

**Informe de caracterización físicoquímica de
los fondos de sustrato blando**

elittoral

elittoral

Informe de caracterización fisicoquímica de los fondos de sustrato blando

AUTORES

José Valdazo

SEPTIEMBRE DE 2018

Índice

Índice de Tablas	6
Índice de Figuras	6
1. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS.....	7
2. ÁREA DE ESTUDIO	8
3. METODOLOGÍA	11
4. RESULTADOS	14
4.1. Calidad fisicoquímica de los sedimentos	14
4.2. Características granulométricas de los sedimentos	19
5. CONCLUSIONES.	21
6. REFERENCIAS.	22
ANEXOS	23
ANEXO I. FOTOGRAFÍAS.....	25

Índice de Tablas

Tabla 1. Localización de las estaciones de muestreo.....	10
Tabla 2. Clasificación de muestras de sedimentos no consolidados según Wentworth (1922) y Folk y Ward (1957).....	13
Tabla 3. Valores umbrales para la caracterización preliminar del sedimento.	15
Tabla 4. Umbrales de calidad para clasificación del sedimento como no peligroso según las Directrices de material de dragado.	15
Tabla 5. Resultados analíticos de las muestras de sedimentos tomadas en el área de afección.	16
Tabla 6. Resultados granulométricos por estación y profundidad a la que fue recogida la muestra en este estudio y para AZTI.	19

Índice de Figuras

Figura 1. Localización de las estaciones de muestreo tramo occidental	8
Figura 2. Localización de las estaciones de muestreo tramo oriental.....	9
Figura 3. Ubicación de los puntos seleccionados para la caracterización fisicoquímica de los sedimentos.	14

1. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

En julio de 2018, la empresa ***elittoral Estudios de Ingeniería Costera y Oceanográfica S.L.N.E.*** envía, como respuesta a la solicitud previa de BIOSFERA XXI, una propuesta de elaboración de un informe de caracterización físicoquímica de los fondos de sustrato blando en la zona donde se realizarán los trabajos correspondientes a la instalación del cable de conexión España-Francia.

El objeto del contrato es obtener información, mediante el análisis de los estudios *in situ* realizados, que permita realizar el Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental para la interconexión occidental España-Francia por el Golfo de Bizkaia-Gascogne, así como para el evaluar nuevas alternativas del trazado del cable.

2. ÁREA DE ESTUDIO

La zona de estudio está localizada en el frente marítimo que se ubica entre Lemóniz y la localidad de Bakio, costa perteneciente a la provincia de Bizkaia. En la Figura 1 y Figura 2 (tramo occidental y oriental, respectivamente), se puede ver la localización de las estaciones de muestreo a lo largo del transcurso del trazado del cable. La localización exacta de cada una de las estaciones de muestreo se presenta en la Tabla 1.

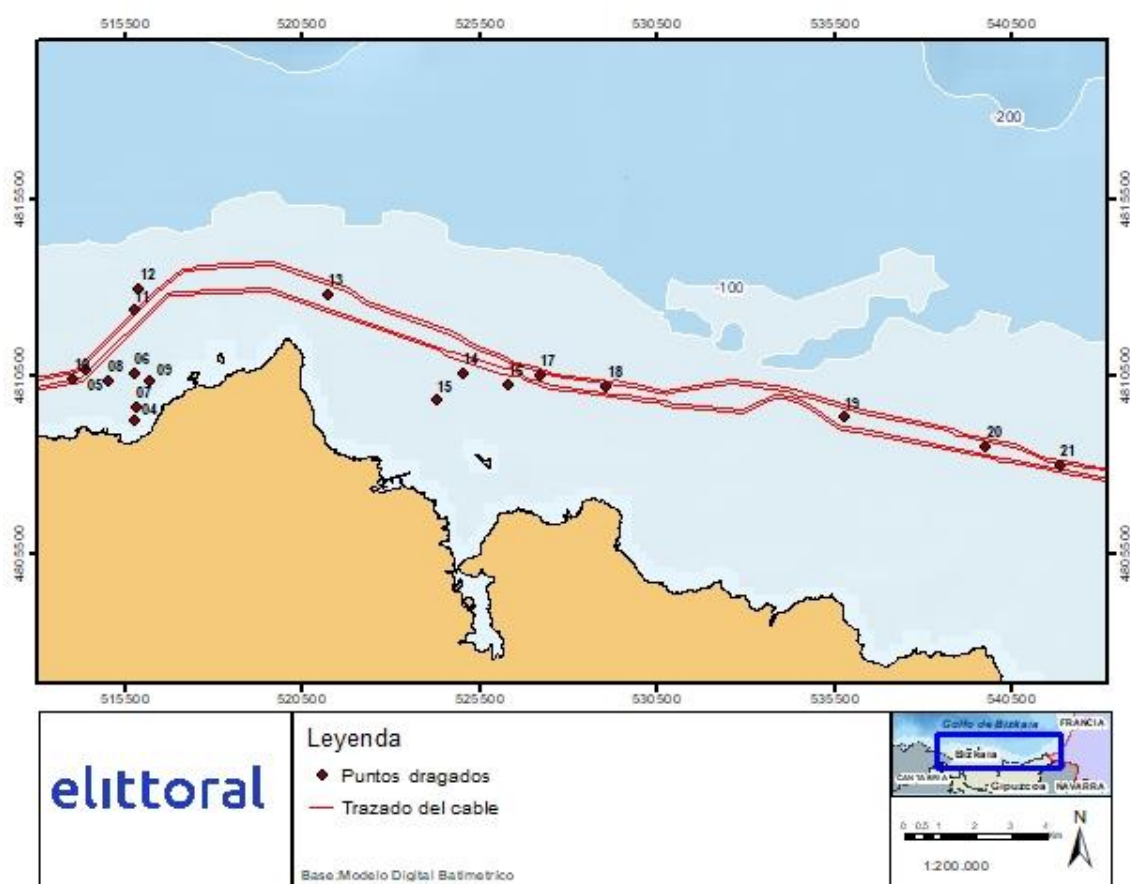


Figura 1. Localización de las estaciones de muestreo tramo occidental

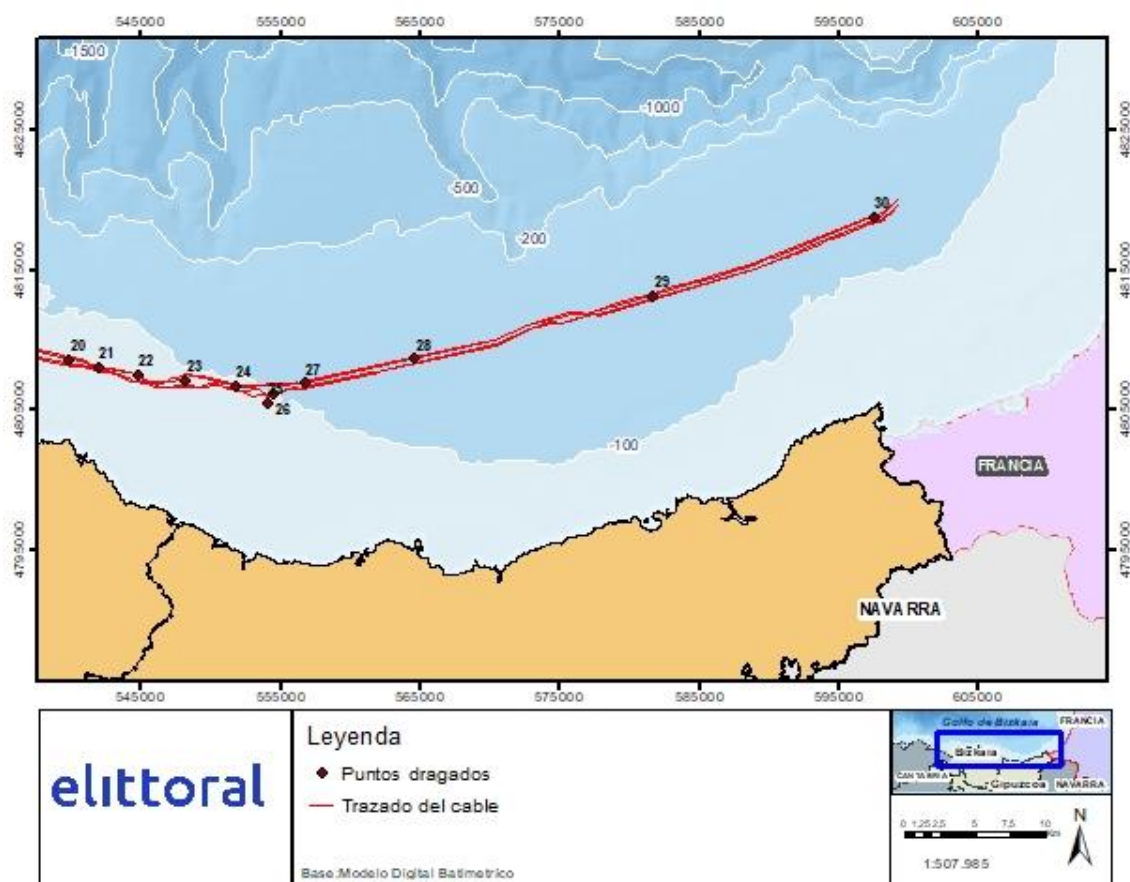


Figura 2. Localización de las estaciones de muestreo tramo oriental.

Tabla 1. Localización de las estaciones de muestreo.

Estación	Coordenada X	Coordenada Y
P01	510812	4809746
P02	512733	4809368
P03	511661	4810079
P04	515752	4809213
P05	514368	4810644
P06	515718	4810571
P07	515794	4809606
P08	514979	4810351
P09	516169	4810345
P10	514010	4810404
P11	515750	4812337
P12	515855	4812943
P13	521180	4812807
P14	525028	4810564
P15	524269	4809795
P16	526303	4810257
P17	527176	4810524
P18	529073	4810191
P19	535774	4809327
P20	539793	4808491
P21	541873	4807981
P22	544710	4807451
P23	548150	4807035
P24	551697	4806678
P25	554048	4805410
P26	554506	4806046
P27	556743	4806825
P28	564610	4808617
P29	581724	4813116
P30	597590	4818782

3. METODOLOGÍA

Muchos contaminantes tienden a asociarse al material en suspensión en el agua de mar y se depositan finalmente en el lecho marino. De esta forma, una fracción significativa de los contaminantes es transferida a los sedimentos, que no solo actúan como reservorio para los contaminantes, sino que sirven como fuente de tóxicos para la fauna marina.

En este apartado del medio físico se lleva a cabo una descripción y valoración de los sedimentos que conforman los fondos submarinos sobre los cuales se ubicará el tramo sumergido de los cables submarinos para la interconexión eléctrica entre España y Francia por el Golfo de Bizakaia.

Durante la campaña oceanográfica, se llevó a cabo la toma de muestras de sedimentos en puntos ubicados oportunamente sobre la franja litoral objeto de estudio, con la finalidad de caracterizar los fondos contiguos al trazado de los cables. Se establecieron inicialmente 30 estaciones de muestreo de sedimentos marinos superficiales, distribuidos homogéneamente a lo largo del ámbito de detalle del trazado de los cables. El muestreo de los sedimentos se ha llevado a cabo mediante una draga Van Veen, ya que este tipo de draga garantiza que no se produzca la pérdida de las partículas más finas.

El análisis de las muestras de sedimentos se realizó en dos laboratorios distintos. Por una parte, los análisis de la contaminación fisicoquímica en sedimentos se realizaron en los laboratorios de IPROMA en Castellón, y la caracterización granulométrica se realizó en los laboratorios de elittoral en Las Palmas de Gran Canaria.

3.1. Análisis físico químico

El análisis fisicoquímico de las muestras de agua se realizó a través de los laboratorios IPROMA.

3.2. Granulometría

El estudio granulométrico se realizó mediante tamizado en seco de una fracción representativa de la muestra, constituida por unos 100 ± 20 gr. Debido a que se

recogió en campo una cantidad superior a esta, se procedió a reducir la misma con un cuarteador, para dividir la muestra de la manera más homogénea posible. Esto fue realizado para las 30 muestras de sedimento tomadas para la caracterización granulométrica.

Se utilizó una tamizadora electromagnética con un total de 8 tamices y el fondo, que cubren el rango de tamaños de la fracción de gravas (8 y 4 mm), arenosa (partículas entre 2 mm y 63 μm) y parte de los limos (<63 μm - fondo). Los distintos tamices utilizados tienen luz de malla de 8, 4, 2, 1, 0.5, 0.250, 0.125 y 0.063 mm. Esta distribución de tamices se corresponde con intervalos de 1ϕ , estando ϕ definido como

$$\phi = -\log_2 D$$

siendo D el diámetro de la partícula en mm.

Los resultados del tamizado de las muestras se trataron con el programa GRADISTAT (Blott y Pye, 2001) que permite obtener los distintos parámetros granulométricos por el método gráfico (Folk y Ward, 1957). Los parámetros granulométricos obtenidos son: tamaño medio de partícula (mean), grado de selección (sorting) y asimetría (skewness).

La Tabla 2 muestra la clasificación de sedimentos no consolidados según Wentworth (1922) y de Folk y Ward (1957).

Tabla 2. Clasificación de muestras de sedimentos no consolidados según Wentworth (1922) y Folk y Ward (1957).

Tamaño medio (ϕ)		Sorting (σ)		Skewness (Sk)	
Finos (limos y arcillas)	> 4	Muy clasificado	< 0.35	Muy positiva	0.3 a 1.0
Arenas muy finas	3 a 4	Bien clasificado	0.35 a 0.5	Positiva	0.1 a 0.3
Arenas finas	2 a 3	Moderadamente bien clasificado	0.5 a 0.71	Simétrica	-0.1 a 0.1
Arenas medias	1 a 2	Moderadamente clasificado	0.71 a 1.0	Negativa	-0.3 a -0.1
Arenas gruesas	0 a 1	Pobrementemente clasificado	1.0 a 2.0	Muy negativa	-1.0 a -0.3
Arenas muy gruesas	-1 a 0	Muy pobrementemente clasificado	2.0 a 4.0		
Gravas	< -1				

4. RESULTADOS

A continuación, se describen los resultados obtenidos tanto para el análisis de parámetros físicoquímicos, como granulométricos.

4.1. Calidad físicoquímica de los sedimentos

Para analizar la calidad físicoquímica de los sedimentos que conforman los sustratos blandos del lecho marino por donde se ubicará el trazado del cable, se llevó a cabo una serie de analíticas que siguen la metodología recogidas en las "Directrices para la caracterización del material de dragado y su reubicación en aguas del dominio público marítimo-terrestre"¹. De las 30 estaciones seleccionadas en la campaña de caracterización de los sustratos blando, se escogieron 10 para realizar la caracterización físicoquímica (Figura 3). Se tuvo en cuenta cubrir todo el ámbito de estudio y además caracterizar también las zonas de vertidos de dragados cartografiadas en el inventario de hábitats marinos realizados por AZTI, en contexto del proyecto europeo MESH-atlantic (Galparsoro *et al.*, 2009).



Figura 3. Ubicación de los puntos seleccionados para la caracterización físicoquímica de los sedimentos.

¹ Directrices para la caracterización del material dragado y su reubicación en agua del dominio público marítimo-terrestre. Comisión Interministerial de Estrategias Marinas, 2015.

Cabe destacar que las estaciones 15 y 27 se encuentran sobre las zonas de vertido y no tanto sobre la zona del trazado del cable.

La Tabla 3 presenta los valores umbral sobre los que fueron analizadas las muestras para la caracterización preliminar del sedimento, mientras que la Tabla 4 presenta los valores umbrales de calidad para la clasificación del sedimento como no peligroso según las Directrices de material de dragado, con el fin de facilitar la comprensión y valoración de los resultados.

Tabla 3. Valores umbrales para la caracterización preliminar del sedimento.

Parámetro	Umbral
Contenido en finos	< 10%
Concentración COT	<2%
Test Previo de Toxicidad (TPT, CE50)	> 2.000 mg/l

Tabla 4. Umbrales de calidad para clasificación del sedimento como no peligroso según las Directrices de material de dragado.

Parámetro	Concentración
Mercurio (mg/kg)	17
Cadmio (mg/kg)	72
Plomo (mg/kg)	1.000
Cobre (mg/kg)	2.500
Zinc (mg/kg)	2.500
Cromo VI (mg/kg)	1.000
Arsénico (mg/kg)	1.000
Níquel (mg/kg)	1.000
Σ 7 PCBs (mg/kg)	4,0
Σ 9 HAPs (mg/kg)	110
TBT (mg Sn/kg)	1,2
Hidrocarburos C10-C40 (mg/kg)	2.500

Finalmente, la Tabla 5 muestra los resultados obtenidos.

Tabla 5. Resultados analíticos de las muestras de sedimentos tomadas en el área de afección.

Estación	Límite Cuantific	ESTACIÓN									
		P01	P02	P06	P12	P15	P17	P20	P25	P27	P29
Caracterización preliminar											
Gravas (%)	-	0,7	0,1	0	0	0	1.5	0.6	31.1	0.1	0.1
Arenas (%)	-	99,3	97,4	99,5	99,8	95.3	87.2	69.1	54.6	50.2	83.6
Limos (%)	-	0	2,5	0,5	0,2	4.7	11.3	30.4	14.3	49.7	16.4
D50 (mm)	-	0,68	0,17	0,18	0,52	0.109	0.16	0.06	0.019	0.09	0.06
Concentración de sólidos (g·cm³)	-	1,7	1,66	1,68	1,7	1.7	1.65	1.58	1.62	1.55	0.06
Toxicidad (EC50 mg/L)	3,0 U.T.	190000	97000	260000	>333333		>333	>333	>3333	2500	
						< 3,0	333	333	33	00	230000
TOC (%)	0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	< 0,5	2	1.3	2.5	0.57	<0.5
Caracterización química											
Materia orgánica total (%)	1,0 (sms)	<1,0	<1,0	< 1,0	3	2.2	4	1	<1	< 1,0	3
Carbono orgánico total (%)	0,5	<0,50	<0,50	< 0,50	2	1.3	2.5	0.6	<0.50	< 0,50	2
Fosforo total (%)	0,05	<0,050	<0,050	< 0,050	<0,050	<0,050	0.059	<0,050	0.081	< 0,050	<0,050
Nitrógeno Kjeldahl (%)	0,05(sms)	<0,050	<0,05	< 0,050	0.052	0.084	0.12	0.11	0.053	< 0,050	0.052
Nitratos (mg/kg)	25 (sms)	<25	<25	< 25	<10	<10	<12.5	<12.5	<12.5	< 25	<10
Fosfatos (mg/kg)	0,25	<0,25	0,25	< 2,5	0.7	1	0.8	1.8	1.3	< 2,5	0.7
Metales pesados (mg/kg)											
Arsénico	1	16	25	28	49	1	28	26	24	14	20
Cadmio	0,05	<0,05	0,06	0,06	< 0,05	0.05	0.07	0.08	0.17	0.22	0.15

[illegible]

Estación	Límite Cuantific	ESTACIÓN									
		P01	P02	P06	P12	P15	P17	P20	P25	P27	P29
Tibutilestaño	10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	31	< 10	< 10
Hidroc. Totales del petroleo (C10-C40) (mg/kg)	50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	52	59	74	<50

4.2. Características granulométricas de los sedimentos

La Tabla 6 muestra los resultados obtenidos en cada una de las estaciones de muestreo para su análisis granulométrico y la profundidad a la que cada muestra fue recolectada, así como los resultados obtenidos por AZTI.

Tabla 6. Resultados granulométricos por estación y profundidad a la que fue recogida la muestra en este estudio y para AZTI.

Estación	Batimetría (m)	Clasificación	AZTI
P01	-22	Arenas medias	Arena fina
P02	-12	Arenas muy finas	Arena fina
P03	-47	Arenas gruesas	Arena fina
P04	-36	Arenas medias	Arena fina
P05	-51	Arenas medias	Sedimento grueso
P06	- 38	Arenas finas	Arena fina
P07	- 23	Arenas finas	Arena fina
P08	- 40	Arenas muy finas	Arena limosa
P09	- 35	Arenas finas	Arena limosa
P10	- 51	Arenas muy finas	Arena limosa
P11	- 68	Arenas muy finas	Arena fina
P12	- 75	Arenas finas	Arena fina
P13	- 60	Arenas medias	Arena fina
P14	- 47	Arenas muy finas	Fondo modificado por vertido
P15	- 33	Arenas muy finas	Fondo modificado por vertido
P16	- 56	Arenas muy finas	Fondo sedimentario
P17	-62	Arenas muy finas	Arena limosa
P18	-70	Arenas muy finas	Arena fina
P19	-89	Limo grueso	Arena fina
P20	-92	Limo grueso	Arena limosa
P21	-89	Arenas gruesas	Sedimento grueso
P22	-92	Arenas gruesas	Sedimento grueso
P23	-95	Arenas medias	Arena fina
P24	-101	Arenas muy finas	Arena fina
P25	-100	Arenas gruesas	Arena fina
P26	-105	Limo grueso	No hay datos
P27	-112	Limo grueso	No hay datos
P28	-130	Limo grueso	No hay datos
P29	-130	Arenas finas	No hay datos
P30	-127	Arenas muy finas	No hay datos

Con el fin de contrastar los resultados obtenidos en las muestras de sedimento analizadas, así como de referencia para la evaluación de la calidad del sedimento en la zona de Guipúzcoa, se analizaron los resultados obtenidos en el informe publicado en el 2017 de la Red de seguimiento del estado ecológico de las aguas de transición costeras de la Comunidad Autónoma del País Vasco realizado por Azti-Tecnalia. En este informe se analiza la calidad ecológica de la masa según lo establecido en la Directiva Marco de Aguas (*Directiva 2000/60/CE por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas*)².

Así pues, se puede observar que de manera generalizada, los resultados granulométricos obtenidos en el presente estudio coinciden con los estudios granulométricos obtenidos por AZTI. Sin embargo, existen estaciones que presentan algunas discrepancias, como es el caso de la estación P03 que en nuestro estudio aparece como arenas gruesas, mientras que para AZTI se trata de arenas finas. Así como las estaciones P04 y P13, que en nuestros resultados aparecen como arenas medias, mientras que para AZTI, se clasifican como arenas finas.

Estos resultados nos muestran que, las diferencias obtenidas en los resultados son prácticamente insignificantes, ya que no se trata de cambios en el grupo identificado (limo, arena o grava), sino cambios en la clasificación dentro del mismo grupo (arena fina, arena media o arena gruesa). Así pues, se puede definir como unos resultados consistentes con los resultados obtenidos en estudios previos, sin grandes cambios en la clasificación granulométrica de los sedimentos de la zona de estudio.

² «DOCE» núm. 327, de 22 de diciembre de 2000

5. CONCLUSIONES.

Según los resultados obtenidos tanto en la caracterización del sedimento a partir de las muestras tomadas en la zona de Bakio-Lemóiz para la determinación de las características físicoquímicas del mismo, se puede establecer una calidad del sedimento muy buena en función de los valores umbrales establecidos en las Directrices para la caracterización del material de dragado y su reubicación en aguas del dominio público marítimo-terrestre. Por otro lado, en la evaluación de la calidad del bentos de la Red de seguimiento del estado ecológico de las aguas de transición costeras de la Comunidad Autónoma del País Vasco realizado por Azti-Tecnalia para aquellas estaciones cercanas al trazado del cable y según lo establecido en la Directiva Marco de Aguas, la calidad del sedimento resulta ser entre buena y muy buena.

Por último, la caracterización granulométrica muestra que se trata principalmente de arenas finas, existiendo concordancia con los datos obtenidos por AZTI-Tecnalia.

6. REFERENCIAS.

Blott, S.J., Pye, K., 2001. GRADISTAT: a grain size distribution and statistics package for the analysis of unconsolidated sediments. *Earth Surface Process and Landforms*, 26(11), 1237-1248.

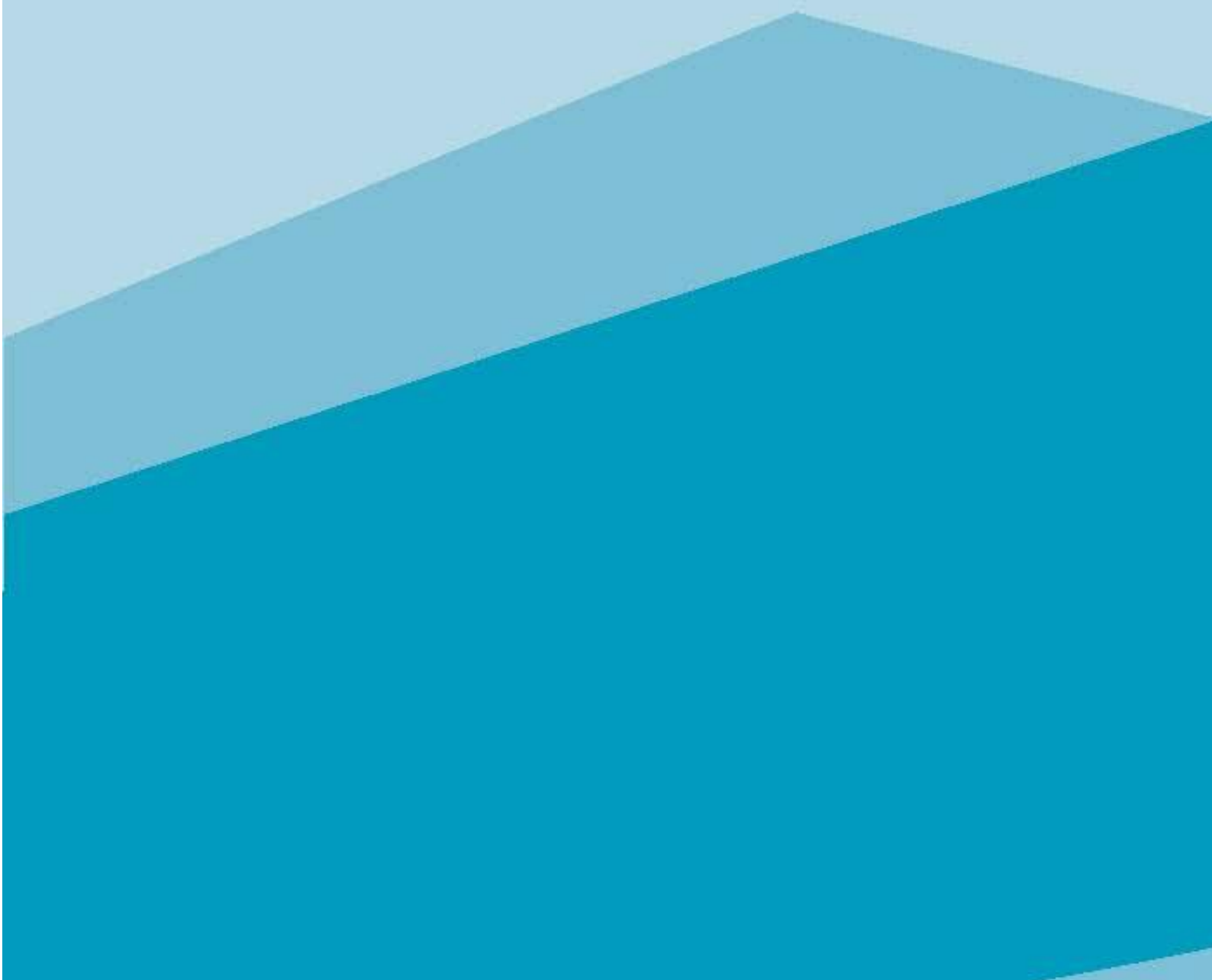
Folk, R.L. and Ward, W.C., 1957. A Study in the Significance of Grain-Size Parameters. *Journal of Sedimentary Petrology*, 27, 3-26.










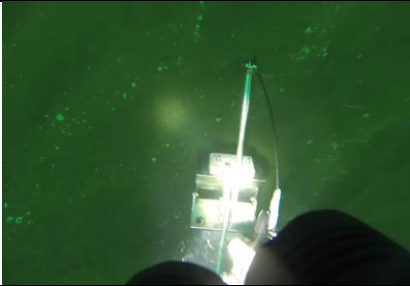
Wentworth, C.K., 1922. A Scale of Grade and Class Terms for Clastic Sediments. *The Journal of Geology*, 30(5), 377-392.


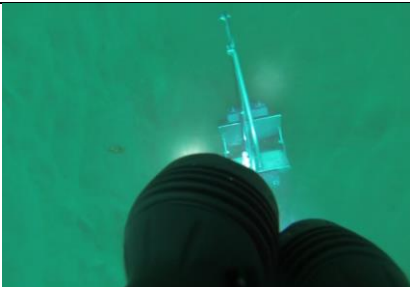



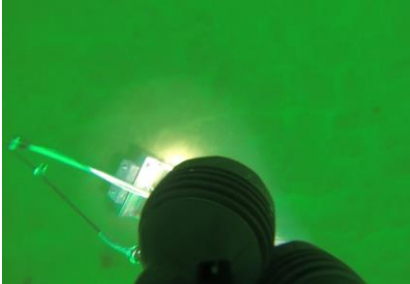

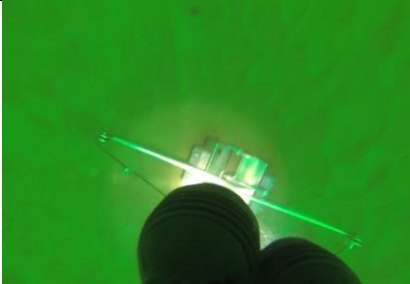



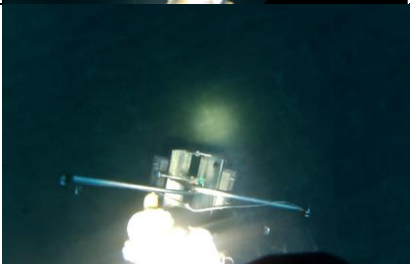
ANEXOS










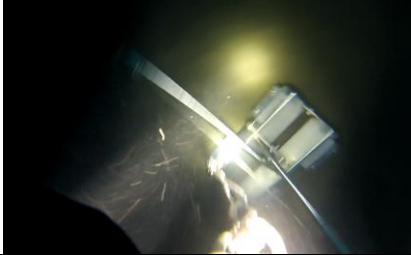










ANEXO I. FOTOGRAFÍAS








Estación	Foto	Draga
1		
2		
3		
4		
5		

6		
7		
8		
9		
10		
11		

12		
13		
14		
15		
16		
17		

18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			

25		
26		
27		
28		
29		
30	