

ANEXO N° 4

SEDIMENTOLOGÍA

ANEXO N° 4.1

INFORME

INFORME TÉCNICO
CALIDAD DE FONDO

BORDEMAR INGENIERÍA

Preparado para:



Mayo de 2019

bordemaringenieria@bordemaringenieria.cl
julioleivam@bordemaringenieria.cl

La Fortaleza #97, Las Brisas de Curauma, Valparaíso
Teléfono: (56-32) 2115209 – Cel. 991387596

ÍNDICE

CONTENIDO	PÁG.
1. CONTEXTO.....	1
2. INFORME TÉCNICO CALIDAD DE SEDIMENTOS	2
2.1 INTRODUCCIÓN	2
2.2 METODOLOGÍA.....	4
2.2.1 Muestreo de Sedimento Superficial.....	4
2.2.2 Nomenclatura utilizada para el Análisis Granulométrico	6
2.2.3 Análisis del Tamaño de los Sedimentos.....	6
2.2.4 Parámetros Estadísticos.....	7
2.2.5 Peso específico	9
3. RESULTADOS	10
3.1 COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA SECTOR PLAYA (DESEMBOCADURA DEL RÍO ITATA).....	10
3.2 PARÁMETROS ESTADÍSTICOS SECTOR PLAYA	15
3.3 COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA SECTOR RÍO (A LO LARGO DEL RÍO ITATA).....	18
3.4 PARÁMETROS ESTADÍSTICOS A LO LARGO DEL RÍO ITATA.....	22
4. CONCLUSIONES	24
5. REFERENCIAS	25
6. ANEXO	26
6.1 RESOLUCIÓN DE AUTORIZACIÓN SHOA	26
6.2 CERTIFICADOS DE LABORATORIO.....	28

ÍNDICE

CONTENIDO	PÁG.
TABLAS	
Tabla 2.1. Coordenadas UTM y Geográficas de las muestras de sedimento recolectadas la desembocadura del río Itata (sector playa; de Norte a Sur), Región de Ñuble.....	4
Tabla 2.2. Coordenadas UTM y Geográficas de las muestras de sedimento recolectadas a lo largo río Itata, Región de Ñuble (desde la desembocadura a río arriba).....	5
Tabla 2.3. Escala de Tamaños de Grano.	6
Tabla 2.4. Escala cualitativa para indicar la clasificación relativa.	7
Tabla 2.5. Escala cualitativa para indicar la asimetría.	8
Tabla 2.6. Escala cualitativa para indicar la asimetría.	8
Tabla 3.1. Análisis Granulométrico de los sedimentos en la desembocadura del Río Itata por rango textural. (*) Corresponden a las muestras obtenidas en el sector playa (de Norte a Sur).....	10
Tabla 3.2. Análisis Granulométrico de los sedimentos en la desembocadura del Río Itata por fracción. (*) Corresponden a las muestras obtenidas en el sector playa (de Norte a Sur).....	11

Tabla 3.3. Parámetros estadísticos de los sedimentos en el Río Itata, método Folk and Ward. (*) Corresponden a las muestras obtenidas con las sector playa.	15
Tabla 3.4. Diámetro y razones características de las muestras.	16
Tabla 3.5. Resultado del Análisis de Peso Específico de los sedimentos, obtenidos en el sector playa (de Norte a Sur) desembocadura del río Itata	17
Tabla 3.6. Análisis Granulométrico de los sedimentos en el Río Itata por rango textural. (*) Corresponden a las muestras obtenidas a lo largo del río Itata (de boca de cabeza).	18
Tabla 3.7. Análisis Granulométrico de los sedimentos en el Río Itata por fracción. (*) Corresponden a las muestras obtenidas a lo largo del río Itata (de boca de cabeza).	19
Tabla 3.8. Parámetros estadísticos de los sedimentos en el Río Itata, por el método Folk and Ward. (*) Corresponden a las muestras obtenidas a lo largo del río.....	22
Tabla 3.9. Diámetro y razones características de las muestras a lo largo del río Itata.....	23
Tabla 3.10. Resultado del Análisis de Peso Específico de los sedimentos, obtenidos en el río Itata (desde la desembocadura a río arriba).	23

ÍNDICE

CONTENIDO	PÁG.
ILUSTRACIONES	
Ilustración 1.1. Áreas de Estudios en el sector de río Itata, Región de Ñuble.	1
Ilustración 2.1. Estaciones de Muestreo de sedimento recolectadas en el sector playa en la desembocadura Río Itata para el estudio de calidad de fondo, Región de Ñuble.....	2
Ilustración 2.2. Ubicación espacial de las muestras de sedimento recolectadas en el Río Itata para el estudio de calidad de fondo, Región de Ñuble.....	3
Ilustración 3.1. Distribución Granulométrica de la Estación 1: zona seca (M-7), zona intermareal (M-8) y zona sumergida (M-9).....	12
Ilustración 3.2. Distribución Granulométrica de la Estación 2: zona seca (M-10), zona intermareal (M-11) y zona sumergida (M-12).	12
Ilustración 3.3. Distribución Granulométrica de la Estación 3 de muestreo: zona seca (M-13), zona intermareal (M-14) y zona sumergida (M-15).	13
Ilustración 3.4. Distribución Granulométrica de la Estación 4 de muestreo: zona seca (M-1), zona intermareal (M-2) y zona sumergida (M-3).	13
Ilustración 3.5. Distribución Granulométrica de la Estación 5 de muestreo: zona seca (M-4), zona intermareal (M-5) y zona sumergida (M-6).	14
Ilustración 3.6. Distribución Porcentual del Sedimento por N° Muestra en el sector playa.	14
Ilustración 3.7. Distribución Porcentual del Sedimento por N° Muestra a lo largo del río Itata.	21
Ilustración 3.8. Distribución Porcentual del Sedimento por N° Muestra a lo largo del río Itata.	21

1. CONTEXTO

La Dirección Obras Portuarias (DOP), organismo técnico encargado de proveer a la ciudadanía de infraestructuras portuarias, costeras y lacustres, ha determinado la necesidad de realizar estudios que permitan analizar el comportamiento hidráulico de la desembocadura del río Itata para proporcionar soluciones que mejoren su funcionamiento. Para lo anterior, la DOP ha solicitado a través del Proyecto “ANÁLISIS HIDRÁULICO DESEMBOCADURA DEL RÍO ITATA COMUNAS DE TREHUACO Y COELEMU, REGIÓN DEL ÑUBLE”, analizar las condiciones hidrodinámicas y su interrelación con las variables sedimentológicas y ambientales de la desembocadura. La DOP ha predefinido dos áreas de interés del río Itata, específicamente del tramo bajo del Río. El primer sector en la Desembocadura del río y el segundo corresponde a un sector río arriba (Ilustración 1.1).

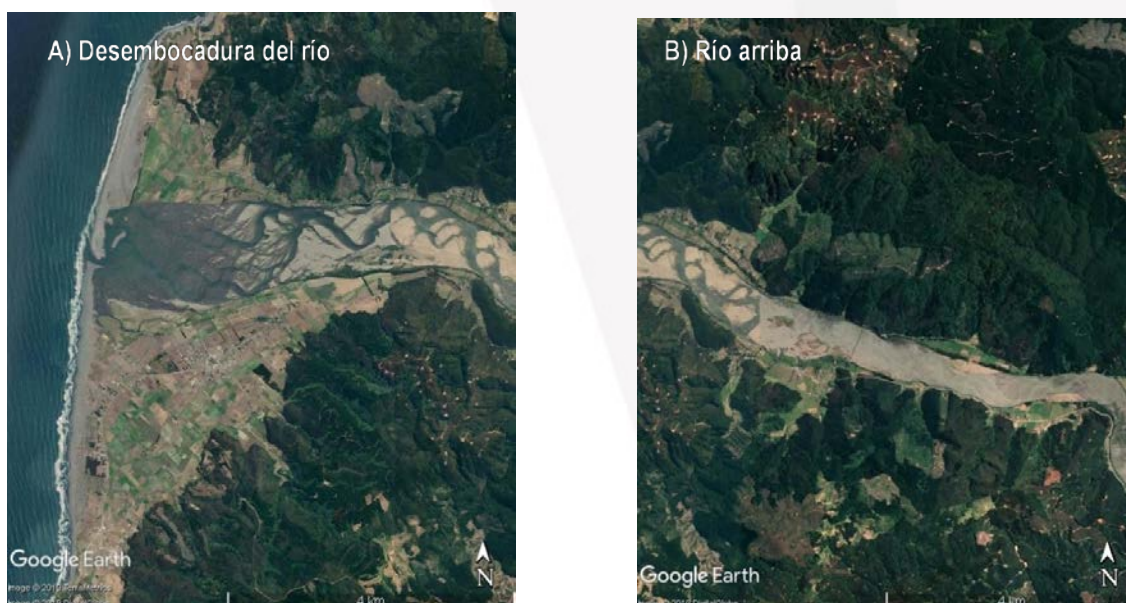


Ilustración 1.1. Áreas de Estudios en el sector de río Itata, Región de Ñuble.

2. INFORME TÉCNICO CALIDAD DE SEDIMENTOS

2.1 INTRODUCCIÓN

El presente informe corresponde al Estudio de Calidad de Fondo en el Río Itata, Región de Ñuble, desarrollado por BordeMar Ingeniería. El estudio fue autorizado mediante Resolución SHOA ORDINARIO N°13270/24/181 con fecha 17 de Abril de 2019 (ver Anexo 6.1).

La caracterización del fondo se realizó a través del análisis Granulométrico. Para esto, se tomaron 25 muestras de sedimentos, 15 muestras en el sector de playa en la desembocadura del río (Ilustración 2.1) y 10 muestras distribuidas a lo largo del Río Itata (Ilustración 2.2), durante los días 07 al 09 de mayo del 2019. Los trabajos fueron realizados siguiendo la normativa indicada en las Instrucciones Oceanográficas N°1, SHOA PUB. 3201: “Especificaciones Técnicas para Mediciones y Análisis Oceanográficos”.

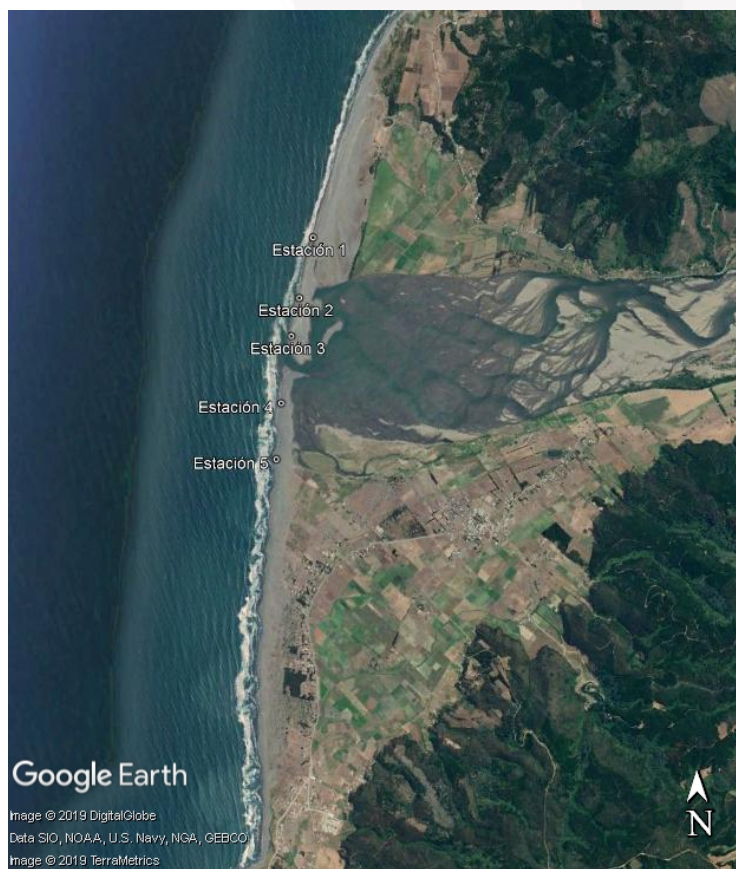


Ilustración 2.1. Estaciones de Muestreo de sedimento recolectadas en el sector playa en la desembocadura Río Itata para el estudio de calidad de fondo, Región de Ñuble.



Fuente: Elaboración propia a partir de Google Earth.

Ilustración 2.2. Ubicación espacial de las muestras de sedimento recolectadas en el Río Itata para el estudio de calidad de fondo, Región de Ñuble.

2.2 METODOLOGÍA

2.2.1 Muestreo de Sedimento Superficial

La Ilustración 2.1 y Ilustración 2.2, muestran la ubicación de las muestras recolectadas en el sector del Río Itata. De las cuales 15 fueron obtenidas en el sector correspondiente a la playa (desembocadura del río Itata) divididas en 5 estaciones de muestreo, de cada estación se obtuvieron 3 muestras de sedimento superficial, correspondientes a la zona seca (SE), zona intermareal (IN) y zona sumergida (SU) (Tabla 2.1). Además, 10 muestras fueron obtenidas a lo largo del río Itata (Tabla 2.2). Las muestras obtenidas entre los días 07 y 09 de mayo 2019, fueron posicionadas a través de receptores GPS geodésicos de doble frecuencia.

Tabla 2.1. Coordenadas UTM y Geográficas de las muestras de sedimento recolectadas la desembocadura del río Itata (sector playa; de Norte a Sur), Región de Ñuble.

ESTACIONES	N°	Nombre	Coordenadas UTM		Coordenadas Geográficas	
			Este (m)	Norte (m)	Latitud	Longitud
1	M-7	T1-SE	691461	5971933	36°22'43.26"S	72°51'56.03"O
	M-8	T1-IN	691328	5972007	36°22'40.95"S	72°52'1.43"O
	M-9	T1-SU	691311	5972017	36°22'40.64"S	72°52'2.12"O
2	M-10	T2-SE	691262	5971469	36°22'58.45"S	72°52'3.60"O
	M-11	T2-IN	691185	5971469	36°22'58.50"S	72°52'6.69"O
	M-12	T2-SU	691158	5971478	36°22'58.23"S	72°52'7.78"O
3	M-13	T3-SE	691172	5971082	36°23'11.06"S	72°52'6.87"O
	M-14	T3-IN	691101	5971130	36°23'9.56"S	72°52'9.76"O
	M-15	T3-SU	691088	5971136	36°23'9.37"S	72°52'10.28"O
4	M-1	T4-SE	691023	5970518	36°23'29.46"S	72°52'12.35"O
	M-2	T4-IN	690989	5970532	36°23'29.03"S	72°52'13.72"O
	M-3	T4-SU	690982	5970532	36°23'29.04"S	72°52'14.00"O
5	M-4	T5-SE	690992	5970005	36°23'46.12"S	72°52'13.13"O
	M-5	T5-IN	690927	5970031	36°23'45.33"S	72°52'15.77"O
	M-6	T5-SU	690909	5970014	36°23'45.89"S	72°52'16.47"O

Tabla 2.2. Coordenadas UTM y Geográficas de las muestras de sedimento recolectadas a lo largo río Itata, Región de Ñuble (desde la desembocadura a río arriba).

N° Muestra	Coordenadas UTM		Coordenadas Geográficas	
	Este (m)	Norte (m)	Latitud	Longitud
SF-08	691560	5970904	36°23'16.56"S	72°51'51.15"O
SF-07	693869	5970951	36°23'13.37"S	72°50'18.57"O
SF-06	696424	5970740	36°23'18.34"S	72°48'35.89"O
SF-05	697558	5970040	36°23'40.21"S	72°47'49.77"O
SF-04	699094	5969498	36°23'56.65"S	72°46'47.65"O
SF-03	700525	5968971	36°24'12.66"S	72°45'49.75"O
SF-02	701978	5968748	36°24'18.80"S	72°44'51.25"O
SF-01	703198	5968580	36°24'23.32"S	72°44'2.15"O
SF-09	706775	5965219	36°26'9.57"S	72°41'35.42"O
SF-10	706763	5961445	36°28'11.96"S	72°41'32.28"O

El muestreo de sedimento desde la capa superficial en el área de estudio se realizó por medio de una draga. Se extrae la cantidad necesaria de sedimento, la cual es almacenada en bolsa de polietileno. Inmediatamente en la superficie, se extrae el agua de las muestras, luego son debidamente selladas, etiquetadas con su número de estación y refrigeradas hasta su traslado al laboratorio.

Las muestras fueron enviadas al Laboratorio de Biogeoquímica Marina perteneciente a la Escuela de Ciencias del Mar de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, donde se realizó el tamizado de cada una de las muestras, para obtener y cuantificar la composición porcentual de las fracciones del sedimento (grava, arena y limos, según Wentworth, 1922). Los Certificados con los resultados entregados por el Laboratorio se presentan en el Anexo 6.2.

Los datos obtenidos en el laboratorio se utilizaron en dos análisis:

- El primero corresponde un análisis descriptivo, el cual permite conocer la tendencia granulométrica por muestra, y además la distribución general de cada fracción sedimentaria en el área de estudio.
- El segundo corresponde un análisis estadístico, donde, a partir de las distribuciones granulométricas, se calculó el tamaño medio, selección, asimetría y curtosis de cada muestra, mediante el método propuesto por Folk (1980), para posteriormente realizar una comparación entre las muestras.

2.2.2 Nomenclatura utilizada para el Análisis Granulométrico

Uno de los primeros intentos de estandarización de sedimentos fue realizado por Üdden (1898, 1914), quien definió una escala geométrica de clases de tamaño y sus términos comunes: bloque, grava, arena, limo y arcilla. Posteriormente, Wentworth (1922) modificó estos límites granulométricos, siendo ésta última clasificación, la más utilizada en la actualidad. La escala, identifica una serie de clases de tamaño de grano que difieren entre sí por un factor de 2. Si bien, en las escalas de Üdden y Wentworth se establece el límite entre limo y arcilla a un nivel de 0,004 mm (4 μ m), actualmente, la mayoría de los investigadores han adoptado como convención que este límite se encuentre en los 0,002 mm (2 μ m) (Pye, 1994).

En estudios ambientales, el rango completo de los tamaños del sedimento se subdivide en sólo tres grupos; grava, arena y limo, los cuales se presentan a continuación:

Tabla 2.3. Escala de Tamaños de Grano.

Grupo	Sigla	Nombre	mm	phi
Grava	GF	Grava Fina	8 - 4	-2
	GMF	Grava Muy Fina	4 - 2	-1
Arena	AMG	Arena Muy Gruesa	2 - 1	0
	AG	Arena Gruesa	1 - 0.5	1
	AM	Arena Media	0.5 - 0.25	2
	AF	Arena Fina	0.25 - 0.125	3
	AMF	Arena Muy Fina	0.125 - 0.063	4
Limo	L&A	Limo	< 0.063	5

2.2.3 Análisis del Tamaño de los Sedimentos

La Escala de Wentworth (1922) consiste en una serie geométrica basada en un intervalo de 2 ó 1/2 (dependiendo de la dirección), lo cual puede ser expresado por:

$$D = 2^{-\Phi}$$

Donde, D, es el diámetro de la partícula.

Para propósitos estadísticos el tamaño está dado en términos exponenciales o logarítmicos de D, expresado como sigue:

$$\Phi = -\log_2 D$$

Este tipo de logaritmo (Φ) es muy útil para el trabajo estadístico de los datos sedimentológicos, y para la conversión de los datos de una escala descriptiva a otra.

2.2.4 Parámetros Estadísticos

- *Tamaño Medio (Md)*

Todas las muestras de sedimentos naturales contienen un rango de tamaños de granos. Sin embargo, frecuentemente es necesario discretizar una muestra usando un único diámetro "típico" de las partículas, como una medida de tendencia central de la distribución. La definición del tamaño medio del grano es que, por peso, la mitad de las partículas en la muestra tendrán un mayor diámetro que la otra mitad.

El diámetro medio también puede ser escrito como D_{50} , y es otra forma de expresar esta medida de tendencia central (tamaño medio del grano), para cuyo cálculo han sido propuestas varias fórmulas (Otto, 1939; Inman, 1952; Folk and Ward, 1957; McCammon, 1962). En este trabajo se utilizó la de Folk (1980):

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

- *Desviación Estándar ($\sigma\phi$)*

La desviación estándar es la medida del grado en que se dispersa la muestra de la media. Según Folk (1980), la desviación estándar puede ser aproximada por:

$$\sigma_{\phi} = \frac{(\phi_{84} - \phi_{16})}{4} + \frac{(\phi_{95} - \phi_5)}{6,6},$$

Donde, $\sigma\phi$, es la desviación estándar de la muestra en unidades Phi.

Tabla 2.4. Escala cualitativa para indicar la clasificación relativa.

$\sigma\phi < 0.35$	Muy bien clasificada
0.35 - 0.50	Bien clasificada
0.50 - 1.00	Clasificación moderada
1.00 - 2.00	Poco clasificada
2.00 - 4.00	Mal clasificada
> 4.00	Muy mal clasificada

- *Asimetría (Sk)*

La asimetría es el grado por el cual la distribución se aleja de la simetría, y se mide por el coeficiente de "skewness":

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

Las curvas perfectamente simétricas tienen un $S_k = 0$. Los valores positivos de S_k indican que las muestras tienen finos en la "cola" de la curva, mientras que los valores negativos indican una cola de granos más gruesos.

Tabla 2.5. Escala cualitativa para indicar la asimetría.

-1.00 a -0.30	Alto exceso de gruesos
-0.30 a -0.10	Moderado exceso de gruesos
-0.10 a +0.10	Simétrica
+0.10 a +0.30	Moderado exceso de finos
+0.30 a +1.00	Alto exceso de finos

- *Curtosis (Kg)*

La curtosis es la medida de agudeza de la distribución, y mide la proporción de la clasificación en los extremos de la distribución comparándola con la clasificación en la parte central.

$$K_g = \frac{\phi_{95} - \phi_5}{2.44(\phi_{75} - \phi_{25})}$$

Tabla 2.6. Escala cualitativa para indicar la asimetría.

< 0.67	Muy Platicúrtica
0.67 - 0.90	Platicúrtica
0.90 - 1.11	Mesocúrtica
1.11 - 1.50	Leptocúrtica
1.50 - 3.00	Muy leptocúrtica
> 3.00	Extremadamente leptocúrtica

2.2.5 Peso específico

Para analizar cualquier tipo de sedimentos, es necesario conocer su peso unitario, el cual depende de su peso específico (densidad) de sus elementos constituyentes, de su porosidad y de la cantidad de agua contenida en sus poros.

El peso específico está definido como el cociente entre la densidad de la partícula sólida y la densidad del agua a una temperatura determinada. Los pesos se expresan en gramos y los volúmenes en cm^3 .

El peso específico respecto al agua 20°C se obtiene de acuerdo a la siguiente formula:

$$G_s = \rho_s / \rho_w$$

ρ_s = Densidad de partícula sólidas (g/cm^3).

ρ_w = Densidad del agua a 20°C .

3. RESULTADOS

3.1 Composición Granulométrica sector Playa (desembocadura del río Itata).

En la Tabla 3.1 y Tabla 3.2, se presenta la composición granulométrica de los sedimentos superficiales del sector playa del área de estudio, proporcionando la descripción porcentual de los sedimentos de las todas las muestras de este sector. En general, se observa que las muestras de sedimentos analizadas en el sector de la playa (desembocadura) están casi en su totalidad de la fracción de Arena, alcanzando porcentajes totales que fluctúan entre 100% en la muestra M-08 (T1-IN) y 97.58% en la muestra M-15 (T3-SU) (Tabla 3.2; Ilustración 2.1). Dentro del grupo de arenas, las componentes de Arena Gruesa (AG) y Arena Media (AM), fueron porcentualmente mayores que el resto de las componentes, con una frecuencia porcentual máxima de 69.98% (T1-SU) y 70.41% (T5-IN), respectivamente. El máximo de la AG se presentó en la muestra obtenida de la zona sumergida (T1-SU) de la estación 1 (ladera Norte), y el máximo de la AM se presentó en la muestra obtenida de la zona intermareal (T5-IN) de la estación 5 (ladera Sur). Por otra parte, se observa, que en las muestras obtenida de zona sumergida (de las 5 Estaciones), la fracción de AG disminuyen paulatinamente de Norte a Sur (color rojo). De la fracción de Gravas, se presentaron las componentes de Gravas Finas y Gravas Muy Finas, cuyos valores encontrados fueron inferiores, registrándose concentraciones menores de 2%. Finalmente, para la fracción de Limos y Arcillas, las muestras presentaron bajas frecuencias, registrándose concentraciones menores de 1% (Tabla 3.1).

Tabla 3.1. Análisis Granulométrico de los sedimentos en la desembocadura del Río Itata por rango textural. (*) Corresponden a las muestras obtenidas en el sector playa (de Norte a Sur).

Estaciones	N° Muestra	Nombre	Clasificación de Sedimento								
			GF	GMF	AMG	AG	AM	AF	AMF	L&A	% Total
1	M-7	T1-SE	0.00	0.02	1.12	33.99	54.94	7.89	1.10	0.94	100.0
	M-8	T1-IN	0.00	0.00	0.26	33.84	56.40	9.25	0.24	0.00	100.0
	M-9	T1-SU	0.00	0.38	12.83	69.98	16.02	0.76	0.03	0.00	100.0
2	M-10	T2-SE	0.18	0.05	2.86	48.16	40.49	4.06	4.17	0.04	100.0
	M-11	T2-IN	0.00	0.00	0.73	35.77	57.54	5.91	0.05	0.01	100.0
	M-12	T2-SU	0.00	0.95	26.61	60.74	11.28	0.40	0.02	0.01	100.0
3	M-13	T3-SE	0.15	1.33	14.70	44.15	36.04	3.46	0.15	0.02	100.0
	M-14	T3-IN	0.00	0.13	4.35	67.52	27.27	0.60	0.10	0.04	100.0
	M-15	T3-SU	0.99	1.43	22.58	52.22	21.48	1.29	0.01	0.00	100.0
4	M-1	T4-SE	0.00	0.11	18.43	51.38	28.32	1.70	0.04	0.03	100.0
	M-2	T4-IN	0.00	0.02	1.89	31.77	60.78	5.46	0.06	0.01	100.0
	M-3	T4-SU	0.00	0.25	8.40	43.83	45.69	1.82	0.01	0.00	100.0
5	M-4	T5-SE	0.00	0.07	2.55	45.78	46.45	4.88	0.18	0.09	100.0
	M-5	T5-IN	0.00	0.06	1.17	20.26	70.41	8.05	0.05	0.00	100.0
	M-6	T5-SU	0.00	0.19	3.48	32.07	56.75	7.50	0.01	0.00	100.0

Tabla 3.2. Análisis Granulométrico de los sedimentos en la desembocadura del Río Itata por fracción. (*) Corresponden a las muestras obtenidas en el sector playa (de Norte a Sur).

N° Muestra	Grupo de Sedimento		
	% Total Gravas	% Total Arenas	% Total Limos
M-7	0.02	99.04	0.94
M-8	0.00	100.00	0.00
M-9	0.38	99.62	0.00
M-10	0.23	99.74	0.04
M-11	0.00	99.99	0.01
M-12	0.95	99.05	0.01
M-13	1.48	98.49	0.02
M-14	0.13	99.83	0.04
M-15	2.42	97.58	0.00
M-1	0.11	99.87	0.03
M-2	0.02	99.96	0.01
M-3	0.25	99.75	0.00
M-4	0.07	99.84	0.09
M-5	0.06	99.94	0.00
M-6	0.19	99.81	0.00

La distribución granulométrica graficada por muestra del sector de playa (Norte al Sur), se presenta en las Ilustración 3.1 a la Ilustración 3.5. En general, se observa que existe un sólo tipo de distribución (unimodal) en todas las estaciones de muestreo, en las cuales sus componentes principales (o clase modal) corresponden a la fracción de Arena. En la estación 1 (Ilustración 3.1), se observa que las muestras M-7 (zona seca) y M-8 (zona intermareal) presentaron máximos de AM, a diferencia de la muestra M-9 (zona sumergida), que presentó mayor frecuencia la AG. A partir de la estación 2 (Ilustración 3.2), la AG comienza a tener mayor frecuencia, presentando claramente un máximo en la muestra M-12 (zona sumergida). En la estación 3 (Ilustración 3.3), la AG es la predominante, presentándose con mayor frecuencia en las 3 muestras (M-13, M-14 y M-15). En la estación 4 (Ilustración 3.4), la AM comienza a aumentar su frecuencia. Finalmente, la AM se presenta con mayor frecuencia en las tres muestras obtenidas en la estación 5 (Ilustración 3.5).

En la Ilustración 3.6, se observa nuevamente que en las muestras obtenidas en la zona sumergida (de las 5 estaciones), la fracción de AG disminuye paulatinamente de Norte a Sur.

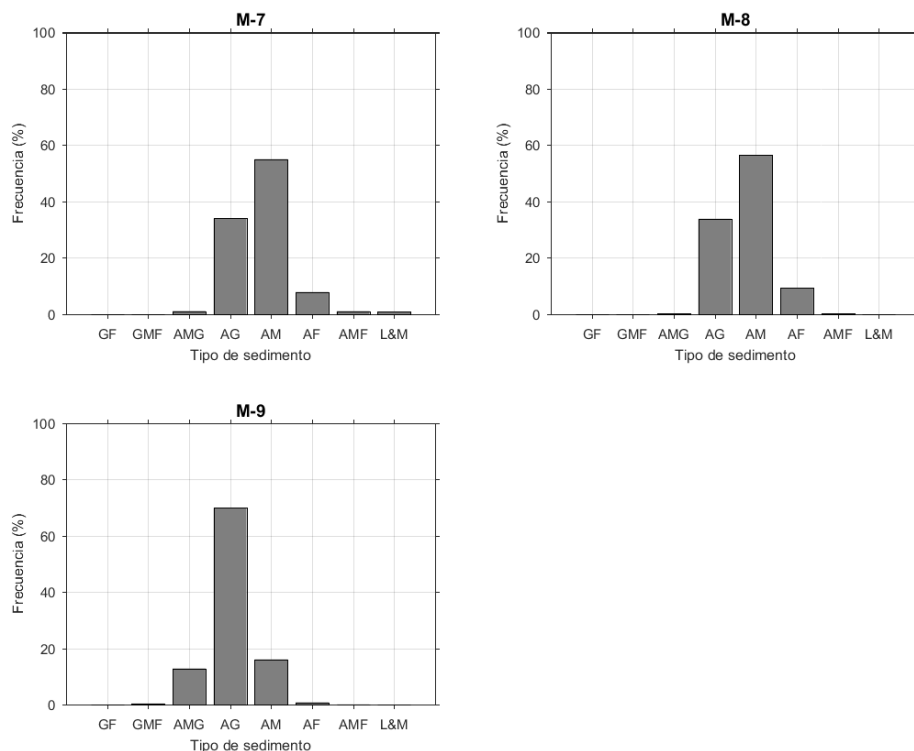


Ilustración 3.1. Distribución Granulométrica de la Estación 1: zona seca (M-7), zona intermareal (M-8) y zona sumergida (M-9).

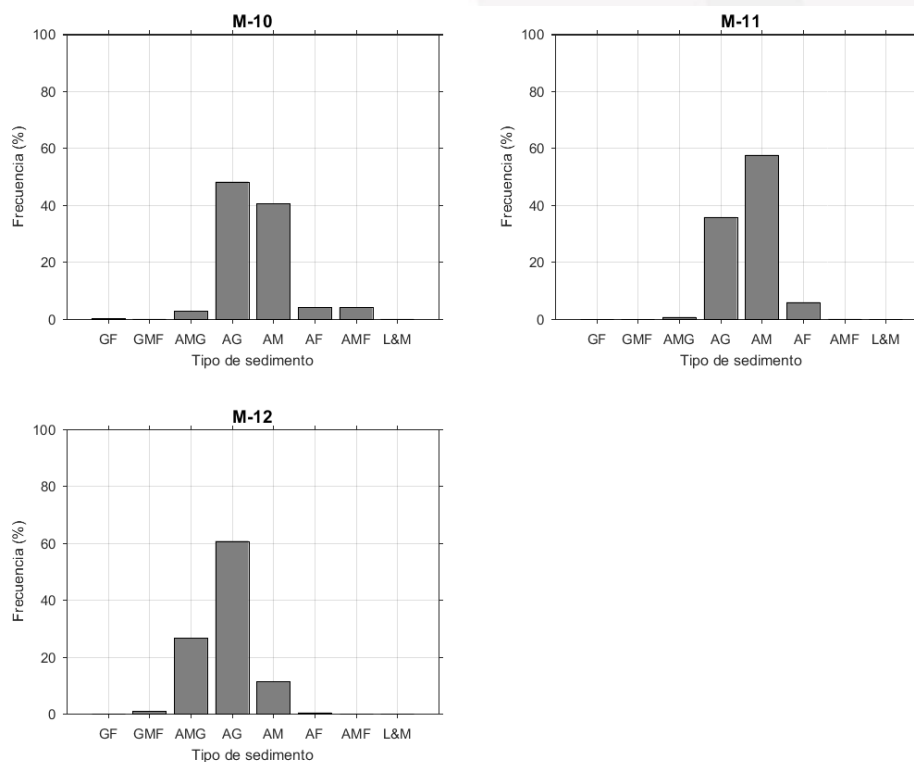


Ilustración 3.2. Distribución Granulométrica de la Estación 2: zona seca (M-10), zona intermareal (M-11) y zona sumergida (M-12).

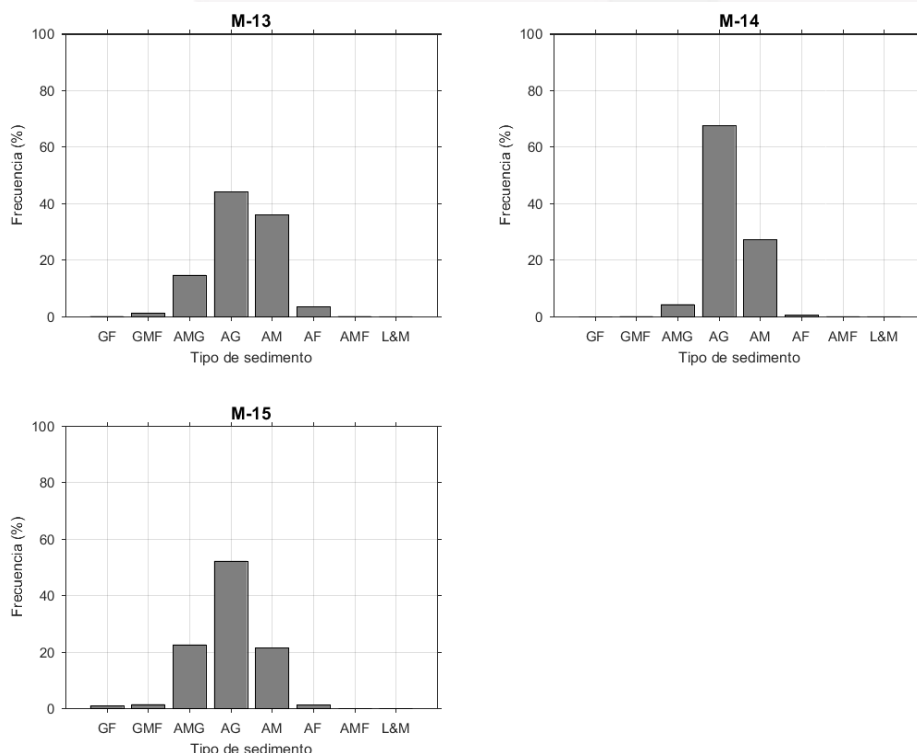


Ilustración 3.3. Distribución Granulométrica de la Estación 3 de muestreo: zona seca (M-13), zona intermareal (M-14) y zona sumergida (M-15).

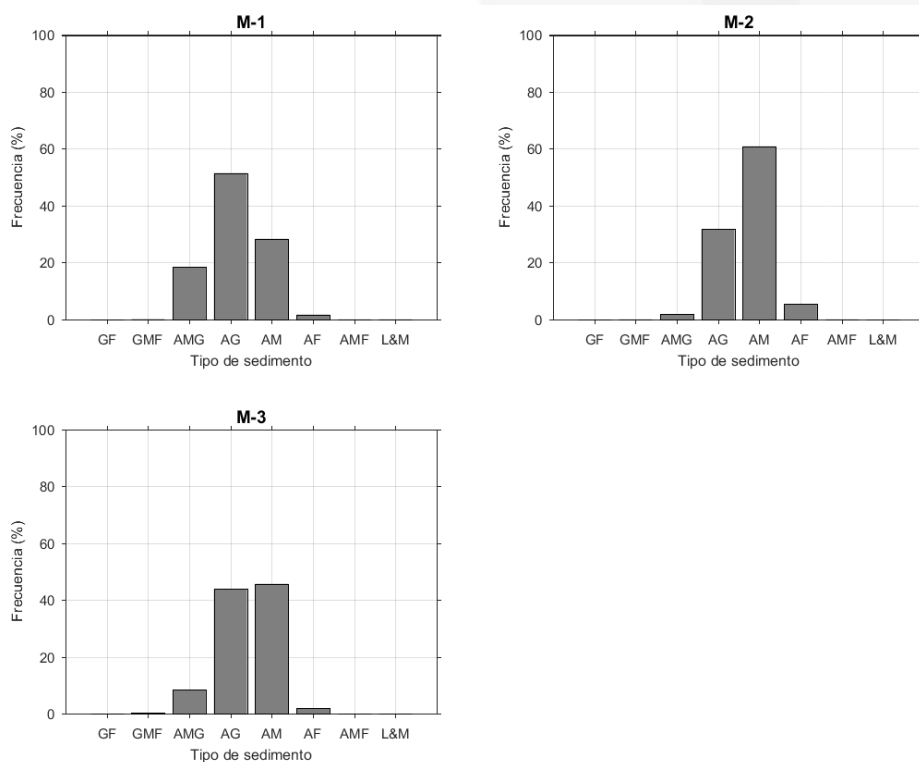
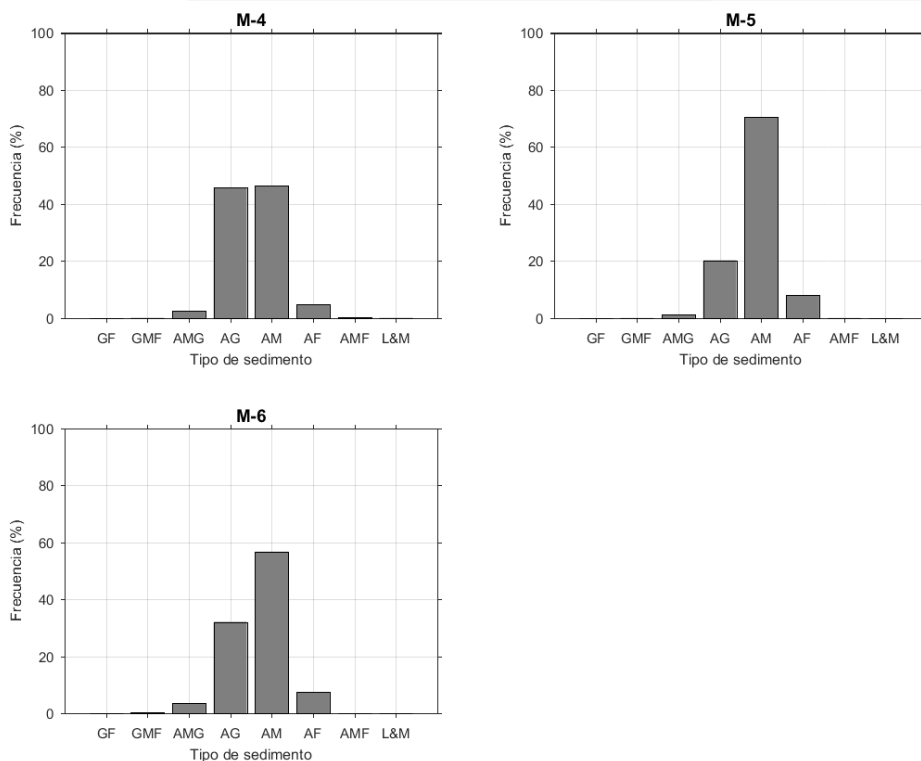


Ilustración 3.4. Distribución Granulométrica de la Estación 4 de muestreo: zona seca (M-1), zona intermareal (M-2) y zona sumergida (M-3).



6

Ilustración 3.5. Distribución Granulométrica de la Estación 5 de muestreo: zona seca (M-4), zona intermareal (M-5) y zona sumergida (M-6).

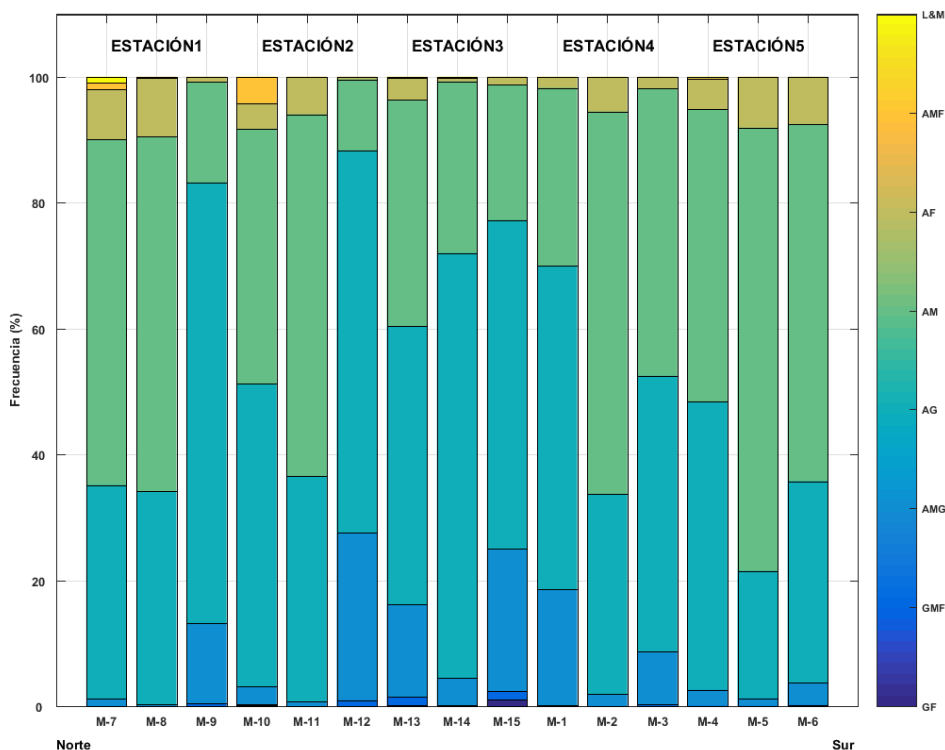


Ilustración 3.6. Distribución Porcentual del Sedimento por N° Muestra en el sector playa.

3.2 Parámetros Estadísticos sector Playa

La Tabla 3.3, muestra la estadística granulométrica: tamaño medio, selección, asimetría y curtosis de los sedimentos recolectados en el sector playa del río Itata. En general, se puede observar que el tamaño medio del grano varía muy poco, fluctuando entre 0.29ϕ (Muestra M-12) y 1.34ϕ (Muestra M-5). Estos valores, de acuerdo a la escala de tamaños de Wentworth (1922), se clasifican como “Arena Gruesa” y “Arena Media”, respectivamente. De los valores del parámetro de Selección, se obtiene una “Clasificación Moderada” para todas las muestras. Los valores de Asimetría fluctúan entre -0.18ϕ (Muestra M-2) y 0.20ϕ (Muestra M-10), encontrándose entre “Moderado exceso de Gruesos” y “Moderado exceso de Finos”. Los valores de Curtosis fluctuaron entre 0.75ϕ , “Mesocúrtica” (Muestra M-4) y 1.36ϕ “Leptocúrtica” (Muestra M-9), presentándose en la mayoría una curtosis del tipo “Mesocúrtica”.

Tabla 3.3. Parámetros estadísticos de los sedimentos en el Río Itata, método Folk and Ward. (*) Corresponden a las muestras obtenidas con las sector playa.

Estaciones	N° Muestra	Tamaño Medio (Φ)	Tamaño Medio (mm)	Clase de Tamaño	Selección (Φ)	Escala Cualitativa	Asimetría (Φ)	Escala Cualitativa	Curtosis (Φ)	Escala Cualitativa
1	M-7	1.20	0.44	Arena Media	0.74	Clasificación moderada	-0.03	Simétrica	1.01	Mesocúrtica
	M-8	1.21	0.43	Arena Media	0.71	Clasificación moderada	-0.06	Simétrica	0.97	Mesocúrtica
	M-9	0.54	0.69	Arena Gruesa	0.61	Clasificación moderada	0.03	Simétrica	1.36	Leptocúrtica
2	M-10	1.02	0.49	Arena Media	0.80	Clasificación moderada	0.20	Moderado exceso de finos	1.00	Mesocúrtica
	M-11	1.16	0.45	Arena Media	0.66	Clasificación moderada	-0.12	Moderado exceso de gruesos	0.85	Platicúrtica
	M-12	0.29	0.82	Arena Gruesa	0.71	Clasificación moderada	-0.09	Simétrica	1.14	Leptocúrtica
3	M-13	0.80	0.57	Arena Gruesa	0.83	Clasificación moderada	-0.03	Simétrica	0.92	Mesocúrtica
	M-14	0.76	0.59	Arena Gruesa	0.60	Clasificación moderada	0.24	Moderado exceso de finos	0.93	Mesocúrtica
	M-15	0.47	0.72	Arena Gruesa	0.84	Clasificación moderada	-0.01	Simétrica	1.16	Leptocúrtica
4	M-1	0.66	0.63	Arena Gruesa	0.81	Clasificación moderada	0.03	Simétrica	1.02	Mesocúrtica
	M-2	1.18	0.44	Arena Media	0.65	Clasificación moderada	-0.18	Moderado exceso de gruesos	0.86	Mesocúrtica
	M-3	0.93	0.52	Arena Gruesa	0.74	Clasificación moderada	-0.09	Simétrica	0.87	Mesocúrtica
5	M-4	1.03	0.49	Arena Media	0.67	Clasificación moderada	0.00	Simétrica	0.75	Mesocúrtica
	M-5	1.34	0.39	Arena Media	0.62	Clasificación moderada	-0.14	Moderado exceso de gruesos	1.27	Leptocúrtica
	M-6	1.16	0.45	Arena Media	0.71	Clasificación moderada	-0.12	Moderado exceso de gruesos	0.92	Mesocúrtica

En la Tabla 3.4 se entrega el valor D_{50} correspondiente al diámetro medio de las partículas. El menor diámetro medio que se presentó en el sector de la playa (desembocadura), fue en la muestra M-08 ($D_{50} = 411.3 \mu\text{m}$), zona correspondiente a la estación 1 (norte del río). El diámetro medio máximo se registró en la muestra M-12 con un $D_{50} = 774 \mu\text{m}$. Se observa que en las muestras correspondiente a la zona sumergida (M-9, M-12 y M-12) fueron las que presentaron mayor tamaño de diámetro medio (en la tabla rojo).

Tabla 3.4. Diámetro y razones características de las muestras.

N° Muestra	D10 (μm)	Mediana o D_{50} (μm)	D90 (μm)	(D_{90} / D_{10}) (μm)	($D_{90} - D_{10}$) (μm)	(D_{75} / D_{25}) (μm)	($D_{75} - D_{25}$) (μm)
M-7	250.2	414.5	834.6	3.34	584.43	2.03	312.35
M-8	251.6	411.3	819.2	3.26	567.65	1.99	300.04
M-9	372.4	694.6	1189.1	3.19	816.70	1.64	347.51
M-10	257.5	509.0	905.2	3.51	647.68	2.19	396.52
M-11	262.5	424.9	835.6	3.18	573.13	1.99	310.37
M-12	450.2	774.0	1579.7	3.51	1129.50	1.84	486.84
M-13	282.5	588.0	1338.3	4.74	1055.75	2.31	493.62
M-14	316.4	626.7	944.9	2.99	628.50	1.75	346.81
M-15	331.0	717.6	1584.8	4.79	1253.98	1.94	485.11
M-1	305.8	654.2	1378.8	4.51	1072.94	2.08	475.05
M-2	263.1	415.1	838.2	3.19	575.16	1.94	292.15
M-3	283.0	519.9	978.8	3.46	695.87	2.17	416.84
M-4	268.8	488.2	894.3	3.33	625.54	2.12	376.42
M-5	254.7	377.6	740.7	2.91	485.97	1.64	187.75
M-6	257.7	420.1	872.2	3.38	614.47	2.04	321.13

Finalmente, en la Tabla 3.5 se entrega el peso específico de los sedimento del sector playa (desembocadura), donde se observa que se comportó de manera homogéneo a lo largo de la playa. Sin embargo, se observa que su mayor valor lo presento en la Estación 5, zona correspondiente a la Sur del río.

Tabla 3.5. Resultado del Análisis de Peso Específico de los sedimentos, obtenidos en el sector playa (de Norte a Sur) desembocadura del río Itata.

Estaciones	N° Muestra	Nombre	Peso Específico a 20°C
1	M-7	T1-SE	3.01
	M-8	T1-IN	3.02
	M-9	T1-SU	2.76
2	M-10	T2-SE	2.88
	M-11	T2-IN	2.98
	M-12	T2-SU	2.71
3	M-13	T3-SE	2.79
	M-14	T3-IN	2.76
	M-15	T3-SU	2.75
4	M-1	T4-SE	2.81
	M-2	T4-IN	2.94
	M-3	T4-SU	2.95
5	M-4	T5-SE	2.94
	M-5	T5-IN	3.29
	M-6	T5-SU	2.89

3.3 Composición Granulométrica sector río (a lo largo del río Itata).

En la Tabla 3.6 y Tabla 3.7, se presenta la composición granulométrica de los sedimentos superficiales a lo largo del río Itata, proporcionando la descripción porcentual de los sedimentos de las todas las muestras de este sector. En general, se observa que las muestras de sedimento analizadas están constituidas casi en su totalidad de la fracción de Arena, alcanzando porcentajes totales que fluctúan entre 99.79% en la muestra SF-08 y 69.79% en la muestra SF-01 (Ilustración 2.2; Tabla 3.7). Dentro del grupo de arenas, las componentes de Arena Gruesa (AG) y Arena Media (AM), fueron porcentualmente mayores que el resto de las componentes en su totalidad. Fluctuando entre 60.74% en la muestra SF-10 y 12.68% en la muestra SF-08 y entre 65.45% en la muestra SF-01 y 6.66% en la muestra SF-03, respectivamente (Tabla 3.6).

De la fracción de Gravas, se presentaron las componentes de Gravas Finas y Gravas Muy Finas. La componente Grava Muy Fina, presentó valores que fluctuaron entre 0.19% en la muestra SF-08 y 21.26%, en la muestra SF-01. Por su parte, la componente Grava Fina, se presentó con frecuencias porcentuales menores al 12%.

Finalmente, para la fracción de Limos y Arcillas, las muestras presentaron bajas frecuencias, registrándose concentraciones menores de 0.15%.

Tabla 3.6. Análisis Granulométrico de los sedimentos en el Río Itata por rango textural. (*) Corresponden a las muestras obtenidas a lo largo del río Itata (de boca de cabeza).

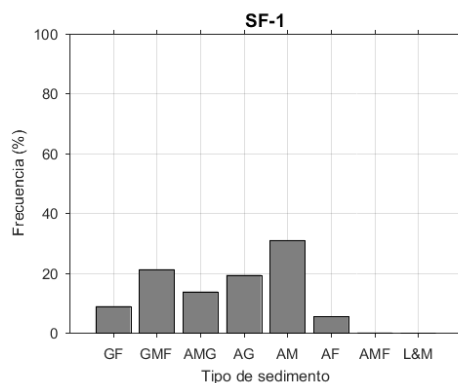
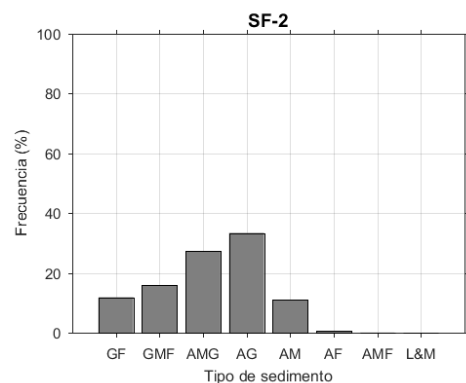
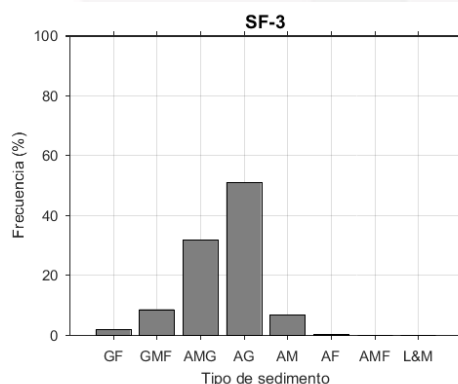
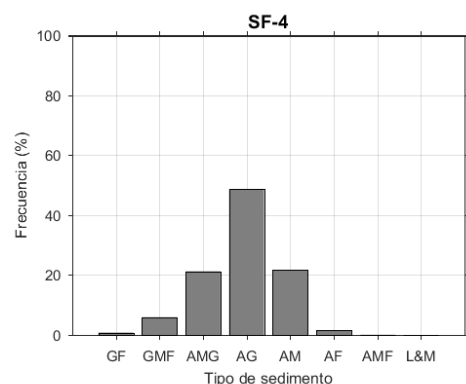
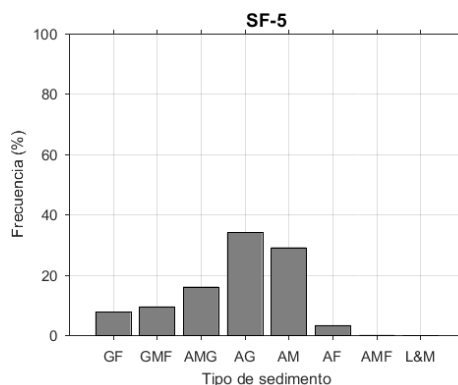
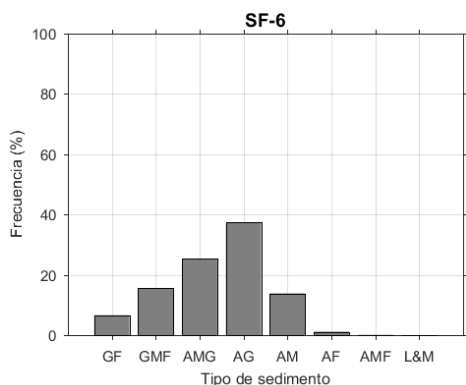
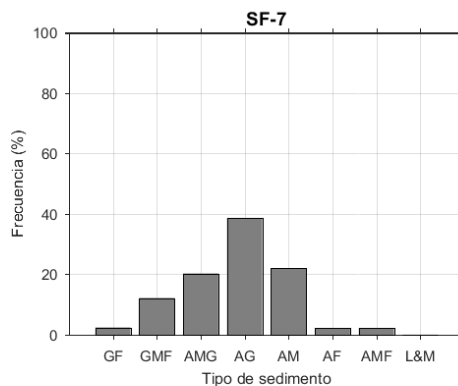
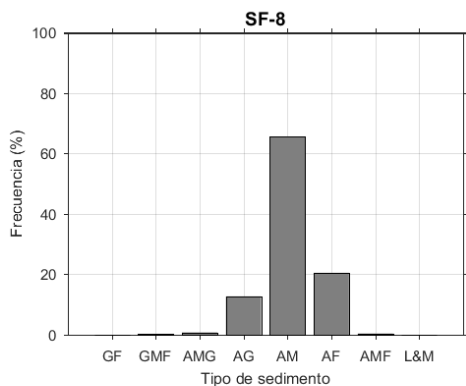
N° Muestra	Clasificación de Sedimento								
	GF	GMF	AMG	AG	AM	AF	AMF	L&A	% Total
SF-08	0.00	0.19	0.77	12.68	65.45	20.49	0.40	0.02	100.0
SF-07	2.43	12.16	20.27	38.63	22.00	2.18	2.29	0.05	100.0
SF-06	6.60	15.58	25.32	37.45	13.83	1.12	0.09	0.02	100.0
SF-05	7.80	9.51	16.12	34.05	29.14	3.29	0.07	0.01	100.0
SF-04	0.80	5.93	21.24	48.59	21.73	1.61	0.09	0.01	100.0
SF-03	1.87	8.59	31.72	50.96	6.66	0.17	0.02	0.01	100.0
SF-02	11.85	15.95	27.21	33.37	11.03	0.56	0.03	0.01	100.0
SF-01	8.93	21.26	13.81	19.38	30.98	5.54	0.08	0.02	100.0
SF-09	0.35	3.45	14.89	51.20	25.79	3.75	0.43	0.15	100.0
SF-10	0.00	2.60	11.45	60.74	23.92	1.05	0.17	0.06	100.0

Tabla 3.7. Análisis Granulométrico de los sedimentos en el Río Itata por fracción. (*) Corresponden a las muestras obtenidas a lo largo del río Itata (de boca de cabeza).

N° Muestra	Grupo de Sedimento		
	% Total Gravas	% Total Arenas	% Total Limos
SF-08	0.19	99.79	0.02
SF-07	14.59	85.36	0.05
SF-06	22.18	77.80	0.02
SF-05	17.31	82.67	0.01
SF-04	6.73	93.26	0.01
SF-03	10.46	89.53	0.01
SF-02	27.80	72.19	0.01
SF-01	30.19	69.79	0.02
SF-09	3.80	96.05	0.15
SF-10	2.60	97.34	0.06

La distribución granulométrica graficada por muestra obtenida a lo largo del río Itata, se presenta en las Ilustración 3.7. Donde se observa que existe sólo un tipo de distribución (Unimodal) en todas las estaciones de muestreo, en las cuales sus componentes principales (o clase modal) corresponden a las fracciones de las Arenas. Con excepción de la muestras SF-01, la cual presentó distribución Bimodal, caracterizada por fracción de Grava y Arena.

Por otra parte, en la Ilustración 3.8 se muestra la distribución porcentual a lo largo del río (desde boca a cabeza), en la cual se observa que, en general la componente AG es la que se presentó con mayor frecuencia. Con excepción de las muestras SF-08 y SF-01, donde la AM fue la que presentó mayor frecuencia porcentual. Cabe señalar, que la muestra SF-01, se caracterizó por presentar la mayor frecuencia de la fracción de gravas (distribución Bimodal).



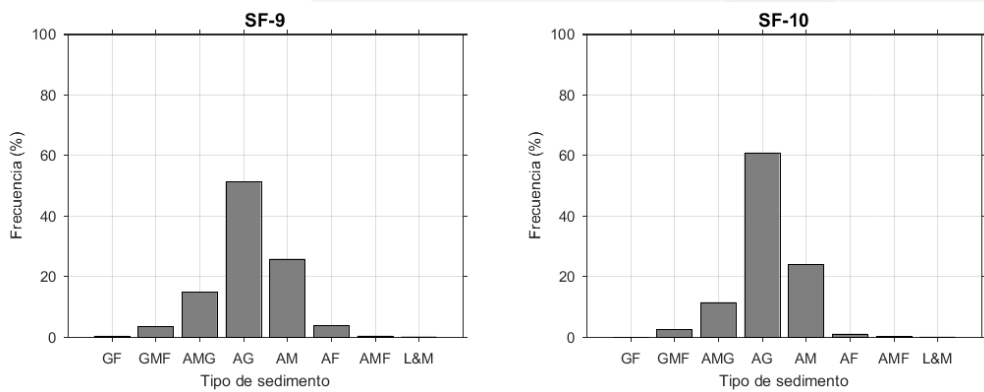


Ilustración 3.7. Distribución Porcentual del Sedimento por N° Muestra a lo largo del río Itata.

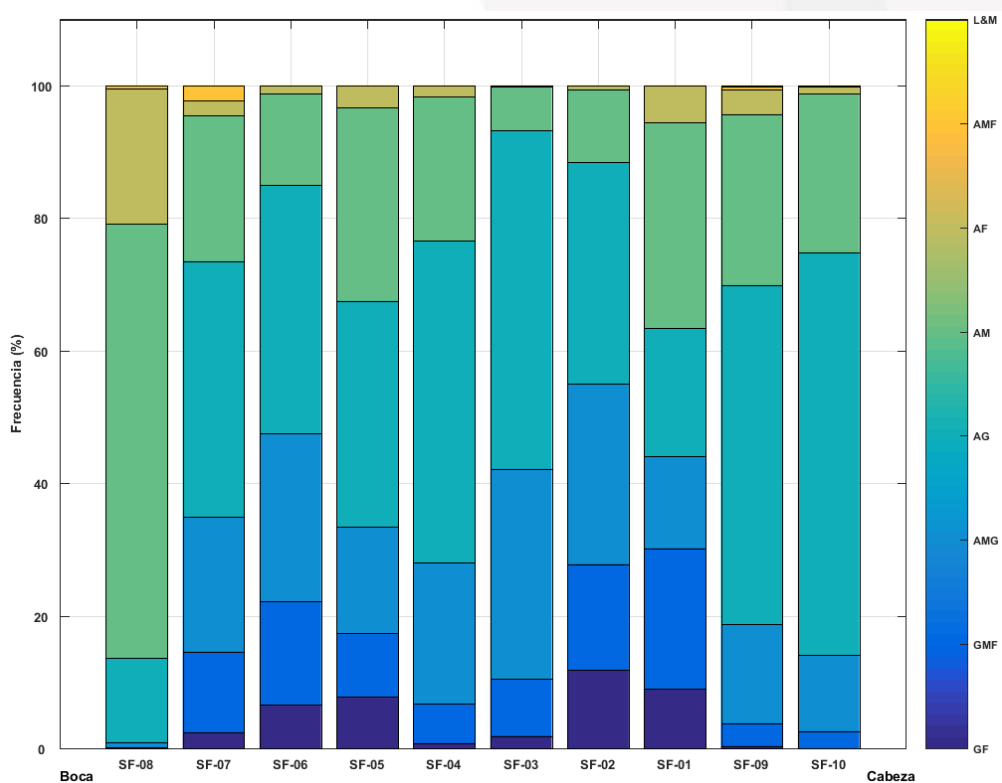


Ilustración 3.8. Distribución Porcentual del Sedimento por N° Muestra a lo largo del río Itata.

3.4 Parámetros Estadísticos a lo largo del río Itata.

La Tabla 3.8 muestra la estadística granulométrica: tamaño medio, selección, asimetría y curtosis de los sedimentos recolectados a lo largo del río Itata. En general, se puede observar que el tamaño medio del grano varía levemente, fluctuando entre -0.35ϕ (Muestra SF-02) y 1.61ϕ (Muestra SF-08). Estos valores, de acuerdo a la escala de tamaños de Wentworth (1922), se clasifican como “Arena Muy Gruesa” a “Arena Media”. De los valores del parámetro de Selección, se obtiene una “Clasificación Moderada” a “Poco Clasificada”. Los valores de Asimetría fluctúan entre -0.21ϕ (Muestra SF-03) y 0.13ϕ (Muestra SF-02), encontrándose entre “Moderado exceso de Gruesos” y “Moderado exceso de Finos”. Los valores de Curtosis fluctuaron entre 0.51ϕ , “Muy Platicúrtica” (Muestra SF-2) y 1.32ϕ “Leptocúrtica” (Muestra SF-08).

Tabla 3.8. Parámetros estadísticos de los sedimentos en el Río Itata, por el método Folk and Ward. (*) Corresponden a las muestras obtenidas a lo largo del río.

N° Muestra	Tamaño Medio (ϕ)	Tamaño Medio (mm)	Clase de Tamaño	Selección (ϕ)	Escala Cualitativa	Asimetría (ϕ)	Escala Cualitativa	Curtosis (ϕ)	Escala Cualitativa
SF-08	1.61	0.33	Arena Media	0.67	Clasificación moderada	0.07	Simétrica	1.32	Leptocúrtica
SF-07	0.31	0.80	Arena Gruesa	1.17	Poco clasificada	-0.13	Moderado exceso de gruesos	0.99	Mesocúrtica
SF-06	-0.12	1.09	Arena Muy Gruesa	1.08	Poco clasificada	-0.11	Moderado exceso de gruesos	0.82	Platicúrtica
SF-05	0.31	0.81	Arena Gruesa	1.16	Poco clasificada	-0.15	Moderado exceso de gruesos	0.74	Platicúrtica
SF-04	0.41	0.75	Arena Gruesa	0.95	Clasificación moderada	-0.09	Simétrica	1.16	Leptocúrtica
SF-03	0.05	0.97	Arena Gruesa	0.85	Clasificación moderada	-0.21	Moderado exceso de gruesos	1.01	Mesocúrtica
SF-02	-0.35	1.28	Arena Muy Gruesa	1.02	Poco clasificada	0.13	Moderado exceso de finos	0.56	Muy Platicúrtica
SF-01	0.10	0.93	Arena Gruesa	1.32	Poco clasificada	-0.03	Simétrica	0.51	Muy Platicúrtica
SF-09	0.66	0.63	Arena Gruesa	0.87	Clasificación moderada	0.01	Simétrica	1.10	Mesocúrtica
SF-10	0.67	0.63	Arena Gruesa	0.74	Clasificación moderada	0.06	Simétrica	1.30	Leptocúrtica

En la Tabla 3.9 se entrega el valor D_{50} correspondiente al diámetro medio de las partículas. El menor diámetro medio que se presentó a lo largo del río Itata, fue en la muestra SF-08 ($D_{50} = 340.19 \mu\text{m}$), zona correspondiente a la desembocadura del río. El diámetro medio máximo se registró en la muestra SF-2 con un $D_{50} = 1135.92 \mu\text{m}$. A lo largo del río se observaron dos máximos notorios, los cuales se presentaron en las estaciones SF-06 y SF-02 (en la tabla rojo).

Tabla 3.9. Diámetro y razones características de las muestras a lo largo del río Itata.

N° Muestra	D10 (μm)	MEDIANA o D_{50} (μm)	D90 (μm)	(D_{90} / D_{10}) (μm)	($D_{90} - D_{10}$) (μm)	(D_{75} / D_{25}) (μm)	($D_{75} - D_{25}$) (μm)
SF-08	172.83	340.19	609.91	3.53	437.08	1.70	182.24
SF-07	297.15	762.07	2597.80	8.74	2300.65	2.94	924.14
SF-06	388.12	954.72	3438.48	8.86	3050.36	3.08	1250.29
SF-05	292.67	713.74	3408.53	11.65	3115.86	3.44	1018.91
SF-04	325.61	730.27	1797.38	5.52	1471.76	2.16	590.44
SF-03	521.86	899.14	2076.07	3.98	1554.21	2.27	815.73
SF-02	451.37	1135.92	4205.98	9.32	3754.60	3.42	1598.40
SF-01	275.68	807.05	3863.41	14.01	3587.74	6.14	1983.50
SF-09	291.17	654.44	1498.36	5.15	1207.19	2.11	482.30
SF-10	321.84	663.52	1278.01	3.97	956.17	1.78	385.54

Finalmente, en la Tabla 3.10 se entrega el peso específico de los sedimento a lo largo del río Itata, donde se observa que se comporto de manera homogéneo a lo largo del río Itata. Sin embargo, presentó 2 máximos significativos en la estaciones SF-08 y SF-10.

Tabla 3.10. Resultado del Análisis de Peso Específico de los sedimentos, obtenidos en el río Itata (desde la desembocadura a río arriba).

N° Muestra	Peso Específico a 20°C
SF-08	2.891
SF-07	2.714
SF-06	2.709
SF-05	2.702
SF-04	2.642
SF-03	2.637
SF-02	2.663
SF-01	2.703
SF-09	2.745
SF-10	2.780

4. CONCLUSIONES

La composición granulométrica del sedimento en el sector de playa, desembocadura Río Itata, está fuertemente dominada por la fracción Arena (>97%). Dentro de este grupo, el rango textural de Arena Gruesa (1 - 0.5 mm) predominó entre las estaciones 1 a la 3 (sector Norte, máximo en las muestras obtenida en zona sumergida), mientras que la Arena Media (0.5 - 0.25 mm) dominó entre las estaciones 4 y 5 (sector Sur, máximo en las muestras obtenidas en la zona intermareal). Las fracciones de sedimento más gruesas (Gravas) y más finas (Limos) en el sector playa del Río Itata tuvieron una baja representatividad, presentando valores <2%.

Al igual que en la zona de la playa, la composición granulométrica del sedimento a lo largo del Río Itata está fuertemente dominada por la fracción Arena (>69%). Dentro de este grupo, el rango textural de Arena Gruesa (1 - 0.5 mm) predominó entre las estaciones SF-07 a la SF-02 (primeras 6 muestras obtenidas en el río desde la desembocadura a río arriba). Cabe señalar, que el rango textural Arena Media Gruesa y Arena Media, también se presentaron de manera significativa, esta última presentando su mayor valor porcentual en la estación SF-08, muestra obtenida en la cercanía de la playa. No se observó una alta representatividad de las fracciones de sedimento más gruesas (Gravas) a lo largo del Río Itata. Sin embargo, se presentaron dos máximos (>22% total) de Grava, el primero en la estación SF-06 (comienzo del río/parte superior de la desembocadura) y un segundo en la estación SF-01. Por otra parte, la fracción más fina se presentó de manera homogénea a lo largo de el Río Itata, con un valor porcentual máximo <0.2% en la parte superior/cabeza del Río.

La escala cualitativa obtenida desde los valores de Asimetría del Grano en el sector playa, indican que el 60% de las estaciones clasifica como "Simétrica", ~13% como "Moderado Exceso de Finos", y ~27% como "Moderado Exceso de Gruesos". Si bien, las curvas Simétricas indican una homogeneidad en el sustrato, en este caso asociada a la predominancia de la fracción de Arenas. La presencia de Moderado Exceso de Gruesos, también se encontró asociado a la predominancia de Arenas (Arena Gruesa).

La escala cualitativa obtenida desde los valores de Asimetría del Grano a lo largo del río Itata, indican que el 50% de las estaciones clasifica como "Simétrica", ~10% como "Moderado Exceso de Finos", y ~40% como "Moderado Exceso de Gruesos". Igual que lo anterior mencionado, la presencia de Moderado Exceso de Gruesos, está asociado a la predominancia de Arena Gruesa, encontrada en el sector de estudio.

De acuerdo el parámetro Selección las estaciones en el sector de la playa son de "Clasificación Moderada", lo que concuerda con la clara predominancia de la componente Arena Media. En cambio, a lo largo del río el parámetro Selección mostró que el 50% de las muestras son de "Clasificación Moderada", y el otro 50% restante son "Poco Clasificadas". Los granos más gruesos y los granos más finos, tienden a no ser muy bien seleccionados en comparación con tamaño de granos medios, debido a que tienen menor disposición de ser transportado por el agua.

5. REFERENCIAS

- Araya-Vergara, J.F. 1981. El concepto de delta en ría y su significado en la evolución litoral (ejemplo de Chile Central). Inform. Geogr., Chile, 28: 19-42.
- Folk, R. 1980. Petrology of sedimentary rocks. Hemphill Book Co., Austin, 181 pp.
- Folk, R. L. & W. C. Ward. 1957. Brazos river bar: a study in the significance of grain size parameters. Journal of Sedimentary Petrology, 27, pp. 3-26.
- Garcés-Vargas, J., M. Ruíz, L.M. Pardo, S. Nuñez & I. Pérez-Santo. 2013. Caracterización hidrográfica del estuario del río Valdivia, centro-sur de Chile. Lat. Am. J. Aquat. Res., 41(1): 113-125.
- Inman, D. L. 1952. Measures for describing the size distribution »of sediments, Journal of Sedimentary Petrology, 22, pp. 125-145.
- McCammon, R. B. 1962. Efficiencies of Percentile Measures for Describing the Mean Size and Sorting of Sedimentary Particles. J. Geol. 70, 453-465.
- Otto, G.H. 1939. A modified logarithmic probability graph for the interpretation of mechanical analysis of sediments. Jour. Sed. Pet., vol. 9, p. 62-76.
- Pye, K. 1994. Properties of sediment particles. In: Pye, K. (Ed.) Sediment Transport and Depositional Processes. Blackwell, Oxford, pp. 1-24.
- Üdden, J.A. 1898. Mechanical composition of wind deposits Augustana Library Publ., No. 1.
- Üdden, J.A. 1914. Mechanical composition of clastic sediments. Geol. Soc. Am. Bull. Vol. 25 p. 655-744.
- Wentworth, C. 1922. A scale of grade and classterm for clastic sediments. Journal of Geology. 30(5): 377 – 392.

6. ANEXO

6.1 Resolución de Autorización SHOA

ARMADA DE CHILE
SERVICIO HIDROGRÁFICO
Y OCEANOGRÁFICO

SHOA ORDINARIO N° 13270/24/ 18/ Vrs.

AUTORIZA A LA EMPRESA BORDEMAR
INGENIERÍA SpA., PARA REALIZAR
ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN
TECNOLÓGICA MARINA EN LA REGIÓN
DE ÑUBLE.

VALPARAÍSO, 17 ABR 2019

VISTO: lo solicitado por la Empresa BORDEMAR INGENIERÍA SpA., mediante Solicitud N° 8402, de fecha 5 de abril de 2019 e información complementaria de las actividades a desarrollar en terreno; lo dispuesto en el Decreto Supremo N° 192, de fecha 6 de marzo de 1969, modificado por Decreto Supremo N° 784, de fecha 14 de agosto de 1985; las atribuciones que me confiere el Decreto Supremo N° 711, de fecha 22 de agosto de 1975, "Reglamento de Control de las Investigaciones Científicas y Tecnológicas Marinas efectuadas en la Zona Marítima de Jurisdicción Nacional" y lo señalado en la Resolución SHOA Ordinario N° 6010/1/2 Vrs., de fecha 2 de enero de 2019,

RESUELVO:

- 1.- AUTORIZÁSE a la Empresa BORDEMAR INGENIERÍA SpA., para que por mandato de la DIRECCIÓN DE OBRAS PORTUARIAS, realice actividades de investigación tecnológica marina en el sector de la desembocadura del Río Itata, (Región de Ñuble – Carta Náutica SHOA N° 5300), dentro del marco del Proyecto denominado "Análisis Hidráulico desembocadura del Río Itata Comunas de Trehuaco y Coelemu, Región de Ñuble", consistentes en mediciones de batimetría de prospección exploratoria, nivel del mar para la reducción de sondas y toma de muestras de sedimentos, las cuales se realizarán a contar de esta fecha y hasta el 31 de agosto de 2019.
- 2.- DECLÁRASE:
 - a.- De acuerdo a la información proporcionada por la empresa citada en VISTO, este trabajo no requiere de inspección en terreno, ni revisión de los antecedentes finales del estudio por parte del Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada (SHOA), en razón al carácter exploratorio de ellos. Por ende, este estudio se considerará sin valor hidrográfico ni oceanográfico.
 - b.- Considerar que previo al inicio de los trabajos e independiente al trámite de zarpe de la embarcación, el Jefe de Grupo responsable de los trabajos en terreno y representante de la Empresa BORDEMAR INGENIERÍA SpA., Sr. Julio Leiva Medel, deberá concurrir a la Capitanía de Puerto de Lirquén, para coordinar las actividades de investigación a ejecutar; requerir información respecto de las medidas de seguridad que se deben adoptar durante las operaciones de navegación y buceo, sin perjuicio de la obligación del Jefe de Terreno de solicitar ante dicha Capitanía y/o a otros organismos competentes del Estado, otras autorizaciones reglamentarias, según corresponda. Asimismo, se deberá informar la posición geográfica en que se instalarán los instrumentos oceanográficos y posteriormente su retiro, como también cualquier variación a lo autorizado.

SHOA ORD. N° 13270/24/____/ Vrs.

Hoja N° 2.-

Fecha: **17 ABR 2019**

- c.- La entidad ejecutora deberá comunicar por escrito al SHOA, si la investigación tecnológica marina autorizada en la presente Resolución no se lleva a cabo, a fin de informar a la Autoridad Marítima oportunamente.
 - d.- Conforme a lo dispuesto en el Artículo 17° del Decreto Supremo N° 711, citado en VISTO, al término del estudio el Representante Legal de la Empresa BORDEMAR INGENIERÍA SpA., Sr. Julio Leiva Medel, deberá remitir al SHOA, una copia de los datos (en medio digital) y un informe escrito de los resultados obtenidos, en consideración a que esta información es de especial interés para el Servicio. Lo anterior, deberá ser efectuado en un plazo no superior a 6 meses.
 - e.- El Capitán de Puerto de Lirquén, tendrá la facultad de no autorizar la extracción de muestras de sedimentos, si el área de estudio estuviere sometida a un régimen de concesión marítima de acuicultura u otra destinación ya otorgada, bajo la responsabilidad de un concesionario diferente al mandante señalado en el numeral 1 de la presente Resolución.
 - f.- Lo expuesto y dispuesto en los considerandos anteriores, no podrá bajo ningún pretexto perjudicar o amenazar los derechos de terceros, válidamente constituidos en el área de estudio.
- 3.- ANÓTESE y comuníquese a quienes corresponda, para su conocimiento y cumplimiento.

POR ORDEN DEL SR. DIRECTOR




PEDRO FIGUEROA MANZANO
CAPITÁN DE NAVÍO
SUBDIRECTOR

6.2 Certificados de Laboratorio



ANEXO N°4.2

PLANO

ANEXO N°4.3

CERTIFICADOS DE LABORATORIO

Certificado OCEQUI # 18/19
23 de mayo del 2019

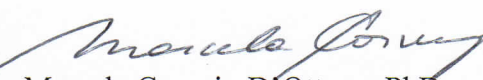
CERTIFICADO DE ANÁLISIS MECÁNICO DE SEDIMENTOS

Requirente : Bordemar Ingeniería
Lugar de muestreo : Sector playa desembocadura río Itata
Toma de muestra : Efectuada por el requirente
Fecha de muestreo : 8 al 12 mayo 2019
Fecha de análisis : 13 al 17 mayo 2019
Método de análisis : Tamizado en Seco
Separación en base a la escala de Udden-
Wentworth, (arcillas más limos juntos),

Muestra: T1 SE

Diámetro de partícula	# Φ	Porcentaje
8-4 mm	-2 :	0,00
4 a 2 mm	-1 :	0,02
2 a 1 mm	0 :	1,12
1 a 0,5 mm	1 :	33,99
0,5 a 0,25 mm	2 :	54,94
0,25 a 0,125 mm	3 :	7,89
0,125 a 0,063 mm	4 :	1,10
< 0,063 mm	≤ 5 :	0,94




Marcela Cornejo D'Ottone, PhD.
Oceanografía Química
Escuela de Ciencias del Mar
Universidad Católica de Valparaíso

Certificado OCEQUI # 24/19
23 de mayo del 2019

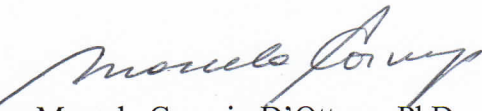
CERTIFICADO DE ANÁLISIS MECÁNICO DE SEDIMENTOS

Requirente : Bordemar Ingeniería
Lugar de muestreo : Sector playa desembocadura río Itata
Toma de muestra : Efectuada por el requirente
Fecha de muestreo : 8 al 12 mayo 2019
Fecha de análisis : 13 al 17 mayo 2019
Método de análisis : Tamizado en Seco
Separación en base a la escala de Udden-
Wentworth, (arcillas más limos juntos),

Muestra: T1 IN

Diámetro de partícula	# Φ	Porcentaje
8-4 mm	-2 :	0,00
4 a 2 mm	-1 :	0,00
2 a 1 mm	0 :	0,26
1 a 0,5 mm	1 :	33,84
0,5 a 0,25 mm	2 :	56,40
0,25 a 0,125 mm	3 :	9,25
0,125 a 0,063 mm	4 :	0,24
< 0,063 mm	≤ 5 :	0,00




Marcela Cornejo D'Ottone, PhD.
Oceanografía Química
Escuela de Ciencias del Mar
Universidad Católica de Valparaíso



Certificado OCEQUI # 20/19
23 de mayo del 2019

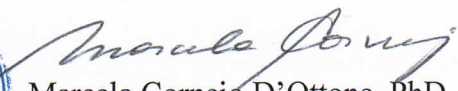
CERTIFICADO DE ANÁLISIS MECÁNICO DE SEDIMENTOS

Requiere : Bordemar Ingeniería
Lugar de muestreo : Sector playa desembocadura río Itata
Toma de muestra : Efectuada por el requirente
Fecha de muestreo : 8 al 12 mayo 2019
Fecha de análisis : 13 al 17 mayo 2019
Método de análisis : Tamizado en Seco
Separación en base a la escala de Udden-
Wentworth, (arcillas más limos juntos),

Muestra: T1 SU

Diámetro de partícula	# Φ	Porcentaje
8-4 mm	-2 :	0,00
4 a 2 mm	-1 :	0,38
2 a 1 mm	0 :	12,83
1 a 0,5 mm	1 :	69,98
0,5 a 0,25 mm	2 :	16,02
0,25 a 0,125 mm	3 :	0,76
0,125 a 0,063 mm	4 :	0,03
< 0,063 mm	≤5 :	0,00




Marcela Cornejo D'Ottone, PhD.
Oceanografía Química
Escuela de Ciencias del Mar
Universidad Católica de Valparaíso



Certificado OCEQUI # 13/19
23 de mayo del 2019

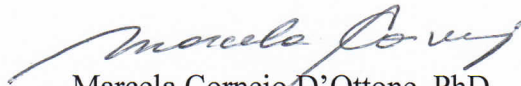
CERTIFICADO DE ANÁLISIS MECÁNICO DE SEDIMENTOS

Requirente : Bordemar Ingeniería
Lugar de muestreo : Sector playa desembocadura río Itata
Toma de muestra : Efectuada por el requirente
Fecha de muestreo : 8 al 12 mayo 2019
Fecha de análisis : 13 al 17 mayo 2019
Método de análisis : Tamizado en Seco
Separación en base a la escala de Udden-
Wentworth, (arcillas más limos juntos),

Muestra: T2 SE

Diámetro de partícula	# Φ	Porcentaje
8-4 mm	-2 :	0,18
4 a 2 mm	-1 :	0,05
2 a 1 mm	0 :	2,86
1 a 0,5 mm	1 :	48,16
0,5 a 0,25 mm	2 :	40,49
0,25 a 0,125 mm	3 :	4,06
0,125 a 0,063 mm	4 :	4,17
< 0,063 mm	≤5 :	0,04




Marcela Cornejo D'Ottone, PhD.
Oceanografía Química
Escuela de Ciencias del Mar
Universidad Católica de Valparaíso

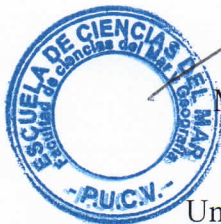
Certificado OCEQUI # 23/19
23 de mayo del 2019

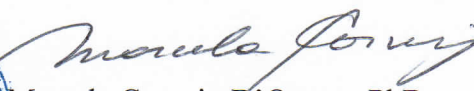
CERTIFICADO DE ANÁLISIS MECÁNICO DE SEDIMENTOS

Requirente : Bordemar Ingeniería
Lugar de muestreo : Sector playa desembocadura río Itata
Toma de muestra : Efectuada por el requirente
Fecha de muestreo : 8 al 12 mayo 2019
Fecha de análisis : 13 al 17 mayo 2019
Método de análisis : Tamizado en Seco
Separación en base a la escala de Udden-
Wentworth, (arcillas más limos juntos),

Muestra: T2 IN

Diámetro de partícula	# Φ	Porcentaje
8-4 mm	-2 :	0,00
4 a 2 mm	-1 :	0,00
2 a 1 mm	0 :	0,73
1 a 0,5 mm	1 :	35,77
0,5 a 0,25 mm	2 :	57,54
0,25 a 0,125 mm	3 :	5,91
0,125 a 0,063 mm	4 :	0,05
< 0,063 mm	≤ 5 :	0,01




Marcela Cornejo D'Ottone, PhD.
Oceanografía Química
Escuela de Ciencias del Mar
Universidad Católica de Valparaíso

Certificado OCEQUI # 25/19
23 de mayo del 2019

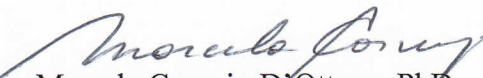
CERTIFICADO DE ANÁLISIS MECÁNICO DE SEDIMENTOS

Requirente : Bordemar Ingeniería
Lugar de muestreo : Sector playa desembocadura río Itata
Toma de muestra : Efectuada por el requirente
Fecha de muestreo : 8 al 12 mayo 2019
Fecha de análisis : 13 al 17 mayo 2019
Método de análisis : Tamizado en Seco
Separación en base a la escala de Udden-
Wentworth, (arcillas más limos juntos),

Muestra: T2 SU

Diámetro de partícula	# Φ	Porcentaje
8-4 mm	-2 :	0,00
4 a 2 mm	-1 :	0,95
2 a 1 mm	0 :	26,61
1 a 0,5 mm	1 :	60,74
0,5 a 0,25 mm	2 :	11,28
0,25 a 0,125 mm	3 :	0,40
0,125 a 0,063 mm	4 :	0,02
< 0,063 mm	≤ 5 :	0,01




Marcela Cornejo D'Ottone, PhD.
Oceanografía Química
Escuela de Ciencias del Mar
Universidad Católica de Valparaíso

Certificado OCEQUI # 22/19
23 de mayo del 2019

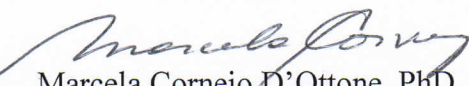
CERTIFICADO DE ANÁLISIS MECÁNICO DE SEDIMENTOS

Requirente : Bordemar Ingeniería
Lugar de muestreo : Sector playa desembocadura río Itata
Toma de muestra : Efectuada por el requirente
Fecha de muestreo : 8 al 12 mayo 2019
Fecha de análisis : 13 al 17 mayo 2019
Método de análisis : Tamizado en Seco
Separación en base a la escala de Udden-
Wentworth, (arcillas más limos juntos),

Muestra: T3 SE

Diámetro de partícula	# Φ	Porcentaje
8-4 mm	-2 :	0,15
4 a 2 mm	-1 :	1,33
2 a 1 mm	0 :	14,70
1 a 0,5 mm	1 :	44,15
0,5 a 0,25 mm	2 :	36,04
0,25 a 0,125 mm	3 :	3,46
0,125 a 0,063 mm	4 :	0,15
< 0,063 mm	≤ 5 :	0,02




Marcela Cornejo D'Ottone, PhD.
Oceanografía Química
Escuela de Ciencias del Mar
Universidad Católica de Valparaíso

Certificado OCEQUI # 11/19
23 de mayo del 2019

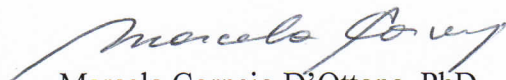
CERTIFICADO DE ANÁLISIS MECÁNICO DE SEDIMENTOS

Requirente : Bordemar Ingeniería
Lugar de muestreo : Sector playa desembocadura río Itata
Toma de muestra : Efectuada por el requirente
Fecha de muestreo : 8 al 12 mayo 2019
Fecha de análisis : 13 al 17 mayo 2019
Método de análisis : Tamizado en Seco
Separación en base a la escala de Udden-
Wentworth, (arcillas más limos juntos),

Muestra: T3 IN

Diámetro de partícula	# Φ	Porcentaje
8-4 mm	-2 :	0,00
4 a 2 mm	-1 :	0,13
2 a 1 mm	0 :	4,35
1 a 0,5 mm	1 :	67,52
0,5 a 0,25 mm	2 :	27,27
0,25 a 0,125 mm	3 :	0,60
0,125 a 0,063 mm	4 :	0,10
< 0,063 mm	≤ 5 :	0,04




Marcela Cornejo D'Ottone, PhD.
Oceanografía Química
Escuela de Ciencias del Mar
Universidad Católica de Valparaíso

Certificado OCEQUI # 14/19
23 de mayo del 2019

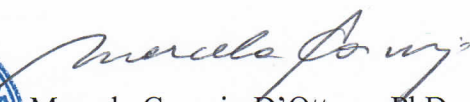
CERTIFICADO DE ANÁLISIS MECÁNICO DE SEDIMENTOS

Requirente : Bordemar Ingeniería
Lugar de muestreo : Sector playa desembocadura río Itata
Toma de muestra : Efectuada por el requirente
Fecha de muestreo : 8 al 12 mayo 2019
Fecha de análisis : 13 al 17 mayo 2019
Método de análisis : Tamizado en Seco
Separación en base a la escala de Udden-
Wentworth, (arcillas más limos juntos),

Muestra: T3 SU

Diámetro de partícula	# Φ	Porcentaje
8-4 mm	-2 :	0,99
4 a 2 mm	-1 :	1,43
2 a 1 mm	0 :	22,58
1 a 0,5 mm	1 :	52,22
0,5 a 0,25 mm	2 :	21,48
0,25 a 0,125 mm	3 :	1,29
0,125 a 0,063 mm	4 :	0,01
< 0,063 mm	≤ 5 :	0,00




Marcela Cornejo D'Ottone, PhD.
Oceanografía Química
Escuela de Ciencias del Mar
Universidad Católica de Valparaíso

Certificado OCEQUI # 21/19
23 de mayo del 2019

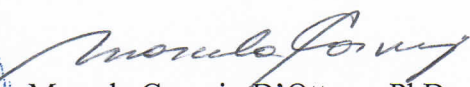
CERTIFICADO DE ANÁLISIS MECÁNICO DE SEDIMENTOS

Requirente : Bordemar Ingeniería
Lugar de muestreo : Sector playa desembocadura río Itata
Toma de muestra : Efectuada por el requirente
Fecha de muestreo : 8 al 12 mayo 2019
Fecha de análisis : 13 al 17 mayo 2019
Método de análisis : Tamizado en Seco
Separación en base a la escala de Udden-
Wentworth, (arcillas más limos juntos),

Muestra: T4 SE

Diámetro de partícula	# Φ	Porcentaje
8-4 mm	-2 :	0,00
4 a 2 mm	-1 :	0,11
2 a 1 mm	0 :	18,43
1 a 0,5 mm	1 :	51,38
0,5 a 0,25 mm	2 :	28,32
0,25 a 0,125 mm	3 :	1,70
0,125 a 0,063 mm	4 :	0,04
< 0,063 mm	≤ 5 :	0,03




Marcela Cornejo D'Ottone, PhD.
Oceanografía Química
Escuela de Ciencias del Mar
Universidad Católica de Valparaíso

Certificado OCEQUI # 19/19
23 de mayo del 2019

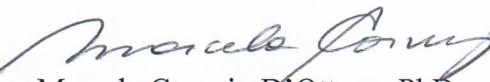
CERTIFICADO DE ANÁLISIS MECÁNICO DE SEDIMENTOS

Requirente : Bordemar Ingeniería
Lugar de muestreo : Sector playa desembocadura río Itata
Toma de muestra : Efectuada por el requirente
Fecha de muestreo : 8 al 12 mayo 2019
Fecha de análisis : 13 al 17 mayo 2019
Método de análisis : Tamizado en Seco
Separación en base a la escala de Udden-
Wentworth, (arcillas más limos juntos),

Muestra: T4 IN

Diámetro de partícula	# Φ	Porcentaje
8-4 mm	-2 :	0,00
4 a 2 mm	-1 :	0,02
2 a 1 mm	0 :	1,89
1 a 0,5 mm	1 :	31,77
0,5 a 0,25 mm	2 :	60,78
0,25 a 0,125 mm	3 :	5,46
0,125 a 0,063 mm	4 :	0,06
< 0,063 mm	≤ 5 :	0,01




Marcela Cornejo D'Ottone, PhD.
Oceanografía Química
Escuela de Ciencias del Mar
Universidad Católica de Valparaíso

Certificado OCEQUI # 12/19
23 de mayo del 2019

CERTIFICADO DE ANÁLISIS MECÁNICO DE SEDIMENTOS

Requirente : Bordemar Ingeniería
Lugar de muestreo : Sector playa desembocadura río Itata
Toma de muestra : Efectuada por el requirente
Fecha de muestreo : 8 al 12 mayo 2019
Fecha de análisis : 13 al 17 mayo 2019
Método de análisis : Tamizado en Seco
Separación en base a la escala de Udden-
Wentworth, (arcillas más limos juntos),

Muestra: T4 SU

Diámetro de partícula	# Φ	Porcentaje
8-4 mm	-2 :	0,00
4 a 2 mm	-1 :	0,25
2 a 1 mm	0 :	8,40
1 a 0,5 mm	1 :	43,83
0,5 a 0,25 mm	2 :	45,69
0,25 a 0,125 mm	3 :	1,82
0,125 a 0,063 mm	4 :	0,01
< 0,063 mm	≤ 5 :	0,00



Marcela Cornejo
Marcela Cornejo D' Ottone, PhD.
Oceanografía Química
Escuela de Ciencias del Mar
Universidad Católica de Valparaíso

Certificado OCEQUI # 15/19
23 de mayo del 2019

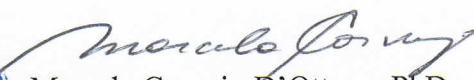
CERTIFICADO DE ANÁLISIS MECÁNICO DE SEDIMENTOS

Requirente : Bordemar Ingeniería
Lugar de muestreo : Sector playa desembocadura río Itata
Toma de muestra : Efectuada por el requirente
Fecha de muestreo : 8 al 12 mayo 2019
Fecha de análisis : 13 al 17 mayo 2019
Método de análisis : Tamizado en Seco
Separación en base a la escala de Udden-
Wentworth, (arcillas más limos juntos),

Muestra: T5 SE

Diámetro de partícula	# Φ	Porcentaje
8-4 mm	-2 :	0,00
4 a 2 mm	-1 :	0,07
2 a 1 mm	0 :	2,55
1 a 0,5 mm	1 :	45,78
0,5 a 0,25 mm	2 :	46,45
0,25 a 0,125 mm	3 :	4,88
0,125 a 0,063 mm	4 :	0,18
< 0,063 mm	≤5 :	0,09




Marcela Cornejo D'Ottone, PhD.
Oceanografía Química
Escuela de Ciencias del Mar
Universidad Católica de Valparaíso

Certificado OCEQUI # 17/19
23 de mayo del 2019

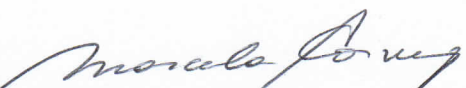
CERTIFICADO DE ANÁLISIS MECÁNICO DE SEDIMENTOS

Requirente : Bordemar Ingeniería
Lugar de muestreo : Sector playa desembocadura río Itata
Toma de muestra : Efectuada por el requirente
Fecha de muestreo : 8 al 12 mayo 2019
Fecha de análisis : 13 al 17 mayo 2019
Método de análisis : Tamizado en Seco
Separación en base a la escala de Udden-
Wentworth, (arcillas más limos juntos),

Muestra: T5 IN

Diámetro de partícula	# Φ	Porcentaje
8-4 mm	-2 :	0,00
4 a 2 mm	-1 :	0,06
2 a 1 mm	0 :	1,17
1 a 0,5 mm	1 :	20,26
0,5 a 0,25 mm	2 :	70,41
0,25 a 0,125 mm	3 :	8,05
0,125 a 0,063 mm	4 :	0,05
< 0,063 mm	≤ 5 :	0,00




Marcela Cornejo D'Ottone, PhD.
Oceanografía Química
Escuela de Ciencias del Mar
Universidad Católica de Valparaíso



Certificado OCEQUI # 16/19
23 de mayo del 2019

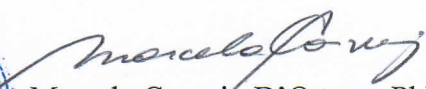
CERTIFICADO DE ANÁLISIS MECÁNICO DE SEDIMENTOS

Requirente : Bordemar Ingeniería
Lugar de muestreo : Sector playa desembocadura río Itata
Toma de muestra : Efectuada por el requirente
Fecha de muestreo : 8 al 12 mayo 2019
Fecha de análisis : 13 al 17 mayo 2019
Método de análisis : Tamizado en Seco
Separación en base a la escala de Udden-
Wentworth, (arcillas más limos juntos),

Muestra: T5 SU

Diámetro de partícula	# Φ	Porcentaje
8-4 mm	-2 :	0,00
4 a 2 mm	-1 :	0,19
2 a 1 mm	0 :	3,48
1 a 0,5 mm	1 :	32,07
0,5 a 0,25 mm	2 :	56,75
0,25 a 0,125 mm	3 :	7,50
0,125 a 0,063 mm	4 :	0,01
< 0,063 mm	≤5 :	0,00




Marcela Cornejo D'Ottone, PhD.
Oceanografía Química
Escuela de Ciencias del Mar
Universidad Católica de Valparaíso



Certificado OCEQUI # 27/19
23 de mayo del 2019

CERTIFICADO DE ANÁLISIS MECÁNICO DE SEDIMENTOS

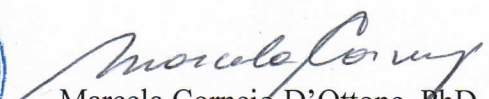
Requirente : Bordemar Ingeniería
Lugar de muestreo : Sector playa desembocadura río Itata
Toma de muestra : Efectuada por el requirente
Fecha de muestreo : 8 al 12 mayo 2019
Fecha de análisis : 13 al 17 mayo 2019
Método de análisis : Norma ASTM D 854-58, Manual de carreteras, volumen N° 8
Especificaciones y métodos de muestreo, ensayo y control,
MOP-DGOP – Dirección de Vialidad, marzo 2008, Corregido
por salinidad,

Muestras:

Peso específico a (20°C):

T1 SE	3,005
T1 IN	3,024
T1 SU	2,756
T2 SE	2,879
T2 IN	2,982
T2 SU	2,714
T3 SE	2,786
T3 IN	2,761
T3 SU	2,752
T4 SE	2,813
T4 IN	2,939
T4 SU	2,952
T5 SE	2,942
T5 IN	3,289
T5 SU	2,885




Marcela Cornejo D'Ottone, PhD.
Oceanografía Química
Escuela de Ciencias del Mar
Universidad Católica de Valparaíso

Certificado OCEQUI # 8 /19
23 de mayo del 2019

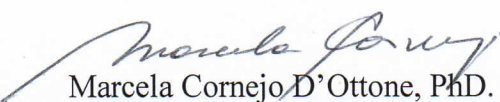
CERTIFICADO DE ANÁLISIS MECÁNICO DE SEDIMENTOS

Requirente : Bordemar Ingeniería
Lugar de muestreo : Río Itata
Toma de muestra : Efectuada por el requirente
Fecha de muestreo : 7 mayo 2019
Fecha de análisis : 13 al 17 mayo 2019
Método de análisis : Tamizado en Seco
Separación en base a la escala de Udden-
Wentworth, (arcillas más limos juntos),

Muestra: SF08

Diámetro de partícula	# Φ	Porcentaje
8-4 mm	-2 :	0,00
4 a 2 mm	-1 :	0,19
2 a 1 mm	0 :	0,77
1 a 0,5 mm	1 :	12,68
0,5 a 0,25 mm	2 :	65,45
0,25 a 0,125 mm	3 :	20,49
0,125 a 0,063 mm	4 :	0,40
< 0,063 mm	≤ 5 :	0,02




Marcela Cornejo D'Ottone, PhD.
Oceanografía Química
Escuela de Ciencias del Mar
Universidad Católica de Valparaíso

Certificado OCEQUI # 7/19
23 de mayo del 2019

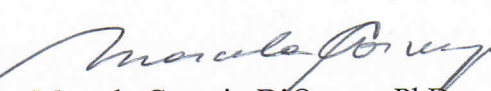
CERTIFICADO DE ANÁLISIS MECÁNICO DE SEDIMENTOS

Requirente : Bordemar Ingeniería
Lugar de muestreo : Río Itata
Toma de muestra : Efectuada por el requirente
Fecha de muestreo : 7 mayo 2019
Fecha de análisis : 13 al 17 mayo 2019
Método de análisis : Tamizado en Seco
Separación en base a la escala de Udden-
Wentworth, (arcillas más limos juntos),

Muestra: SF07

Diámetro de partícula	# Φ	Porcentaje
8-4 mm	-2 :	2,43
4 a 2 mm	-1 :	12,16
2 a 1 mm	0 :	20,27
1 a 0,5 mm	1 :	38,63
0,5 a 0,25 mm	2 :	22,00
0,25 a 0,125 mm	3 :	2,18
0,125 a 0,063 mm	4 :	2,29
< 0,063 mm	≤5 :	0,05




Marcela Cornejo D'Ottone, PhD.
Oceanografía Química
Escuela de Ciencias del Mar
Universidad Católica de Valparaíso

Certificado OCEQUI # 6/19
23 de mayo del 2019

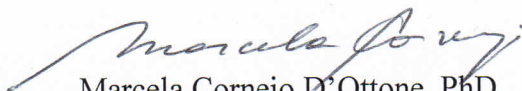
CERTIFICADO DE ANÁLISIS MECÁNICO DE SEDIMENTOS

Requirente : Bordemar Ingeniería
Lugar de muestreo : Río Itata
Toma de muestra : Efectuada por el requirente
Fecha de muestreo : 7 mayo 2019
Fecha de análisis : 13 al 17 mayo 2019
Método de análisis : Tamizado en Seco
Separación en base a la escala de Udden-
Wentworth, (arcillas más limos juntos),

Muestra: SF06

Diámetro de partícula	# Φ	Porcentaje
8-4 mm	-2 :	6,60
4 a 2 mm	-1 :	15,58
2 a 1 mm	0 :	25,32
1 a 0,5 mm	1 :	37,45
0,5 a 0,25 mm	2 :	13,83
0,25 a 0,125 mm	3 :	1,12
0,125 a 0,063 mm	4 :	0,09
< 0,063 mm	≤5 :	0,02




Marcela Cornejo D'Ottone, PhD.
Oceanografía Química
Escuela de Ciencias del Mar
Universidad Católica de Valparaíso

Certificado OCEQUI # 5/19
23 de mayo del 2019

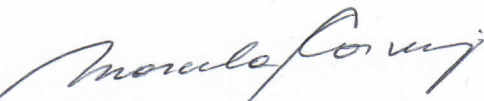
CERTIFICADO DE ANÁLISIS MECÁNICO DE SEDIMENTOS

Requirente : Bordemar Ingeniería
Lugar de muestreo : Río Itata
Toma de muestra : Efectuada por el requirente
Fecha de muestreo : 7 mayo 2019
Fecha de análisis : 13 al 17 mayo 2019
Método de análisis : Tamizado en Seco
Separación en base a la escala de Udden-
Wentworth, (arcillas más limos juntos),

Muestra: SF05

Diámetro de partícula	# Φ	Porcentaje
8-4 mm	-2 :	7,80
4 a 2 mm	-1 :	9,51
2 a 1 mm	0 :	16,12
1 a 0,5 mm	1 :	34,05
0,5 a 0,25 mm	2 :	29,14
0,25 a 0,125 mm	3 :	3,29
0,125 a 0,063 mm	4 :	0,07
< 0,063 mm	≤ 5 :	0,01




Marcela Cornejo D'Ottone, PhD.
Oceanografía Química
Escuela de Ciencias del Mar
Universidad Católica de Valparaíso

Certificado OCEQUI # 4/19
23 de mayo del 2019

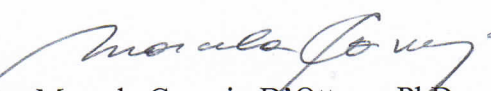
CERTIFICADO DE ANÁLISIS MECÁNICO DE SEDIMENTOS

Requirente : Bordemar Ingeniería
Lugar de muestreo : Río Itata
Toma de muestra : Efectuada por el requirente
Fecha de muestreo : 7 mayo 2019
Fecha de análisis : 13 al 17 mayo 2019
Método de análisis : Tamizado en Seco
Separación en base a la escala de Udden-
Wentworth, (arcillas más limos juntos),

Muestra: SF04

Diámetro de partícula	# Φ	Porcentaje
8-4 mm	-2 :	0,80
4 a 2 mm	-1 :	5,93
2 a 1 mm	0 :	21,24
1 a 0,5 mm	1 :	48,59
0,5 a 0,25 mm	2 :	21,73
0,25 a 0,125 mm	3 :	1,61
0,125 a 0,063 mm	4 :	0,09
< 0,063 mm	≤5 :	0,01




Marcela Cornejo D'Ottone, PhD.
Oceanografía Química
Escuela de Ciencias del Mar
Universidad Católica de Valparaíso



Certificado OCEQUI # 3/19
23 de mayo del 2019

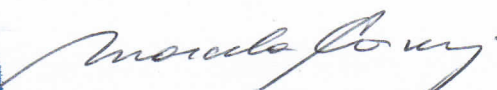
CERTIFICADO DE ANÁLISIS MECÁNICO DE SEDIMENTOS

Requirente : Bordemar Ingeniería
Lugar de muestreo : Río Itata
Toma de muestra : Efectuada por el requirente
Fecha de muestreo : 7 mayo 2019
Fecha de análisis : 13 al 17 mayo 2019
Método de análisis : Tamizado en Seco
Separación en base a la escala de Udden-
Wentworth, (arcillas más limos juntos),

Muestra: SF03

Diámetro de partícula	# Φ	Porcentaje
8-4 mm	-2 :	1,87
4 a 2 mm	-1 :	8,59
2 a 1 mm	0 :	31,72
1 a 0,5 mm	1 :	50,96
0,5 a 0,25 mm	2 :	6,66
0,25 a 0,125 mm	3 :	0,17
0,125 a 0,063 mm	4 :	0,02
< 0,063 mm	≤5 :	0,01




Marcela Cornejo D'Ottone, PhD.
Oceanografía Química
Escuela de Ciencias del Mar
Universidad Católica de Valparaíso

Certificado OCEQUI # 2/19
23 de mayo del 2019

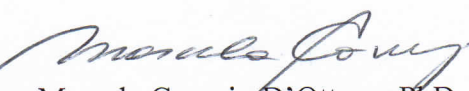
CERTIFICADO DE ANÁLISIS MECÁNICO DE SEDIMENTOS

Requirente : Bordemar Ingeniería
Lugar de muestreo : Río Itata
Toma de muestra : Efectuada por el requirente
Fecha de muestreo : 7 mayo 2019
Fecha de análisis : 13 al 17 mayo 2019
Método de análisis : Tamizado en Seco
Separación en base a la escala de Udden-
Wentworth, (arcillas más limos juntos),

Muestra: SF02

Diámetro de partícula	# Φ	Porcentaje
8-4 mm	-2 :	11,85
4 a 2 mm	-1 :	15,95
2 a 1 mm	0 :	27,21
1 a 0,5 mm	1 :	33,37
0,5 a 0,25 mm	2 :	11,03
0,25 a 0,125 mm	3 :	0,56
0,125 a 0,063 mm	4 :	0,03
< 0,063 mm	≤ 5 :	0,01




Marcela Cornejo D'Ottone, PhD.
Oceanografía Química
Escuela de Ciencias del Mar
Universidad Católica de Valparaíso

Certificado OCEQUI # 1/19
23 de mayo del 2019

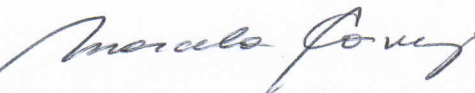
CERTIFICADO DE ANÁLISIS MECÁNICO DE SEDIMENTOS

Requirente : Bordemar Ingeniería
Lugar de muestreo : Río Itata
Toma de muestra : Efectuada por el requirente
Fecha de muestreo : 7 mayo 2019
Fecha de análisis : 13 al 17 mayo 2019
Método de análisis : Tamizado en Seco
Separación en base a la escala de Udden-
Wentworth, (arcillas más limos juntos),

Muestra: SF01

Diámetro de partícula	# Φ	Porcentaje
8-4 mm	-2 :	8,93
4 a 2 mm	-1 :	21,26
2 a 1 mm	0 :	13,81
1 a 0,5 mm	1 :	19,38
0,5 a 0,25 mm	2 :	30,98
0,25 a 0,125 mm	3 :	5,54
0,125 a 0,063 mm	4 :	0,08
< 0,063 mm	≤ 5 :	0,02




Marcela Cornejo D'Ottone, PhD.
Oceanografía Química
Escuela de Ciencias del Mar
Universidad Católica de Valparaíso

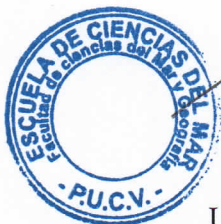
Certificado OCEQUI # 9/19
23 de mayo del 2019

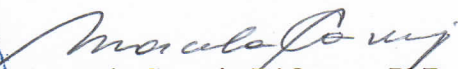
CERTIFICADO DE ANÁLISIS MECÁNICO DE SEDIMENTOS

Requirente : Bordemar Ingeniería
Lugar de muestreo : Río Itata
Toma de muestra : Efectuada por el requirente
Fecha de muestreo : 7 mayo 2019
Fecha de análisis : 13 al 17 mayo 2019
Método de análisis : Tamizado en Seco
Separación en base a la escala de Udden-
Wentworth, (arcillas más limos juntos),

Muestra: SF09

Diámetro de partícula	# Φ	Porcentaje
8-4 mm	-2 :	0,35
4 a 2 mm	-1 :	3,45
2 a 1 mm	0 :	14,89
1 a 0,5 mm	1 :	51,20
0,5 a 0,25 mm	2 :	25,79
0,25 a 0,125 mm	3 :	3,75
0,125 a 0,063 mm	4 :	0,43
< 0,063 mm	≤ 5 :	0,15




Marcela Cornejo D'Ottone, PhD.
Oceanografía Química
Escuela de Ciencias del Mar
Universidad Católica de Valparaíso

Certificado OCEQUI # 10/19
23 de mayo del 2019

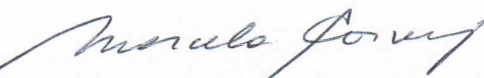
CERTIFICADO DE ANÁLISIS MECÁNICO DE SEDIMENTOS

Requirente : Bordemar Ingeniería
Lugar de muestreo : Río Itata
Toma de muestra : Efectuada por el requirente
Fecha de muestreo : 7 mayo 2019
Fecha de análisis : 13 al 17 mayo 2019
Método de análisis : Tamizado en Seco
Separación en base a la escala de Udden-
Wentworth, (arcillas más limos juntos),

Muestra: SF10

Diámetro de partícula	# Φ	Porcentaje
8-4 mm	-2 :	0,00
4 a 2 mm	-1 :	2,60
2 a 1 mm	0 :	11,45
1 a 0,5 mm	1 :	60,74
0,5 a 0,25 mm	2 :	23,92
0,25 a 0,125 mm	3 :	1,05
0,125 a 0,063 mm	4 :	0,17
< 0,063 mm	≤ 5 :	0,06




Marcela Cornejo D'Ottone, PhD.
Oceanografía Química
Escuela de Ciencias del Mar
Universidad Católica de Valparaíso



Certificado OCEQUI # 26/19
23 de mayo del 2019

CERTIFICADO DE ANÁLISIS MECÁNICO DE SEDIMENTOS

Requirente : Bordemar Ingeniería
Lugar de muestreo : Rio Itata
Toma de muestra : Efectuada por el requirente
Fecha de muestreo : 7 mayo 2019
Fecha de análisis : 13 al 17 mayo 2019
Método de análisis : Norma ASTM D 854-58, Manual de carreteras, volumen N° 8
Especificaciones y métodos de muestreo, ensayo y control,
MOP-DGOP – Dirección de Vialidad, marzo 2008, Corregido
por salinidad,

Muestras:

Peso específico a (20°C):

SF01	2,703
SF02	2,663
SF03	2,637
SF04	2,642
SF05	2,702
SF06	2,709
SF07	2,714
SF08	2,891
SF09	2,745
SF10	2,780



Marcela Cornejo
Marcela Cornejo D'Ottone, PhD.
Oceanografía Química
Escuela de Ciencias del Mar
Universidad Católica de Valparaíso