ANEXO 13

SIONEVIA



REALIZADO POR:



PREPARADO PARA:

YILPORTECU S.A.

Guayaquil, Agosto de 2017.

ÍNDICE DE CONTENIDO

I. INTRODUCCION	***************************************	**************	8
II. OBJETIVOS		8798802000 <u>288</u> 8	9
2.1 OBJETI\	O GENERAL		9
2.2 OBJETI\	OS ESPECÍFICOS		9
	GRAFÍA		
	ÓN DE CORRIENTES		
4.1.1 MÉTO	DO LAGRANGIANO	***************************************	12
	superficial		
	subsuperficial		
	DO EULERIANO		
Nivel Sup	erficial		19
Nivel Med	io	*****************************	20
	ondo		
	AMIENTO PARA DECANTACIÓN DE		
	DOLOGÍA		
	on del área de modelamiento		
	e muestras de sedimentos		
	lisis de las corrientes y mareas cación del modelamiento		
	ados		
	075 mm):		
	.3 mm):		
	.75 mm):		
ANÁLISIS	DE LOS RESULTADOS	*****************************	58

	atura del aire		
	ación		
	atmosférica		
	4**************************************		
	O FOTOGRÁFICO		
	TA (DIGITAL)		
YILPORTECU S.A.	Estudio de Oceanografía y depósito de sedimentos en el área de depósito para el dragado del Canal de Acceso al Terminal Portuaria de Puerto Bolivar	Informe de Oceanografía	Página
CONSULSUA C. Ltda.	VERSIÓN 0	Fecha: Septiembre 2017	2



YILPORTECU S.A.

75	ANEXO C: MAPAS TEMÁTICOS
)\$76	ANEXO D: FICHA TÉCNICA DE EQUIPO
77	ANEXO E: ANÁLISIS DE LABORATORIO

YILPORTECU S.A.	Estudio de Oceanografía y depósito de sedimentos en el área de depósito para el dragado del Canal de Acceso al Terminal Portuaria de Puerto Bolívar	Informe de Oceanografía	Página
CONSULSUA C. Ltda.	VERSIÓN 0	Fecha: Septiembre 2017	3



YILPORTECU S.A.

ÍNDICE DE FIGURAS

rigura N° 1-1: Ubicació	on del Canal de Jambelí	8
Figura Nº III-1: Ubicaci	ón del área de depósito	10
Figura N° IV-1: Golfo d	le Guayaquil	11
Figura N° IV-2: Curva d	de marea del 08/08/2017	13
Figura N° IV-3: Trayed	ctoria de velocidades Superficiales durante el est	ah obn
Figura N° IV-4: Trayect	toria de velocidades Subsuperficiales durante el est	ado de
Figura N° IV-5: Ubicaci	ión de correntómetro ADCP	17
Figura N° IV-6: Histog	rama de velocidad y dirección de la corriente flujo	a nivel
Figura N° IV-7: Histog	rama de velocidad y dirección de la corriente reflujo	a nivel
Figura Nº IV-8: Gráfico	vectorial registrada a nivel superficial	20
Figura N° IV-9: Histog	rama de velocidad y dirección de la corriente	a nivel
Figura N° IV-10: Histog	grama de velocidad y dirección de la corriente ujo	a nivel
Figura N° IV-11: Gráfic	o vectorial registrada a nivel medio	21
Figura Nº IV-12: Histog	grama de velocidad y dirección de la corriente a r	ivel de
Figura N° IV-13: Histoc	grama de velocidad y dirección de la corriente a n jo	nivel de
Figura N° IV-14: Gráfic	o vectorial registrada a nivel de fondo	22
Figura N° IV-15: Sitios p	potenciales según rango de velocidades	2/
Figura N° IV-16: Ubicació	n de camaroneras con respecto al área de depósi	to 26
Figura N° IV-17: Estaci	ones de muestreo de sedimentos	27
	ución granulométrica de la estación M1	
Figura N° IV-19: Distrib	ución en masa de la estación M1	20
Figura N° IV-20: Distrib	ución granulométrica de la estación M2	20
Figura N° IV-21: Distrib	ución en masa de la estación M2	20
Figura N° IV-22: Distrib	ución granulométrica de la estación M3	30
Figura N° IV-23: Distrib	ución en masa de la estación M3.	30
Figura N° IV-24: Distrib	ución granulométrica de la estación M4	21
Figura Nº IV-25: Distribu	ución en masa de la estación M4.	21
Figura N° IV-26: Distribu	ción granulométrica de la estación M5	32
Figura N° IV-27: Distribu	ción en masa de la estación M5.	32
Figura N° IV-28: Distribu	ción granulométrica de la estación M6	33
Figura N° IV-29: Distribu	ción en masa de la estación M6	33
YILPORTECU S.A.	Estudio de Oceanografía y depósito de sedimentos en el area de depósito para el dragado del Canal de Acceso al Terminal Portuaria de Puerto Bolívar	Pägina
CONSULSUA C. Ltda.	VERSIÓN 0 Fecha: Septiembre 2017	4



YILPORTECU S.A.

Figura N° IV-30: Distribución granulométrica de la estación M7	34
Figura N° IV-31: Distribución en masa de la estación M7.	34
Figura N° IV-32: Distribución granulométrica de la estación M8	
Figura N° IV-33: Distribución en masa de la estación M8	
Figura N° IV-34: Distribución granulométrica de la estación M9	
Figura N° IV-35: Distribución en masa de la estación M9	36
Figura N° IV-36: Distribución granulométrica de la estación M10	37
Figura N° IV-37: Distribución en masa de la estación M10	
Figura N° IV-38: Distribución granulométrica de la estación M11	38
Figura N° IV-39: Distribución en masa de la estación M11	
Figura N° IV-40: Estaciones con muestreo con grava	
Figura N° IV-41: Estaciones con muestreo con arena	
Figura N° IV-42: Estaciones con muestreo con presencia de material fino	41
Figura N° IV-43: Cantidad de arena, grava y finos en las estaciones	
muestreo	
Figura N° IV-44: Variación de la profundidad del área de depósito	
Figura N° IV-45: Rosa de corrientes medido en Flujo en la superficie	
Figura N° IV-46: Rosa de corrientes medido en Flujo en profundidad media	
Figura N° IV-47: Rosa de corrientes medido en Flujo en fondo	
Figura N° IV-48: Rosa de corrientes medido en Reflujo en la superficie	
Figura N° IV-49: Rosa de corrientes medido en Reflujo en profundidad media	
Figura N° IV-50: Rosa de corrientes medido en Reflujo en fondo	
Figura N° IV-51: Histograma de velocidad medida en Flujo en la superficie	
Figura N° IV-52: Histograma de velocidad medida en Flujo en profundi media	
Figura N° IV-53: Histograma de velocidad medida en Flujo en fondo	
Figura N° IV-54: Histograma de velocidad medida en Reflujo en la superficie	
Figura N° IV-55: Histograma de velocidad medida en Reflujo en profundi	
media	
Figura N° IV-56: Histograma de velocidad medida en Reflujo en fondo	
Figura N° IV-57: Modelo de dispersión de sedimentos en Flujo	
Figura N° IV-58: Modelo de dispersión de sedimentos en Reflujo	
Figura N° IV-59: Caso ideal de sedimentación del material fino.	
Figura N° IV-60: Sedimentación del material fino en Flujo	
Figura N° IV-61: Sedimentación del material fino en Reflujo	
Figura N° V-1: Tipo de clima en el Canal de Jambelí	
Figura № V-2: Temperatura en el Archipiélago de Jambelí	
Figura N° V-3: Temperatura en la Isla Puná e Isla Jambelí	
Figura N° V-4: Precipitaciones en el Archipiélago de Jambelí	
YILPORTECU S.A. Estudio de Oceanografía y depósito de sedimentos en el Informe de Oceanografía Proceso al Acceso al	agina

Terminal Portuaria de Puerto Bolivar

VERSIÓN 0

CONSULSUA C. Ltda.

Fecha: Septiembre 2017



YILPORTECU S.A.

Figura N° V-5: Precipi	taciones en la Isla Puná	i e Isla Jamb	elí	67
Figura N° V-6: Presión	Atmosférica a Nivel de	Sur Américo	J	68
Figura N° V-7: Presión	Atmosférica a Nivel de	Sur Américo	J	69
Figura N° V-8: Viento	en el Canal de Jambel	ĺ		70
	- 4			
	ÍNDICE DE TAI	-		
Jambell	dades Superficiales du	****************		15
Tabla N° IV-2 Velocic Jambelí	ades Subsuperficiales	durante el F	lujo y Reflujo Co	anal de
Tabla N° IV-3 Ubicacio	ón geográfica de corre	ntómetro A[DCP	17
Tabla N° IV-4 Velocid de Jambelí	ades Promedios y Máx	imos del áre	a de depósito -	– Canal 23
Tabla N° IV-5 Coordo sedimentos	enadas Geográficas c	de las estaci	iones de muest	treo de 27
Tabla N° IV-6 Profundi	dades estratificadas			44
	ides de corrientes en e			
Tabla N° IV-8 El tiempo	promedio de deposic	ión de partíc	culas finas	52
Tabla N° IV-9 El fiempo	promedio de deposic	ión de la are	ena	53
Tabla N° IV-10 El flemp	o promedio de deposi	ción de la g	rava	53
Tabla Nº IV-II Velocio	ades de corrientes en	el sitio de de	pósito	54
idbid N- IV-12 Hempo	y distancia de sedime	ntación de p	partículas finas e	en Flujo
Tabla N° IV-13 Tiemp	o y distancia de sedi	mentación	de partículas fi	nas en
Tabla N° IV-14 Tiempo	y distancia de sedimer	ntación parc	arena en Fluio	56
Tabla N° IV-15 Tiempo	y distancia de sedimer	ntación parc	i arena en Reflu	io 56
Tabla N° IV-16 Tiempo	y distancia de sedimer	ntación parc	ı arava en Fluio.	57
Tabla N° IV-17 Tiempo	y distancia de sedimer	ntación parc	ı grava en Reflu	io 57
		*		
	ÍNDICE DE FOTOG	RAFIAS		
Fotografía No IV-1 Con	entómetro ADCP			40
Fotografía No IV-2 Vele	tas (derivadores)	. 4 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2	***************************	12
Fotografía No IV-3 Land	cha tipo	**********************		10
Fotografía No IV-4 Prep	aración de derivador p	oara dar inici	o a las medicior	12
Fotografía No IV-5 Deri	a de veleta en Canal	de Jamhelí	o a las medición	123 13
Fotografía No IV-6 Rea	stro de coordenada ge	eográfica		12
Fotografía No IV-7 GPS	y Planillero usado dura	nte las medic	ciones	13
YILPORTECU S.A.	Estudio de Oceanografía y depósito o área de depósito para el dragado del Terminal Portuaria de Puerto Bolívar	de sedimentos en el	Informe de Oceanografía	
CONSULSUA C. Ltda.	VERSIÓN 0		Fecha: Sentiembre 2017	



YILPORTECU S.A.

Fotografía No IV-8 Correntómetro ADCP dentro de case de fondeo	.18
Fotografía No IV-9 Armado de equipo	.18
Fotografía No IV-10 Fondeo de correntómetro ADCP	.18
Fotografía No IV-11 Retiro de correntómetro ADCP	.18

YILPORTECU S.A.	Estudio de Oceanografía y depósito de sedimentos en el área de depósito para el dragado del Canal de Acceso al Terminal Portuaria de Puerto Bolívar		Página
CONSULSUA C. Ltda.	VERSIÓN 0	Fecha: Septiembre 2017	7



I. INTRODUCCION

YILPORTECU S.A. solicitó a CONSULSUA C. Ltda. la ejecución de un estudio oceanográfico en el sitio que ha sido destinado como área de depósito para el dragado del Canal de Acceso al Terminal Portuaria de Puerto Bolívar, ubicado en la provincia de El Oro, con el objetivo de conocer el comportamiento del sistema de corrientes, así como el comportamiento de los sedimentos cuando sean depositados en dicha área.

El área destinada como sitio de depósito se encuentra sobre el Canal de Jambelí, en la siguiente figura se muestra la ubicación del Canal de Jambelí.



Figura Nº I-1: Ubicación del Canal de Jambelí

Fuente: Google Earth.
Elaboración: CONSULSUA C. Ltda. 2017

YILPORTECU S.A.	Estudio de Oceanografía y depósito de sedimentos en el área de depósito para el dragado del Canal de Acceso al Terminal Portuaria de Puerto Bolívar	Informe de Oceanografia	Página
CONSULSUA C. Ltda.	VERSIÓN 0	Fecha: Septiembre 2017	0

YILPORTECU S A

II. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar Estudios de oceanografía (corrientes y meteorología) en el área de depósito para el dragado del canal a la terminal marítima Puerto Bolívar.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar mediciones de corrientes con el método Euleriano (uso de ADCP) en el área de interés.
- > Efectuar mediciones de corrientes con el método Lagrangiano (uso de veletas) en el área de interés.
- > Analizar el perfil de corrientes en el área de interés.
- Realizar los cálculos matemáticos que permita evidenciar las distancias que recorrerán las partículas (limo, arcilla, arena, etc.) que se producen por influencia de las mareas durante el proceso de disposición en un cuerpo de agua.
- Análisis de la meteorología del sitio con información de las estaciones meteorológicas cercanas al sitio.

YILPORTECU S.A.	Estudio de Oceanografía y depósito de sedimentos en el área de depósito para el dragado del Canal de Acceso al Terminal Portuaria de Puerto Bolívar		Página
CONSULSUA C. Ltda.	VERSION 0	Fecha: Septiembre 2017	9



III. AREA DE ESTUDIO

El área de estudio se encuentra ubicado sobre el Canal de Jambelí, aproximadamente a 13.75 millas desde la boya de mar, en la siguiente figura se muestra la ubicación geográfica del sitio destinado como área de depósito.

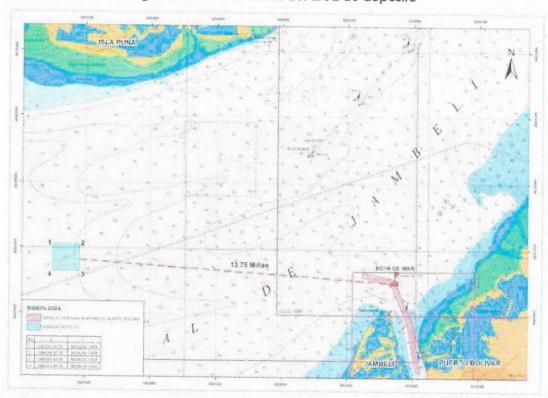


Figura N° III-1: Ubicación del área de depósito

Elaboración: CONSULSUA C. Ltda. 2017

YILPORTECU S.A.	Estudio de Oceanografía y depósito de sedimentos en el área de depósito para el dragado del Canal de Acceso al Terminal Portuaria de Puerto Bolívar	Informe de Oceanografía	Página
CONSULSUA C. Ltda.	VERSIÓN 0	Fecha: Septiembre 2017	10



IV. ESTUDIO DE OCEANOGRAFÍA

El Golfo de Guayaquil es el estuario más grande que se encuentra a lo largo de la costa sudamericana del Pacífico. Se divide naturalmente en un estuario exterior que se origina en el lado occidental de la Isla Puná, y un estuario interior que se extiende desde el extremo occidental de la Isla Puná en dirección noreste incluyendo los sistemas del Estero Salado y del Río Guayas. La Isla Puná define también dos canales: al noroeste, el Canal del Morro que conecta el estuario exterior con el Estero Salado, el cual constituye la principal vía de acceso al Puerto Marítimo de Guayaquil; y, al sureste, el Canal de Jambelí que conecta el estuario exterior con el Río Guayas, el cual accede directamente a la ciudad de Guayaquil. En la siguiente figura se muestra de manera general los sistemas hídricos presentes en el Golfo de Guayaquil.



Figura N° IV-1: Golfo de Guayaquil

Elaboración: CONSULSUA C. Ltda. 2017

Respecto al comportamiento de las aguas estuarinas del Golfo, Chavarría (1988) indica que estas se encuentran influenciadas por las mareas en particular, y para el mar ecuatoriano en general, existe una preponderancia de las componentes semidiurnas sobre las diurnas, lo cual permite tener dos pleamares y dos bajamares cada 24.8 horas.

La marea en todo el Golfo es por tanto de tipo semidiurna con pequeñas desigualdades diarias. Su rango cambia de acuerdo a la fase de la luna y debido a la fricción hidráulica lateral y de fondo, la que deforma la onda en su viaje aguas arriba a lo largo de los canales del Golfo Interior (APG-DHL, 1985).

YILPORTECU S.A.	Estudio de Oceanografía y depósito de sedimentos en el área de depósito para el dragado del Canal de Acceso al Terminal Portuaria de Puerto Bolívar	Informe de Oceanografía	Página
CONSULSUA C. Ltda.	VERSIÓN 0	Fecha: Septiembre 2017	11

4.1 MEDICIÓN DE CORRIENTES

Con la finalidad de tener un estimado de la deriva del sedimento menos denso al momento que la tolva descargue el material dragado al sitio destinado como área de depósito se procedió a realizar mediciones de corrientes mediante los dos métodos internacionales de medición de corrientes (Euler y Lagrange).

Los trabajos fueron realizados los días 08/08/2017 hasta el 09/08/2017 (Primera Sicigia del mes), usando para este propósito derivadores lagrangiano (veletas), un correntómetro ADCP y embarcaciones propias del sector.



4.1.1 MÉTODO LAGRANGIANO

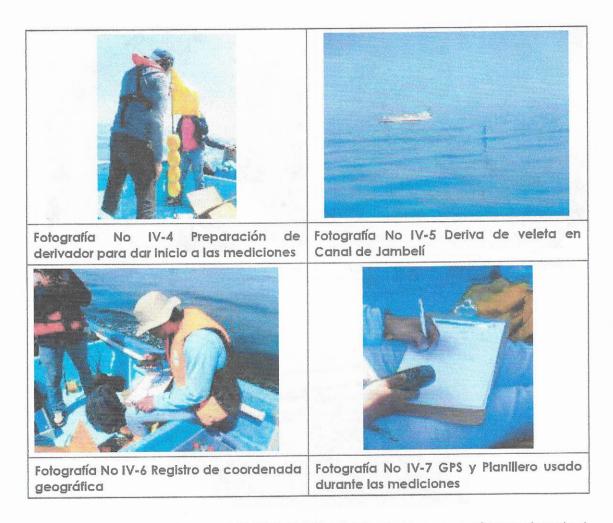
El Método Lagrangiano usa para este efecto flotadores o veletas, las cuales consisten de dos pantallas de playwood marino cruzadas entre sí, en cuya parte superior se unen a un eje formado por una varilla delgada de hierro, la misma que sostiene una

YILPORTECU S.A.	Estudio de Oceanografía y depósito de sedimentos en el área de depósito para el dragado del Canal de Acceso al Terminal Portuaria de Puerto Bolívar	Informe de Oceanografia	Página
CONSULSUA C. Ltda.	VERSION 0	Fecha: Septiembre 2017	10



YILPORTECU S.A.

bandera plástica pequeña de diferentes colores para diferenciarlos unas de otras. El peso de la veleta es compensado por tres boyarines ubicados en la varilla manteniéndola en flotación y permitiendo observar la parte superior de su eje (varilla y bandera) sobre la superficie. Las veletas fueron posicionadas mediante el Sistema de Posicionamiento Global – GPS, el cual nos da la ubicación en coordenadas X e Y (longitud y latitud) conforme con el sistema de coordenadas UTM (Universal Transverse Mercator). A continuación se muestra la maniobra de lance y deriva de flotadores.



Las mediciones se realizaron el 08/08/2017 (Sicigia), los trabajos se realizaron durante 6 horas continuas, se trabajó con tres veletas o derivadores lagrangianos, una de estas fue seteada para tomar medidas Subsuperficiales (3 m).

Del análisis realizado a la data se obtuvo, velocidades promedio y velocidad máxima registrada durante los trabajos así como las direcciones predominantes durante el flujo y reflujo. A continuación se muestra la curva de marea junto con las horas en que se realizaron los trabajos.

Figura N° IV-2: Curva de marea del 08/08/2017

YILPORTECU S.A.	Estudio de Oceanografía y depósito de sedimentos en el área de depósito para el dragado del Canal de Acceso al Terminal Portuaria de Puerto Bolívar	Informe de Oceanografia	Página
CONSULSUA C. Ltda.	VERSIÓN 0	Fecha: Septiembre 2017	13



Elaboración: CONSULSUA C. Ltda. 2017

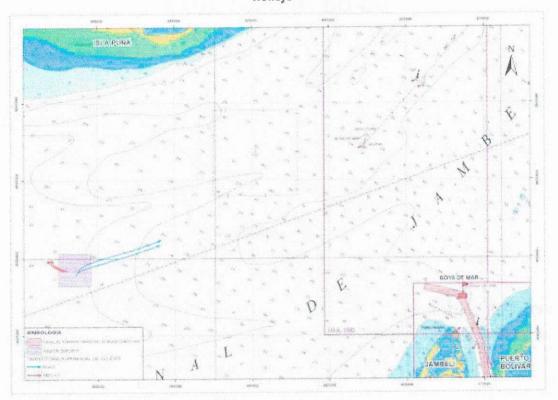
Velocidad superficial

Del análisis realizado con los datos de campo correspondientes al 08/08/2017 se concluye que durante el flujo la corriente superficial tiende a dirigirse hacia el Noreste – NE. Las velocidades calculadas de acuerdo a las trayectorias seguidas por los flotadores y el tiempo que estas tomaron en recorrer, nos dan una velocidad promedio durante el estado de flujo de 0.43 m/s, y la velocidad máxima 0.48 m/s. Mientras para el estado de reflujo se observa que los flotadores tienden a dirigirse hacia el NW. La velocidad promedio registrada durante este estado corresponde a 0.21 m/s, mientras la velocidad máxima de 0.32 m/s, las velocidades se aprecian en la figura y tabla siguiente.

YILPORTECU S.A.	Estudio de Oceanografía y depósito de sedimentos en el área de depósito para el dragado del Canal de Acceso al Terminal Portuaria de Puerto Bolívar	Informe de Oceanografía	Página
CONSULSUA C. Ltda.	VERSIÓN 0	Fecha: Septiembre 2017	11



Figura N° IV-3: Trayectoria de velocidades Superficiales durante el estado de Flujo y Refluio



Elaboración: CONSULSUA C. Ltda. 2017

Tabla Nº IV-1 Velocidades Superficiales durante el Flujo y Reflujo Canal de Jambelí

And the state of t	Profundidad	Estado de Marea	Velocidad Promedio (m/s)	Dirección	Velocidad Máxima (m/s)	Dirección
	Superficial	FLUJO	0.43	NE	0.78	NE
***************************************		REFLUJO	0.21	NW	0.32	NW

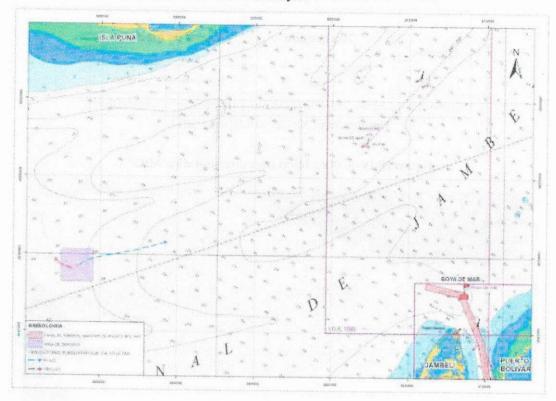
Elaboración: CONSULSUA C. Ltda. 2017

Velocidad subsuperficial

Del análisis de las trayectorias de veletas Subsuperficiales durante el estado de flujo, se indica que la velocidad promedio fue de 0.42 m/s, mientras la velocidad máxima se registró en 0.77 m/s, con dirección NW. Durante el estado de reflujo la corriente Subsuperficial se desplaza en la misma dirección que la corriente superficial durante esta fase de marea, con dirección hacia el NE, con una máxima velocidad de 0.31 m/s y velocidad promedio de 0.19 m/s. En la siguiente figura y tabla se muestra los resultados de las velocidades promedios y máximas de la corriente Subsuperficial.

YILPORTECU S.A.	Estudio de Oceanografía y depósito de sedimentos en el área de depósito para el dragado del Canal de Acceso al Terminal Portuaria de Puerto Bolívar		
CONSULSUA C. Ltda.	VERSION 0	Fecha: Septiembre 2017	15

Figura N° IV-4: Trayectoria de velocidades Subsuperficiales durante el estado de Flujo y Reflujo



Elaboración: CONSULSUA C. Ltda.

Tabla N° IV-2 Velocidades Subsuperficiales durante el Flujo y Reflujo Canal de Jambelí

Profundidad	Estado de Marea	Velocidad Promedio (m/s)	Dirección	Velocidad Máxima (m/s)	Direcciór
Subsuperficial	FLUJO	0.42	NE	0.77	NE
30030Perlicial	REFLUJO	0.19	NW	0.31	NW

Elaboración: CONSULSUA C. Ltda. 2017

4.1.2 MÉTODO EULERIANO

El método Euleriano para la medición de corrientes, consiste en mediciones mecánicas o dinámicas de flujo que pasan por un punto fijo; en el caso de las corrientes, se realizan empleando correntómetros con anclajes de fondo o superficiales.

YILPORTECU S.A. con el objetivo de tener un registro de corrientes en el área que ha sido destinada como sitio de depósito ubicado en Canal de Jambelí, ha solicitado el fondeo de un equipo auto contenido marca Nortek modelo Aquadopp Profiler (se adjunta ficha técnica del equipo en el Anexo D por un periodo de 24 horas, en el veril de los 30 m de profundidad, en la siguiente figura y tabla se identifica la ubicación del sitio de fondeo.

YILPORTECU S.A.	Estudio de Oceanografía y depósito de sedimentos en el área de depósito para el dragado del Canal de Acceso al Terminal Portuaria de Puerto Bolívar	Informe de Oceanografía	Página
CONSULSUA C. Ltda.	VERSION 0	Fecha: Septiembre 2017	16

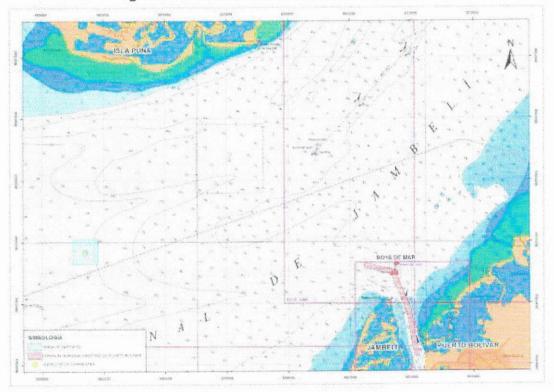


Tabla Nº IV-3 Ubicación geográfica de correntómetro ADCP

Estación	Coord	lenada	Fecha de	medición
	X	Y	Fondeo	Retiro
Corrientes	583542.816	9649248.629	08/08/2017	09/08/2017

Elaboración: CONSULSUA C. Ltda. 2017

Figura Nº IV-5: Ubicación de correntómetro ADCP



Elaboración: CONSULSUA C. Ltda. 2017

Los equipos fueron programados para obtener un dato cada 10 minutos, fue instalado aún costado de la embarcación de trabajo, en una estructura especial elaborada en forma de triángulo, la misma que en cada uno de sus vértices presenta "orejas" o espacios curvos que ayudan a la sujeción y tensión del equipo, en las siguientes fotografías se puede observar el armado y fondeo del equipo.

***************************************	YILPORTECU S.A.	Estudio de Oceanografía y depósito de sedimentos en el área de depósito para el dragado del Canal de Acceso al Terminal Portuaria de Puerto Bolívar		
10000000	CONSULSUA C. Ltda.	VERSIÓN 0	Fecha: Septiembre 2017	17



YILPORTECU S.A



Con los datos recopilados se realizó un estudio analítico de las mediciones, los resultados obtenidos se presentan desglosados en: velocidad de corrientes superficiales, velocidad de corrientes medias, y velocidad de corrientes de fondo tanto para flujo como para reflujo. En una tabla resumen se presentan las velocidades promedio y velocidades máximas para cada estación, así como gráficos vectoriales, con el fin de presentar una clara idea del comportamiento de la corriente en el área de estudio.

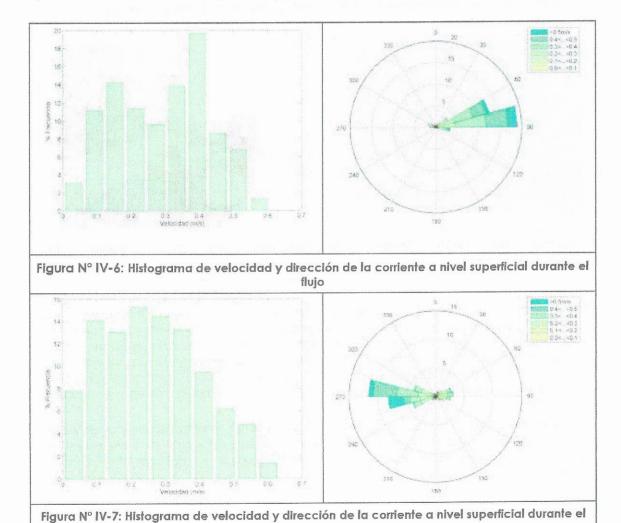
Para el procedimiento de análisis y visualización de series temporales de corrientes se utilizó el aplicativo Matcon que permite realizar un estudio sistemático de series de tiempo de corrientes. Este proceso fue automatizado para simplificar al máximo la obtención de los resultados.

Análisis de Datos de Corrientes - Aplicación Informática en MATLAB desarrollado por el Instituto Español de Oceanogratía – IEO, 2006

YILPORTECU S.A.	Estudio de Oceanografía y depósito de sedimentos en el área de depósito para el dragado del Canal de Acceso al Terminal Portuaria de Puerto Bolívar	Informe de Oceanografía	Página
CONSULSUA C. Ltda.	VERSIÓN 0	Fecha: Septiembre 2017	19

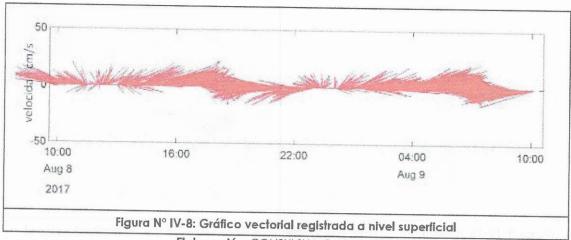
Nivel Superficial

El análisis realizado a la información obtenida, muestra que a nivel superficial durante el estado de flujo o pleamar, las velocidades de corrientes más frecuentes se encuentran entre 0.15 m/s, 0.35 m/s y 0.40 m/s, mientras que las direcciones se ubican en el primer cuadrante, siendo las direcciones más frecuentes las que oscilan entre lo 80° y 90°NE (Figura N° IV-6). Durante la fase de reflujo, se observa que las velocidades de la corriente superficial con mayor incidencia se encuentran en el rango de 0.20 m/s y 0.30 m/s, mientras que las direcciones se encuentran distribuidas en el cuarto cuadrante, siendo las de mayor frecuencia las que oscilan entre 270° y 280° NW (Figura N° IV-7). Las siguientes figuras muestran los histogramas de frecuencias de la velocidad y dirección de la corriente superficial y gráfico de vectores.



YILPORTECU S.A.	Estudio de Oceanografía y depósito de sedimentos en el área de depósito para el dragado del Canal de Acceso al Terminal Portuaria de Puerto Bolívar		Página
CONSULSUA C. Ltda.	VERSION 0	Fecha: Septiembre 2017	19

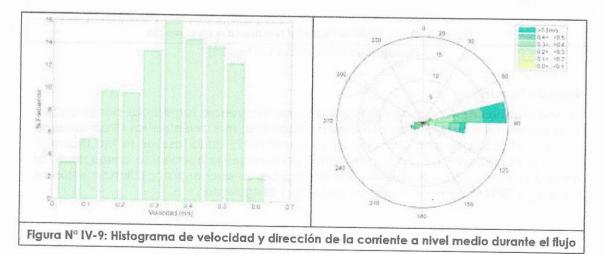
reflujo



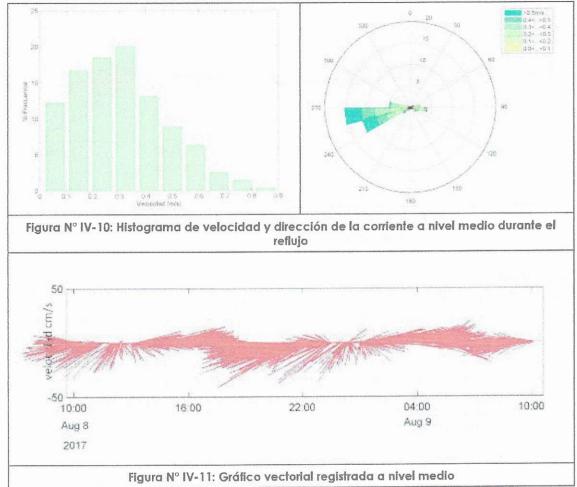
Elaboración: CONSULSUA C. Ltda. 2017

Nivel Medio

Para la capa media, se observa que las velocidades con mayor índice de frecuencia son las del rango 0.35 m/s y 0.40 m/s. Las direcciones se agrupan mayormente en el primer cuadrante, oscilando principalmente ente los 80° y 90° NE (Figura N° IV-9). Durante la fase de reflujo las velocidades con mayor índice de frecuencia se encuentran en el rango 0.25 m/s y 0.30 m/s. Respecto a las direcciones, estas se encuentran en el tercer cuadrante, oscilando entre los ángulos de 240° y 270° NW (Figura N° IV-10). En las siguientes figuras se presentan histogramas de frecuencias de velocidad y dirección, así como gráfico vectorial que muestra claramente la relación directa que tiene con la marea (Figura N° IV-11).



YILPORTECU S.A.	Estudio de Oceanografía y depósito de sedimentos en el área de depósito para el dragado del Canal de Acceso al Terminal Portuaria de Puerto Bolívar	Informe de Oceanografía	Página
CONSULSUA C. Ltda.	VERSIÓN 0	Fecha: Septiembre 2017	20

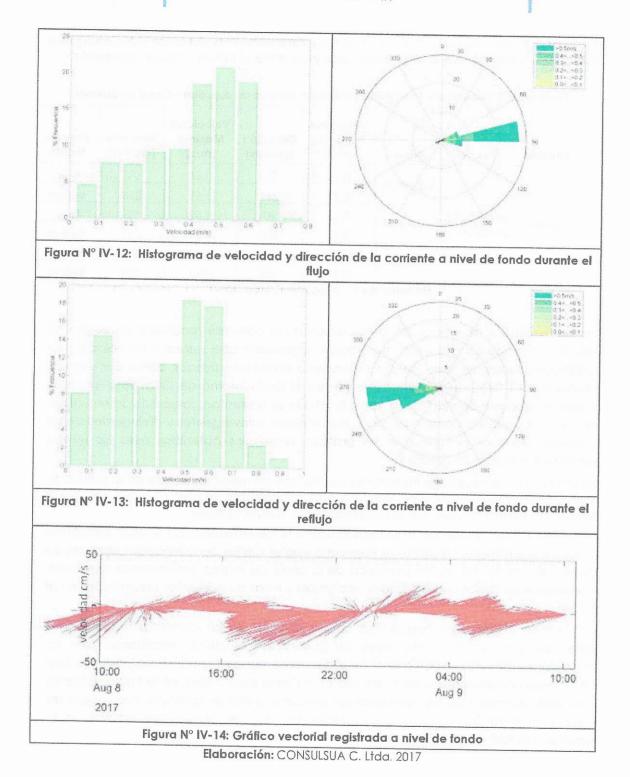


Elaboración: CONSULSUA C. Ltda. 2017

Nivel de Fondo

Las velocidades de fondo con mayor índice de frecuencia registradas por el equipo en el sector del Canal de Jambelí corresponden 0.50 m/s, mientras las direcciones se encuentran oscilando con dirección NE (Figura N° IV-12). En la fase de reflujo (Figura N° IV-13), las velocidades de fondo con mayor porcentaje de frecuencia corresponde al rango 0.50 m/s y 0.60 m/s, mientras las direcciones se encuentran oscilando entre los 250° SW y 270°NW, como se muestran en las figuras siguientes.

YILPORTECL	I S.A.	Estudio de Oceanografía y depósito de sedimentos en el área de depósito para el dragado del Canal de Acceso al Terminal Portuaria de Puerto Bolívar		
CONSULSUA (C I tda	VERSIÓN 0	Fecha: Septiembre 2017	21



En la siguiente tabla se muestran las velocidades promedio y máximas registradas por el equipo para cada uno de los niveles, teniendo que a nivel superficial se presenta el mayor promedio durante la fase de reflujo con un valor de 0.47 m/s, mientras a nivel de fondo se registran velocidades menores en comparación al nivel de superficie y

YILPORTECU S.A.	Estudio de Oceanografía y depósito de sedimentos en el área de depósito para el dragado del Canal de Acceso al Terminal Portuaria de Puerto Bolívar	Informe de Oceanografía	Página
CONSULSUA C. Ltda.	VERSIÓN 0	Fecha: Septiembre 2017	

YILPORTECU S.A.

media; así mismo respecto a las direcciones existe una clara distinción para cada fase de marea, teniendo que se encuentra oscilando entre el primer y tercer cuadrante.

Tabla Nº IV-4 Velocidades Promedios y Máximos del área de depósito - Canal de Jambelí

Estación	Fecha	Nivel	Velocidad Promedio (m/s)	Dirección (grados)	Velocidad Máxima (m/s)	Dirección (grados)	Fase de Marea
	08/08/2017 09/08/2017	Curantinia	0.29	90	0.61	70	Flujo
		Superficie	0.27	244	0.65	266	Reflujo
Corrientes		N 41:	0.35	90	0.59	92	Flujo
			0.31	270	0.89	251	Reflujo
			0.41	90	0.66	83	Flujo
		Fondo	0.41	255	0.94	253	Reflujo

Elaboración: CONSULSUA C. Ltda. 2017

De los resultados obtenidos de las mediciones de corriente realizadas en el sitio de estudio se procedió a buscar información secundaria que sustente las velocidades registradas, teniendo que existen mediciones o trabajos realizados, como por ejemplo Murray et al (1975), quien determina que en el Golfo Interno de Guayaquil existe un patrón interesante de ciclo de mareas, en el que se presentan consecutivamente flujos en sentidos opuestos combinados con movimientos convergentes y divergentes de las corrientes, lo cual se refleja en los gráficos vectoriales obtenidos para los niveles superficial, medio y de fondo.

Stevenson (1970), realiza un importante aporte con las mediciones que en su momento realizó en el canal de Jambelí, identificando velocidades de hasta 0.5 m/s, magnitud que se encuentra acorde con las registradas por nuestro equipo.

La CAAM (1996), dentro de su estudio reafirma lo determinado por Murray, indicando que las corrientes encontradas en el estuario interior son las denominadas corrientes de marea, producto del vaivén periódico de la onda de marea, movimientos que están claramente definidos en los gráficos vectoriales y rosas de corrientes presentados en el estudio.

INOCAR en el año 2011 realiza una caracterización de las corrientes marinas para determinación de sitios potenciales de generación eléctrica, enfatizando que las velocidades mayores se van a encontrar dentro de canales, entre islas o estuarios. Uno de los sitios considerados para el estudio es el Canal de Jambelí, en la figura siguiente se puede observar que hay una estación cercana al sitio de depósito, con rangos de velocidad entre 0.51 a 0.70 m/s, velocidades que se encuentran acordes a lo registrado durante la salida de campo.

YILPORTECU S.A.	Estudio de Oceanografía y depósito de sedimentos en el área de depósito para el dragado del Canal de Acceso al Terminal Portuaria de Puerto Bolívar		Página
CONSULSUA C. Ltda.	VERSIÓN 0	Fecha: Septiembre 2017	23

Sitios potenciales según rangos de velocidades 0.000 - 0.50 m/s 0.051 - 0.70 m/s 0.051 - 1.20 m/s 0.051 - 1.70 m/s 0.051 - 1.

Figura N° IV-15: Sitios potenciales según rango de velocidades.

Fuente: INOCAR 2011.

520000

4.2 MODELAMIENTO PARA DECANTACIÓN DE SEDIMENTOS

560000

La dinámica de transporte de sedimentos en desembocaduras y estuarios, así como su efecto sobre la morfología, está condicionada por numerosos procesos. Entre ellos destacan las descargas fluviales, las corrientes de marea y el efecto del oleaje, siendo la importancia de cada uno característica de los diferentes casos de estudio.

La sedimentación de los cuerpos de agua es un fenómeno natural propiciado por efectos del clima y la fisiografía de cuencas. Todas las cuencas se encuentran sujetas a la erosión debido al viento y precipitación que se da sobre los distintos tipos de suelo

YILPORTECU S.A.	Estudio de Oceanografía y depósito de sedimentos en el área de depósito para el dragado del Canal de Acceso al Terminal Portuaria de Puerto Bolívar	Informe de Oceanografia	Página
CONSULSUA C. Ltda.	VERSIÓN 0	Fecha: Septiembre 2017	24



YILPORTECU S.A.

que se hallan en la superficie del terreno. La erosión de los suelos se da principalmente por el arrastre causado por la escorrentía resultante de la lluvia que no se evapora o se infiltra a los suelos.

En el caso de los puertos, la sedimentación es un problema que trae como consecuencia la acumulación de material edáfico, lo que provoca el impedimento de la operación del puerto, debido a la obstrucción del tráfico fluido de los buques y otras embarcaciones que transportan carga y que forman parte de la actividad económica principal de la zona.

En Puerto Bolívar, en la provincia de El Oro, la situación no es distinta respecto a la acumulación de sedimentos, existiendo esta problemática que constituye un motivo de preocupación, lo que ha dado pie para la propuesta de soluciones como el dragado de este material para facilitar el desarrollo de las actividades comerciales que inician con el transporte marítimo de carga en este puerto.

Cabe señalar que el sedimento extraído durante el proceso de Dragado será depositado en un área que cuenta con las características físicas para su correcta sedimentación; sin embargo YILPORTECU S.A. requiere mediante modelamientos matemáticos determinar el área en el cual se produciría la sedimentación y determinar si esta va a interferir con algunas actividades productivas como las camaroneras.

4.2.1 METODOLOGÍA

El presente modelamiento matemático de sedimentación se basa en las fórmulas instituidas para la descripción de la Ley de Stokes siguiendo las condicionantes establecidas para fluidos, en donde se emplea el coeficiente adimensional de Reynolds como método de que han sido aplicado correctamente la formula.

Geográficamente el área del modelamiento es alrededor del sitio de depósito de los sedimentos esto corresponde al área del Golfo Interno de Guayaquil, entre la isla Jambelí y Puná, cuya coordenada de referencia en proyección UTM WGS 84 Zona 17 sur es 583542.17, 9649247.17 UTM.

El procesamiento de estos datos se realizará mediante herramientas utilitarias de software como Microsoft Excel, Word y la ejecución de un modelo matemático en base a fórmulas aplicadas en estudios similares de la misma naturaleza.

Descripción del área de modelamiento

El área de estudio se compone de 2 sectores como son "área de dragado" y "área de disposición final del material dragado". El área de dragado se encuentra ubicada en el estero Santa Rosa y corresponde a la línea del eje de navegación para acceder a la Terminal Marítima de Puerto Bolívar; así también el área de disposición final se ubica entre la isla Puná y la Isla Jambelí alrededor de 13.75 millas. Las actividades productivas que se desarrollan en las zonas aledañas al área de depósito corresponden a camaroneras.

YILPORTECU S.A.	Estudio de Oceanografía y depósito de sedimentos en el área de depósito para el dragado del Canal de Acceso al Terminal Portuaria de Puerto Bolívar	Informe de Oceanografía	Página
CONSULSUA C. Ltda.	VERSIÓN 0	Fecha: Septiembre 2017	25





Figura Nº IV-16: Ubicación de camaroneras con respecto al área de depósito.

Elaboración: CONSULSUA C. Ltda. 2017

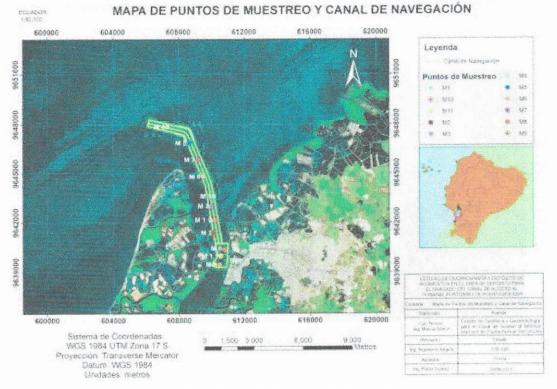
Análisis de muestras de sedimentos

Unidades, metros

YILPORTECU S.A realizó en el mes de mayo del 2017 una campaña de muestras de sedimentos a lo largo del canal de navegación hacia Puerto Bolívar con la finalidad de determinar la Geofísica del sitio y los Procesos de Dragado Respectivos, como resultado de los proceso de muestreo de sedimentos se llegó a tener un total de 11 muestras las cuales permiten determinar el tamaño del grano que va a ser dragado y será trasladado al sitio de depósito, en la siguiente figura y tabla se muestra la ubicación de las 11 estaciones de muestreo.

YILPORTECU S.A.	Estudio de Oceanografía y depósito de sedimentos en el área de depósito para el dragado del Canal de Acceso al Terminal Portuaria de Puerto Bolívar	Informe de Oceanografía	Página
CONSULSUA C. Ltda.	VERSIÓN 0	Fecha: Septiembre 2017	26

Figura N° IV-17: Estaciones de muestreo de sedimentos.



Elaboración: CONSULSUA C. Ltda. 2017

Tabla Nº IV-5 Coordenadas Geográficas de las estaciones de muestreo de sedimentos

ID D	Proyección UTM \	WGS 84 Zona 17 sur
ID. Punto	X	Υ
M1	610123	9643595
M2	610164	9641363
M3	609972	9642991
M4	607318	9647842
M5	608624	9646854
M6	609470	9644801
M7	609153	9645831
M8	610769	9640332
M9	610462	9639457
M10	610145	9642146
MII	610543	9639976

Elaboración: CONSULSUA C. Ltda. 2017

YILPORTECU S.A.	Estudio de Oceanografía y depósito de sedimentos en el área de depósito para el dragado del Canal de Acceso al Terminal Portuaria de Puerto Bolívar	Informe de Oceanografia	Página
CONSULSUA C. Ltda.	VERSION 0	Fecha: Septiembre 2017	27



Distribución granulométrica de las estaciones de muestreo

Los resultados del muestreo de sedimentos realizados por el laboratorio pueden ser revisados en detalle en el Anexo E, no obstante el análisis realizado se detalla a continuación:

Muestra# 1 - Interpretación:

En el punto 1, se recolecto una muestra de 180gr cuya distribución en porcentajes según su clasificación granulométrica fue de un 94.98% de arena, que correspondieron a 172.67 gr, seguido de finos, los cuales se subdividen en limos y arcillas, con un 4.81% correspondiente a 8.74gr y finalmente un 0.22% de grava, que corresponde a 0.4gr.

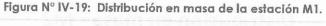
Distribución granulométrica % - M1

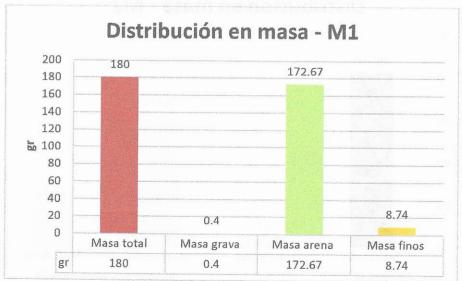
Grava Arena Finos

4.81 0.22

Figura N° IV-18: Distribución granulométrica de la estación M1.

Fuente: YILPORTECU S.A. 2017 Elaboración: CONSULSUA C. Ltda. 2017





YILPORTECU S.A.	Estudio de Oceanografía y depósito de sedimentos en el área de depósito para el dragado del Canal de Acceso al Terminal Portuaria de Puerto Bolívar	Informe de Oceanografia	Página
CONSULSUA C. Ltda.	VERSIÓN 0	Fecha: Septiembre 2017	28



Muestra #2 - Interpretación:

En el punto 2 se recolectaron 205.48 gr de muestra, cuya distribución se dio de la siquiente forma: 75.22% arena, 21.53% limo y arcilla y 3.26% de grava. Mismos porcentajes que se traducen a 154.56gr de arena, 44.24gr de limo y arcilla y 6.7gr de grava respectivamente.

Distribución granulométrica % -M₂ Grava Arena Finos 3% 22% 75%

Figura Nº IV-20: Distribución granulométrica de la estación M2.

Fuente: YILPORTECU S.A. 2017 Elaboración: CONSULSUA C. Ltda. 2017

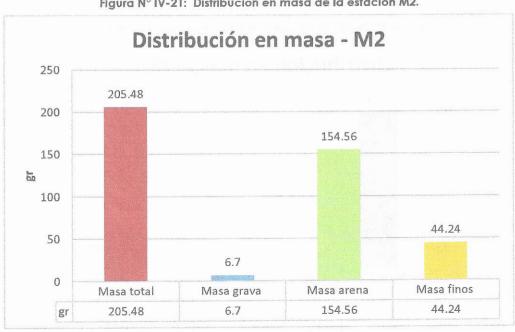


Figura N° IV-21: Distribución en masa de la estación M2.

YILPORTECU S.A.	Estudio de Oceanografía y depósito de sedimentos en el área de depósito para el dragado del Canal de Acceso al Terminal Portuaria de Puerto Bolívar		Página
CONSULSUA C, Ltda.	VERSIÓN 0	Fecha: Septiembre 2017	29



Muestra # 3 - Interpretación:

En el punto 3 se recolecto una muestra de 82.59 gr, de la cual se dio una distribución de 63.8% para limo y arcilla y 36.2% de arena. En esta muestra no se halló presencia de grava según los análisis granulométricos efectuados. Por lo tanto, la distribución en masa fue de 52.69 gr para limo y arcilla y 29.9gr de arena.

Distribución granulométrica % - M3 Grava Arena Finos 0% 36% 64%

Figura Nº IV-22: Distribución granulométrica de la estación M3.

Fuente: YILPORTECU S.A. 2017 Elaboración: CONSULSUA C. Ltda. 2017

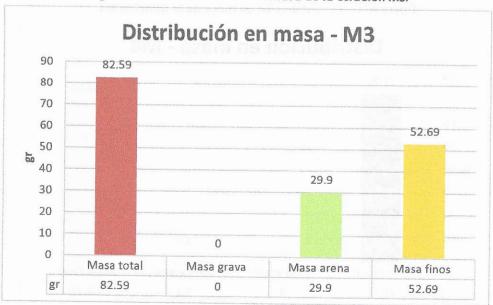


Figura Nº IV-23: Distribución en masa de la estación M3.

YILPORTECU S.A.	Estudio de Oceanografía y depósito de sedimentos en el área de depósito para el dragado del Canal de Acceso al Terminal Portuaria de Puerto Bolívar	Informe de Oceanografía	Página
CONSULSUA C. Ltda.	VERSIÓN 0	Fecha: Septiembre 2017	30



Muestra # 4 - Interpretación:

Del punto 4 se recolectaron 71.75gr de los cuales el 95.68% correspondió a partículas finas (limo y arcilla) y el 4.32% restante a arena. No se encontró presencia de grava en los análisis llevados a cabo, por lo tanto, la distribución en masa fue de 68.65 gr de limo y arcilla y 3.1 gr de arena.

Distribución granulométrica % -**M4** Grava Arena Finos 0% 4% 96%

Figura N° IV-24: Distribución granulométrica de la estación M4.

Fuente: YILPORTECU S.A. 2017 Elaboración: CONSULSUA C. Ltda. 2017



Figura Nº IV-25: Distribución en masa de la estación M4.

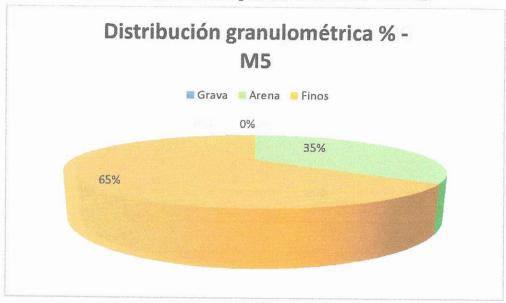
The second secon	YILPORTECU S.A.	Estudio de Oceanografía y depósito de sedimentos en el área de depósito para el dragado del Canal de Acceso al Terminal Portuaria de Puerto Bolívar	Informe de Oceanografía	Página
	CONSULSUA C. Ltda.	VERSIÓN 0	Fecha: Septiembre 2017	31



Muestra # 5 - Interpretación:

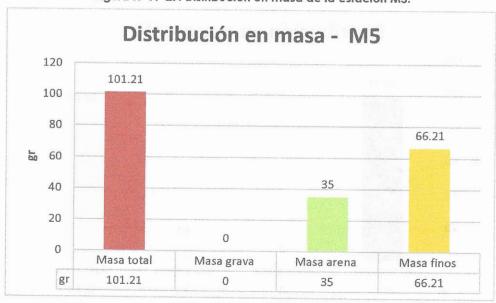
En el punto 5 la masa total recolectada fue de 101.21 gr, y el porcentaje de distribución dado fue de 65.42% para partículas finas, como limo y arcilla y 34.58% de arena. No se reportó la presencia de gravas. Por consiguiente la masa de partículas finas fue de 66.21 gr y de arena 35 gr respectivamente.

Figura N° IV-26: Distribución granulométrica de la estación M5.



Fuente: YILPORTECU S.A. 2017 Elaboración: CONSULSUA C. Ltda, 2017

Figura N° IV-27: Distribución en masa de la estación M5.



YILPORTECU S.A.	Estudio de Oceanografía y depósito de sedimentos en el área de depósito para el dragado del Canal de Acceso al Terminal Portuaria de Puerto Bolívar	Informe de Oceanografía	Página
CONSULSUA C. Ltda.	VERSIÓN 0	Fecha: Septiembre 2017	32



Muestra #6 - Interpretación:

La muestra correspondiente al punto 6 presentó una masa de 98.14gr y según los ensayos realizados la distribución dada según su tamaño en porcentaje fue de 88.64% de partículas finas (limo y arcilla) y de 9.5% de arena. La masa correspondiente fue de 88.64gr para limo y arcilla y 9.5gr de arena. No se presentó presencia de grava.

Distribución granulométrica % -■ Grava ■ Arena ■ Finos 10% 0%

Figura N° IV-28: Distribución granulométrica de la estación M6.

Fuente: YILPORTECU S.A. 2017 Elaboración: CONSULSUA C. Ltda. 2017

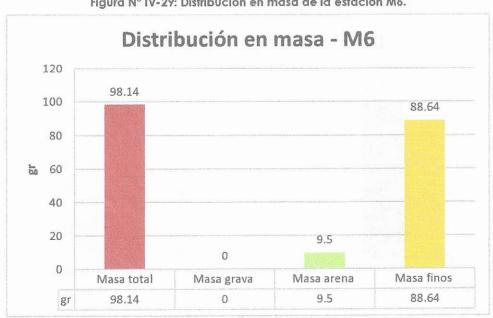


Figura Nº IV-29: Distribución en masa de la estación M6.

YILPORTECU S.A.	Estudio de Oceanografía y depósito de sedimentos en el área de depósito para el dragado del Canal de Acceso al Terminal Portuaria de Puerto Bolívar	Informe de Oceanografía	Página
CONSULSUA C. Ltda.	VERSIÓN 0	Fecha: Septiembre 2017	33



Muestra #7 - Interpretación:

La muestra colectada en el punto 7 tuvo una masa de 83.43%, cuya distribución en porcentaje según el tamaño de partículas fue de 91.61% para partículas finas como limo y arcilla, y 8.39% para arena. La masa reportada fue de 76.43 gr para partículas finas, y 7 gr para arena. No se encontró presencia de grava en la muestra.

Distribución granulométrica % - M7 Grava Arena Finos 0% 8% 92%

Figura Nº IV-30: Distribución granulométrica de la estación M7.

Fuente: YILPORTECU S.A. 2017 Elaboración: CONSULSUA C. Ltda. 2017

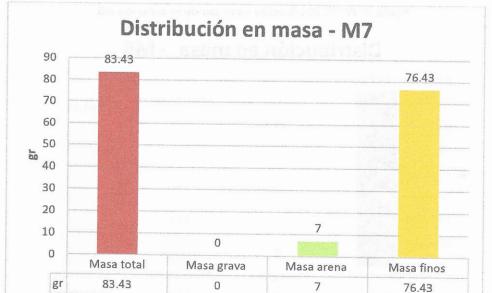


Figura N° IV-31: Distribución en masa de la estación M7.

Fuente: YILPORTECU S.A. 2017 Elaboración: CONSULSUA C. Ltda. 2017

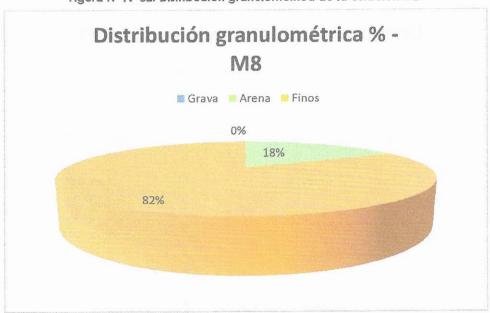
YILPORTECU S.A.	Estudio de Oceanografía y depósito de sedimentos en el área de depósito para el dragado del Canal de Acceso al Terminal Portuaria de Puerto Bolívar	Informe de Oceanografía	Página
CONSULSUA C. Ltda.	VERSIÓN 0	Fecha: Septiembre 2017	34



Muestra #8 - Interpretación:

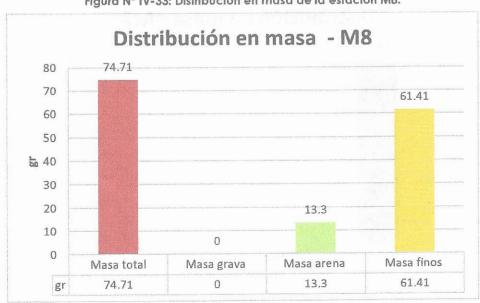
La muestra recolectada en el punto 8 tuvo una masa de 74.71 gr con un porcentaje de distribución de 82.2% de partículas finas como limo y arcilla. Y de 17.8% para arena. No se encontró presencia de grava en la muestra recolectada. La masa de partículas finas encontrada fue de 61.41 gr mientras que de arena fue de 13.3 gr.

Figura Nº IV-32: Distribución granulométrica de la estación M8.



Fuente: YILPORTECU S.A. 2017 Elaboración: CONSULSUA C. Ltda. 2017

Figura Nº IV-33: Distribución en masa de la estación M8.



Fuente: YILPORTECU S.A. 2017
Elaboración: CONSULSUA C. Ltda. 2017

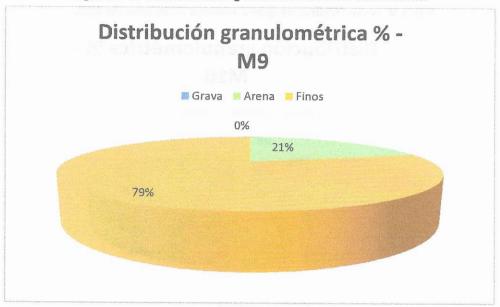
YILPORTECU S.A.	Estudio de Oceanografía y depósito de sedimentos en el área de depósito para el dragado del Canal de Acceso al Terminal Portuaria de Puerto Bolívar		Página
CONSULSUA C. Ltda.	VERSIÓN 0	Fecha: Septiembre 2017	35



Muestra #9 - Interpretación:

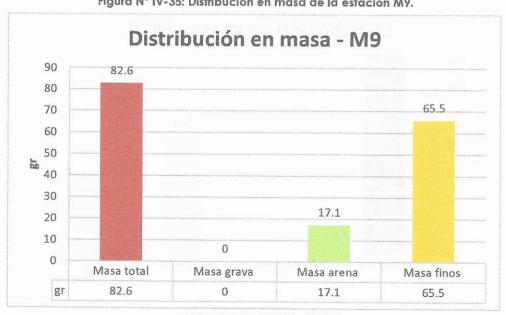
La muestra tomada en el punto 9 tuvo un peso de 82.6gr, de los cuales, el porcentaje de distribución según el tipo de partícula se dio de la siguiente forma: partículas finas 79.3%, arena 20.7% sin presencia de grava. El peso correspondiente a partículas finas fue de 65.5gr mientras que para arena fue de 17.1gr.

Figura N° IV-34: Distribución granulométrica de la estación M9.



Fuente: YILPORTECU S.A. 2017 Elaboración: CONSULSUA C. Ltda. 2017

Figura Nº IV-35: Distribución en masa de la estación M9.



Fuente: YILPORTECU S.A. 2017

Flahoración CONSTILSTIA C 11da 2017

YILPORTECU S.A.	Estudio de Oceanografía y depósito de sedimentos en el área de depósito para el dragado del Canal de Acceso al Terminal Portuaria de Puerto Bolívar		Página
CONSULSUA C. Ltda.	VERSION 0	Fecha: Septiembre 2017	36



Muestra #10 - Interpretación:

20

0

Masa total

131.69

La muestra correspondiente al punto 10 tuvo una masa total de 131.69gr. La distribución según el tipo de partícula se dio de la siguiente forma: el 85,1% correspondió a arena, mientras que un 46.59% fueron partículas finas (limo y arcilla). No se halló presencia de grava. La masa correspondiente a partículas finas fue de 46.59 gr, mientras que para arena fue de 85.1 gr.

Distribución granulométrica % -M₁₀ 🏿 Grava 🚨 Arena 🔼 Finos 0% 35% 65%

Figura Nº IV-36: Distribución granulométrica de la estación M10.

Fuente: YILPORTECU S.A. 2017 Elaboración: CONSULSUA C. Ltda. 2017



Figura Nº IV-37: Distribución en masa de la estación M10.

Fuente: YILPORTECU S.A. 2017 Elaboración: CONSULSUA C. Ltda. 2017

Masa arena

Masa finos

46.59

0

Masa grava

0

YILPORTECU S.A.	Estudio de Oceanografía y depósito de sedimentos en el área de depósito para el dragado del Canal de Acceso al Terminal Portuaria de Puerto Bolívar	Informe de Oceanografía	Página
CONSULSUA C. Ltda.	VERSIÓN 0	Fecha: Septiembre 2017	37



Muestra #11 - Interpretación:

En el punto 11 la muestra fue recolectada con 104.63 gr de masa. La distribución dada en porcentaje según el tipo de partículas fue de 77.54% para partículas finas (limo y arcilla) y de 23.5% para arena. No se halló la presencia de grava en la muestra. La masa correspondiente a partículas finas fue de 104.63gr y de arena de 23.5gr respectivamente.

Distribución granulométrica % M11

Grava Arena Finos

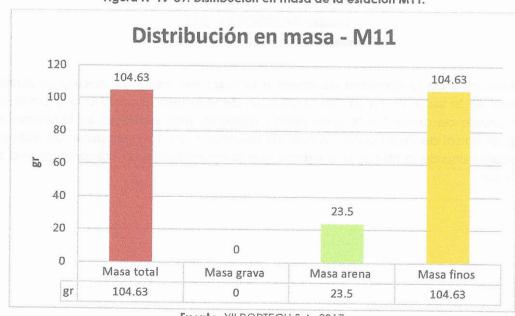
0%

22%

Figura N° IV-38: Distribución granulométrica de la estación M11.

Fuente: YILPORTECU S.A. 2017
Elaboración: CONSULSUA C. Ltda. 2017

Figura Nº IV-39: Distribución en masa de la estación M11.



Fuente: YILPORTECU S.A. 2017 Elaboración: CONSULSUA C. Ltda. 2017

YILPORTECU S.A.	Estudio de Oceanografía y depósito de sedimentos en el área de depósito para el dragado del Canal de Acceso al Terminal Portuaria de Puerto Bolívar		Página
CONSULSUA C. Ltda.	VERSIÓN 0	Fecha: Septiembre 2017	38



Distribución gravimétrica según el tipo de partícula en cada muestra

Como se muestra en la figura inferior, los niveles de grava obtenidos a partir de los monitoreos no reflejan cantidades significativas en cuanto a masa en 2 de los 11 puntos muestreados, donde las estaciones que presentan presencia de grava se ubican en la parte media del canal de acceso al puerto.

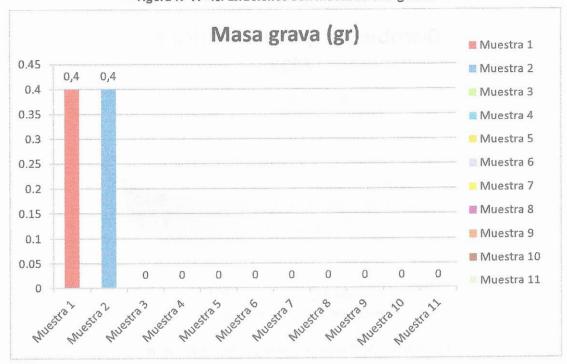


Figura N° IV-40: Estaciones con muestreo con grava.

Fuente: YILPORTECU S.A. 2017

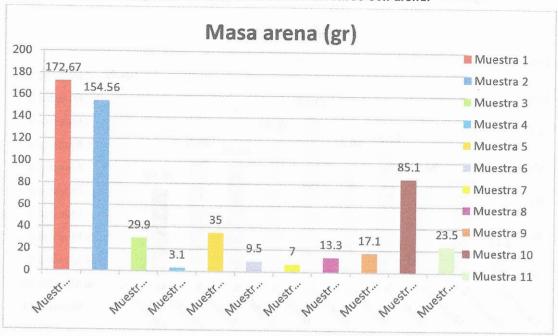
Elaboración: CONSULSUA C. Ltda. 2017

La distribución de la cantidad de arena a lo largo del canal de acceso se puede visualizar en la siguiente figura. En la estación de Muestreo 10 muestra una cantidad considerable de arena frente a las demás muestras, esto es reflejo de la ubicación geográfica real de cada punto, donde las muestras 1, 2 y 10 se localizan de manera adyacente una de la otra, lo que explica que la acumulación de arena se debe a su ubicación.

YILPORTECU S.A.	Estudio de Oceanografía y depósito de sedimentos en el área de depósito para el dragado del Canal de Acceso al Terminal Portuaria de Puerto Bolívar		Página
CONSULSUA C. Ltda.	VERSION 0	Fecha: Septiembre 2017	39

YILPORTECU S.A.





Fuente: YILPORTECU S.A. 2017
Elaboración: CONSULSUA C. Ltda. 2017

En cuanto a la presencia de material fino (limo y arcilla) se puede apreciar como lo refleja el grafico, que existen valores elevados en general, y en cada una de las muestras recolectadas a lo largo del canal, donde los valores mayores se ubican en los puntos 6 y 11, que geográficamente corresponden a la entrada del canal y la zona del puerto respectivamente. Esto denota una distribución homogénea de material de lavado a lo largo del canal de acceso al Puerto Bolívar.

YILPORTECU S.A.	Estudio de Oceanografía y depósito de sedimentos en el área de depósito para el dragado del Canal de Acceso al Terminal Portuaria de Puerto Bolívar	Informe de Oceanografía	Página
CONSULSUA C. Ltda.	VERSIÓN 0	Fecha: Septiembre 2017	40

YILPORTECU

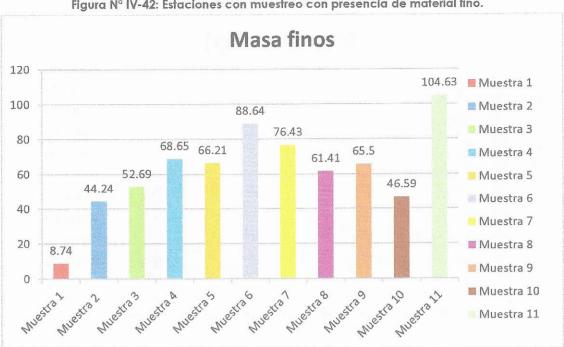


Figura N° IV-42: Estaciones con muestreo con presencia de material fino.

Fuente: YILPORTECU S.A. 2017 Elaboración: CONSULSUA C. Ltda. 2017

En base a los resultados obtenidos por medio de los ensayos efectuados, se puede concluir que las muestras recolectadas a lo largo del canal de acceso Puerto Bolívar presentan una cantidad predominante de partículas finas (limos y arcillas). Las partículas sólidas de mayor tamaño también llamadas arrastre de fondo, no fueron halladas en niveles significativos, apareciendo en solo 2 de 11 estaciones de muestreo, en los cuales también se hallaron elevadas concentraciones de arena.

Para objetivos de este documento se procede a determinar la siguiente distribución:

- Finos (cuyo diámetro promedio es 0.075 mm)
- Arena (cuyo diámetro promedio es 0.3 mm)
- Grava (cuyo diámetro promedio es 4.75 mm)

YILPORTECU S.A.	Estudio de Oceanografía y depósito de sedimentos en el área de depósito para el dragado del Canal de Acceso al Terminal Portuaria de Puerto Bolívar		
CONSULSUA C. Ltda	VERSIÓN 0	Fecha: Septiembre 2017	41



PARA EL DRAGADO DEL CANAL DE ACCESO AL TERMINAL PORTUARIA DE PUERTO BOLÍVAR ESTUDIO DE OCEANOGRAFIA Y DEPOSITO DE SEDIMENTOS EN EL AREA DE DEPOSITO

Figura Nº IV-43: Cantidad de arena, grava y finos en las estaciones de muestreo.



Fuente: YILPORTECU S.A. 2017 Elaboración: CONSULSUA C. Ltda. 2017

	Página		42
буйнительная Аладания правина Анадания министальная иншистальная избальный себень подавлення выпользования выс В	Informe de Oceanografía	The first of the second control of the second of the secon	Fecha: Septiembre 2017
Control of the contro	2.5		VERSION 0
VII DORTEOUS A		CONDITION OF THE	CONCLOUR C. LIIA,



5.2 Análisis de las corrientes y mareas

Previo al modelamiento de la sedimentación en el área de estudio, fue pertinente la recolección de información oceanográfica, como es la profundidad del sitio de depósito, y los datos de velocidad y dirección referentes a las corrientes marinas (flujo y reflujo) que lo interceptan.

La información de las profundidades se obtuvo de la batimetría realizada por el equipo consultor, con la cual se realizó un mapa del perfil subacuático de la zona de depósito, donde se realizará la disposición final del sedimento.

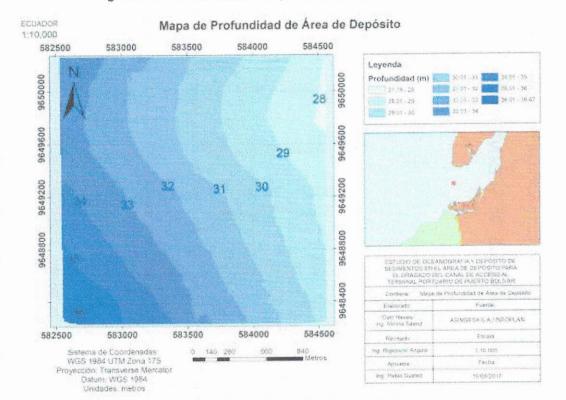


Figura N° IV-44: Variación de la profundidad del área de depósito.

Flaboración: CONSULSUA C. Ltda. 2017

Las profundidades abarcadas por el área del sitio de depósito comprenden desde la cota -27m hasta la cota -36m. Sin embargo, se tomó en cuenta para la ejecución del modelamiento, la distancia que recorre el sedimento desde la superficie hasta alcanzar los -27m, a tres niveles de profundidad: superficie, medio y fondo.

Es necesario destacar que para el presente estudio de modelamiento se consideró el desplazamiento tanto horizontal como vertical de las partículas de sedimento por acción de las mareas que influyen en cada nivel de profundidad. Siendo así, se estratificó de la siguiente forma el modelo de dispersión, para la capa superficial de 0 – 9 m, la capa media de 9 - 18 m y la capa de fondo de 18 - 27 m.

YILPORTECU S.A.	Estudio de Oceanografía y depósito de sedimentos en el área de depósito para el dragado del Canal de Acceso al Terminal Portuaria de Puerto Bolívar		Página
CONSULSUA C. Ltda.	VERSION 0	Fecha: Septiembre 2017	43

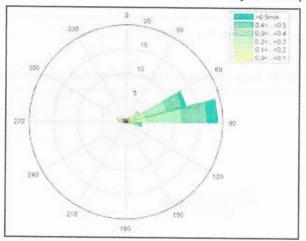


Tabla N° IV-6 Profundidades estratificadas

PROFUNDIDAD	(m)
SUPERFICIE	0 - 9m
MEDIO	9 - 18m
FONDO	18 - 27m

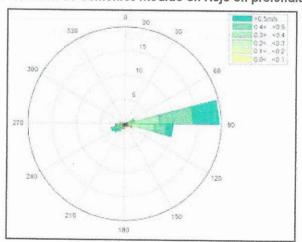
En base a las consideraciones anteriormente citadas, los resultados obtenidos a partir de la recolección de información in situ pertinente a las corrientes marinas fueron los siguientes:

Figura N° IV-45: Rosa de corrientes medido en Flujo en la superficie.



Elaboración: CONSULSUA C. Ltda. 2017

Figura Nº IV-46: Rosa de corrientes medido en Flujo en profundidad media.



YILPORTECU S.A.	Estudio de Oceanografía y depósito de sedimentos en el área de depósito para el dragado del Canal de Acceso al Terminal Portuaria de Puerto Bolívar	Informe de Oceanografía	Página
CONSULSUA C. Ltda.	VERSION 0	Fecha: Septiembre 2017	ΔΔ



Figura Nº IV-47: Rosa de corrientes medido en Flujo en fondo.

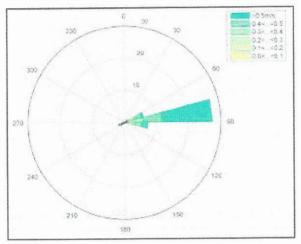
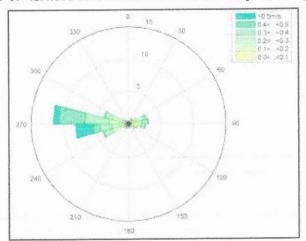


Figura Nº IV-48: Rosa de corrientes medido en Reflujo en la superficie.



YILPORTECU S.A.	Estudio de Oceanografía y depósito de sedimentos en el área de depósito para el dragado del Canal de Acceso al Terminal Portuaria de Puerto Bolivar	Informe de Oceanografía	Página
CONSULSUA C. Ltda.	VERSIÓN 0	Fecha: Septiembre 2017	45



Figura N° IV-49: Rosa de corrientes medido en Reflujo en profundidad media.

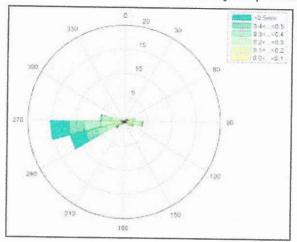
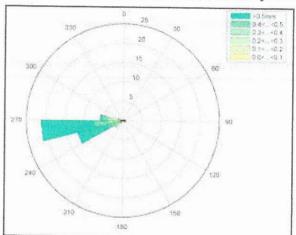


Figura N $^{\circ}$ IV-50: Rosa de corrientes medido en Reflujo en fondo.



	Estudio de Oceanografía y depósito de sedimentos en el área de depósito para el dragado del Canal de Acceso al Terminal Portuaria de Puerto Bolívar	Informe de Oceanografia	Página
CONSULSUA C. Ltda.	VERSIÓN 0	Fecha: Septiembre 2017	46



Figura Nº IV-51: Histograma de velocidad medida en Flujo en la superficie.

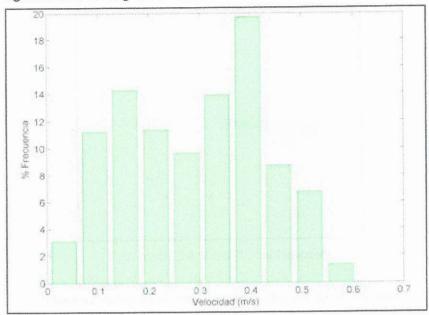


Figura Nº IV-52: Histograma de velocidad medida en Flujo en profundidad media.

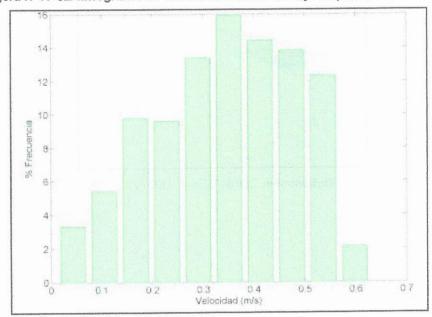
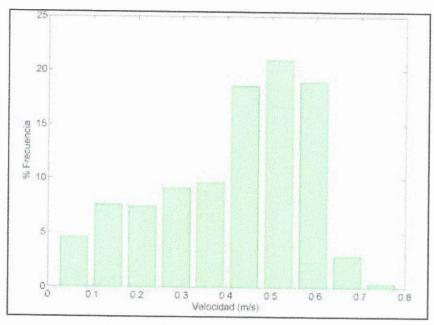


Figura Nº IV-53: Histograma de velocidad medida en Flujo en fondo.

YILPORTECU S.A.	Estudio de Oceanografía y depósito de sedimentos en el área de depósito para el dragado del Canal de Acceso al Terminal Portuaria de Puerto Bolivar	Informe de Oceanografía	Página
CONSULSUA C. Ltda.	VERSIÓN 0	Fecha: Septiembre 2017	47

YILPORTECU S.A.



Elaboración: CONSULSUA C. Ltda. 2017

Figura N° IV-54: Histograma de velocidad medida en Reflujo en la superficie.

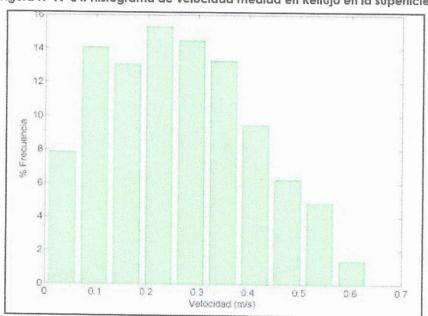


Figura Nº IV-55: Histograma de velocidad medida en Reflujo en profundidad media

YILPORTECU S.A.	Estudio de Oceanografía y depósito de sedimentos en el área de depósito para el dragado del Canal de Acceso al Terminal Portuaria de Puerto Bolívar	Informe de Oceanografia	Página
CONSULSUA C. Ltda.	VERSIÓN 0	Fecha: Septiembre 2017	48



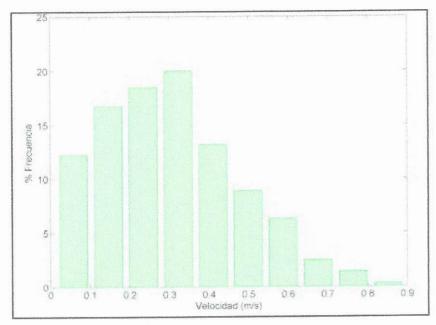


Figura Nº IV-56: Histograma de velocidad medida en Reflujo en fondo.

Elaboración: CONSULSUA C. Ltda. 2017

En base a los resultados obtenidos en los estudios oceanográficos descritos anteriormente, se determinó que las velocidades del cuerpo de agua a emplear para la ejecución del modelo de dispersión de sedimentos para el sitio de depósito serán distribuidos a diferentes profundidades, como se expone en la tabla siguiente:

YILPORTECU S.A.	Estudio de Oceanografía y depósito de sedimentos en el área de depósito para el dragado del Canal de Acceso al Terminal Portuaria de Puerto Bolívar	Informe de Oceanografía	Página
CONSULSUA C. Ltda.	VERSION 0	Fecha: Septiembre 2017	49

YILPORTECU S.A.

Tabla Nº IV-7 Velocidades de corrientes en el sitio de depósito

Profundidad	Velocidad	Dirección	Estado de
Troibinaidad	m/s		Marea
SUP. (9m)	0.61	NE	Flujo
301. (7111)	0.65	SW	Reflujo
MEDIO (18m)	0.59	NE NE	Flujo
MILDIO (18III)	0.89	SW	Reflujo
FONDO (27m)	0.66	NE	Flujo
101400 (27111)	0.94	SW	Reflujo

Elaboración: CONSULSUA C. Ltda. 2017

5.2 Aplicación del modelamiento

Para la determinación de la velocidad de sedimentación, se utilizó información obtenida a partir de los informes de granulometría descritos en los numerales anteriores, se debe de considerar los distintos tamaños identificados por lo que se consideró procedente clasificarlos en partículas finas, medias y gruesas diferenciadas por el diámetro de la partícula.

Además, a partir de los análisis realizados por el equipo consultor sobre las características oceanográficas del área de estudio, se pudo obtener la viscosidad del fluido, y densidad del mismo.

Para lo cual se toman las siguientes consideraciones:

- La partícula se considera como una esfera expresada a través de diámetro equivalente acorde a la distribución de tamaño que se describe en el numeral anterior.
- El diámetro de la partícula más pequeña hallada en los análisis de granulometría realizados fue de 0.75x10-5 m, este tamaño representa a los componentes más finos que existen en el sitio, 0.075 milímetros, como diámetro mediano en representación de arenas gruesas 0.0003 m, es decir, 0.8 milímetros y como diámetro máximo en representación de la fracción de grava hallada en los análisis 0.425x10-3 m, es decir 4.25 milímetros.
- La densidad del sedimento se lo considera homogéneo, y acorde a lo descrito por el laboratorio por lo que nos permite determinar un valor de 2.297,7 kg/m³.
- Se considera una temperatura uniforme del océano pacífico de 24.5°C, lo que permite determinar el valor de densidad de 1023 kg/m³ y viscosidad 967 x 10-6 N seg/m² del océano.
- Se considera al cuerpo de agua según el Número de Reynolds como un fluido laminar dada su velocidad de movimiento.
- Las profundidades abarcadas por el área del sitio de depósito comprenden desde la cota -27m hasta la cota -36m. Sin embargo, se tomó en consideración

YILPORTECU S.A.	Estudio de Oceanografía y depósito de sedimentos en el área de depósito para el dragado del Canal de Acceso al Terminal Portuaria de Puerto Bolívar	Informe de Oceanografia	Página
CONSULSUA C. Ltda.	VERSIÓN 0	Fecha: Septiembre 2017	50



YILPORTECU S.A.

para la ejecución del modelamiento, la distancia que recorre el sedimento desde la superficie hasta alcanzar los -27m, a 3 niveles de profundidad: superficial, medio y fondo.

Con la información obtenida se determinó en primera instancia la velocidad de sedimentación, mediante la aplicación de la Ley de Stokes:

PARTÍCULAS FINAS (0.075mm):

$$V = \frac{9}{18} \left(\frac{Pp - Pf}{\mu} \right) Dp^2$$

$$V = \frac{9}{18} \left(\frac{2,297.7 - 1,023}{0,00000967} \right) (0,000075)^2$$

$$V = 3.7 \times 10-3 \text{m/seg}$$

Dónde:

V: velocidad de sedimentación (m/s)

Dp: diámetro de la partícula, que conforma el sedimento 0.075x10-5 m

μ: es la viscosidad del océano Pacífico a 25°C; 967 x 10-6 N seg/m²

Pp: densidad de la partícula se toma la densidad el sedimento 2.297.7 kg/m³.

Pf: densidad del fluido, es la densidad del océano Pacifico a 25°C; 1023 kg/m³

Para determinar el tiempo que requiere el sedimento para llegar al fondo se utilizó la siguiente formula:

$$Velocidad = \frac{espacio}{tiempo} = V = \frac{x}{t}$$
$$t = \frac{x}{V}$$

t: tiempo

x: distancia (profundidad)

V= 3.7 x10-3m/seg

	YILPORTECU S.A.	Estudio de Oceanografía y depósito de sedimentos en el área de depósito para el dragado del Canal de Acceso al Terminal Portuaria de Puerto Bolívar	Informe de Oceanografía	Página
-	CONSULSUA C. Ltda.	VERSION 0	Fecha: Septiembre 2017	51



YILPORTECU S A

Tabla N° IV-8 El tiempo promedio de deposición de partículas finas

Profundi		po de ntación	
m	segundos	horas	
Superficie	0-9	2427.55	0.67
Medio	9-18	2427.55	0.67
Fondo	18-27	2427.55	0.67
		7282.65	2.02

Elaboración: CONSULSUA C. Ltda. 2017

Para la determinación de la distancia en la que serán depositados los sedimentos en condiciones de flujo y reflujo se calculara mediante la siguiente formula:

$$x = V * t$$

X: distancia

V: velocidad de cuerpo de agua

t: tiempo

PARTÍCULAS MEDIANAS (0.3 mm):

$$V = \frac{9}{18} \left(\frac{Pp - Pf}{\mu} \right) Dp^2$$

$$V = \frac{9}{18} \left(\frac{2,297.7 - 1,023}{0,00000967} \right) (0,0003)^2$$

$$V = 0.059 \text{ m/seg}$$

Dónde:

V: velocidad de sedimentación (m/s)

Dp: diámetro de la partícula, que conforma el sedimento $0.3x10^{-4}$ m μ : es la viscosidad del océano Pacifico a 25°C; 967 x 10^{-6} N seg/m²

Pp: densidad de la partícula se toma la densidad el sedimento 2.297.7 kg/m³. Pf: densidad del fluido, es la densidad del océano Pacifico a 25°C; 1023 kg/m³

Para determinar el tiempo que requiere el sedimento para llegar al fondo se utilizó la siguiente formula:

$$Velocidad = \frac{espacio}{tiempo} = V = \frac{x}{t}$$
$$t = \frac{x}{V}$$

t: tiempo

x: distancia (profundidad)

V= 0.059 m/seg

YILPORTECU S.A.	Estudio de Oceanografía y depósito de sedimentos en el area de depósito para el dragado del Canal de Acceso al Terminal Portuaria de Puerto Bolívar	Informe de Oceanografia	Página
CONSULSUA C. Ltda.	VERSION 0	Fecha: Septiembre 2017	52



YILPORTECU S.A.

Tabla Nº IV-9 El tiempo promedio de deposición de la arena

Profundidad			oo de ntación
m		segundos	horas
Superficie	0-9	151.72	0.042
Medio	9-18	151.72	0.042
Fondo	18-27	151.72	0.042
		455.17	0.13

Elaboración: CONSULSUA C. Ltda. 2017

PARTÍCULAS GRUESAS (4.75mm):

$$V = \frac{9}{18} \left(\frac{Pp - Pf}{\mu} \right) Dp^2$$

$$V = \frac{9}{18} \left(\frac{2,297.7 - 1,023}{0,00000967} \right) (0,00475)^2$$

$$V = 14.87 \text{ m/seg}$$

Dónde:

V: velocidad de sedimentación (m/s)

Dp: diámetro de la partícula, que conforma el sedimento 4.75x10-3 m

u: es la viscosidad del océano Pacifico a 25°C; 967 x 10-6 N seg/m²

Pp: densidad de la partícula se toma la densidad el sedimento 2.297.7 kg/m³.

Pf: densidad del fluido, es la densidad del océano Pacifico a 25°C; 1023 kg/m³

Para determinar el tiempo que requiere el sedimento para llegar al fondo se utilizó la siguiente formula:

$$Velocidad = \frac{espacio}{tiempo} = V = \frac{x}{t}$$
$$t = \frac{x}{V}$$

t: tiempo

x: distancia (profundidad)

V= 14.87 m/seg

Tabla Nº IV-10 El tiempo promedio de deposición de la grava

Profundidad		Tiempo sediment	
m	r phy T	segundos	min
Superficie	0-9	0.60	0.01
Medio	9-18	0.60	0.01
Fondo	18-27	0.60	0.01
		1.82	0.030

YILPORTECU S.A.	Estudio de Oceanografía y depósito de sedimentos en el área de depósito para el dragado del Canal de Acceso al Terminal Portuaria de Puerto Bolívar		
CONSULSUA C. Ltda.	VERSIÓN 0	Fecha: Septiembre 2017	53



YILPORTECU S A

Para la determinación de la distancia en la que serán depositados los sedimentos en condiciones de flujo y reflujo se calculara mediante la siguiente formula:

x = V * t

X: distancia

V: velocidad de cuerpo de agua

t: tiempo

Los datos de las corrientes del cuerpo de agua fueron obtenidas en base a los monitoreos realizados por el equipo consultor, obteniendo que:

La mayor velocidad de corriente superficial durante la corriente de flujo fue de 0.61 m/s, al igual que a nivel medio donde se registró 0.59 m/s, mientras que a nivel de fondo fue de 0.66 m/s. Así mismo, se registró durante el reflujo con velocidades máximas a nivel superficial 0.65 m/s, a nivel medio 0.89 m/s y a nivel de fondo 0.94 m/s.

Tabla Nº IV-11 Velocidades de corrientes en el sitio de depósito

Profundidad	Velocidad	Dirección	Estado de	
rioiuiididda	m/s		Marea	
SUP. (9m)	0.61	NE	Flujo	
30F. (7III)	0.65	SW	Reflujo	
MEDIO (18m)	0.59	NE	Flujo	
MEDIO (10111)	0.89	SW	Reflujo	
FONDO (27m)	0.66	NE	Flujo	
101100 (2/111)	0.94	SW	Reflujo	

YILPORTECU S.A.	Estudio de Oceanografía y depósito de sedimentos en el área de depósito para el dragado del Canal de Acceso al Terminal Portuaria de Puerto Bolívar	Informe de Oceanografia	Página
CONSULSUA C. Ltda.	VERSIÓN 0	Fecha: Septiembre 2017	54

4.2.2 Resultados

Las distancias aproximadas del trayecto que recorrerán los sedimentos por efecto de las corrientes bajo las diferentes velocidades y a las distintas profundidades del sitio de depósito se detallan en las siguientes tablas y figuras.

FINOS (0.075 mm):

FLUJO:

Tabla N° IV-12 Tiempo y distancia de sedimentación de partículas finas en Flujo

Profundidad m		Tiempo de sedimentación	Velocidad de corriente m/s	Distancia de sedimentación	
				M	km
Superficie	0-9	0.67	0.61	1480.80	1.48
Medio	9-18	0.67	0.60	1456.53	1.45
Fondo	18-27	0.67	0.76	1844,90	1.84
		2.02			4.78

Elaboración: CONSULSUA C. Ltda. 2017

REFLUJO:

Tabla Nº IV-13 Tiempo y distancia de sedimentación de partículas finas en Reflujo

Profundidad m		Tiempo de Velocidad de sediment coniente		Tiempo de Velocidad de sedime		
		Horas	m/s	m	km	
Superficie	0-9	0.67	0.65	1577.90	1.57	
Medio	9-18	0.67	0.89	2160.52	2.16	
Fondo	18-27	0.67	0.94	2281.89	2.28	
		2.02			6.02	

The control of the co	YILPORTECU S.A.	Estudio de Oceanografía y depósito de sedimentos en el área de depósito para el dragado del Canal de Acceso al Terminal Portuaria de Puerto Bolivar	Informe de Oceanografia	
	CONSULSUA C. Ltda.	VERSION 0	Fecha: Septiembre 2017	55

ARENA (0.3 mm):

FLUJO:

Tabla Nº IV-14 Tiempo y distancia de sedimentación para arena en Flujo

Profundidad m		Tiempo de sedimentación Horas	Velocidad de corriente	Distancia de sedimentación	
				km	m
Superficie	0-9	0.042	0.61	0.013	13.01
Medio	9-18	0.042	0.60	0.012	12.80
Fondo	18-27	0.042	0.76	0.016	16.21
		0.13			42.03

Elaboración: CONSULSUA C. Ltda. 2017

REFLUJO:

Tabla Nº IV-15 Tiempo y distancia de sedimentación para arena en Reflujo

Profundidad m		Tiempo de sedimentación Horas	Velocidad de corriente m/s	Distancia de sedimentación	
				km	ode m
Superficie	0-9	0.042	0.65	0.013	13.86
Medio	9-18	0.042	0.89	0.018	18.98
Fondo	18-27	0.042	0.94	0.020	20.05
		0.13			52.91

YILPORTECU S.A.	Estudio de Oceanografía y depósito de sedimentos en el área de depósito para el dragado del Canal de Acceso al Terminal Portuaria de Puerto Bolívar	Informe de Oceanografía	Página
CONSULSUA C. Ltda.	VERSIÓN 0	Fecha: Septiembre 2017	56

GRAVA (4.75 mm):

FLUJO:

Tabla Nº IV-16 Tiempo y distancia de sedimentación para grava en Flujo

Prof	undidad	Tiempo de sedimentación	Velocidad de corriente	Distancia de sedimentación	
m		Horas	m/s	km	m
Superficie	0-	9 0.00016811	0.61	0.00036918	0.36
Medio	9-1	8 0.00016811	0.60	0.00036312	0.36
Fondo	18-2	0.00016811	0.76	0.00045996	0.45
		0.00		til, commissi de sament de la commissión de sament de la commissión de sament de la commissión de la commiss	1.19

Elaboración: CONSULSUA C. Ltda. 2017

REFLUJO:

Tabla Nº IV-17 Tiempo y distancia de sedimentación para grava en Reflujo

Profundi	dad	Tiempo de sedimentación	Velocidad de corriente	Distancia de sedimentació	
m		Horas	m/s	Km	m
Superficie	0-9	0.00016811	0.65	0.00039338	0.39
Medio	9-18	0.00016811	0.89	0.00053863	0.53
Fondo	18-27	0.00016811	0.94	0.00056889	0.56
		0.00			1.42

YILF	PORTECU S.A.	Estudio de Oceanografía y depósito de sedimentos en el área de depósito para el dragado del Canal de Acceso al Terminal Portuaria de Puerto Bolivar	Informe de Oceanografía	Página
CONS	SULSUA C. Ltda.	VERSION 0	Fecha: Septiembre 2017	57



ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Acorde a los análisis y cálculos realizados se pudo determinar que los materiales finos serán los que mayor distancia recorrerán previo a su sedimentación siendo este dato el factor utilizado para determinar el área que va a requerir el sedimento ocupar para efectuar su proceso de sedimentación tanto para los materiales finos, arena y grava.

Para el estado de manera en flujo se determinó que el sedimento fino recorrerá una distancia aproximada de 4.78 Kilómetros y para el estado de marea de reflujo el sedimento fino recorrerá 6.02 Kilómetros.

En la figura siguiente se observa en un plano georreferenciado la distancia que requiere el sedimento para su total sedimentación en el cual podemos apreciar que esta área no intersecta con las riberas de la Isla Puna ni de la Isla Jambelí, por lo consiguiente no existiría una afectación a las actividades que se realizan en las riberas más cercanas al sitio de depósito del sedimento.

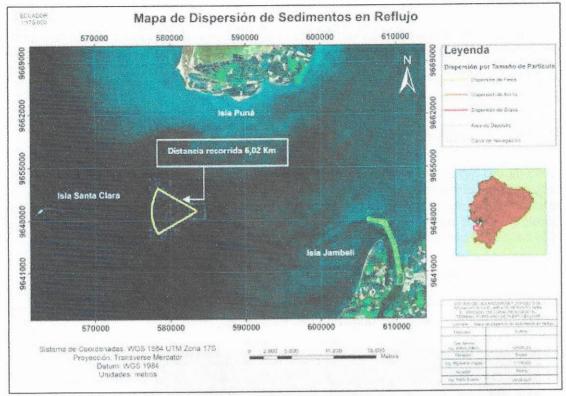
ECHADIOR FIRE SEC Mapa de Dispersión de Sedimentos en Flujo 570000 600000 610000 0006996 Leyenda Dispersión por Tamaño de Partico 9662000 9662000 Distancia recorrida 4,78 Km 9655000 9655000 Isla Santa Clara 9648000 3641000 Isla Jambel 570000 580000 590000 600000 Sistema de Coordenadas, WIGS 1964 UTM Zona 179. Prospoción, Transverse Mercator Datum WIGS 1964

Figura Nº IV-57: Modelo de dispersión de sedimentos en Flujo.

YILPORTECU S.A.	Estudio de Oceanografía y depósito de sedimentos en el área de depósito para el dragado del Canal de Acceso al Terminal Portuaria de Puerto Bolívar	Informe de Oceanografia	Página
CONSULSUA C. Ltda.	VERSIÓN 0	Fecha: Septiembre 2017	58

YILPORTECU S.A.

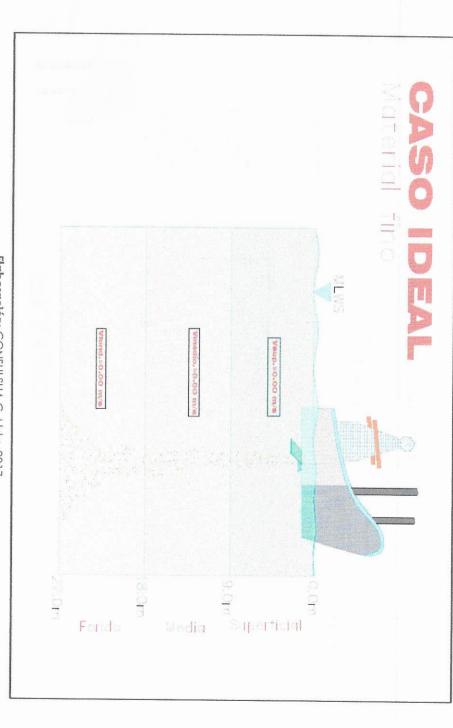
Figura Nº IV-58: Modelo de dispersión de sedimentos en Reflujo.



YILPORTECU S.A.	Estudio de Oceanografía y depósito de sedimentos en el área de depósito para el dragado del Canal de Acceso al Terminal Portuaria de Puerto Bolívar		Página
CONSULSUA C. Ltda.	VERSION 0	Fecha: Septiembre 2017	59



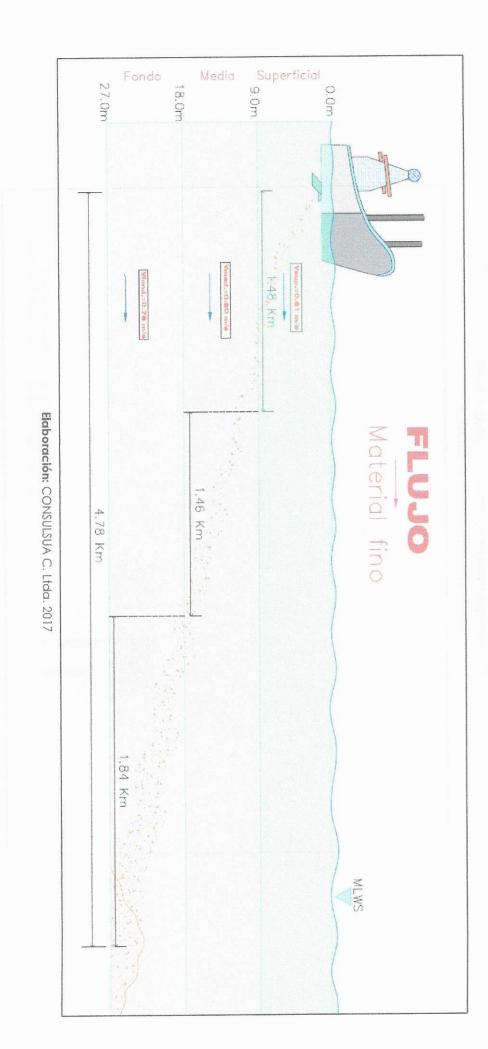
Figura Nº IV-59: Caso ideal de sedimentación del material fino.



Elaboración: CONSULSUA C. Ltda. 2017

Figura Nº IV-60: Sedimentación del material fino en Flujo.

60	Fecha: Septiembre 2017	VERSIÓN 0	CONSULSUA C. Ltda.
Página	Informe de Oceanografia	Estudio de Uceanogratia y deposito de sedimentos en el area de deposito para el dragado del Canal de Acceso al Terminal Portuaria de Puerto Bolívar	1 FT CZ I II CO 0. A.



CONSULSUA C. Ltda.

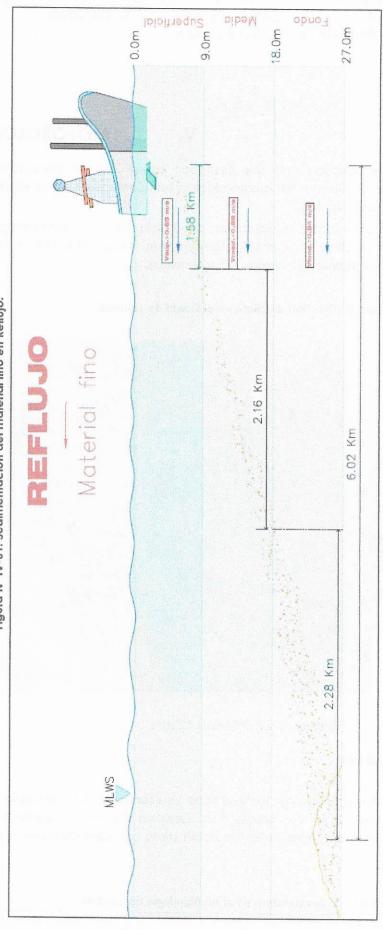
Estudio de Oceanografia y depósito de sedimentos en el área de deposito para el dragado del Canal | Informe de Oceanografia de Acceso al Terminal Portuaria de Puerto Bolívar

Fecha: Septiembre 2017

Página 61



Figura Nº IV-61: Sedimentación del material fino en Reflujo.



Elaboración: CONSULSUA C. Ltda. 2017

rafía Pagina	017 62
Informe de Oceanogi	Fecha: Septiembre 20
Estudio de Oceanografía y depósito de sedimentos en el área de depósito para el dragado del Canal de Acceso al Terminal Portuaria de Puerto Bolívar	VERSIÓN 0
YILPORTECU S.A. Estuc de Ac	NSULSUA C. Ltda.



V. METEOROLOGÍA

Para la descripción meteorológica del sitio destinado como área de depósito se ha considerado el uso de la información meteorológica relacionada al Archipiélago de Jambelí e información del Infoplan.

Mediante información del Infoplan se determina que la Isla Puná y el Archipiélago de Jambelí tienen un tipo de clima Tropical Megatérmico Semi-Árido, por lo que se estima que el Canal de Jambelí guarda las mismas características.

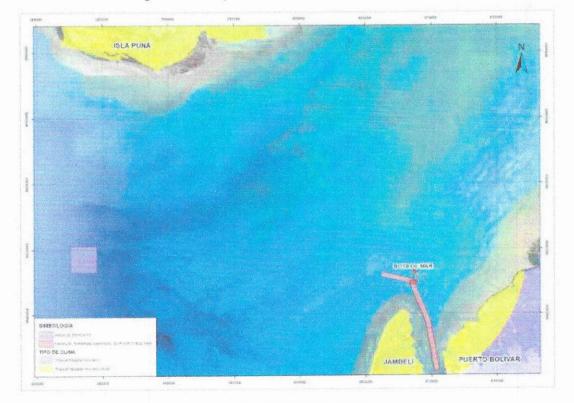


Figura N° V-1: Tipo de clima en el Canal de Jambelí.

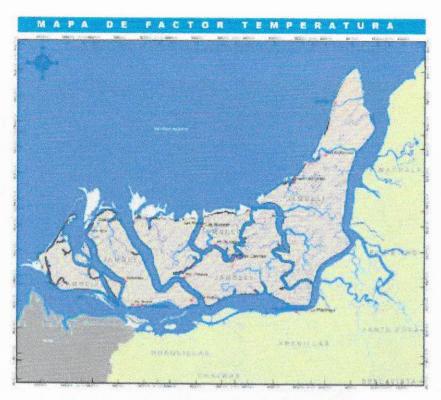
Elaboración: CONSULSUA C. Ltda.

5.1 Temperatura del aire

La temperatura en el Archipiélago de Jambelí tiene una temperatura que oscila entre los 24°C y 26°C, aumentando en dirección al Océano Pacífico y disminuyendo conforme se vaya acercando hacia las estribaciones de la cordillera de los Andes.

Figura N° V-2: Temperatura en el Archipiélago de Jambelí.

YILPORTECU S.A.	Estudio de Oceanografía y depósito de sedimentos en el área de depósito para el dragado del Canal de Acceso al Terminal Portuaria de Puerto Bolívar		Página
CONSULSUA C. Ltda.	VERSIÓN 0	Fecha: Septiembre 2017	63



Fuente: GAD Jambelí, 2015.

En la se expone la temperatura del aire para el sur de la Isla Puná y el Norte de la Isla Jambelí mediante información del Infoplan, identificando que para los dos puntos la temperatura se registra en un rango de 24°C a 26°C, el mismo que se ha determinado para el Archipiélago de Jambelí, por lo cual se estima que el Canal de Jambelí mantenga el mismo rango de temperatura.

YILPORTECU S.A.	Estudio de Oceanografía y depósito de sedimentos en el área de depósito para el dragado del Canal de Acceso al Terminal Portuaria de Puerto Bolívar	Informe de Oceanografía	Página
CONSULSUA C. Ltda.	VERSION 0	Fecha: Septiembre 2017	64



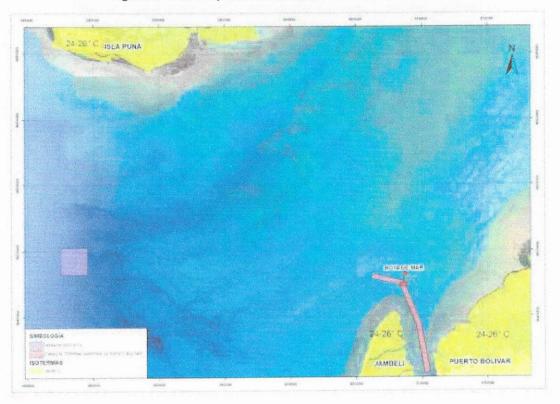


Figura N° V-3: Temperatura en la Isla Puná e Isla Jambelí.

5.2 Precipitación

Las precipitaciones en el Archipiélago de Jambelí disminuyen conforme se acerca hacia el Océano Pacífico, este fenómeno se debe a la incidencia directa de la corriente marina fría de Humboldt, que disminuye la condensación y la formación de lluvia, teniendo un rango entre 0 – 500 mm, como se aprecia en la Figura N° V-4.

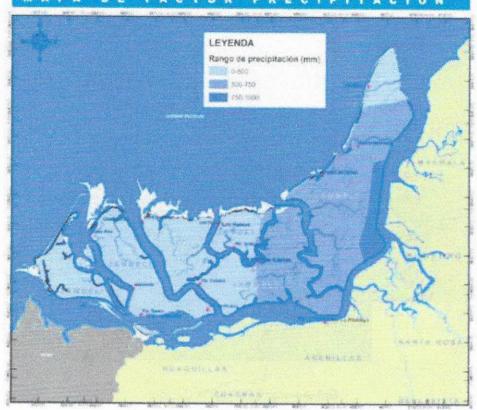
YILPORTECU S.A.	Estudio de Oceanografía y depósito de sedimentos en el área de depósito para el dragado del Canal de Acceso al Terminal Portuaria de Puerto Bolívar	Informe de Oceanografia	Página
CONSULSUA C. Ltda.	VERSIÓN 0	Fecha: Septiembre 2017	65



SEDIMENTOS EN EL AREA DE DEPOSITO PARA EL DRAGADO DEL CANAL DE ACCESO AL TERMINAL PORTUARIA DE PUERTO BOLÍVAR

FACTOR PRECIPITACIÓN LEYENDA

Figura N° V-4: Precipitaciones en el Archipiélago de Jambelí.



Fuente: GAD Jambelí, 2015.

Con información del Infoplan se evidencia que al Sur de la Isla Puná y al Norte de la Isla Jambelí se mantiene el mismo rango de precipitación expuesto anteriormente por lo que se estima que el canal de Jambelí guarde un comportamiento similar.

YILPORTECU S.A.	Estudio de Oceanografía y depósito de sedimentos en el área de depósito para el dragado del Canal de Acceso al Terminal Portuaria de Puerto Bolívar	Informe de Oceanografía	Página
CONSULSUA C. Ltda.	VERSIÓN 0	Fecha: Septiembre 2017	66



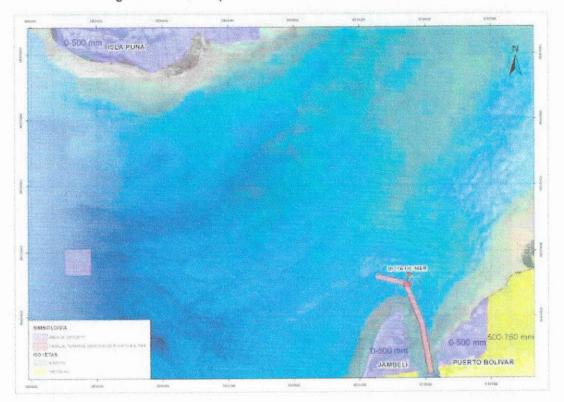


Figura N° V-5: Precipitaciones en la Isla Puná e Isla Jambelí.

5.3 Presión atmosférica

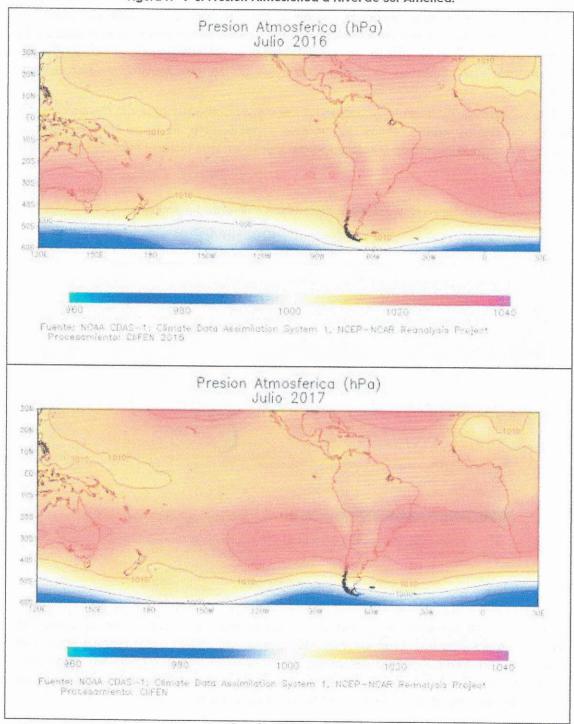
En las regiones oceánicas del trópico (30°N a 30°S), la presión a nivel del mar varía en forma inversa a la temperatura superficial del mar y, por lo tanto en términos comparativos tiende a ser mayor en aquellos lugares donde las aguas son relativamente más frías.

La menor presión atmosférica al nivel del mar se alcanza en las latitudes ecuatoriales, por ello, la zona ecuatorial es el dominio permanente de bajas presiones atmosféricas por razones dinámicas derivadas de la rotación terrestre. En la siguientes figuras se presenta la presión atmosférica para el mes de julio 2016 y julio 2017, en donde se observa que para julio 2017 la presencia de un centro de alta presión, mientras en julio 2016 este centro es de menor intensidad, situación que es normal, debido a que la presión atmosférica en un lugar determinado experimenta variaciones asociadas con los cambios meteorológicos de la región.

YILPORTECU S.A.	Estudio de Oceanografía y depósito de sedimentos en el área de depósito para el dragado del Canal de Acceso al Terminal Portuaria de Puerto Bolívar	Informe de Oceanografía	
CONSULSUA C. Ltda.	VERSION 0	Fecha: Septiembre 2017	67



Figura N° V-6: Presión Atmosférica a Nivel de Sur América.



Fuente: CIIFEN, 2017

5.4 Vientos

El viento es el movimiento del aire que se produce por diferencia de presiones en la atmósfera. El desplazamiento del aire puede ser en sentido vertical (ascenso y descenso del aire), fenómeno conocido como corriente de aire, o en sentido

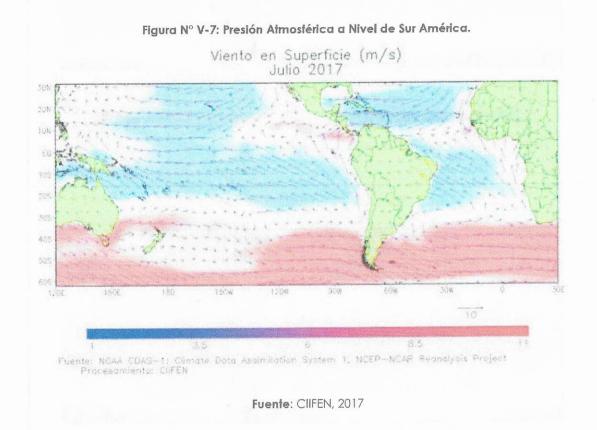
YILPORTECU S.A.	Estudio de Oceanografía y depósito de sedimentos en el área de depósito para el dragado del Canal de Acceso al Terminal Portuaria de Puerto Bolívar	Informe de Oceanografía	Página
CONSULSUA C. Ltda.	VERSIÓN 0	Fecha: Septiembre 2017	68



YILPORTECU S.A.

horizontal, denominado viento (traslado del aire de un lugar a otro sobre la superficie terrestre). El viento tiene dirección, magnitud e intensidad; la dirección del viento se entiende como la procedencia de la masa de aire en movimiento. La intensidad y la dirección del viento se miden en las estaciones meteorológicas con la ayuda de instrumentos especializados; la calma es la ausencia de todo movimiento perceptible del aire.

El Ecuador geográficamente se localiza en el cinturón ecuatorial por lo cual está bajo la acción de los vientos Alisios del Noreste y del Sureste, la Figura N° V-7 presenta información de la dirección y velocidad del viento en m/s para el mes de julio a nivel alobal.



La Figura N° V-8 presenta un mapa de observaciones del viento para el Canal de Jambelí, mediante las predicciones del portal Windfinder, las mismas que son mediciones en tiempo real haciendo uso de las estaciones meteorológicas mundiales. Las flechas indican la dirección del viento actual, la fuerza del viento se indica con los colores, las flechas apuntan en la dirección en la que sopla el viento.

Para el Canal de Jambelí se observa que la fuerza del viento dirigido a ese sector corresponde a 8 nudos, es decir 4,12 m/s.

YILPORTECU S.A.	Estudio de Oceanografía y depósito de sedimentos en el área de depósito para el dragado del Canal de Acceso al Terminal Portuaria de Puerto Bolívar		Página
CONSULSUA C. Ltda.	VERSIÓN 0	Fecha: Septiembre 2017	69

YILPORTECU S.A.

Figura N° V-8: Viento en el Canal de Jambelí.



Fuente: Windfinder, 2017

YILPORTECU S.A.	Estudio de Oceanografía y depósito de sedimentos en el área de depósito para el dragado del Canal de Acceso al Terminal Portuaria de Puerto Bolívar	Informe de Oceanografía	Pägina
CONSULSUA C. Ltda.	VERSIÓN 0	Fecha: Septiembre 2017	70



YILPORTECU S.A.

VI. CONCLUSIONES

La información presentada debe tomarse como una buena referencia para las actividades que se van a realizar, pero se debe tener en consideración que la velocidad de la corriente puede variar por la estacionalidad propia del país, en este caso las mediciones se han realizado en época seca, siendo importante contar con un referido para la época húmeda (Enero a Abril).

Las corrientes en el sitio corresponden a corrientes de marea, puesto que tienen influencia directa con el cambio de fase mareal, de las mediciones realizadas se determina que durante el reflujo o la vaciante la velocidad de la corriente es mayor en comparación con el flujo. La dirección de la corriente está claramente definida durante el flujo o llenante tiene a dirigirse hacia el NE, mientras que en el reflujo o vaciante se dirige hacia el SW.

Tanto las mediciones de velocidad como de dirección se relacionan con registros de investigadores que en su momento realizaron mediciones en el sector.

Acorde al modelamiento de la dispersión del sedimento y sus resultados se concluye que el área requerida para la sedimentación de los materiales finos bajo condiciones extremas y conservadoras de las mareas no interferirá con las actividades relacionadas al uso del recurso agua que se realizan en las riberas cercanas al área del sitio de depósito, como son las camaroneras, puesto que los sedimentos se desplazaran una distancia de 1.48 Km, del sitio de depósito, cuando la marea se encuentra en estado de flujo a nivel superficial, en el nivel medio de profundidad el sedimento fino se desplazar a una distancia de 1.46 Km y finalmente en el nivel del fondo, por sus características, el sedimento fino se desplaza alrededor de 1.84 Km, lo cual guarda relación con los resultados obtenidos en campo, referente a las mediciones de corrientes. Similar comportamiento se evidencia al realizar el modelamiento en estado de marea de reflujo, presentando un desplazamiento aproximado de los sedimentos finos de alrededor de 6.02 Km, del sitio de depósito.

La meteorología para el sitio de depósito está muy bien establecida de acuerdo a la estacionalidad del país, con información de la Isla Puná e Isla Jambelí se tiene una muy buena referencia del comportamiento meteorológico del sitio.

YILPORTECU S.A.	Estudio de Oceanografía y depósito de sedimentos en el área de depósito para el dragado del Canal de Acceso al Terminal Portuaria de Puerto Bolívar		Página
CONSULSUA C. Ltda.	VERSIÓN 0	Fecha: Septiembre 2017	71



YILPORTECU S.A.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- INAMHI. (20 de Agosto de 2017). Servicio Meteorológico. Obtenido de Servicio Meteorológico: http://www.serviciometeorologico.gob.ec/modelos-hidrometeorologicos/#
- INOCAR. (2017). Tabla de mareas y datos astronómicos del sol y la luna. En INOCAR, Tabla de marea 2017 (pág. 61). Guayaquil: Instituto Oceanográfico de la Armada.
- JAMBELÍ, G. A. (2015). Plan de desarrollo y ordenamiento territorial de Jambelí. Santa Rosa.
- MAE. (Febrero de 2009). Plan de Manejo del Refugio de Vida Silvestre Isla Santa Clara 2009-2019. Machala, Ecuador.
- Moreano, H. (1983). Interacción Océano-Atmósfera sobre la Zona Costera del Ecuador. Acta Oceanográfica del Pacífico.
- Murray, S. (1970). Circulation and Salinity distribution in the Rio Guayas Estuary, Ecuador.
- Niño, C. I. (Agosto de 2017). CIIFEN. Obtenido de CIIFEN: http://www.ciifen.org/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper<emid =346
- WINDFINDER. (Agosto de 2017). Winfinder. Obtenido de Windfinder: https://www.windfinder.com/#7/-3.212/-80.647

YILPORTECU S.A.	Estudio de Oceanografía y depósito de sedimentos en el área de depósito para el dragado del Canal de Acceso al Terminal Portuaría de Puerto Bolívar	Informe de Oceanografía	Página
CONSULSUA C. Ltda.	VERSIÓN 0	Fecha: Septiembre 2017	72

APPANTOURN HV

at menting and the second of t

and the second of the second o

n wag at an galeanal to all after the the second was also seed to