



MASTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

Diseño y Explotación de obras marítimas Ingeniería de Costas

Profesora: Virginia Sánchez Rojas

E-mail: vsnchroi@uax.es

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99



Ingeniería de Costas

1. Caracterización de sedimentos
2. Balance sedimentario. Profundidad de cierre
3. Transporte longitudinal. Fórmula del CERC
4. Perfil de equilibrio en una playa. Perfil de Dean
5. Dimensionamiento de una regeneración de playa

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



1 CARACTERIZACIÓN DE SEDIMENTOS

- Las propiedades de interés de los sedimentos dependerán según el objeto del estudio (CEM, 1998)
 1. Estudio de transporte de sedimentos
 2. Alimentación artificial de arenas
 3. Dragado (extracción de sedimentos)
 4. Estudios medioambientales

- En este apartado se van a tratar las siguientes propiedades :
 1. Granulometría del sedimento
 2. Forma
 3. Velocidad de caída

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



1 CARACTERIZACIÓN DE SEDIMENTOS



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



1 CARACTERIZACIÓN DE SEDIMENTOS



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



1 CARACTERIZACIÓN DE SEDIMENTOS



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



1 CARACTERIZACIÓN DE SEDIMENTOS

1. Análisis granulométrico de sedimentos



CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99



1 CARACTERIZACIÓN DE SEDIMENTOS

1. Análisis granulométrico de sedimentos



A.S.T.M.	TAMIZ		PESO RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO
	mm.	Ø		
5	4.00	-2.00		
7	2.83	-1.50		
10	2.00	-1.00		
14	1.41	-0.50		
18	1.00	0.00		
25	0.71	0.50	0,0001	0,1
35	0.50	1.00	0,0001	0,2
40	0.42	1.25	0,0002	0,4
50	0.30	1.75	0,0096	10,0
70	0.21	2.25	0,0626	72,6
100	0.15	2.75	0,0256	98,2

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

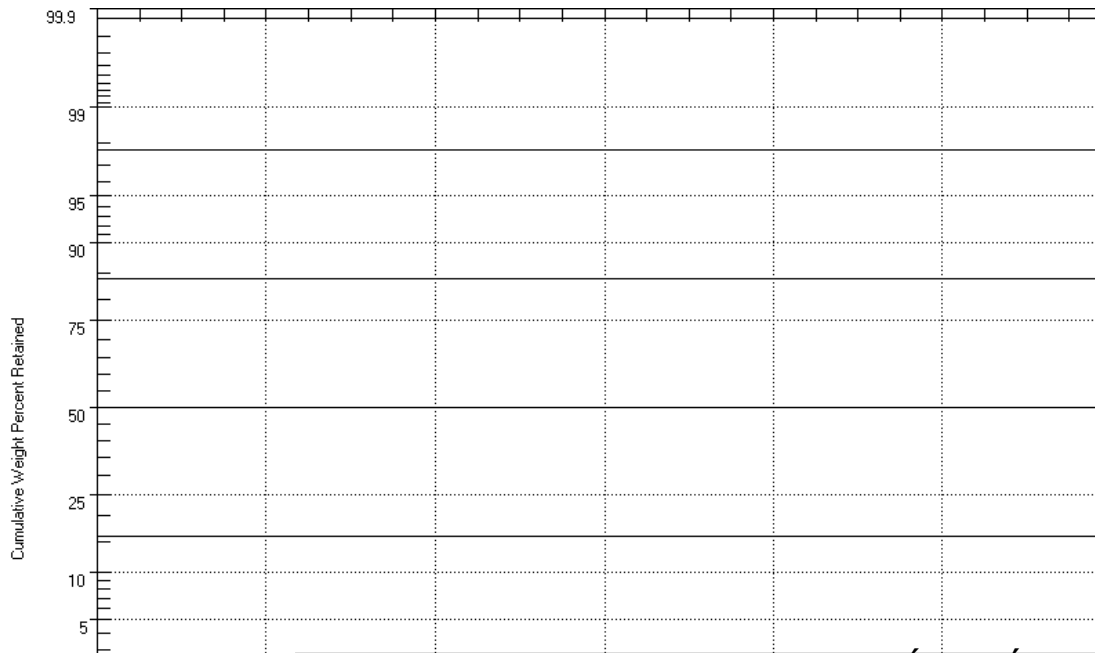


1 CARACTERIZACIÓN DE SEDIMENTOS

1. Análisis granulométrico de sedimentos

Unidades ϕ Krumbein (1934)

$$\phi = -\log_2 D \quad D \text{ (mm)}$$



TAMIZ		
A.S.T.M.	mm.	ϕ
5	4.00	-2.00
7	2.83	-1.50
10	2.00	-1.00
14	1.41	-0.50
18	1.00	0.00
25	0.71	0.50
35	0.50	1.00
40	0.42	1.25
50	0.30	1.75
70	0.21	2.25
100	0.15	2.75

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

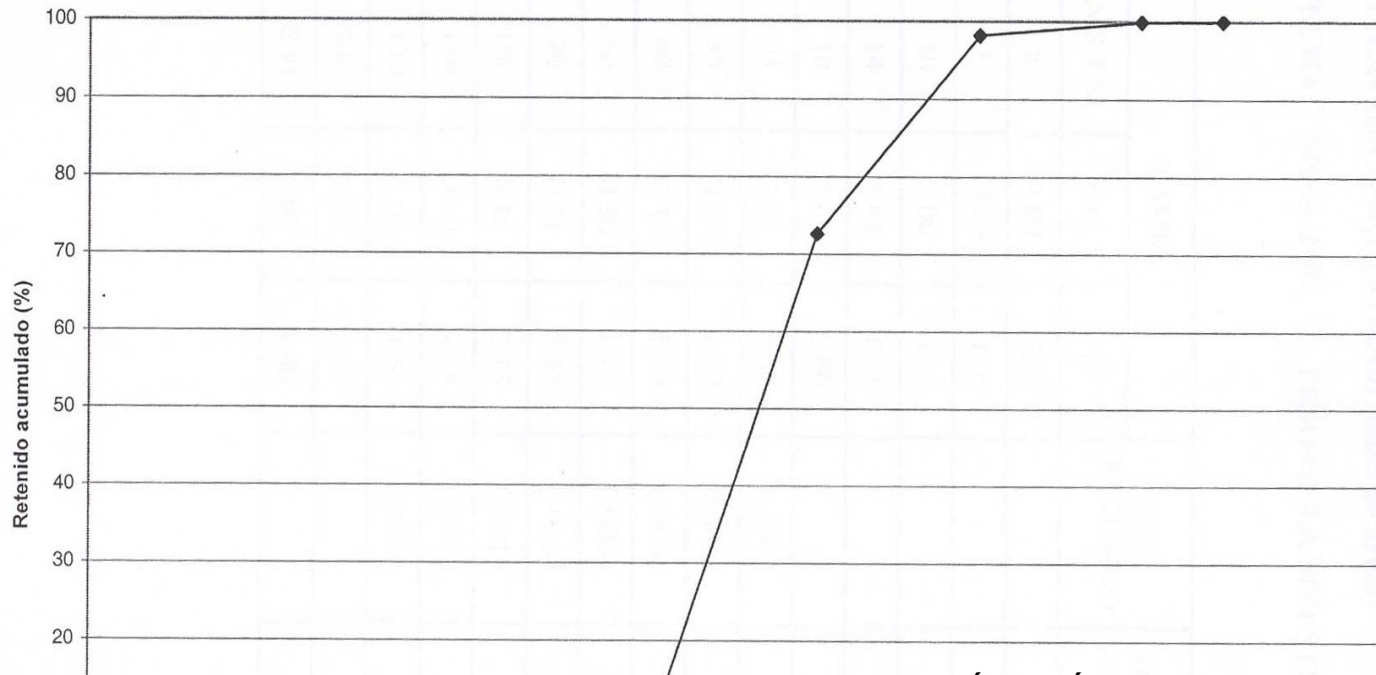
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70



1 CARACTERIZACIÓN DE SEDIMENTOS

1. Análisis granulométrico de sedimentos

Figura IV.1 Curva granulométrica de la muestra 1



Cartagena99

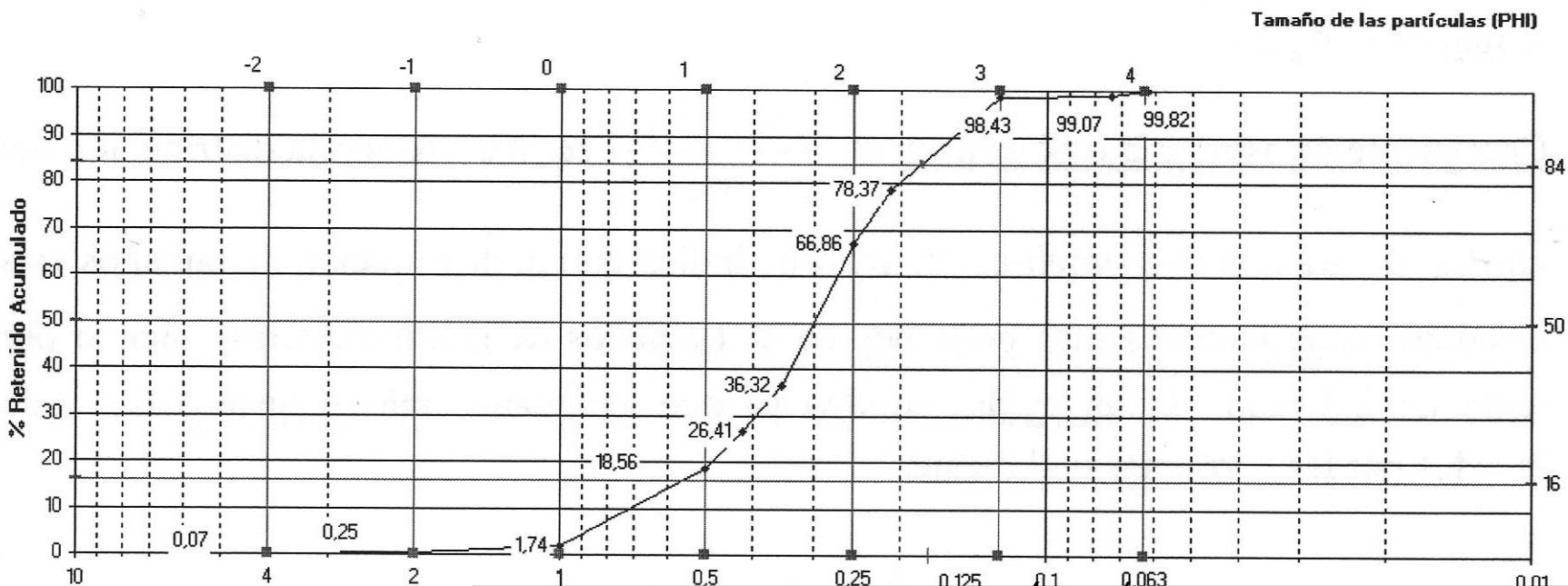
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



1 CARACTERIZACIÓN DE SEDIMENTOS

1. Análisis granulométrico de sedimentos



CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99



1 CARACTERIZACIÓN DE SEDIMENTOS

2. Sistemas de Clasificación

- ASTM (American Society for Testing and Materials)
- MWC (Modified Wentworth Classification)

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



Table III-1-2
Sediment Particle Sizes

$-\log_2 D$

ASTM (Unified) Classification ¹	U.S. Std. Sieve ²	Size in mm	Phi Size	Wentworth Classification ³
Boulder	12 in. (300 mm)	4096.	-12.0	Boulder
		1024.	-10.0	
Cobble	3 in. (75 mm)	256.	-8.0	Large Cobble
		128.	-7.0	Small Cobble
		107.64	-6.75	
		90.51	-6.5	
Coarse Gravel	3/4 in. (19 mm)	76.11	-6.25	Very Large Pebble
		64.00	-6.0	
		53.82	-5.75	Large Pebble
		45.26	-5.5	
		38.05	-5.25	
		32.00	-5.0	
		26.91	-4.75	
Fine Gravel	2.5	22.63	-4.5	Medium Pebble
		19.03	-4.25	
		16.00	-4.0	Small Pebble
		13.45	-3.75	
		11.31	-3.5	
Coarse Sand	4 (4.75 mm)	9.51	-3.25	Granule
		8.00	-3.0	
		6.73	-2.75	Very Coarse Sand
		5.66	-2.5	
		4.76	-2.25	
		4.00	-2.0	
Medium Sand	10 (2.0 mm)	3.36	-1.75	Coarse Sand
		2.83	-1.5	
		2.38	-1.25	Medium Sand
		2.00	-1.0	
		1.68	-0.75	
		1.41	-0.5	
		1.19	-0.25	
1.00	0.0			
Fine Sand	40 (0.425 mm)	0.84	0.25	Fine Sand
		0.71	0.5	
		0.59	0.75	Very Fine Sand
		0.50	1.0	
		0.420	1.25	
		0.354	1.5	
		0.297	1.75	
		0.250	2.0	
		0.210	2.25	
		0.177	2.5	
0.149	2.75			
0.125	3.0			
0.105	3.25			
0.088	3.5			
Fine-grained Soil:	200 (0.075 mm)	0.074	3.75	Coarse Silt
		0.0625	4.0	
		0.0526	4.25	Medium Silt
		0.0442	4.5	
Clay if PI ≥ 4 and plot of PI vs. LL is on or above "A" line and the presence of organic matter does not influence LL.	400	0.0372	4.75	Fine Silt
		0.0312	5.0	
		0.0156	6.0	Very Fine Silt
		0.0078	7.0	
Silt if PI < 4 and plot of PI vs. LL is		0.0039	9.0	

ASTM

MWC

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



Table 2.1 Wentworth Scale of Sediment Size Classification

Wentworth Scale Size Description	Phi Units (ϕ)	Grain Diameter d (mm)	U.S. Standard Sieve Size	Unified Soil Classification (USC)	
Boulder	-8	256	3 in	Cobble	
Cobble		76.2			
Pebble	-6	64.0	3/4 in	Coarse	Gravel
		19.0			
	-2.25	4.76	No. 4	Fine	
Granular	-2	4.0	No. 10	Coarse	Sand
		2.0			
Sand	-1	1.0	2.0	Medium	
		Very coarse			
	Coarse	1	0.5		
	Medium	1.25	0.42	No. 40	
		2	0.25		
	Fine	2.32	0.20	No. 100	
3	0.125				
Very Fine	3.76	0.074	No. 200		
		4		0.0625	

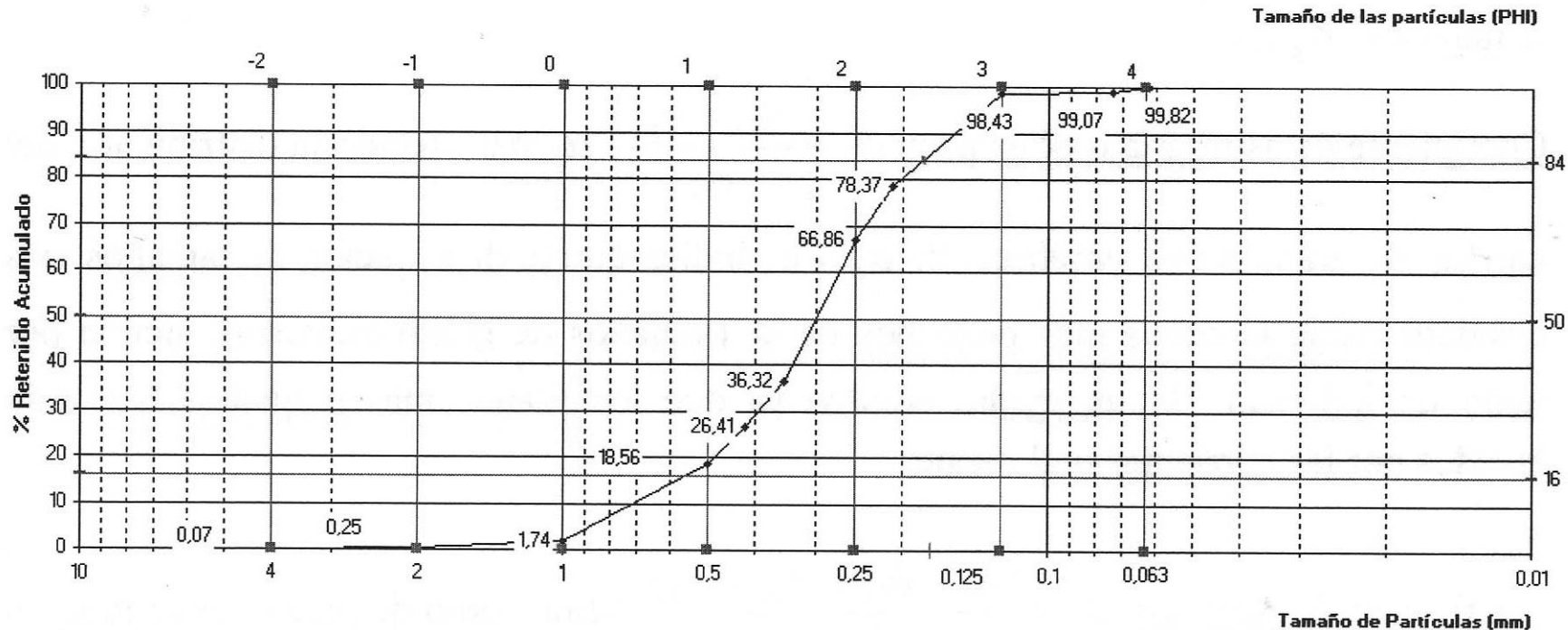
Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



1 CARACTERIZACIÓN DE SEDIMENTOS



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70



1 CARACTERIZACIÓN DE SEDIMENTOS

3. Indicadores estadísticos

- D_{50}

- MEDIA (M_ϕ)

$$M_\phi = \frac{\phi_{84} + \phi_{16}}{2}$$

$$M_\phi = \frac{\phi_{84} + \phi_{50} + \phi_{16}}{3}$$

- DESVIACIÓN TÍPICA (σ_ϕ)

$$\sigma_\phi = \frac{\phi_{84} - \phi_{16}}{2}$$

- SESGO (α_ϕ)

$$\alpha_\phi = \frac{M_\phi - \phi_{50}}{\sigma_\phi}$$

$$\alpha_\phi = \frac{\phi_{84} + \phi_{16} - 2\phi_{50}}{2(\phi_{84} - \phi_{16})} + \frac{\phi_{95} + \phi_5 - 2\phi_{50}}{2(\phi_{95} - \phi_5)}$$

- CURTOSIS (β_ϕ)

$$\beta_\phi = \frac{(\phi_{16} - \phi_5) + (\phi_{95} - \phi_{84})}{2\sigma_\phi}$$

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70



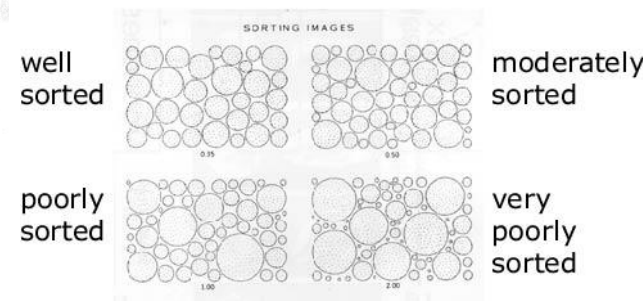
1 CARACTERIZACIÓN DE SEDIMENTOS

TABLA 4.4.2: CLASIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS DE SEDIMENTO

Rango (unidades <i>phi</i>)	Descripción
Folk y Ward (1957)	
< 0'35	Muy bien clasificada
0'35 - 0'50	Bien clasificada
0'50 - 0'71	Moderadamente bien clasificada
0'71 - 1	Moderadamente clasificada
1 - 2	Pobremente clasificada
2 - 4	Muy pobremente clasificada
> 4	Extremadamente pobre clasificada
Sesgo	
< -0'3	Muy desviada a tamaños gruesos
-0'3 a -0'1	Desviada a tamaños gruesos
-0'1 a 0'1	Próximo a la simetría
0'1 a 0'3	Desviada a tamaños finos
> 0'3	Muy desviada a tamaños finos
Kurtosis o aplastamiento	
< 0'65	Muy platikúrtica (muy aplastada)
0'65 - 0'9	Platikúrtica (aplastada)
0'9 - 1'11	Mesokúrtica (normal)
1'11 - 1'5	Leptokúrtica (picuda)
1'5 - 3	Muy leptokúrtica (muy picuda)

Comparison chart for sorting and sorting classes.

(from Pettijohn, Potter, and Siever, 1972)



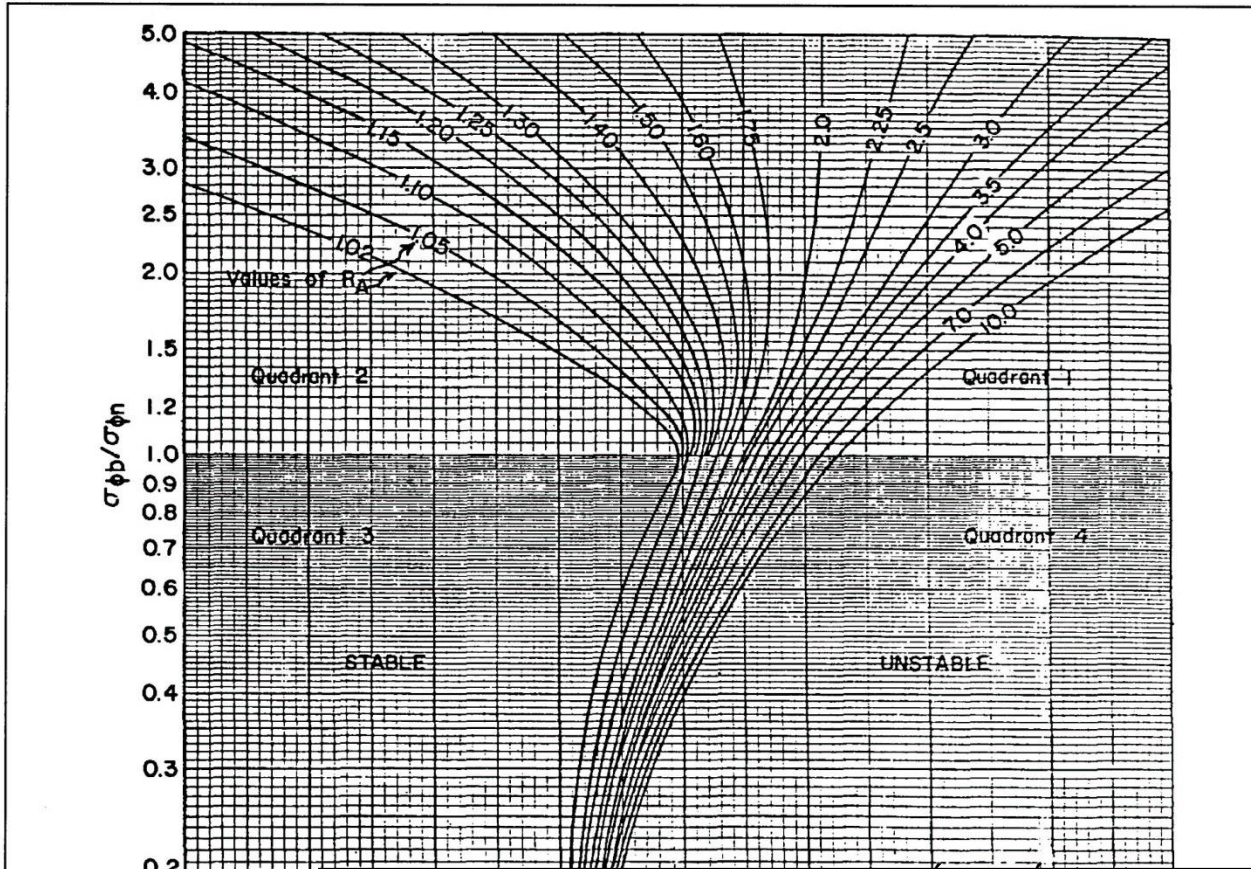
Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70



1 CARACTERIZACIÓN DE SEDIMENTOS



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

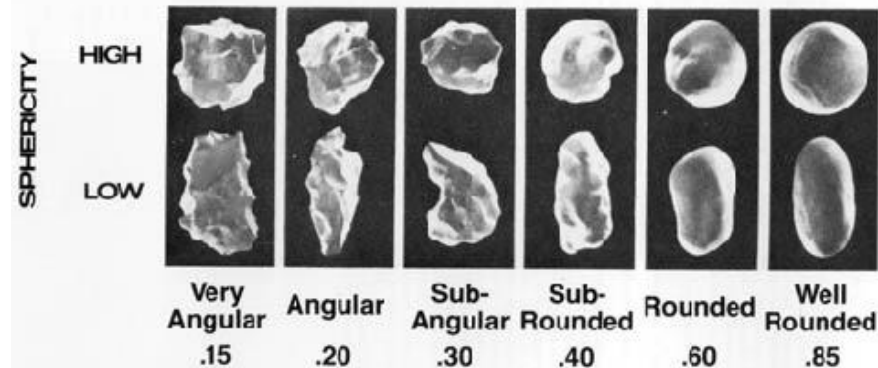


1 CARACTERIZACIÓN DE SEDIMENTOS

4. Forma del sedimento

- Clasificación por la forma (Powers (1953) y Krumbein y Sloss (1963))

Sediments: Grain Shapes



- Coeficiente de forma

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



1 CARACTERIZACIÓN DE SEDIMENTOS

5. Velocidad de caída

De manera aproximada, y para arenas de densidad $\rho_s = 2,65 \text{ tn/m}^3$, la velocidad de caída del grano puede obtenerse como:

$$w \text{ (m/s)} = 1,1 * 10^6 D^2 \text{ (m)} \quad D < 0,1 \text{ mm}$$

$$w \text{ (m/s)} = 273 D^{1,1} \text{ (m)} \quad 0,1 < D < 1 \text{ mm}$$

$$w \text{ (m/s)} = 4,36 D^{0,5} \text{ (m)} \quad D > 1 \text{ mm}$$

D = Diámetro del sedimento

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70



Ingeniería de Costas

1. Caracterización de sedimentos
2. Balance sedimentario. Profundidad de cierre
3. Transporte longitudinal. Fórmula del CERC
4. Perfil de equilibrio en una playa. Perfil de Dean
5. Dimensionamiento de una regeneración de playa

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

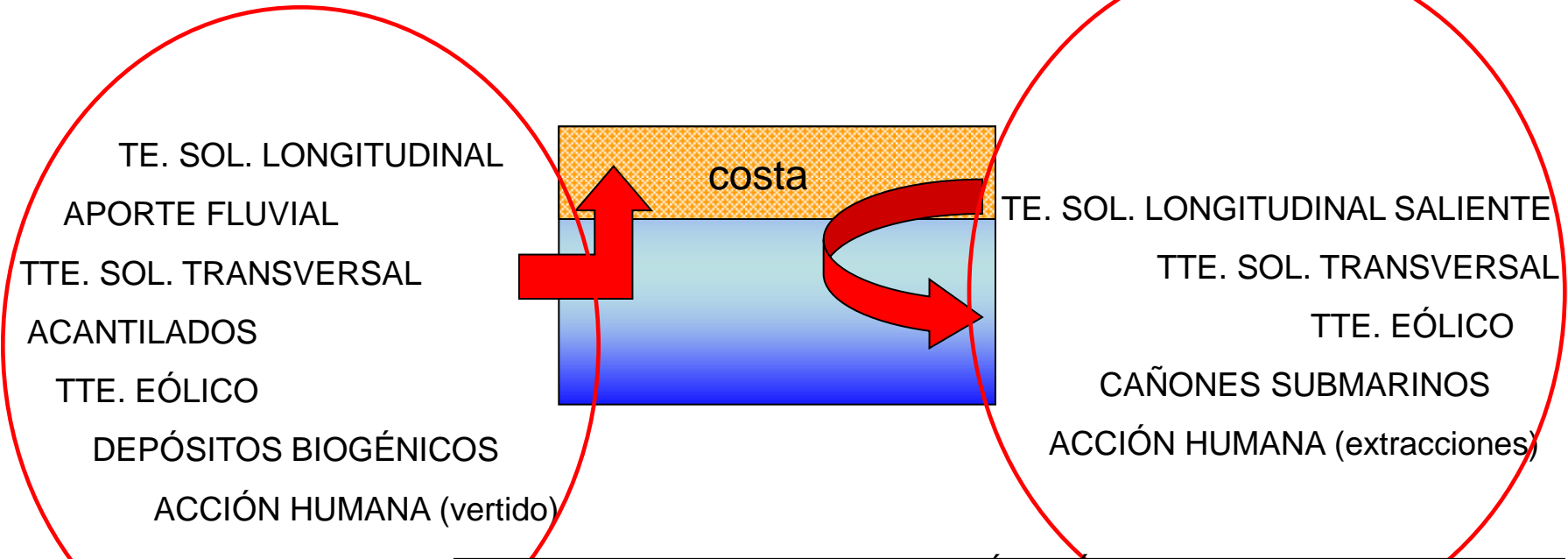
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



2 BALANCE SEDIMENTARIO

1. Definición/Componentes

BALANCE SEDIMENTARIO de un tramo de costa
Evolución neta del volumen de sedimentos entrante y saliente en él.



Cartagena99

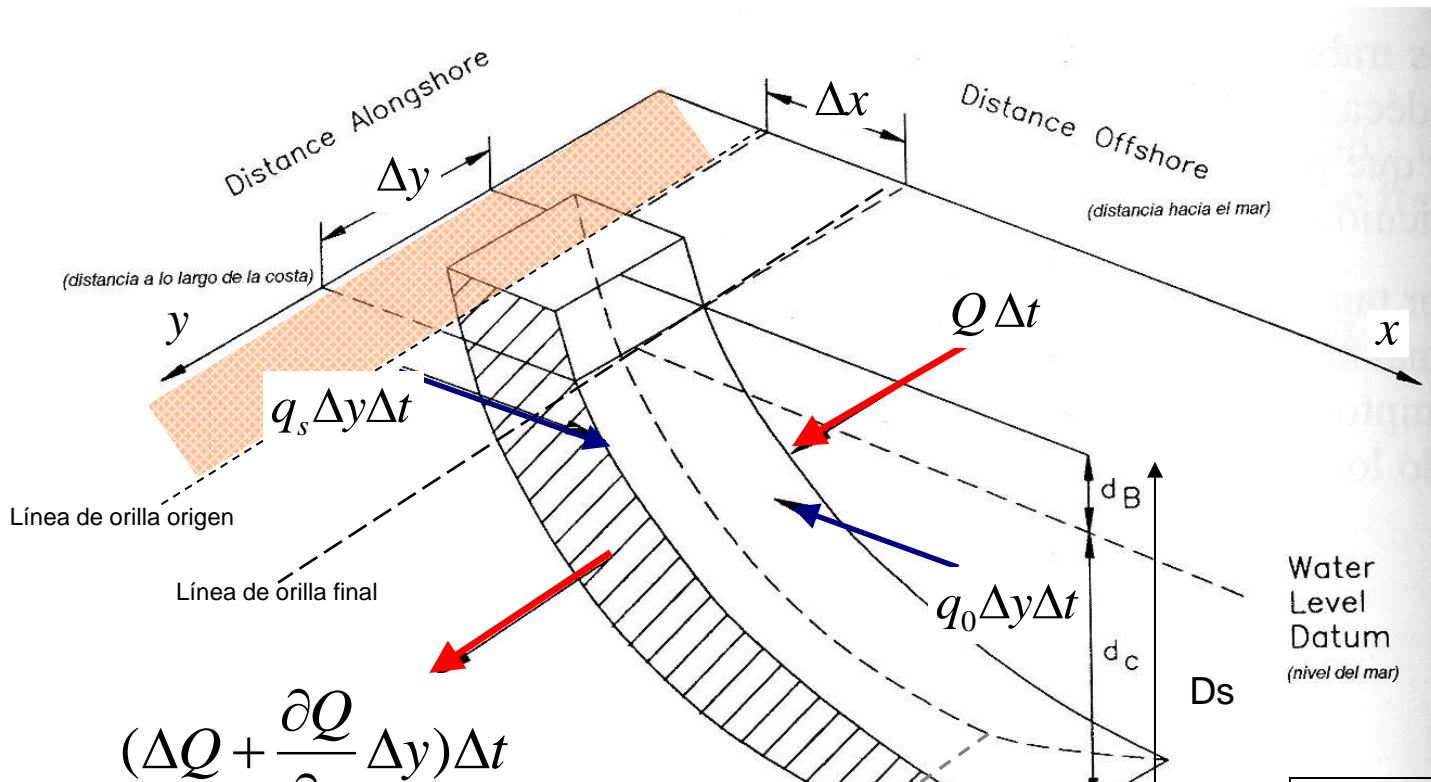
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



2 BALANCE SEDIMENTARIO

2. Ecuación de continuidad



$$\left(\Delta Q + \frac{\partial Q}{\partial y} \Delta y\right) \Delta t$$

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

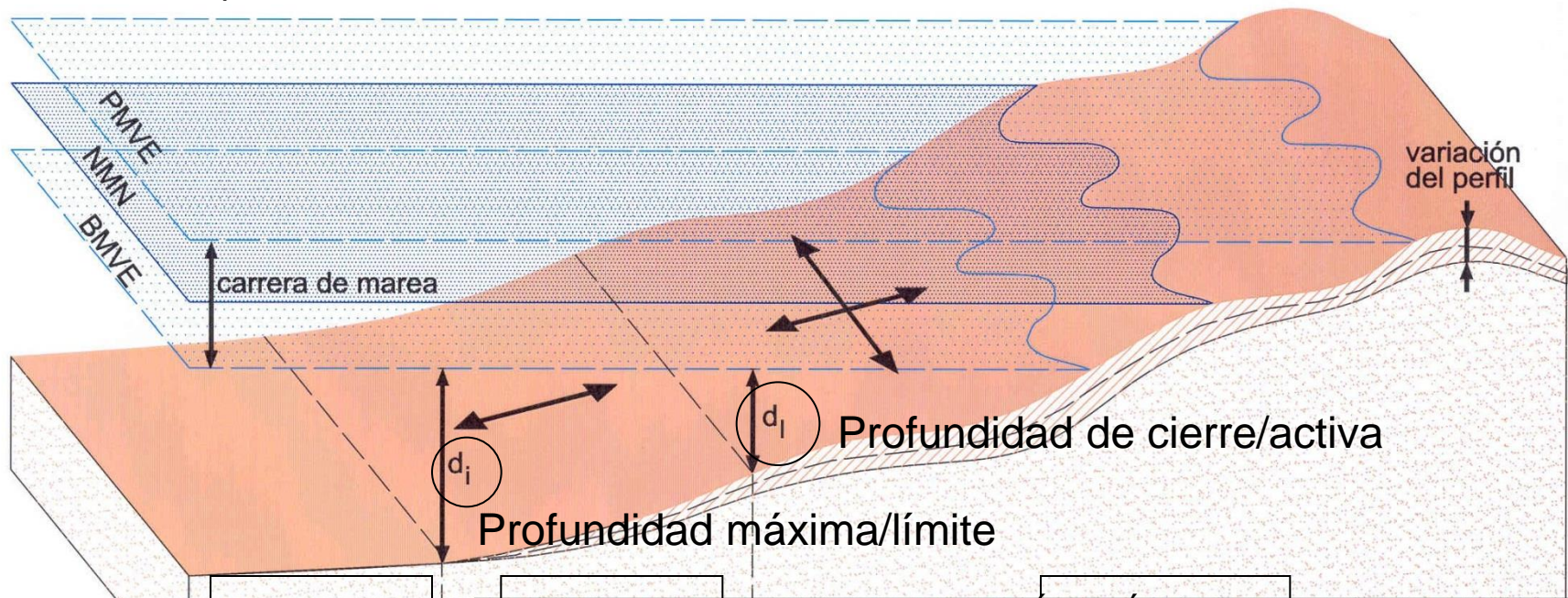
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70



2 BALANCE SEDIMENTARIO

3. Profundidad de cierre

Límite morfodinámico que separa una zona más cercana y activa de la costa de otra menos activa más profunda *para el periodo definido por las observaciones del perfil usadas para la definición del cierre.*



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



2 BALANCE SEDIMENTARIO

4. Formulación de la PdC

- Hallermeier (1978,1980)

$$d_l = 2,28 H_s - 68,5 \frac{H_s^2}{gT_s^2}$$

- Birkermeier (1985)

$$d_l = 1,75 H_s - 57,9 \frac{H_s^2}{gT_s^2}$$

Hs: Altura de ola significativa superada 12 horas al año [m].

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



2 BALANCE SEDIMENTARIO

- Manual de regeneración del CUR (1987)

TIPO DE ESPECTRO	$\sqrt{H_s / g T_s}$	d_l (Hallermeier)	d_l (Birkermeier)
JONSWAP	7.1×10^{-2}	$1.95 H_{s,0.137}$	$1.46 H_{s,0.137}$
PIERSON-MOSKOVITZ	6.4×10^{-2}	$2.00 H_{s,0.137}$	$1.51 H_{s,0.137}$

$$d_l = 1,75 H_{s,0,137}$$

$$d_l = 2d_l = 3,5 H_{s,0,137}$$

- Losada y Medina (1995)

$$T_s \cong 5,7 \sqrt{H_s}$$

Cartagena99

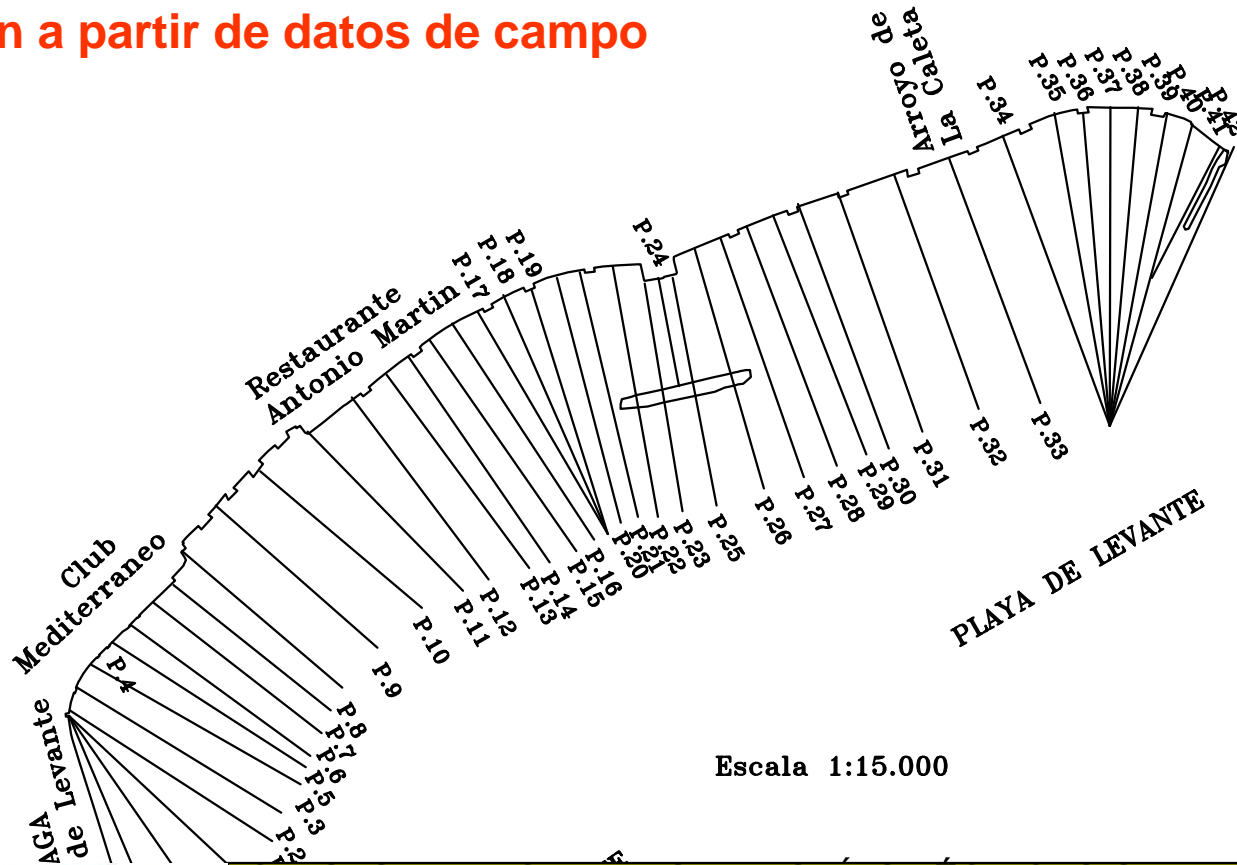
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70



2 BALANCE SEDIMENTARIO

5. Estimación a partir de datos de campo



Cartagena99

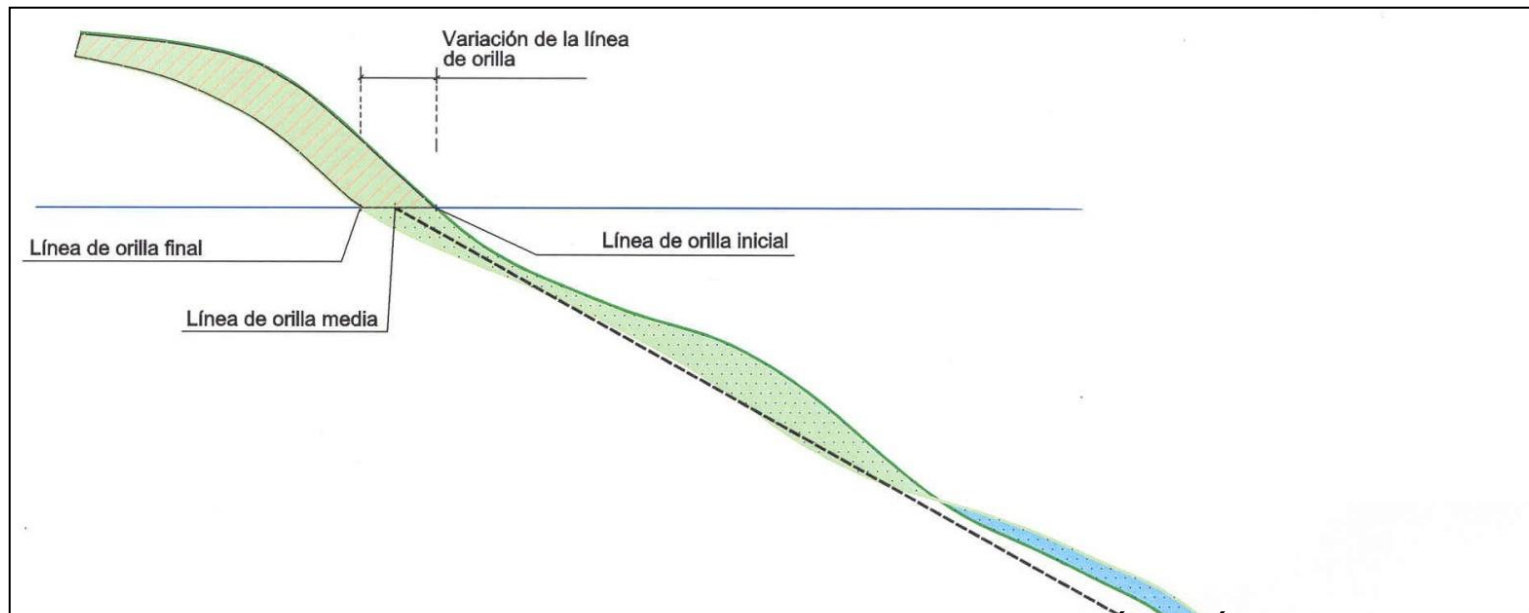
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



2 BALANCE SEDIMENTARIO

Cambios significativos de los perfiles considerando un valor crítico de ajuste de perfiles. Pueden por tanto definirse varias profundidades de cierre según consideremos como insignificante el cambio de perfiles para valores inferiores a 6, 10, 15 cm, siempre en función de la precisión de los aparatos de medida.



Cartagena99

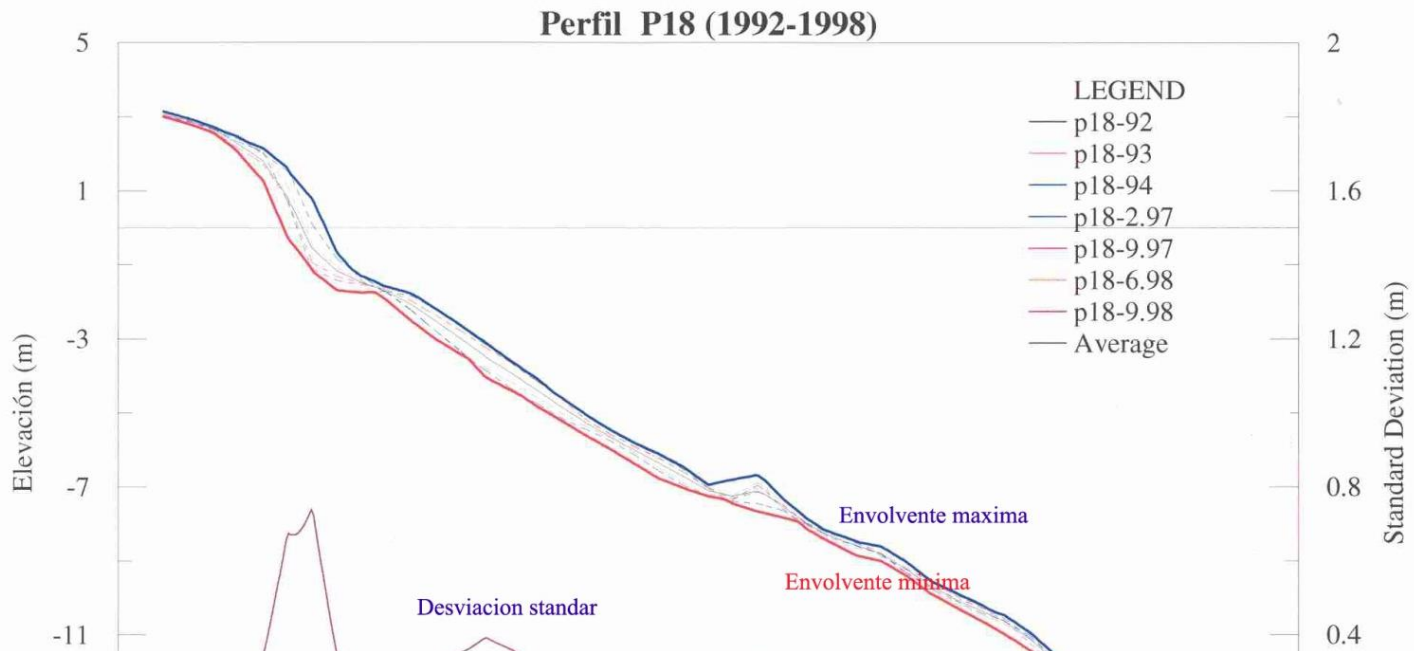
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70



2 BALANCE SEDIMENTARIO

Desviación estándar vertical En la gráfica en la que se enfrenta desviación con profundidad, se considerará profundidad de cierre aquella en la que la desviación sufre un fuerte descenso, ya que se considera que es éste el límite de lo considerado cambio de perfil significativo.



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70



2 BALANCE SEDIMENTARIO

6. Aplicación PdC

1. Ubicación boyas de medida
2. Alcance campaña batimétrica
3. Regeneración de playas
4. Dragado de yacimientos marinos de arenas
5. Diseño de obras de defensa costera
6. Modelos numéricos de variación de la línea de costa

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



Ingeniería de Costas

1. Caracterización de sedimentos
2. Balance sedimentario. Profundidad de cierre
3. Transporte longitudinal. Fórmula del CERC
4. Perfil de equilibrio en una playa. Perfil de Dean
5. Dimensionamiento de una regeneración de playa

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



3 TRANSPORTE SÓLIDO LONGITUDINAL

1. Transporte sólido longitudinal. Concepto

Los mecanismos de generación de transporte sólido son debidos a:

- OBLICUIDAD DE OLEAJE EN ROTURA
- GRADIENTE DE SOBREELEVACIÓN DE ALTURA DE OLA A LO LARGO DEL FRENTE



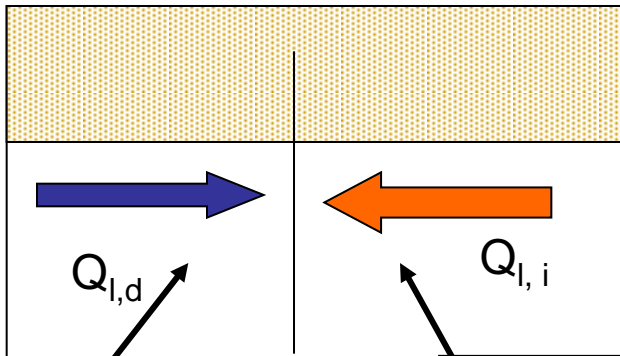
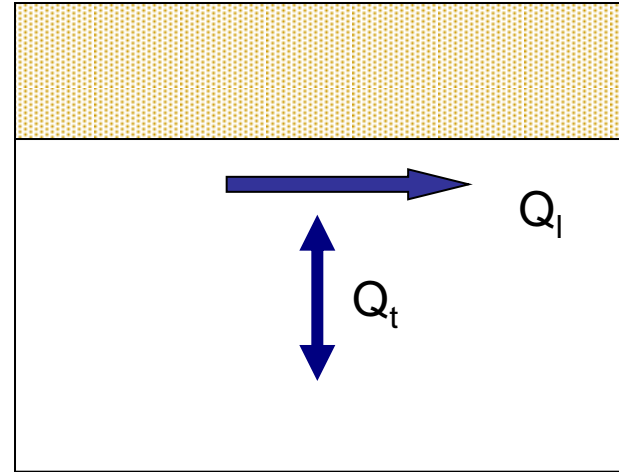
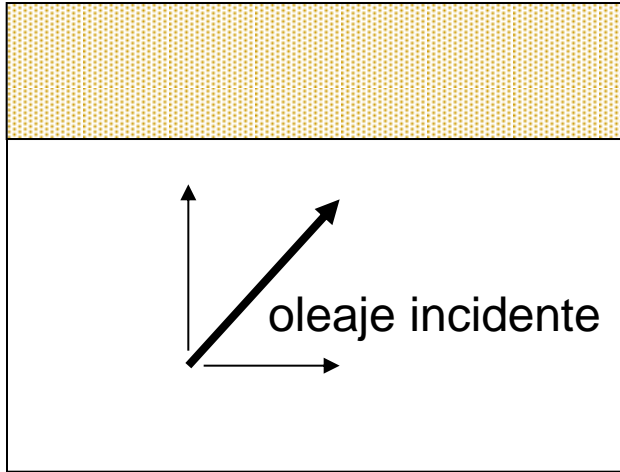
Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



3 TRANSPORTE SÓLIDO LONGITUDINAL



$$Q_{l,BRUTO} = |Q_{l,i}| + |Q_{l,d}|$$

$$Q_{l,NETO} = Q_{l,i} + Q_{l,d}$$

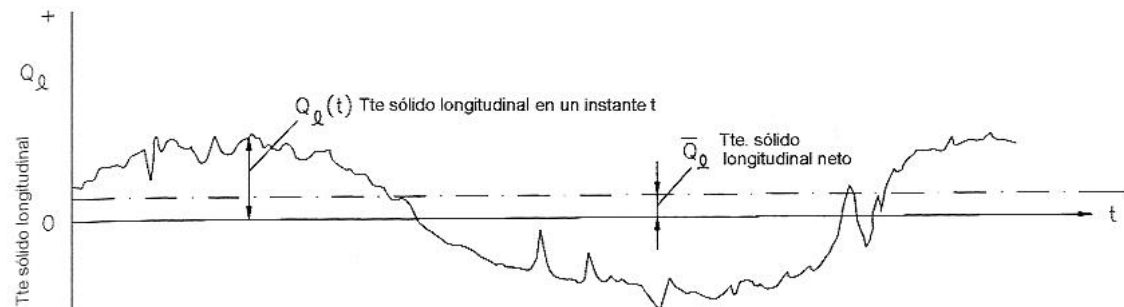
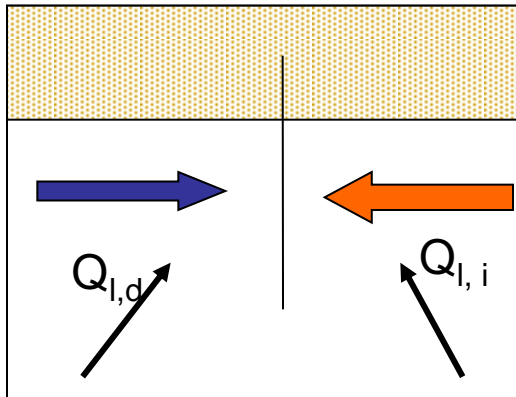
Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



3 TRANSPORTE SÓLIDO LONGITUDINAL



$$\bar{Q}_l(\text{neto}) = \frac{1}{T_0} \int_0^{T_0} Q_l(t) dt$$

$$Q_l(\text{bruto}) = \frac{1}{T_0} \int_0^{T_0} |Q_l(t)| dt$$

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70



3 TRANSPORTE SÓLIDO LONGITUDINAL

2. Métodos de obtención

1. Campañas de toma de datos en la naturaleza
2. Evidencias morfológicas de la costa
3. Evolución de la línea de costa
4. Cálculo teórico mediante formulaciones empíricas



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



3 TRANSPORTE SÓLIDO LONGITUDINAL

2.1 Campañas de toma de datos en la naturaleza

- Trampas de arena
- Trazadores



Cartagena99

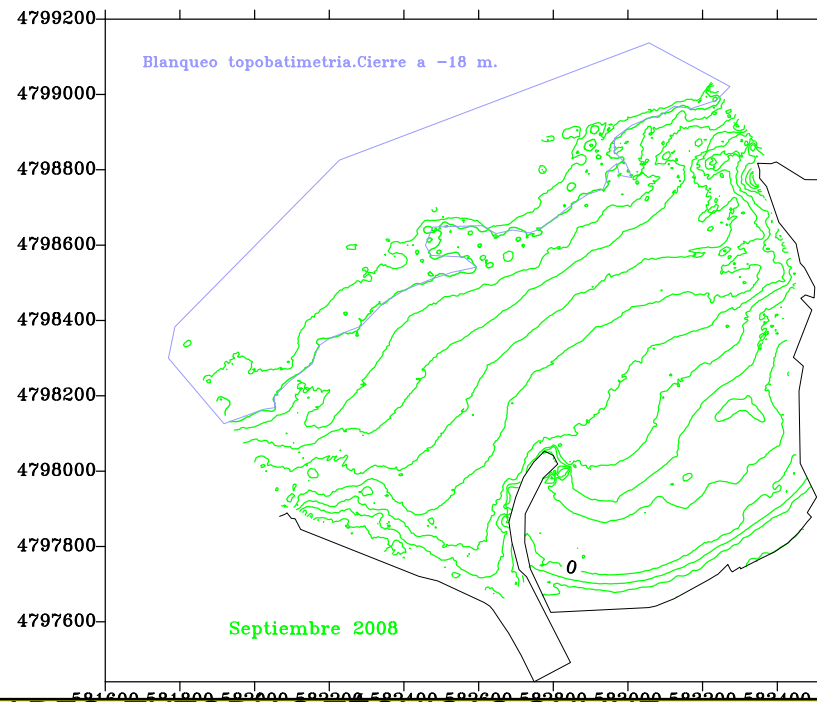
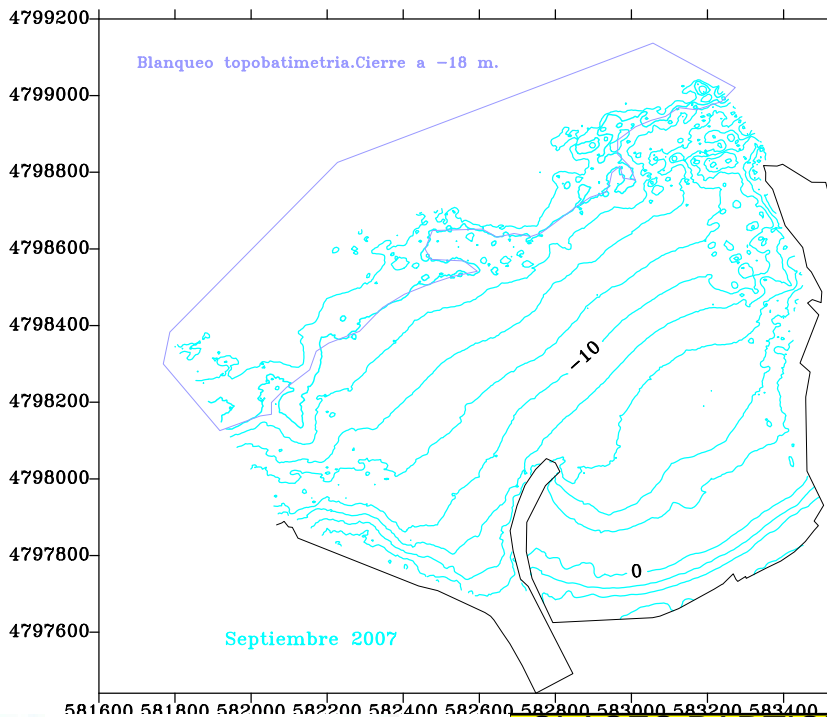
CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



3 TRANSPORTE SÓLIDO LONGITUDINAL

- Campañas topo-batimétricas



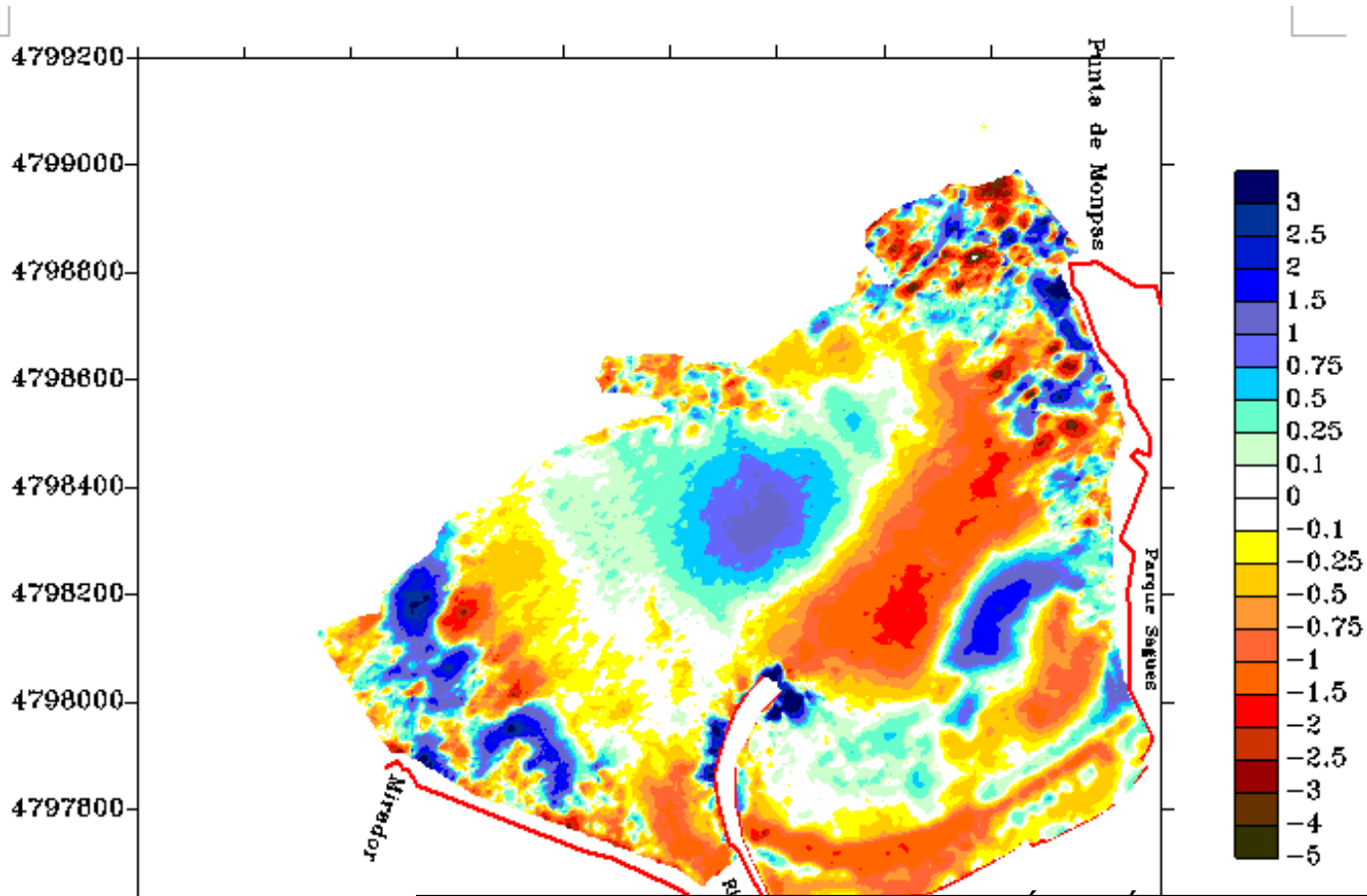
Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



3 TRANSPORTE SÓLIDO LONGITUDINAL



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

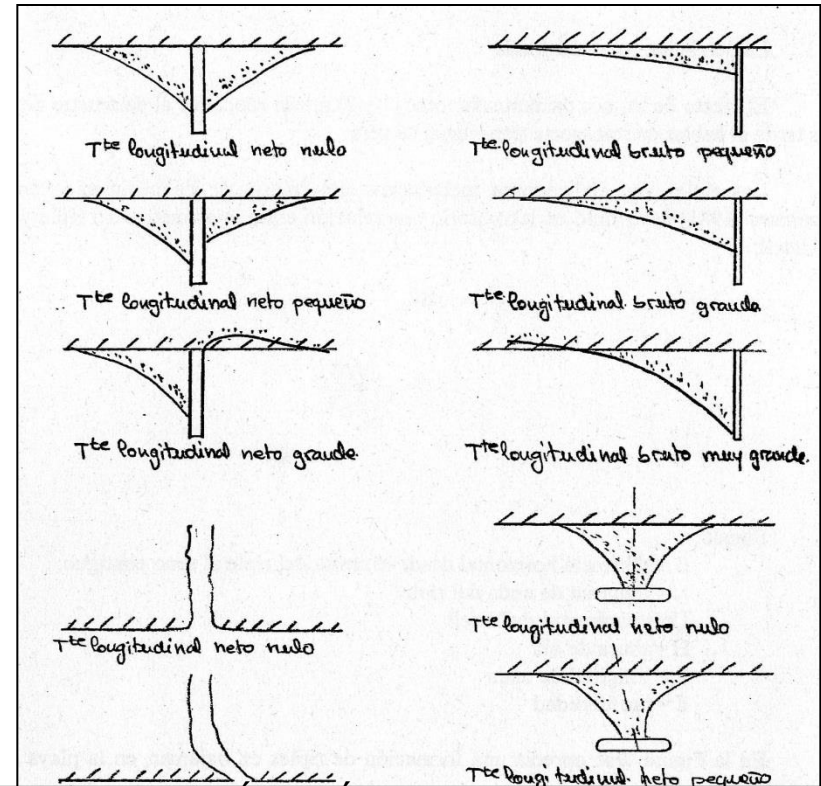
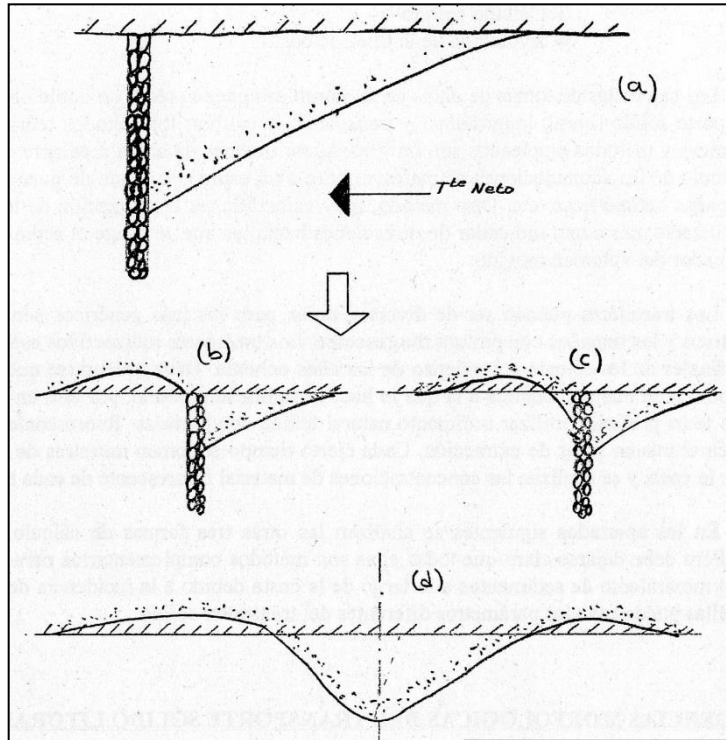
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99



3 TRANSPORTE SÓLIDO LONGITUDINAL

2.2 Evidencias morfológicas de la costa



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70



3 TRANSPORTE SÓLIDO LONGITUDINAL

2.3 Evolución de la línea de costa



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



3 TRANSPORTE SÓLIDO LONGITUDINAL



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



3 TRANSPORTE SÓLIDO LONGITUDINAL

2.4 Formulaciones empíricas

$$Q = K \frac{\rho \sqrt{g}}{16k^{1/2} (\rho_s - \rho)(1-n)} H_b^{5/2} \text{sen} 2\alpha_b$$

$$\left\{ \begin{array}{l} K_{K\&I,rms} = 0,77 \\ K_{SPM,rms} = 0,92 \\ K_{SPM,sig} = 0,39 \end{array} \right.$$

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



3 TRANSPORTE SÓLIDO LONGITUDINAL

$$Q(m^3 / \text{año}) = 16,34 \cdot 10^5 H_0^{5/2} (\cos \alpha_0)^{1/4} \cdot \sin(2\alpha_0)$$

- H_0 = altura de ola significativa en profundidades indefinidas (m)
- α_0 = oblicuidad en profundidades indefinidas ($^\circ$)

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



3 TRANSPORTE SÓLIDO LONGITUDINAL

$$Q(\alpha_1, \alpha_2) = 1,453 \cdot 10^5 H_0^{5/2} F(\alpha_1, \alpha_2)$$

$$F(\alpha_1, \alpha_2) = \frac{(\cos \alpha_1)^{9/4} - (\cos \alpha_2)^{9/4}}{(\alpha_2 - \alpha_1) \frac{\pi}{180}}$$

- H_0 = altura de ola significativa en profundidades indefinidas (m)
- α_0 = oblicuidad en profundidades indefinidas ($^\circ$)

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70



Ingeniería de Costas

1. Caracterización de sedimentos
2. Balance sedimentario. Profundidad de cierre
3. Transporte longitudinal. Fórmula del CERC
4. Perfil de equilibrio en una playa. Perfil de Dean
5. Dimensionamiento de una regeneración de playa

Cartagena99

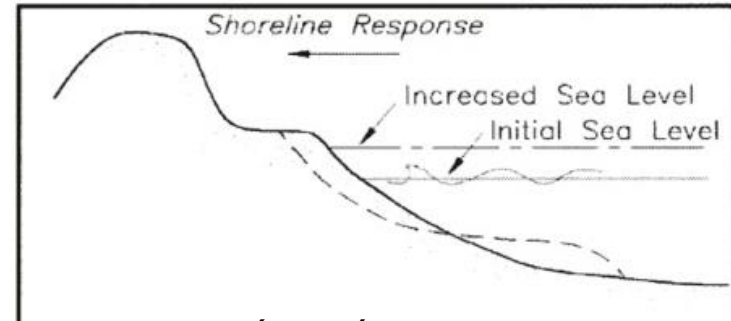
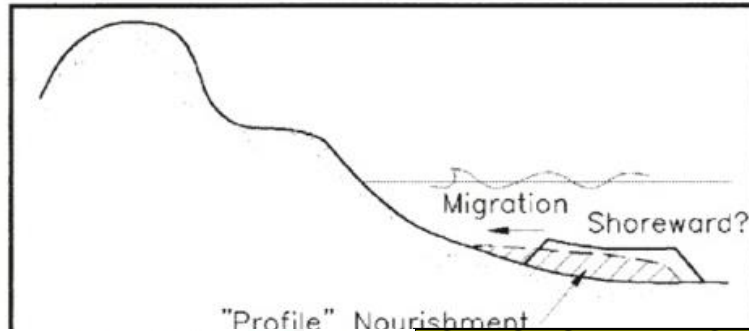
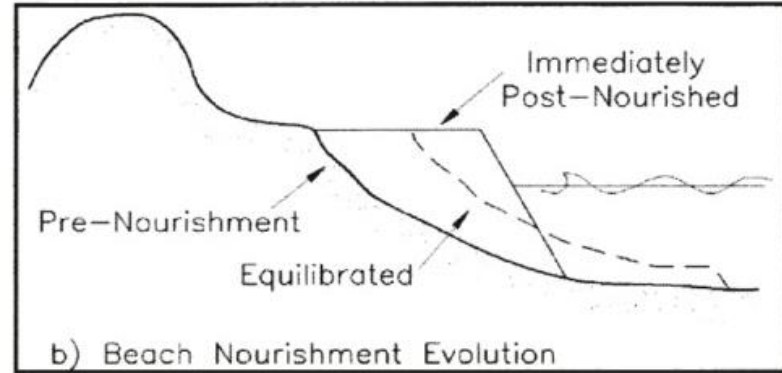
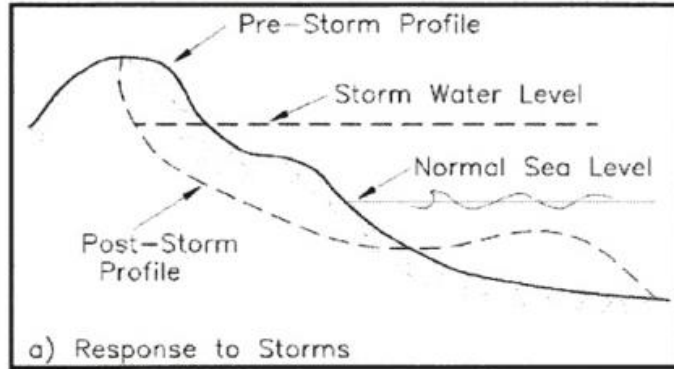
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



4 PERFIL DE EQUILIBRIO DE UNA PLAYA

1. Transporte transversal



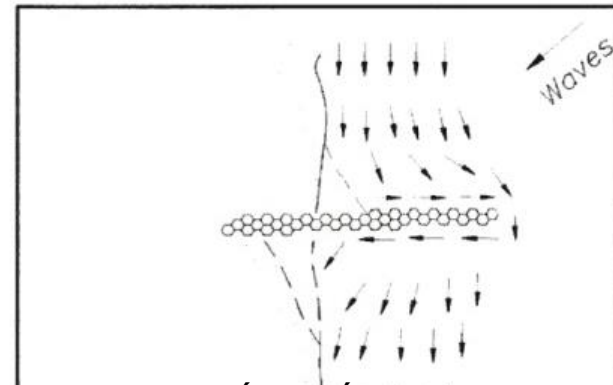
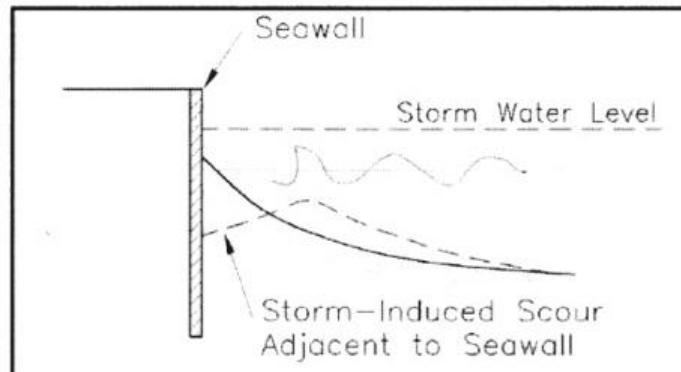
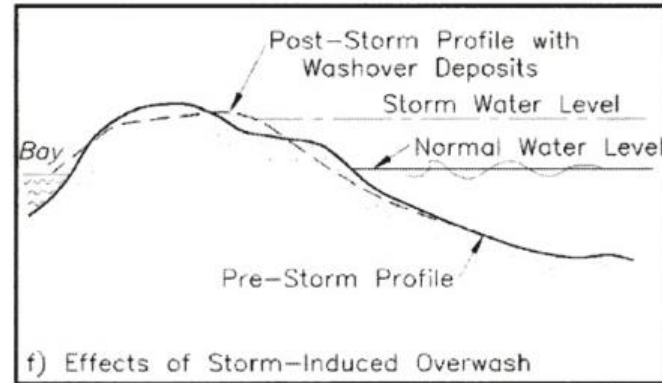
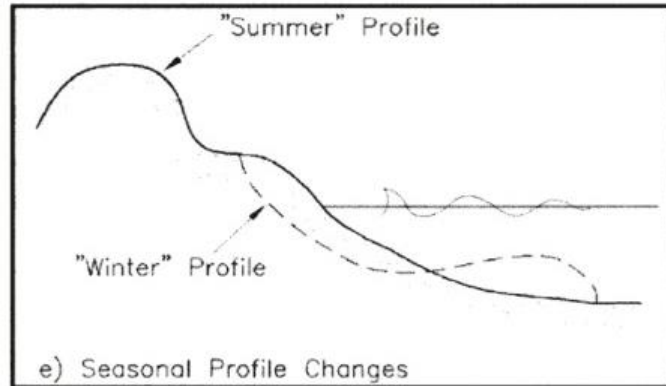
Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70



4 PERFIL DE EQUILIBRIO DE UNA PLAYA



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

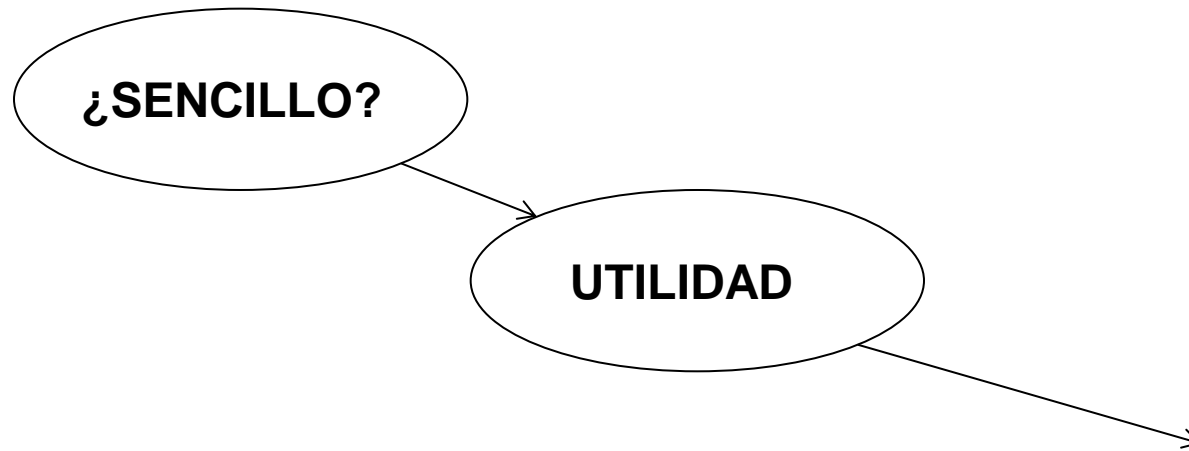
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70



4 PERFIL DE EQUILIBRIO DE UNA PLAYA

2. Perfil de equilibrio

- Definición perfil
- Definición perfil equilibrio → oleaje → grano
- ¿existe realmente? → promedio estadístico



Desaparecimiento del "vacuero"

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99



4 PERFIL DE EQUILIBRIO DE UNA PLAYA

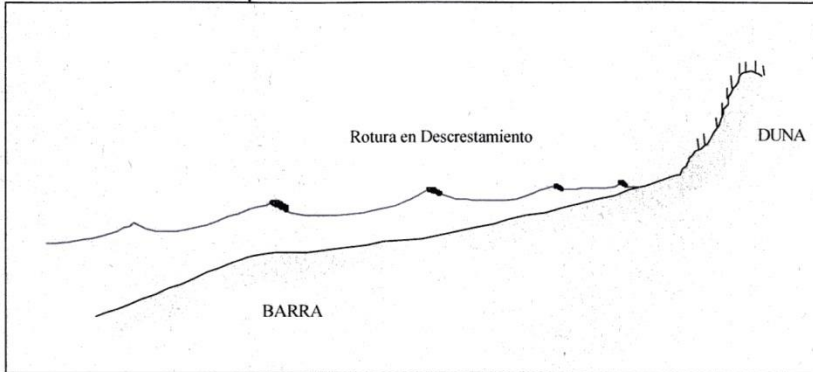
3. Estados morfológicos de una playa

• $Q_t \rightarrow$ Variación perfil \rightarrow CAMBIOS MORFOLÓGICOS

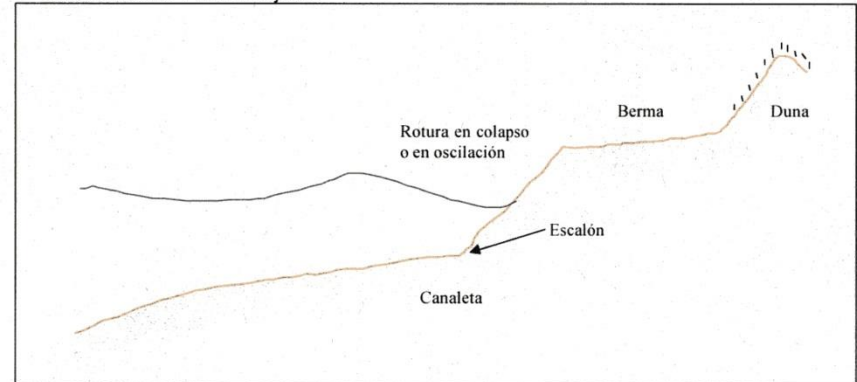


FORMAS EXTREMAS

Cuadro A.I.2. Perfil disipativo



Cuadro A.I.3. Perfil reflejante



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

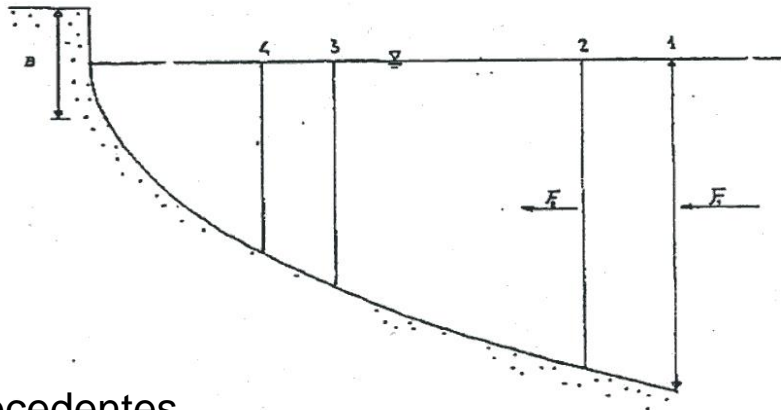
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



4 PERFIL DE EQUILIBRIO DE UNA PLAYA

5. Modelos conceptuales del perfil de equilibrio

- Análisis de perfiles
- Ecuación Conservación de Flujo de Energía



$$\frac{dF}{dx} = -\varepsilon$$

- Antecedentes

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

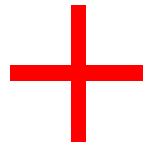
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70



4 PERFIL DE EQUILIBRIO DE UNA PLAYA

6. Perfil de equilibrio de Dean (1977)

$$\frac{dF}{dx} = -\varepsilon$$



- Índice de rotura $k=H/h$
- Disipación/ud. volumen $\frac{\varepsilon}{h} = cte = D^*$



$$y = A x^{2/3}$$

$$\left(\frac{24 D^*}{k} \right)^{2/3}$$

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99

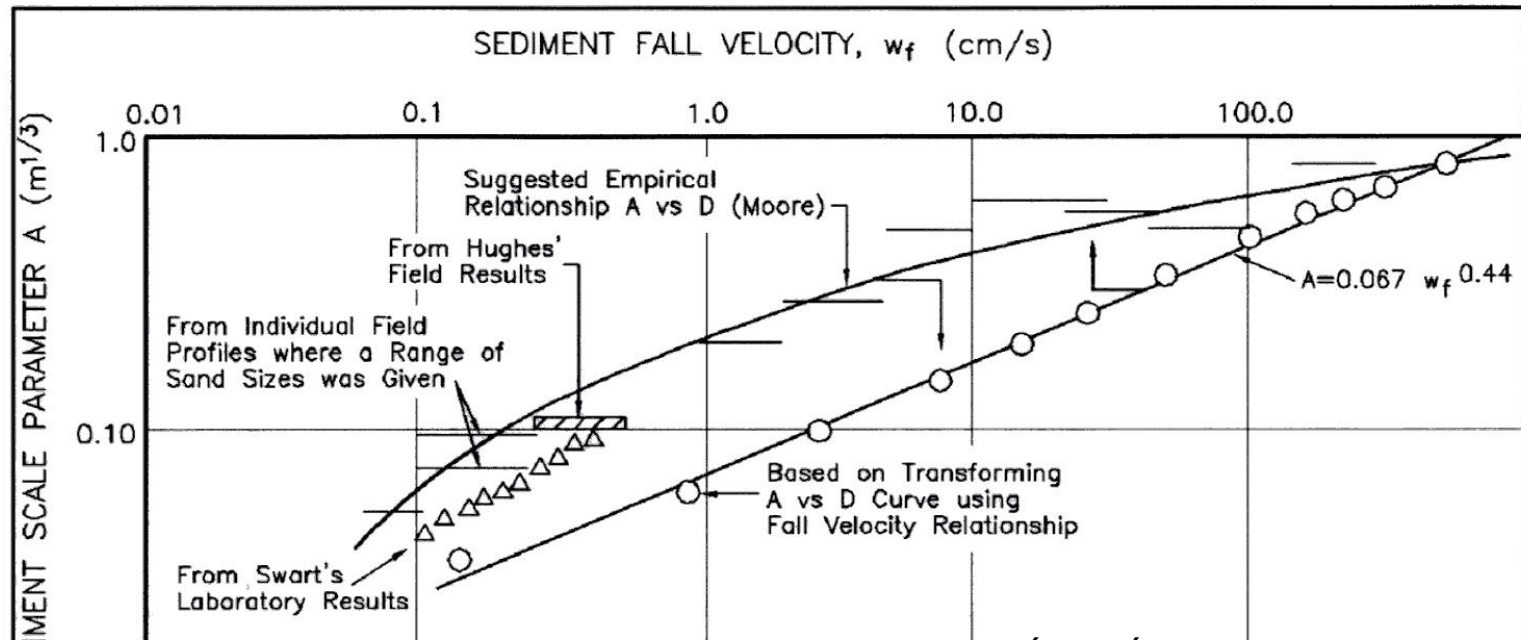


4 PERFIL DE EQUILIBRIO DE UNA PLAYA

A : Parámetro de forma

$$A = \left(\frac{24 D^*}{5 \rho g^{3/2} k^2} \right)^{2/3}$$

- Moore (1982)
- Dean (1987)



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70



4 PERFIL DE EQUILIBRIO DE UNA PLAYA

A : Parámetro de forma

Table III-3-3

Summary of Recommended A Values (Units of A Parameter are $m^{1/3}$)

D(mm)	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.1	0.063	0.0672	0.0714	0.0756	0.0798	0.084	0.0872	0.0904	0.0936	0.0968
0.2	0.100	0.103	0.106	0.109	0.112	0.115	0.117	0.119	0.121	0.123
0.3	0.125	0.127	0.129	0.131	0.133	0.135	0.137	0.139	0.141	0.143
0.4	0.145	0.1466	0.1482	0.1498	0.1514	0.153	0.1546	0.1562	0.1578	0.1594
0.5	0.161	0.1622	0.1634	0.1646	0.1658	0.167	0.1682	0.1694	0.1706	0.1718
0.6	0.173	0.1742	0.1754	0.1766	0.1778	0.179	0.1802	0.1814	0.1826	0.1838
0.7	0.185	0.1859	0.1868	0.1877	0.1886	0.1895	0.1904	0.1913	0.1922	0.1931
0.8	0.194	0.1948	0.1956	0.1964	0.1972	0.198	0.1988	0.1996	0.2004	0.2012
0.9	0.202	0.2028	0.2036	0.2044	0.2052	0.206	0.2068	0.2076	0.2084	0.2092
1.0	0.210	0.2108	0.2116	0.2124	0.2132	0.2140	0.2148	0.2156	0.2164	0.2172

Cartagena99

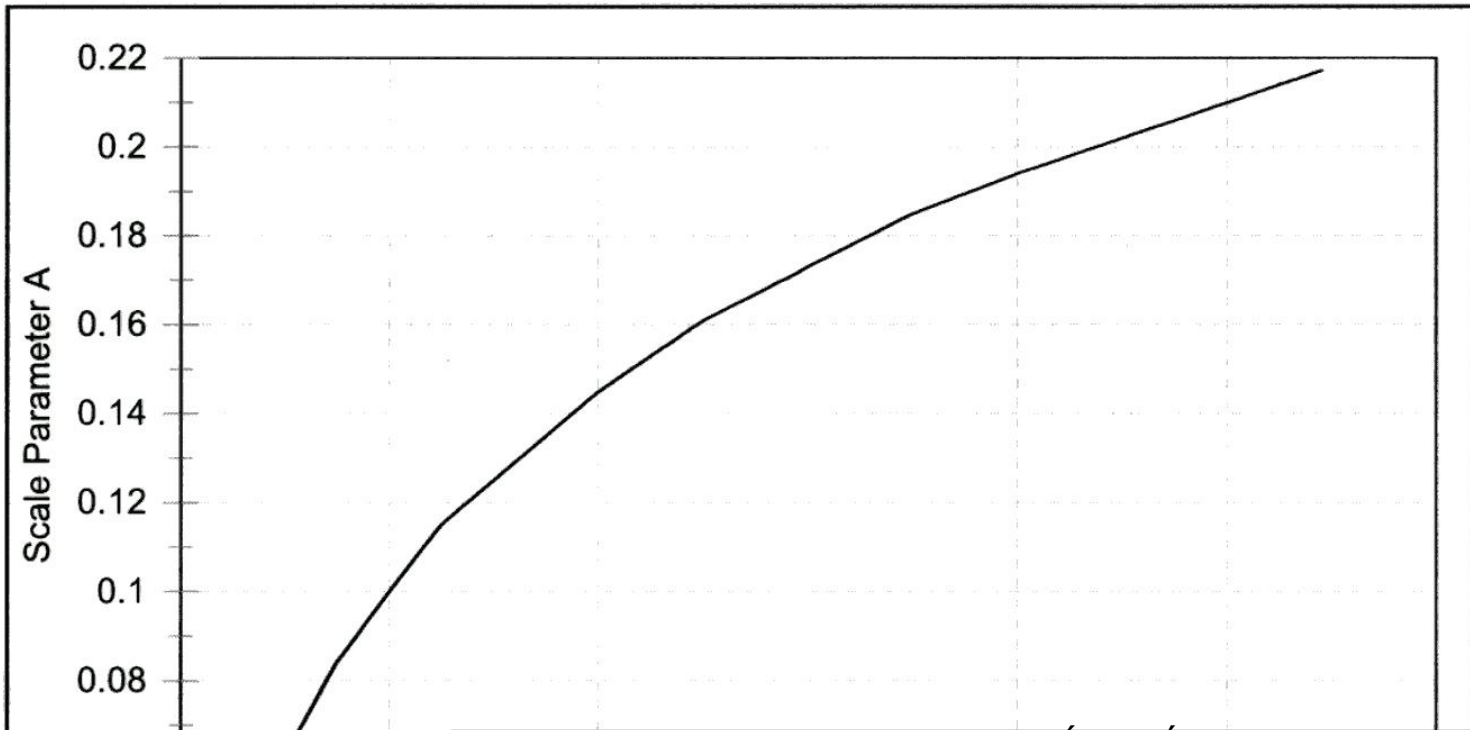
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



4 PERFIL DE EQUILIBRIO DE UNA PLAYA

A : Parámetro de forma



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



4 PERFIL DE EQUILIBRIO DE UNA PLAYA

A : Parámetro de forma

- KRIEBEL, KRAUSS Y LARSON (1991)

$$A = 2,25 \left(\frac{w_f^2}{g} \right)^{1/3}$$

De manera aproximada, y para arenas de densidad $\rho_s = 2,65 \text{ tn/m}^3$, la velocidad de caída del grano puede obtenerse como:

$$w \text{ (m/s)} = 1,1 \cdot 10^6 D^2 \text{ (m)} \quad D < 0,1 \text{ mm}$$

$$w \text{ (m/s)} = 273 D^{1,1} \text{ (m)} \quad 0,1 < D < 1 \text{ mm}$$

$$w \text{ (m/s)} = 4,36 D^{0,5} \text{ (m)} \quad D > 1 \text{ mm}$$

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

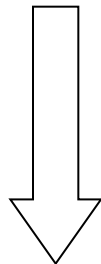
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70



4 PERFIL DE EQUILIBRIO DE UNA PLAYA

Principales características

- Perfil monoparábólico continuo \rightarrow barra
- $A = f(D_{50}) \rightarrow$ pendientes
- Perfil universal \rightarrow diferente exposición = perfil \rightarrow Modelos modificados de Dean
- Perfiles de erosión \rightarrow Vellinga



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

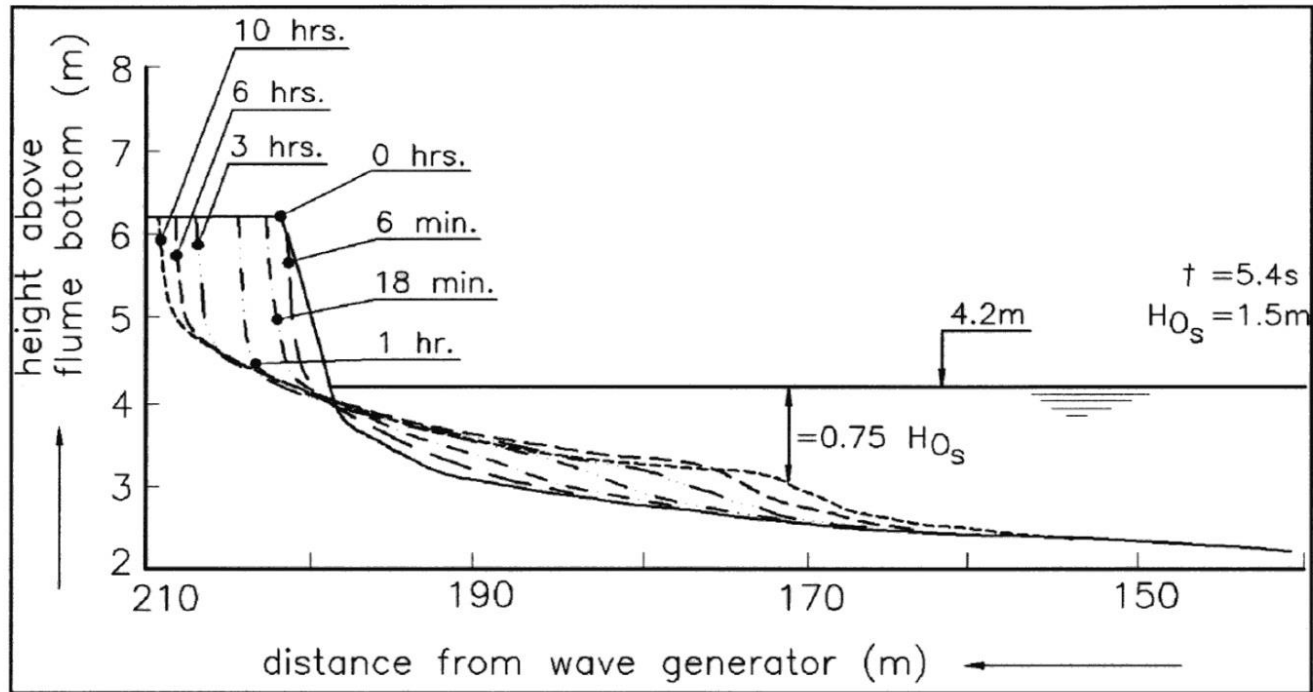
Cartagena99



4 PERFIL DE EQUILIBRIO DE UNA PLAYA

7. Perfil erosivo de Vellinga (1985)

- Ensayos tanque
- Playas holandesas



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70



Ingeniería de Costas

1. Caracterización de sedimentos
2. Balance sedimentario. Profundidad de cierre
3. Transporte longitudinal. Fórmula del CERC
4. Perfil de equilibrio en una playa. Perfil de Dean
5. Dimensionamiento de una regeneración de playa

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



5 DIMENSIONAMIENTO DE UNA REGENERACIÓN

1. Actuaciones en la costa

1. BLANDAS
2. DURAS
3. MIXTAS



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



5 DIMENSIONAMIENTO DE UNA REGENERACIÓN

2. Planificación y diseño de una regeneración

1. Estudio del tramo a regenerar
2. Elección del material de aportación

Origen del árido { Arenas naturales
Arenas artificiales

3. Técnicas de emplazamiento del relleno
4. Otras consideraciones

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



5 DIMENSIONAMIENTO DE UNA REGENERACIÓN

3. Estudio de estabilidad del árido de aportación

Árido NATIVO

VS

Árido APORTACIÓN

Métodos de estudio

1. Met. De Krumbein y James (1965)
2. Met. Dean (1974)
3. Met. James (1975)

Hipótesis

- Distribución granulométrica que se ajusta a la lognormal

Cartagena99

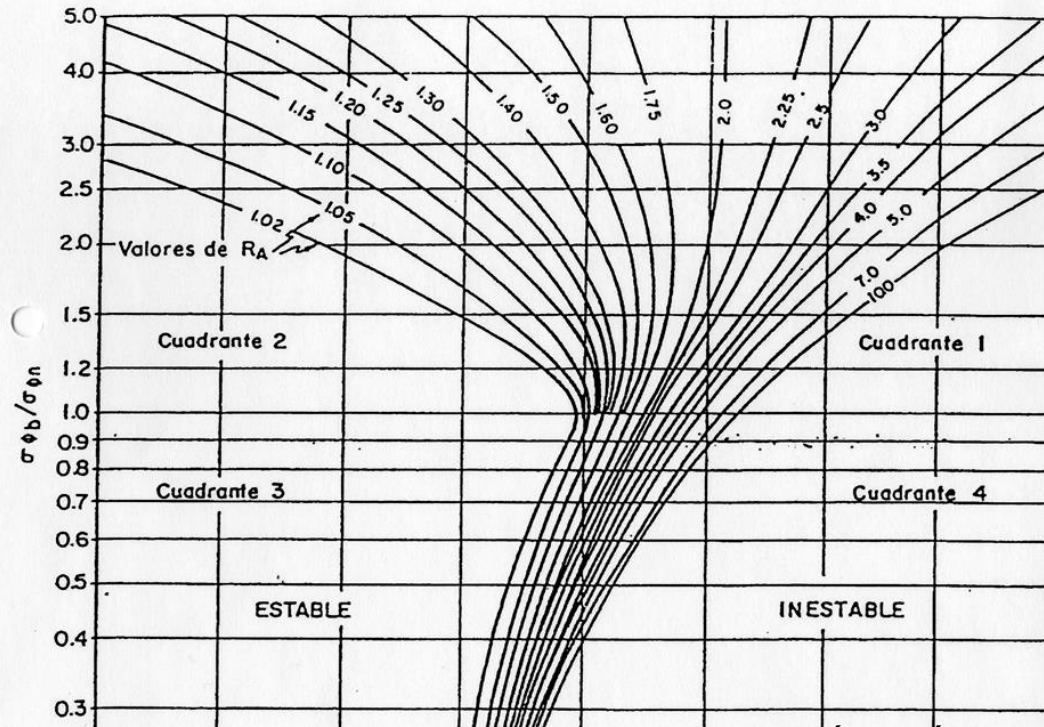
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



5 DIMENSIONAMIENTO DE UNA REGENERACIÓN

Método de JAMES (1975) - Factor de sobrellenado



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

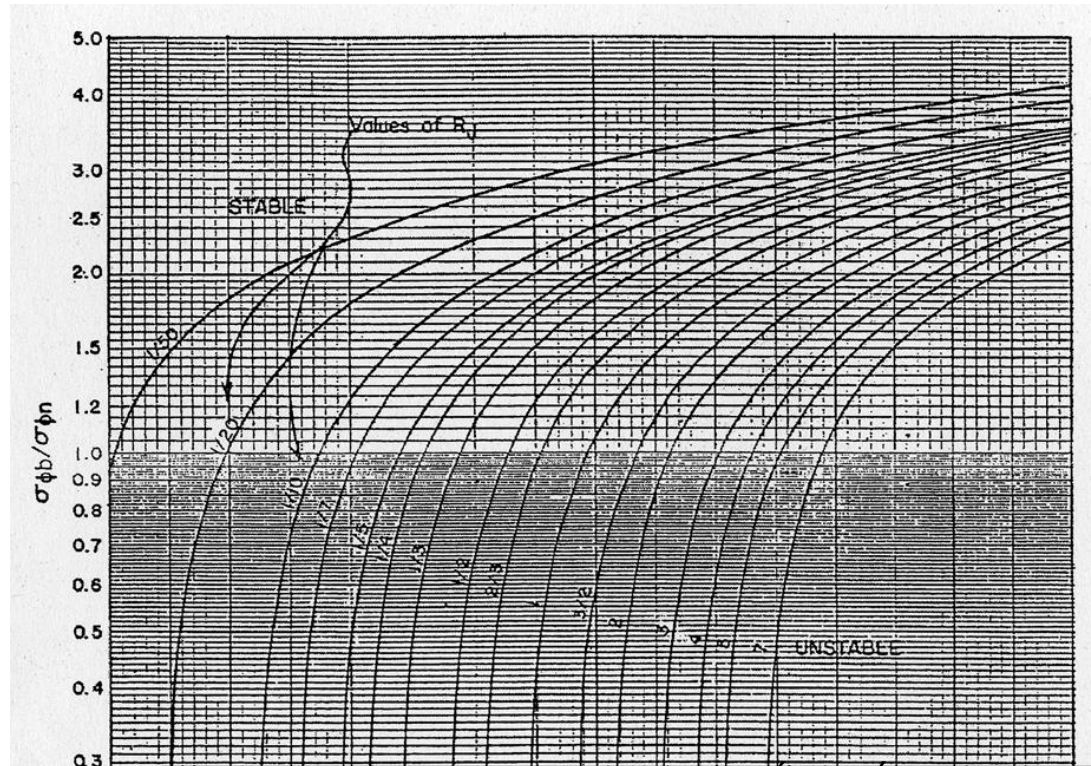


5 DIMENSIONAMIENTO DE UNA REGENERACIÓN

Método de JAMES (1975)

- Factor de realimentación

R_j



Cartagena99

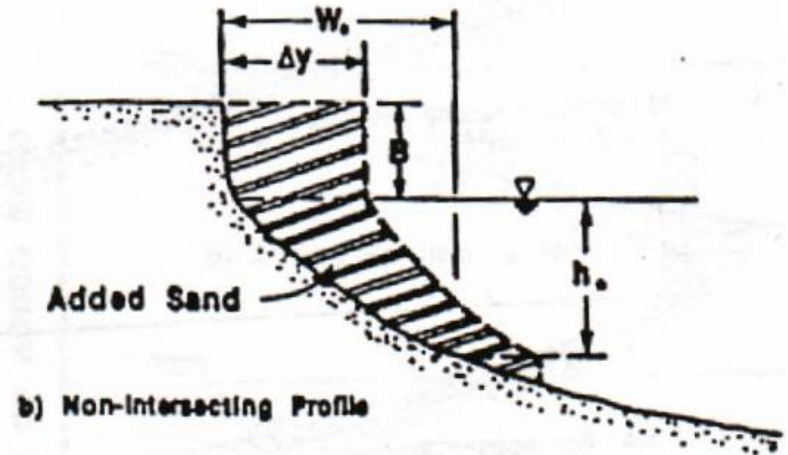
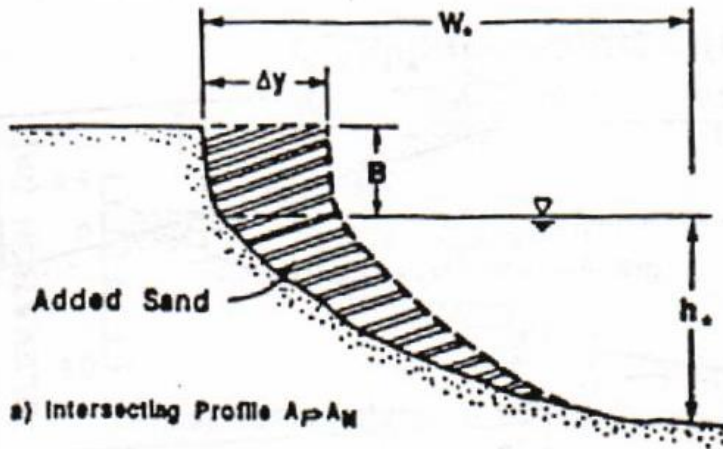
CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



5 DIMENSIONAMIENTO DE UNA REGENERACIÓN

4. Volumen de regeneración



PERFILES SECANTES

PERFILES NO SECANTES

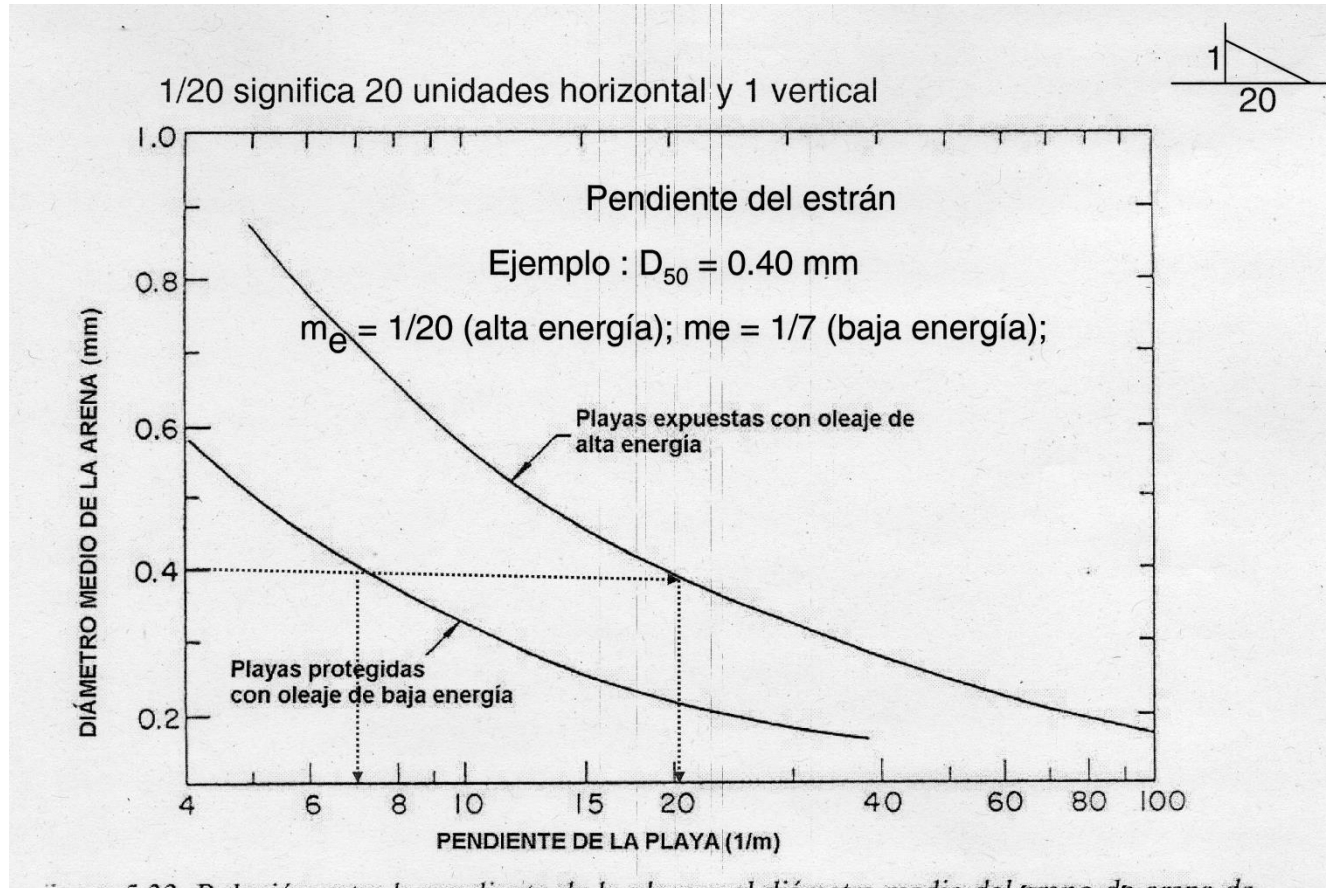
Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70



5 DIMENSIONAMIENTO DE UNA REGENERACIÓN



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70



5 DIMENSIONAMIENTO DE UNA REGENERACIÓN

Ejemplo alimentación artificial



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

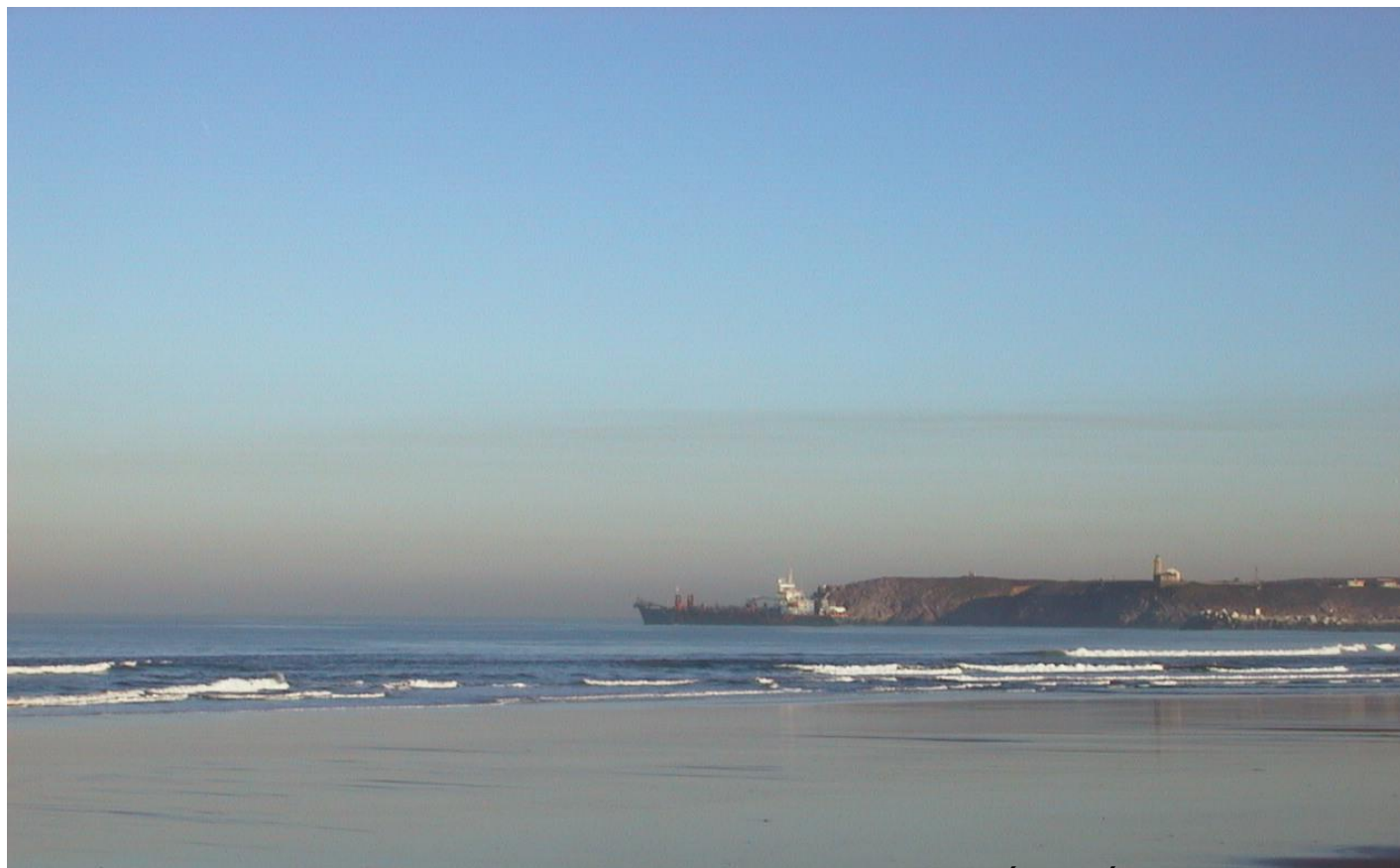
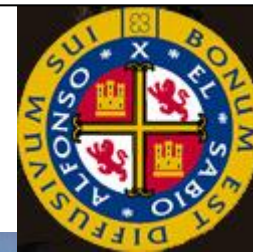
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



ALIMENTACIÓN ARTIFICIAL (ejemplo)



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



ALIMENTACIÓN ARTIFICIAL (ejemplo)



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70