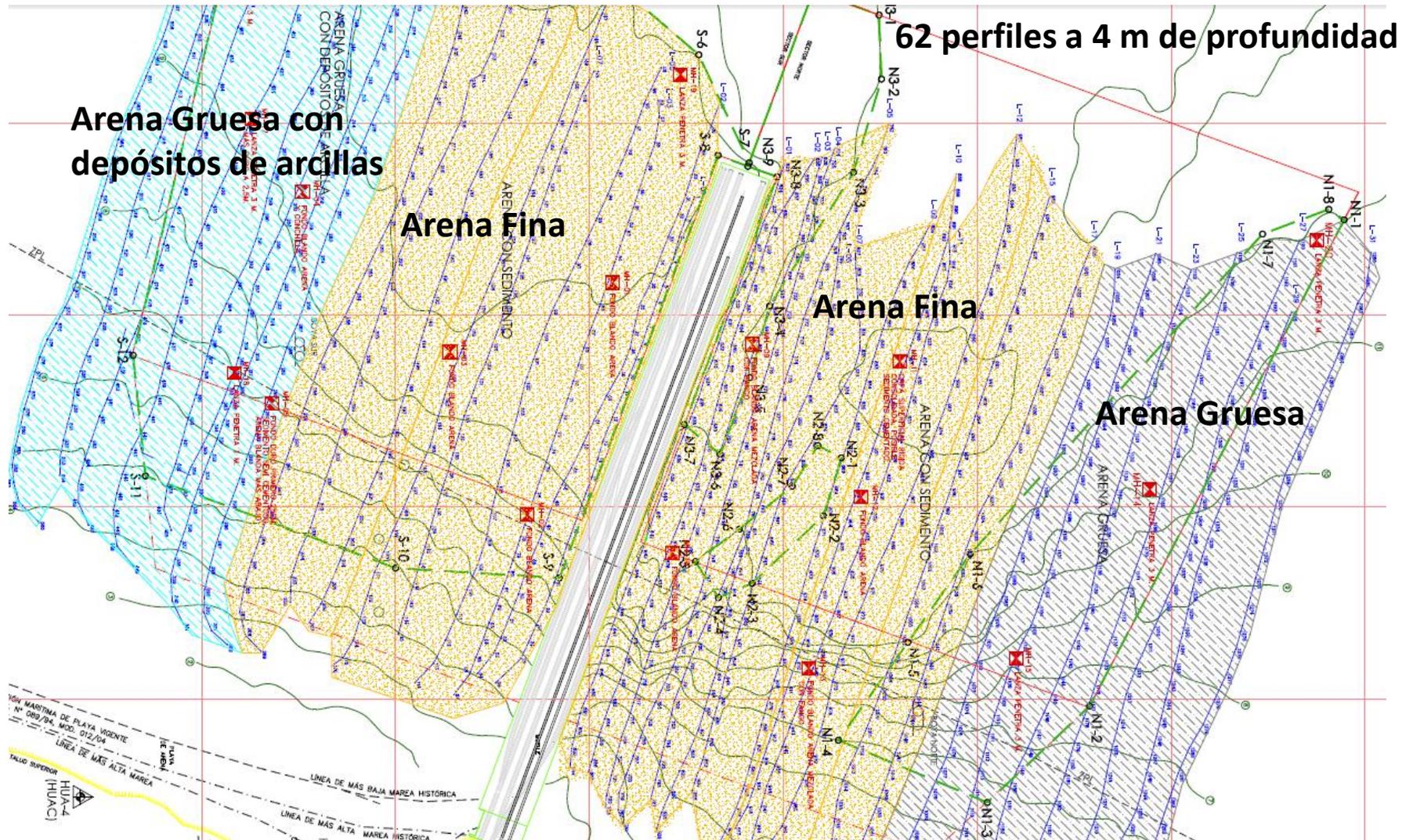


Distribución de % en peso de tamaños de granos



- 1.- Introducción
- 2.- Caracterización área de Influencia
- 3.- Diseño de Dragados
- 4.- Costos de Dragados
- 5.- Leyes Regulatorias
- 6.- Comparación de Diseños de Dragados
- 7.- Conclusiones y Recomendaciones
- 8.- Dedicatoria y agradecimientos

## Aspectos Geotécnicos – Sedimentos - Estratigrafía



- 1.- Introducción
- 2.- **Caracterización área de Influencia**
- 3.- Diseño de Dragados
- 4.- Costos de Dragados
- 5.- Leyes Regulatorias
- 6.- Comparación de Diseños de Dragados
- 7.- Conclusiones y Recomendaciones
- 8.- Dedicatoria y agradecimientos

## Aspectos Geotécnicos – Sedimentos – Análisis Toxicológico - Muelle



## Aspectos Geotécnicos – Sedimentos – Análisis Toxicológico- Muelle

---

• Los sedimentos indican contenidos de algunos metales como **Zinc, Plomo y Cadmio**, los cuales poseen valores promedios sobre los establecidos por las Normas Institucionales ambientales, estos niveles están asociados a la intervención de emisarios submarinos, los cuales arrojan materia orgánica, desechos de puertos pesqueros y aguas servidas.

***“es evidente que existe una perturbación en la vida de comunidades biológicas que habitan en el fondo, existiendo una perturbación moderada que perjudica el crecimiento de organismos de gran tamaño y beneficia la aparición de organismos de menor tamaño relacionando estos efectos con el estado comunitario, describen que cerca de la zona de estudio está completamente defundada debido al alto contenido de materia orgánica”.***

## Aspectos Geotécnicos – Sedimentos – Análisis sector de Vertimiento

---

Las características del sedimento en la zona de vertimiento con profundidades aproximadas a 120 [m], se caracterizaron por poseer un alto porcentaje de material fangoso.

## Aspectos Operacionales

---

### Tráfico Marítimo

- Estela de los barcos puede dificultar el trabajo de la draga ya sea en la extracción o en el traslado del material a la zona de vertido.
- Analizar los tiempos de inoperatividad de los puertos o muelles.

### Inspección Arqueológica

- El fin de detectar, extraer o preservar los posibles restos arqueológicos.
- Primero en analizar históricamente el sector, para luego detectar en caso que hubiera restos, utilizando batimetrías y detectores de metales pesados.
- Las inspecciones arqueológicas están reguladas por el Decreto Supremo N° 484 de 1990, del Ministerio de Educación, Reglamento de la Ley 17.288, sobre excavaciones y/o prospecciones arqueológicas, antropológicas y paleontológicas, 2 de abril de 1991, Ministerio de Educación

## Funcionamiento Morfodinámico

---

### Fuentes de Sedimentos



CSH, posee 7 emisarios, de los cuales todos descargan coliformes fecales y solo 3 de ellos descargan Plomo, Zinc , Manganeso, entre otros.

Por si solo, no aporta sedimentos

Se estima que caudales superiores a 12.000 [m<sup>3</sup>/s] podría aportar sedimentos a la bahía de San Vicente por medio del Estero Lengua. Año 1972 – 1991 – 2003 y 2006 caudales superiores a 12.000 [m<sup>3</sup>/s] .

- 1.- Introducción
- 2.- Caracterización área de Influencia
- 3.- Diseño de Dragados
- 4.- Costos de Dragados
- 5.- Leyes Reguladoras
- 6.- Comparación de Diseños de Dragados
- 7.- Conclusiones y Recomendaciones
- 8.- Dedicatoria y agradecimientos

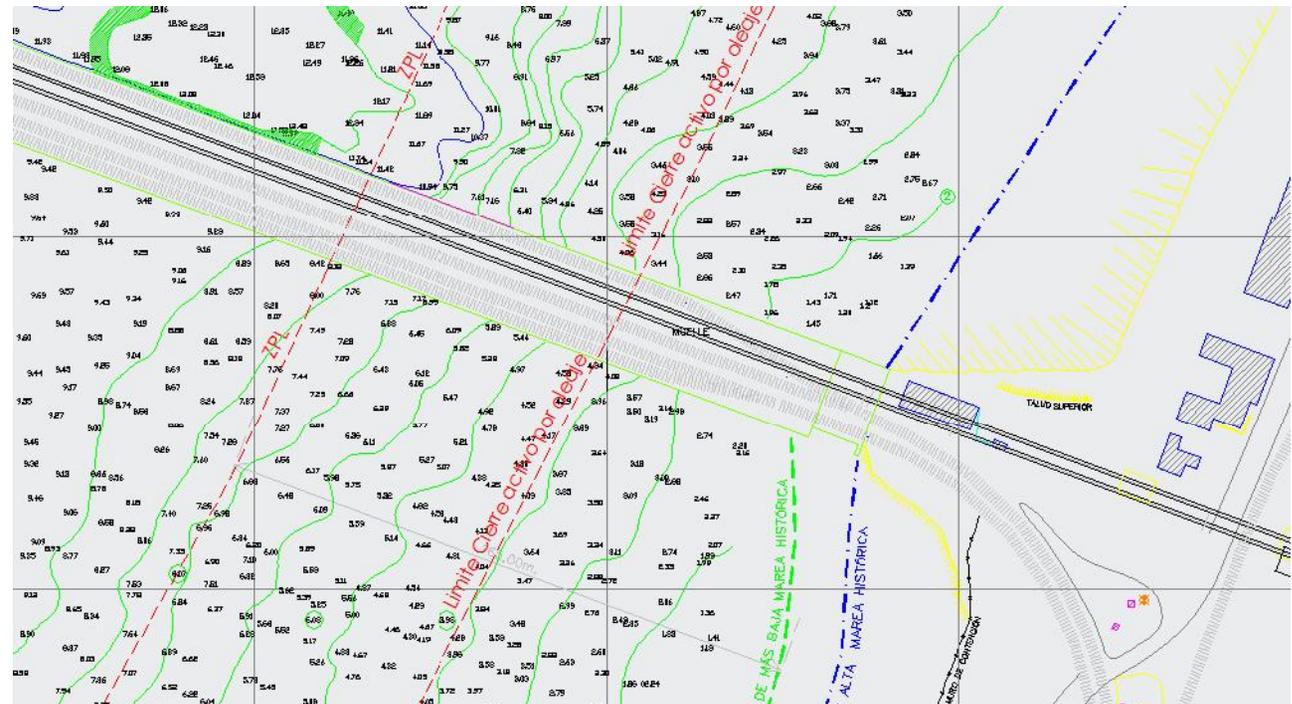
## Transporte de Sedimentos

Transporte de Sedimentos

Debido a la Fricción por efecto

↓

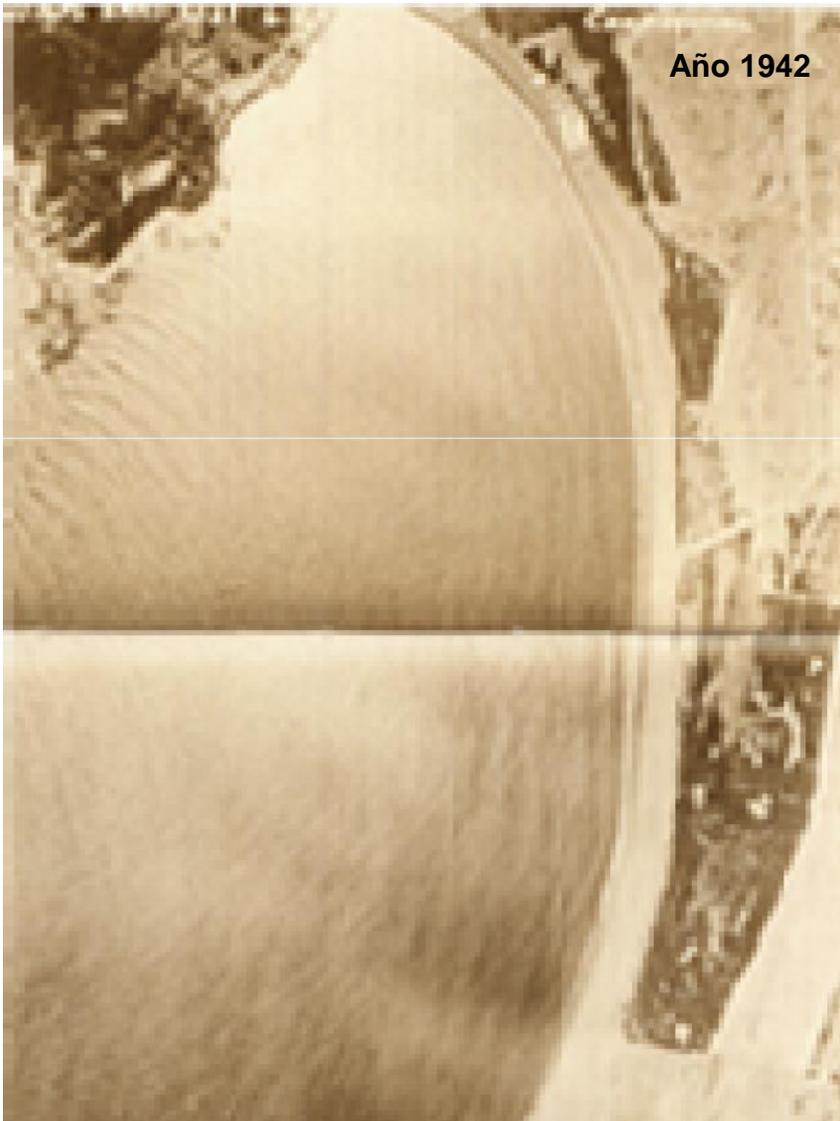
Corrientes Oceánicas  
 Corrientes litorales  
 Oleaje  
 Acción Hélices de los buques



Efecto	Valor	Unidad	Comentarios
<b>Corrientes Oceánicas</b>			Esta tensión es menor que la tensión crítica de arrastre, por lo que las corrientes oceánicas medidas en este periodo no generan transporte. Valor de Corriente
Tensión crítica de arrastre	0,147	[N/m <sup>2</sup> ]	
Corriente Máxima	0,065	[N/m <sup>2</sup> ]	z=1,8 [m] - U (z)= 0,265 [m/s] - d <sub>50</sub> =0,110 [mm]
Corriente Media	0,0059	[N/m <sup>2</sup> ]	z=1,8 [m] - U (z)= 0,050 [m/s] - d <sub>50</sub> =0,110 [mm]
<b>Oleaje</b>	4,19	[m]	Sector es morfológicamente activo hasta la cota 4,19 [m] H <sub>mo</sub> =2.8 , corresponde al 0,14% Probabilidad de Excedencia
<b>Helices de Barcos</b>			Directemar, indica el uso de remolcadores Helices pueden generar socavación en el fondo

## Transporte de Sedimentos – Corriente Litoral

---



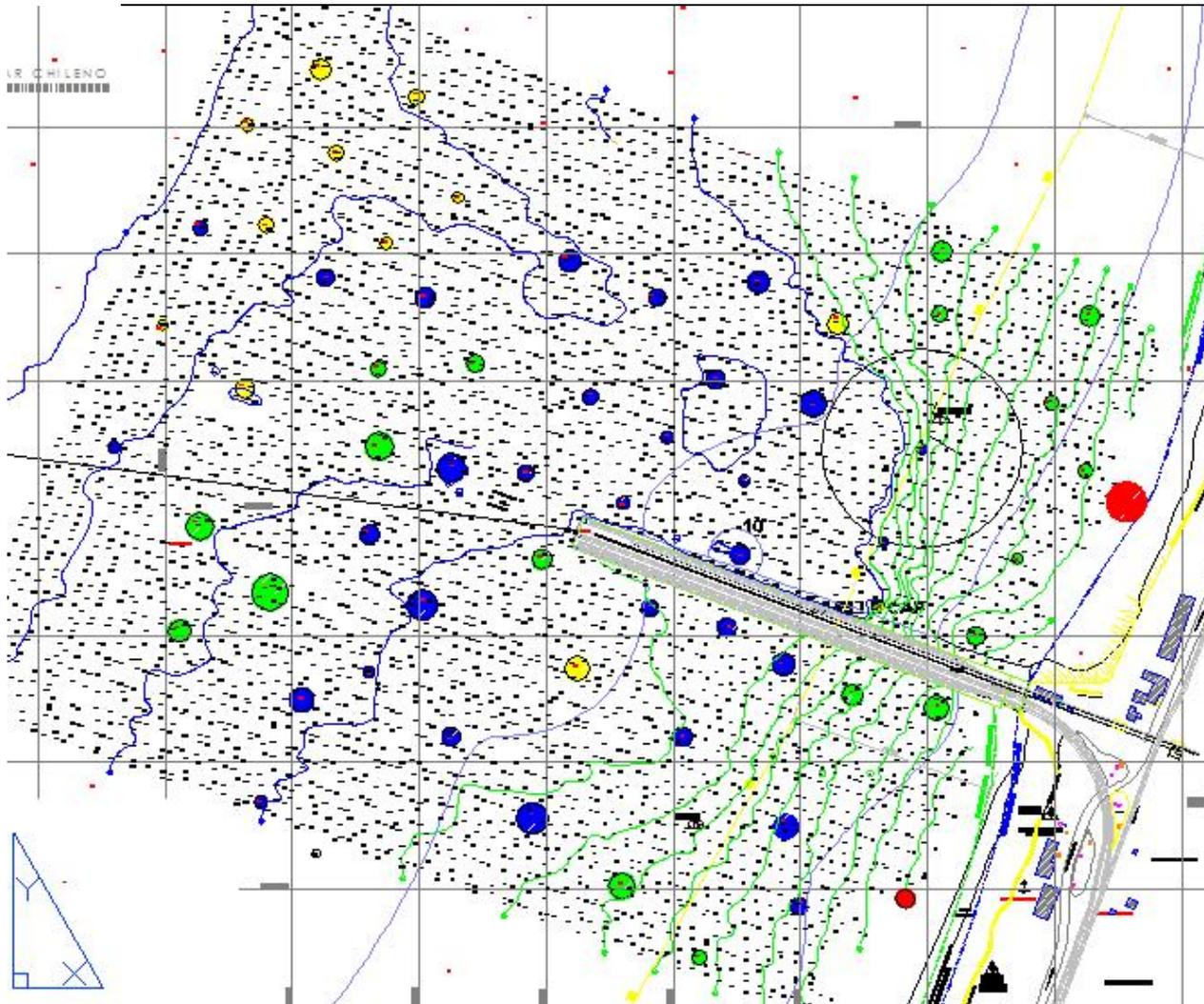
- Inducidas por efecto oleaje en zona de rompientes.
- Bahía con escasa variabilidad direccional del oleaje.
- Perfil de Playa , oblicuo continuo

Año 2010



- 1.- Introducción 2.- **Caracterización área de Influencia** 3.- Diseño de Dragados 4.- Costos de Dragados  
 5.- Leyes Regulatorias 6.- Comparación de Diseños de Dragados 7.- Conclusiones y Recomendaciones  
 8.- Dedicatoria y agradecimientos

## Estimación de la Tasa de Embanque



### Comparación Batimetrías

Carta Navegación Shoa  
 N° 6112, año 1984

Plano batimétrico realizado  
 Empresa Desmar 2006

Registro en 22 años

Sector	Valores Promedios [m]			
	Acumulación	Cotas [m NRS]	Erosión	Cotas [m NRS]
Sur	1,3	7 al 11	1,5	0 al 6
Norte	1,6	8 al 13	1,5	0 al 6

SIMBOLOGIA	
	No hay variación significativa entre cotas
	cota batimetria shoa 1984
	Sedimentación
	Erosión

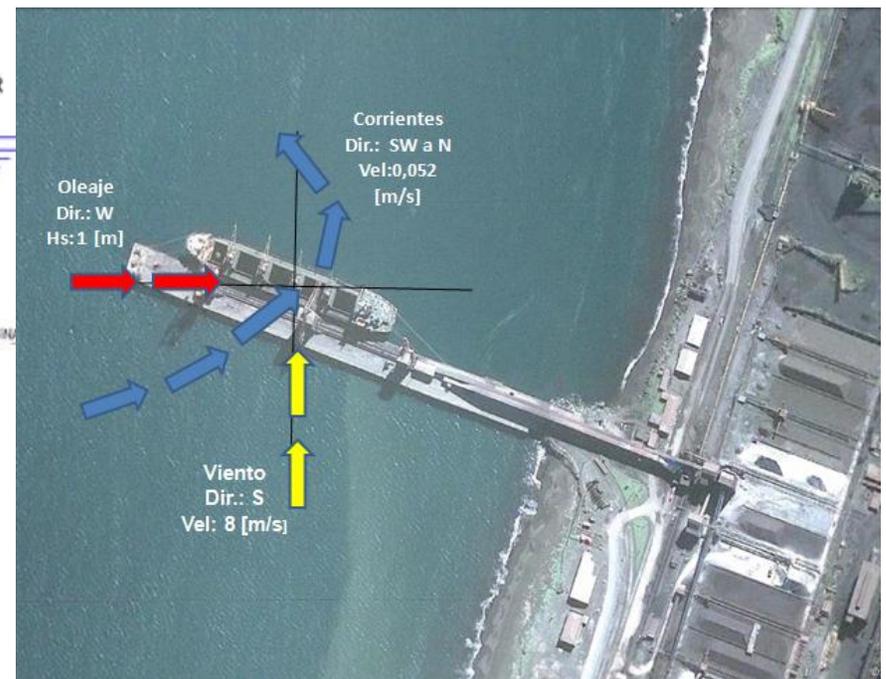
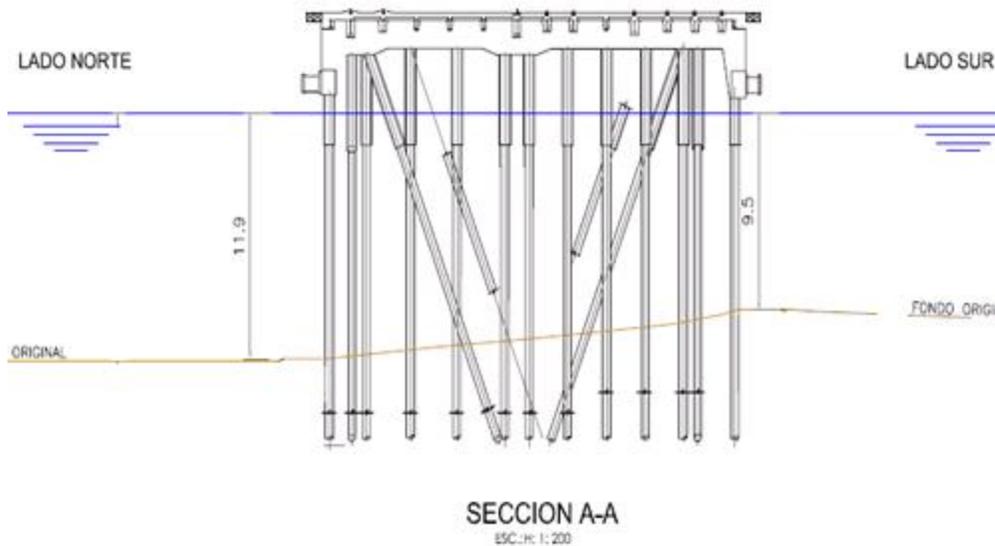
- 1.- Introducción 2.- Caracterización área de Influencia 3.- Diseño de Dragados 4.- Costos de Dragados  
 5.- Leyes Reguladoras 6.- Comparación de Diseños de Dragados 7.- Conclusiones y Recomendaciones  
 8.- Dedicatoria y agradecimientos

## Diseño de Dragados

### Buque de diseño

Tabla 3.1 ROM 3.1-99 – Buque Granelero

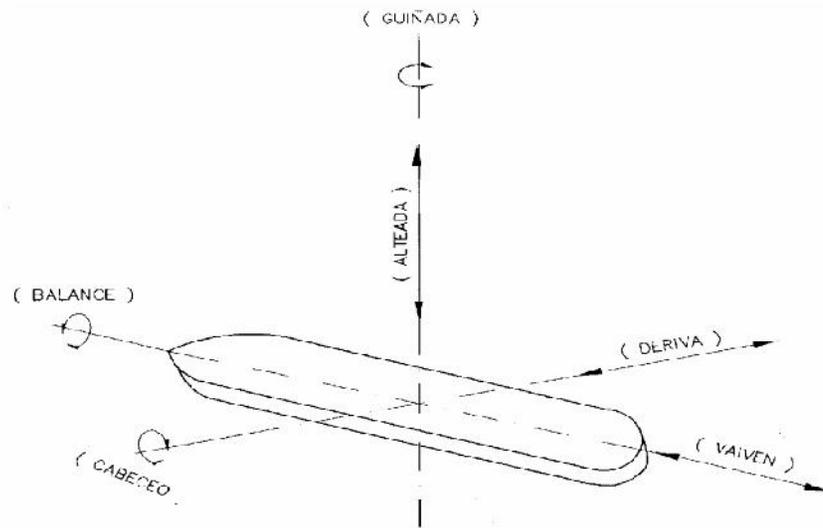
Sitio	Calado [D] m	Tonelaje de Peso Muerto [TPM] t	Desplazamiento [ ] t	Eslora Total [L] m	Eslora entre Perpendiculares [L <sub>pp</sub> ] m	Manga [B] m	Puntal [T] m	Coefficiente de Bloque [Cb]
Norte	11,5	40.000	50.000	195	185	29	16,3	0,8
Sur	10	26.364	33.636	171	163	25,3	13,8	0,79



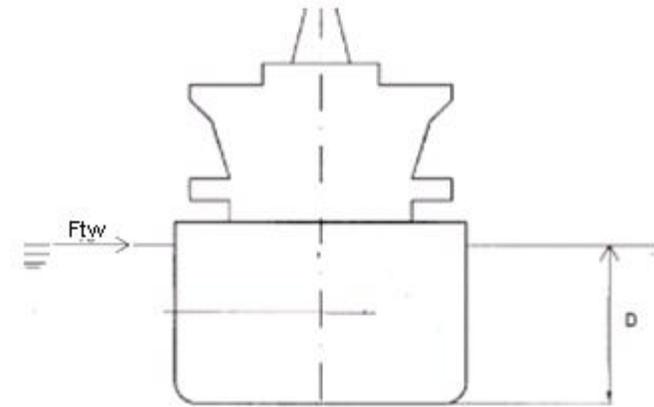
Largo Total: 371,49 [m]  
 Ancho Total: 26,5 [m]  
 Long. Pilotes: 20 [m] aprox.  
 Ficha aprox.: 10 a 13 [m]

- 1.- Introducción 2.- Caracterización área de Influencia 3.- Diseño de Dragados 4.- Costos de Dragados  
 5.- Leyes Regulatoras 6.- Comparación de Diseños de Dragados 7.- Conclusiones y Recomendaciones  
 8.- Dedicatoria y agradecimientos

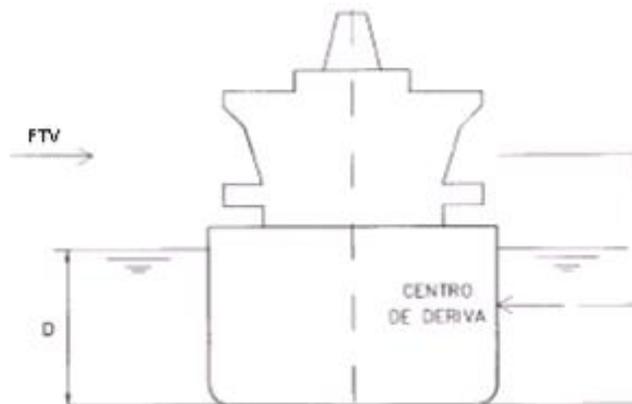
## Diseño de Dragados



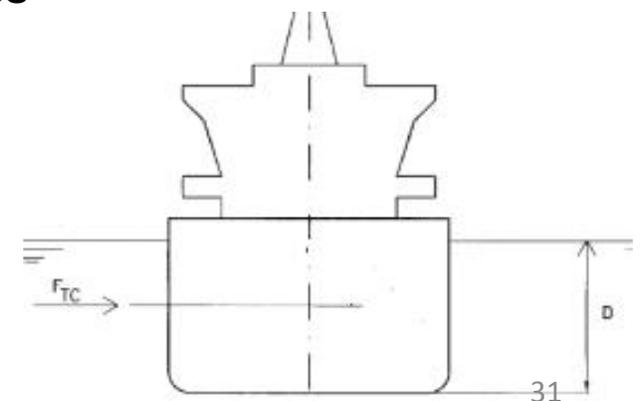
### Oleaje



### Viento



### Corrientes



- 1.- Introducción 2.- Caracterización área de Influencia 3.- Diseño de Dragados 4.- Costos de Dragados  
 5.- Leyes Reguladoras 6.- Comparación de Diseños de Dragados 7.- Conclusiones y Recomendaciones  
 8.- Dedicatoria y agradecimientos

## Diseño de Dragados – Requerimientos de Alzado

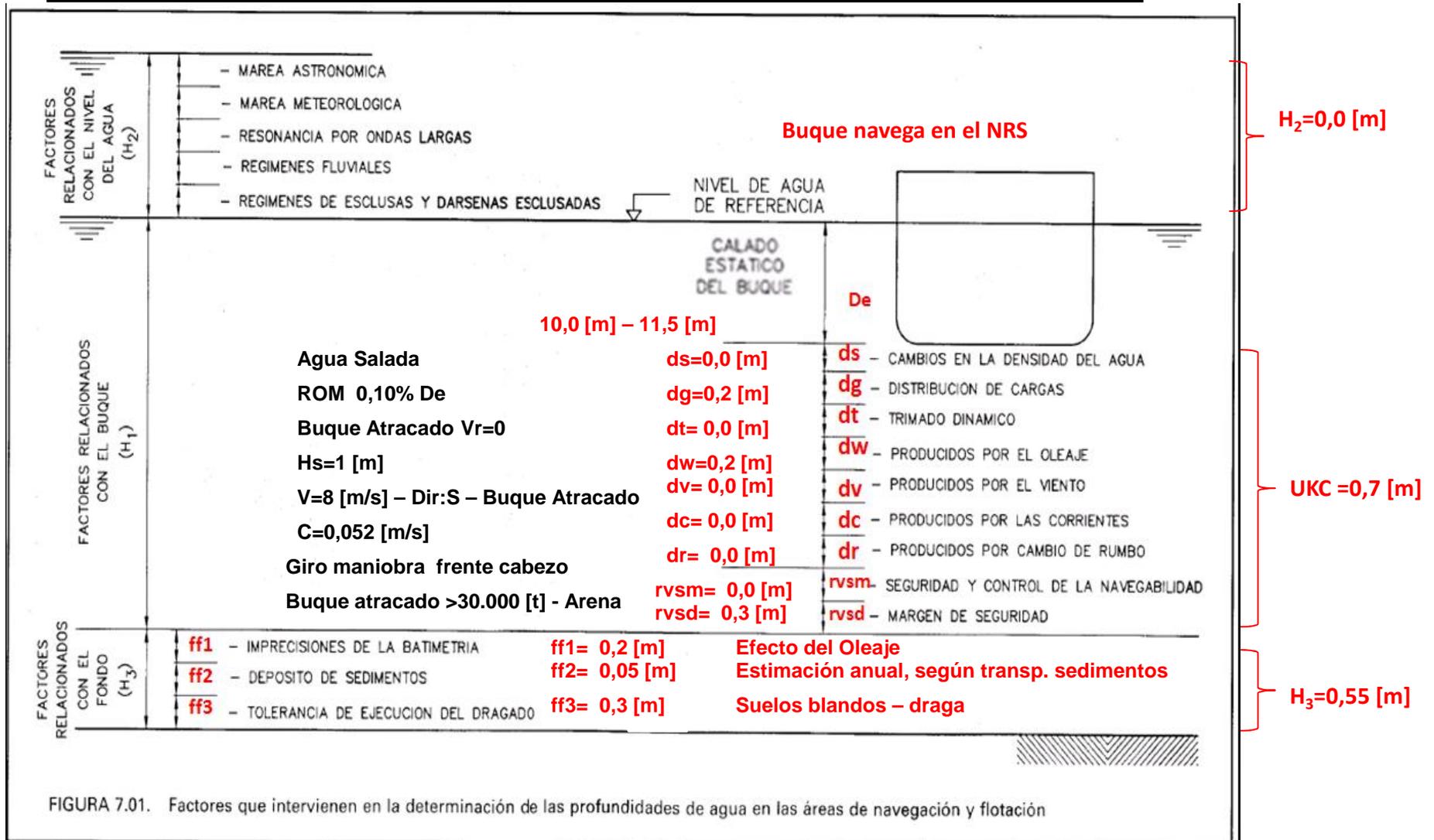


FIGURA 7.01. Factores que intervienen en la determinación de las profundidades de agua en las áreas de navegación y flotación

## Diseño de Dragados

---

$$\text{Prof. Dragado Nominal} = H1 + H3 - De$$

$$\text{Sitio Norte: } 12,2 + 0,55 - 11,5 = 1,2 \text{ [m]}$$

$$\text{Sitio Sur: } 10,7 + 0,55 - 10,0 = 1,2 \text{ [m]}$$

Cotas de dragados equivalen a :

$$\text{Sitio Norte: } H1 + H3 = 12,2 + 0,55 = 12,7 \text{ [m]}$$

$$\text{Sitio Sur: } H1 + H3 = 10,7 + 0,55 = 11,2 \text{ [m]}$$

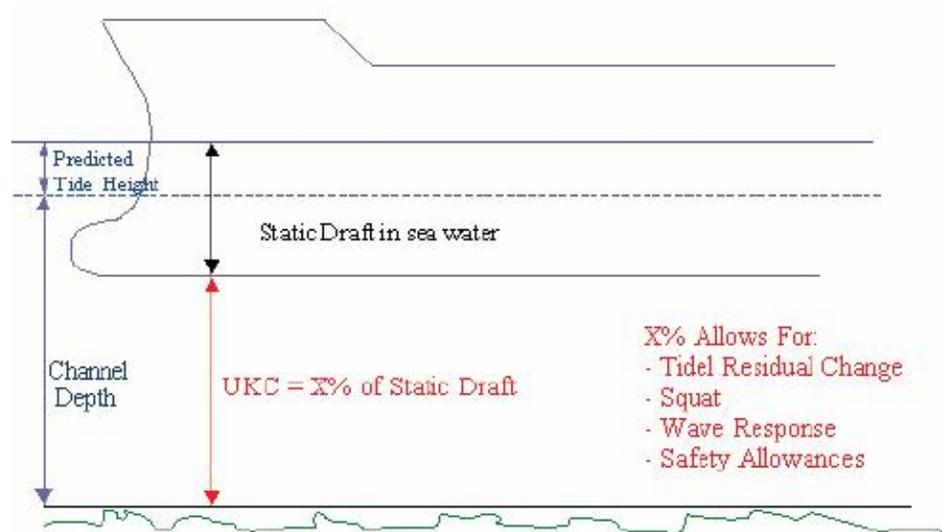
- 1.- Introducción 2.- Caracterización área de Influencia 3.- Diseño de Dragados 4.- Costos de Dragados  
 5.- Leyes Regulatoras 6.- Comparación de Diseños de Dragados 7.- Conclusiones y Recomendaciones  
 8.- Dedicatoria y agradecimientos

## Diseño de Dragados – Requerimientos de Alzado - Criterios de UKC

**PIANC:**                    **Aguas Protegidas :**    7% al 10% del calado del buque.  
                                   **Aguas Abiertas:**        10% al 15% del calado del buque.

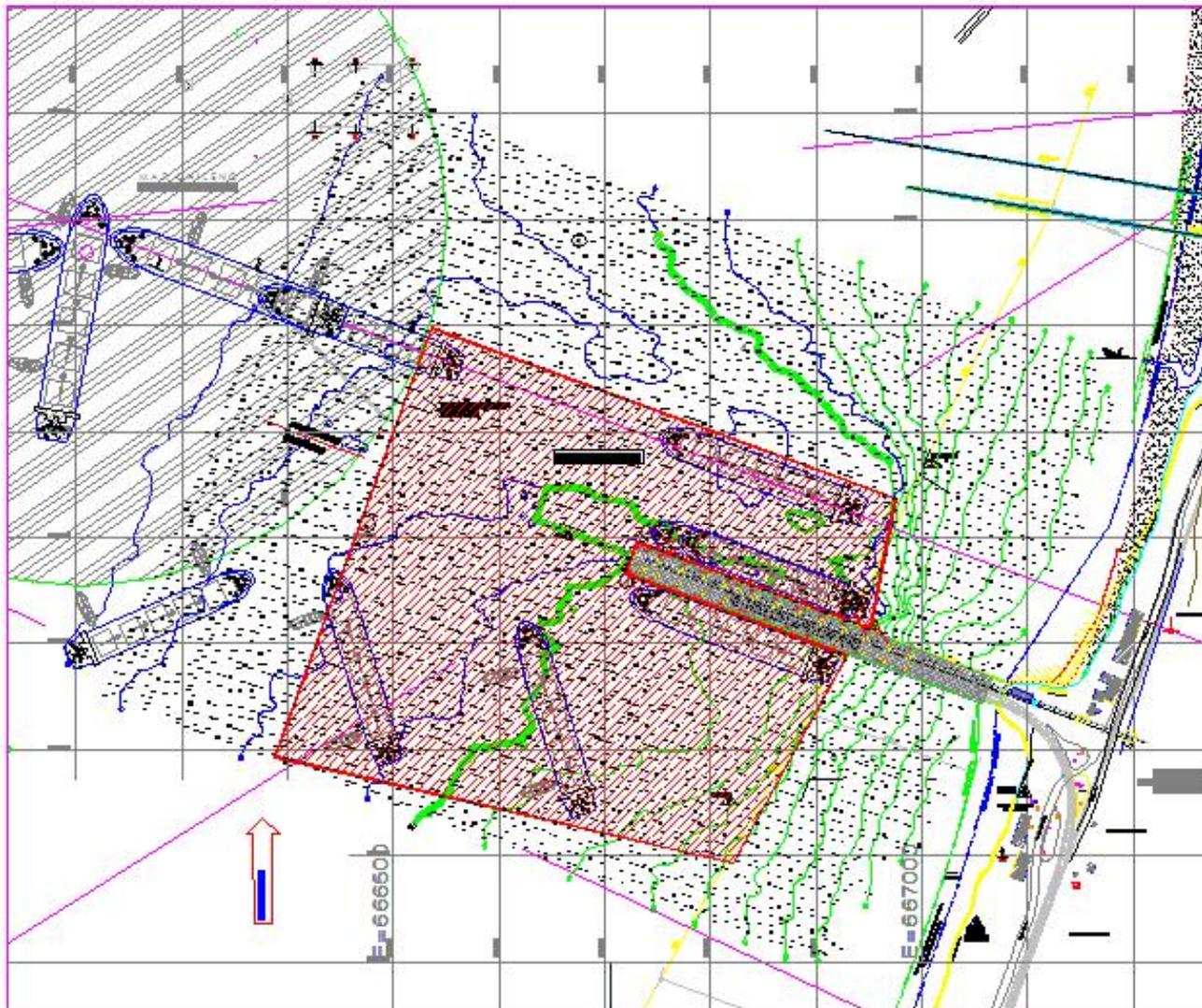
Sitio Norte:            UKC = 0,8 a 1,15 [m]  
 Sitio Sur:              UKC = 0,7 a 1,0 [m]

**DIRECTEMAR:**    Aguas Protegidas:        2 pies bajo la quilla (0,6 [m])



- 1.- Introducción
- 2.- Caracterización área de Influencia
- 3.- Diseño de Dragados
- 4.- Costos de Dragados
- 5.- Leyes Regulatorias
- 6.- Comparación de Diseños de Dragados
- 7.- Conclusiones y Recomendaciones
- 8.- Dedicatoria y agradecimientos

## Diseño de Dragados – Requerimiento en Planta



Área Total Mínima:  
180.385 [m<sup>2</sup>].  
Sin taludes

Simbología	
	Área de Maniobras
	Área de Dragado

## Diseño de Dragados – Taludes de Dragados

### Taludes

- Tipo Sedimento : Arenas Finas.
- Baja Influencia de aportes de sedimentos.
- Transporte de sedimentos, línea de costa  
 Hasta veril -6 [mNRS].

Sector	Taludes	Comentario
Zonas cercanas linea de costa	V:H= 1:10	Mayor transporte de sedimentos veriles -3 al -6 [m NRS]
Zonas adyacentes a los pilotes	V:H= 1:4	Se considera un resguardo de 2,5 [m] desde los pilotes

TABLA 4.9.5. TALUDES DE DRAGADO USUALES

Tipo de terreno	Aguas tranquilas	Zonas con movimiento del agua
Fangos	20 a 6H:1V	20 a 10H:1V
Arenas finas flojas	6 a 4H:1V	10 a 6H:1V
Arenas gruesas	4 a 3H:1V	6 a 4H:1V
Arenas arcillosas	3 a 2H:1V	4 a 3H:1V
Arcillas de consistencia firme	2 a 1H:1V	3H:1V a 4H:3V
Arcillas duras	1H:1 a 2V	4H:3V a 1H:2V
Rocas*	1H:2 a 10V	1H:2 a 10V

\* En las rocas sedimentarias alteradas con buzamiento desfavorable puede ser conveniente un talud de dragado más suave, siguiendo el hilo de la estratificación.

Área total con taludes: 207.050 [m<sup>2</sup>]

Área sitio Norte: 72.631 [m<sup>2</sup>]

Área sitio Sur: 134.419 [m<sup>2</sup>]

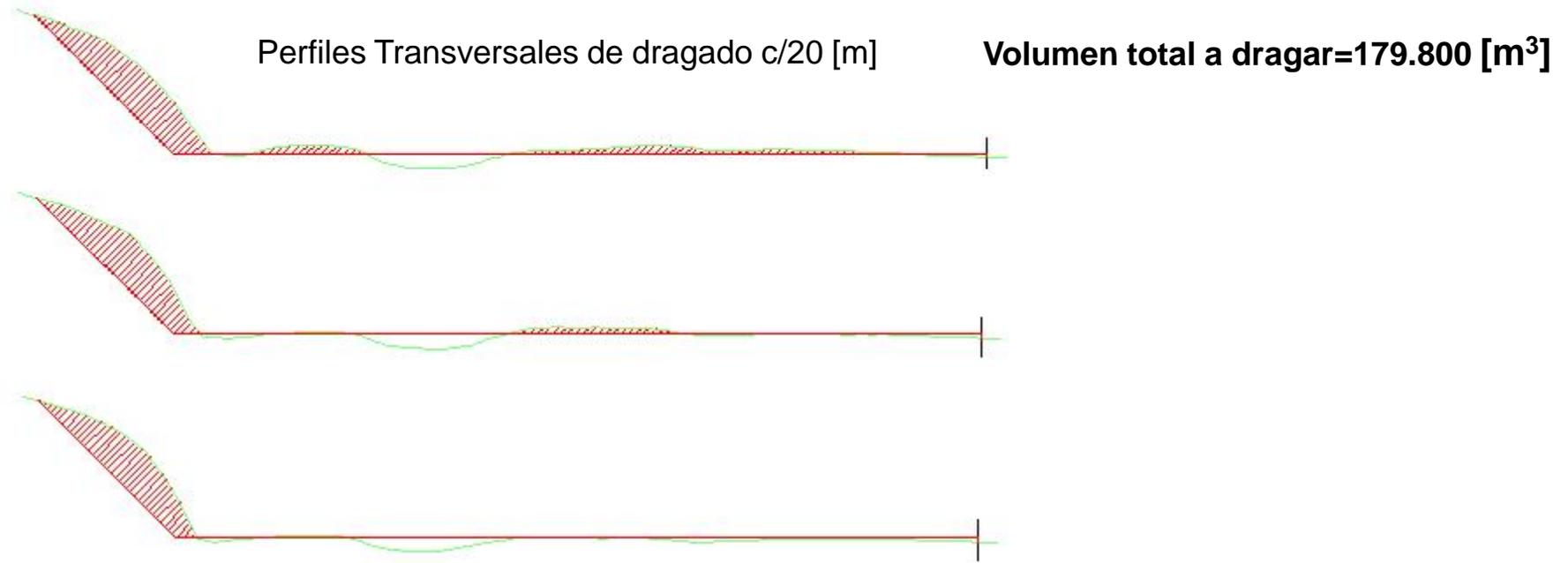
## Diseño de Dragados – Estabilidad del Muelle

---

- Puede limitar las cotas de dragados.
- Cota de dragado es de 1,2 [m].
- Comparación de batimetrías de los años 1984 y 2006, existe una acumulación de sedimentos entre 1,3 a 1,5 [m].
- Sedimento acumulado tiene una granulometría  $d_{50} = 0,11$  [m]. Materiales finos de baja capacidad estructural.
- Estudio de mecánica de suelos, indica que la 1° capa de suelo un valor de penetración estandar bajo, lo comparando los estratos inferiores.
- Se estima que la profundidad de dragado determinada, no afectaría la estabilidad estructural del muelle.

## Diseño de Dragados – Volumen de Dragados

---



## Diseño de Dragados – Vida Útil

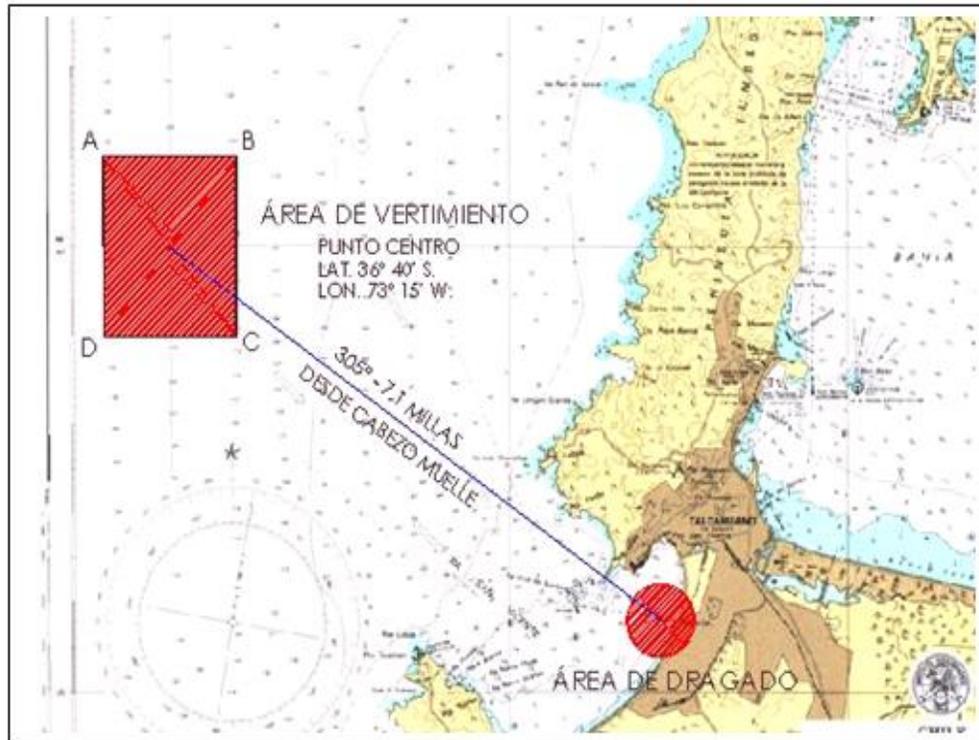
---

Vida útil de 10 años, estimando una sedimentación de 0,5 [m] durante su vida útil y 0,05 [m] anuales.

Considerando 0,5 [m], a efectos relacionados con el fondo.

- 1.- Introducción
- 2.- Caracterización área de Influencia
- 3.- Diseño de Dragados
- 4.- Costos de Dragados
- 5.- Leyes Regulatorias
- 6.- Comparación de Diseños de Dragados
- 7.- Conclusiones y Recomendaciones
- 8.- Dedicatoria y agradecimientos

## Diseño de Dragados – Lugar de vertimiento



- Fuera de aguas interiores.
- Profundidades > 100[m].
- Lugar abierto a la acción de corrientes.
- Zonas alejado de producción de acuicultura, pesca o recursos explotables.

### Ventajas y Desventajas

Descripción	Ventajas	Desventajas
Efecto Ambiental	Impacto más bajo que en tierra	
Metodología de Vertido	Más conocido y aplicado por empresas extranjeras	
Duración de Ejecución	Verte más material en menor tiempo	
Maquinaria a Utilizar – Ganguil		Su utilización en las cercanías de las playas no es recomendable por su calado.
Suspensión de Sedimentos		Suspensión de material en el vertido.
Costos		Alto costos de traslado.

- 1.- Introducción 2.- Caracterización área de Influencia 3.- Diseño de Dragados 4.- Costos de Dragados  
 5.- Leyes Reguladoras 6.- Comparación de Diseños de Dragados 7.- Conclusiones y Recomendaciones  
 8.- Dedicatoria y agradecimientos

## Diseño de Dragados – Elección Tipo de Draga

NATURALEZA DE TERRENO	TIPO DE DRAGA					
	CUCHARA	PALA	ROSARIO	SUCCION ESTACIONARIA	SUCCION ESTACIONARIA CORTADORA	SUCCION EN MARCHA
Arena compacta		X	X		X	X
Arena suelta			X	X	X	X
Arena fangosa	X		X	X		X
Fangos	X		X	X		X
Arcilla suelta	X		X		X	
Arcilla plástica	X	X	X		X	
Arcilla compacta		X	X		X	
Arena con grava	X	X	X		X	X
Roca sin voladura		X	X		X	
Rocas (previa voladura)	X	X	X			

## Diseño de Dragados – Elección Tipo de Draga

### Royal Boskalis



**Tipo Draga:** Clamshell  
**Nacionalidad:** Estado Unidense  
**Rendimiento :** 5.000 [m<sup>3</sup> /día]  
**Jornada:** 24 horas.  
**Gánguiles:** 2  
**Volumen a extraer:** 179.800[m<sup>3</sup>]  
**Tiempo estimado:** 35 días, aprox.  
**% de imprevistos:** 25% del tiempo  
**Tiempo total:** 44 días.

### Draga Barent Zanen

**Tipo Draga:** Succión  
**Nacionalidad:** Europea  
**Rendimiento :** 17.000 [m<sup>3</sup> /día]  
**Jornada:** 24 horas.  
**Gánguiles:** no  
**Capacidad bodega:** 4.600 [m<sup>3</sup>]  
**Volumen a extraer:** 179.800[m<sup>3</sup>]  
**Tiempo estimado:** 10 días, aprox.



- 1.- Introducción 2.- Caracterización área de Influencia 3.- Diseño de Dragados 4.- Costos de Dragados  
5.- Leyes Reguladoras 6.- Comparación de Diseños de Dragados 7.- Conclusiones y Recomendaciones  
8.- Dedicatoria y agradecimientos

## Diseño de Dragados – Elección Tipo de Draga

---

Ernesto Pinto



**Tipo Draga:** Clamshell – Succión

**Rendimiento :** 640 [m<sup>3</sup> /día]

**Jornada:** 24 horas.

**Gánguiles:** no

**Capacidad bodega:** 560 [m<sup>3</sup>]

**Volumen a extraer:** 179.800[m<sup>3</sup>]

**Tiempo estimado:** 280 días, aprox.

**% de imprevistos:** 25% del tiempo

**Tiempo total:** 352 días.

- 1.- Introducción 2.- Caracterización área de Influencia 3.- Diseño de Dragados 4.- Costos de Dragados  
 5.- Leyes Regulatoras 6.- Comparación de Diseños de Dragados 7.- Conclusiones  
 8.- Discusiones y Recomendaciones 9.- Dedicatoria y agradecimientos

## Costos de Dragados

Descripción	Royal Boskalis Westminster Clamshell -pontón	Barent Zanen Succión	Ernesto Pinto- Clamshell
Rendimiento [m <sup>3</sup> /día]	5.000	17.000	640
Tiempo de Ejecución [días]	44	10	352
Costo por m <sup>3</sup>	\$16.825	\$23.800	\$18.000
Costo total del dragado MM\$	\$3.025	\$4.279	\$3.136

### Resumen de costos de distintos tipos de dragas. Año 2009

Tipo de Draga	Costo asociado por m <sup>3</sup> en Chile
Draga de Succión	\$23.800
Ernesto Pinto- <i>Clamshell</i>	\$18.000
Draga tipo <i>Backhoe</i>	\$16.825
Grúa sobre Muelle	\$14.000

## Leyes Regulatoras

---

### Ley 19.300 , Ley de Bases del Medio Ambiente

*En el Artículo 9°, El titular de todo proyecto o actividad comprendido en el artículo 10 deberá presentar una Declaración de Impacto Ambiental (DIA) o Elaborar un Estudio de Impacto Ambiental (EIA), según corresponda.*

*En el Artículo 10, se describen los proyectos o **actividades susceptibles de causar impacto ambiental**, en cualquiera de sus fases y que deberán someterse al sistema de evaluación del impacto ambiental. En la letra **a)** del mismo artículo se definen: Acueductos, embalses o tanques o sifones que deban someterse a la autorización establecida en el artículo 294 del Código de Aguas, presas, drenaje, desecación, **dragado**, defensa o alteración significativos de cuerpos o cursos naturales de aguas.*

*En la letra **a3)** del Artículo 3 del D.S. N°95/2001 del Minsegespres, se describen dentro de los proyectos que deben someterse al SEIA a: “Dragado de fango, grava, arenas u otros materiales de cursos o cuerpos de aguas.*

## Leyes Regulatoras

---

*En el Artículo 11, indica que los proyectos o actividades enumerados en el artículo precedente requerirán la elaboración de un Estudio de Impacto Ambiental, si generan o presentan a lo menos uno de los siguientes efectos, características o circunstancias:*

- *Riesgo para la salud de la población, debido a la cantidad y calidad de efluentes, emisiones o residuos en su extracción, transporte y vertido de material.*
- *Efectos adversos significativos sobre la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables, incluidos el suelo, agua y aire.*
- *Reasentamiento de comunidades humanas, o alteración significativa de los sistemas de vida y costumbres de grupos humanos.*
- *Localización próxima a población, recursos y áreas protegidas susceptibles de ser afectados, así como el valor ambiental del territorio en que se pretende emplazar.*
- *Alteración significativa, en términos de magnitud o duración del valor paisajístico o turístico de una zona.*
- *Alteración de monumentos, sitios con valor antropológico, arqueológico, histórico y en general, los pertinentes al patrimonio cultural.*

## Comparación de Diseños de Dragados

Los criterios que se utilizaron para determinar la cota de dragado de 50 [cm], son:

- *“En algunos sectores la profundidad actual es menor que la requerida en menos de 30 [cm] y normalmente el espesor mínimo de excavación es de 50 [cm]”.*
- *“Normalmente se acepta un error en el levantamiento batimétrico de hasta 30 [cm], lo que puede inducir al contratista a reducir los esfuerzos por asegurar la profundidad requerida”.*
- *“El sobre-dragado de 50 [cm] asegura que las inevitables ondulaciones del fondo al terminar el dragado, que pueden ser ignoradas por los perfiles de batimetría de control, no rebasen el plano de la profundidad requerida”.*
- *una excavación de pre-mantenimiento por sedimentación por oleaje, corrientes y redistribución de material del fondo suelto por efecto de las hélices de los buques”.*

Descripción	Proyecto Real	Proyecto de Título
Calados de buques sitio norte -sur	11,5 [m] – 10 [m]	11,5 [m] – 10 [m]
Cota de dragado	0,5 [m]	1,2 [m]
Profundidad post-dragado sitio norte	12,0 [m NRS]	12,7[m NRS]
Profundidad post-dragado sitio sur	10,5 [m NRS]	11,2[m NRS]
Taludes límite oriental V:H	1:10	1:10
Talud otros límites V:H	1:3	1:4
Area a dragar sin taludes	115.800 [m <sup>2</sup> ]	180.385 [m <sup>2</sup> ]
Area a dragar con taludes incluidos	208.671 [m <sup>2</sup> ]	207.050 [m <sup>2</sup> ]
Volumen a dragar	175.000 [m <sup>3</sup> ]	179.800 [m <sup>3</sup> ]
Costo m <sup>3</sup> por draga del proyecto real	\$16.171	\$16.171
Costo total MM\$	\$2.830	\$2.907

## Conclusiones y Recomendaciones

---

### Respecto de la Caracterización del sector

- Oleaje operacional,  $H_s=1,0$  [m] - Dir: W – Periodos: 4 a 12 [s]
- Vientos locales, Dir: N y S – Frecuencias :5 a 10 [m/S]
- Corrientes, van desde SW a N, valores promedios 0,077 [m/s] superficie, 0,050 [m/s] en el fondo.
- Sedimentos, arenas finas, muy finas.

### Respecto Funcionamiento y Transporte de Sedimentos

- La bahía cuenta con tres posibles fuentes de sedimentos, rio Bio Bío en crecida mediante el Estero Lenga y por último los emisarios de la CSH.
- Las corrientes oceánicas medidas para este estudio fueron muy bajas para permitir transporte de sedimentos.
- El transporte por oleaje se genera desde la línea de costa hasta la profundidad aproximada -6 [m NRS], esto ocurre con altura de oleaje máximo de 2,8 [m].
- La tasa de sedimentos en el sector se estimó mediante superposición de planos de batimetría del sector de distintos años, donde se obtuvo que la tasa de sedimentación aproximada es de 0,5 [cm] por año.

## Conclusiones y Recomendaciones

---

### Respecto al Diseño del Área y Profundidad de Dragado

- El área y profundidad, se basó en las formulaciones de la ROM.
- Cotas de dragados, sitio Norte 12,7 [m] y sitio sur 11,2 [m].
- Área total de dragado 207.050 [m<sup>3</sup>].
- Volumen Total 179.800 [m<sup>3</sup>].
- Costos de dragados, se ven influenciados por tipo maquinaria, material a extraer, lugar de vertimiento y rendimientos esperados.
- Costos de dragas hidráulicas con vertido en mar es superior en 35% a una draga mecánica.
- Rendimientos dragas hidráulicas ( días), dragas mecánicas (meses).
- Diferencia de profundidad entre diseños de dragados, fue de 0,7 [m], correspondiente al calculo de UKC.
- Los parámetros estandarizados por el PIANC y DIRECTEMAR, son similares a los obtenidos en este diseño.

### Recomendaciones Generales

- Necesario desarrollar una metodología para el diseño de un dragado, utilizando las condiciones ambientales y oceanográficas del sector.
- Es necesario considerar todo la información del sector, para tomar una mejor decisión, es decir, experiencia en este tipo de diseños, características del sector, formulaciones estandarizadas.

- 1.- Introducción 2.- Caracterización área de Influencia 3.- Diseño de Dragados 4.- Costos de Dragados  
5.- Leyes Regulatoras 6.- Comparación de Diseños de Dragados 7.- Conclusiones y Recomendaciones  
8.- **Dedicatoria y agradecimientos**

## Dedicatoria y Agradecimientos

---

### Dedicatoria

*Dedicada a Dios.*

*Dedicada a mis padres, Diego Hidalgo Morales y a mi madre Carmen Ávila Peña,  
Quienes me han acompañado en todos los momentos importantes y por apoyarme  
en el camino a mi futuro.*

*A mi pololo, Carlos Banda por su incondicional apoyo.*

*Los amo demasiado.*

### Agradecimientos

*A la empresa Desmar Ltda, por los datos entregados.*

*A mi profesor guía por su apoyo.*

*Y a toda la gente que me apoyó en este proceso.*

1.- Introducción 2.- Caracterización área de Influencia 3.- Diseño de Dragados 4.- Costos de Dragados  
5.- Leyes Reguladoras 6.- Comparación de Diseños de Dragados 7.- Conclusiones y Recomendaciones  
8.- Dedicatoria y agradecimientos

---



Proyecto de Dragado de Mantención, Aplicado al Muelle de la Compañía  
Siderúrgica Huachipato.  
Bahía de San Vicente, Región del BioBío. Chile

**Soledad Hidalgo Ávila**