



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD Y DEFENSA
CARRERA LICENCIATURA EN CIENCIAS NAVALES**

**TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE LICENCIADO EN
CIENCIAS NAVALES**

AUTOR

DANIEL SEBASTIÁN LALALEO MARTÍNEZ

TEMA

**EL DRAGADO EN EL CANAL DE GUAYAQUIL Y SU INFLUENCIA EN EL
TRÁFICO MARÍTIMO DE ACCESO AL PUERTO DE GUAYAQUIL**

DIRECTOR

TNNV-SU JORGE EDUARDO TORRES OLMEDO

SALINAS, DICIEMBRE 2014

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo realizado por el estudiante Daniel Sebastián Lalaleo Martínez, cumple con las normas metodológicas establecidas por la Universidad de la Fuerzas Armadas – ESPE, y se ha desarrollado bajo mi supervisión, observando el rigor académico y científico que la Institución demanda para trabajos de titulación, por lo cual autorizo se proceda con el trámite legal correspondiente.

Salinas, 8 de Diciembre del 2014

Atentamente

TNNV-SU Jorge Eduardo Torres Olmedo

Director de Tesis

DECLARACIÓN EXPRESA

El suscrito, Daniel Sebastián Lalaleo Martínez, declaro por mis propios y personales derechos, con relación a la responsabilidad de los contenidos teóricos y resultados procesados, que han sido presentados en formato impreso y digital en la presente investigación, cuyo título es: “ EL DRAGADO EN EL CANAL DE GUAYAQUIL Y SU INFLUENCIA EN EL TRÁFICO MARÍTIMO DE ACCESO AL PUERTO DE GUAYAQUIL”, son de mi autoría exclusiva, que la propiedad intelectual de los autores consultados, ha sido respetada en su totalidad y, que el patrimonio intelectual de este trabajo le corresponde a la Universidad de la Fuerzas Armadas - ESPE.

Daniel Sebastián Lalaleo Martínez

Autor

AUTORIZACIÓN

Yo, Daniel Sebastián Lalaleo Martínez

Autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE, la publicación en la biblioteca de la institución de la Tesis titulada: “ EL DRAGADO EN EL CANAL DE GUAYAQUIL Y SU INFLUENCIA EN EL TRÁFICO MARÍTIMO DE ACCESO AL PUERTO DE GUAYAQUIL”, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Salinas, a los 8 días del mes de Diciembre del año 2014

Daniel Sebastián Lalaleo Martínez

Autor

DEDICATORIA

A mi familia por todo el apoyo incondicional que con mucho esfuerzo y dedicación hicieron llegar en mí la fuerza y los consejos necesarios para poder salir adelante en las circunstancias más adversas de este periodo de formación.

Daniel Sebastián Lalaleo Martínez

Autor

AGRADECIMIENTO

Este trabajo es fruto del esfuerzo y la dedicación agradezco a Dios por mantenerme siempre con vida, a mi familia, mis padres Inés y Robín que siempre estuvieron en cualquier momento y me apoyaron siempre ya que son el pilar fundamental que contribuyó con mi formación, a Patricia por su apoyo incondicional y sus sabias palabras cada día.

Agradezco también a los señores docentes que con sus enseñanzas y su dedicación impartieron el conocimiento necesario para poder desarrollar las capacidades que permitieron culminar con este proyecto de investigación.

Por último agradezco a todo el personal que trabaja en la Institución señores oficiales, señores tripulantes, señores servidores públicos que con su aporte lograron en mí una formación integral y profesional que permitieron desarrollar a cabalidad el suscrito proyecto de investigación.

Daniel Sebastián Lalaleo Martínez

Autor

INDICE DE CONTENIDO

Certificación	ii
Declaración expresa	iii
Autorización	iv
Dedicatoria.....	v
Agradecimiento.....	vi
Índice de contenido.....	vii
Índice de figuras.....	xi
Índice de gráficos.....	xi
Índice de cuadros.....	xi
Índice de anexos.....	xii
Abreviaturas.....	xiii
Resumen.....	xiv
Abstract	xv
CAPÍTULO I	1
INFLUENCIA DEL DRAGADO EN EL TRÁFICO MARÍTIMO DEL CANAL DE ACCESO AL PUERTO DE GUAYAQUIL.....	1
1.1 ANTECEDENTES	2
1.2 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.....	3
1.3 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	4
1.4 OBJETIVOS	4
1.4.1 OBJETIVO GENERAL.....	4
1.5 HIPÓTESIS Y VARIABLES	5
1.5.1 HIPÓTESIS.....	5
1.5.2 VARIABLES.....	5
CAPÍTULO II	6
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	6
2.1 TRÁFICO MARÍTIMO.....	6
2.1.1 TIPOS DE NAVES DE LA FLOTA MUNDIAL.....	6

2.1.1.1	NAVES DE LÍNEA	6
2.1.1.2	NAVES GRANELEROS	6
2.1.2	EVOLUCIÓN DE LOS PORTACONTENEDORES	6
2.2	MARCO CONCEPTUAL	10
2.3	CARACTERÍSTICAS DEL CANAL DE ACCESO AL PUERTO DE GUAYAQUIL	13
2.3.1	EI DELTA SUBAÉREO	13
2.3.2	EL ESTUARIO DEL GUAYAS.....	14
2.4	PROFUNDIDAD DEL CANAL DE ACCESO AL PUERTO DE GUAYAQUIL	15
2.4.1	BOYA DE MAR A BOYA 7	15
2.4.2	BOYA 7 A BOYA 13.....	15
2.4.3	BOYA 13 A BOYA 17	15
2.4.4	BOYA 17 A BOYA 33.....	15
2.4.5	BOYA 33 A BOYA 66.....	15
2.4.6	BOYA 66 A BOYA 80.....	16
2.5	CARACTERISTICAS DEL MATERIAL DEL FONDO MARINO	16
2.6	PROCESO DE DRAGADO	16
2.6.1	ETAPAS DE DRAGADO DEL ACTUAL PROYECTO	17
2.6.1.1	PRIMERA ETAPA.....	17
2.6.1.2	SEGUNDA ETAPA	17
2.7	ANÁLISIS DE LOS SEDIMENTOS DEL CANAL DE ACCESO AL PUERTO DE GUAYAQUIL.....	18
2.8	CARACTERISTICAS DEL MOVIMIENTO DE LOS SEDIMENTOS EN RÍOS.....	18
2.8.1	SITIOS CRÍTICOS.....	19
2.8.2	TIPOS DE DRAGAS	21
2.8.2.1	DRAGAS MECÁNICAS	21
2.8.2.2	DRAGAS DE CUCHARA	22
2.8.2.3	DRAGAS DE ROSARIO.....	22
2.8.2.4	DRAGAS HIDRÁULICAS	22
2.8.2.5	DRAGAS CORTADORAS.....	23
2.8.2.6	DRAGAS DE SUCCIÓN SIMPLE	24

2.8.3	MÉTODOS DE VERTIDO.....	25
2.8.3.1	APERTURA DE FONDO.....	25
2.8.3.2	POR BOMBEO.....	25
2.8.4	SITUACIÓN DEL ÁREA DE OPERACIONES.....	26
2.8.5	ENFILADAS DEL DRAGADO.....	27
2.9	CARACTERÍSTICAS DE LAS DRAGAS QUE EXISTEN EN EL PAÍS.....	27
2.9.1	DRAGA SANTIAGO DE IHC BEAVER 3800HP CSD.....	27
2.9.2	DRAGA PUYO, IHC BEAVER 1600HP.....	27
2.9.3	DRAGA TENA, IHC BEAVER 1200HP.....	27
2.9.4	DRAGA MACAS, DE 600HP.....	28
2.9.5	DRAGA FRANCISCO DE ORELLANA.....	28
2.9.6	DRAGA RÍO YANUNCAY.....	28
2.10	LIMITES Y SEÑALIZACIÓN DEL CANAL NAVEGABLE.....	29
CAPÍTULO III.....		30
METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN.....		30
3.1	TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	30
3.2	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	30
3.3	TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	30
3.4	MÉTODOS UTILIZADOS.....	31
3.5	PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS.....	31
3.5.1	FICHAS DE OBSERVACIÓN.....	31
3.6	ESTADÍSTICAS DE INGRESO DE BUQUES SEGÚN SU CALADO DESDE EL AÑO 2000-2007.....	32
3.7	ESTADÍSTICAS DE INGRESO DE BUQUES SEGÚN SU CALADO AÑO ACUMULADO 2009-2011.....	33
3.8	ESTADÍSTICAS DE INGRESO DE BUQUES SEGÚN SU CALADO AÑO 2012.....	35
3.9	ESTADÍSTICAS DE INGRESO DE BUQUES SEGÚN SU CALADO AÑO 2013.....	36
3.10	ESTADÍSTICAS DE INGRESO DE BUQUES SEGÚN SU CALADO AÑO 2014.....	37
3.11	ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	37

3.12	ANÁLISIS DE INCIDENTES EN EL CANAL DE ACCESO AL PUERTO DE GUAYAQUIL	38
3.13	INCIDENTES EN EL AÑO 2010.....	39
3.14	INCIDENTES EN EL AÑO 2011.....	39
3.15	INCIDENTES EN EL AÑO 2012.....	39
3.16	INCIDENTES EN EL AÑO 2013.....	40
3.17	ANÁLISIS DE LOS INCIDENTES EN LOS 3 ÚLTIMOS AÑOS.	40
3.18	ANÁLISIS DE PORTACONTENEDORES Y SU CRECIMIENTO EN CALADO	41
3.19	ANÁLISIS GENERAL DE ENTRADA Y SALIDA DE BUQUES DESDE EL AÑO 2009 HASTA EL 2013 DE ACUERDO A SU CALADO.....	43
3.20	ENTREVISTA.....	44
CAPÍTULO IV.....		46
PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DEL DRAGADO EN EL CANAL DE ACCESO AL PUERTO DE GUAYAQUIL ESTABLECIENDO UN ESTUDIO PARA OBTENER UNA PROFUNDIDAD ESTÁNDAR DE 10 METROS QUE CONTRIBUYA AL DESARROLLO DEL TRÁFICO MARÍTIMO.....		46
4.1	JUSTIFICACIÓN.....	46
4.2	OBJETIVO.....	47
4.3	DESARROLLO DE LOS ASPECTOS TÉCNICOS OPERATIVOS RELACIONADOS CON LA PROPUESTA	47
4.3.1	ASPECTOS TÉCNICOS DE LA PROPUESTA	47
CONCLUSIONES		58
RECOMENDACIONES		59
BIBLIOGRAFÍA		60

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura. 1 Portacontenedores	7
Figura. 2 Barcazas	11
Figura. 3 Canal de acceso boyas 8-12	19
Figura. 4 Canal de acceso boyas 39-54.....	19
Figura. 5 Draga mecánica	21
Figura. 6 Draga hidráulica	23
Figura. 7 Draga cortadora	24
Figura. 8 Draga de succión simple.....	25
Figura. 9 Sección de una parte del canal de acceso.....	48
Figura. 10 Sección desde la boya 33-45.....	49
Figura. 11 Sección desde la boya 45-58.....	50
Figura. 12 Sección desde la boya 58-66.....	51

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Ingreso de buques años 2000-2007	32
Gráfico 2 Estadísticas de ingreso 2009-2011	33
Gráfico 3 Ingreso de buques año 2011	34
Gráfico 4 Buques que ingresaron en el año 2012	35
Gráfico 5 Buques que ingresaron en el año 2013.....	36
Gráfico 6 Ingreso de buques año 2011	37
Gráfico 7 Número de buques por varamiento	40
Gráfico 8 Número de buques portacontenedores y su aumento en calado	41
Gráfico 9 Análisis general de entrada y salida de buques año 2009-2013 .	42

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1 Portacontenedores y su crecimiento en calado.....	8
Cuadro 2 Número de buques que entran a los muelles del Puerto Marítimo de Guayaquil.....	9
Cuadro 3 Número de buques que ingresan según el tipo de carga.....	10
Cuadro 4 Volumen de dragado total actual.....	20
Cuadro 5 Profundidades por secciones en el canal de Guayaquil.....	47

Cuadro 6 Profundidades por secciones en el canal de acceso al puerto de Guayaquil.....	52
Cuadro 7 Volumen de extracción por día de la draga Rio Yanuncay tomando en cuenta la eficiencia.....	53
Cuadro 8 Profundidades por secciones en el canal de Guayaqui.....	54
Cuadro 9 Eficiencia que tienen las 2 dragas al día.....	55
Cuadro 10 Porcentaje de eficiencia del dragado al unir las 2 dragas al mantenimiento del canal.....	56
Cuadro 11 Tiempo de extracción del volumen total a una eficiencia del 70%.....	56
Cuadro 12 Tiempo total de extracción del volumen total a una eficiencia del 88.81%.....	57

ABREVIATURAS

Mn	milla náutica
m ³	metro cúbico
Teus	es la capacidad de carga de un contenedor de 20 pies
V	volumen
d	distancia
t	tiempo
M/n	motonave
INOCAR	Instituto Oceanográfico de la Armada
SERDRA	Servicio de dragas de la Armada del Ecuador

RESUMEN

Desde hace mucho tiempo atrás el dragado del canal de acceso al puerto de Guayaquil sin duda alguna sigue siendo uno de los mayores problemas que tiene el país. Se ha realizado muchos trabajos de dragado en toda la extensión del canal de acceso pero ninguno con buenos resultados ya que el trabajo realizado no fue constante y por tanto el canal muy rápidamente volvió a sedimentarse a causa de la naturaleza del mismo. Se tomaron medidas y se trató de reubicar el puerto, pero sería una gran pérdida económica, el dragado del canal de acceso influye directamente en el tráfico marítimo en especial del paso de embarcaciones con gran calado es decir mayores a 9 metros, normalmente la profundidad del canal es de 9,5 metros pero debido a la sedimentación que se ha venido produciendo, la profundidad disminuyó hasta en 8,2 metros, estos factores afectan la navegación segura de las embarcaciones, debido al desarrollo tecnológico y al avance del mercado las empresas se han visto en la necesidad de contratar buques más grandes para poder cargar todos sus productos de una manera eficiente pero esto también afecta al país ya que dichos buques son de gran calado y debido a sus dimensiones es imposible que puedan navegar por el canal de acceso.

PALABRAS CLAVE: DRAGADO, SEDIMENTARSE, TRÁFICO MARÍTIMO, EMBARCACIONES, BUQUES, PROFUNDIDAD.

ABSTRACT

For a lot of time behind the one dredged of the access channel to the port of Guayaquil without a doubt some continues being one of the biggest problems that has the country. It has been carried out many works of having dredged in the whole extension of the access channel but none with good been the carried out work since was constant and therefore the channel very quickly settled because of the nature of the same one again. They took measures and it was to relocate the port, but it would be a great economic loss, the one dredged of the access channel it influences directly especially in the marine traffic of the step of crafts with great soaked that is to say bigger to 9 meters, the depth of the channel is usually of 9,5 meters but due to the sedimentation that has been come taking place, the depth diminishes until in 8,2 meters, these factors affect the sure sailing of the crafts, due to the technological development and to the advance of the market the companies have been seen in the necessity of hiring bigger ships to be able to load all their products in an efficient way but this also affects since to the country this ships they are of great soaked and due to their dimensions it is impossible that they can navigate for the access channel.

KEYWORDS: DREDGED, SETTLE, MARINE TRAFFIC, CRAFTS, SHIPS, DEPTH.

CAPÍTULO I

INFLUENCIA DEL DRAGADO EN EL TRÁFICO MARÍTIMO DEL CANAL DE ACCESO AL PUERTO DE GUAYAQUIL

El dragado del Canal de Guayaquil es un tema que se trata desde muchos años atrás, es de suma importancia para el progreso marítimo y económico del país, el problema principal es el dragado del mismo y mantener su profundidad esto es de suma importancia para el paso de embarcaciones, esto se debe hacer en forma permanente y a causa de esto las dragas que trabajan en el trayecto de todo el canal, a veces ocasionan por labores de trabajo la interrupción del tráfico marítimo por un tiempo determinado hasta finalizar su trabajo.

Anteriormente sólo la draga Francisco de Orellana realizaba el trabajo de mantenimiento del dragado del canal de Guayaquil, al momento de realizar el dragado y habiendo buques que requerían ingresar por el canal la draga Francisco de Orellana por su calado le permitía salir del track hacia cualquier lado debido a su calado de 4,25 metros y permitía el paso de las embarcaciones, mientras que ahora con la nueva incorporación de la draga Yanuncay el problema es diferente debido a su calado de 8,5 metros demasiado peligroso que se mueva del track por las profundidades menores a ese calado. El trabajo actual con una draga no abastece por completo toda la extensión del canal y tampoco las nuevas competencias del mañana es decir embarcaciones con calados mayores no podrán pasar por el canal debido a su profundidad actual.

Otro factor que influye en el tráfico marítimo es el propio dragado por la falta de mantenimiento hay partes del canal que son críticas y que sus profundidades llegan hasta los 8,2 metros

1.1 ANTECEDENTES

El nivel de dragado en el canal de Guayaquil es desde años atrás un problema que influye mucho en el tráfico marítimo, antes el puerto marítimo funcionaba en el malecón 2000 y esto llevó a las embarcaciones a tener que aumentar sus dimensiones para ser más competitivas, con el pasar del tiempo la ría Guayas se veía afectado por los sedimentos, lo cual dificultaba el ingreso a puerto. Por eso se implementó el nuevo Puerto de Guayaquil en la zona sur de la misma ciudad. (Características de dragado, 2012)

Alrededor de los años 90 se encargó a la compañía Van Oord el trabajo de dragado en el canal de acceso pero más adelante se lo revocó por el sitio donde se colocaban los sedimentos, por los propios camaroneros de la zona descrita. Para el año 2000 fue una época llena de comentarios favorables y en contra del canal de acceso al puerto de Guayaquil y otros buscaban otras alternativas para mantener en un índice alto las exportaciones por vía marítima motivo por el cual pensaban en ubicar en otro lugar el puerto marítimo. Años más tarde se finalizó el dragado del canal con una fuerte inversión económica, los primeros resultados que produjo fue un malestar en los navieros que argumentaban del trabajo que se realizó en el canal no fue lo suficientemente bueno y a pesar de la limpieza de los sedimentos del fondo marino no hubo un aumento considerable de buques con gran calado porque aún existían problemas de ingreso a puerto. (Características de dragado, 2012)

Un año más tarde la Dirección General de Intereses Marítimos se hizo cargo del dragado del canal de Guayaquil y notó que la situación más

crítica era entre las boyas 33 y 66 donde la profundidad llegaba a los 8,2 metros y esto dificultaba el tráfico marítimo por el canal. Todo esto es un problema para los buques que navegan por este canal, se discutió muchas opciones para dar una solución al problema pero es una inversión económica muy fuerte y que se necesita de muchos recursos.

El 4 de julio del 2014 el gerente de la Autoridad Portuaria de Guayaquil solicitó al INOCAR si estaría interesada en la contratación del servicio de consultoría de **"FISCALIZACIÓN INTEGRAL DEL DRAGADO DE MANTENIMIENTO DEL CANAL DE ACCESO A PUERTO MARÍTIMO DE GUAYAQUIL, INCLUYE EL MONITOREO Y LA AUDITORIA AMBIENTAL"** (pliego del proceso No. RE-APG-007-204), el INOCAR en días posteriores afirma la participación y el cargo de dicho proyecto y notificó que todo esto estará listo en tres años y se necesitará de dos dragas para realizar el trabajo de dragado y así poder mantener por el momento la profundidad de 9.6 metros. (Pliegos Autoridad Portuaria de Guayaquil, 2013)

1.2 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

El dragado que se viene realizando en el canal de acceso al puerto de Guayaquil tiene antecedentes que preocupan a los navieros, los contratos no han terminado con lo dispuesto por tanto los trabajos no se completaron y el canal rápidamente vuelve a sedimentarse esto hace que algunos buques con mayor calado tengan dificultad en navegar hacia el puerto marítimo de Guayaquil y tengan que esperar 12 horas hasta que la marea suba para poder pasar, esto afecta la economía y el desarrollo sustentable del país por este medio.

Otro factor son las zonas del canal donde las profundidades llegan hasta los 8 metros, estas son bastante críticas y de mayor afectación para el tráfico marítimo en dicho lugar.

1.3 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Se puede ver que en el canal de acceso al puerto Guayaquil el paso de embarcaciones va aumentando a si mismo sus características físicas con lo que tiene que ver a dimensiones y calado, esto es un problema por la profundidad estándar que actualmente tiene el canal que es de 9,6 m ocasiona que no sea seguro la navegación para embarcaciones con calados grandes, otro problema es la falta de dragado en las zonas críticas por la falta de dragas y la poca eficiencia de la actual draga que se encuentra realizando el mantenimiento en el canal de acceso al puerto de Guayaquil.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

Establecer un estudio del dragado para el acceso al Puerto Marítimo de Guayaquil.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diagnosticar la situación actual del canal de acceso al puerto de Guayaquil.
- Analizar el tráfico de naves que recibe el Puerto Marítimo de Guayaquil.
- Proponer mejoras en el canal de acceso al Puerto Marítimo de Guayaquil que facilite el tránsito de buques de mayor calado.

1.5 HIPÓTESIS Y VARIABLES

1.5.1 HIPÓTESIS

Los trabajos de mejoramiento del dragado permitirán el desarrollo del tráfico marítimo en el canal de acceso al puerto de Guayaquil.

1.5.2 VARIABLES

INDEPENDIENTE

Los trabajos de mejoramiento del dragado

DEPENDIENTE

El desarrollo del tráfico marítimo en el canal de acceso al puerto de Guayaquil.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1 TRÁFICO MARÍTIMO

El tráfico marítimo es el paso de cualquier tipo de embarcaciones en este caso por el canal de acceso al Puerto de Guayaquil que realizan actividades comerciales de intercambio de mercancías entre 2 lugares una de carga y otro de descarga.

2.1.1 TIPOS DE NAVES DE LA FLOTA MUNDIAL

2.1.1.1 NAVES DE LÍNEA

Son naves que transportan la mercancía y las exportaciones hacia las diferentes partes del mundo entre ellas se encuentran los portacontenedores, Roll off.

2.1.1.2 NAVES GRANELEROS

Son embarcaciones que transportan mineral de hierro, carbón, granos.

2.1.2 EVOLUCIÓN DE LOS PORTACONTENEDORES

La mayor cantidad de naves que operan en el puerto de Guayaquil según el tráfico de naves, son las embarcaciones portacontenedores.

Los primeros portacontenedores podían transportar hasta 1.000 TEUs (capacidad de un contenedor de 20 pies), esto se dio al inicio de la década de los 60, con una tecnología experimental que comenzó con la modificación de los buques existentes de carga general y tanqueros, y que resultó ser la solución menos costosa para transportar carga. Estas embarcaciones llevaban en su interior grúas para realizar el embarque y desembarque.

El contenedor fue de bastante uso en la década de los 70, y la construcción de los primeros portacontenedores comenzó siendo esta la segunda generación. La carga la llevan de forma celular, componiéndose de células de alojamiento de hasta pilas de 12 contenedores. Las grúas fueron retiradas del diseño de los buques para contenedores pero igual podrían llevarse.



Figura. 1 Portacontenedores

Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Buque_portacontenedores

Las velocidades de portacontenedores han llegado a una media de 20-25 nudos y es poco probable que la velocidad se vaya a incrementar debido al consumo de energía.

La flota mundial de contenedores va cada vez aumentando año tras año, como ha sido mostrado anteriormente; esto debido a la eficiencia de este tipo de transporte. (Tesis de grado Fun-Sang, 2010)

Cuadro 1 Portacontenedores y su crecimiento en calado

Rango TEUs	Class (TEUs)	Capacidad	Año de construcción	Calado Metros
		TEUs		
1	Feeder (100-499)	322	1960	6,24
2	Feedmax (500-999)	735	1966	8,29
3	Handy (1.000-1.999)	1405	1968	10,60
4	Sub Panamax (2.000-2.999)	2254	1969	13,23
5	Panamax (3.000 +)	3075	1985	16,16
6	Post Panamax (4,000 +)	4625	1988	17,20
7	Post Panamax Plus1 (5,000 +)	5225	1995	17,58
8	Post Panamax Pus 2 (6,000 +)	6375	1996	18,13
9	Post Panamax Pus 3 (7,000 +)	7250	1997	18,92
10	Post Panamax Pus 4 (8,000 +)	8050	2001	19,50
11	P. Pan Plus 5 (Clement Maersk)	9600	2002	20,80
12	P. Pan Plus 5 (Axel Maersk)	9310	2003	20,99
13	Suez Max (Gudrum Maersk)	10150	2005	21,86
14	Post Suez Max (Emma Maersk)	15200	2006	23,70
15	Corea STX	22000	2012	26,79

Fuente: Autoridad Portuaria de Guayaquil
Elaborado por: Tesis de grado Fun-Sang

El cuadro muestra cómo evoluciona la flota mundial a medida que pasa el tiempo, se puede ver que a en años anteriores el calado apenas llegaba a los 6,24 m, mientras que ahora se encuentran calados de 25 m en adelante muy utilizados por las empresas exportadoras para obtener un beneficio económico muy amplio.

2.1.3 NÚMERO DE BUQUES QUE INGRESAN ACTUALMENTE A LOS MUELLES DEL PUERTO MARÍTIMO DE GUAYAQUIL

Cuadro 2 Número de buques que entran a los muelles del Puerto Marítimo de Guayaquil

MUELLES	NÚMERO DE BUQUES
MUELLES APG	274
MUELLES PRIVADOS	186
FONDEADEROS	15
CABOTAJE	342
TOTAL GENERAL	817

Fuente: Estadísticas de ingreso al Puerto Marítimo Enero-Marzo2014
Elaborado por: Autoridad Portuaria de Guayaquil

Como se puede visualizar en el Cuadro 2, en los muelles de la Autoridad Portuaria de Guayaquil atracan la mayor cantidad de buques que navegan por el canal de acceso al puerto, le sigue los muelles privados que también reciben naves de otros países y ocupan el segundo lugar, se tomo como referencia los meses desde Enero hasta Febrero del presente año. (Autoridad Portuaria de Guayaquil, Estadísticas Enero-Marzo 2014)

2.1.4 NÚMERO DE BUQUES SEGÚN EL TIPO DE CARGA QUE INGRESAN AL PUERTO MARÍTIMO DE GUAYAQUIL

Cuadro 3 Número de buques que ingresan según el tipo de carga

<i>Tipo de Carga</i>	<i>No. Buques</i>
1 CARGA GENERAL	59
2 CARGA GRANELES SOLIDOS	11
3 CARGA GRANELES LIQUIDOS	1
4 CARGA CONTENERIZADA	138
5 CARGA MIXTA	29
6 PASAJEROS (TURISMO)	8
7 CONTENERIZADA VACIA	1
A NO TRAJO CARGA	1
TOTAL	248

Fuente: Estadísticas de ingreso al Puerto Marítimo Enero-Marzo 2014
Elaborado por: Autoridad Portuaria de Guayaquil

Como se puede ver en el Cuadro 3, atracan mas buques con carga en general es decir, traen productos de diferente tipo, le siguen buques que transportan todo tipo de minerales, combustible, pasajeros

Existen diferentes tipos de buques que llegan al puerto de Guayaquil con diferentes productos de exportación y es una vía para el desarrollo económico del país.

2.2 MARCO CONCEPTUAL

- **BATIMETRIA:** Es una ciencia que permite medir las profundidades marinas para saber el tipo de fondo marino que existe y el cual vamos a estudiar.

- **DRAGA:** Es un tipo de buque pequeño que tiene como fin sacar o extraer el sedimento que se encuentra acumulado en casi toda la extensión del fondo marino y lo transporta hacia una zona de depósito.
- **BARCAZAS:** Es un artefacto naval sin propulsión propia de fondo plano que se emplea para cualquier actividad de transporte.



Figura. 2 Barcazas

Fuente: www.google.com/barcazas/images

- **ESTACIONES DE BOMBEO:** Es una barcaza prevista de una bomba para escombros, una pluma corta inclinable y una tubería para enviar los materiales a tierra
- **DELTA:** Es la tierra ganada alrededor de la desembocadura de un río por los depósitos de origen fluvial o costero, es un concepto ligado al de regresión de la línea de costa o avance sobre el mar.
- **ESTUARIO:** Es el cuerpo de agua formado por la mezcla de agua del mar y el agua dulce del río, el estuario está formado por aguas salobres.

- **ARENAS TRANSGRESIVAS BASALES:** El conjunto de arenas medias y finas que cubren la mayoría de la plataforma del Golfo de Guayaquil.
- **SEDIMENTOS RELICTOS:** Son sedimentos no equilibrados con el medio que consisten en su composición de arena y rocas muy pequeñas.
- **CANAL DE MAREA:** Son canalizaciones del agua de mar a manera de cauces fluviales cortados en el fondo del estuario.
- **FACIES SEDIMENTARIAS:** Son zonas con depósitos sedimentarios similares, cuya presencia revela ciertas características dinámicas del sitio de depósito
- **CANGILONES:** Es un recipiente usado para el transporte de agua como complemento de un ingenio motriz se lo utiliza en las dragas mecánicas especialmente.
- **GÁNGUILES:** Son embarcaciones, cuyo casco consiste en un recipiente donde se vierten los materiales extraídos tras el dragado para ser transportados a la zona de descarga.
- **SECCIÓN TRANSVERSAL:** Es una vista al interior de algo lograda cortando a través del mismo, en el que se puede identificar la parte interna del cuerpo observado y la sección es la que se utiliza para calcular el volumen a dragar en el canal.
- **SEDIMENTOLOGÍA:** Se encarga de estudiar los procesos de formación, transporte y deposición de material que se acumula como sedimento en ambientes marinos y que normalmente forman rocas sedimentarias. (Estudio del impacto ambiental para los trabajos de dragado permanente del canal de acceso al Puerto Marítimo de Guayaquil, 2008)

- **SUELO LIMO-ARCILLOSO:** Su principal componente es el limo después le sigue la arcilla y arena, es de similar característica al agua lodosa
- **MAREAS DE SICIGIA:** Son aquellas que producen las pleamares de mayor altura y en consecuencia las bajamares son más bajas que las promedio. Dentro de las mareas de sicigia hay dos con valores máximos y son las que se producen en los equinoccios de otoño y primavera. A mayor amplitud de marea corresponden mayores corrientes por el volumen de agua a trasladarse en el mismo tiempo.

2.3 CARACTERÍSTICAS DEL CANAL DE ACCESO AL PUERTO DE GUAYAQUIL

La longitud del canal en toda su extensión es alrededor de 51 millas náuticas aunque puede variar si se amplía, una profundidad estándar de 9,6 m que permite el ingreso de buques con calados máximos de 9,5 m, para mas seguridad deben esperar pleamar para aumentar la profundidad y poder pasar. (Canal de Acceso al Puerto de Guayaquil, 2008)

2.3.1 EI DELTA SUBAÉREO

La llanura deltaica propiamente dicha del río Guayas forma un triángulo con su vértice superior en Guayaquil y su base conformada por una línea arqueada que une los extremos meridionales de las islas Escalante, Verde, Mondragón, Malabrigo y los ingleses. Los otros lados del triángulo lo constituyen el estero Salado al Oeste que es la parte principal y una línea que une los cerros de Durán, Taura y Masvale al Este. Su extensión total es alrededor de 900 km². Existen datos históricos de que el canal principal tenía conexión con el Estero Salado en las cercanías de Guayaquil. Esta

conexión debió tener un papel importante en las características del Estero Salado. La forma geográfica del canal principal y de los diferentes esteros o canales es característica, presentando zonas acanaladas profundas por donde se trasladan importantes corrientes de marea y zonas someras de suave relieve. Una característica distintiva de un delta es la tendencia a la partición en dos del canal principal debido a la formación de una barra en su boca lo cual es indicio de que se produce una sedimentación rápida de la carga fluvial. Al mismo tiempo se produce la profundización de los canales adyacentes a la barra para compensar la disminución de la sección. (Estudio del impacto ambiental para los trabajos de dragado permanente del canal de acceso al Puerto Marítimo de Guayaquil, 2008)

Este carácter se presenta en la boca del canal principal del Guayas siendo la Isla Bajo Mondragón el rasgo más evidente de este proceso que dividió al canal principal en dos partes; el canal occidental se profundizó; en el oriental se ha iniciado un nuevo proceso de separarse en varias partes.

2.3.2 EL ESTUARIO DEL GUAYAS

Es una cuenca de depósito alargada que comienza en la desembocadura de un río y termina en la plataforma continental. Existe aporte fluvial continuo, suficiente conexión con el mar para permitir la mezcla continua del agua dulce con la salada. Los factores que determinan el tipo de circulación dentro de un estuario son fundamentalmente las corrientes de marea y el aporte fluvial.

2.4 PROFUNDIDAD DEL CANAL DE ACCESO AL PUERTO DE GUAYAQUIL

2.4.1 BOYA DE MAR A BOYA 7

La profundidad del canal en este tramo es de aproximadamente 10.54 m, pero hay que notar, en algunas partes como por ejemplo en la boya 4 existen profundidades de 9.8 m con referencia a las mareas de sicigia.

2.4.2 BOYA 7 A BOYA 13

La profundidad varía entre 13 m a 10 m, después de la boya 12 las profundidades aumentan.

2.4.3 BOYA 13 A BOYA 17

En este tramo existe una gran depresión presentando una profundidad máxima de 68,6 m., mientras más se va acercando a la boya No. 17 esta tiende a decrecer.

2.4.4 BOYA 17 A BOYA 33

Existe variedad de rangos de profundidad, pero, en la mayoría del track los mínimos valores de profundidad, se acercan a 9,70 m

2.4.5 BOYA 33 A BOYA 66

Este es el que presenta mayor sedimentación en el canal de acceso. La boya 36, el inicio de una sección larga y poco profunda, con algunos lugares críticos. El fondo consiste de agua lodosa.

2.4.6 BOYA 66 A BOYA 80

En este tramo existen profundidades mayores a 10 m.

2.5 CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL DEL FONDO MARINO

Según estudios realizados por la autoridad portuaria de Guayaquil se dividió en tramos el canal de acceso, en el primer tramo que consta desde la boya 4 hasta la boya 6 presenta materiales como arena, roca meteorizada, roca blanda.

- En el tramo 2 que va desde la boya 7 hasta la boya 13 los materiales que se pueden encontrar son roca meteorizada, roca blanda, arena.
- En el tramo 3 que va desde la boya 17 hasta la boya 33 se encuentra materiales como la arena.
- En el tramo 5 que va desde la boya 33 hasta la boya 66 se encuentran materiales como arcilla, arena.

2.6 PROCESO DE DRAGADO

El proceso consiste en succionar los materiales suaves del fondo marino, este proceso se puede realizar a través de tuberías que pueden ser operadas automática o manualmente, es importante tomar en cuenta que el material succionado del fondo marino es llevado hacia la tolva, y una vez que se llena la misma, la draga se traslada hasta la zona de descarga. (Autoridad Portuaria de Guayaquil, pliegos 2013)

2.6.1 ETAPAS DE DRAGADO DEL ACTUAL PROYECTO

2.6.1.1 PRIMERA ETAPA

Esta primera etapa corresponde al dragado masivo a lo largo del canal de navegación, según las obligaciones que tiene el contratista realizar las actividades de dragado en el Canal de Acceso al Puerto Marítimo de Guayaquil, considerado desde la boya de Mar hasta la boya ochenta - exceptuando el área de roca, ubicada e identificada con la boya 8 A, para que obtenga una profundidad mínima de 9,60 metros con respecto al nivel de bajas mareas de Sicigia, durante un plazo de 6 meses. (Autoridad Portuaria de Guayaquil, pliegos 2013)

2.6.1.2 SEGUNDA ETAPA

En esta etapa, la empresa contratada deberá cumplir en mantener permanentemente la profundidad del Canal de Acceso al Puerto Marítimo de Guayaquil, en lo que debe tener en cuenta el tramo que va desde la boya de mar hasta la boya ochenta, menos el área de roca, ubicada e identificada con la boya 8 A, a una profundidad mínima de 9,60 metros con respecto al nivel de bajas mareas de Sicigia, durante un plazo de 54 meses. Esta etapa se inicia inmediatamente después de concluida la etapa anterior. El mantenimiento del Canal de Navegación deberá ser continuo y permanente. (Autoridad Portuaria de Guayaquil, pliegos 2013)

2.7 ANÁLISIS DE LOS SEDIMENTOS DEL CANAL DE ACCESO AL PUERTO DE GUAYAQUIL

El tipo de suelo que existe en el canal de Guayaquil en su gran mayoría es de tipo limo a excepción de zonas críticas donde las profundidades llegan a los 8 m es decir el área de los goles que tiene un fondo de tipo rocoso y desde la boya 33 en adelante que tiene como tipo de sedimento agua mezclada con lodo.

2.8 CARACTERÍSTICAS DEL MOVIMIENTO DE LOS SEDIMENTOS EN RÍOS

La forma en cómo se mueven los sedimentos de un lado para el otro viene dado o explicado de 2 diferentes maneras. Los sedimentos que se encuentran suspendidos en el medio del causal son muy finos y se asientan en el fondo cuando la velocidad de la corriente decrece, mientras que las partículas más grandes son arrastradas dando rebotes en el fondo marino, este movimiento se llama saltación. (Estudios de Pre factibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m respecto al MLWS, 2012)

2.8.1 SITIOS CRÍTICOS

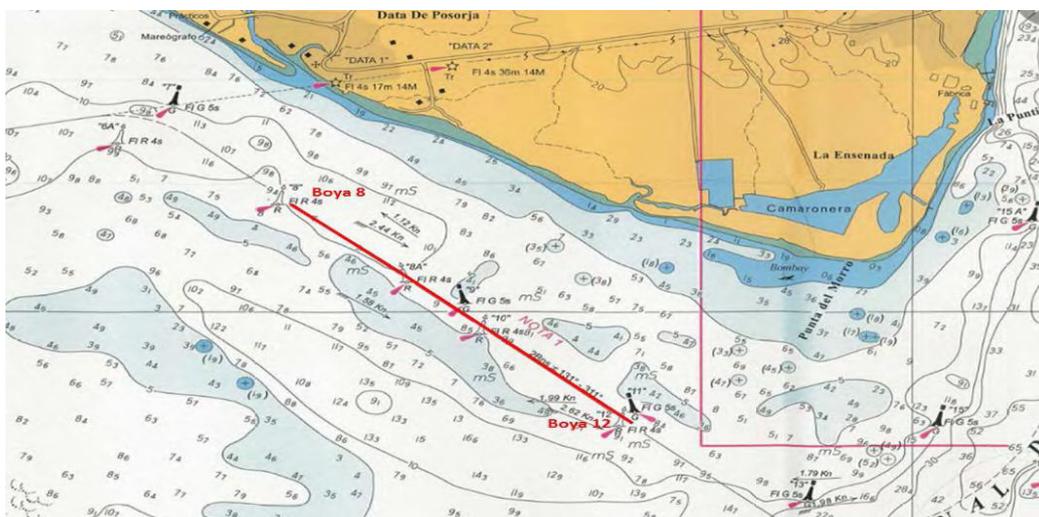


Figura. 3 Canal de acceso boyas 8-12

Fuente: IOA 1070 – Estudio de ingeniería de dragado
Elaborado por: INOCAR

En esta área la zona más peligrosa es la zona de los goles donde el fondo se caracteriza por ser rocoso y es difícil navegar por esta parte, los buques que pasan por este lugar deben realizar una navegación de precisión para poder pasar por este lugar.

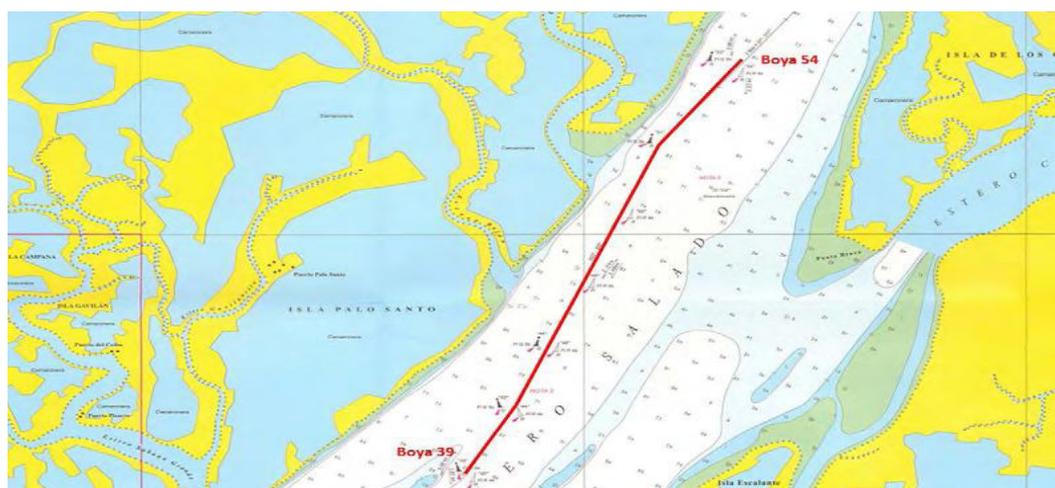


Figura. 4 Canal de acceso boyas 39-54

Fuente IOA 1071 – Estudio de ingeniería de dragado
Elaborado por: INOCAR

En la Figura 4, la zona donde existe mayor cantidad de sedimentos es esta parte donde se reportaron varamiento de buques y zonas donde las profundidades llegan hasta los 8 m.

Los dos sitios críticos son los tramos entre la Boya 8 a 12 y el tramo 39 a 54; en el primer caso por la presencia de material rocoso (los Goles), y en el segundo caso por la alta tasa de sedimentación existente.

Volumen a dragar para mantener al canal a la profundidad de 9,6 m

Cuadro 4 Volumen de dragado total actual

Escenarios	Volumen Total de Mantenimiento Época Seca (Material Suelto m³)	Volumen Total de Mantenimiento Época Húmeda (Material Suelto m³)	Volumen Total de Mantenimiento Anual (Material Suelto m³)
9,60 m	630.000,00	1'120.000,00	1'750.000,00

Fuente: Grupo de trabajo 2012 estudio de ingeniería de dragado
Elaborado por: Autoridad Portuaria de Guayaquil

El volumen de dragado que se debe extraer, está especificado según la profundidad a la cual se va a mantener el canal de acceso al Puerto de Guayaquil, que sería la segunda parte del contrato actual. (Autoridad Portuaria de Guayaquil, 2013)

2.8.2 TIPOS DE DRAGAS

2.8.2.1 DRAGAS MECÁNICAS

Este tipo de draga utiliza aspectos que tienen que ver con la parte mecánica, pueden utilizar excavadoras mecánicas que permiten remover el sedimento. Para utilizar esta draga se debe conocer el tipo de fondo que se va a dragar para no dañar las partes de la draga o no trabajar con una buena eficiencia que impida el progreso en el dragado.



Figura. 5 Dragas mecánicas

Fuente: [www.google.com/dragas mecánicas/imágenes](http://www.google.com/dragas_mecánicas/imágenes)

2.8.2.2 DRAGAS DE CUCHARA

Este tipo de dragas tienen como característica principal una cuchara que está sostenida mediante una grúa, la cual sirve para excavar el sedimento que se encuentra en el fondo marino. La grúa puede trabajar desde tierra, desde un pontón, o puede estar montada sobre un gánguil. Este tipo de dragas son utilizadas principalmente para trabajos de pequeño volumen de sedimento.

2.8.2.3 DRAGAS DE ROSARIO

Este tipo de dragas al pasar el tiempo están ocupando el mayor porcentaje de equipos que han sido considerados como los más poderosos en lo que tiene que ver a dragado y extracción de materiales sólidos. La draga está equipada con una cadena que tiene cangilones en toda su extensión y permite la extracción del sedimento.

2.8.2.4 DRAGAS HIDRÁULICAS

Son un tipo de draga que tienen como característica el uso de cuchillos gigantes que permiten cortar el sedimento, por medio de un sistema de tuberías es extraído con una bomba y dirigido hacia la zona de depósito que debe ser bastante amplia.

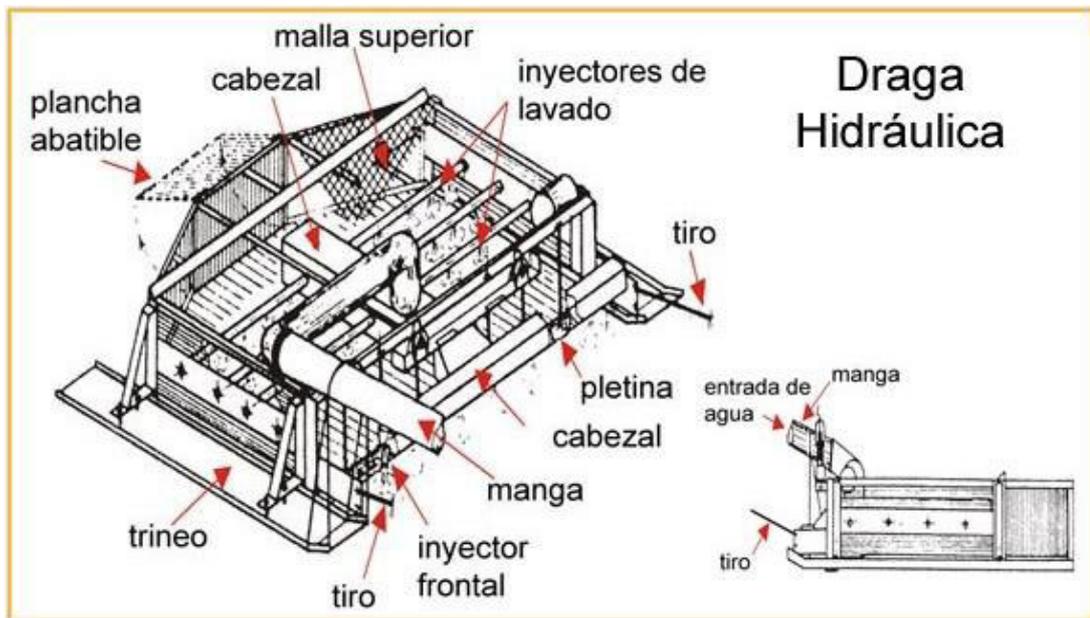


Figura. 6 Dragas hidráulica

Fuente: [www.google.com/dragas hidráulicas/imágenes](http://www.google.com/dragas%20hidr%C3%A1ulicas/im%C3%A1genes)

Elaborado por: www.juntadeandalucia.es

2.8.2.5 DRAGAS CORTADORAS

Las dragas cortadoras son dragas que se mantienen en el lugar de operaciones sin moverse, mientras realizan los trabajos de dragado no se mueven del sitio. El cabezal cortador permite que la draga trabaje con materiales más duros y con una resistencia al corte superior que los permitidos con el resto de dragas hidráulicas.



Figura. 7 Draga cortadora

Fuente: [www.google.com/dragas cortadoras/search?q](http://www.google.com/dragas+cortadoras/search?q)

Elaborado por: Dragas Atmosferis

2.8.2.6 DRAGAS DE SUCCIÓN SIMPLE

Esta draga se basa generalmente en un sistema de anclas que permite que la draga se quede en el lugar de operación sin moverse, tiene un sistema de tuberías que permite extraer el sedimento del fondo marino y es trasladado hacia la tolva donde luego es expulsada mediante chorro hacia la zona de depósito dispuesta para el trabajo. El sistema de chorro de agua ayuda a convertir el material compactado en uno en suspensión. La precisión en la profundidad con este tipo de draga es muy pobre, pero en cambio la producción en arena y otros materiales que se extrae, de baja compactación puede ser muy alta.



Figura. 8 Draga de succión simple

Fuente: [www.google.com/dragas de succión simple](http://www.google.com/dragas%20de%20succión%20simple)

Elaborado por: www.foroaviones.com

2.8.3 MÉTODOS DE VERTIDO

2.8.3.1 APERTURA DE FONDO

Los sedimentos son depositados al abrir la compuerta debajo de la quilla de la draga, se expulsa todo el material y se vuelve al lugar de operación, este proceso no dura mucho tiempo, alrededor de 5 a 10 minutos como máximo

2.8.3.2 POR BOMBEO

Se utiliza un sistema de tuberías que permite extraer desde la tolva el material a expulsar hacia la proa donde se encuentra otra bomba que mediante presión expulsara a chorro el material hacia la zona de depósito.

La eficiencia de succión de la bomba depende de varios aspectos en especial de la velocidad de la mezcla, la profundidad del dragado, la profundidad de ubicación de la bomba, el diámetro de la tubería y el tipo de terreno a dragar. (Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m respecto al MLWS, 2012)

2.8.4 SITUACIÓN DEL ÁREA DE OPERACIONES

Está constituido por una costa muy baja, casi al nivel del mar, donde la abundancia de vegetación, principalmente manglar, le da la apariencia de un gran pantano.

Con su complicado sistema de raíces, atrapa sedimentos que sirven de nicho a infinidad de especies marinas. Adicionalmente, la influencia marina dada por la interacción río – mar ha generado la conformación de numerosas ramificaciones que son esteros e islas, formando un estuario complejo, cuya principal ramificación es el estero Salado.

El contenido de sedimentos está constituido por arena limosa, siendo el contenido de arcilla bajo. Respecto a los sólidos en suspensión, estos dependen de la magnitud y de la duración de las corrientes de marea existentes. Durante la estación de lluvia la concentración de sedimentos es mayor que en la estación seca, debido al mayor aporte de sedimentos de ríos y riachuelos.

Es evidente que por la magnitud de sedimentos a dragar, se requerirá de equipos de producción alta del orden de los 10.000.0m³ a 12.000.0m³ y que tengan autonomía propia. Además, el requerimiento de un lugar de depósitos del material debería estar inmerso en las cercanías de las áreas de trabajo, que para el presente caso un lugar se encuentra frente a la Isla

Puná, (ver Anexo H). Coordenadas W 80° 15' 36", S 2° 47' 48" cuyas profundidades alcanzan los 30 m.(Autoridad Portuaria de Guayaquil, pliegos 2013)

2.8.5 ENFILADAS DEL DRAGADO

Para poder ejecutar de mejor manera y con seguridad el mantenimiento del canal se han diseñado las enfiladas a lo largo del canal, desde la Boya de Mar hasta la Boya 80, con amplitudes transversales de dragado que serán constantes en el fondo del track de navegación por cada enfilada diseñada (ver Anexo D).

2.9 CARACTERÍSTICAS DE LAS DRAGAS QUE EXISTEN EN EL PAÍS

2.9.1 DRAGA SANTIAGO DE IHC BEAVER 3800HP CSD

- Tubería de succión de 700mm y descarga de 650mm
- Cuenta con 2 puntales de 21m que sirven para la maniobra de avance
- Alcance de dragado 18m

2.9.2 DRAGA PUYO, IHC BEAVER 1600HP

- Tubería de succión de 500mm
- Cuenta con 2 puntales de 21m
- Alcance de dragado 14m
- Cala 1.50m con tanques llenos

2.9.3 DRAGA TENA, IHC BEAVER 1200HP

- Tubería de succión y descarga de 450mm

- Tiene 2 puntales de 14m
- Alcance de dragado 14m
- Cala 1.25m con tanques llenos

2.9.4 DRAGA MACAS, DE 600HP

- Tubería de succión y descarga de 250mm
- Tiene con dos puntales de 14m
- Alcance de dragado 14m
- Cala 1.25m con tanques lleno

2.9.5 DRAGA FRANCISCO DE ORELLANA

- Es una draga de succión en marcha con una capacidad de tolva de 1500m³
- Año de fabricación 2007
- Profundidad máxima de dragado 25m
- Producción sólidos 1200m³ en 65 minutos dragando arena
- Velocidad de 12 nudos
- Eslora de 75m
- Manga de 15m
- Calado medio de 4,25m
- Potencia instalada de 3750hp

2.9.6 DRAGA RÍO YANUNCAY

- Eslora de 110.40m
- Manga de 20.6m
- Máxima profundidad de dragado 30m
- Desplazamiento de 14051.7 toneladas
- Calado de 8.50m

- Volúmen máximo de tolva 7047m³
- Velocidad máxima de 12 nudos
- Capacidad de combustible 1000 toneladas

Actualmente está realizando los trabajos de mantenimiento en el canal de acceso la draga Rio Yanuncay con un nivel de eficiencia en extracción de sedimentos del 70%. (Estudio del impacto ambiental para los trabajos de dragado permanente del canal de acceso al Puerto Marítimo de Guayaquil, 2008)

2.10 LIMITES Y SEÑALIZACIÓN DEL CANAL NAVEGABLE

Cuando el paso del canal navegable sea interrumpido temporalmente por algunas situaciones que tengan que ver con el mantenimiento del canal se colocaran dos luces superpuestas, roja arriba y verde abajo mientras dure la prohibición del paso. Al autorizar nuevamente el paso queda encendida únicamente la luz verde. De producirse una interrupción predecible del canal por efectos de maniobras de dragado, ésta deberá comunicarse a la autoridad portuaria. La empresa contratista será responsable de la omisión de esta maniobra y de las acciones que se deriven de ésta por la interrupción del canal. (Pliegos, 2013)

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación que se va a realizar es analítica la cual nos permitirá mediante estudios anteriores y análisis de datos observar la naturaleza del problema y la causa principal que lo produce.

Otro tipo de investigación que vamos a usar es la sincrónica, ya que es la que describe como se viene dando los sucesos en un corto periodo y la fuente en sí de la información que nosotros estamos buscando que podemos recolectar de investigaciones que se hicieron, pero que son de apoyo para poder realizar nuestra investigación.

3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

Para el presente estudio no se determino población, y se opto por hacer uso de fichas de observación y estadísticas históricas para obtención de datos.

3.3 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Se utilizó el método de observación el cual mediante registros, estadísticas y el comportamiento en sí de los involucrados en el problema, podemos determinar y analizar de manera más concreta la información referente al problema que se requiere solucionar mediante la propuesta de

mejora en el proceso de dragado del canal de acceso al Puerto de Guayaquil.

También se realizó una entrevista al jefe de proyectos del SERDRA, Ing. Ángel Velasco, referente al actual sistema de dragado que existe en el país y al que se ejecuta en el canal de acceso al puerto de Guayaquil.

3.4 MÉTODOS UTILIZADOS

Mediante información que se obtuvo en diferentes fuentes y también por el seguimiento que se le dio a la información con el apoyo de la observación, el análisis de resultados y estadísticas que muestran cómo se va desarrollando el problema a medida que avanza el tiempo y como afecta al desarrollo del país, mediante los registros y estadísticas se puede realizar un análisis y verificar efectivamente la causa del problema.

3.5 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

3.5.1 FICHAS DE OBSERVACIÓN

Como parte de la investigación se trabajó con fichas de observación que muestran cómo evoluciona el tráfico marítimo a medida que pasa el tiempo, esta ayuda nos permite desarrollar una capacidad de análisis de estadísticas y registros anteriores que permitirán el desarrollo de la investigación. (Ver Anexo M)

3.6 ESTADÍSTICAS DE INGRESO DE BUQUES SEGÚN SU CALADO DESDE EL AÑO 2000-2007

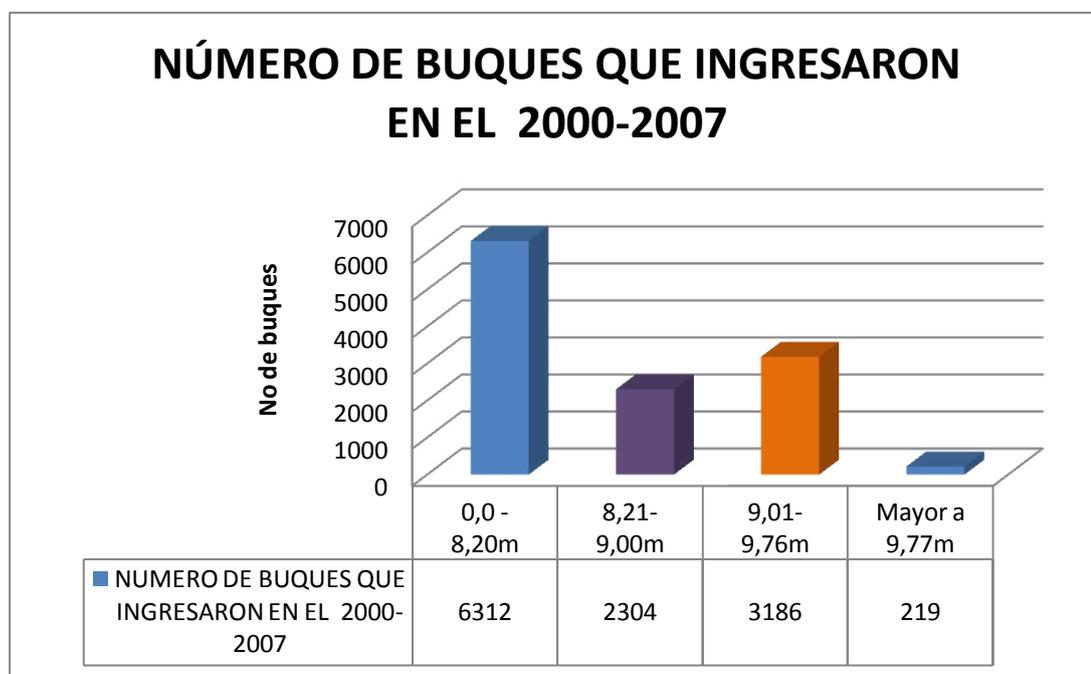


Gráfico 1 Ingreso de buques años 2000-2007

Fuente: Autoridad Portuaria de Guayaquil

Elaborado por: Autor

Como se puede ver en el Gráfico 1, la evolución de las naves al pasar los años, en comparación con los años siguientes los buques con calados entre 0 y 8,2 metros disminuyeron ya que desde el 2000 hasta el 2007 ocupaban el primer puesto en el tráfico marítimo mientras que en los años siguientes se nota una clara disminución. Para calados de 8,21 a 9 metros la tendencia se mantiene en un rango casi constante, no hay mucha variación en comparación con los años siguientes.

Para los calados entre 9,01 y 9,76 metros es diferente hubo un crecimiento a partir del año 2007 en adelante y se nota claramente que para este tipo de embarcaciones con dicho calado hubo y sigue en marcha un

crecimiento activo el que se puede decir que es el que mayor porcentaje tiene en el tráfico marítimo en el canal de acceso al puerto de Guayaquil.

Los buques con calados mayores a 9,7 metros son muy pocos ya que a medida que pasa el tiempo el canal empieza a sedimentarse causando poca profundidad en el mismo e impide el paso de embarcaciones con este tipo de calado.

3.7 ESTADÍSTICAS DE INGRESO DE BUQUES SEGÚN SU CALADO AÑO ACUMULADO 2009-2011

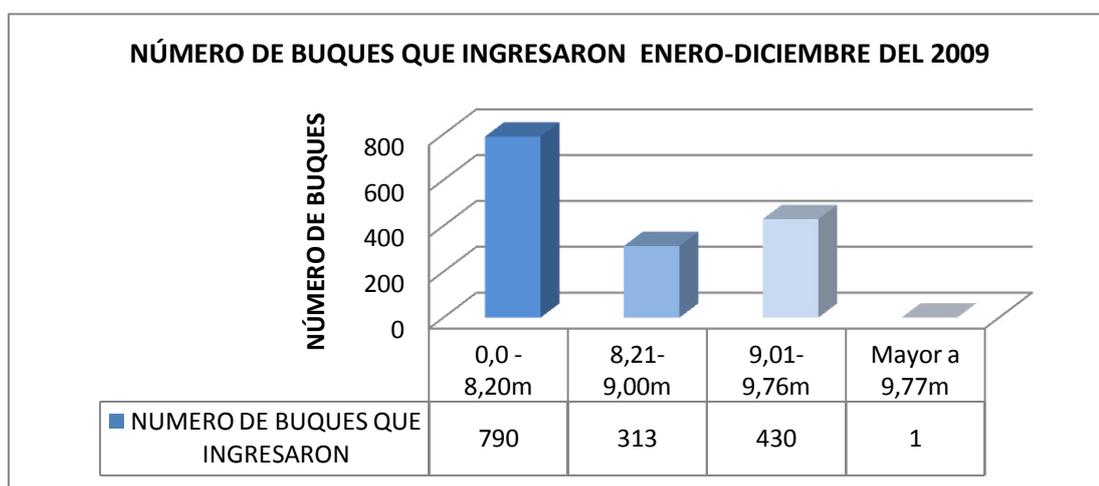


Gráfico 2 Estadísticas de ingreso año 2009-2011

Fuente: Autoridad Portuaria de Guayaquil

Elaborado por: Autor

Se puede ver en el Gráfico 2, como el calado de buques de 0 a 8,20 m es el que ocupa el mayor porcentaje, mientras que los buques con calados de 9,01 a 9,76 m son los que ocupan el segundo lugar.

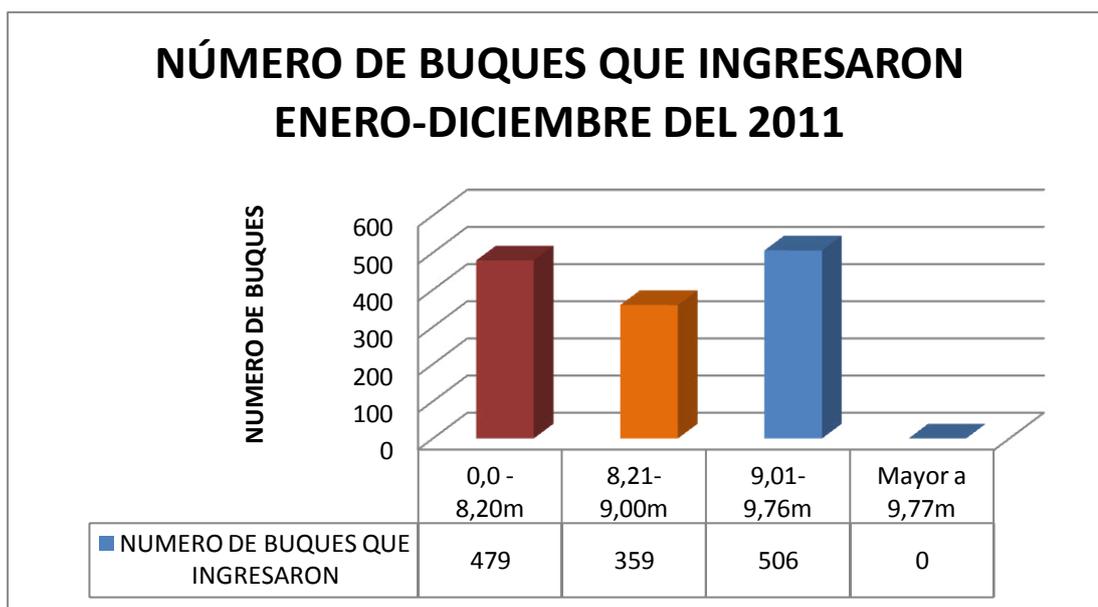


Gráfico 3 Ingreso de buques año 2011

Fuente: Autoridad Portuaria de Guayaquil

Elaborado por: Autor

Como se puede ver en el Gráfico 2 y Gráfico 3, hay una disminución en el tránsito de buques con calado entre 0 y 8,20 metros, en el año 2009 fue mayor que en el 2011 hubo una disminución. Los buques de 8,21 a 9 metros de calado se han mantenido casi a la par no hay mucha variación en estos 2 años.

Algo diferente pasa según el Gráfico 3, los buques con calados entre 9,01-9,76 m tuvieron un aumento significativo y se observa claramente cómo se va desarrollando y como las empresas exportadoras van apostando por embarcaciones más grandes para poder exportar sus productos a nivel mundial.

A medida que pasa el tiempo las dimensiones de las embarcaciones van aumentando y por tanto también debería existir una infraestructura moderna para que estos buques puedan arribar a puerto seguro.

3.8 ESTADÍSTICAS DE INGRESO DE BUQUES SEGÚN SU CALADO AÑO 2012

Como se puede visualizar en el Gráfico 4, se encuentran en la abscisa horizontal el calado en metros de los buques que ingresan al Puerto de Guayaquil y en la abscisa vertical tenemos la cantidad de buques que ingresaron en el año 2012.

Como referencia en el Gráfico 4, podemos analizar que en el año 2012 se observa que la mayoría de buques que entró al canal de acceso al Puerto de Guayaquil son buques con calados entre 9,01 y 9.76 metros, son buques grandes que están al límite de la profundidad del canal de acceso al puerto de Guayaquil (9,75 m).

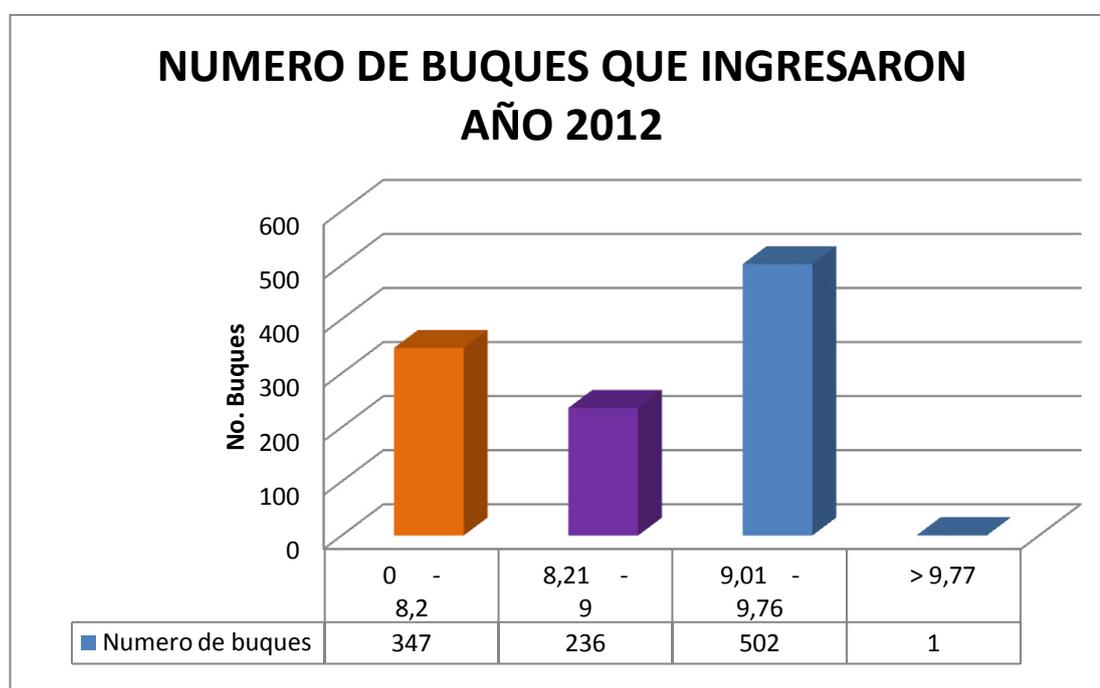


Gráfico 4 Buques que ingresaron en el año 2012

Fuente: Autoridad Portuaria de Guayaquil

Elaborado por: Autor

3.9 ESTADÍSTICAS DE INGRESO DE BUQUES SEGÚN SU CALADO AÑO 2013

Mediante el Gráfico 5, podemos ver las estadísticas de ingreso de buques según su calado año 2013, podemos analizar que durante este año el mayor registro de buques que entraron al canal de acceso al puerto de Guayaquil son los que tienen su calado entre 9,01 y 9,76 m, son embarcaciones grandes y casi con el límite del permitido ya que el fondo del canal de acceso es de 9,6 m.

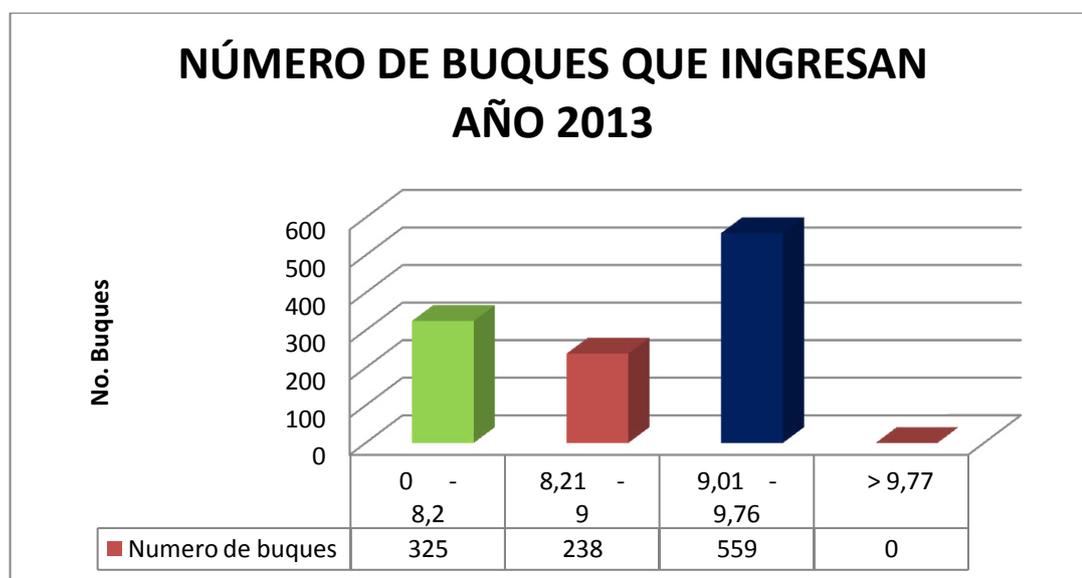


Gráfico 5 Buques que ingresaron en el año 2013

Fuente: Autoridad Portuaria de Guayaquil

Elaborado por: Autor

3.10 ESTADÍSTICAS DE INGRESO DE BUQUES SEGÚN SU CALADO AÑO 2014

Como podemos ver en la Figura.13 se muestra los datos estadísticos de los buques que ingresaron al canal de acceso al puerto de Guayaquil en el 2014 desde enero hasta marzo, y se puede observar claramente que la mayor cantidad de buques que navegan sobre el canal son los que tienen calados entre 9,01 a 9,76m

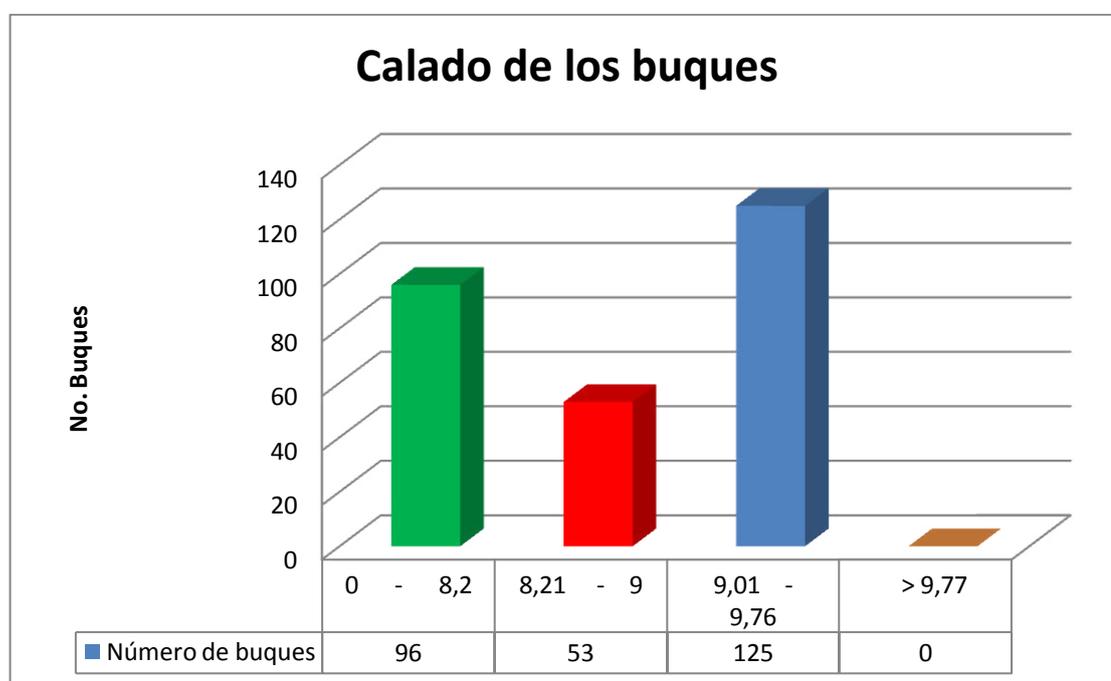


Gráfico 6 Ingreso de buques año 2011
Fuente: Autoridad Portuaria de Guayaquil
Elaborado por: Autor

3.11 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Como pudimos observar en las gráficas estadísticas anteriores, las naves que con mayor frecuencia que navegan por el canal de acceso al Puerto de Guayaquil son las que se encuentran en el rango de calados entre 9,01 y 9,76 desde el 2012 que se registraron 502 naves, en el 2013 se

registraron 559 naves, claramente se observa que por diferentes factores económicos y de tránsito las grandes empresas exportadoras optan por mejorar sus exportaciones hacia los diferentes países y por eso necesitan de mayor capacidad de almacenamiento de sus productos, se ven en la necesidad de construir embarcaciones más grandes que puedan sustentar estas necesidades. Se puede observar que las embarcaciones con calados entre 8,21 a 9 m desde el 2012 que se registraron 236 naves en el 2013 se registraron 238 en cambio en este caso no hay mucha variación, es decir se mantiene constante dicha cifra.

Mientras las embarcaciones con calados de 0 a 8,2 m desde el 2012 tuvieron un registro anual de 347 naves y en el 2013 un registro de 325 en la cual se puede ver la disminución de naves de este tipo de calado y se confirma que están siendo remplazadas poco a poco por naves de gran calado y de mayor capacidad para cumplir con las expectativas y abarcar de mejor manera los productos de exportación de las empresas.

Mientras las naves con calados mayores a 9,77 m según se puede ver en el Gráfico 6, no entran al canal de acceso por falta de dragado y esto es una pérdida económica muy grande para el país ya que la nueva tecnología en construcción de estas naves las hace más grandes para que puedan tener mayor espacio de carga y se realice mayor producción en las exportaciones.

3.12 ANÁLISIS DE INCIDENTES EN EL CANAL DE ACCESO AL PUERTO DE GUAYAQUIL

En el canal de acceso al puerto de Guayaquil a menudo se suscitan incidentes que afectan la integridad de las naves que transitan por este lugar, en este estudio nosotros nos vamos a enfocar más en los incidentes

que tienen que ver con la poca profundidad del canal y que afecta directamente el tráfico marítimo.

3.13 INCIDENTES EN EL AÑO 2010

En este año solo se registra 2 incidentes en el canal de acceso al puerto de Guayaquil el primero se registró el 07 de Julio entre las boyas 13 y 14 la m/n Norasia Alya toco fondo, y debido al golpe presente daños del tanque de combustible.

El segundo incidente se suscitó el 28 de Agosto entre las boyas 39-44 en la cual la sonda de mn/BBC Ukraine con calado de 7.5; marca 0 por lo que se concluyó que era una aparente situación de sedimentación de dicho lugar.

3.14 INCIDENTES EN EL AÑO 2011

El día 18 de noviembre entre la boya 8-A y boya 9 el Mn/ Columba se varó, en el siguiente año se produjo un varamiento en el mismo sitio del incidente.

3.15 INCIDENTES EN EL AÑO 2012

En este año se registró solamente un incidente que se produjo el 24 de febrero en el mismo lugar donde se varó el Mn/ Columba. El Bp/ Eastern Pacific a la altura de la boya 8-A y boya 9 se varó.

3.16 INCIDENTES EN EL AÑO 2013

En el año 2013 fue donde más se registraron incidentes, vamos a comenzar por el que ocurrió el 25 de agosto el Mn Baltic Prime a la altura de la boya 44 tuvo que fondear porque había mucha sedimentación en dicho lugar y no pasó en bajamar con un calado máximo de 8.08 m

Otro incidente fue el que ocurrió el 19 de septiembre la Mn/ Eurasian Highway , nave que transportaba vehículos toco fondo y se varó a la altura de las boyas 39 y 43 del Canal de Acceso, su calado era de 7.90m en proa y 8m en popa. El último que se suscitó en este año fue el del buque Cielo di Palermo el cual toco fondo a la altura de la boya 44 con un calado máximo de 9,65m y más adelante reporta que en la boya 43 existe un bajo muy grande para que tomen las debidas precauciones los que naveguen por aquel sitio.

3.17 ANÁLISIS DE LOS INCIDENTES EN LOS 3 ÚLTIMOS AÑOS



Gráfico 7 Número de buques por varamiento en el canal de acceso al puerto de Guayaquil

Fuente: Autoridad Portuaria de Guayaquil

Elaborado por: Autor

Como podemos observar en el Grafico 7, incidentes que se han venido dando en los 3 últimos años, la causa principal de los mismos es los bajos que existen en el canal de acceso al Puerto de Guayaquil, que se producen por la falta de dragado continuo del mismo y esto influye de manera directa a todo el tráfico de esta zona y todas las embarcaciones que exportan mercadería de distintas partes del mundo, con las nuevas competencias y tecnologías recurren a buques aún más grandes para poder aumentar la carga en cada uno de ellos y mejorar los servicios de exportación de las empresas contratantes.

3.18 ANÁLISIS DE PORTACONTENEDORES Y SU CRECIMIENTO EN CALADO

Los portacontenedores a medida que pasa el tiempo se observa el desarrollo y su crecimiento en dimensiones para obtener una mayor capacidad de carga, por ende mejor competitividad en el ámbito económico. Hasta el año 2012 en que se registra un calado de 26, 79m, este tipo de portacontenedores con dicho calado no entra en el canal de acceso al Puerto de Guayaquil, son pérdidas económicas y comerciales que tiene el país. La nueva tecnología de construcción de naves hace que las empresas exportadoras opten por las mismas y dejen atrás las naves con pequeños calados.(Autoridad Portuaria de Guayaquil,2013)



Gráfico 8 Número de buques portacontenedores y su aumento en calado

Fuente: Autoridad Portuaria de Guayaquil

Elaborado por: Autor

En el Gráfico 8, se observa de una manera más clara como va evolucionando el calado de los buques, su año de construcción. Se puede observar que a medida que pasan los años los calados de los buques aumentan, la nueva tecnología y la demanda mundial hace que las empresas busquen mejoras en su transporte para poder exportar una cantidad mayor de productos para reducir gastos de transporte.

3.19 ANÁLISIS GENERAL DE ENTRADA Y SALIDA DE BUQUES DESDE EL AÑO 2009 HASTA EL 2013 DE ACUERDO A SU CALADO

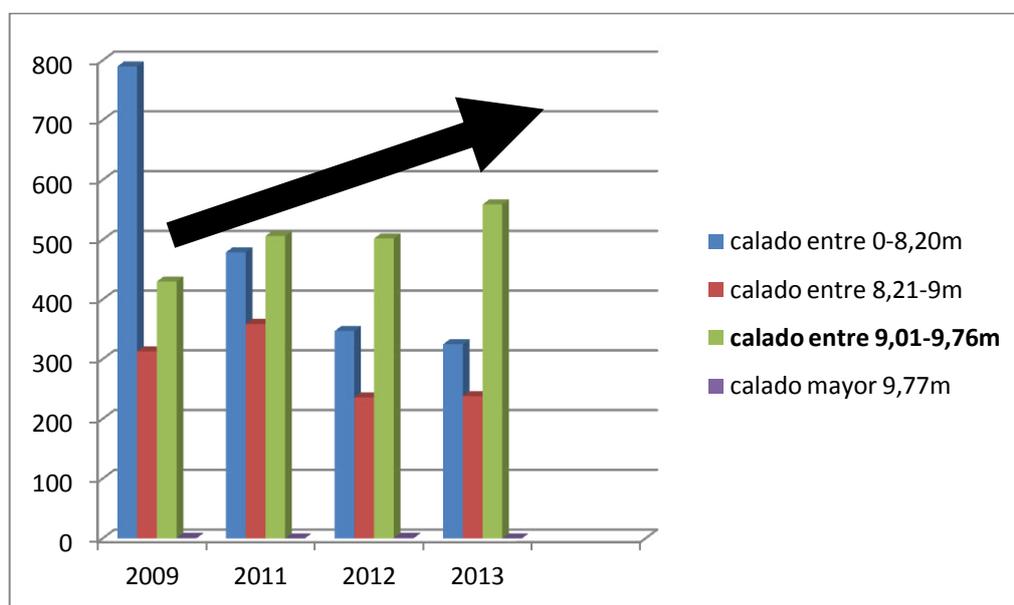


Gráfico 9 Análisis general de entrada y salida de buques año 2009-2013
Elaborado por autor

Como se puede ver en el Gráfico 9, la barra de color azul son los buques con calado de 0 a 8,20m que ingresaron al canal de acceso, se ve una disminución bastante pronunciada a medida que pasan los años

La barra de color rojo son los buques con calados entre 8,21-9m también estos buques a medida que pasa el tiempo van disminuyendo

La barra de color verde son los buques con calado entre 9,01 a 9,76m claramente se puede ver como aumenta a medida que pasa el tiempo esto nos da a entender que la mayor exportación de productos se lo hace por medio de estos buques que ocupan la mayor cantidad del porcentaje de entrada de buques al canal de acceso al puerto de Guayaquil.

3.20 ENTREVISTA

Realizada al Sr Ing. Ángel Velasco Jefe de la división de proyectos de SERDRA

1-¿Cree usted que el dragado del canal de acceso influye en el paso de embarcaciones?

Mediante el empleo de esta actividad se evita la consolidación del sedimento decantado en el canal.

2- ¿Que beneficio se espera obtener con el proyecto de dragado actual?

Permitir que el paso de buques de calado de hasta 9,60m pasen sin inconvenientes hacia el puerto de Guayaquil.

3-¿Ocurre accidentes o la interrupción del tráfico marítimo a causa de los trabajos de dragado en el canal de acceso al puerto de Guayaquil?

No, de acuerdo al reglamento internacional de choques y abordajes, el dragado está considerado como actividad prioritaria cuando se lo realiza en un canal de navegación.

4- ¿Cuál sería para usted la mejor opción continuar con los trabajos de dragado o buscar un mejor sitio para un nuevo puerto marítimo?

Particularmente esto depende de la capacidad de ingreso y salida de productos.

Estos datos no son manejados por esta dirección.

5-¿A futuro cree usted que al término del proyecto de dragado en el canal de acceso los buques con gran calado podrán entrar sin restricción alguna?

El proyecto de dragado está planificado para que durante el tiempo de trabajo garantice el paso de buques de hasta 9,60. al finalizar este proyecto se debe continuar con otro contrato de dragado, debido a la acelerada sedimentación.

Como se puede apreciar en la entrevista, el dragado del canal de acceso influye en el tráfico marítimo, los beneficios que se pueden obtener de los trabajos de dragado actuales son el paso de buques con calado máximo de 9,6m para que pasen sin restricción alguna en vista de que la profundidad estándar del mismo es de 9,6m y con este trabajo de dragado actual se trata de mantener ese nivel. Según la entrevista no existe accidentes a causa de los trabajos de dragado, pero si existe interrupción y esto es una prioridad que está estipulado en el reglamento internacional de choques y abordajes cuando se lo realiza en un canal de navegación. Según los trabajos de dragado actuales están planificados para que durante el tiempo de operación en el mismo garantice el paso de buques de hasta 9.6 metros de calado no más, solo se tratara de mantener a esta profundidad el canal de acceso, si fuera otro el alcance debería contratarse otro tipo de dragado que permita aumentar la profundidad del canal para que por el naveguen embarcaciones con calados mayores a 9,6 metros.

CAPÍTULO IV

PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DEL DRAGADO EN EL CANAL DE ACCESO AL PUERTO DE GUAYAQUIL ESTABLECIENDO UN ESTUDIO PARA OBTENER UNA PROFUNDIDAD ESTÁNDAR DE 10 METROS QUE CONTRIBUYA AL DESARROLLO DEL TRÁFICO MARÍTIMO.

Como se pudo analizar en el capítulo anterior, el dragado del canal de acceso al puerto de Guayaquil influye en el paso de embarcaciones en especial las de gran calado, a medida que va pasando el tiempo los trabajos de dragado que se vienen realizando desde años atrás no tienen una efectividad que permitan llegar a una profundidad estándar del canal de acceso y por este motivo se ve reflejado en los análisis anteriores los diferentes incidentes de varamientos por causa de la falta de profundidad y el trabajo poco eficiente de la draga en el canal de acceso al puerto de Guayaquil.

4.1 JUSTIFICACIÓN

En el Ecuador actualmente existe una draga de succión en marcha realizando trabajos de dragado en todo el canal de Guayaquil mientras que la otra draga que existe no está considerada para el actual proyecto.

Para esto se debe trabajar en las áreas más críticas del canal, que necesitan de urgencia ser dragadas. Se necesita realizar un dragado con una mayor eficiencia que permita el desarrollo del tráfico marítimo en el canal de acceso al Puerto de Guayaquil, con una profundidad mayor a 9,6 metros.

Se necesita incentivar al gobierno la ayuda económica que permita sustentar los costos de operatividad de la draga Francisco de Orellana, y

que ayude a aumentar la eficiencia en los trabajos de dragado del canal de acceso al puerto de Guayaquil.

4.2 OBJETIVO

Determinar un aumento en la eficiencia del trabajo actual de dragado del canal de acceso al puerto de Guayaquil a una mayor profundidad que facilitara el desarrollo del tráfico marítimo.

4.3 DESARROLLO DE LOS ASPECTOS TÉCNICOS OPERATIVOS RELACIONADOS CON LA PROPUESTA

4.3.1 ASPECTOS TÉCNICOS DE LA PROPUESTA

Cuadro 5 Profundidades por secciones en el canal de Guayaquil

N°	Tramo	Profundidad (m)	Observaciones
1	Boya de Mar -Boya 7	Máx. = 11.80 Med. = 10.54 Mín. = 9.80	En promedio la profundidad del canal en este tramo es de aproximadamente 10.54 m. aunque hay que considerar que en la cercanía de la boya No. 4 existe cotas que van. a 9,8 m. con referencia al MLWS, que es lo mínimo de profundidad reconocido en este tramo analizado.
2	Boya 7 – Boya 13	Máx. = 30.00 Med. = 13.30 Mín. = 9.10	Este tramo presenta profundidades irregulares en que varían entre -13 m. a -10 m. pero una vez pasada la boya No.12 se observa que las profundidades aumentan. En este tramo se presentan en especial a la Altura de la Boya 8 A roca.
3	Boya 13 – Boya 17	Máx. = 68.60 Med. = 51.65 Mín. = 15.98	Se observa que en este tramo de aproximadamente 12 km de longitud existe una gran depresión presentando una profundidad máxima de 68,6 m., mientras más se va acercando a la boya No. 17 esta tiende a decrecer hasta una profundidad muy cercana a 16 m.
4	Boya 17 – Boya 33	Máx. = 32.60 Med. = 13.28 Mín. = 9.70	Existe variedad de rangos de profundidad, sin embargo, en la mayoría del track los mínimos valores de profundidad, son cercanos a 9,70 m
5	Boya 33 – Boya 66	Máx. = 14.10 Med. = 9.90 Mín. = 8.30	De todos los tramos analizados este es el que presenta mayor sedimentación en el canal de acceso. La boya 36 (48+700 Km) el inicio de una sección larga y poco profunda, con algunos lugares críticos (boyas 48-54-58). El fondo consiste de agua lodosa. Se la conoce como "barra interna".
6	Boya 66 – Boya 80	Máx. = 20.20 Med. = 15.81 Mín. = 11.60	Una vez pasada la Barra Interna, hay profundidades mayores a 10 m.

Fuente: Autoridad Portuaria de Guayaquil

Como podemos observar en el Cuadro 4, el primer paso para la eficiencia del dragado es realizar los trabajos en las áreas donde verdaderamente se necesita dragar y donde las profundidades llegan hasta los 8 metros, desde la boya 33 hasta la 66 que son sitios que alcanzan dichas profundidades, (ver Anexo I).

Según el estudio de la Autoridad Portuaria de Guayaquil, para el proyecto actual vamos a determinar que volumen se debe sacar para tener una profundidad estándar de 10 metros, para calcular el volumen vamos a aplicar la siguiente fórmula:

$$V = (\text{Prof estándar} - \text{Prof media}) * (\text{longitud del tramo}) * (\text{ancho del sector})$$

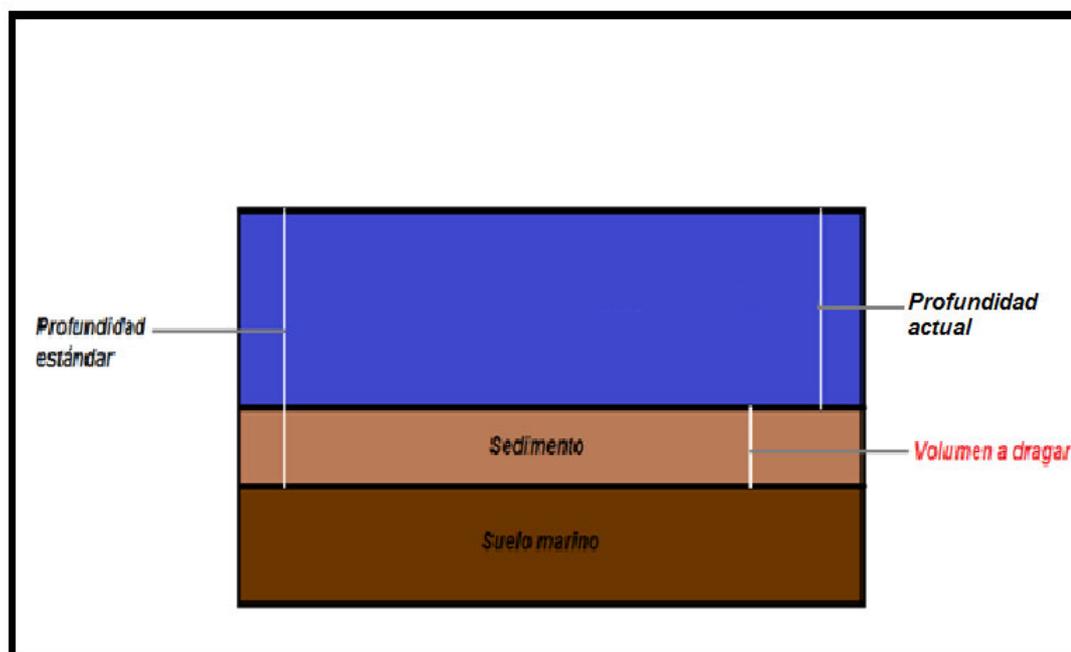


Figura. 9 Sección de una parte del canal de acceso
Elaborado por autor

Como en el trayecto de la zona que se está estudiando existen profundidades variables, debemos sacar un promedio de todas las

profundidades por sectores para que tenga un mínimo margen de error y poder calcular el volumen que se necesita dragar.

El ancho del sector del track está dividido por secciones y que fueron establecidas en el estudio para el proyecto actual de las operaciones de dragado (ver Anexo E).

Se realizó una medición del canal de navegación el sector que vamos a estudiar mediante el programa Google Earth y se establecieron las longitudes medidas en el Cuadro 5.



Figura. 10 Sección desde la boya 33-45

Elaborado por: Autor

Se procede a calcular el volumen de esta sección estableciendo los parámetros de longitud, ancho y profundidad media para completar los cálculos.

$$V1 = (10 - \text{Prof. media}) * (\text{ancho del track}) * (\text{longitud del track})$$

$$V1 = (10 - 9,03) * (9230) * (82)$$

$$V1 = 734.154,20 \text{ m}^3$$

A continuación se observa la segunda sección.

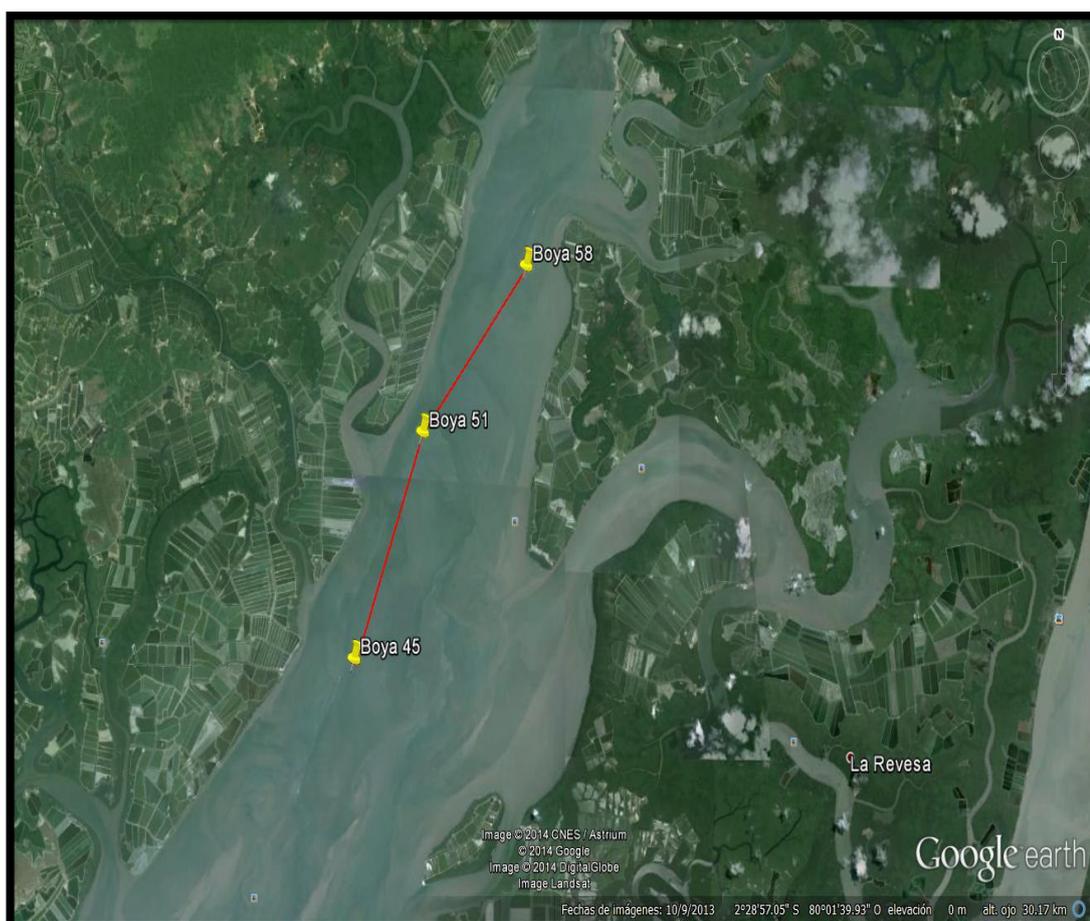


Figura. 11 Sección desde la boya 45-58
Elaborado por: Autor

Se procede a calcular el volumen de la sección 2 estableciendo los parámetros de longitud, ancho y profundidad media descritos a continuación para completar los cálculos.

$$V2 = (10 - \text{Prof. media}) * (\text{ancho del track}) * (\text{longitud del track})$$

$$V2 = (10 - 7,5) * (159) * (11030)$$

$$V2 = 4.384.425 \text{ m}^3$$

A continuación se visualiza la tercera sección.

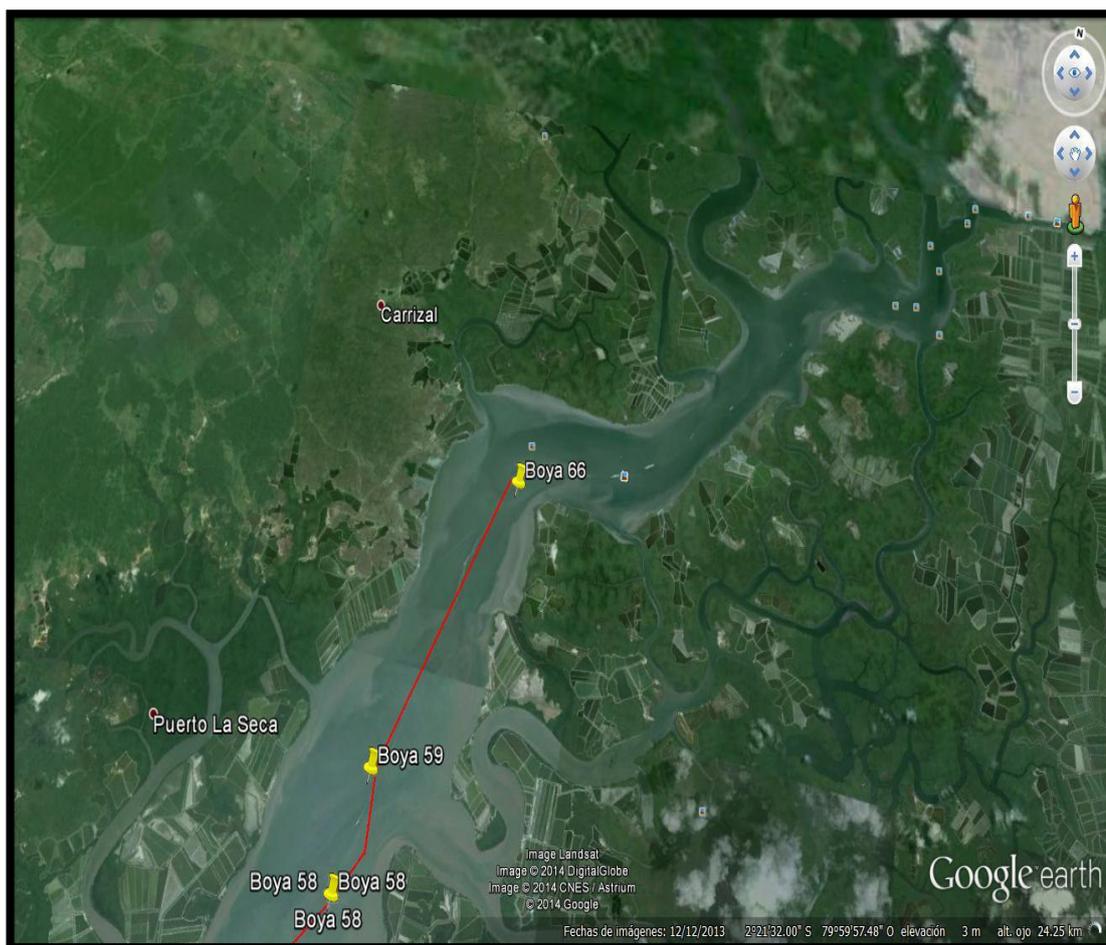


Figura. 12 Sección desde la boya 58-66

Elaborado por: Autor

Se procede a calcular el volumen de la sección 3 estableciendo los parámetros de longitud, ancho y profundidad media descritos a continuación para completar los cálculos.

$$V3 = (10 - \text{Prof. media}) * (\text{ancho del track}) * (\text{longitud del track})$$

$$V3 = (10 - 9,26) * (189) * (12740)$$

$$\mathbf{V3 = 1.781.816,40 \text{ m}^3}$$

Este cuadro representa el resumen de cálculos que se realizó para obtener la profundidad a 10 m.

Cuadro 6 Profundidades por secciones en el canal de acceso al puerto de Guayaquil

Lugar	Longitud del tramo (m)	Profundidad media (m)	Ancho del sector(m)	Profundidad estándar(m)	Volumen de sedimento extraído(m ³)
boya 33-45	9230	9,03	82	10	734.154,20
boya 45-58	11030	7,5	159	10	4.384.425
boya 58-66	12740	9,26	189	10	1.781.816,40

Fuente: Autoridad Portuaria de Guayaquil pliegos 2013

Elaborado por autor

El principal problema del canal es la falta de profundidad por la sedimentación que existe en el mismo, por el análisis que se realizó en el

capítulo anterior, se pudo observar que las naves con calados mayores a 9 metros son las que ocupan los primeros lugares en transportar los productos hacia los diferentes puertos mundiales, la profundidad estándar de 9,6 metros no es la adecuada ya que no satisface con las necesidades actuales del tráfico marítimo, mientras que a una profundidad estándar de 10 metros aumentaría el tránsito de embarcaciones con el calado mencionado anteriormente y aumentaría la productividad económica del puerto de Guayaquil.

Se calculara el volumen de sedimento que se necesita extraer para obtener una profundidad de 10 metros en el tramo entre la boya 33 hasta la boya 66, que sería la más adecuada para contribuir al mejoramiento del tráfico marítimo por el canal de acceso al puerto de Guayaquil y la cual se propone para que puedan pasar sin problemas embarcaciones con calados grandes.

Actualmente se encuentra operando una sola draga por el canal de acceso al puerto de Guayaquil , todo lo que recoge, el 70% son sedimentos mientras que el restante es agua por defecto de la draga, para aumentar la eficiencia se propone poner en actividad la draga Francisco de Orellana para que en conjunto puedan solventar con una mayor eficiencia en conjunto los sedimentos del canal y realizar los trabajos de dragado para mantener al canal de acceso al puerto de Guayaquil con una profundidad de 10 metros.

Según los estudios de la Autoridad Portuaria de Guayaquil, el volumen diario de extracción de la draga actual que se encuentra operando es.

Cuadro 7 Volumen de extracción por día de la draga Rio Yanuncay tomando en cuenta la eficiencia

Horas del día de trabajo	24	h
Horas perdidas por tráfico naviero	6	h
Horas efectivas por día de trabajo	18	h
Cantidad de ciclo por día de trabajo	2,96	ciclo/día
Volumen dragado por día	14.506,58	m³/día

Fuente: Autoridad Portuaria de Guayaquil, pliegos 2013

El volumen de extracción diario de la draga Francisco de Orellana con una porcentaje de extracción de sólidos del 65% es 3900 m³/día. (Autoridad Portuaria de Guayaquil estudio,2012)

El Cuadro 8, muestra el volumen de extracción por día de cada draga con su respectivo porcentaje de extracción de sólidos y el resultado es el volumen neto solo de sedimento sólido y efectivo que se necesita sacar del canal mientras que el otro porcentaje es liquido que también se extrae por la bomba.

Cuadro 8 Porcentaje de extracción de sólidos de las 2 dragas

Dragas	Volumen de extracción máximo(m ³)	Porcentaje de extracción de sólidos	Volumen n de extracción solo de material sólido(m ³)
Draga Rio Yanuncay	7000	70%	4900
Draga Francisco de Orellana	1500	65%	1200

Fuente: Autoridad Portuaria de Guayaquil pliegos 2013

Elaborado por: Autor

El concepto de eficiencia viene dado por diferentes aspectos, los cuales tienen que ver con principalmente con el tiempo, (ver Anexo K). Para esto el cuadro muestra la eficiencia de cada draga.

Cuadro 9 Eficiencia que tienen las 2 dragas al día

Dragas	Eficiencia	Volumen de extracción diario(m3)
Draga Rio Yanuncay	70%	14506,58
Draga Francisco de Orellana	65%	3900

Fuente: Autoridad Portuaria de Guayaquil pliegos 2013

En el actual proyecto solo una draga realiza los trabajos de mantenimiento, en base a eso vamos a calcular el 100% de eficiencia para la draga actual comparando los resultados obtenidos.

$$\begin{array}{l}
 14506,58 \text{ m}^3 \longrightarrow 70\% \\
 X \longrightarrow 100\%
 \end{array}$$

$$\mathbf{X = 20.723,68 \text{ m}^3}$$

Al momento de que las 2 dragas realicen el trabajo en conjunto y que la draga Francisco de Orellana complemente la cantidad de volumen que le hace falta a la draga Rio Yanuncay para llegar al 100% de eficiencia, como se puede observar en el Cuadro 10. Se podrá realizar un trabajo más eficiente en el área de operaciones y se puede llegar a dejar al canal de acceso en una profundidad estándar de 10 metros que será de mucho beneficio para el mismo.

Cuadro 10 Porcentaje de eficiencia del dragado al unir las 2 dragas al mantenimiento del canal

Suma del volumen extraído por las 2 dragas(m3)	Volumen Ideal(m3)	Eficiencia del dragado
18.406,58	20.723,68	88,81%

Elaborado por autor

Como se puede ver en el Cuadro 10, se aumento el porcentaje de eficiencia del dragado en un 18,81%. Con una sola draga operando el sitio se trabajaba con un porcentaje efectivo de 70% tomando en cuenta que la capacidad de tolva de la draga es de 7000m3, con la otra draga que no se encuentra trabajando actualmente, puede contribuir como se puede observar en el Cuadro 9, aunque su capacidad de tolva es de 1500 m3 puede ayudar a la otra draga a conseguir un mayor rendimiento.

A continuación se calcula el tiempo total que se necesita para extraer todo el volumen de la zona de estudio, para mantener una profundidad de 10 metros y poder comparar con el tiempo que se demorara con la actual propuesta.

$$\begin{array}{l} 14.506,58 \text{ m}^3 \longrightarrow 1 \text{ día} \\ 6.900.395,60 \text{ m}^3 \longrightarrow x \end{array}$$

X≈ 476 días.

Cuadro 11 Tiempo de extracción del volumen total a una eficiencia del 70%

Volumen de extracción por día(m3)	Volumen total que se debe extraer en todo el tramo(m3)	Tiempo total de extracción de todo el volumen
14.506,58	6.900.395,60	476 días

Elaborado por autor

En el Cuadro 11, podemos observar el tiempo que se demora la draga en realizar el dragado para una profundidad de 10 metros y un porcentaje del 70 % de extracción de sólidos.

La actual propuesta trata de aumentar la eficiencia del dragado de 2 maneras, la primera realizando los trabajos de dragado con 2 dragas que permitan aumentar el nivel de operatividad del mismo y el segundo realizar los trabajos de dragado encaminados a dejar como profundidad estándar 10 metros.

18.406,58 m³ —————> 1 día

6.900.395,60 m³ —————> x

X ≈ 375 días.

Cuadro 12 Tiempo total de extracción del volumen total a una eficiencia del 88.81%

Volumen de extracción por día(m ³)	Volumen total que se debe extraer en todo el tramo	Tiempo total de extracción de todo el volumen
18.406,58	6.900.395,60	375 días

Elaborado por autor

Como podemos ver en Cuadro 12 el tiempo de operación se acerca al tiempo del Cuadro 11.

Sería mejor optar por la profundidad de 10 metros y el apoyo de la draga Francisco de Orellana que aumenta la eficiencia de la draga actual y el porcentaje de extracción de sólidos, todo esto beneficia, ayuda a mejorar el paso de embarcaciones por el canal de acceso al puerto de Guayaquil. Se puede ver claramente que los resultados en el tiempo de operación, con estos resultados.

CONCLUSIONES

- La rápida sedimentación del canal de acceso al puerto de Guayaquil y la poca profundidad que existe en algunas zonas dificulta los trabajos de dragado e impide el paso de embarcaciones de mayor calado.
- El análisis del tráfico marítimo de naves que ingresan al puerto de Guayaquil determino que las embarcaciones con calados entre 9 a 9,76 m son las que ocupan el mayor porcentaje de tránsito por el canal de acceso al puerto de Guayaquil.
- El aumento en la profundidad del canal de acceso a 10 m permite el paso de embarcaciones con calados desde 9 a 9,76 m, que están ocupando al momento el mayor porcentaje de buques que navegan por el canal de acceso al puerto de Guayaquil.

RECOMENDACIONES

- Mantener de manera indefinida los trabajos de dragado para evitar la rápida sedimentación que existe en el mismo y que tenga constantemente el mantenimiento necesario para no perder la profundidad actual.
- Desarrollar un estudio que permita aumentar la profundidad del canal de acceso al puerto de Guayaquil para recibir buques con mayores dimensiones como son los Post Panamax.
- El SERDRA debe realizar la adquisición de 1 draga, que permita mejorar los trabajos de dragado en el canal de acceso al puerto de Guayaquil abarcando zonas críticas y manteniendo a una profundidad de 10 m.

BIBLIOGRAFÍA

- 1- Autoridad Portuaria de Guayaquil. (sf). Estadísticas portuarias. Obtenido de <http://www.apg.gob.ec/servicios/estadisticas>.
- 2- Beneficios económicos del dragado permanente del canal de acceso al puerto marítimo de Guayaquil por parte del servicio de dragas de la Armada del Ecuador. Periodo 2000-2008.(2009) Síntesis de la investigación.
- 3- Canal de Acceso al Puerto de Guayaquil.(sf). Obtenido en www.camae.org
- 4- El dragado del puerto de Guayaquil a 15 metros.(2013),obtenido en www.telegrafo.com.ec
- 5- Estudio del impacto ambiental para los trabajos de dragado permanente del canal de acceso al Puerto Marítimo de Guayaquil.(2008) .Dragado del canal de acceso
- 6- Estudios de Pre factibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m respecto al MLWS. (2012).Geología, Geotecnia, Sedimentos de Subfondo y Sísmica de Refracción.
- 7- INOCAR, "FISCALIZACIÓN INTEGRAL DEL DRAGADO DE MANTENIMIENTO DEL CANAL DE ACCESO A PUERTO MARÍTIMO DE GUAYAQUIL, INCLUYE EL MONITOREO Y LA AUDITORIA AMBIENTAL"(pliego 2014).
- 8- J.Lavayen(2012),"Diseño de un convoy para el Dragado del Canal del Puerto de Guayaquil".Tesis de grado Espol
- 9- M.Fun-Sang(2010), "Factibilidad y urgente necesidad del puerto de aguas profundas para Guayaquil". Tesis de grado Espol.
- 10-N.Benitez(2008), "Proyecto de inversión en el servicio de dragado del canal de acceso del puerto marítimo de Guayaquil a través de una concesión privada". Tesis de la Espol.

- 11-Pliegos de Procedimiento de Contratación de Régimen Especial No.RE-APG-007-2013, Dragado de mantenimiento del canal de Acceso al Puerto de Guayaquil.(2013).
- 12-SERDRA(Servicio de dragas de la Armada del Ecuador), Características y tipos de dragas

