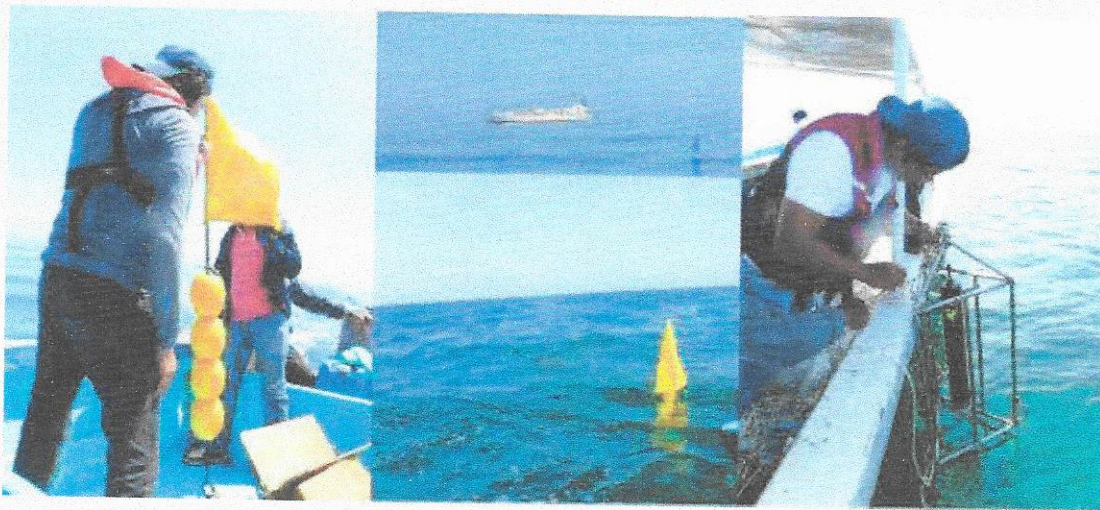


ANEXO 13

ESTUDIO DE OCEANOGRAFÍA Y DEPÓSITO DE SEDIMENTOS EN EL ÁREA DE DEPÓSITO PARA EL DRAGADO DEL CANAL DE ACCESO TERMINAL PORTUARIA DE PUERTO BOLIVAR



REALIZADO POR:



PREPARADO PARA:

YILPORTECU S.A.

Guayaquil, Agosto de 2017.

ÍNDICE DE CONTENIDO

I. INTRODUCCION.....	8
II. OBJETIVOS.....	9
2.1 OBJETIVO GENERAL.....	9
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	9
III. AREA DE ESTUDIO.....	10
IV. ESTUDIO DE OCEANOGRAFÍA.....	11
4.1 MEDICIÓN DE CORRIENTES	12
4.1.1 MÉTODO LAGRANGIANO.....	12
Velocidad superficial	14
Velocidad subsuperficial	15
4.1.2 MÉTODO EULERIANO	16
Nivel Superficial	19
Nivel Medio	20
Nivel de Fondo.....	21
4.2 MODELAMIENTO PARA DECANTACIÓN DE SEDIMENTOS.....	24
4.2.1 METODOLOGÍA	25
Descripción del área de modelamiento	25
Análisis de muestras de sedimentos.....	26
5.2 Análisis de las corrientes y mareas	43
5.2 Aplicación del modelamiento	50
4.2.2 Resultados	55
FINOS (0.075 mm):.....	55
ARENA (0.3 mm):	56
GRAVA (4.75 mm):	57
ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	58
V. METEOROLOGÍA.....	63
5.1 Temperatura del aire.....	63
5.2 Precipitación	65
5.3 Presión atmosférica.....	67
5.4 Vientos.....	68
VI. CONCLUSIONES.....	71
VII. BIBLIOGRAFÍA.....	72
VIII. ANEXOS.....	73
ANEXO A: REGISTRO FOTOGRÁFICO	73
ANEXO B: RAW DATA (DIGITAL)	74

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
CONSUSUA C. Ltda.	VERSIÓN 0	Fecha: Septiembre 2017	2



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

YILPORTECU
S.A.

ANEXO C: MAPAS TEMÁTICOS75
ANEXO D: FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS76
ANEXO E: ANÁLISIS DE LABORATORIO77

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

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura Nº I-1: Ubicación del Canal de Jambelí.....	8
Figura Nº III-1: Ubicación del área de depósito.....	10
Figura Nº IV-1: Golfo de Guayaquil.....	11
Figura Nº IV-2: Curva de marea del 08/08/2017.....	13
Figura Nº IV-3: Trayectoria de velocidades Superficiales durante el estado de Flujo y Reflujo.....	15
Figura Nº IV-4: Trayectoria de velocidades Subsuperficiales durante el estado de Flujo y Reflujo.....	16
Figura Nº IV-5: Ubicación de correntómetro ADCP.....	17
Figura Nº IV-6: Histograma de velocidad y dirección de la corriente a nivel superficial durante el flujo.....	19
Figura Nº IV-7: Histograma de velocidad y dirección de la corriente a nivel superficial durante el reflujo.....	19
Figura Nº IV-8: Gráfico vectorial registrada a nivel superficial.....	20
Figura Nº IV-9: Histograma de velocidad y dirección de la corriente a nivel medio durante el flujo.....	20
Figura Nº IV-10: Histograma de velocidad y dirección de la corriente a nivel medio durante el reflujo.....	21
Figura Nº IV-11: Gráfico vectorial registrada a nivel medio.....	21
Figura Nº IV-12: Histograma de velocidad y dirección de la corriente a nivel de fondo durante el flujo.....	22
Figura Nº IV-13: Histograma de velocidad y dirección de la corriente a nivel de fondo durante el reflujo.....	22
Figura Nº IV-14: Gráfico vectorial registrada a nivel de fondo.....	22
Figura Nº IV-15: Sitios potenciales según rango de velocidades.....	24
Figura Nº IV-16: Ubicación de camaroneras con respecto al área de depósito.....	26
Figura Nº IV-17: Estaciones de muestreo de sedimentos.....	27
Figura Nº IV-18: Distribución granulométrica de la estación M1.....	28
Figura Nº IV-19: Distribución en masa de la estación M1.....	28
Figura Nº IV-20: Distribución granulométrica de la estación M2.....	29
Figura Nº IV-21: Distribución en masa de la estación M2.....	29
Figura Nº IV-22: Distribución granulométrica de la estación M3.....	30
Figura Nº IV-23: Distribución en masa de la estación M3.....	30
Figura Nº IV-24: Distribución granulométrica de la estación M4.....	31
Figura Nº IV-25: Distribución en masa de la estación M4.....	31
Figura Nº IV-26: Distribución granulométrica de la estación M5.....	32
Figura Nº IV-27: Distribución en masa de la estación M5.....	32
Figura Nº IV-28: Distribución granulométrica de la estación M6.....	33
Figura Nº IV-29: Distribución en masa de la estación M6.....	33

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	4

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.	35
Figura N° IV-33: Distribución en masa de la estación M8.	35
Figura N° IV-34: Distribución granulométrica de la estación M9.	36
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.	37
Figura N° IV-38: Distribución granulométrica de la estación M11.	38
Figura N° IV-39: Distribución en masa de la estación M11.	38
Figura N° IV-40: Estaciones con muestreo con grava.	39
Figura N° IV-41: Estaciones con muestreo con arena.	40
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 de muestreo.	42
Figura N° IV-44: Variación de la profundidad del área de depósito.	43
Figura N° IV-45: Rosa de corrientes medido en Flujo en la superficie.	44
Figura N° IV-46: Rosa de corrientes medido en Flujo en profundidad media.	44
Figura N° IV-47: Rosa de corrientes medido en Flujo en fondo.	45
Figura N° IV-48: Rosa de corrientes medido en Reflujo en la superficie.	45
Figura N° IV-49: Rosa de corrientes medido en Reflujo en profundidad media.	46
Figura N° IV-50: Rosa de corrientes medido en Reflujo en fondo.	46
Figura N° IV-51: Histograma de velocidad medida en Flujo en la superficie.	47
Figura N° IV-52: Histograma de velocidad medida en Flujo en profundidad media.	47
Figura N° IV-53: Histograma de velocidad medida en Flujo en fondo.	47
Figura N° IV-54: Histograma de velocidad medida en Reflujo en la superficie.	48
Figura N° IV-55: Histograma de velocidad medida en Reflujo en profundidad media.	48
Figura N° IV-56: Histograma de velocidad medida en Reflujo en fondo.	49
Figura N° IV-57: Modelo de dispersión de sedimentos en Flujo.	58
Figura N° IV-58: Modelo de dispersión de sedimentos en Reflujo.	59
Figura N° IV-59: Caso ideal de sedimentación del material fino.	60
Figura N° IV-60: Sedimentación del material fino en Flujo.	60
Figura N° IV-61: Sedimentación del material fino en Reflujo.	62
Figura N° V-1: Tipo de clima en el Canal de Jambelí.	63
Figura N° V-2: Temperatura en el Archipiélago de Jambelí.	63
Figura N° V-3: Temperatura en la Isla Puná e Isla Jambelí.	65
Figura N° V-4: Precipitaciones en el Archipiélago de Jambelí.	66

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
CONSUSUA C. Ltda.	VERSIÓN 0	Fecha: Septiembre 2017	5

Figura N° V-5: Precipitaciones en la Isla Puná e Isla Jambelí.....	67
Figura N° V-6: Presión Atmosférica a Nivel de Sur América.....	68
Figura N° V-7: Presión Atmosférica a Nivel de Sur América.....	69
Figura N° V-8: Viento en el Canal de Jambelí.....	70

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° IV-1 Velocidades Superficiales durante el Flujo y Reflujo Canal de Jambelí.....	15
Tabla N° IV-2 Velocidades Subsuperficiales durante el Flujo y Reflujo Canal de Jambelí.....	16
Tabla N° IV-3 Ubicación geográfica de correntómetro ADCP.....	17
Tabla N° IV-4 Velocidades Promedios y Máximos del área de depósito – Canal de Jambelí.....	23
Tabla N° IV-5 Coordenadas Geográficas de las estaciones de muestreo de sedimentos.....	27
Tabla N° IV-6 Profundidades estratificadas.....	44
Tabla N° IV-7 Velocidades de corrientes en el sitio de depósito.....	50
Tabla N° IV-8 El tiempo promedio de deposición de partículas finas.....	52
Tabla N° IV-9 El tiempo promedio de deposición de la arena.....	53
Tabla N° IV-10 El tiempo promedio de deposición de la grava.....	53
Tabla N° IV-11 Velocidades de corrientes en el sitio de depósito.....	54
Tabla N° IV-12 Tiempo y distancia de sedimentación de partículas finas en Flujo.....	55
Tabla N° IV-13 Tiempo y distancia de sedimentación de partículas finas en Reflujo.....	55
Tabla N° IV-14 Tiempo y distancia de sedimentación para arena en Flujo.....	56
Tabla N° IV-15 Tiempo y distancia de sedimentación para arena en Reflujo....	56
Tabla N° IV-16 Tiempo y distancia de sedimentación para grava en Flujo.....	57
Tabla N° IV-17 Tiempo y distancia de sedimentación para grava en Reflujo....	57

ÍNDICE DE FOTOGRAFIAS

Fotografía No IV-1 Correntómetro ADCP.....	12
Fotografía No IV-2 Veletas (derivadores).....	12
Fotografía No IV-3 Lancha tipo.....	12
Fotografía No IV-4 Preparación de derivador para dar inicio a las mediciones....	13
Fotografía No IV-5 Deriva de veleta en Canal de Jambelí.....	13
Fotografía No IV-6 Registro de coordenada geográfica.....	13
Fotografía No IV-7 GPS y Planillero usado durante las mediciones.....	13

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	6

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	Informe de Oceanografía	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 N° 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 Oceanografía	Página
CONSULSUA C. Ltda.	VERSIÓN 0	Fecha: Septiembre 2017	8

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

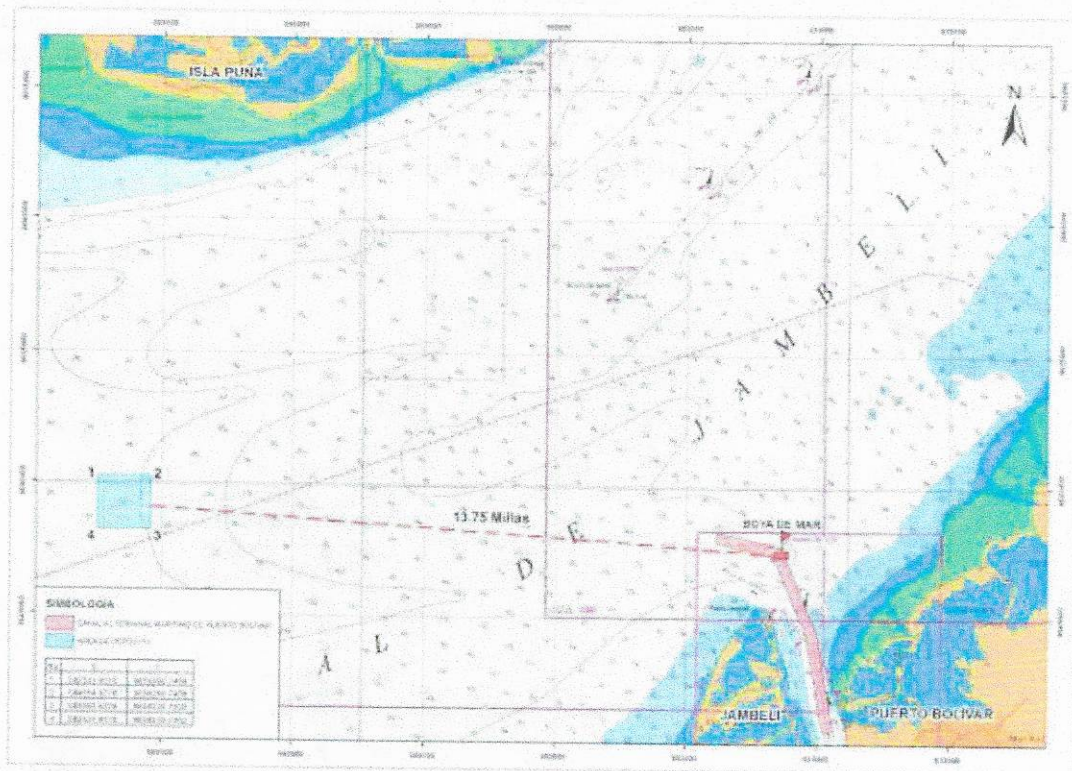
- Realizar mediciones de corrientes con el método Euleriano (uso de ADCP) en el área de interés.
- Efectuar mediciones de corrientes con el método Lagrangiano (uso de veletas) en el área de interés.
- Analizar el perfil de corrientes en el área de interés.
- Realizar los cálculos matemáticos que permita 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	Informe de Oceanografía	Página
CONSULSUA C. Ltda.	VERSIÓN 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 ecuatorial 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 Oceanografía	Página
CONSULSUA C. Ltda.	VERSIÓN 0	Fecha: Septiembre 2017	12

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.

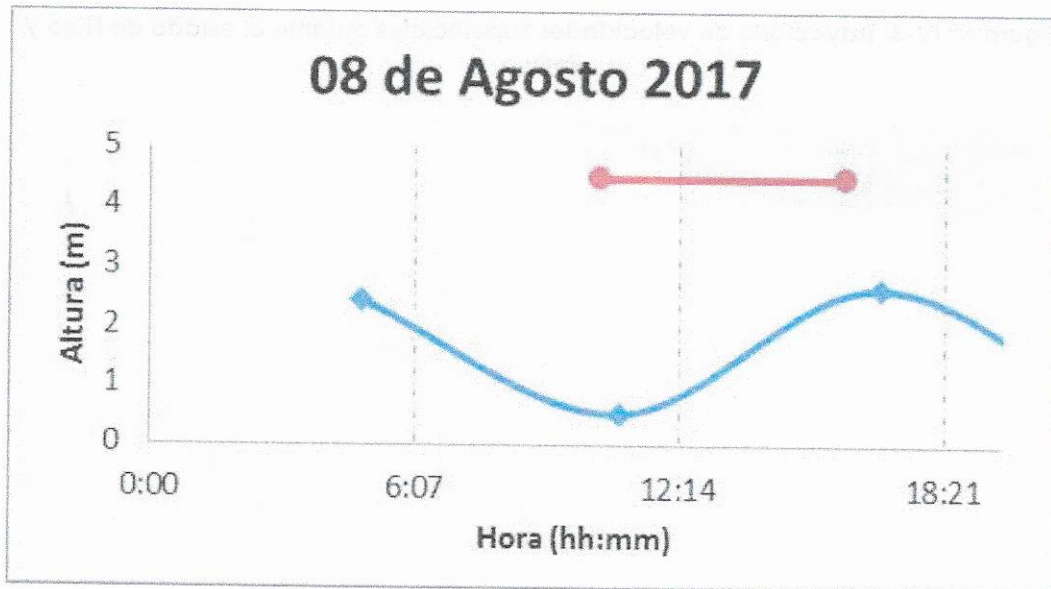
	
<p>Fotografía No IV-4 Preparación de derivador para dar inicio a las mediciones</p>	<p>Fotografía No IV-5 Deriva de veleta en Canal de Jambelí</p>
	
<p>Fotografía No IV-6 Registro de coordenada geográfica</p>	<p>Fotografía No IV-7 GPS y Planillero usado durante las mediciones</p>

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 refluo. 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 Oceanografía	Página
CONSULSUA C. Ltda.	VERSIÓN 0	Fecha: Septiembre 2017	13



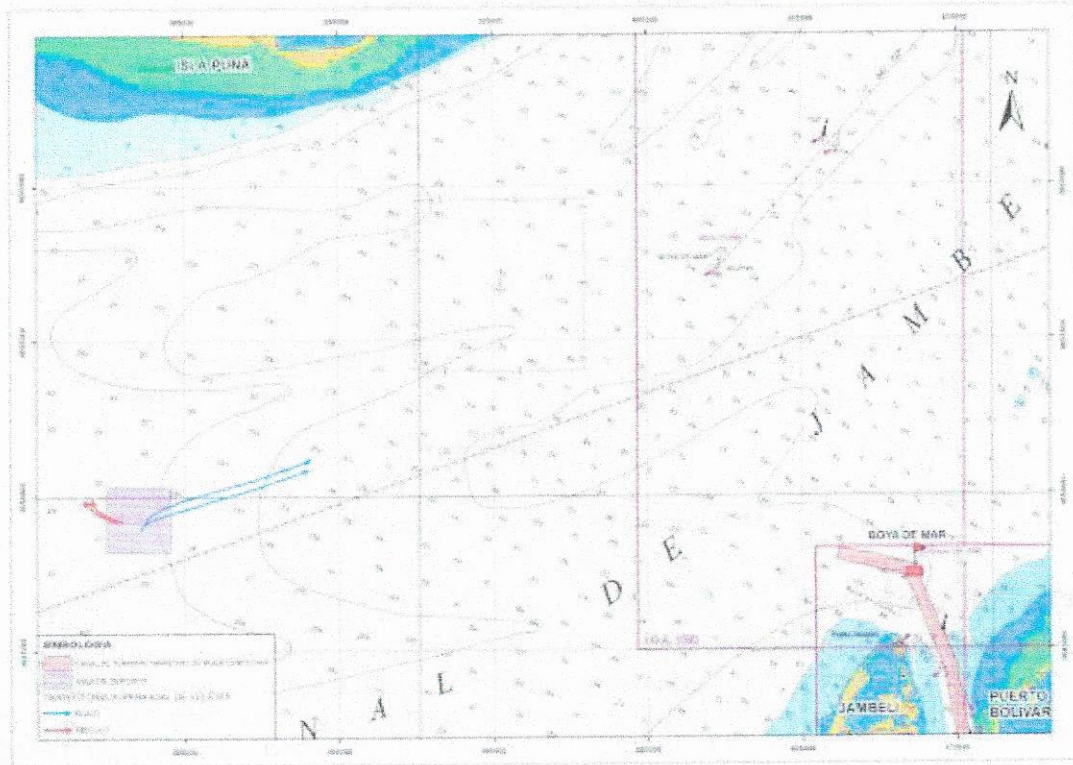
Elaboración: CONSULSUA C. Ltda. 2017

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 refluo 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.

Velocidad (m/s)	Velocidad (m/s)	Velocidad (m/s)	Velocidad (m/s)	Velocidad (m/s)	Velocidad (m/s)
0.43	0.48	0.21	0.32		

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



Elaboración: CONSULSUA C. Ltda. 2017

Tabla N° IV-1 Velocidades Superficiales durante el Flujo y Reflujo Canal de Jambel

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

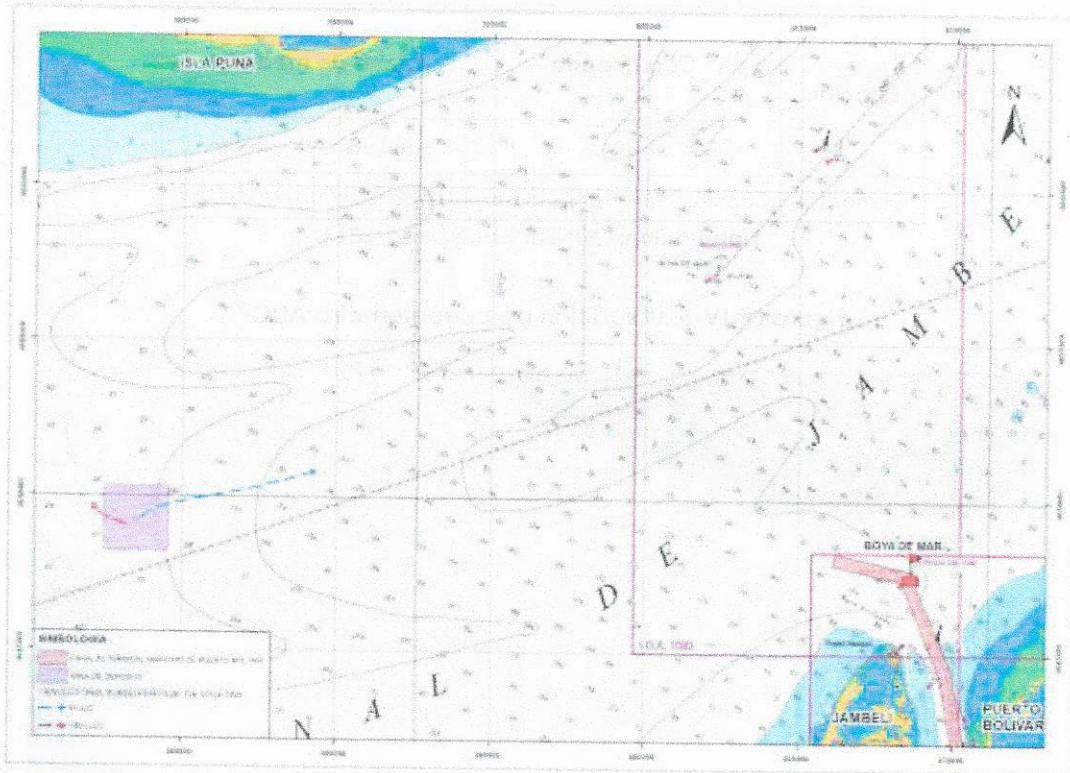
Elaboración: CONSULSUA C. Ltda. 2017

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 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	Informe de Oceanografía	Página
CONSULSUA C. Ltda.	VERSIÓN 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)	Dirección
Subsuperficial	FLUJO	0.42	NE	0.77	NE
	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.

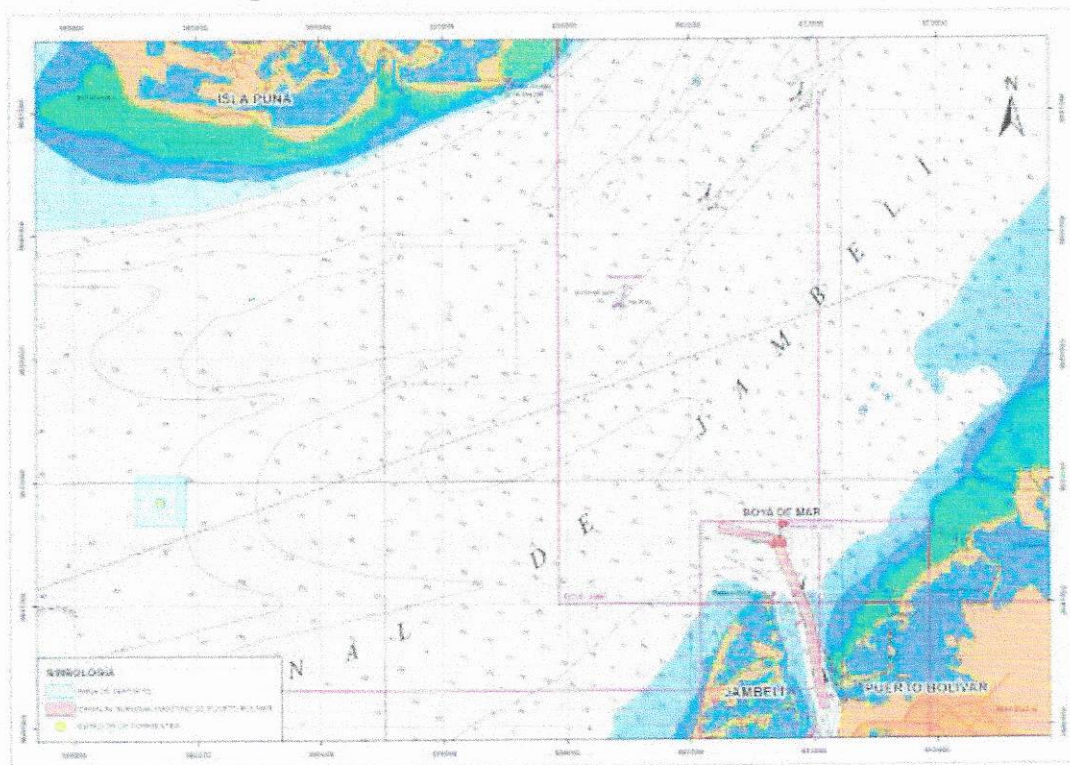
YILPORTECU S.A.	Estudio de Oceanografía y depósito de sedimentos en el área de depósito para el dragado del Canal de Acceso al Terminal Portuaria de Puerto Bolívar	Informe de Oceanografía	Página
CONSULSUA C. Ltda.	VERSIÓN 0	Fecha: Septiembre 2017	16

Tabla N° IV-3 Ubicación geográfica de correntómetro ADCP

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

Elaboración: CONSULSUA C. Ltda. 2017

Figura N° 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	Informe de Oceanografía	Página
CONSULSUA C. Ltda.	VERSIÓN 0	Fecha: Septiembre 2017	17

	
<p>Fotografía No IV-8 Correntómetro ADCP dentro de case de fondeo</p>	<p>Fotografía No IV-9 Armado de equipo</p>
	
<p>Fotografía No IV-10 Fondeo de correntómetro ADCP</p>	<p>Fotografía No IV-11 Retiro de correntómetro ADCP</p>

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 reflujos. 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.

¹ Análisis de Datos de Corrientes - Aplicación Informática en MATLAB desarrollado por el Instituto Español de Oceanografía - IEO, 2006

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 reflujó, 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.

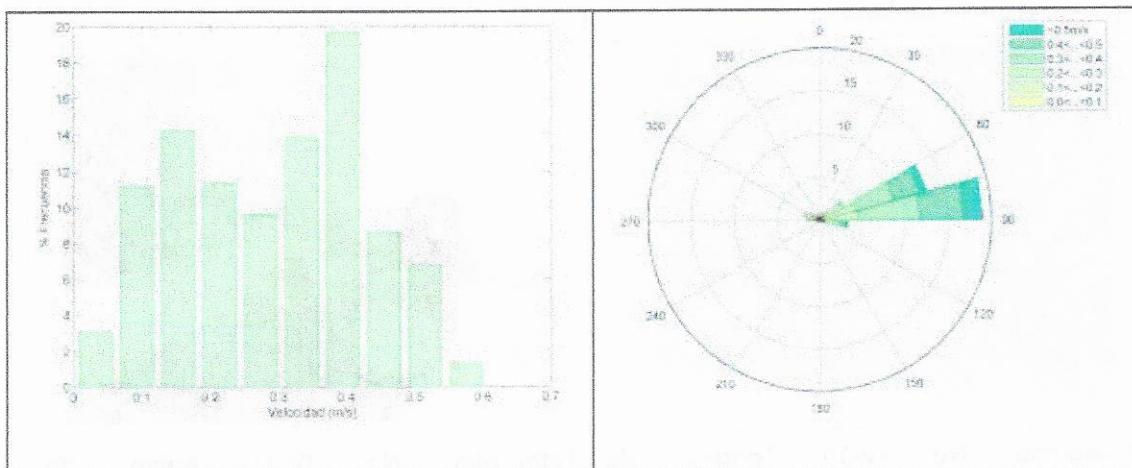


Figura N° IV-6: Histograma de velocidad y dirección de la corriente a nivel superficial durante el flujo

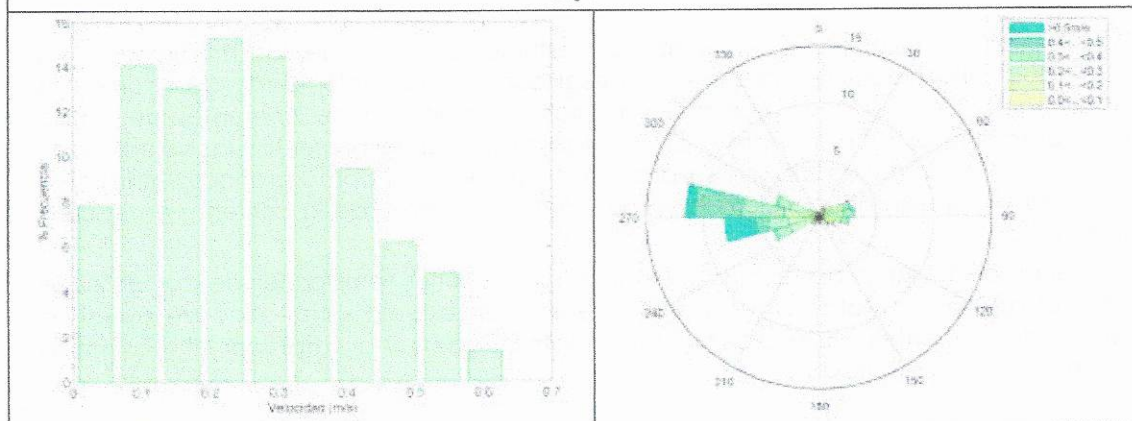


Figura N° IV-7: Histograma de velocidad y dirección de la corriente a nivel superficial durante el reflujó

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
CONSUSUA C. Ltda.	VERSIÓN 0	Fecha: Septiembre 2017	19

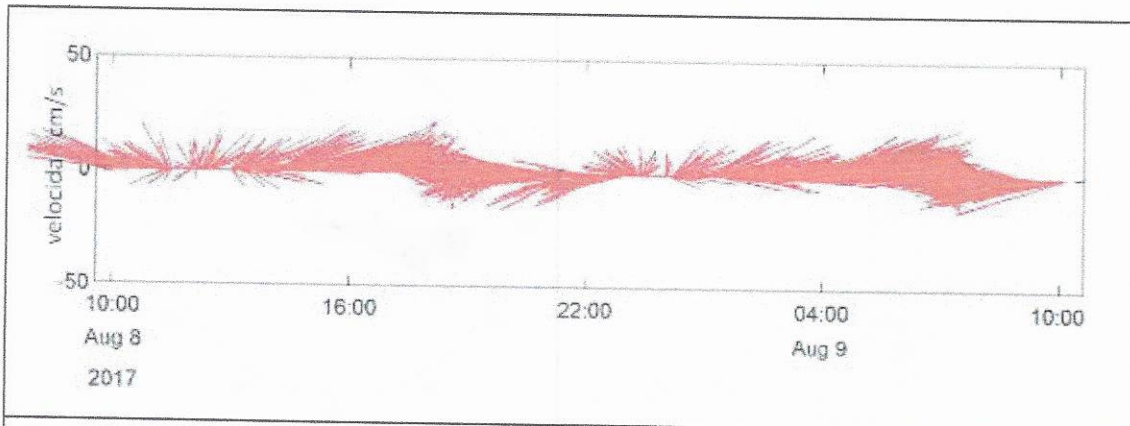


Figura N° IV-8: Gráfico vectorial registrada a nivel superficial

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 entre 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).

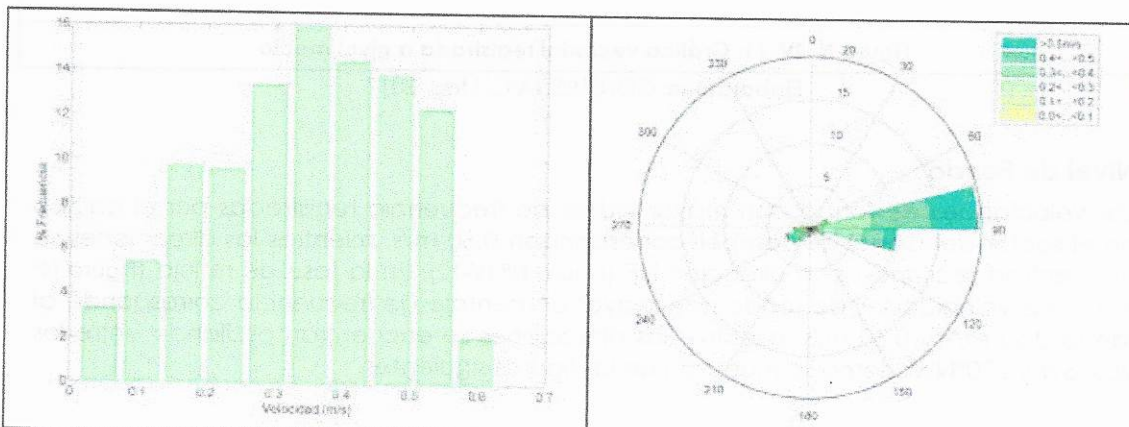


Figura N° IV-9: Histograma de velocidad y dirección de la corriente a nivel medio durante el flujo

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 Oceanografía	Página
CONSULSUA C. Ltda.	VERSIÓN 0	Fecha: Septiembre 2017	20

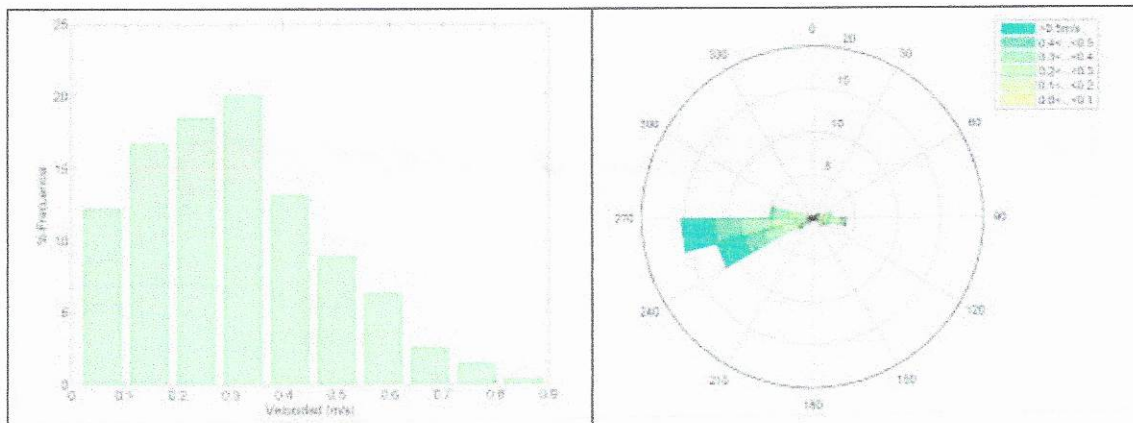


Figura N° IV-10: Histograma de velocidad y dirección de la corriente a nivel medio durante el refluo

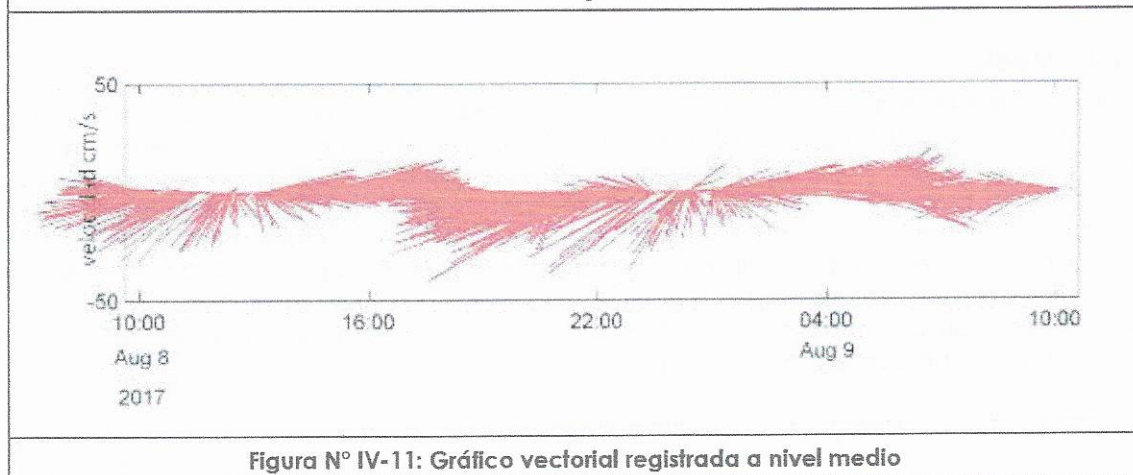


Figura N° IV-11: Gráfico vectorial registrada a nivel medio

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 refluo (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.

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	21

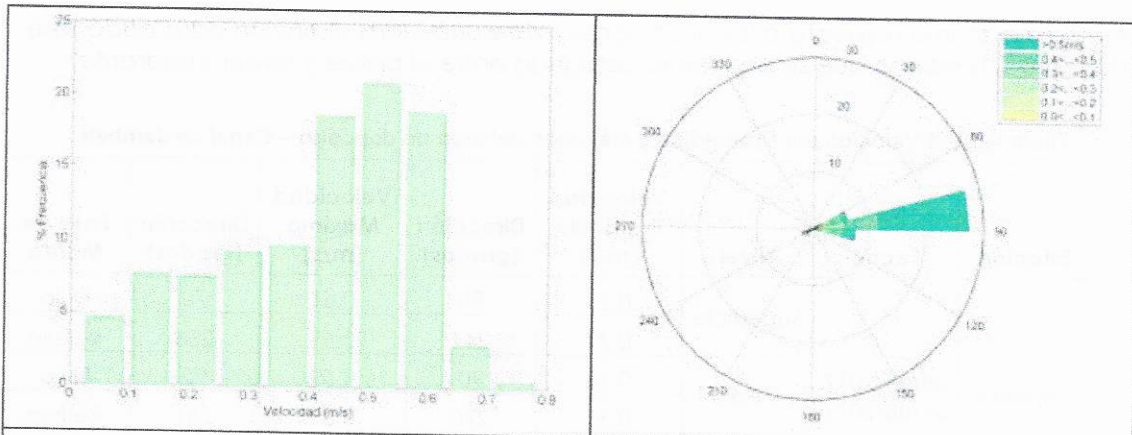


Figura N° IV-12: Histograma de velocidad y dirección de la corriente a nivel de fondo durante el flujo

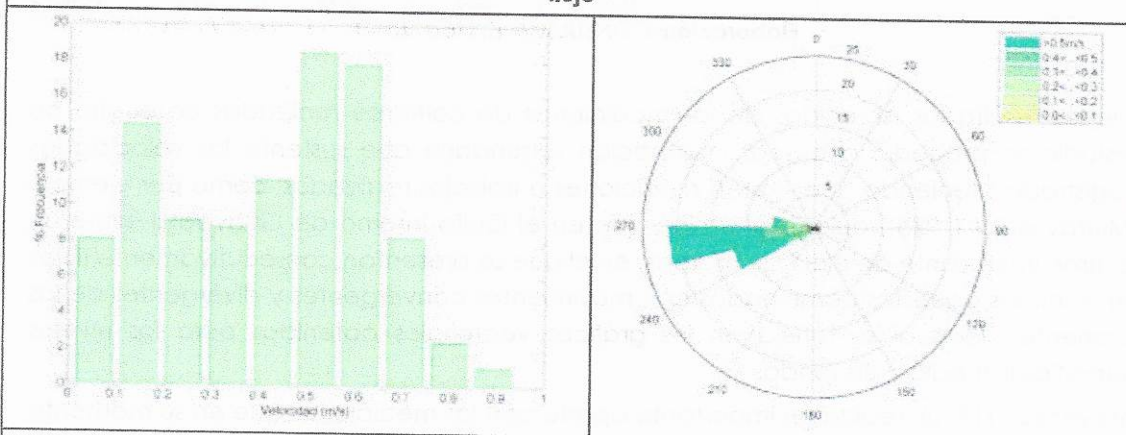


Figura N° IV-13: Histograma de velocidad y dirección de la corriente a nivel de fondo durante el reflujó

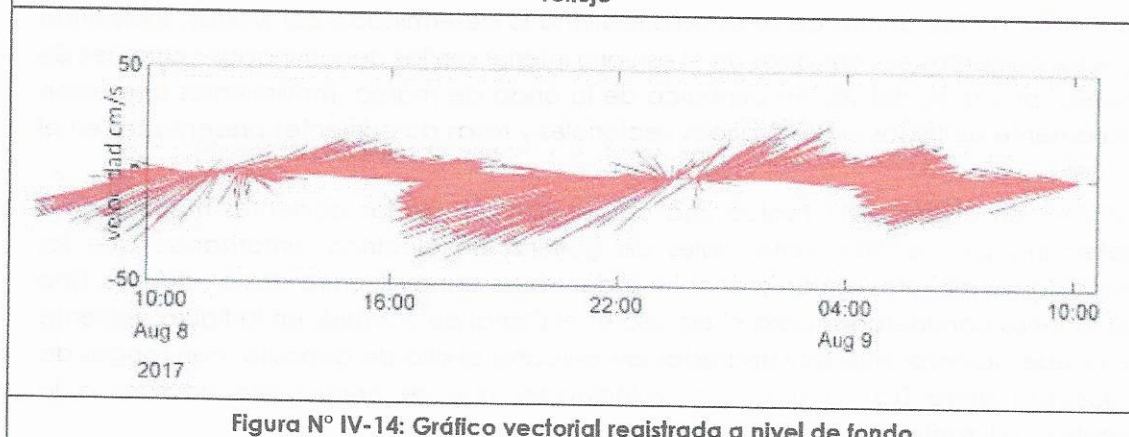


Figura N° IV-14: Gráfico vectorial registrada a nivel de fondo

Elaboración: CONSULSUA C. Ltda. 2017

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 reflujó 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	22

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 N° 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
Corrientes	08/08/2017 09/08/2017	Superficie	0.29	90	0.61	70	Flujo
			0.27	244	0.65	266	Reflujo
		Media	0.35	90	0.59	92	Flujo
			0.31	270	0.89	251	Reflujo
		Fondo	0.41	90	0.66	83	Flujo
			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.

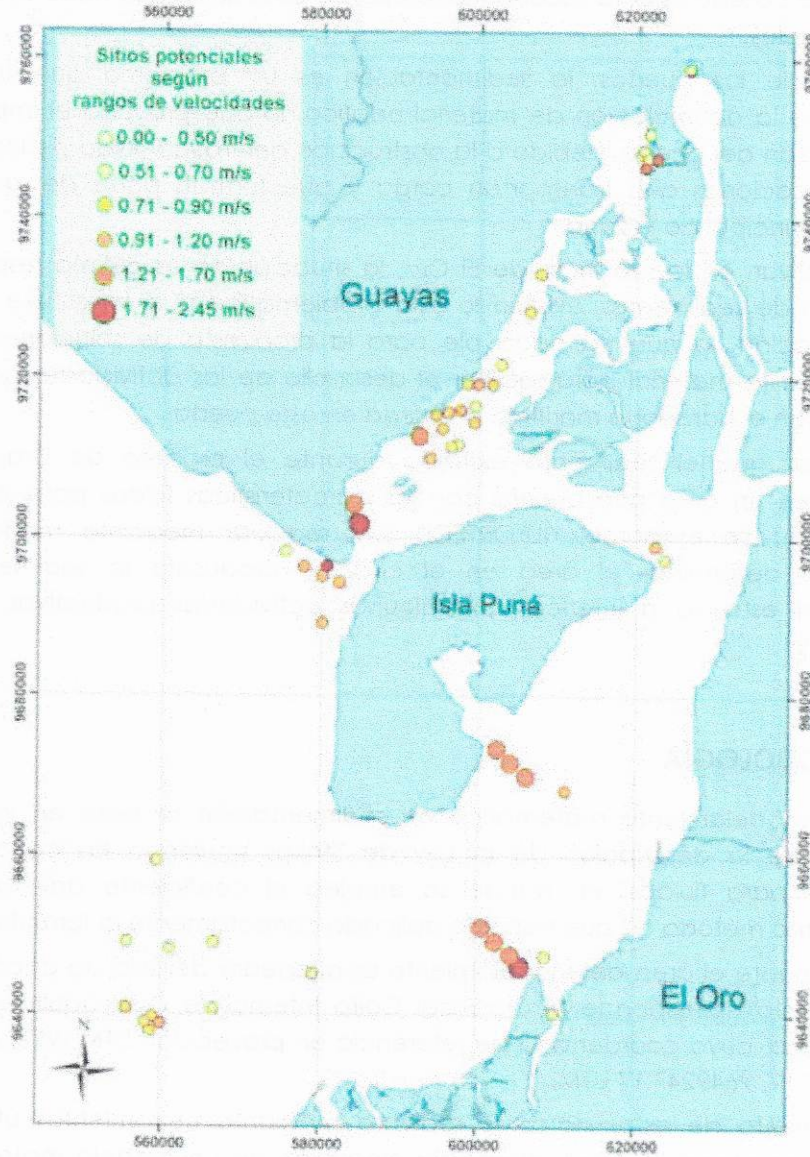
Stevenson (1970), realiza un importante aporte con las mediciones que en su momento realizó en el canal de Jambelí, identificando velocidades de hasta 0.5 m/s, magnitud que se encuentra acorde con las registradas por nuestro equipo.

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	Informe de Oceanografía	Página
CONSULSUA C. Ltda.	VERSIÓN 0	Fecha: Septiembre 2017	23

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



Fuente: INOCAR 2011.

4.2 MODELAMIENTO PARA DECANTACIÓN DE SEDIMENTOS

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 Oceanografía	Página
CONSULSUA C. Ltda.	VERSIÓN 0	Fecha: Septiembre 2017	24

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 fórmula.

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.

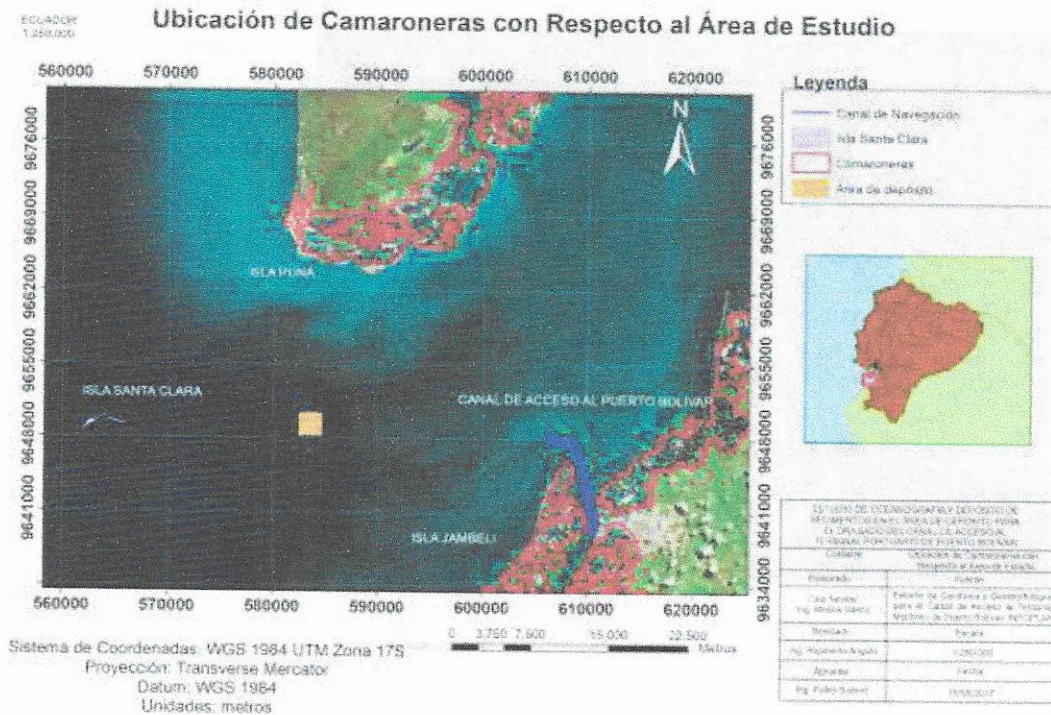
El procesamiento de estos datos se realizará mediante herramientas utilitarias de software como Microsoft Excel, Word y la ejecución de un modelo matemático en base a fórmulas aplicadas en estudios similares de la misma naturaleza.

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 N° IV-16: Ubicación de camaroneras con respecto al área de depósito.



Elaboración: CONSULSUA C. Ltda. 2017

Análisis de muestras de sedimentos

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

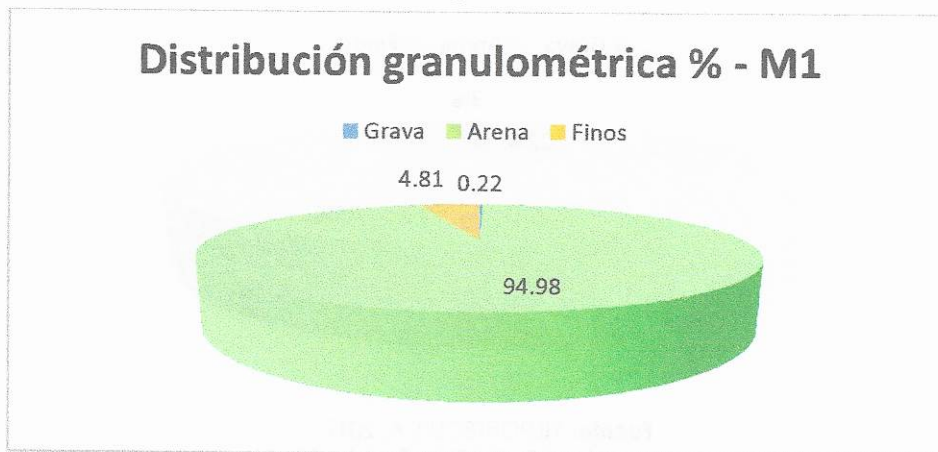
Distribución granulométrica de las estaciones de muestreo

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.

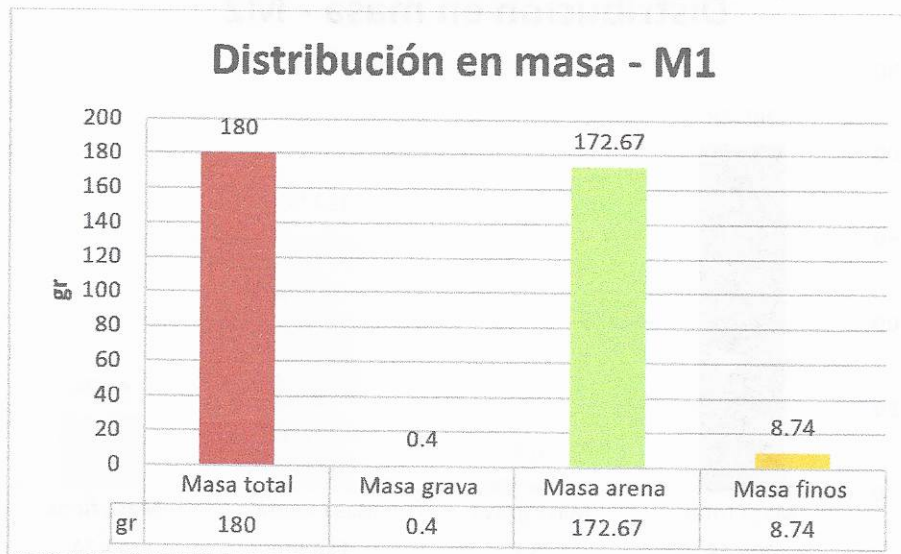
Figura N° IV-18: Distribución granulométrica de la estación M1.



Fuente: YILPORTECU S.A. 2017

Elaboración: CONSULSUA C. Ltda. 2017

Figura N° IV-19: Distribución en masa de la estación M1.



Fuente: YILPORTECU S.A. 2017

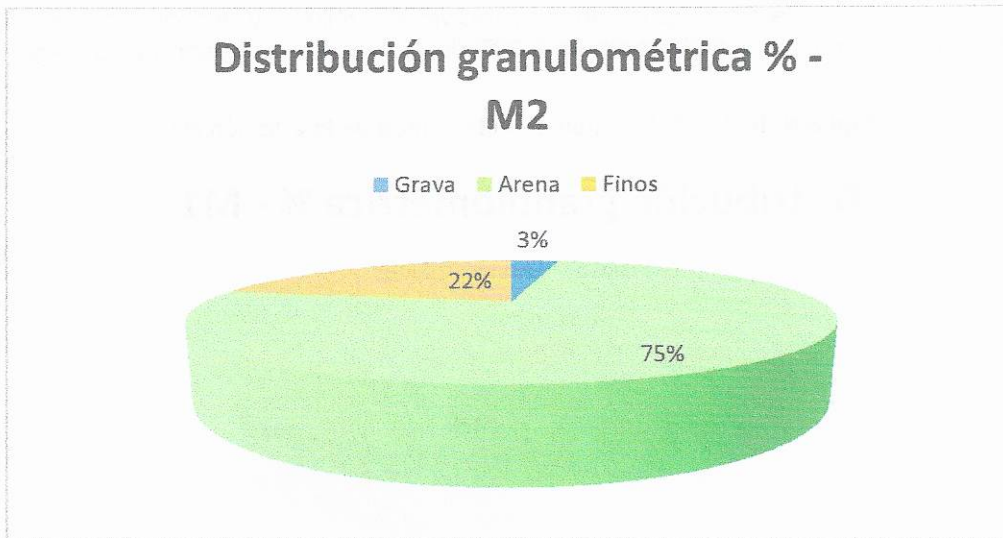
Elaboración: CONSULSUA C. Ltda. 2017

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 Oceanografía	Página
CONSULSUA C. Ltda.	VERSIÓN 0	Fecha: Septiembre 2017	28

Muestra #2 - Interpretación:

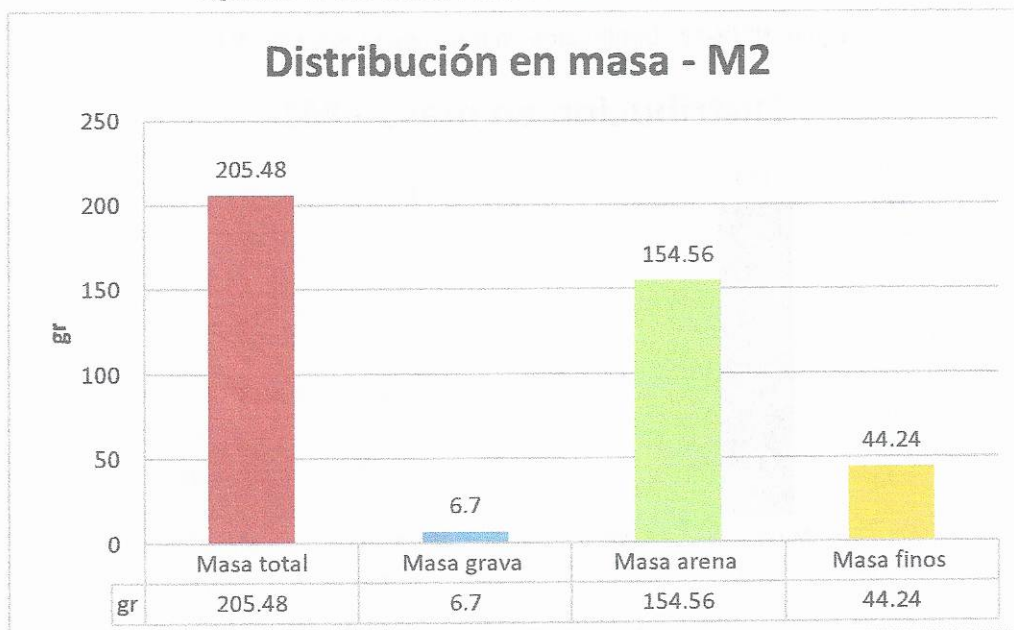
En el punto 2 se recolectaron 205.48 gr de muestra, cuya distribución se dio de la siguiente forma: 75.22% arena, 21.53% limo y arcilla y 3.26% de grava. Mismos porcentajes que se traducen a 154.56gr de arena, 44.24gr de limo y arcilla y 6.7gr de grava respectivamente.

Figura N° 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.



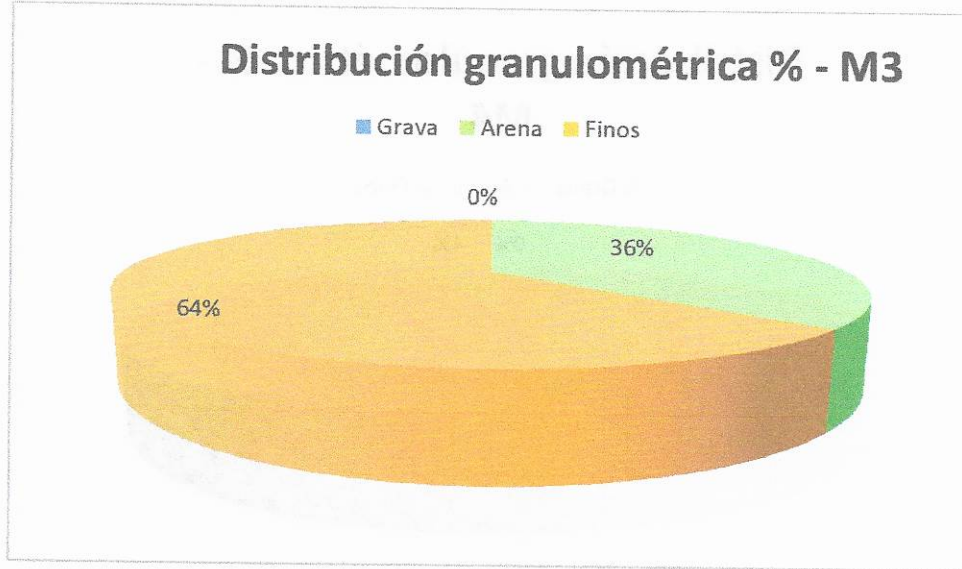
Fuente: YILPORTECU S.A. 2017
Elaboración: CONSULSUA C. Ltda. 2017

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	29

Muestra # 3 - Interpretación:

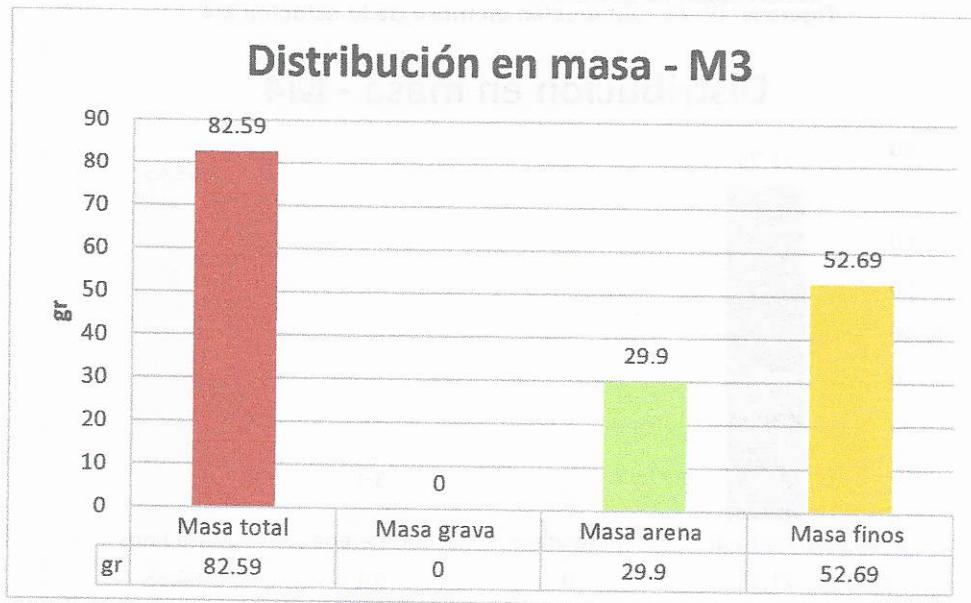
En el punto 3 se recolecto una muestra de 82.59 gr, de la cual se dio una distribución de 63.8% para limo y arcilla y 36.2% de arena. En esta muestra no se halló presencia de grava según los análisis granulométricos efectuados. Por lo tanto, la distribución en masa fue de 52.69 gr para limo y arcilla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

Figura N° IV-22: Distribución granulométrica de la estación M3.



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

Figura N° IV-23: Distribución en masa de la estación M3.



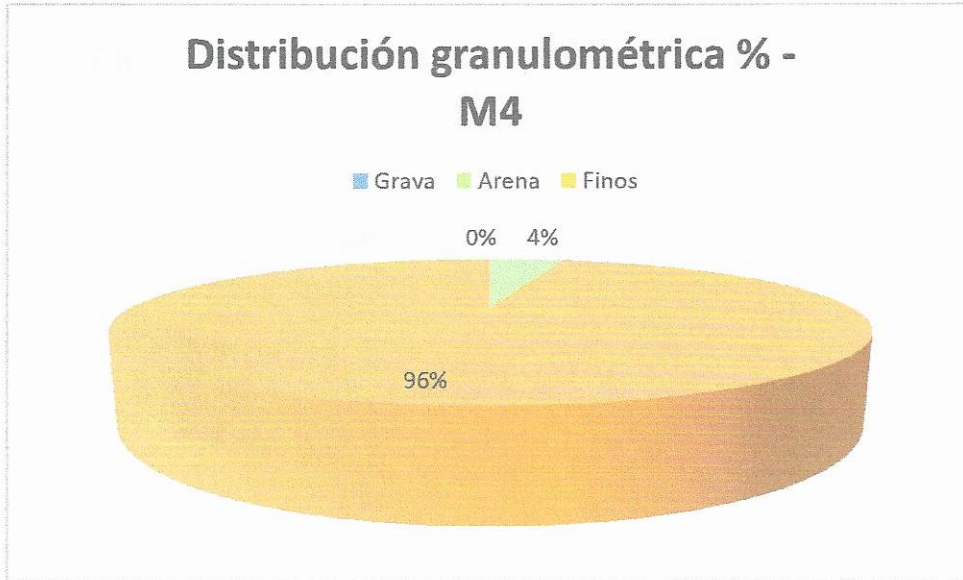
Fuente: YILPORTECU S.A. 2017
Elaboración: CONSULSUA C. Ltda. 2017

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.	VERSION 0	Fecha: Septiembre 2017	30

Muestra # 4 - Interpretación:

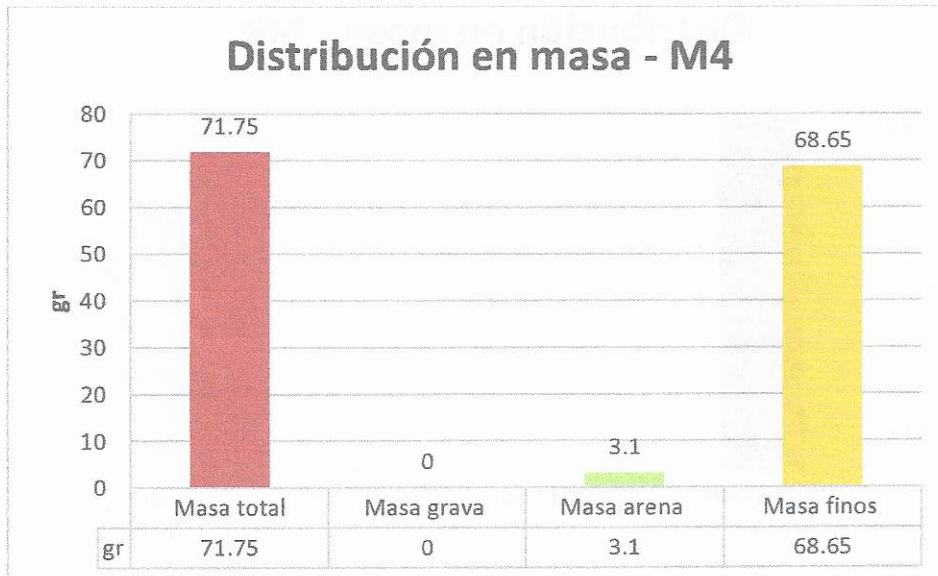
Del punto 4 se recolectaron 71.75gr de los cuales el 95.68% correspondió a partículas finas (limo y arcilla) y el 4.32% restante a arena. No se encontró presencia de grava en los análisis llevados a cabo, por lo tanto, la distribución en masa fue de 68.65 gr de limo y arcilla y 3.1gr de arena.

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



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

Figura N° IV-25: Distribución en masa de la estación M4.



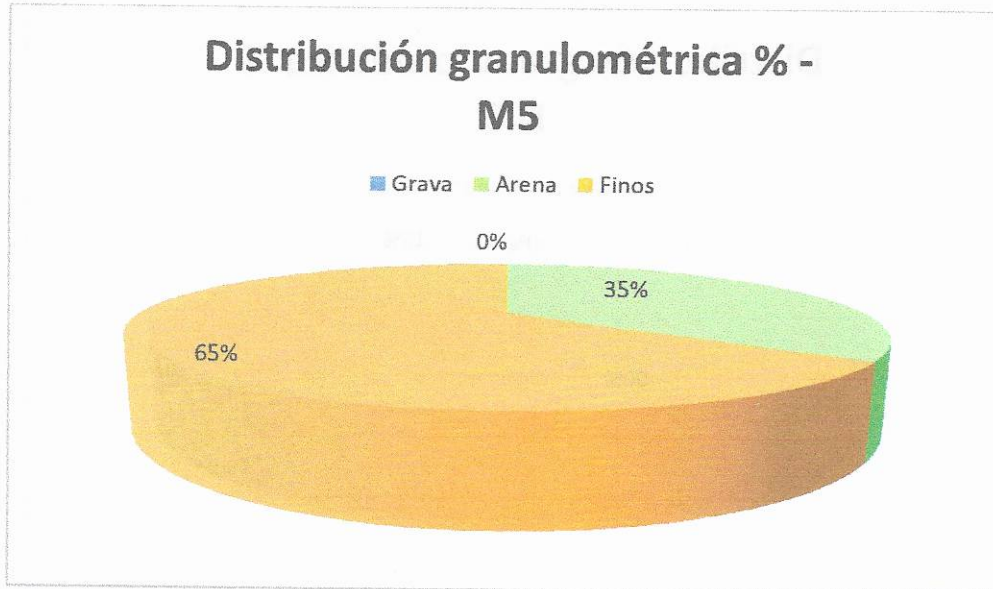
Fuente: YILPORTECU S.A. 2017
Elaboración: CONSULSUA C. Ltda. 2017

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	31

Muestra # 5 - Interpretación:

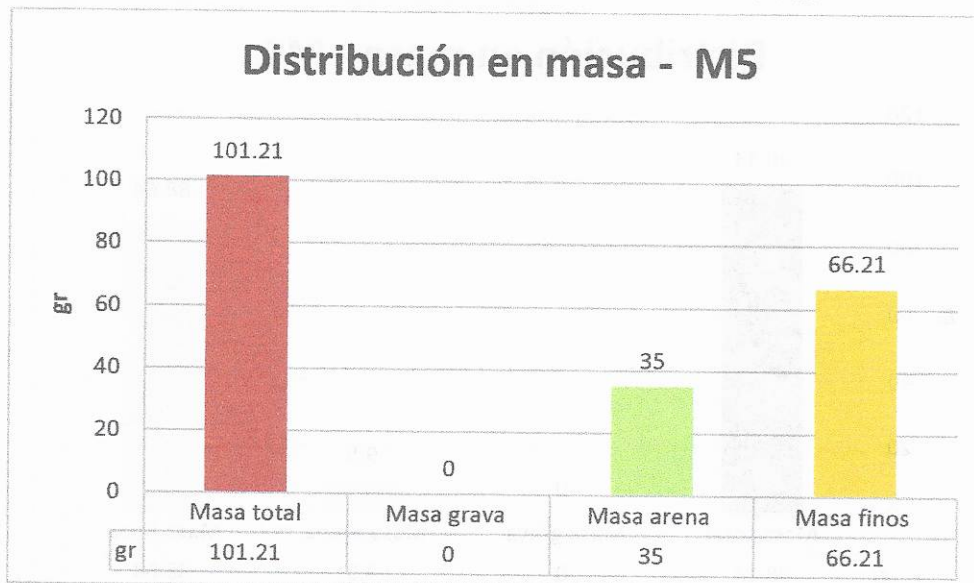
En el punto 5 la masa total recolectada fue de 101.21 gr, y el porcentaje de distribución dado fue de 65.42% para partículas finas, como limo y arcilla y 34.58% de arena. No se reportó la presencia de gravas. Por consiguiente la masa de partículas finas fue de 66.21 gr y de arena 35gr respectivamente.

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.



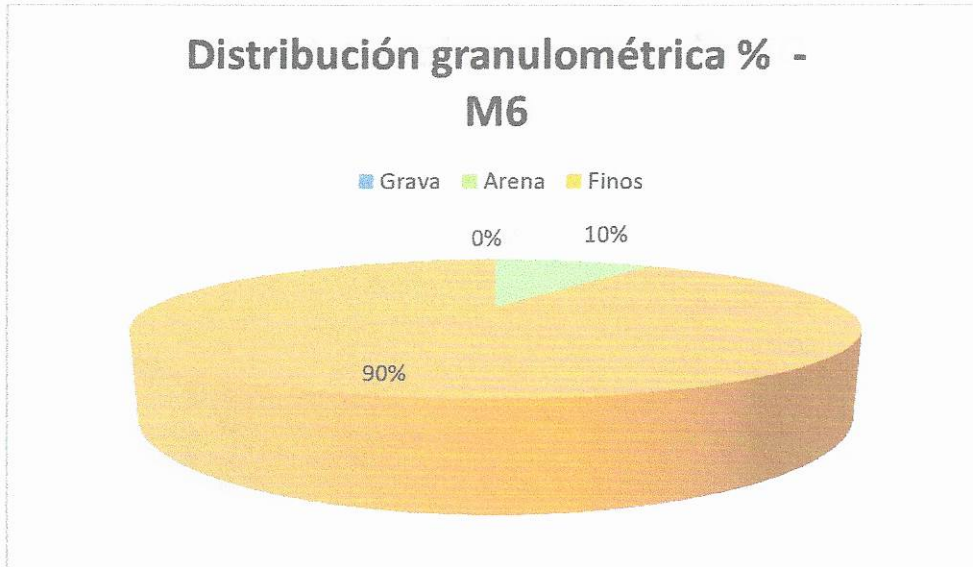
Fuente: YILPORTECU S.A. 2017
Elaboración: CONSULSUA C. Ltda. 2017

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	32

Muestra #6 - Interpretación:

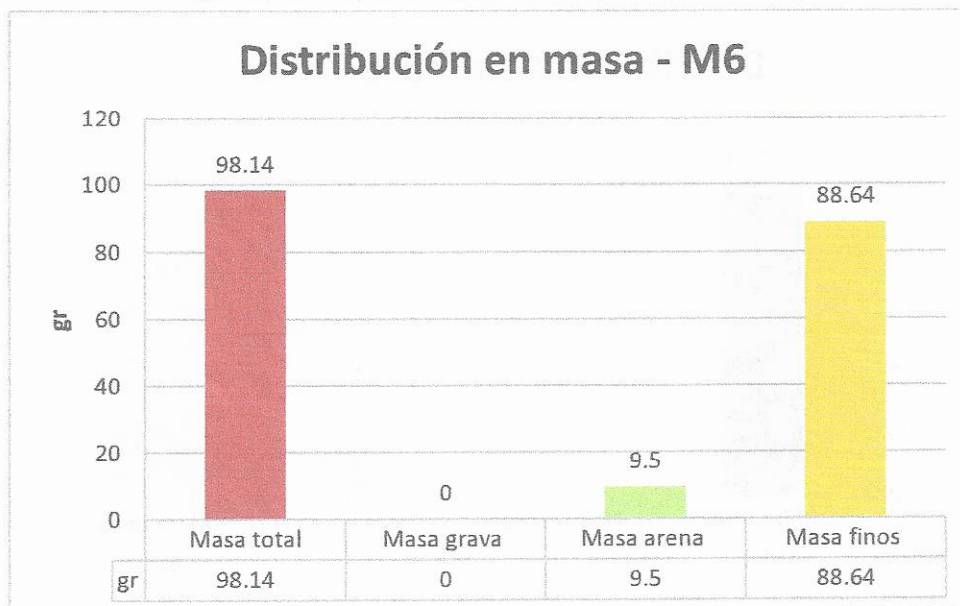
La muestra correspondiente al punto 6 presentó una masa de 98.14gr y según los ensayos realizados la distribución dada según su tamaño en porcentaje fue de 88.64% de partículas finas (limo y arcilla) y de 9.5% de arena. La masa correspondiente fue de 88.64gr para limo y arcilla y 9.5gr de arena. No se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

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



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

Figura N° IV-29: Distribución en masa de la estación M6.



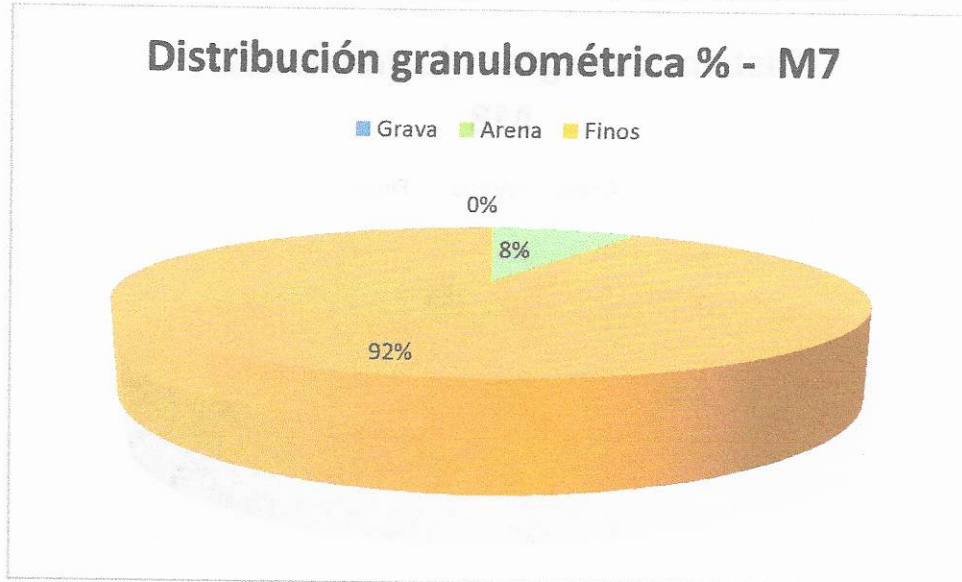
Fuente: YILPORTECU S.A. 2017
Elaboración: CONSULSUA C. Ltda. 2017

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	33

Muestra #7 - Interpretación:

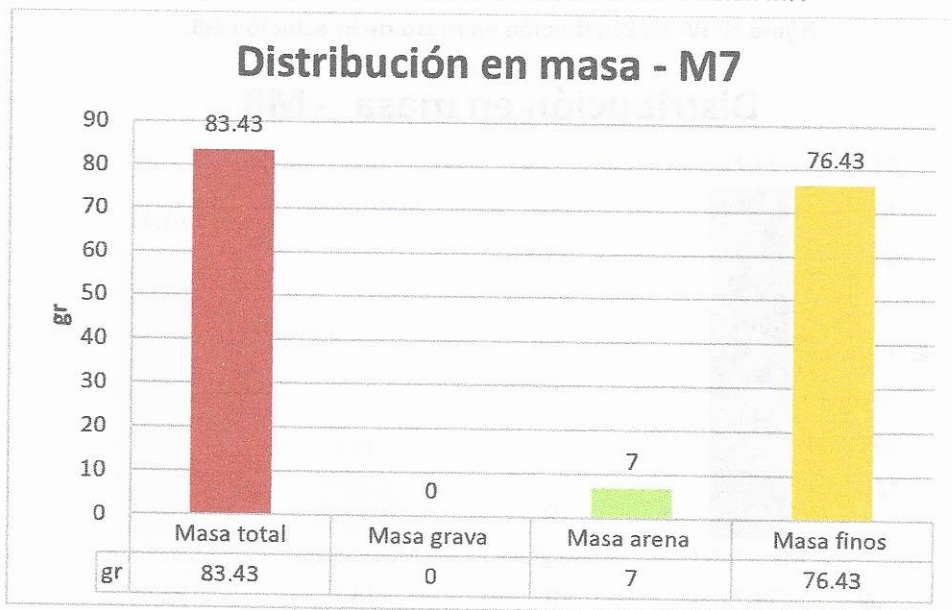
La muestra colectada en el punto 7 tuvo una masa de 83.43%, cuya distribución en porcentaje según el tamaño de partículas fue de 91.61% para partículas finas como limo y arcilla, y 8.39% para arena. La masa reportada fue de 76.43 gr para partículas finas, y 7 gr para arena. No se encontró presencia de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

Figura N° 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.



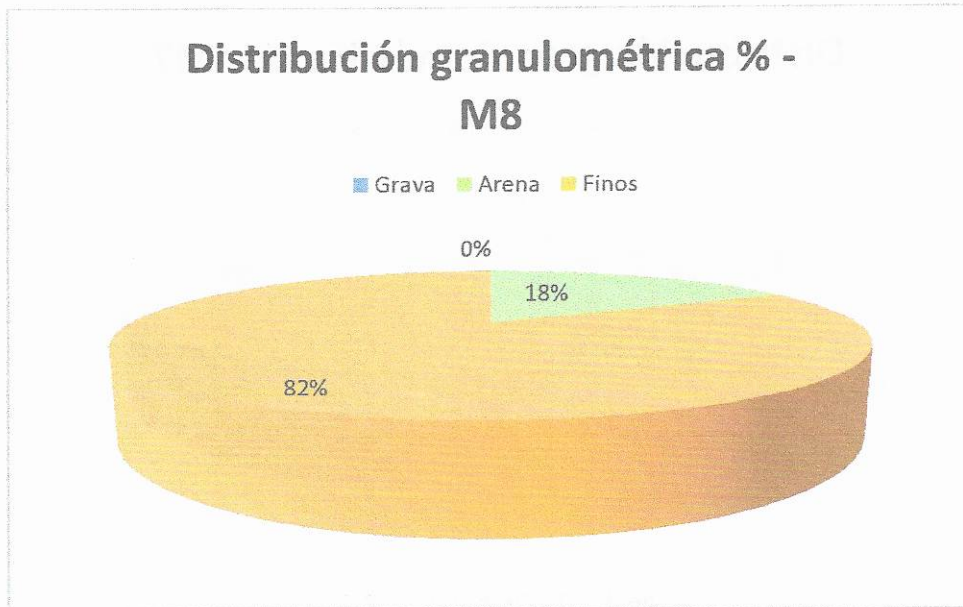
Fuente: YILPORTECU S.A. 2017
Elaboración: CONSULSUA C. Ltda. 2017

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:

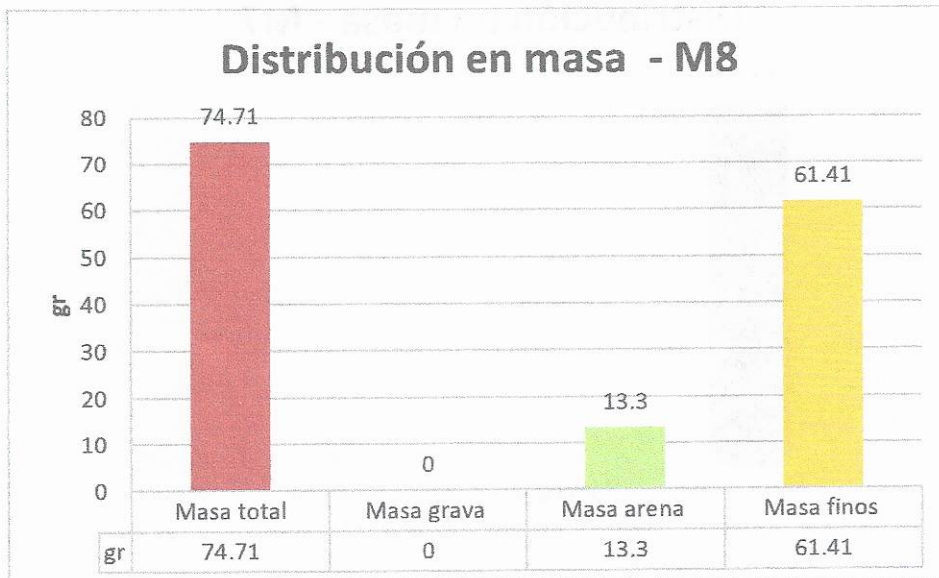
La muestra recolectada en el punto 8 tuvo una masa de 74.71 gr con un porcentaje de distribución de 82.2% de partículas finas como limo y arcilla. Y de 17.8% para arena. No se encontró presencia de grava en la muestra recolectada. La masa de partículas finas encontrada fue de 61.41gr mientras que de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

Figura N° IV-32: Distribución granulométrica de la estación M8.



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

Figura N° IV-33: Distribución en masa de la estación M8.



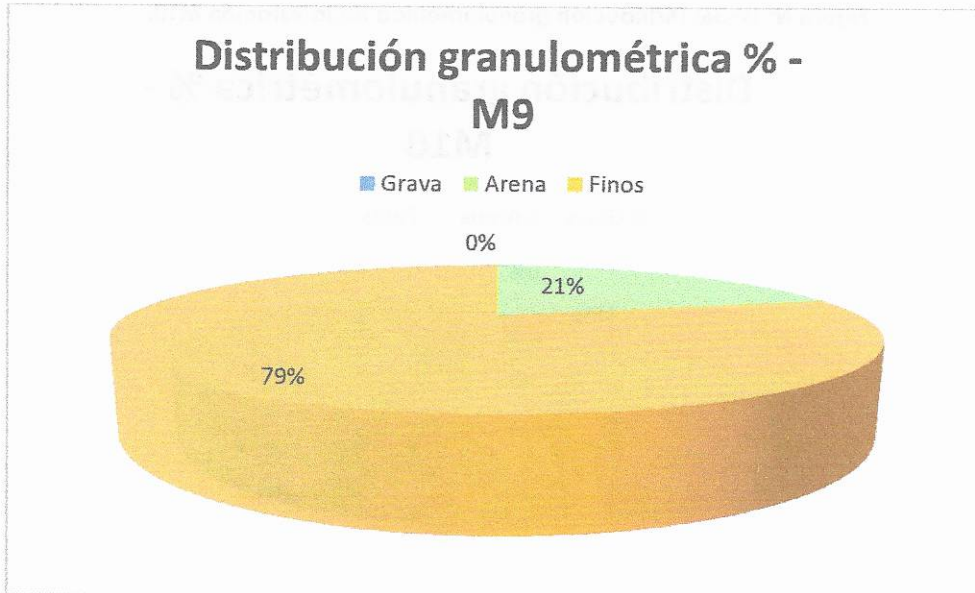
Fuente: YILPORTECU S.A. 2017
Elaboración: CONSULSUA C. Ltda. 2017

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	Informe de Oceanografía	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.

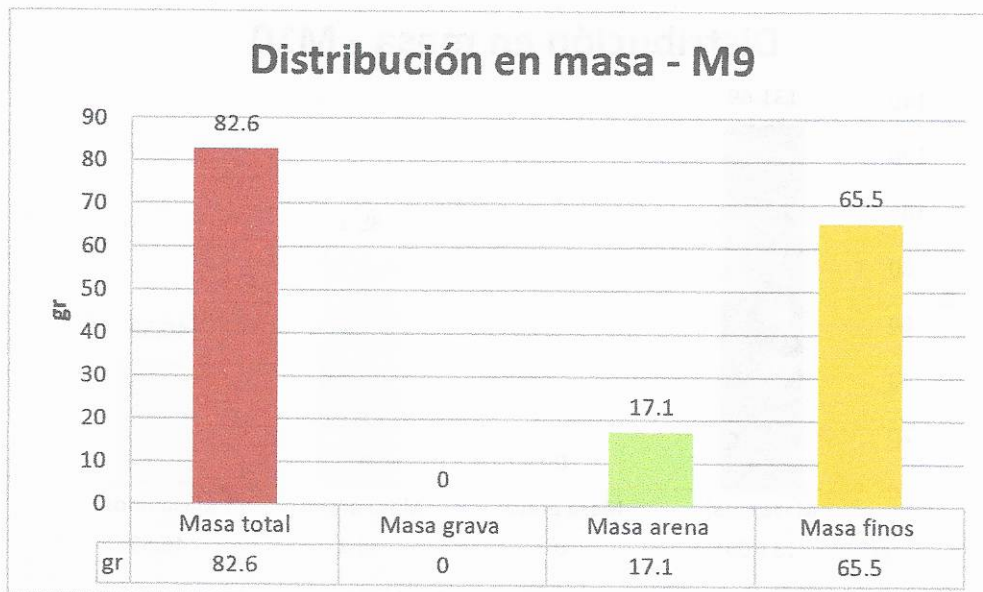
Figura N° IV-34: Distribución granulométrica de la estación M9.



Fuente: YILPORTECU S.A. 2017

Elaboración: CONSULSUA C. Ltda. 2017

Figura N° IV-35: Distribución en masa de la estación M9.



Fuente: YILPORTECU S.A. 2017

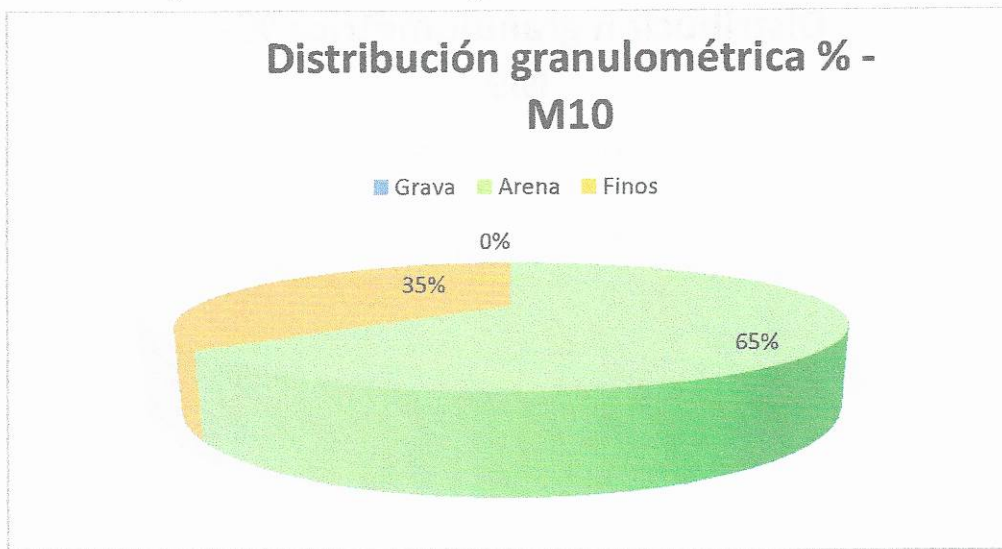
Elaboración: CONSULSUA C. Ltda. 2017

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	36

Muestra #10 - Interpretación:

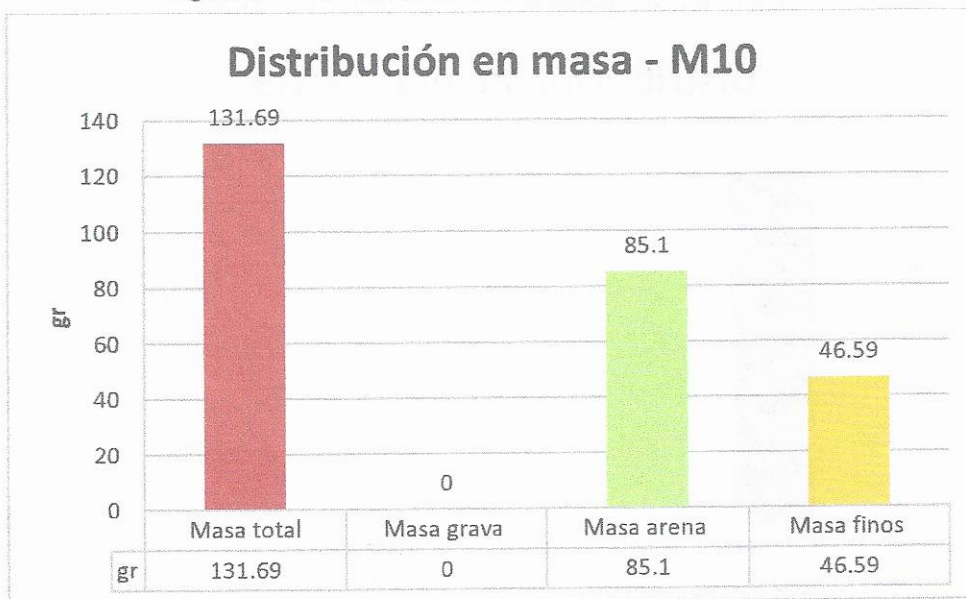
La muestra correspondiente al punto 10 tuvo una masa total de 131.69gr. La distribución según el tipo de partícula se dio de la siguiente forma: el 85,1% correspondió a arena, mientras que un 46.59% fueron partículas finas (limo y arcilla). No se halló presencia de grava. La masa correspondiente a partículas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

Figura N° IV-36: Distribución granulométrica de la estación M10.



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

Figura N° IV-37: Distribución en masa de la estación M10.



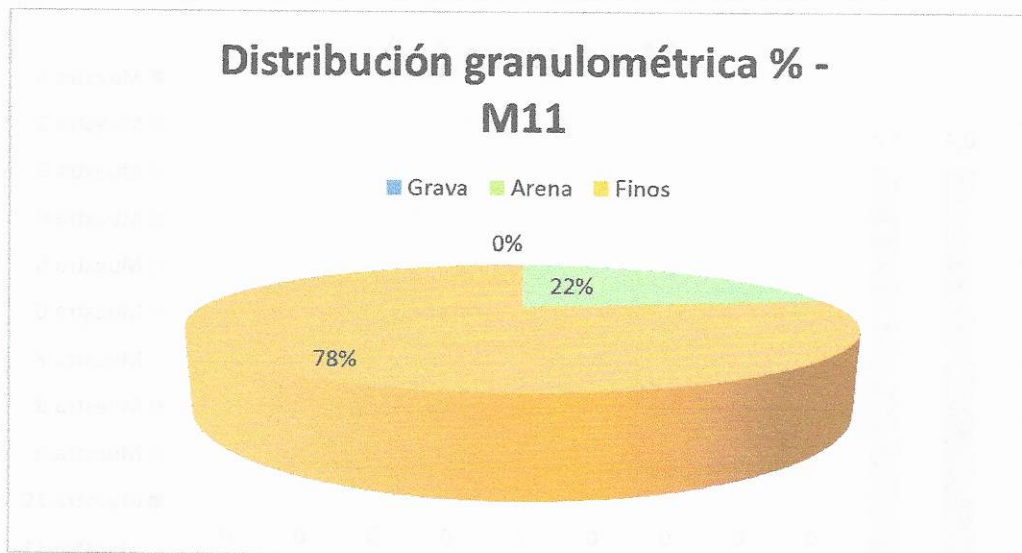
Fuente: YILPORTECU S.A. 2017
Elaboración: CONSULSUA C. Ltda. 2017

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.	VERSION 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.

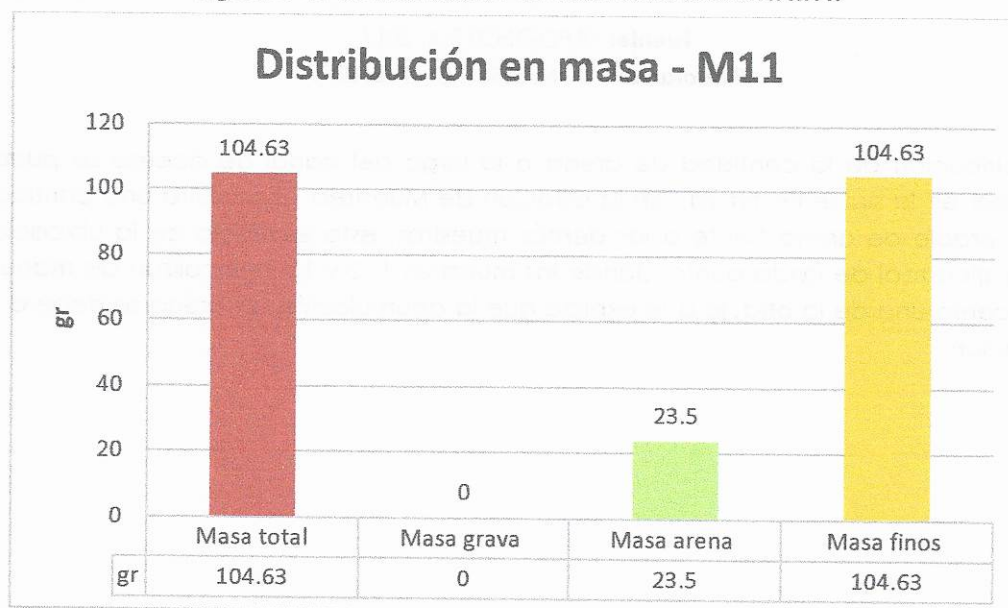
Figura N° IV-38: Distribución granulométrica de la estación M11.



Fuente: YILPORTECU S.A. 2017

Elaboración: CONSULSUA C. Ltda. 2017

Figura N° IV-39: Distribución en masa de la estación M11.



Fuente: YILPORTECU S.A. 2017

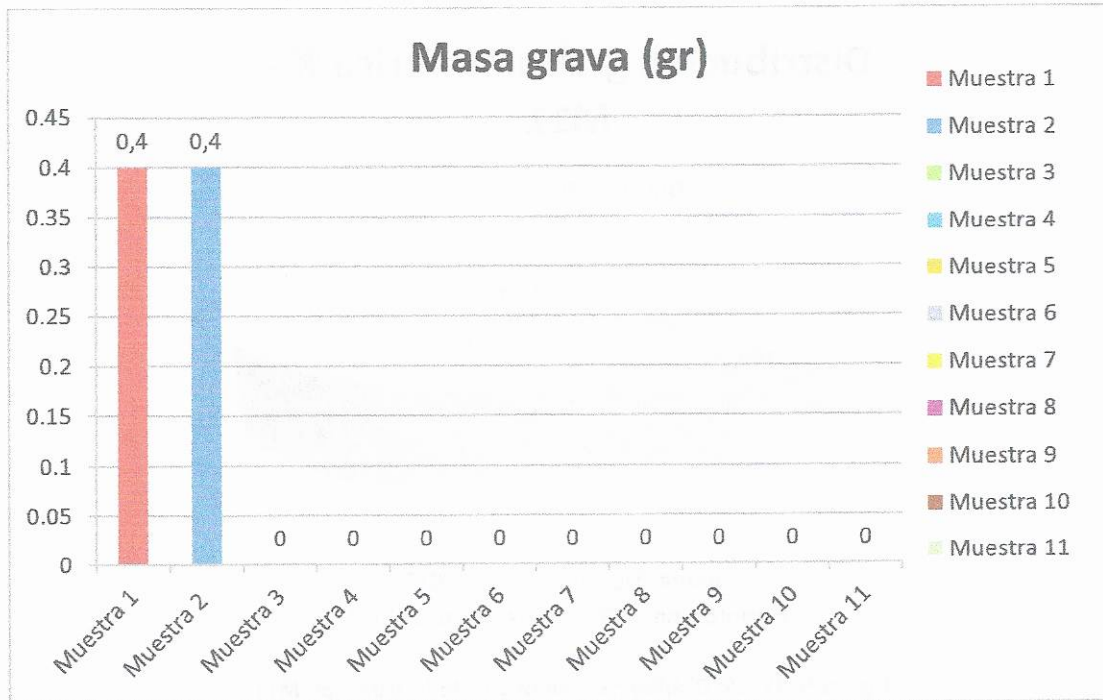
Elaboración: CONSULSUA C. Ltda. 2017

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	Informe de Oceanografía	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.

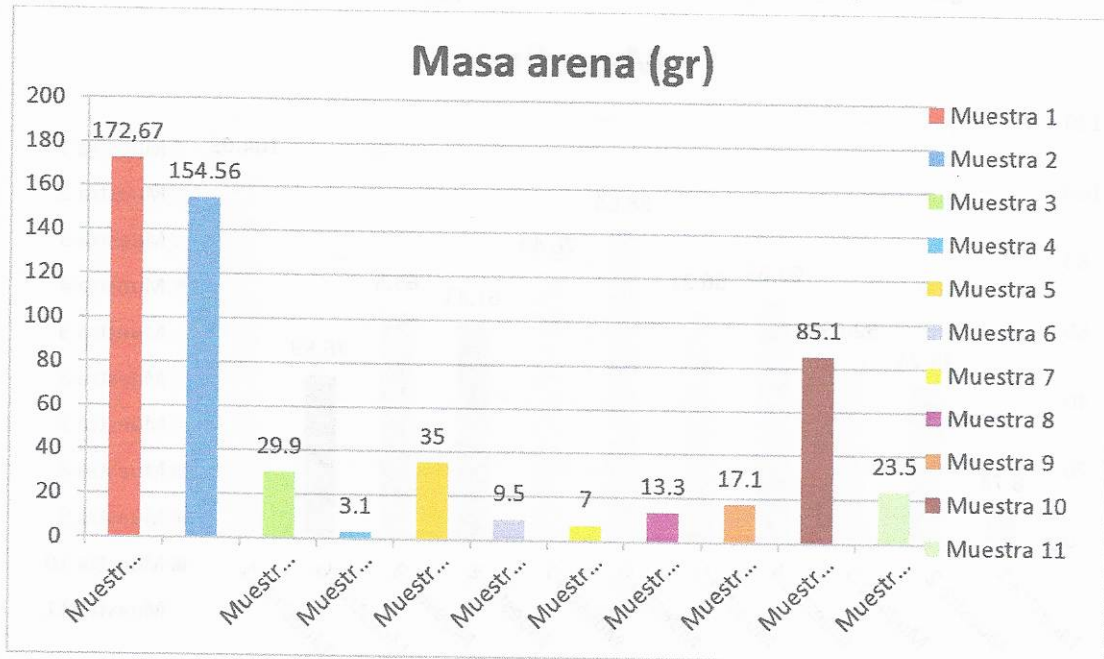


Fuente: YILPORTECU S.A. 2017
Elaboración: CONSULSUA C. Ltda. 2017

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	Informe de Oceanografía	Página
CONSULSUA C. Ltda.	VERSIÓN 0	Fecha: Septiembre 2017	39

Figura N° IV-41: Estaciones con muestreo con arena.



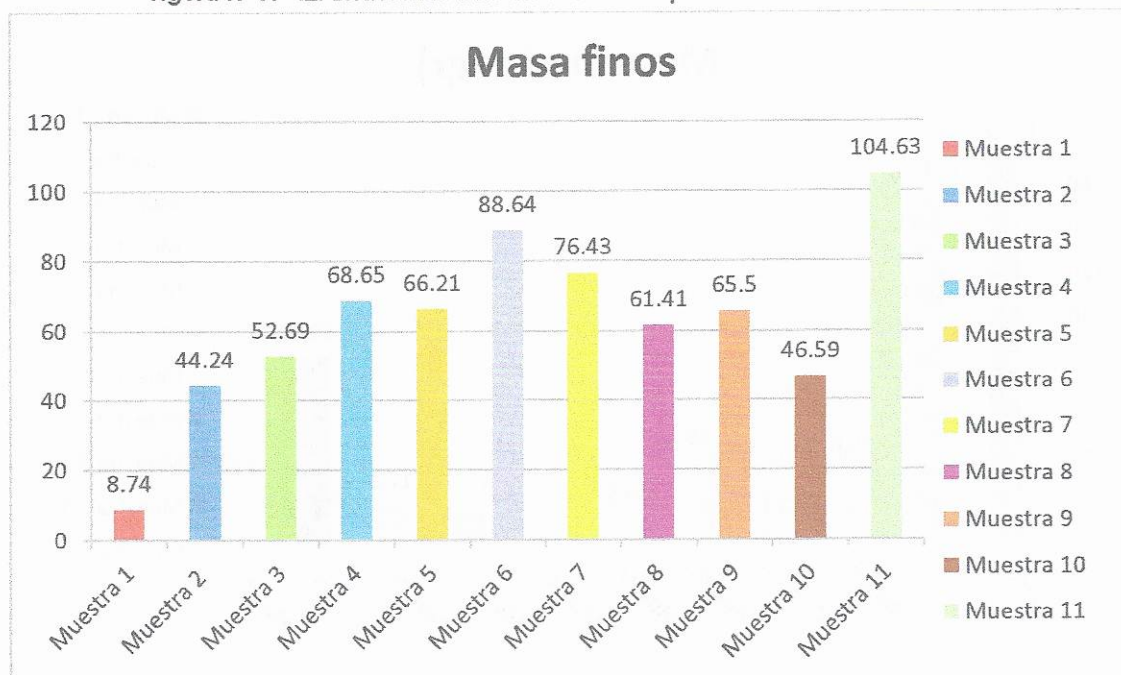
Fuente: YILPORTECU S.A. 2017

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

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.

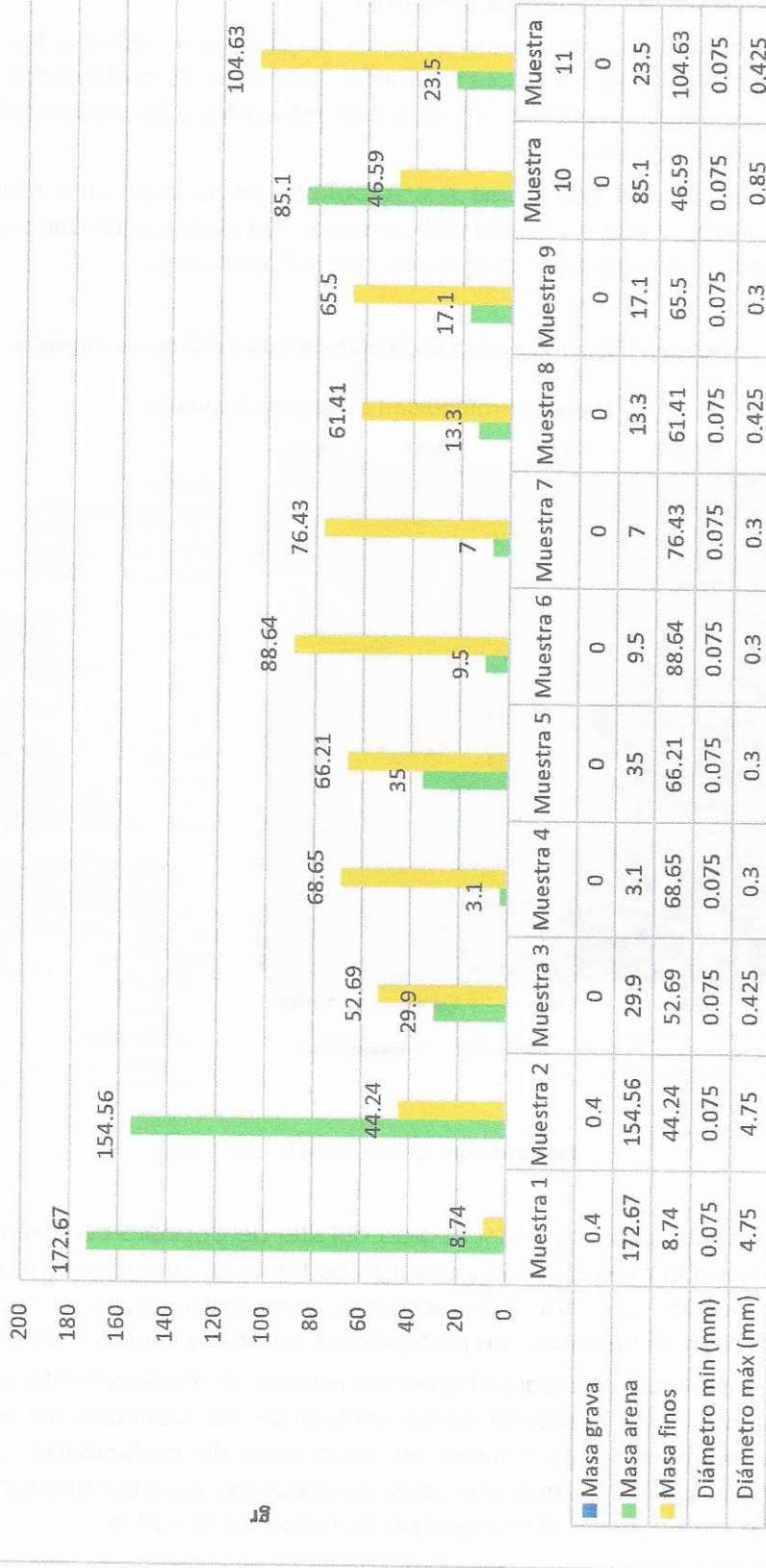
Para objetivos de este documento se procede a determinar la siguiente distribución:

- 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	Informe de Oceanografía	Página
CONSULSUA C. Ltda.	VERSIÓN 0	Fecha: Septiembre 2017	41

Figura N° IV-43: Cantidad de arena, grava y finos en las estaciones de muestreo.

ANÁLISIS DE SEDIMENTO



Fuente: YILPORTECU S.A. 2017

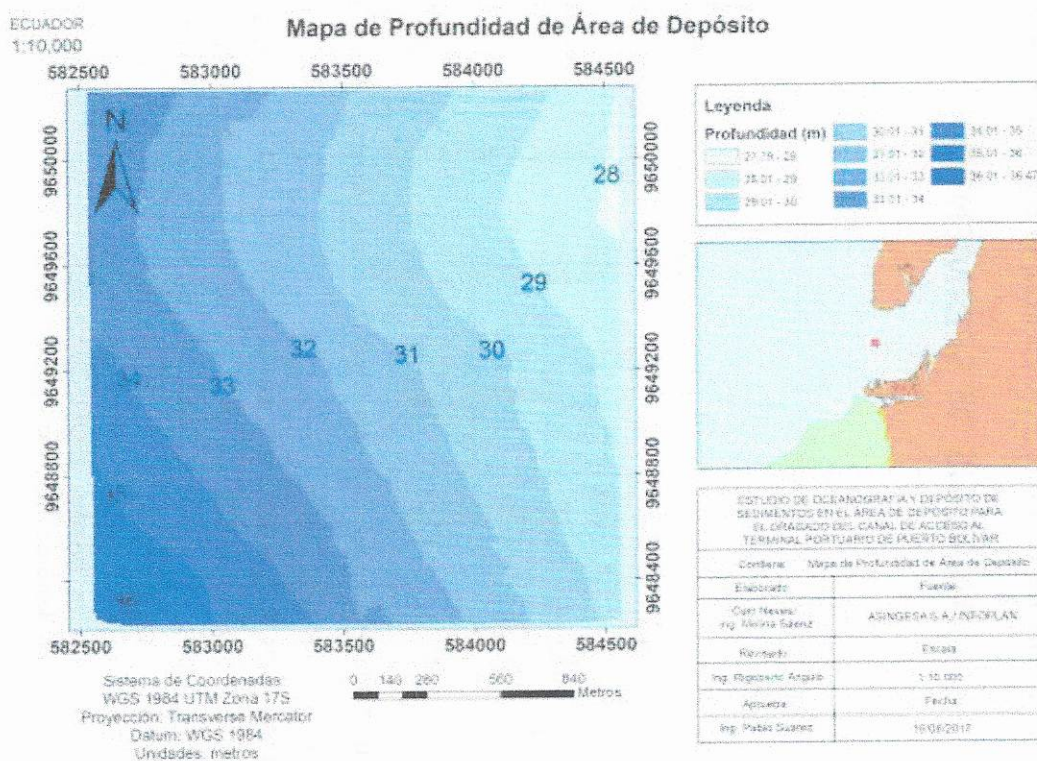
Elaboración: CONSULSUA C. Ltda. 2017

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 refluo) 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.



Elaboración: CONSUSUA 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	Informe de Oceanografía	Página
CONSUSUA C. Ltda.	VERSIÓN 0	Fecha: Septiembre 2017	43

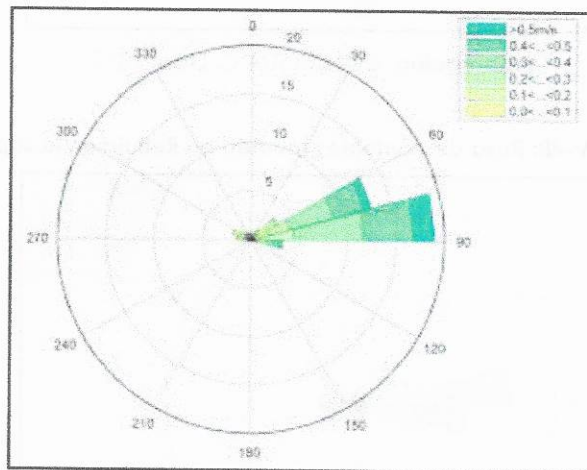
Tabla N° IV-6 Profundidades estratificadas

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

Elaboración: CONSULSUA C. Ltda. 2017

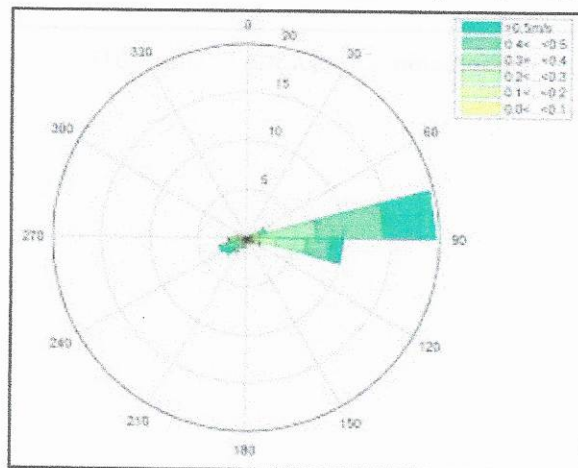
En base a las consideraciones anteriormente citadas, los resultados obtenidos a partir de la recolección de información in situ pertinente a las corrientes marinas fueron los siguientes:

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



Elaboración: CONSULSUA C. Ltda. 2017

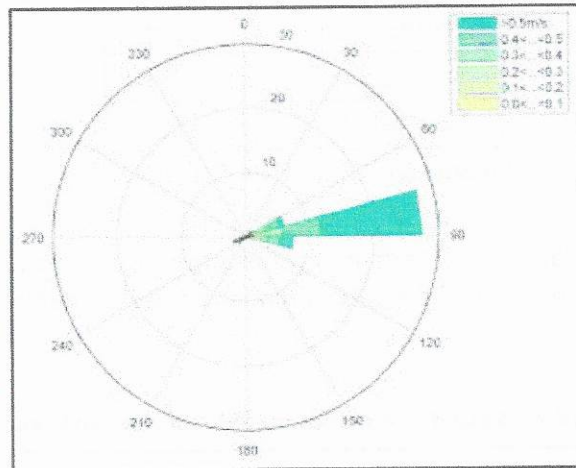
Figura N° IV-46: Rosa de corrientes medido en Flujo en profundidad media.



Elaboración: CONSULSUA C. Ltda. 2017

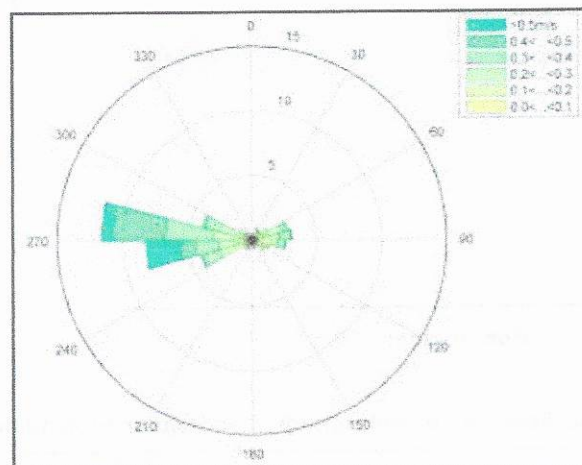
YILPORTECU S.A.	Estudio de Oceanografía y depósito de sedimentos en el área de depósito para el dragado del Canal de Acceso al Terminal Portuaria de Puerto Bolívar	Informe de Oceanografía	Página
CONSULSUA C. Ltda.	VERSIÓN 0	Fecha: Septiembre 2017	44

Figura N° IV-47: Rosa de corrientes medido en Flujo en fondo.



Elaboración: CONSULSUA C. Ltda. 2017

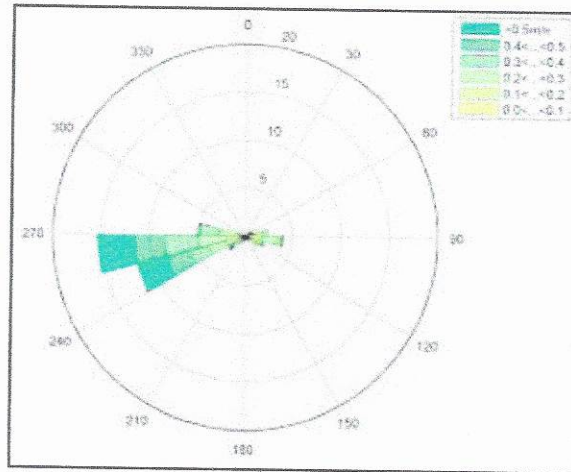
Figura N° IV-48: Rosa de corrientes medido en Reflujo en la superficie.



Elaboración: CONSULSUA C. Ltda. 2017

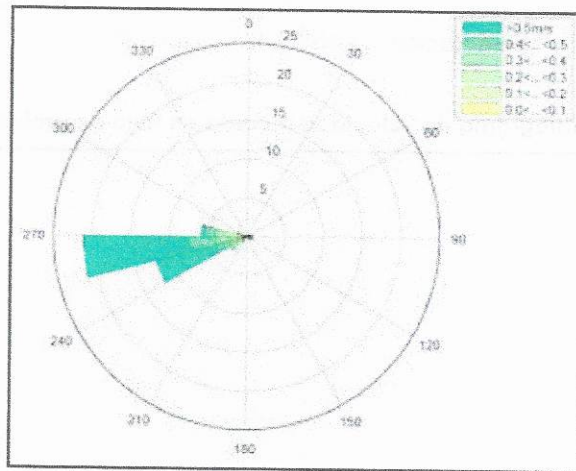
YILPORTECU S.A.	Estudio de Oceanografía y depósito de sedimentos en el área de depósito para el dragado del Canal de Acceso al Terminal Portuaria de Puerto Bolívar	Informe de Oceanografía	Página
CONSULSUA C. Ltda.	VERSIÓN 0	Fecha: Septiembre 2017	45

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



Elaboración: CONSUSUA C. Ltda. 2017

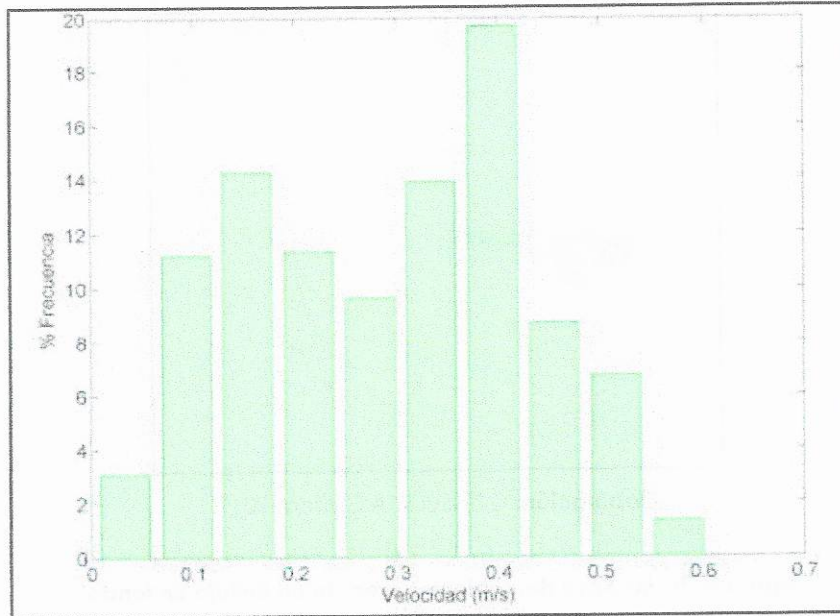
Figura N° IV-50: Rosa de corrientes medido en Reflujo en fondo.



Elaboración: CONSUSUA C. Ltda. 2017

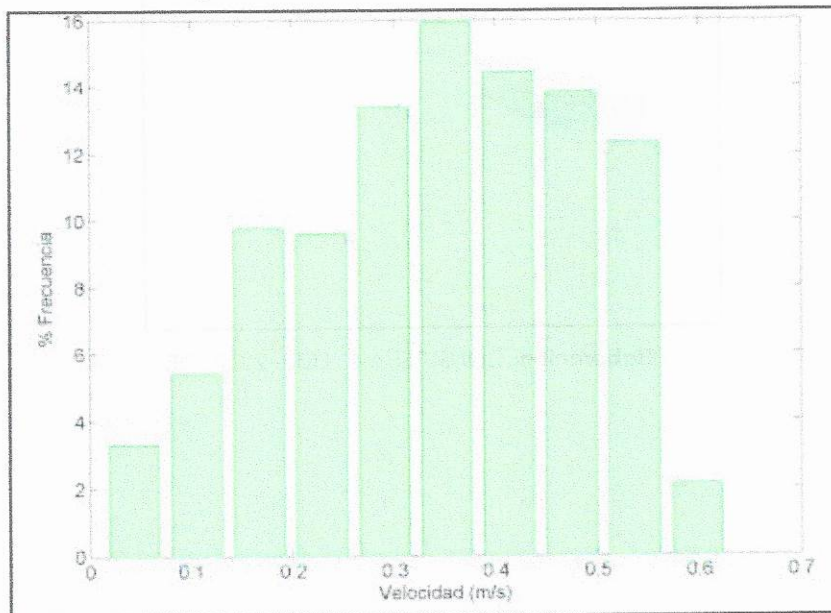
YILPORTECU S.A.	Estudio de Oceanografía y depósito de sedimentos en el área de depósito para el dragado del Canal de Acceso al Terminal Portuaria de Puerto Bolívar	Informe de Oceanografía	Página
CONSUSUA C. Ltda.	VERSIÓN 0	Fecha: Septiembre 2017	46

Figura N° IV-51: Histograma de velocidad medida en Flujo en la superficie.



Elaboración: CONSULSUA C. Ltda. 2017

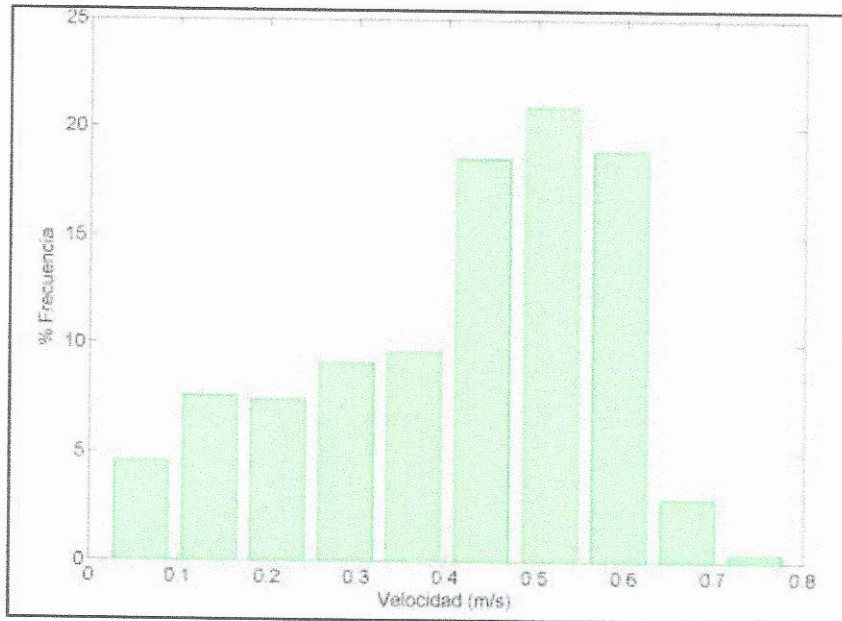
Figura N° IV-52: Histograma de velocidad medida en Flujo en profundidad media.



Elaboración: CONSULSUA C. Ltda. 2017

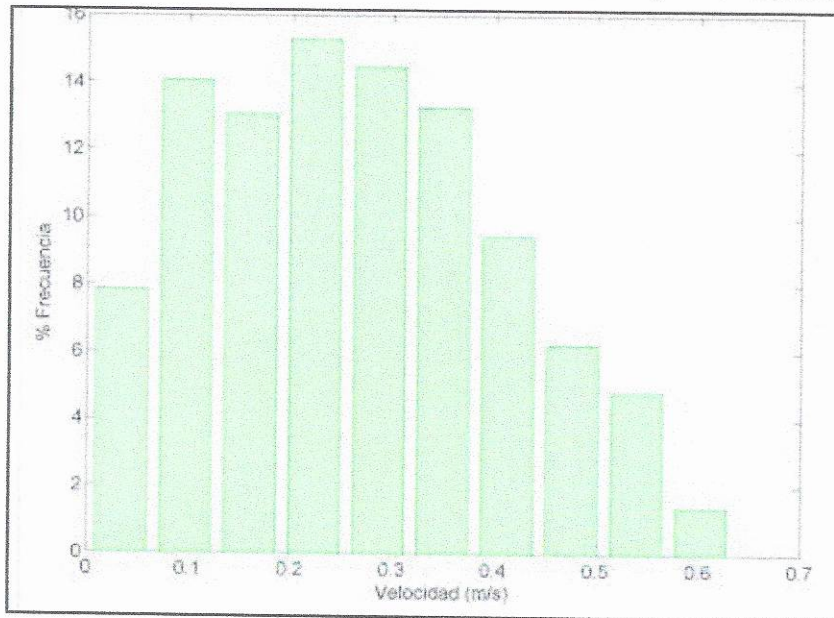
Figura N° IV-53: Histograma de velocidad medida en Flujo en fondo.

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 Bolívar	Informe de Oceanografía	Página
CONSULSUA C. Ltda.	VERSIÓN 0	Fecha: Septiembre 2017	47



Elaboración: CONSULSUA C. Ltda. 2017

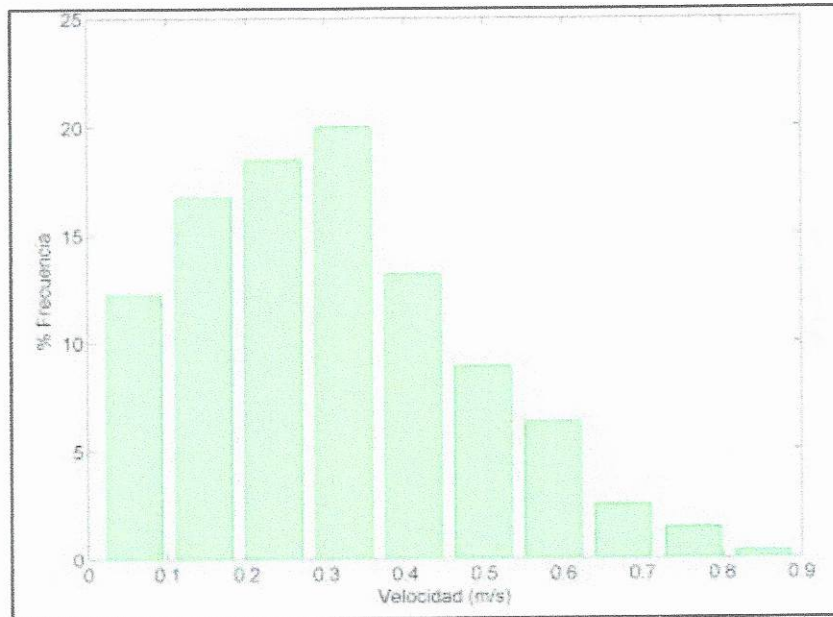
Figura N° IV-54: Histograma de velocidad medida en Reflujo en la superficie.



Elaboración: CONSULSUA C. Ltda. 2017

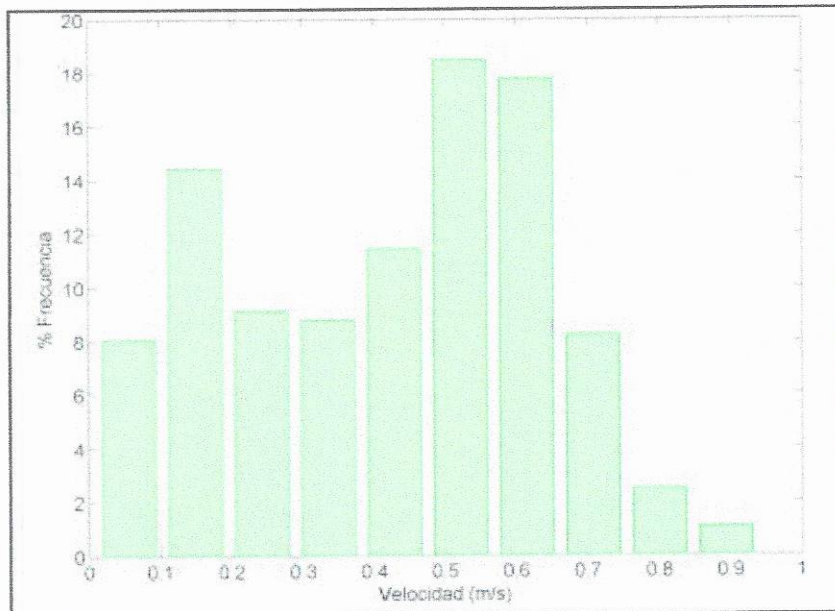
Figura N° IV-55: Histograma de velocidad medida en Reflujo en profundidad media.

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 Oceanografía	Página
CONSULSUA C. Ltda.	VERSIÓN 0	Fecha: Septiembre 2017	48



Elaboración: CONSULSUA C. Ltda. 2017

Figura N° 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.	VERSIÓN 0	Fecha: Septiembre 2017	49

Tabla N° IV-7 Velocidades de corrientes en el sitio de depósito

Profundidad	Velocidad	Dirección	Estado de Marea
	m/s		
SUP. (9m)	0.61	NE	Flujo
	0.65	SW	Reflujo
MEDIO (18m)	0.59	NE	Flujo
	0.89	SW	Reflujo
FONDO (27m)	0.66	NE	Flujo
	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 0.75×10^{-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 0.425×10^{-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 $2.297,7 \text{ kg/m}^3$.
- Se considera una temperatura uniforme del océano pacífico de 24.5°C , lo que permite determinar el valor de densidad de 1023 kg/m^3 y viscosidad $967 \times 10^{-6} \text{ N seg/m}^2$ 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 Oceanografía	Página
CONSULSUA C. Ltda.	VERSIÓN 0	Fecha: Septiembre 2017	50

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 $0.075 \times 10^{-5} \text{ m}$

μ : es la viscosidad del océano Pacífico a 25°C; $967 \times 10^{-6} \text{ N seg/m}^2$

Pp: densidad de la partícula se toma la densidad del sedimento $2.297.7 \text{ kg/m}^3$.

Pf: densidad del fluido, es la densidad del océano Pacífico a 25°C; 1023 kg/m^3

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

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

$$t = \frac{x}{V}$$

t: tiempo

x: distancia (profundidad)

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

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.	VERSIÓN 0	Fecha: Septiembre 2017	51

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

Profundidad		Tiempo de sedimentación	
		segundos	horas
	m		
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 refluo 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 0.3×10^{-4} m

μ : es la viscosidad del océano Pacifico a 25°C; 967×10^{-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:

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

$$t = \frac{x}{V}$$

t: tiempo

x: distancia (profundidad)

V= 0.059 m/seg

YILPORTECU S.A.	Estudio de Oceanografía y depósito de sedimentos en el 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	52

Tabla N° IV-9 El tiempo promedio de deposición de la arena

Profundidad		Tiempo de sedimentación	
		segundos	horas
m			
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 4.75×10^{-3} m

μ : es la viscosidad del océano Pacifico a 25°C; 967×10^{-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 N° IV-10 El tiempo promedio de deposición de la grava

Profundidad		Tiempo de sedimentación	
		segundos	min
m			
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

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	53

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 N° IV-11 Velocidades de corrientes en el sitio de depósito

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

Elaboración: CONSULSUA C. Ltda. 2017

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		Tiempo de sedimentación	Velocidad de corriente	Distancia de sedimentación	
				M	km
m		Horas	m/s		
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 N° IV-13 Tiempo y distancia de sedimentación de partículas finas en Reflujo

Profundidad		Tiempo de sedimentación	Velocidad de corriente	Distancia de sedimentación	
				m	km
m		Horas	m/s		
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

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	55

ARENA (0.3 mm):

FLUJO:

Tabla N° IV-14 Tiempo y distancia de sedimentación para arena en Flujo

Profundidad		Tiempo de sedimentación	Velocidad de corriente	Distancia de sedimentación	
m		Horas	m/s	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: CONSUSUA C. Ltda. 2017

REFLUJO:

Tabla N° IV-15 Tiempo y distancia de sedimentación para arena en Reflujo

Profundidad		Tiempo de sedimentación	Velocidad de corriente	Distancia de sedimentación	
m		Horas	m/s	km	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

Elaboración: CONSUSUA C. Ltda. 2017

GRAVA (4.75 mm):

FLUJO:

Tabla N° IV-16 Tiempo y distancia de sedimentación para grava en Flujo

Profundidad		Tiempo de sedimentación	Velocidad de corriente	Distancia de sedimentación	
				km	m
m		Horas	m/s		
Superficie	0-9	0.00016811	0.61	0.00036918	0.36
Medio	9-18	0.00016811	0.60	0.00036312	0.36
Fondo	18-27	0.00016811	0.76	0.00045996	0.45
		0.00			1.19

Elaboración: CONSUSUA C. Ltda. 2017

REFLUJO:

Tabla N° IV-17 Tiempo y distancia de sedimentación para grava en Reflujo

Profundidad		Tiempo de sedimentación	Velocidad de corriente	Distancia de sedimentación	
				Km	m
m		Horas	m/s		
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

Elaboración: CONSUSUA C. Ltda. 2017

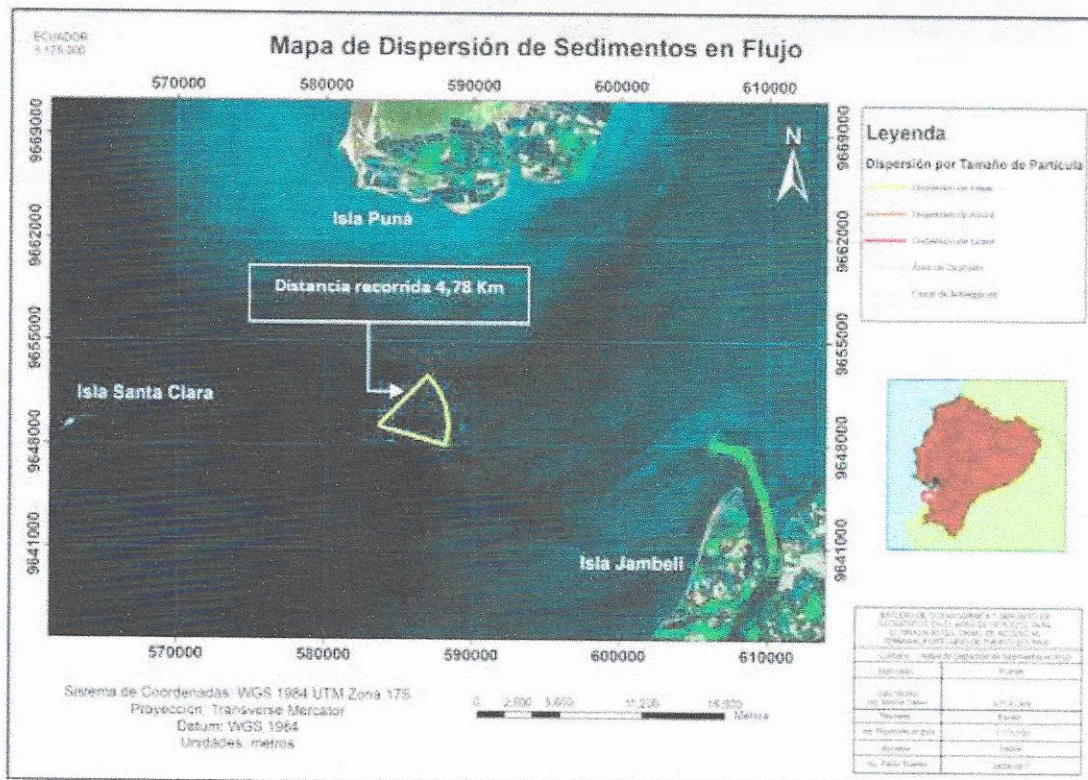
ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

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 reflujó el sedimento fino recorrerá 6.02 Kilómetros.

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

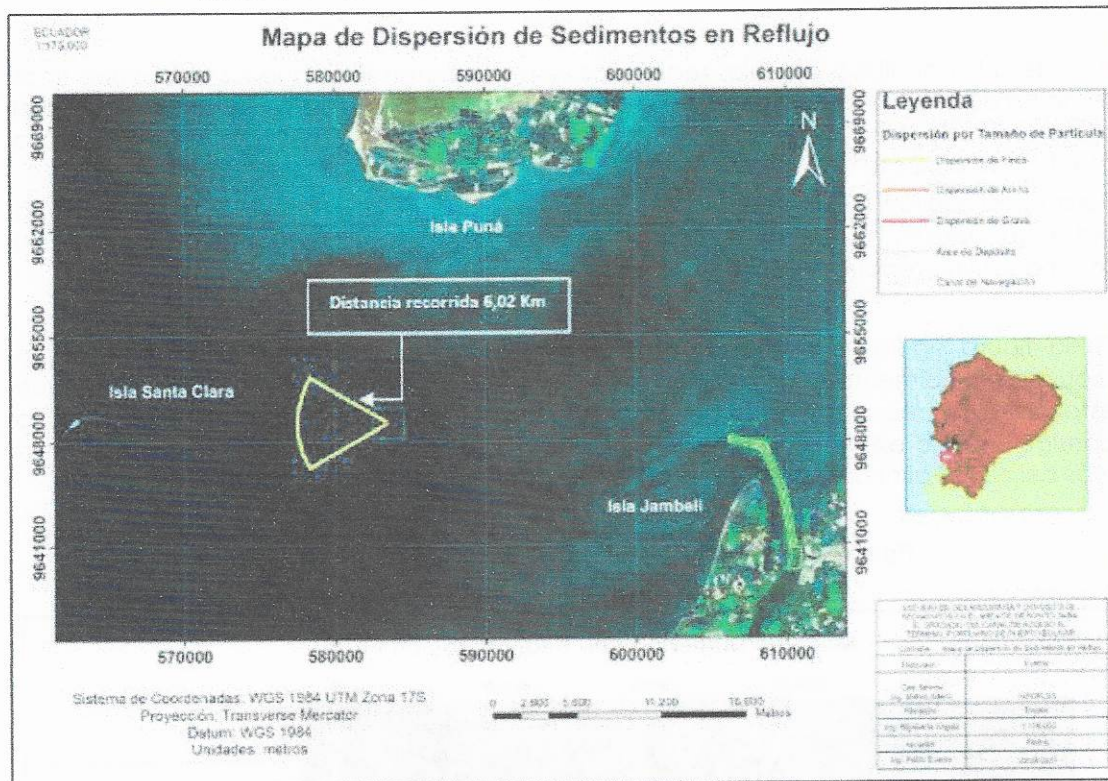
Figura N° IV-57: Modelo de dispersión de sedimentos en flujo.



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	58

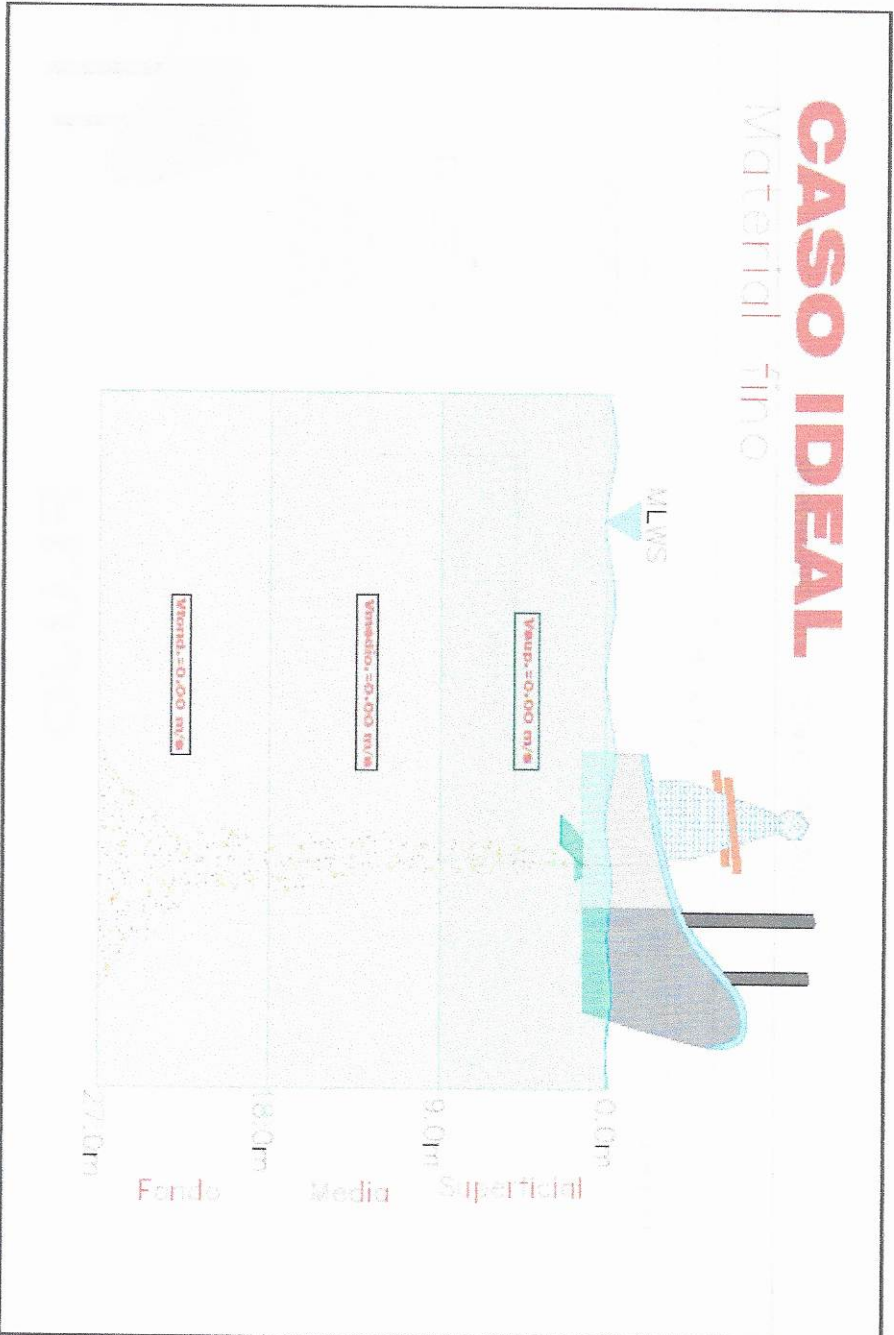
Figura N° IV-58: Modelo de dispersión de sedimentos en Reflujo.



Elaboración: CONSULSUA C. Ltda. 2017

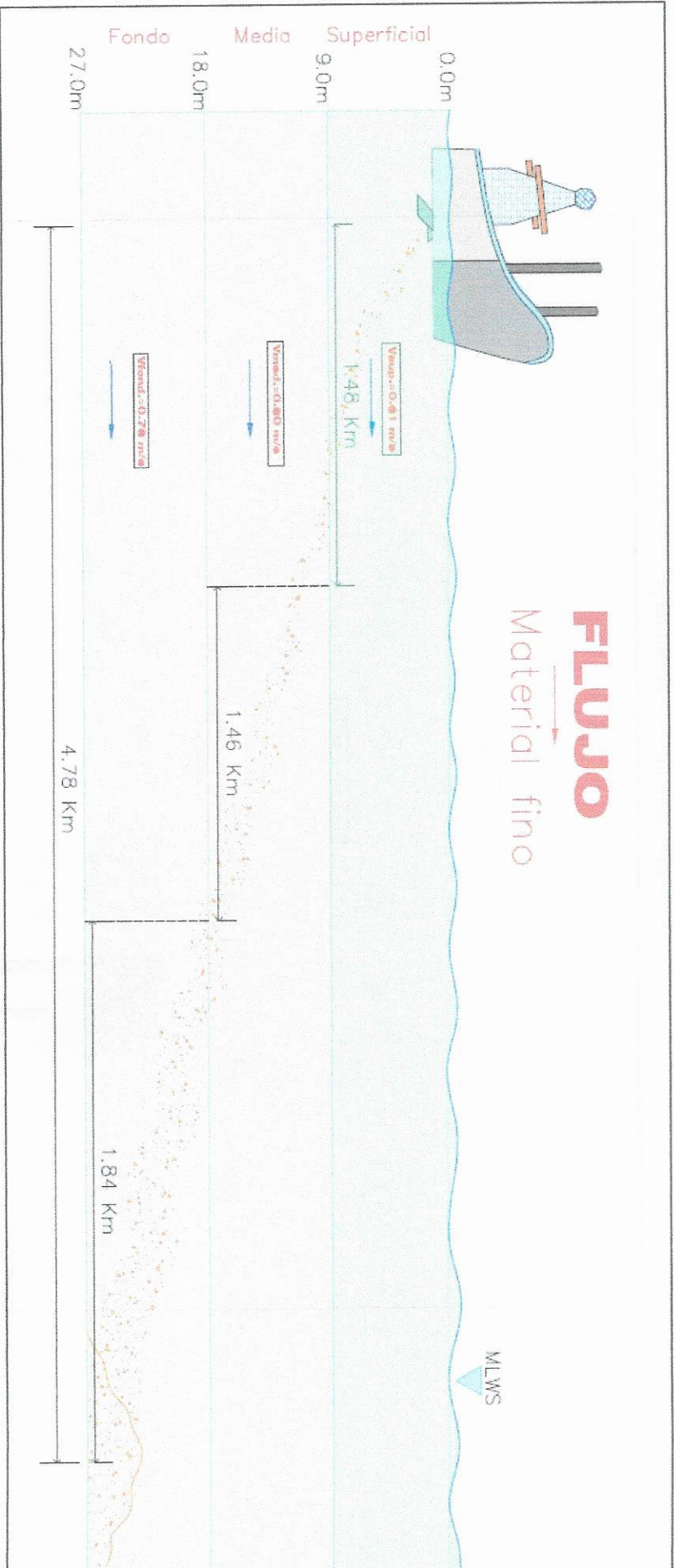
YILPORTECU S.A.	Estudio de Oceanografía y depósito de sedimentos en el área de depósito para el dragado del Canal de Acceso al Terminal Portuaria de Puerto Bolívar	Informe de Oceanografía	Página
CONSULSUA C. Ltda.	VERSIÓN 0	Fecha: Septiembre 2017	59

Figura N° IV-59: Caso ideal de sedimentación del material fino.



Elaboración: CONSUSLSUA C. Ltda. 2017
Figura N° IV-60: Sedimentación del material fino en Flujo.

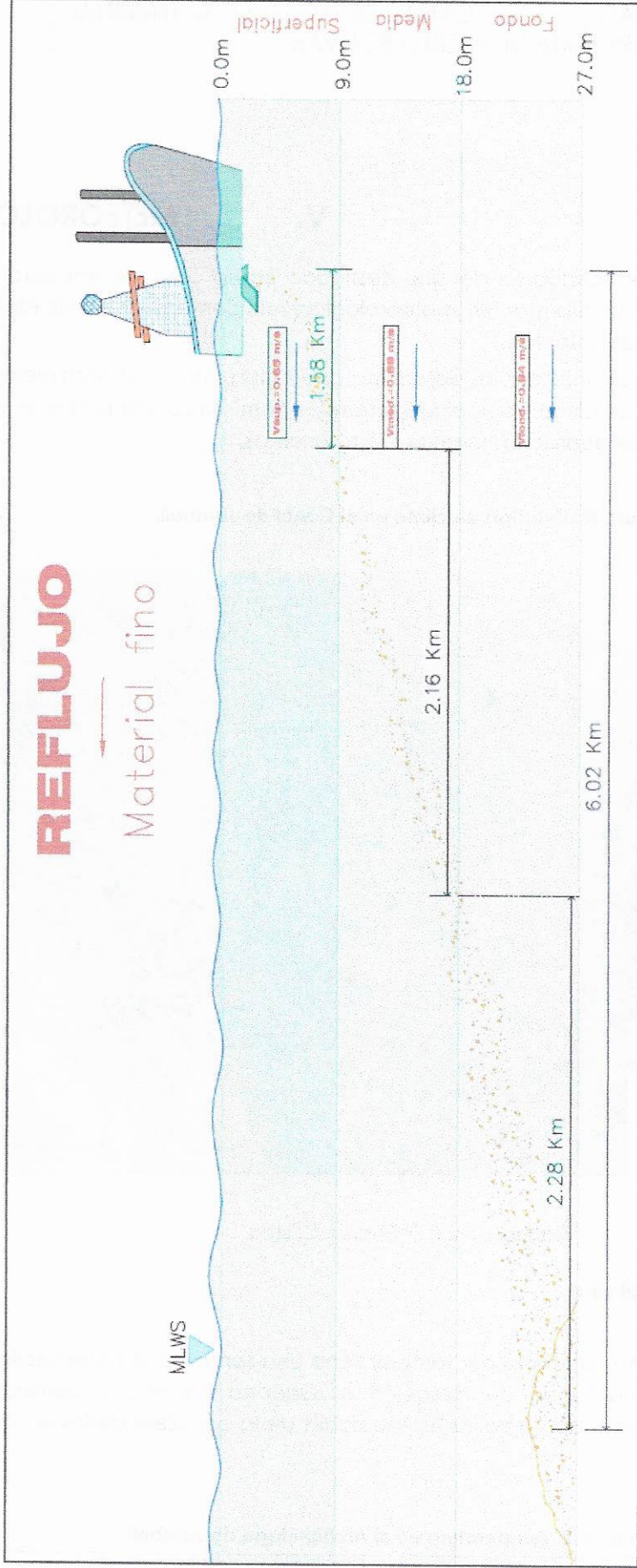
YILPORTECU S.A.	Estudio de Oceanografía y depósito de sedimentos en el área de depósito para el dragado del Canal de Acceso al Terminal Portuaria de Puerto Bolívar	Informe de Oceanografía	Página
CONSUSLSUA C. Ltda.	VERSION 0	Fecha: Septiembre 2017	60



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	61

Figura N° IV-61: Sedimentación del material fino en Reflujo.



Elaboración: CONSULSUA C. Ltda. 2017

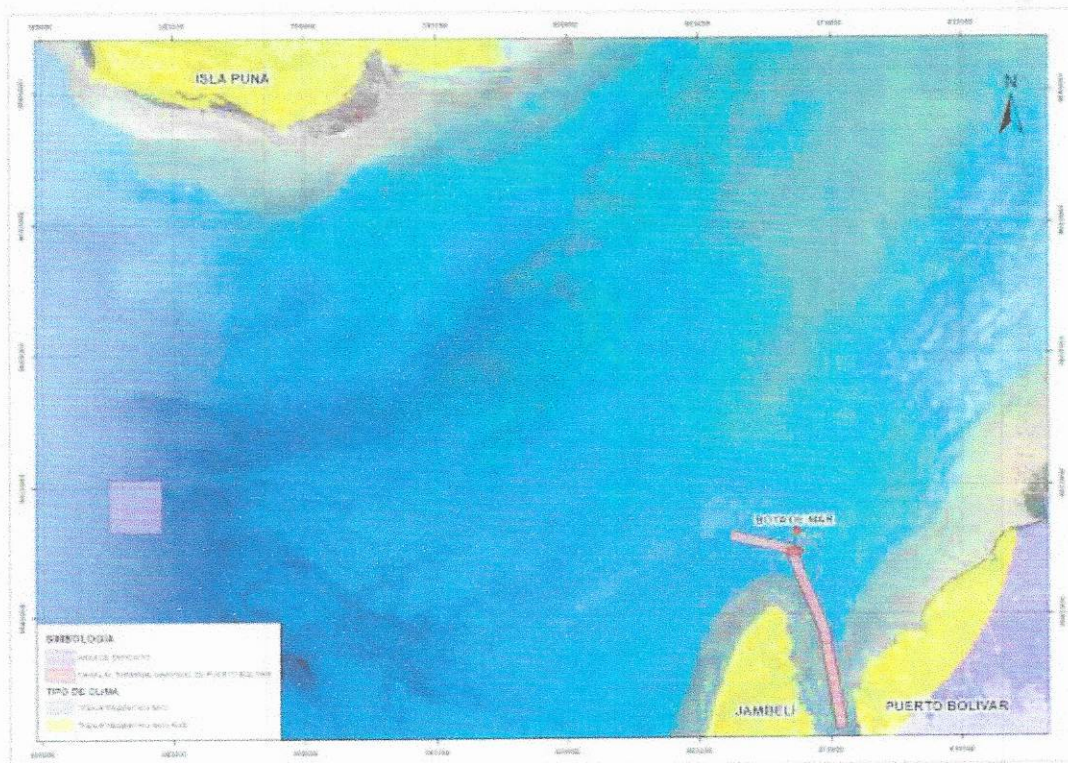
YILPORTECU S.A.	Estudio de Oceanografía y depósito de sedimentos en el área de depósito para el dragado del Canal de Acceso al Terminal Portuaria de Puerto Bolívar	Informe de Oceanografía	Página
CONSULSUA C. Ltda.	VERSIÓN 0	Fecha: Septiembre 2017	62

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	Informe de Oceanografía	Página
CONSULSUA C. Ltda.	VERSIÓN 0	Fecha: Septiembre 2017	63

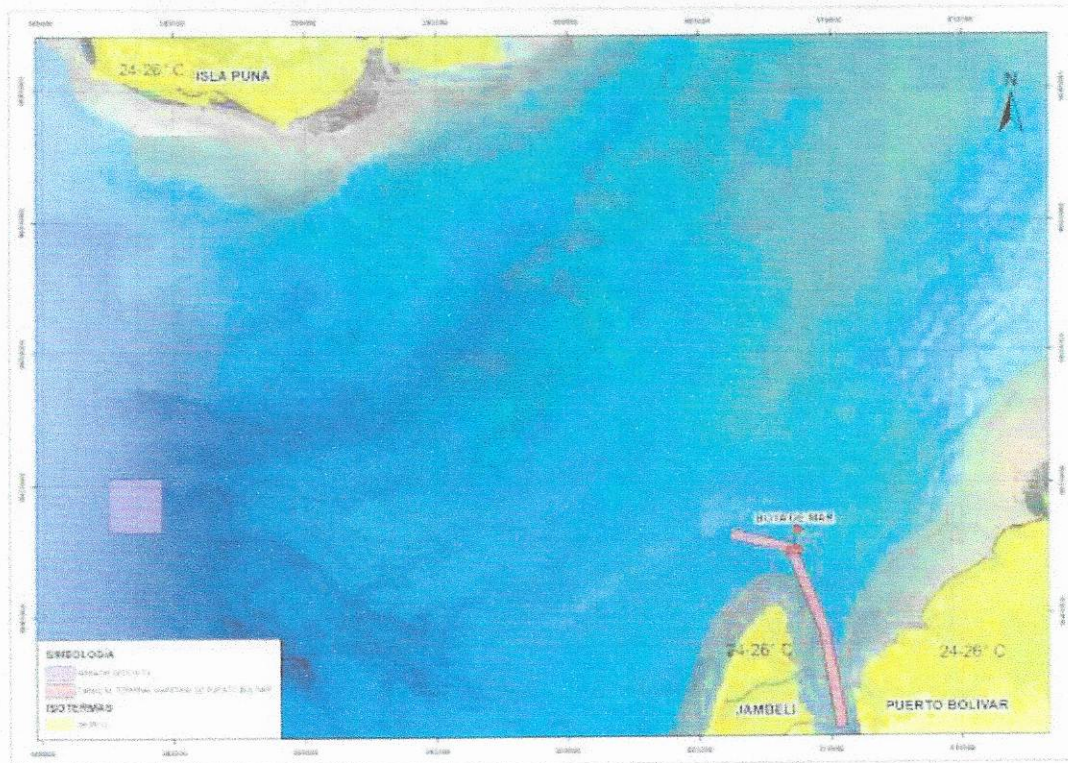


Fuente: GAD Jambelí, 2015.

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.



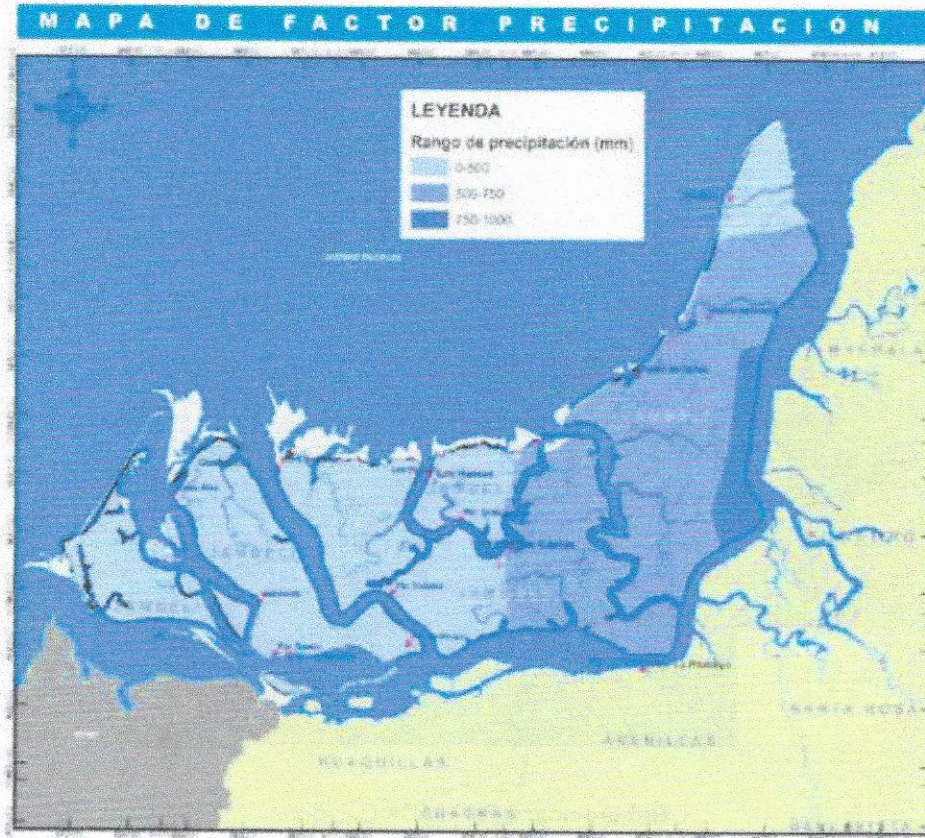
Elaboración: CONSULSUA C. Ltda.

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 Oceanografía	Página
CONSULSUA C. Ltda.	VERSIÓN 0	Fecha: Septiembre 2017	65

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

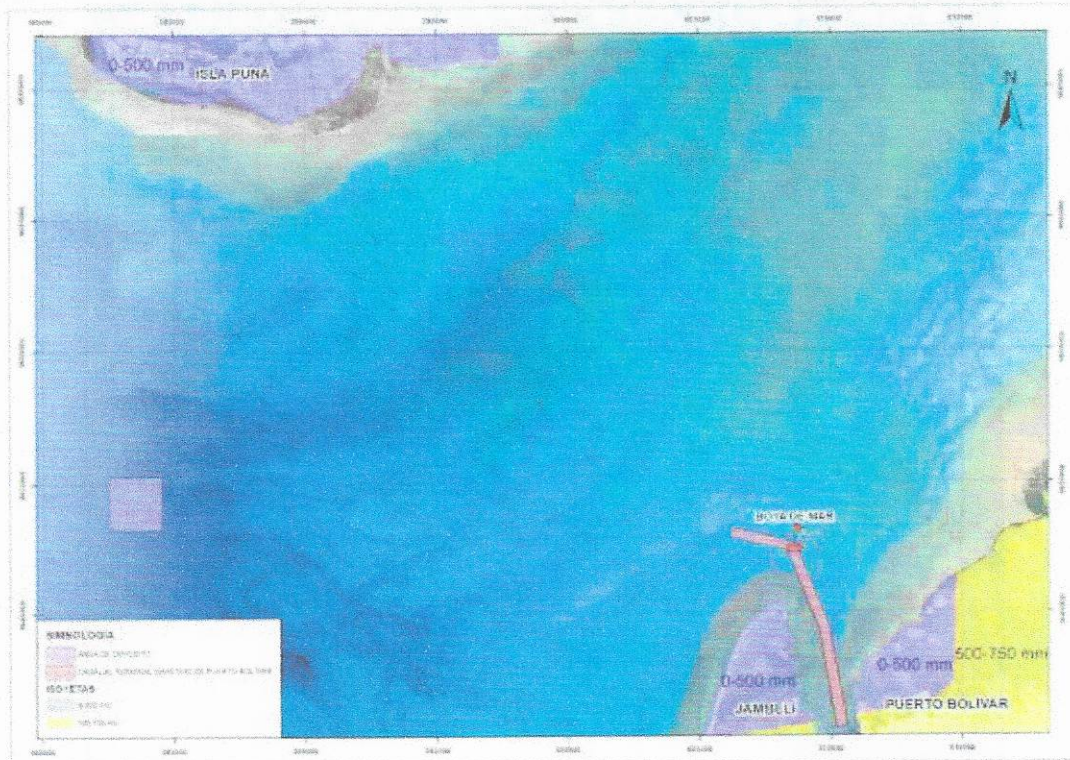


Fuente: GAD Jambelí, 2015.

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.



Elaboración: CONSULSUA C. Ltda.

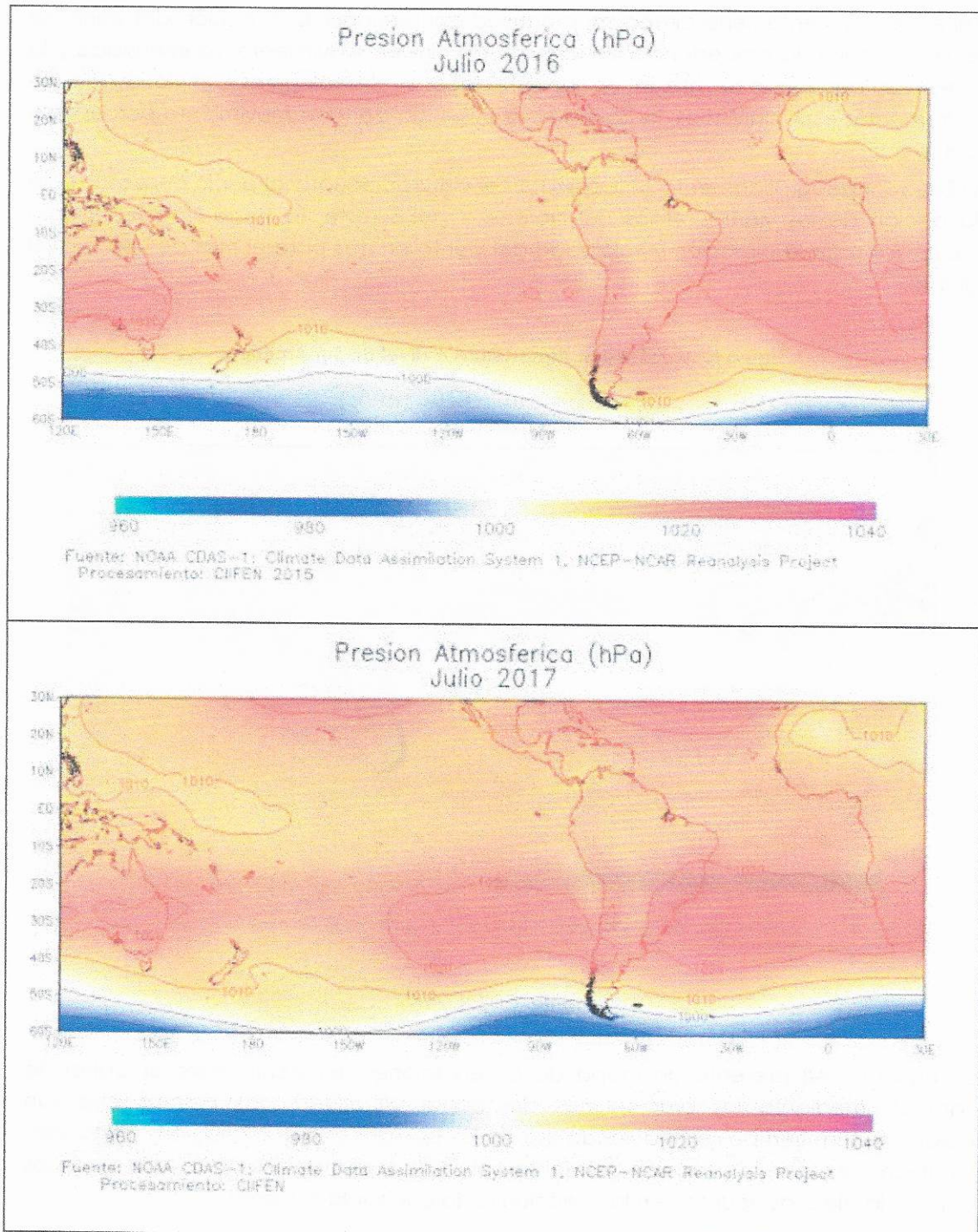
5.3 Presión atmosférica

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	Página
CONSULSUA C. Ltda.	VERSIÓN 0	Fecha: Septiembre 2017	67

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



Fuente: CIIFEN, 2017

5.4 Vientos

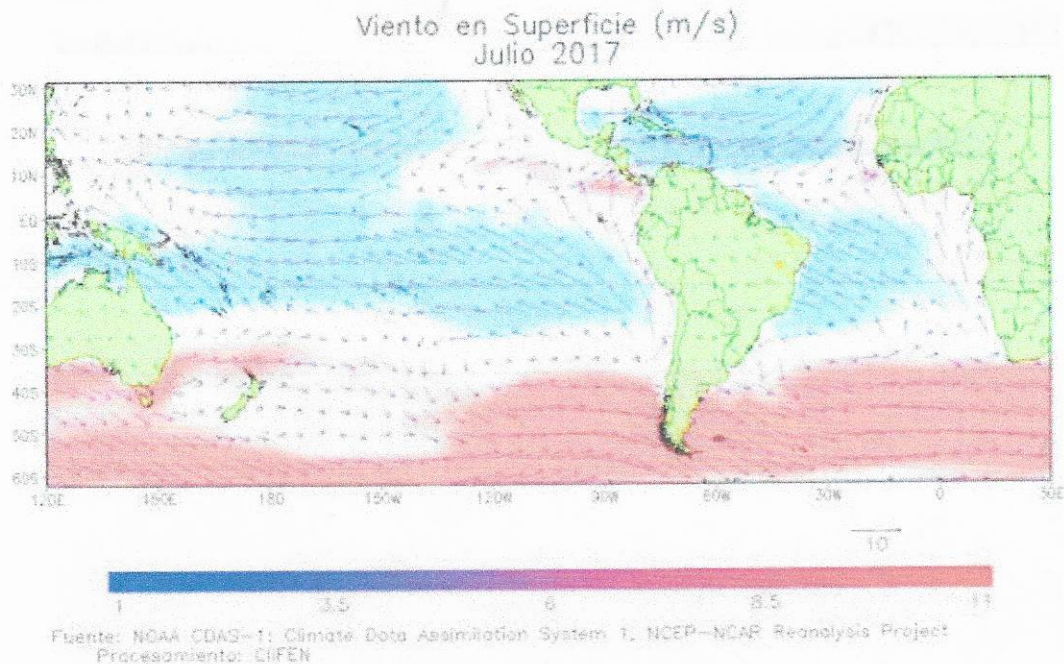
El viento es el movimiento del aire que se produce por diferencia de presiones en la atmósfera. El desplazamiento del aire puede ser en sentido vertical (ascenso y descenso del aire), fenómeno conocido como corriente de aire, o en sentido

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

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 global.

Figura N° V-7: Presión Atmosférica a Nivel de Sur América.



Fuente: CIIFEN, 2017

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	Informe de Oceanografía	Página
CONSULSUA C. Ltda.	VERSIÓN 0	Fecha: Septiembre 2017	69

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	Página
CONSULSUA C. Ltda.	VERSIÓN 0	Fecha: Septiembre 2017	70

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 camaronerías, puesto que los sedimentos se desplazarán 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 desplazará 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	Informe de Oceanografía	Página
CONSULSUA C. Ltda.	VERSIÓN 0	Fecha: Septiembre 2017	71

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&Itemid=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 Portuaria de Puerto Bolívar	Informe de Oceanografía	Página
CONSULSUA C. Ltda.	VERSIÓN 0	Fecha: Septiembre 2017	72