



**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

**“PROYECTO DE DRAGADO PARA LA REHABILITACIÓN DEL CANAL  
NAVEGABLE DEL RIO GUAYAS FRENTE A LA CIUDAD DE GUAYAQUIL EN BASE  
A ESTUDIOS MULTITEMPORALES”**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO CIVIL**

**AUTOR:**

**JOSÉ GUILLERMO TAPIA HINOJOSA**

**GUAYAQUIL-ECUADOR**

**2014**

## DECLARACION EXPRESA

La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas en esta tesis, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma, a la Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil.

José Guillermo Tapia Hinojosa

## **CERTIFICACION DEL TUTOR**

Guayaquil, 20 de junio del 2014.

Certifico que el Proyecto de Investigación titulado **“PROYECTO DE DRAGADO PARA LA REHABILITACIÓN DEL CANAL NAVEGABLE DEL RIO GUAYAS FRENTE A LA CIUDAD DE GUAYQUIL EN BASE A ESTUDIOS MULTITEMPORALES”**, ha sido elaborado por el señor José Guillermo Tapia Hinojosa bajo mi tutoría, y que el mismo reúne los requisitos para ser defendido ante el Tribunal Examinador que se designe para el efecto.

**Ing. FAUSTO CABRERA MONTES, Msc.**

## **DEDICATORIA**

**A mis hijas María José y María Fernanda, por toda la ayuda que en los momentos más difíciles me alentaron y estuvieron a mí lado, infundiéndome fortaleza con amor y mucho cariño.**

**A mis padres Jorge y Luz María, que siempre me infundieron el amor al estudio, y que desde el cielo me dan sus bendiciones.**

## **AGRADECIMIENTO**

**Mi agradecimiento imperecedero al señor Ing. Fausto Cabrero Montes, Msc., por su invaluable aporte de conocimientos al desarrollo de la Tesis; por la preocupación permanente como mi guía y tutor en todas las instancias de la investigación mediante sus consejos profesionales que hizo posible su culminación; por lo que extiendo mis más reconocidos agradecimientos; por ser parte de mi futuro como profesional.**

## **AGRADECIMIENTO**

**Un agradecimiento especial y con todo mi corazón al señor Abg. Otto Cevallos Mieles, Msc., Vicerrector Académico de la Universidad, por su ayuda invaluable en los momentos más difíciles en que mi salud se encontraba muy afectada, durante todo el proceso de investigación.**

.

## **AGRADECIMIENTO**

**Al señor Ing. Rodrigo Dávila Carrión, por haber aportado con conocimientos y bibliografía al desarrollo de la investigación permanente.**

**Al señor Ing. Francisco Córdova Jaime, por darme aliento para la culminación de mi carrera.**

**Al personal administrativo de la Facultad que siempre me prestó su colaboración durante todo el tiempo del desarrollo de mi tesis.**

# ÍNDICE

UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL .....	i
DECLARACIÓN EXPRESA .....	ii
CERTIFICACION DEL TUTOR .....	iii
DEDICATORIA .....	iv
AGRADECIMIENTO .....	v
RESUMEN EJECUTIVO .....	1
CAPÍTULO I .....	2
1 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN .....	2
1.1 Antecedentes de la Investigación .....	2
1.1.1 Ubicación geográfica de Guayaquil.....	4
1.1.2 Ubicación del Proyecto de Dragado.....	6
1.2 Problema de investigación .....	6
1.2.1 Planteamiento del Problema.....	6
1.2.2 Formulación del problema de investigación .....	7
1.3 Objetivos de investigación.....	8
1.3.1 Objetivo General.....	8
1.3.2 Objetivos Específicos .....	9
1.4 Justificación de la investigación .....	9
1.5 Marco de referencia de la investigación .....	12
1.5.1 Marco teórico.....	13
1.5.1.1 <b>Definición de</b> Cuenca Hidrográfica .....	13
1.5.1.2 La Cuenca del Río Guayas .....	15
1.5.1.2.1 Ubicación Geográfica .....	15
1.5.1.2.2 Demarcación de la Cuenca del Río Guayas.....	16
1.5.1.2.3 Relieve de la Cuenca del Río Guayas.....	17
1.5.1.2.4 La Cuenca Hidrográfica del Río Guayas .....	19
1.5.1.2.5 Hidrología de la Cuenca del Río Guayas.....	20

1.5.1.2.6 El clima en la Cuenca del Río Guayas .....	23
1.5.1.2.7 Geología de la Cuenca del Río Guayas .....	26
1.5.1.2.7 1 Elemento geológico .....	28
1.5.1.2.7 2 Elemento histórico .....	28
1.5.1.2.8 Red de drenaje de la Cuenca del Guayas .....	28
1.5.1.3 Análisis Histórico del Problema de Navegabilidad del Rio Guayas .....	30
1.5.1.3.1 Características de los afluentes, periodos de ocurrencia crecientes y avenidas del Ríos Guayas .....	35
1.5.1.4 La Sedimentación .....	36
1.5.1.4.1 La ciudadanía y los problemas de la sedimentación del Río Guayas .....	37
1.5.1.4.2 Estudios Multitemporales de Sedimentación del Río Guayas .....	44
1.5.1.4.3 Emplazamiento del area del Proyecto de Dragado, sector: Estero Cobina (esclusas)-Puente de la Unidad Nacional (desembocadura del Río Daule).....	57
1.5.1.4.4. La sedimentación vista en elevación digital 3D .....	61
1.5.1.4.5 Calculo de profundidades mediante el sistema ArcGis .....	66
1.5.1.4.7 Calculo de la tasa de sedimentación inter anual entre los años 2005, 2009, 2010 .....	94
1.5.1.4.8 Cálculo de áreas entre abscisas.....	96
1.5.1.4.9 Cálculo de volúmenes .....	99
1.5.1.5 El Dragado .....	103
1.5.1.5.1 Introducción al Dragado .....	103
1.5.1.5.2 Definición, historia e importancia del dragado.....	104
1.5.1.5.2.1 Definición de Dragado.....	104
1.5.1.5.2.2 Historia del dragado .....	104
1.5.1.5.2.3 Importancia del dragado.....	106
1.5.1.5.3 El Dragado en el Rio Guayas .....	107
1.5.1 5.3.1 Antecedentes Históricos.....	107
1.5.1 5.2.3.2 El Problema del dragado del Río Guayas visto desde la ciudadanía .....	111

1.5.1 5.2.3.3 Reseña de publicaciones de prensa sobre el problema del dragado del Río Guayas .....	111
1.5.1.5.2.3 Importancia del Dragado .....	119
1.5.1.4.3 Las operaciones de dragado y sus etapas .....	122
1.5.1.5.4 Clasificación del Dragado.....	122
1.5.1.5.4.1 El Dragado Inicial o de Construcción.....	122
1.5.1.5.4.2 El Dragado de Mantenimiento .....	123
1.5.1.5.4.2.1 Dragado Periódico.....	123
1.5.1.5.4.2.2 Dragado continuo.- .....	123
1.5.1.5.5 Técnicas de Dragado .....	123
1.5.1.5.6 Elección del Equipo de Dragado .....	124
1.5.1.5.6.1 Características de los suelos.....	124
1.5.1.5.6.2 Profundidad de dragado .....	124
1.5.1.5.6.3 Condiciones ambientales .....	125
1.5.1.5.7. Nivel de producción de la Draga .....	125
1.5.1.5.8 Lugar y método de disposición de material dragado .....	125
1.5.1.5.9 Aspectos logísticos.....	125
1.5.1.5.10 Clasificación de los Equipos de Dragado .....	126
1.5.1.5.10.1 Dragas mecánicas.....	126
1.5.1.5.10.1.1 Draga de cangilones.....	126
1.5.1.5.10.1.2 Draga de cuchara de almejas.....	128
1.5.1.5.10.1.3 Draga tipo retroexcavadora .....	129
1.5.1.5.10.1.4 Draga tipo pala (Dipper) .....	130
1.5.1.5.11 Dragas hidráulicas.....	130
<b>1.5.1.5.11 1 Draga Dustpan.....</b>	<b>131</b>
1.5.1.5.11 2 Draga por inyección de agua.....	131
1.5.1.5.11 3 Draga de succión simple .....	132
1.5.1.5.11 4 Draga de succión por arrastre o succión en marcha.....	132
1.5.1.5.12 Dragas combinadas .....	134
1.5.1.5.12.1 Draga de succión con cortador (CSD).....	134

1.5.1.5.12.2	Draga de succión con cortador vertical.....	136
1.5.1.5.13	Otras dragas .....	136
1.5.1.5.13.1	Rastra de fondo (Bedleveller) .....	136
1.5.1.5.13.2	Arado (Plough) .....	137
1.5.1.5.14	Aspectos Característicos para la Elección del Equipo de Dragado. ....	137
1.5.1.5.15	El Dragado y el Medio Ambiente .....	139
1.5.1.5.16	.PROYECTO Y EJECUCIÓN DE UN DRAGADO.....	143
1.5.1.5.16.1	Necesidad de efectuar un dragado. La identificación del problema determinadas por algunas de las siguientes causas. ....	143
1.5.2	Marco Conceptual.....	144
1.6	Formulación de hipótesis y variables.....	149
1.6.1	Hipótesis.....	149
1.6.1.1	Variable independiente.....	149
1.6.1.2	Variable dependiente .....	149
1.7	Aspectos metodológicos de la investigación .....	149
1.7.1	Tipo de estudio .....	149
1.7.1.1	Estudio exploratorio.....	150
1.7.1.2	Estudio descriptivo .....	150
1.7.1.3	Estudio explicativo .....	150
1.7.2	Métodos de investigación .....	150
1.7.2.1	Método de observación .....	151
1.7.2.2	Método Inductivo.....	151
1.7.2.3	Método Deductivo .....	151
1.7.2.4	Método de Análisis .....	152
1.7.2.5	Método de Síntesis .....	152
1.7.3	Fuentes y técnicas para la recolección de información .....	152
1.7.3.1	Fuente Primaria.....	153
1.7.3.2	Fuente secundaria .....	153
1.7.4	Tratamiento de la información .....	153
1.8	RESULTADOS E IMPACTOS ESPERADOS .....	154

1.8.1 ENTREVISTAS: .....	154
1.8.2 MUESTREO .....	155
CAPITULO II.....	162
2 ANÁLISIS, PRESENTACIÓN DE RESULTADOS Y DIAGNOSTICO .....	162
2.1 Análisis de la situación actual.....	162
2.2 Análisis comparativo, evolución, tendencia y perspectiva.....	163
2.3 Resultados .....	163
2.4 Verificación de la hipótesis .....	164
CAPITULO III.....	165
3 DISEÑO DEL DRAGADO DEL CANAL NAVEGABLE DEL RIO GUAYAS FRENTE A LA CIUDAD DE GUAYAQUIL .....	165
3.1 Antecedentes .....	165
3.2 Justificación del Proyecto de Dragado .....	165
3.3 Diseño del canal de Dragado .....	166
3.3.1 Criterios para el Diseño del Canal .....	166
3.4 Diseño de la Sección Típica del Canal a ser Dragado en el Rio Guayas.....	169
3.1.5 Tipo de Draga que Requiere este Proyecto.....	172
3.1.6 Cálculo de la Potencia de una Draga de Corte – Succión.....	172
CONCLUSIONES.....	175
RECOMENDACIONES.....	176
BIBLIOGRAFIA .....	178
ANEXOS: .....	181
ANEXO A	
ANEXO B	
ANEXO C	
ANEXO D	

## RESUMEN EJECUTIVO

La presente investigación tiene como propósito, analizar los principales problemas que impiden que el Puerto Fluvial de Guayaquil, sea el más importante del país.

El objetivo general es, rehabilitar el canal navegable del Río Guayas, en base al Dragado del Canal Navegable del Río Guayas, para obtener la profundidad que permita tener la futura capacidad operacional del puerto fluvial de Guayaquil, con el fin de abrir al tráfico internacional y así convertirlo en uno de los puertos más importantes de América del Sur y de la Cuenca del Pacífico.

Los objetivos específicos son: analizar la incapacidad de recibir naves cuyo tamaño incrementa la demanda del comercio mundial, con calados superiores a 6.5 metros; **identificar los sitios neurálgicos producto de la sedimentación acumulada** debido a la despreocupación por parte del Estado al no haber intervenido en el mantenimiento del mismo, desde hace más de 50 años.

El problema de la sedimentación, solo es posible solucionar dragando el Canal Navegable del Río Guayas por parte del Estado, sean éstos: Gobierno Central, La Prefectura del Guayas, Alcaldía de Guayaquil, Ministerio del Ambiente, Ministerio de Transporte y Obras Públicas; para lo cual, se debe aprovechar que el país cuenta con un parque de dragas que dispone el Servicio de Dragas de la Armada del Ecuador.

En el Proyecto de Diseño del Canal Navegable propuesto en la Investigación, se detalla pormenorizadamente los cálculos de áreas y volúmenes a dragar, que permitirá rehabilitar el Canal Navegable del Río Guayas frente a la ciudad de Guayaquil; para lo cual, se han realizado planos de implantación digital en la Carta Hidrográfica IOA 1072, 3ra. Edición 2010; cortes del canal a dragarse, cada 500 metros y valores calculados de corte cada 100 metros, desde la abscisa 0+000 hasta 15+000.

# CAPÍTULO I

## 1 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

### 1.1 Antecedentes de la Investigación

El propósito de la investigación de la presente tesis de grado, tiene por objeto, **analizar e identificar** el problema que por muchos años impide que la ciudad de **Guayaquil**, ubicada en el margen derecho del Río Guayas, siga siendo el **Puerto Fluvial más importante de nuestro país y de la Cuenca del Pacífico Sur**.

Como antecedente tenemos que, el Puerto de Guayaquil se estableció en la orilla del Río Guayas a la altura del barrio de Las Peñas que se extendía hasta la calle Olmedo, mismo que contaba con muelles que permitían el arribo de las naves, en donde se embarcaban y desembarcaban las mercaderías. Por su forma meándrica o sinuosa. era difícil su ingreso a Guayaquil; debía atravesar grandes bancos de arena y sedimentaciones dispersas. El embarque y desembarque se realizaba en el muelle norte del Malecón, donde también había bodegas y oficinas de la Aduana, la misma que fuera fundada en 1774; aquí se realizaban los cobros de los aranceles, administración y operación del puerto. (El Desperdicio del Siglo, Hugo Tobar Vega, pág. 11, 12, 13).

**Fotografía No. 1. Buque mercante cargando banano - Puerto Fluvial de Guayaquil**



**Fuente: El Desperdicio del Siglo Pag. 16**

Para cumplir con el objetivo de la investigación propuesta; esto es, la **solución al problema de navegabilidad del Río Guayas**, se procederá a realizar los estudios de sedimentación y el diseño del Proyecto de Dragado del Río Guayas, mismo que ha sufrido los embates de la agresiva sedimentación producto de los eventos del Niño, los efectos de las mareas, la deforestación en la cuenca alta y media del Guayas y todas las acciones antrópicas contribuyen a la sedimentación y la consecuente inhabilitación del canal navegable que, lamentablemente, ninguna autoridad del Estado ha advertido la importancia histórica de la navegación de embarcaciones de carga y turismo que tradicionalmente realizaron por cientos de años por esta vía fluvial que hoy es reclamada por la ciudadanía. Abandonaron a su suerte desde el último dragado realizado en 1970, quedando en la mente de los guayaquileños y ecuatorianos, solamente los recuerdos.

Esta situación motivó para proponer el tema de tesis: **“Dragado para la rehabilitación del canal navegable del Río Guayas frente a la ciudad de Guayaquil”**.

### 1.1.1 Ubicación geográfica de Guayaquil

La ciudad de Guayaquil, se halla al sur oeste del Ecuador y al noroccidente de América del Sur, dentro de las siguientes coordenadas geográficas: latitud y longitud media: 02° 14' S y 079° 53' W, Tiene una población de 2' 291.158 habitantes (censo del 2010 - INEC), temperatura promedio mensual 21.3°C mínima y 25.5°C máxima; precipitación promedio anual 113mm (estación meteorológica-Guayaquil-INOCAR).

.Figura 1: Ubicación de Guayaquil en América del sur y Ecuador



**Fotografía 2. Malecón 2000 de Guayaquil**



**Fuente:** <http://www.geografía.com.ec>

Guayaquil cuenta con los servicios básicos de luz, agua potable, alcantarillado, sistemas de comunicación, seguridad social, infraestructura vial, aeropuerto, puertos marítimo y fluvial, sistema de transporte público, varias industrias, instituciones financieras, instituciones educativas en todos los niveles.

Se caracteriza por un fluido movimiento comercial e industrial y una infraestructura de grandes edificios y centros comerciales distribuidos en sitios estratégicos que ha generado gran dinamismo económico a la ciudad y sus áreas de influencia.

La ciudad de Guayaquil es el puerto marítimo y fluvial más importante de la costa ecuatoriana, por éste se realizan más del 70 por ciento de las exportaciones e importaciones del país. Es la urbe más grande y poblada del Ecuador, en ella se encuentran representadas todas las instituciones de la Función Ejecutivo a nivel de Subsecretarías y Delegaciones, y demás Funciones del Estado.

La ciudad cuenta con hermosos sitios turísticos como el tradicional barrio Las Peñas, los Cerros Santa Ana y el Carmen, el Malecón Dos Mil, el Estero Salado, los

imponentes puentes sobre los ríos Daule y Babahoyo y el puente peatonal sobre el Río Guayas que une a Guayaquil con la Isla Santay.

### **1.1.2 Ubicación del Proyecto de Dragado**

El área de estudio del Proyecto de Dragado, es el Canal Navegable del Río Guayas ubicado frente a la ciudad de Guayaquil en el sector comprendido entre El Estero Cobina (Esclusas) al sur y la desembocadura del Río Daule en el Río Guayas (Puente de la Unidad Nacional) al norte.

## **1.2 Problema de investigación**

La sedimentación en el Río Guayas, causada por sus afluentes Daule y Babahoyo, inhabilita la navegación de embarcaciones mayores de 6.5 metros de calado en marea baja.

### **1.2.1 Planteamiento del Problema**

La sedimentación en el Río Guayas, ha dado lugar a la formación de azolves o taponamientos, islotes, bajos, barras y playones que han desplazado el eje del canal navegable a lo largo de 93 kilómetros, desde el Puente de la Unidad Nacional hasta Punta Arenas en la Isla Puná-Canal de Jambelí; reduciendo las profundidades y limitando la navegación de embarcaciones con calado de 6.5 m.

La sedimentación descuidada por las autoridades del Estado desde muchos años atrás en los cursos navegables aguas arriba a lo largo de los ríos Daule y Babahoyo, han formado muchos bajos que están creciendo; muchos de ellos empiezan como un banco de arena cubiertos por la marea alta. Este es el caso de los bancos de sedimentos ubicados frente a la isla Mocolí en el margen izquierdo del Río Babahoyo.

La sedimentación acumulada en la confluencia de los ríos Daule y Babahoyo, ha dado lugar al apareamiento del Islote El Palmar en la desembocadura de río Daule frente a la Puntilla (Samborondón), que hace 50 años no existía; bajos que van desde las Peñas

en Guayaquil hasta Durán y que prácticamente han eliminado la navegación en ésta área.

De la misma manera en el Río Guayas, desde las Peñas en el Cerro Santa Ana hasta su desembocadura en el canal de Jambelí frente a Punta Arenas en la Isla Puná; se han formado gran cantidad de azolves, barras, playones e islotes, que han cambiado el cauce navegable del río; entre ellos las barras Paola de 1 km con una profundidad de 4.2 m y Barra Norte de 1.6 km con una profundidad de 4.60 m (cartas hidrográficas IOA 1072 y 1073, INOCAR)

Los sedimentación del área de estudio de la tesis, se determinará en base a estudios multitemporales de las cartas hidrográficas IOA 1072 (Ediciones 2005, 2009 y 2010, INOCAR), de donde se extraerán los datos mediante geo referenciación utilizando el programa ArcGis (Sistema de Información Geográfica-SIG) que comprende mapas de puntos, líneas, polígonos y figuras raster; con los cuales se determinará la sedimentación; además de los estudios geológicos realizados por El Instituto Oceanográfico (NOCAR), el Instituto Nacional de Pesca (INP) y otras instituciones de investigación técnica-científica.

Expuesto el problema de sedimentación; se propondrá dragar el Río Guayas para rehabilitar la navegación de embarcaciones con calados de 8.0 metros en marea baja y de 9.50 metros con beneficio de marea; esto permitirá dinamizar el tráfico fluvial de los pueblos ribereños y el tráfico internacional a los diferentes puertos del mundo.

## **1.2.2 Formulación del problema de investigación**

¿De qué manera está afectando la **sedimentación a la navegación en el Río Guayas** y sus afluentes los ríos Daule y Babahoyo?

### **1.2.2.1 Sistematización del problema de investigación**

- ¿Desde hace qué tiempo no se dragan los ríos Guayas, Daule y Babahoyo?

- ¿Qué han hecho las autoridades del Estado para solucionar el problema de la sedimentación en el Río Guayas y sus afluentes Daule y Babahoyo?
- ¿Desde qué tiempo el Río Guayas ya no es navegable?
- ¿Qué han hecho las autoridades del Estado para recuperar la navegabilidad del río Guayas?
- ¿Existe algún estudio integral de dragado del Río Guayas y sus afluentes Daule y Babahoyo?
- Si Guayaquil es el Puerto Fluvial más importante de la Cuenca del Pacífico, ¿qué han hecho los diferentes gobiernos del país para rehabilitar la navegación en el Río Guayas, como era hasta el año de 1963 en que se inauguró el Puerto Marítimo de Guayaquil en el sur (Estero Salado), conociendo que el Canal de acceso por el Estero Salado hasta Guayaquil, tiene el gravísimo problema de sedimentación, a pesar de los constantes dragados?
- ¿Qué han hecho las autoridades, seccionales y nacionales para rehabilitar a la navegación por los ríos Guayas, Daule y Babahoyo conociendo el potencial turístico fluvial, de cabotaje e internacional que podrían generar los atractivos naturales de la Cuenca del Guayas, Estuario del Río Guayas y el Golfo de Guayaquil?.
- 

### **1.3 Objetivos de investigación**

El objetivo de esta investigación es, determinar el problema de la navegación por el Río Guayas

#### **1.3.1 Objetivo General**

**Plantear el análisis y ejecución del dragado de los sedimentos del Río Guayas depositados por sus afluentes los ríos Daule y Babahoyo, a través de las entidades del Estado; para rehabilitar el canal navegable frente a la ciudad de Guayaquil.**

### 1.3.2 Objetivos Específicos

- a) Sugerir el **dragado del Canal Navegable del Río Guayas** frente a la ciudad de Guayaquil a 10 metros de profundidad con un sobre dragado de 0.50 metros para habilitar la navegación de embarcaciones con calado de 8.0 metros en marea baja.
- b) Sugerir **fomentar la navegación fluvial, de cabotaje nacional e internacional** como nueva alternativa de desarrollo que contribuya al cambio de la matriz productiva del país, a través del turismo y el comercio.
- c) Proponer la **Recuperación de la tradición navegable del Río Guayas** y del Puerto Fluvial de Guayaquil.
- d) Proponer **que el proyecto de investigación de dragado del área situada frente a la ciudad de Guayaquil, sirva como ejemplo para que el Estado realice los estudios integrales de la sedimentación del canal navegable del Río Guayas,** desde la ciudad de Guayaquil hasta su desembocadura en el Golfo de Guayaquil.
- e) Dar **como alternativa al Puerto Marítimo de Guayaquil,** el Canal navegable del Río Guayas, **por el problema recurrente de sedimentación del Canal de Acceso por el Estero Salado.**

### 1.4 Justificación de la investigación

En la época antigua, los Huancavilcas realizaban la navegación de forma rudimentaria; las embarcaciones eran movidas por remos y posteriormente por velas rudimentarias.

En la edad media, gracias a los buques de mayor tamaño se producen los grandes descubrimientos geográficos; iniciándose la navegación transoceánica por parte de potencias de la navegación como España y Portugal. Sus embarcaciones disponían de grandes velas y contaban ya con brújula.

Con el descubrimiento de América, los conquistadores españoles llegan a la Isla Puná, descubriendo el hermoso Río Guayas por el cual ingresan a Guayaquil.

Posteriormente, con la aparición de los motores de turbinas de vapor, se construyen buques de gran calado que permitían el transporte de gran tonelaje de carga mismos que ingresaban a Guayaquil, principal puerto fluvial del Ecuador, a través del Río Guayas; esto permitió el desarrollo del comercio, mediante la exportación del cacao, tagua y otros productos y luego el banano y la importación de productos, equipos y maquinarias para el desarrollo del país.

Con el aumento del calado de los buques y la acumulación de la sedimentación en el cauce navegable del Río Guayas, se hizo difícil el ingreso hasta Guayaquil; pudiendo hacerlo, solamente con marea alta (pleamar).

Este problema se ha venido agudizando, reitero, por falta de mantenimiento del canal mediante trabajos de dragado del río. Lamentablemente, se ha perdido la ruta fluvial de ingreso a la ciudad-puerto de Guayaquil.

Se justifica el dragado del Canal Navegable del Río Guayas a una profundidad de 10.0 metros con un sobre dragado de 0.50 m; porque permitirá desarrollar el comercio, turismo fluvial, costanero o de cabotaje e internacional, con embarcaciones de hasta 8.0 metros de calado en marea baja, y de 9.50 metros con beneficio de marea; integrando los pueblos ribereños de la costa ecuatoriana y de ultramar; así también, la movilización de grandes volúmenes de carga a costos mucho más bajos que el transporte terrestre. Generará la formación de empresas turísticas y de comercio, consecuentemente: trabajo e ingreso de divisas al fisco transformándose en una cadena productiva de multiservicios. Permitirá mostrar al mundo las bellezas naturales del más grande y caudaloso río de la Cuenca del Pacífico, llamado también el “Nilo del Pacífico”.

Se justifica el Dragado del Río Guayas; porque debido a la deforestación, la ampliación de la frontera agrícola, las obras civiles como: represas, puentes, rellenos, edificaciones

y más construcciones, los suelos se han erosionado, siendo arrastrados por las corrientes de agua y depositados en la cuenca baja de los ríos Daule y Babahoyo y éstos en el Río Guayas, cuyos cauces se han colmatado de sedimentos, perdiendo las profundidades que no permiten que sus lechos capten el enorme caudal de agua de las precipitaciones invernales; además, los efectos del fenómeno del Niño y las corrientes de marea son factores para que los campos y ciudades como Guayaquil, Durán y la Puntilla, que se hallan en sus riberas se inunden y colapsen los sistemas de alcantarillas. El agua siempre busca por donde salir.

Se justifica porque, la planicie o llanura aluvial de la cuenca baja se halla a una elevación de 2 a 5 m sobre el nivel del mar con una pendiente inferior al 12 %, siendo una de las razones para que la sedimentación se acumule y se formen azolves a lo largo de los cauces meándricos de los ríos de las sub cuencas que alimentan al Daule, Babahoyo y Guayas, depositarios finales de toda la sedimentación de la red hidrográfica de la Cuenca del Río Guayas; debiéndose considerar que la elevación promedio del terreno plano de la cuenca está a 2.6 metros sobre la cota absoluta de marea (Evaluación de la cuenca baja del Guayas, datos y manejo, 2008), (Año internacional de los Océanos, 1998, Algunas características geográficas y oceanográficas del estuario interior del Golfo de Guayaquil y sus afluentes Daule y Babahoyo, INP, pág. 7) (1)

Porque en los diferentes levantamientos hidrográficos realizados por INOCAR, publicados en las cartas hidrográficas IOA 1072; ediciones 2005, 2009 y 2010, se observa el crecimiento acelerado del islote El Palmar con alturas de 3 metros sobre la cota 0, y muchos bajos que se han transformado en barras longitudinales de gran magnitud (barras Paola y Norte), que han cambiado el cauce navegable del río Guayas.

Porque el dragado permitirá al Río Guayas ser la ruta alternativa de navegación del Canal de Acceso por el Estero Salado al Puerto Marítimo, el mismo que fuera dragado a una profundidad de 9.50 de metros con un sobre dragado de 0.61 metros entre 1961-1963, desde la boya 33 a la 62 y que para mantener operativo el canal de acceso

requiere un dragado permanente con volúmenes superiores al millón quinientos mil metros cúbicos anuales, que al momento, este canal tiene grandes restricciones para su ingreso a Puerto Marítimo de Guayaquil. (Estudio de Impacto Ambiental para los trabajos permanentes del Canal de Acceso al Puerto Marítimo de la ciudad de Guayaquil, Cap.III. pág 3)(2)

Lo razones expuestas justifican con creces el dragado que permitirá rehabilitar el canal navegable del Río Guayas que tendrá doble efecto: aumento significativo del tráfico fluvial de embarcaciones con calados de hasta 8.0 metros en marea baja (bajamar) con la consecuente generación del turismo nacional e internacional en el estuario del Río Guayas y como una ruta alterna del Canal de Acceso a Puerto Marítimo de Guayaquil.

### **1.5 Marco de referencia de la investigación**

El estudio de investigación de la tesis se enmarcará **específicamente en la profundidad y la sedimentación** en el sector del Río Guayas ubicado frente a la ciudad de Guayaquil, mismo, que se halla dentro de la Cuenca Hidrográfica del Guayas.

Referirse a la profundidad, es hablar del elemento básico de la infraestructura portuaria; cuando ésta se pierde, dicha infraestructura no sirve para la navegación de los barcos.

La profundidad exige un mantenimiento cuidadoso de todos los materiales que se depositan en el fondo; estos deben ser retirados para disponer de las profundidades de proyecto en forma continua. Para algunos puertos estos trabajos resultan inversiones sumamente cuantiosas, es por ello que la Ingeniería Portuaria da mucha atención al estudio de los fenómenos como la sedimentación que producen los azolves y a las soluciones para evitarlos o reducirlos; utilizando las técnicas adecuadas de dragado de acuerdo a los tipos de suelo, mediante las dragas

### **1.5.1 Marco teórico**

El marco teórico se basará en los estudios multitemporales existentes que tratan sobre la sedimentación del Río Guayas; vía de acceso a Guayaquil que se encuentra limitado al transporte de carga y turismo desde hace muchos años, cuya solución está supeditado al dragado del canal navegable del río, desde el canal de Jambelí hasta la ciudad de Guayaquil.

Debe entenderse que la sedimentación está supeditada a los problemas erosivos que se producen en la cuenca alta y media del sistema hidrográfico de la Cuenca del Río Guayas, por lo que, los estudios se regirán a la génesis del problema sedimentario y la solución al mismo.

#### **1.5.1.1 Definición de Cuenca Hidrográfica**

El Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española: “Cuenca.- Territorio rodeado de alturas.- Territorio cuyas aguas afluyen todas a un mismo río, lago o mar”.

Wikipedia. “Cuenca Hidrográfica es un terreno drenado por un único sistema de drenaje natural, es decir, que drena sus aguas al mar a través de un único río, o que vierte sus aguas a un único lago endorreico.

Una cuenca hidrográfica es delimitada por la línea de las cumbres, también llamada divisoria de aguas. También la cuenca hidrográfica recibe el nombre de hoya hidrográfica, cuenca de drenaje y cuenca embrífera (Territorio cuyas aguas afluyen al mismo lago o mar. Territorio situado en una depresión y rodeado de montañas).

La cuenca hidrográfica está conformada por siguientes características como: la curva de la cota superior, coeficiente de forma y de ramificación, división de aguas o divortium acuarum, río principal, cursos: superior, medio e inferior, cauce, el thalweg, márgenes derecho e izquierdo, aguas arriba y abajo, afluentes, el relieve y las obras realizadas por el hombre”.

Definición ABC: “Se entiende por una cuenca hidrográfica la depresión o forma geográfica que hace que el territorio vaya perdiendo altura a medida que se acerca al nivel del mar. Las cuencas hidrográficas son aquellas que hacen que el agua que proviene de las montañas o deshielo, desciendan por la depresión hasta llegar al mar. En algunos casos, la cuenca puede no alcanzar el nivel del mar si se trata de un valle encerrado por montañas, en cuyo caso la formación acuífera será una laguna o lago”.(<http://www.definición>).

De los conceptos expresados deducimos que: **Cuenca Hidrográfica** es un sistema hídrico que conduce sus aguas a un río principal, a un río muy grande, a un lago o a un mar que se desarrolla en un espacio de territorio delimitado por la línea divisoria de las aguas que integran las interacciones entre la cobertura sobre el terreno, las profundidades del suelo y su entorno. Tienen un origen geomorfológico que da lugar a la formación de drenajes en las estribaciones de los accidentes geográficos.

La cuenca se compone de tres secciones bien definidas por las divisorias de aguas donde el nivel de actividad hidrológica es diferente, estas son:

**Zona alta o cabecera**, se produce la mayor cantidad de precipitación, siendo su temperatura más baja que el resto de la cuenca; y, que la sedimentación de líquidos y sólidos es muy alta.

**Zona media**; es una zona en donde los efectos de la cuenca alta son amortizados en la cuenca baja. En esta zona se produce la más mayor cantidad de sedimentos líquidos y sólidos, y es también en donde se realizan la mayor cantidad de actividades productivas.

**Zona baja o desembocadura**, ubicada en tierras bajas, generalmente cerca de la costa, se caracteriza por presentar fenómenos de estiaje o inundación. Sus relieves son más susceptibles de inundaciones, pues la pendiente es menor al 12 %, su topografía es entre plana a ondulada. En esta zona se refleja los impactos de las acciones que se

realizan en la cuenca alta. (Gaspari *et al.*, 2009) (XI Congreso Ecuatoriano de Ciencias del Suelo, “Evaluación de las inundaciones de la cuenca baja del Guayas, Datos y Manejo”, CLIRSEN, 2008).(3)

En la cuenca hidrográfica se encuentran los recursos naturales y la infraestructura creada por las personas, en las cuales desarrollan sus actividades económicas y sociales generando diferentes efectos favorables y no favorables para el bienestar humano. No existe ningún punto de la tierra que no pertenezca a una cuenca hidrográfica, por precaria que sea su hidrología.

### **1.5.1.2 La Cuenca del Río Guayas**

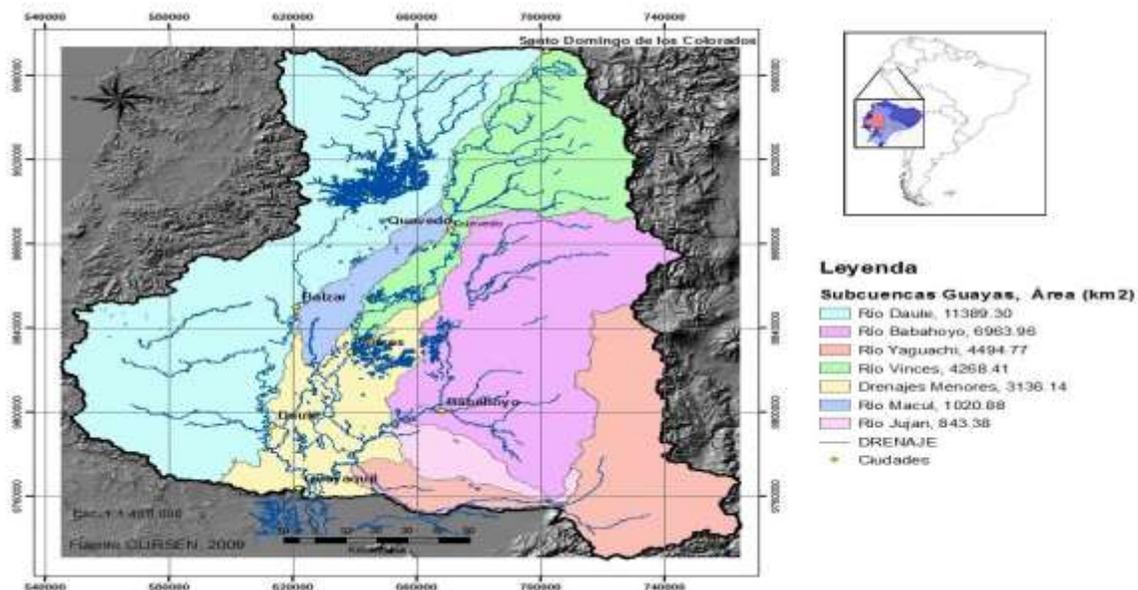
#### **1.5.1.2.1 Ubicación Geográfica**

La Cuenca del Río Guayas se halla en el centro occidente del Ecuador y en la Cuenca del Pacífico suroriental de América del sur; misma, ubicada entre las provincias de Los Ríos, Guayas, Cotopaxi, Bolívar, Manabí, Cañar, Chimborazo y Santo Domingo de los Tsáchilas. Sus límites son: al norte con la cuenca del Río Esmeraldas; al sur con las cuencas de los Ríos Zapotal, Taura, Cañar y Santiago; al este con las cuencas de los Ríos Esmeraldas y Pastaza; y al oeste con las cuencas de Jama, Chone, Portoviejo y Jipijapa. Geográficamente está situada entre las latitudes 00° 14' S a 02° 27' S y longitud 78° 36' W a 80° 36' W.



Entre la demarcación realizada por CEDEGE y SENAGUA existe diferencia de área; SENAGUA aumenta una sub cuenca, denominada Drenajes Menores; siendo 7 las sub cuencas que integran la cuenca del Guayas con un área de 34.500 km<sup>2</sup>. (Revista Tecnológica ESPOLOL, Vol. 21, No. 1, págs. 1- 6, 2008)(5), a diferencia de CEDEGE que establece 6 sub cuencas (Fondo de Agua, pág. 28).

**Figura No.3: Áreas de las Sub cuencas de la Cuenca del Guayas.**



Fuente: CLIRSEN, 2009

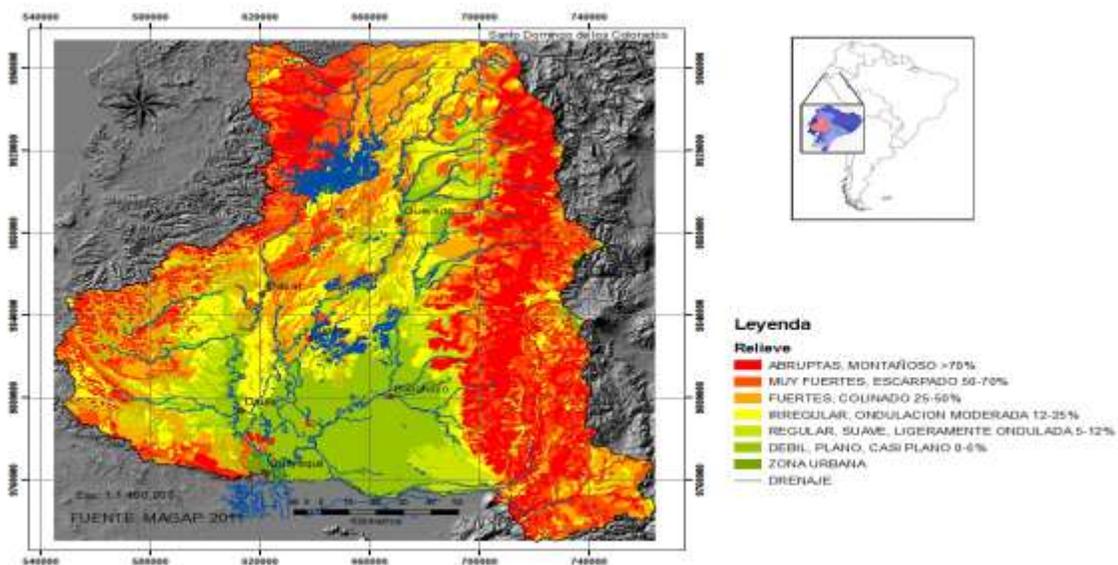
### 1.5.1.2.3 Relieve de la Cuenca del Río Guayas

La cuenca del Guayas desde el punto de vista geomorfológico, es una fosa de hundimiento con relleno fluvio marino; se extiende de norte a sur, rodeada de conos de deyección( conjunto de lavas de un volcán; material pétreo acumulado por las acciones de la geodinámica externa); al este se consolidan con la cordillera de los Andes; al oeste con la cordillera de Chongón-Colonche y los cerros de Balzar y Puca; al norte por los relieves sedimentarios levantados, atravesados por la garganta antecedente del Río Esmeraldas; al sur por la llanura aluvial y el delta del Río Guayas (Estuario). (Gonzáles, et al, 2008) (Gonzales, A., Acosta, J. y S. Andrade. 2008. Evaluación de las Inundaciones de la Cuenca baja del Guayas, Datos y Manejo. CLIRSEN, Quito.

La cuenca del Guayas, es una llanura costera ubicada al pie de los Andes con un ancho de 80 km más o menos. En Santo Domingo de los Tsáchilas alcanza una altura de 600 metros, descendiendo levemente hacia el norte hasta 200 metros en Quinindé y al sur hasta 20 metros en Babahoyo, llegando a una llanura con pendiente de 0 a 5 metros, drenada por ríos sinuosos o meándricos que forman la red hidrográfica que baña la cuenca baja del Guayas; la misma que, no es estática, siempre está evolucionando por la constante actividad antrópica que desarrollan en su interior.

Los tipos de relieve de la cuenca se determina según la pendiente: de 0 a 40 m.s.n.m. 28%, plano; de 20 a 200 m.s.n.m. 41.2%, ondulado; entre 200 y 800 m.s.n.m. 13.3%, montañoso; y, sobre los 800 m.s.n.m. 16.7 %, andino. (ESPOL. 2000. Estudio Económico-Ambiental del Sistema de Cultivo del Mango en la Región de la Sub-Cuenca del Río Daule. Tesis de Grado. Escuela Superior Politécnica de Litoral Guayaquil..

**Figura No.4: Mapa de relieves de la Cuenca del Guayas**



**Fuente: MAGAP, 2011**

La llanura de la cuenca baja es la receptora de los sedimentos como: arenas finas, limos y arcillas, producto de las inundaciones como consecuencia de la sobre sedimentación de los ríos Daule, Babahoyo y Vinces; además, por la incidencia que

tiene la Presa Daule-Peripa que al captar el agua de estos ríos merman los volúmenes de agua, produciendo la sedimentación en sus cauces, esto hace que en cada invierno se inunden las partes bajas de la llanura aluvial; su pendiente es menor al 12 %. (XI Congreso Ecuatoriano de Ciencias del Suelo, “Evaluación de las inundaciones de la cuenca baja del Guayas, Datos y Manejo”, CLRISEN, 2008).

Gracias a la excelente calidad de los suelos de la cuenca baja del Guayas, se ha desarrollado gran variedad de actividades: agrícola, ganadera, forestal, acuicultura, pesca; ubicándose como la zona de mayor producción de bienes agropecuarios a nivel nacional, tanto para el mercado interno como para el externo, lo que le ha convertido en una zona de gran desarrollo agro industrial en la que se ha desarrollado una red de piladoras de arroz, plantas procesadoras de frutas como: banano, mango, piña, limón, café y cacao; empacadoras de camarón y fábricas de abonos químicos y orgánicos. Tiene una infraestructura vial que le ha permitido desarrollar una gran actividad comercial que ha servido para que fluya el comercio entre todas las regiones del país.

#### **1.5.1.2.4 La Cuenca Hidrográfica del Río Guayas**

Es el sistema fluvial más importante de la Cuenca del Pacífico Suroriental. Este sistema de drenaje natural nace de las estribaciones occidentales de la cordillera de los Andes y la vertiente oriental de la cordillera costera Chongón-Colonche, mismo que continúa formando muchos esteros; éstos, se ramifican entre sí y descargan sus aguas en los ríos Daule y Babahoyo, los mismos que confluyen en el sector de la Puntilla de Samborondón a 5 km del malecón 2000 de la ciudad de Guayaquil dando lugar al nacimiento del Río Guayas.

Existen dos estudios sobre la Cuenca del Guayas realizados por CEDEGE y SENAGUA.

Para CEDEGE, la cuenca del Guayas está integrada por las 6 sub cuencas de los ríos Daule, Babahoyo, Vinces, Chimbo (Yahuachi), Taura (Bulubulu), Churute que abarca una superficie de 32.600 km.

Las cuenca del Guayas según SENAGUA-DED 2009-12, comprenden las 6 sub cuencas de los ríos: Daule, Babahoyo, Vinces, Yaguachi, Jujan y Macul y una sub cuenca formada por Drenajes Menores con una superficie total de 34.500 km<sup>2</sup> (Fondo de Agua, Págs. 28-33).

Figura No. 5: Distribución de las Sub cuencas de la Cuenca del Río Guayas



Fuente: <http://www.hidronación.org./imágenes//stories/noticias/cuenca.jpg>

#### 1.5.1.2.5 Hidrología de la Cuenca del Río Guayas

Se define como **“el agua procedente de la precipitación que circula sobre o bajo la superficie terrestre y que llega a una corriente para finalmente ser drenada hasta la salida de la cuenca”** (Aparicio, 1992). El caudal líquido de la cuenca hidrográfica lo constituye el escurrimiento.

Las precipitaciones promedio de lluvias que caen anualmente en la región van desde el extremo de 3000 mm. en el límite noreste (Santo Domingo de los Colorados), disminuyendo a; 2.200 mm. en Quevedo; 1.800 mm. en Daule-Peripa y 1.200 mm. en

Guayaquil, 750 mm. en Chongón, hasta llegar a los 50 mm. en el extremo occidental de la Península de Santa Elena, en Salinas.

El temporal lluvioso en la región corresponde a los cuatro primeros meses del año; esto representa el 85 por ciento de las precipitaciones del invierno ecuatorial, y el 15 por ciento, a los 8 meses de verano con garúas entre los meses de septiembre y octubre.

Este desequilibrio dio lugar a que en invierno, la parte alta de la cuenca se convirtiera en una zona netamente productora de agua, y que la parte baja, se transforme en una zona demandante de agua en el verano.

La desequilibrante y hasta cierto punto desproporcionada distribución de las lluvias, provocó por muchos años el desborde de los ríos durante la corta estación invernal, y los bajos caudales en el largo periodo del verano ecuatorial.

El agua en la Cuenca del Guayas es un recurso abundante en la época invernal; sin embargo, por su mala distribución en el espacio y en el tiempo: invierno-verano, ha causado grandes inundaciones y a la vez sequía. Esto motivó que se planifiquen obras hidráulicas con el fin de equilibrar la potencialidad de las zonas productoras de agua para satisfacer los requerimientos de las regiones deficitarias de este recurso en la cuenca baja. Con este objeto se empieza a construir la Represa Daule-Peripa en 1982 y entra en funcionamiento en 1988, captando y almacenando las aguas de los ríos Daule y Peripa y los excedentes del invierno.

El Embalse Daule-Peripa se alimenta en gran parte del 50 por ciento de agua que produce la sub cuenca del Rio Daule. Su capacidad de almacenamiento es 60 veces superior al embalse de Pozo Honda, en Manabí; 15 veces mayor al de la presa La Esperanza en la misma provincia; y 60 veces superior al de Amaluza, del Proyecto Hidroeléctrico Paute, en la provincia del Azuay.

Lamentablemente, la represa no ha cumplido a cabalidad con el objetivo de regular el uso del agua y entregarlos en el verano en la zona de la Cuenca baja del Río Daule; las demandas de agua en la estación seca de verano, es mayor a la oferta que la represa ofrece; han transcurrido muchos años desde su construcción y puesta en marcha que hasta la presente fecha no se ha cubierto la demanda de este líquido vital para el desarrollo agropecuario de la zona de incidencia de la cuenca baja del Río Daule.

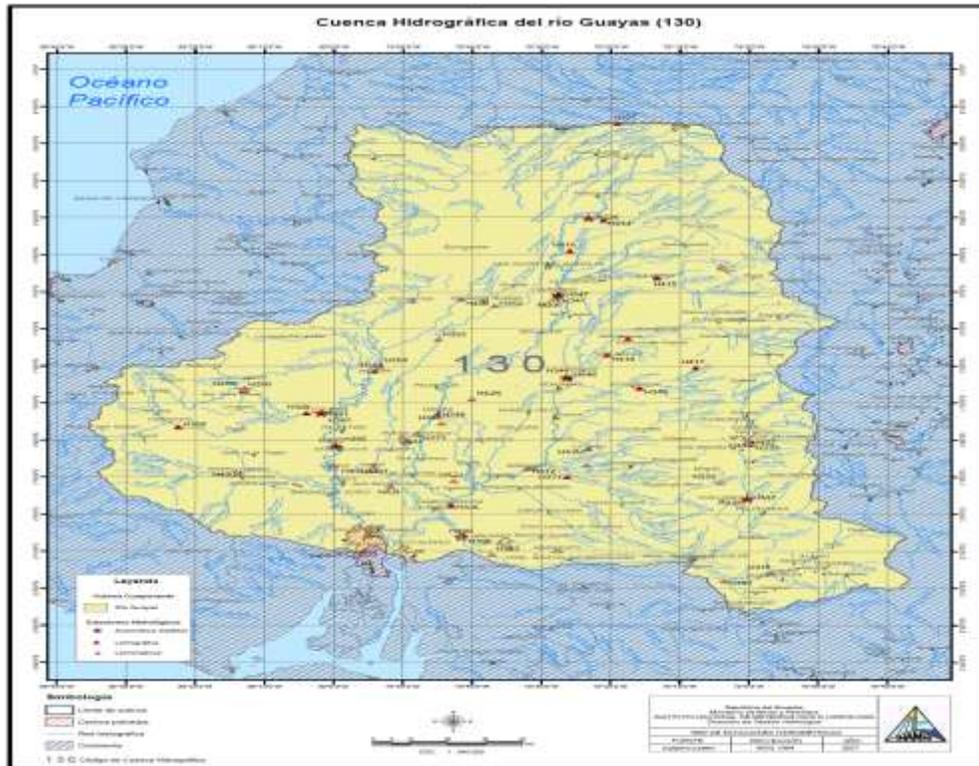
Los volúmenes de agua máximos y mínimos que captan los caudales de los Ríos Daule y Babahoyo son: Río Daule en época de invierno 950 m<sup>3</sup>/seg. y en verano de 25 m<sup>3</sup>/seg mínimo; el Río Babahoyo en invierno 1000 m<sup>3</sup>/seg máximo y 50 m<sup>3</sup> /seg mínimo en verano. En los eventos del fenómeno del Niño de 1982-1983; 1996-1997, el caudal de estos ríos han sobrepasado los 3600 m<sup>3</sup>/seg.

El Río Guayas al estar formado por la confluencia de los ríos Daule y Babahoyo, es depositario de sus caudales que en promedio es de 230 m<sup>3</sup>/seg en la época seca y de 1300 m<sup>3</sup>/seg en la época lluviosa.

La sección del Río Guayas fluctúa entre 1.5 km y 3 km de ancho; excepto frente a la ciudad de Guayaquil en donde el río se divide en dos ramales que bordean la Isla Santay con 5 km de ancho en esta parte. La profundidad del río varía entre 5, 12, 14 y 16 m frente a la ciudad de Guayaquil (Carta Hidrográfica IOA 1072, INOCAR). El caudal del Río Guayas varía de acuerdo a la estación, siendo su promedio anual en la estación seca de 230 m<sup>3</sup>/seg y en la época lluviosa de 1500 m<sup>3</sup>/seg. ( ESPOL, 2000)

El Río Guayas desde la confluencia del Daule y el Babahoyo hasta la desembocadura en el Canal de Jambelí- Punta Arenas-Isla Puná, tiene una longitud de 93 km (Cartas hidrográficas IOA 1072,1073, 1074, INOCAR) y descarga anualmente en el mar 30 mil millones de metros cúbicos de agua. Esta cantidad de agua corresponde a cada habitante 8.847 m<sup>3</sup>/año, superior a la media mundial que es de 6.783 m<sup>3</sup>/hab/año. (INOCAR, 2010).

**Figura No.6: Sistema Hidrológico de la Cuenca del Guayas**



**Fuente: Anuario Hidrológico INAMHI, 2006**

#### **1.5.1.2.6 El clima en la Cuenca del Río Guayas**

El clima es el conjunto de elementos como: temperatura, humedad, presión, vientos y las precipitaciones. Los factores naturales que modifican al clima son: la latitud, el relieve (incluyendo la altitud y la orientación del mismo), la continentalidad (o distancia al mar) y las corrientes marinas. Según se refiera al mundo, a una zona o región, o a una localidad concreta se habla de clima global, zonal, regional o local (microclima), respectivamente. (es.wikipedia.org/wiki/clima)

El clima en la región de la cuenca se da por tres factores que son los que modifican de manera estacional durante el año; estos son:

- 1.- Los vientos alisios que circulan del sur al este (SE);

2.- La masas de aire húmedo generado por el Océano, además de los efectos de las corrientes marinas: fría de Humboldt y cálida del niño; y.

3.- Las características propias de las estribaciones de las cordilleras que por su altura direccionan las masas de humedad. (CLIRSEN, 2009).

El clima en la Cuenca del Guayas está supeditado a los factores de altura y de las precipitaciones; por lo que, se establecen tres zonas claramente diferenciadas:

1.- **Zona occidental:** se extiende desde Vinces al sur, hacia el oeste Babahoyo y por el occidente la cordillera Chongón-Colonche; se caracteriza por precipitación del orden de los 1000 mm anuales o menos, principalmente, en el período de enero a mayo y casi ausente durante el resto del año.

2.- **Zona septentrional:** se extiende hacia el norte y oriente de la zona occidental, siendo sus límites: norte, oeste y sur la divisoria de la cuenca, y por el este, una línea divisoria imaginaria trazada aproximadamente por la cota 1500 a 2000 m.s.n.m. alcanza una precipitación de 2000 mm anuales a los 1200 m.s.n.m.

Las precipitaciones aumentan hasta el noreste de la cuenca, alcanzando valores máximos de 2.840 mm al año en San Eduardo en Guayaquil y 3.300 año en Santo Domingo de los Colorados. La humedad es muy alta en esta zona y la temperatura varía entre 21.0° y 24°C en Santo Domingo de los Colorados; 24° y 27°C en Babahoyo; 23.0° y 25.0°C en Pichilingue y en Guayaquil de 21.3°C y 25.5°C (INOCAR, 2011)

3.- **Zona Oriental:** se extiende arriba de la cota de 1.500 a 2.000 m sobre el nivel del mar, hasta los picos del ramal occidental de la cordillera de los Andes. En esta zona las precipitaciones son menores a 1.500 mm por año y a medida que aumenta la altura disminuyen hasta llegar a valores de 465 mm en Altamira a 3.240 m sobre el nivel del mar. Las temperaturas son bajas con el aumento de la altura entre 13.0 y 14.0°C en Alausí y 7.5°C en Tixán. (*Algunas características Geográficas y Oceanográficas del*

*Estuario interior del Golfo de Guayaquil y sus afluentes Daule y Babahoyo 1994-1996, Instituto Nacional de Pesca-INP; Pesantes Vigano, F., 1998, págs. 7-8).*

Los factores descritos hacen que la estación lluviosa o invierno en la costa sean bien marcadas de enero a mayo, época en que se producen las inundaciones; en cambio, de junio a diciembre se produce la estación seca o verano, caracterizada por la escasez de lluvias.

En la Cuenca del Guayas encontramos 16 zonas climáticas, identificadas según las precipitaciones, mismas que van desde menos de 500 mm (estación seca) hasta más de 3000 mm (estación lluviosa), y las temperaturas medias mensuales desde los 4°C en alta montaña a más de 22°C en la parte litoral o costa denominado también mega térmico. (CLIRSEN, 2009).

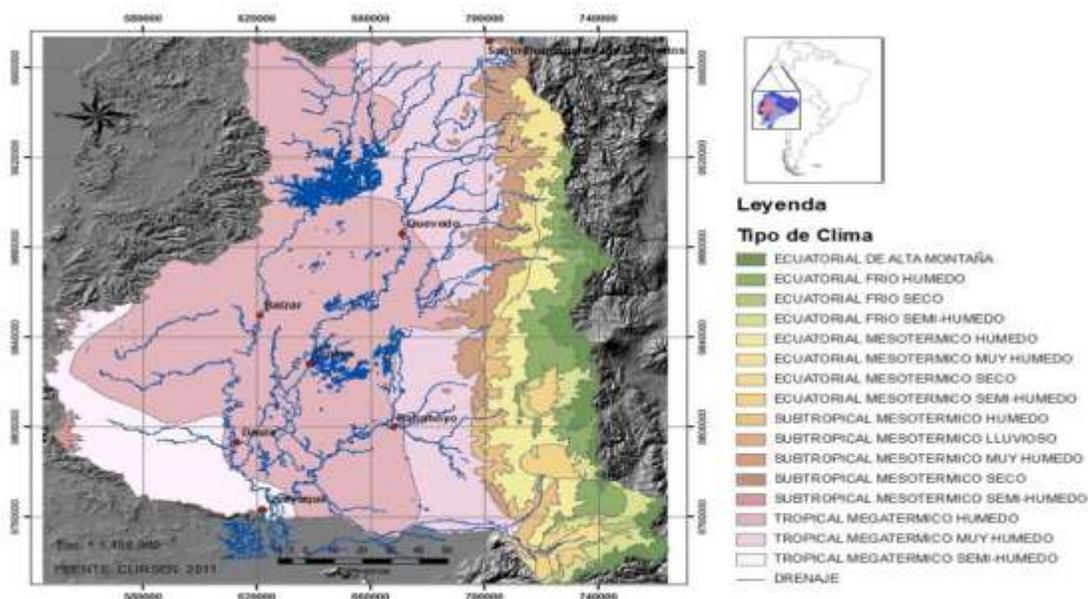
**Cuadro No. 1: Tipos de clima en la Cuenca del Guayas**

<b>Tipo de Clima</b>	<b>Símbolo</b>	<b>Rango Temp</b>	<b>Rango Precip</b>
ECUATORIAL DE ALTA MONTAÑA	Pf	04-08	>500
ECUATORIAL FRÍO HUMEDO	Ew	08-12	>1000
ECUATORIAL FRÍO SECO	Eb	08-12	<500
ECUATORIAL FRÍO SEMI-HUMEDO	Eh	08-12	500-1000
ECUATORIAL MESOTERMICO HUMEDO	Cw	12-18	1000-2000
ECUATORIAL MESOTERMICO MUY HUMEDO	Cm	12-18	>2000
ECUATORIAL MESOTERMICO SECO	Cb	12-18	<500
ECUATORIAL MESOTERMICO SEMI-HUMEDO	Ch	12-18	500-1000
SUBTROPICAL MESOTERMICO HUMEDO	Sw	18-22	1000-2000
SUBTROPICAL MESOTERMICO LLUVIOSO	Sf	18-22	>3000
SUBTROPICAL MESOTERMICO MUY HUMEDO	Sm	18-22	2000-3000
SUBTROPICAL MESOTERMICO SECO	Sb	18-22	<500
SUBTROPICAL MESOTERMICO SEMI-HUMEDO	Sh	18-22	500-1000
TROPICAL MEGATERMICO SEMI-HUMEDO	Ah	>22	500-1000
TROPICAL MEGATERMICO MUY HUMEDO	Am	>22	2000-3000
TROPICAL MEGATERMICO HUMEDO	Aw	>22	1000-2000

**Fuente: (CLIRSEN, 2009)**

En la figura se observa la ubicación de las zonas climáticas detalladas mediante colores que identifican los diferentes climas de la cuenca del Guayas.

**Figura No.7: Mapa de Zonas climáticas en la cuenca del Guayas**



. Fuente: CLIRSEN, 2011

### 1.5.1.2.7 Geología de la Cuenca del Río Guayas

La morfología de la región costera del Ecuador, está estrechamente relacionada con la estructura de un margen activo, en la cual, la posición de la Cuenca del Guayas ocupa una posición ante-arco.

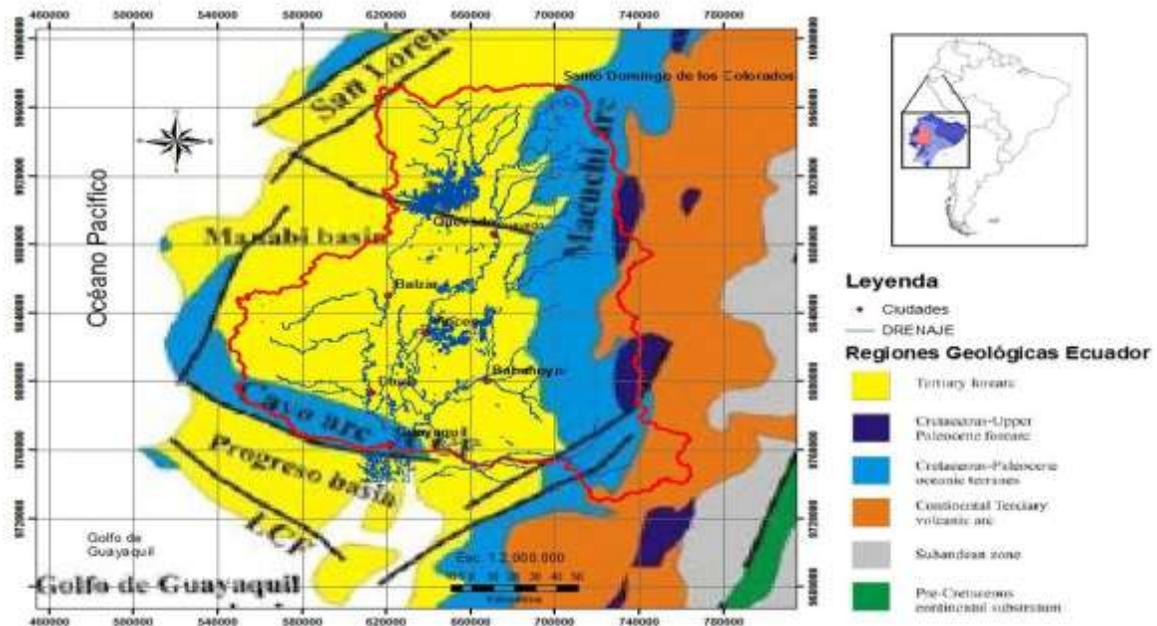
La convergencia de las placas de Nazca y América del Sur empezó hace 70 millones de años (Benítez, 1995; Benítez et al, 1993; Jaillard et al, 1990) contemporáneamente con la abertura del Océano Atlántico. El levantamiento de las cordilleras andinas comenzó hace 9-10 millones de años (Steinmann et al, 1999) conjuntamente con la abertura del Golfo de Guayaquil (Dumont et al, 2005b).

Geológicamente, la Cuenca del Guayas se originó durante la época del Plioceno junto a la aparición de la cordillera de la costa (Chongón-Colonche) al final de la misma época. Esta nueva formación provocó que se concentrara el drenaje al pie de la cordillera de los Andes, induciendo a que los flujos sean evacuados al sur en el Golfo de Guayaquil y

al norte por los corredores de las fallas de Esmeraldas y Ancón de Sardinas.(Baldock,1982; Dumont et al, 2003)(Hall and Wood, 1985).

Esta formación originó que se forme un basamento de rocas basálticas correspondientes a la formación Piñón (antiguo piso oceánico), sobre cuyo material, desde la edad del cretáceo, se han venido acumulando diferentes tipos de sedimentos hasta formar lo que corresponde a la “formación Cayo”, encontrándose afloramientos típicos de ésta última unidad litológica en la cordillera de Chongón-Colonche y en el costado de la cordillera occidental. Sobre éstos materiales se acumulan grandes cantidades de sedimentos de material detrítico no consolidados que representan a los depósitos cuaternarios que son los actuales suelos. Los materiales sedimentarios del terciario y cuaternario constituyen los extensos depósitos no consolidados de la “Llanura Costera”, entre los que se encuentran gravas y arenas que se observan en los lechos de los valles fluviales, hasta la llanura aluvial al sur de la cuenca drenada por grandes ríos meandros y parcialmente inundables

**Figura No. 8: Mapa de ubicación de la Cuenca del Guayas en el Mapa geológico**



**Fuente: Mapa de las regiones Geológicas del Ecuador**

La red de drenaje de la parte sur de la Cuernca del Río Guayas, corresponde desde Quevedo al norte hasta la confluencia de los ríos Daule y Babahoyo al sur. La

**distribución de los drenajes se realizan en función de dos elementos: geológico e histórico.**

#### **1.5.1.2.7 1 Elemento geológico**

Corresponde a la continuación de la Cuenca del Guayas hasta el Golfo de Guayaquil , misma que fue una estructura tectónica activa durante el cuaternaria (Baldock, 1982; Deniaud, 2000; Deniaud et al, 1999; Dumont et al, 2005b). Esta actividad continuó en la época más reciente del Holoceno y se manifiesta durante la abertura del Canal del Morro desde del último interglaciar; éste canal está en la continuación del eje de la subsidencia Guayaquil-Babahoyo de la Cuenca del Guayas. (Subsidencia: hundimiento progresivo de una superficie; generalmente de la litosfera: movimiento de placas tectónicas; asentamiento del terreno de las cuencas)

Las cuencas tectónicas aluviales, presentan frecuentes cambios fluviales direccionales que reflejan deformaciones de la superficie y la variación de los ejes de la subsidencia. (Dumont, 1992; shumn, 2000); éstos cambios pueden hacer variar la posición de los interfluvios y la repartición de los caudales dentro de la cuenca.

#### **1.5.1.2.7 2 Elemento histórico**

Este elemento es reportado por Teodoro Wolf (1892), mismo que manifiesta que una zanja llevó a desviar al Río Vinces de su cauce original a lo largo de un tramo de 40 km dando el curso actual. (Acta Oceanográfica del Pacífico Vol. 14, No. 1, 2007, págs.170-171).(16)

#### **1.5.1.2.8 Red de drenaje de la Cuenca del Guayas**

La red de drenaje en la Cuenca del Guayas lo forman los ríos Daule y Babahoyo, mismos que se unen en el sur en direcciones del noreste y del nor-noroeste respectivamente, dando lugar a la formación del Río Guayas. A pesar de tener direcciones de procedencia diferente, no es posible definir una línea divisora de las

redes de drenaje respectivas de los dos ríos, en particular, de la parte baja donde la topografía es menos de 20 m.s.n.m (metros sobre el nivel del mar).

El Río Macul que localmente es llamado Río Bobo o Pula, drena la zona intermedia entre los ríos Daule y Vínces, con desagües también hacia el Río Daule, mediante el Río Pula; y hacia el Río Babahoyo mediante el Río Vínces. (IGM, 1990).

El Río Macul sigue un curso sub-paralelo al Río Daule, pero el interfluvio entre los dos es bajo, con cabeceras de tributario del Río Macul ubicadas muy cerca del Río Daule, lo que sugiere una situación potencial de captura del Río Daule hacia la parte central de la cuenca (Bishop, 1995).

La estructura fluvial y la formación geo-morfológica de los ríos Daule y Babahoyo son identificadas por sus extensiones desde los bordes de la cuenca como las fallas Cascol, Río Vínces y Ventanas, otras interpretadas a partir de las formas del drenaje en las cercanías del Vínces y entre Vínces y Quevedo más al norte.

Entre Guayaquil y Babahoyo, el Río Babahoyo sigue una depresión estructural marcada en el mapa geológico por una falla de desgarre que se extiende hacia Posorja al suroeste (CODIGEM, 1993; CODIGEM AND BGS, 199139 (Baldock, 1982).

La subsidencia marcada a lo largo de esta falla entre Guayaquil y Babahoyo determina la posición del Río Babahoyo y la convergencia de la red de drenaje hacia el Río Babahoyo (Winckell *et al*, 1997).

La parte central de la Cuenca del Guayas entre Palenque al norte y Guayaquil al sur, está caracterizada por una red de drenaje inestable, con cursos activos (Ríos Vínces, Macul) junto a formas de drenaje abandonados, lagos, pantanos (Wolf, 1892) (IGM, 1990).

Numerosos cursos abandonados dibujando meandros amplios, se observan al sur de Vínces en ambos lados del curso actual del Río Vínces. Esto significa claramente que esta parte central de la cuenca del Guayas ha sido lugar de varios cursos fluviales

sucesivos, de los cuales ahora es difícil describir la historia y las posiciones sucesivas con detalle.

Las cuencas de drenaje de los ríos Babahoyo y Daule son respectivamente de 22.442 y 12.058 Km<sup>2</sup>. (Acta Oceanográfica del Pacífico Vol. 14, No. 1, 2007; págs. 171-174).

**Una vez que se ha descrito las características geomorfológicas de la Cuenca del Río Guayas**, es de fundamental importancia abordar el problema de la **sedimentación y sus consecuencias** que ha afectado gravemente el sistema de navegable de los ríos Daule, Babahoyo y Guayas, que no ha sido resuelto por ninguna autoridad del Estado.

Esta situación ha hecho que la ciudadanía se manifieste a través de los más importantes medios de comunicación del país, denunciando dicho problema que ha restringido la navegación por el Río Guayas.

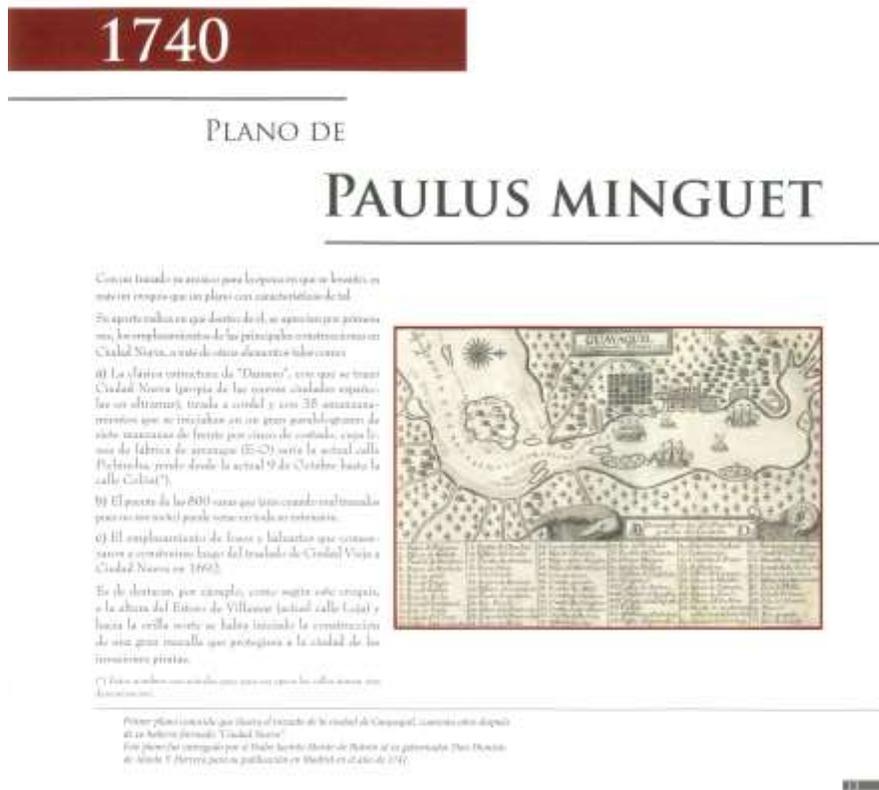
#### **1.5.1.3 Análisis Histórico del Problema de Navegabilidad del Río Guayas**

La Cuenca del Guayas con un área de 34.500 km<sup>2</sup>, abarca el sistema hidrográfico formado por las sub cuencas de los ríos Daule y Babahoyo, los mismos que dan lugar a la formación del Río Guayas en su confluencia en la Puntilla de Samborondón a una distancia de 5 km de la ciudad de Guayaquil. Estos dos afluentes son los aportantes de la sedimentación que ha afectado por años el cauce navegable del río, material sedimentario que ha dado lugar a la formación de azolves que se han transformado en grandes bajos, barras e islotes tanto en sus afluentes como en el Río Guayas; ejemplo: Islote Mocolí en el Babahoyo; Islote El Palmar e islote Cross; los bajos en la desembocaduras del Daule y Babahoyo entre Guayaquil y Durán; las grandes barras Norte y Paola han limitando la navegación por varios años.

**El problema de navegabilidad del Río Guayas data desde la colonia**; las embarcaciones españolas, inglesas y de otros reinos, tenían problemas para ingresar a Guayaquil, por el constante cambio del cauce navegable del Río Guayas debido a la sedimentación; por esta razón, los navegantes recurrían a sondalezas o escandallos y varas para ir guiando el ingreso de las embarcaciones. Por lo expuesto, en el año de

1740, se realiza por primera vez un plano mediante un trazado arcaico de los sondeos de las profundidades que va desde la Isla Puná hasta la ciudad de Guayaquil, mismo que fuera realizado por el cartógrafo PAULUS MINGUET.

Figura 9 : Plano del Río Guayas por PAULUS MINGUET en 1740



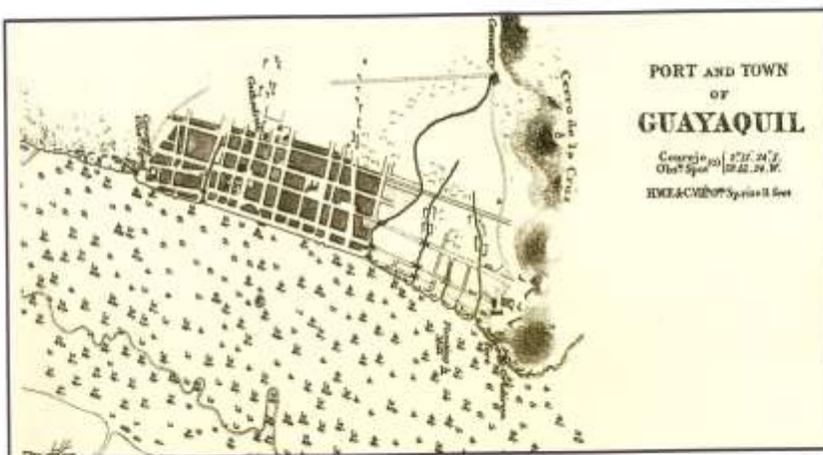
Fuente: Archivo Histórico de la Biblioteca Municipal de Guayaquil

En 1938, llega a guayaquil la expedición inglesa y realiza un levantamiento batimétricoa del Río Guayas frente a la ciudad de Guayaquil, expresado en un plano denominado Puerto de Guayaquil, en el mismo existe información bastante cercana a los futuros levantamiento en cuanto a las profundidades; ya se hace constar curvas de nivel o veriles que indican cómo se hallaba en ese entonces las profundidades del Río Guayas.

Figura No, 10: Plano del Río Guayas realizado por la expedición inglesa en 1838

1838

PLANO DE  
LA EXPEDICIÓN INGLESA



En 1837 llegó a Guayaquil una expedición enviada por el gobierno británico que tenía por misión el levantamiento de una carta de navegación en la que se anotarían los niveles de profundidad que posee el río Guayas, como fruto de un meticuloso sondeo que debía ser realizado desde la convergencia del Daule con el Roborayo hasta el sector en que desemboca el río en el Golfo.

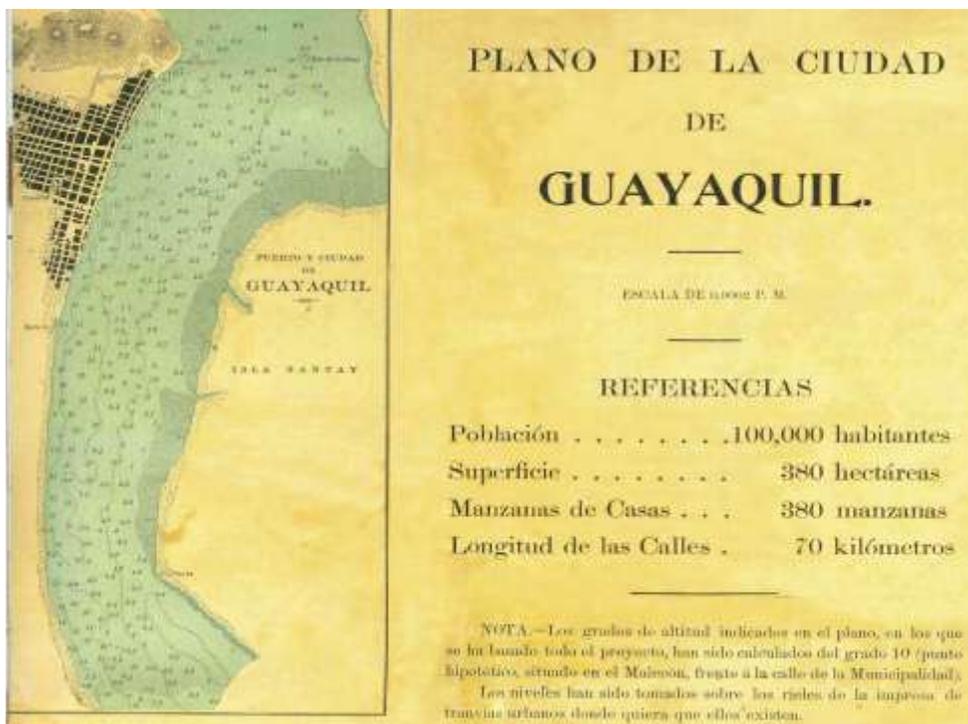
El plano en mención, cuyo mayor atributo es el de poseer el trazado más cercano a la época de la Independencia, nos permite observar no solo algunas novedades dentro de la estructura urbana de la ciudad, sino que a más de ello vemos en él la primera carta de sondeo con la que los marinos pudieron contar para ver la forma en la que podían ingresar al río sin entrellarse contra los bancos de arena.

*Carta de sondeo del río Guayas que incluye el plano de la ciudad de Guayaquil levantada en 1837 por la Armada Británica y publicado a través del almirante británico, en 1847.*

**Fuente: Archivo Histórico de la Biblioteca Municipal de Guayaquil**

En el año 1900, se realiza el Plano de Guayaquil por los cartógrafos HIGLE & SLATER, por orden del Municipio de Guayaquil; en el mismo, se observa profundidades mayores a 11.0 metros y las curvas de nivel de 5.0 y 10.0 metros; profundidades que permitían el ingreso de embarcaciones mayores a los 8.0 metros de calado. La luz o tirante de agua entre los veriles o curvas de nivel son muy amplias: No existían bajos con curvas o veriles de 2.0 metros de profundidades.

**Figura No. 11 Plano del Río Guayas realizado por los cartógrafos HIGLE & SLATER por orden del Municipio de Guayaquil en el año de 1900**

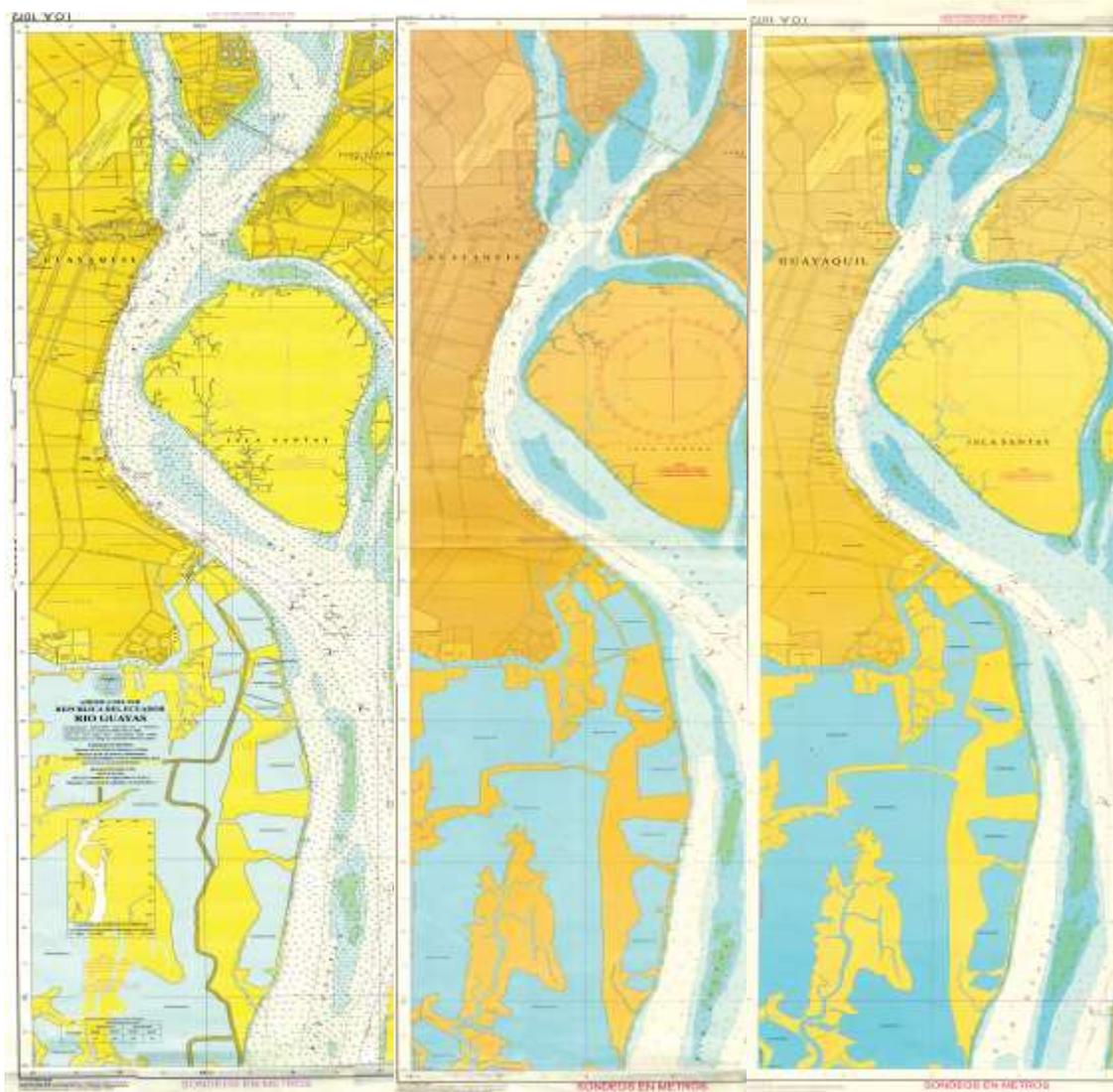


**Fuente: Archivo Histórico de la Biblioteca Municipal de Guayaquil**

**Posteriormente a estos levantamientos expresados en los planos precedentes,** INOCAR ha realizado varios levantamientos hidrográficos: 1982, 1985, 1997, 1999, 2000 y 2001(Acta Oceanográfica del Pacífico, 2007, pág. 175)(19), que lamentablemente no se encuentran disponibles como información pública.

El Municipio de Guayaquil, contrata trabajos de batimétrica y de sedimentación del Río Guayas con el INOCAR; justamente abarca el área de estudio de la tesis y que lamentablemente, las autoridades municipales se negaron a proporcionarme; por lo que, **la investigación se realizará en base a los datos obtenidos de las cartas hidrográficas IOA 1072, Ediciones 2005, 2009 y 2010 (vigente hasta la presente fecha)** y en las Actas Oceanográficas ediciones 2002 y 2007.

**Figura No. 12 Cartas Hidrográficas del Río Guayas IOA 1072, Ediciones 2005, 2009, 2010**



**Fuente: Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR)**

En las tres cartas aparejadas en el gráfico precedente, se distingue cómo se va produciendo el movimiento de los bajos del sector del Islote El Palmar y a lo largo de río Guayas. El Islote El Palmar, su área sufre una acreción (sedimentación) entre el año 2005 y 2009; mientras que, del 2009 al 2010, sufre una decreción (erosión). De la misma manera ocurre con los bajos en el Río Guayas.

#### **1.5.1.3.1 Características de los afluentes, periodos de ocurrencia crecientes y avenidas del Ríos Guayas**

Las **Características** de sus afluentes el Daule y Babahoyo, son producto de su geomorfología desde el nacimiento en las estribaciones de las cordilleras Occidental y costera de Chongón y Clonche; caracterizados por sus formas meándricas, que a través de los años han ido cambiando sus cursos por los problemas sedimentarios, como dice en sus memorias el científico Teodoro Wolf (1892), confirmado por las fotografías aéreas realizadas por el Instituto Geográfico Militar. (1990).

Según estudios modelos y las observaciones de campo realizados por INOCAR, indican que, **la morfología de la confluencia entre dos ríos, esta controlada por la relación de sus caudales respectivos**. Si se modifica la relación o aumenta el ángulo de convergencia, **se generará sedimentación en la salida del río menor o del río que marca un ángulo grande al encontrarse con el otro**.

Las aguas que proceden del río menor o del río de ángulo fuerte, dan vueltas en la zona de confluencia, en lugar de correr de manera continua, lo que **genera sedimentación y la formación de los azoves o bancos de arena** La distribución de los caudales de los ríos Daule y Babahoyo, dependen de las condiciones geomorfológicas, las mismas que **corresponden a la continuación de la Cuenca del Guayas hasta el Golfo de Guayaquil**. (Acta Oceanográfica del Pacífico, Vol. 14, No. 1, 2007, pág. 170)

Los **niveles de ocurrencia** que se producen en el Río Guayas, está dado por los **volúmenes máximos y mínimos de los aportes de sus afluentes el Daule y Babahoyo**.

Los volúmenes de los ríos Guayas. Daule y Babahoyo son:

- a) Río Guayas; su caudal cambia estacionalmente de acuerdo a los niveles pluviométricos. El caudal mínimo promedio es de 230 m<sup>3</sup>/seg. en verano y de 1300 m<sup>3</sup>/seg. en la estación húmeda o lluviosa.

- b) Río Daule tiene un caudal promedio máximo de 950 m<sup>3</sup>/seg. y mínima de 25 m<sup>3</sup>/seg.; más durante la presencia del Niño puede transportar hasta 3600 m<sup>3</sup>/seg.
- c) Río Babahoyo su caudal máximo es de 1000 m<sup>3</sup>/seg. y mínimo de 50 m<sup>3</sup>/seg

*(Fuente: Algunas Características Geográficas y Oceanográficas del Estuario Interior del Golfo de Guayaquil y sus afluentes Daule y Babahoyo, INP, pág. 8).*

Las **máximas avenidas** debieren de los aguajes, las mareas de sicigia y de los inviernos con influencia de la corriente del niño, alcanzando alturas máximas de marea de 4.63 metros sobre el nivel medio del mar (**máximo tirante de agua**), y mínimas de -0.17 metros bajo el nivel medio del mar (**mínomo tirante de agua**). Los tirantes de agua máximos y mínimos, ocurrieron en el período 2005-2010; así también, alturas de 2.63 metros sobre el nivel medio del mar y niveles mínimos de 1.05 metros, mismas que corresponden a mareas de cuadratura: **Los tirantes de agua representan los espejos de agua que corresponden a los máximos y mínimos de los caudales de agua del río.**( Tablas de mareas años 2005, 2009, 2010).

#### **1.5.1.4 La Sedimentación**

**La sedimentación.**- Es el proceso por el cual, el sedimento en movimiento se deposita. Un tipo común de sedimentación ocurre cuando el material transportado por la corriente de agua, se deposita en el fondo de un río, embalse, canal artificial o dispositivo construido especialmente para tal fin. Toda corriente de agua, caracterizada por su caudal, tirante de agua, velocidad y forma de la sección, tiene la capacidad de transportar sólido en suspensión y otras moléculas en disolución. El cambio de alguna de estas características de la corriente puede hacer que el material transportado se deposite o precipite; o el material existente en el fondo o márgenes del cauce sea erosionado..

La mayor parte de los procesos de sedimentación se produce debajo de la acción de la gravedad; las **áreas elevadas de la litósfera terrestre** tienden a ser sujetas

prevalentemente a **fenómenos erosivos**, mientras que las **zonas depresivas** están sujetas prevalentemente a la **sedimentación**.

Las depresiones de la litósfera en la que se acumulan sedimentos, son llamadas cuencas sedimentarias.

**Ciclo Sedimentario**:- Hace referencia a un ciclo que comprende la meteorización de una roca existente seguida de una erosión, transporte y sedimentación. Los sedimentos del primer ciclo se caracterizan por la presencia de minerales y fragmentos de roca menos resistentes. Si este material es retrabajado durante un segundo ciclo, los minerales o fragmentos de roca menos fragmentados serán eliminados. Cuantos más ciclos sedimentarios sufre un sedimento, éste se hace más maduro y estará dominado por minerales resistentes, bien redondeados. *Fuente; es.wikipedia.org.*

#### **1.5.1.4.1 La ciudadanía y los problemas de la sedimentación del Río Guayas**

La navegación por el Río Guayas durante cientos de años ha representado para los guayaquileños y ecuatorianos; la vía fluvial por donde se exportaban e importaban los productos; pero por los problemas de sedimentación se hizo necesario buscar una nueva ubicación para la construcción de un nuevo puerto, lo que se concretaría en el año de 1963 en que se inauguró el Puerto Marítimo de Guayaquil.

El problema de sedimentación del Canal de Acceso al Puerto Marítimo por el Estero Salado, desde que entrara en servicio, la sedimentación ha sido un problema permanente, que ha obligado a que Autoridad Portuaria de Guayaquil a realizar varios dragados

Esta situación hizo que la ciudadanía y expertos, clamaron por una solución al problema de sedimentación del Río Guayas mediante el dragado. Esto permitiría que la ciudad de Guayaquil, vuelva a ser **el más importante puerto fluvial del país**, reactivando la navegación de embarcaciones tanto de carga como de turismo con calados de 8.0 metros.

Lo expuesto; fue publicado en varios periódicos y otros medios del país, razón por la cual, realizaré una **reseña histórica-cronológica sobre el problema de sedimentación del Río Guayas visto desde la ciudadanía**; así tenemos:

#### **Diario Expreso: “Puente de la Unidad Nacional”**

En el río se observa un islote formado por la sedimentación acelerada que hay en sus aguas, lo que ha afectado al tránsito fluvial;

Recuerda que Miguel Donoso Pareja en su último libro “La tercera es la vencida”, el Río Guayas empezó a perder importancia a partir de la aparición del Puerto Marítimo de Guayaquil en 1963; el último dragado realizado fue hace 50 años el tramo que corresponde al Puente de la Unidad en la unión de los ríos Daule Babahoyo;

A medida que pasaba el tiempo el tránsito fluvial empezó a dificultarse; hace 20 años se suspendió el traslado de pasajeros de Guayaquil a Durán porque los barcos tenían quedarse varados en la densa arena que empezó a cubrir el cauce del río;

Las alarmas se encendieron cuando se divulgó el informe de la desaparecida CEDEGE (el único que existe) que determinó que un promedio de 3 milímetros de sedimentación interanual (alrededor de 102 millones de metros cúbicos) crecía en la cuenca del Río Guayas), afectaba la navegación; es más, **si no se toman medidas la sedimentación en 41 años los inviernos podrían provocar las inundaciones de Guayaquil, la Puntilla (Samborondón) y sus alrededores** (lo que actualmente ocurre con las grandes avenidas de los agujeros más la influencia de las mareas);

A partir de la construcción del Malecón 2000 (Conocido como Malecón del Río Guayas), el cabildo de Guayaquil anunció el proyecto de construir un muelle de 80 m de largo por 40 de ancho en el Mercado Sur, que tampoco se llevó a cabo por falta del dragado del Río Guayas”. [www.expreso.com.ec](http://www.expreso.com.ec).

## **El Telégrafo: “Crece la sedimentación en el Río Guayas por la erosión”**

El 3 de marzo de 2005, el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de Estados Unidos (Usace) reveló un estudio realizado a la sedimentación del río Guayas. Levantamientos hidrográficos del INOCAR revelan que desde 1977 los islotes y bancos de arena y lodo dentro del río Guayas son evidentes en las desembocaduras de los ríos Daule y Babahoyo.

Islotes y bancos de arena se observan dentro del río Guayas cuando se cruza el puente de la Unidad Nacional, que une Guayaquil con La Puntilla y Durán.

Están ubicados cerca de las riberas y son efecto de la acumulación de residuos (sedimentos) que traen las corrientes, desde la cuenca alta, al desembocar en el brazo de mar.

En la actualidad, los niveles de sedimentación son elevados e impiden la navegabilidad de embarcaciones que pasan los 4 metros de calado, que en antaño (años 1500) ingresaban libremente para desembarcar productos y pasajeros que venían de lugares lejanos; además, fue la cuna construcción de galeones, así lo destaca el historiador Julio Estrada en sus recopilaciones.

Rosa García, vicepresidente del Colegio de Biólogos del Guayas, asegura que no solo la navegabilidad está afectada, sino el flujo del agua, que si hay un fuerte invierno (abundante lluvia) no soportaría toda la corriente por la falta de espacio, causará inundaciones en los sectores más bajos, donde se ubican las zonas agrícolas.

20'000.000 es el monto de la inversión. Cedegé busca reducirlo considerablemente manteniendo la complejidad de los estudios

“La solución es un dragado, pero previamente deben hacerse estudios que permitan verificar dónde se hará, para no afectar el medio ambiente”.

Pese a ello, Santiago Coral, jefe del Departamento de Hidrografía del Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR), asegura que el dragado no sería una solución a esta problemática que se repetirá debido a la constante afluencia de las vertientes que traen consigo residuos (tierra, arena, piedras, ramas, basura, etc.).

“El dragado no garantiza el tiempo de duración del trabajo, que en un plazo mínimo de 5 a 10 años volvería a dar el mismo resultado”, afirma, tras manifestar que la sedimentación es un proceso natural que se agrava por las bases de los puentes que están dentro del río.

El criterio de Coral fue calificado como una imprecisión de carácter técnico por Carlos Villón, subsecretario de calidad ambiental del Ministerio de Medio Ambiente, quien asevera que la construcción u operación de los puentes no son el problema, sino los procesos erosivos en la cuenca alta del río.

Solo el dragado del islote El Palmar (entre La Puntilla y Guayaquil) ascendería a US\$ 10'400.000, en el que se extraerían 3'200.000 metros cúbicos de sedimentos; mientras que los estudios, compactación, relleno, entre otros, alcanzarían los US\$ 76'000.000.

Para Israel Bastidas, director de estudios técnicos y supervisión de la Comisión de Estudios para el Desarrollo de la Cuenca del Río Guayas y la Península de Santa Elena (Cedegé), los bancos de arena y lodo no son una novedad, pues siempre existieron en el Guayas, y existen en cualquier afluente que reciba corrientes que arrastran residuos submarinos y deslizamientos de terrenos erosionados por la carencia de forestación.  
Guayaquil-Quito redacciongye@telegrafo.com.ec

## **El Universo: “Sedimentación en ríos Daule, Babahoyo y Guayas”.**

Cada año en la estación invernal veo con preocupación y pena, los cuantiosos daños que las lluvias causan a la propiedad, cultivos, e infraestructura en la cuenca del río Guayas. Por una mezcla perversa de desconocimiento, errores de gestión y falta de acierto en aplicar soluciones válidas al problema, la sedimentación en los ríos ha reducido sus cauces y alterado la velocidad de sus cursos; lo que hace que la sedimentación sea cada vez más severa.

Es visible el embancamiento de los cauces de los ríos Daule, Babahoyo y Guayas, y de forma correspondiente los cauces de esos ríos y de otros afluentes aguas arriba.

Es común oír que deben dragarse los cursos de esos ríos, eso no soluciona el problema, lo remedia de modo temporal pero, simultáneamente, genera otro; en nuestro caso facilita la penetración de la lengua salina, por la fuerza de la marea que es mayor que la de descarga del río Guayas. Por esta razón la toma de agua para Guayaquil que en los años 60 estaba en el kilómetro 8, ha debido ser movida por el aumento de la salinidad, y hoy está en el kilómetro 40, si no estoy equivocado.

El Universo. 26 de abril del 2012, publica José Lenin Tamariz Crespo, ingeniero, Guayaquil.

## **El Universo: “El Río Guayas, un recurso amenazado”**

Hace dos años, más de 60 hectáreas de esta superficie, que se ha formado por el proceso de sedimentación del río Guayas, fue noticia a nivel nacional. La ambientalista Nancy Hilgert ha visitado el islote formado de la sedimentación en el río Daule, y ha observado que este desarrollo trajo todo un proceso de vegetación que incluye pasto, gramíneas y totoras. El sedimento en El Palmar es tan grande y alto que han crecido arbustos y árboles, similares al manglar, que aguantan la fuerza del río.

¿Qué lo provocó?. De la misma forma que se formó la isla Santay así está surgiendo El Palmar y este es un proceso natural en los ríos, reconoce Hilgert. Lo preocupante es que ha sido acelerado por la intervención del hombre, al deforestar las zonas que están a lo largo de la cuenca hidrográfica del Guayas. Esa es una de las causas de mayor sedimentación en la zona baja, donde se encuentran el río Babahoyo y Daule, los dos afluentes del Guayas.

Jacinto Rivero, ex funcionario de la desaparecida Cedegé (Comisión de Estudios para el Desarrollo de la Cuenca del Río Guayas). “Si llega a crecer (El Palmar) y por un lado hay una ciudadela y por el otro lado hay otra; el río puede meterse, lo tapa y no va a salir”.

Rivero trabajó durante 35 años en Cedegé, conoce el proceso de sedimentación del río Guayas y explica que cuando esto ocurre la capacidad del río disminuye y ya no puede transportar tanta agua por su cauce, entonces el río se desborda y va hacia las ciudadelas.

Hay varias alternativas para evitarlo, pero debe estudiarse cuál de ellas es la mejor. No recomienda dragar porque nuevamente se volvería a llenar de sedimentos. Sugiere confinarla para que ya no siga creciendo.

En un estudio de factibilidad e impacto ambiental, contratado por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO) para determinar acciones sobre el islote El Palmar, recomienda que la solución es dragar únicamente el entorno, pues si se lo hiciera totalmente, este volvería a formarse en pocos años.

Al consultársele a Senagua si tiene estudios recientes sobre el proceso de sedimentación en el río Guayas, la entidad explica que desde abril del 2012 el Consejo Nacional de Competencias dispuso que el dragado de los ríos y esteros le corresponde a los gobiernos provinciales.

Rivero y Hilgert coinciden en que el islote El Palmar no es el único en el río Guayas, aunque es el que está más establecido. A lo largo del Babahoyo hay al menos otras ocho formaciones de sedimentos que están creciendo, indica Rivero. La más notoria es la que está al sur de Mocolí, allí incluso se pueden ver las plantas totoras. Hace dos años era solo un banco de arena que se tapaba con la marea, ahora ya tiene vegetación.

El ex funcionario de Cedegé cree que no se presta atención al proceso de sedimentación del río Guayas. Los sectores más vulnerables van desde el cerro Las Cabras, en Durán, hacia el cerro Santa Ana.

### **El Comercio: “Problemas que afectan a la navegabilidad en el Río Guayas”**

El Río Guayas que años atrás fuera la vía más importante del comercio exterior de Guayaquil y del país, en la actualidad se ve afectada su navegabilidad por una serie de problemas que a lo largo de los años lo han ido mermando y por proyectos existentes que agravan aún más la situación. Los principales problemas existentes son: La sedimentación que de acuerdo con estudios de CEDEGE la Cuenca del Guayas registra una tasa promedio de erosión anual de 0.5 mm que equivalen a 15 millones de toneladas métricas de sedimentos.

Guayaquil ha sido testigo durante muchos años del continuo crecimiento del Islote “EL Palmar” sin que nadie haga nada para tratar de evitar el descenso de la profundidad del Río Guayas provocada por las sedimentaciones. El islote se ha ido modelando de forma ovalada y tiene una superficie de más de 16 hectáreas. Su ubicación es la zona de confluencia de los ríos Daule y Babahoyo, que forman el Río Guayas. Como efecto en el entorno del islote ha aumentado el riesgo de inundaciones en sectores de la puntilla de Samborondón y otras localidades asentadas en las riberas del Río Daule.  
[www.elcomercio.com.ec](http://www.elcomercio.com.ec).

## **El Telégrafo: Sin solución sedimentación del río Guayas**

Este problema afecta la capacidad de navegación en el río. Pescadores se mostraron sorprendidos por los bancos de arena que sobresalen del agua, aún en niveles altos. Según cálculos de Cedegé en la cuenca del río Guayas se produce un promedio de 3 milímetros de sedimentación interanual, alrededor de 102 millones de metros cúbicos, que se distribuyen en toda esta área hidrográfica. Ingenieros de Cedegé recalcaron que si no se toman medidas, en 41 años los inviernos podrían provocar inundaciones en la ciudad, La Puntilla (Samborondón) y sus alrededores. [www.eltelegrafo.com.ec](http://www.eltelegrafo.com.ec)

### **1.5.1.4.2 Estudios Multitemporales de Sedimentación del Río Guayas**

Los estudios multitemporales de la sedimentación del área de estudio de la tesis, se basarán en publicaciones científicas (INOCAR, Actas Oceanográficas del Pacífico); Cartas Hidrográficas del Río Guayas (IOA 1072, ediciones: 2005, 2009, 2010); Instituto Nacional de Pesca (INP) y publicaciones varias.

Sobre la sedimentación en los ríos de la Cuenca del Guayas; Teodoro Wolf en los estudios realizados sobre la Cuenca del Guayas en el siglo 19, determina claramente en su hipótesis que: **“los cambios ocurridos en los cursos de los ríos de esta cuenca se debe a la sedimentación. Esto ha hecho que los cursos de los ríos se cambien, ejemplo: el Río Vincés”**. Esta hipótesis fue comprobado mediante fotografías aéreas y satelitales, y cartas topográficas levantadas por el Instituto Geográfico Militar (IGM, 1990). (Acta Oceanográfica No. 14, Vol. 1,2007, págs. 170-173).

La sedimentación en la cuenca, se debe a los problemas geo-morfológicos e hidrometeorológicos; la deforestación en las cabeceras de los ríos; las construcciones antrópicas, contribuyen a acelerar los procesos erosivos, los que son arrastrados por las corrientes fluviales hasta la cuenca baja; la poca pendiente a nivel (2 al 5%) de la llanura y la influencia de las mareas que avanza 100 kilómetros aguas arriba desde el

Golfo, éstos se embancan y pierden las profundidades mermando su capacidad de carga de agua en sus cauces, trayendo como consecuencia el desbordamiento de los ríos por la colmatación de sus lechos, formando azolves a lo largo y ancho de los ríos de la cuenca. causado grandes impactos en las poblaciones, inundando los campos y ciudades que se hallan en sus riberas; pues, las lluvias superan la capacidad de absorción de los suelos.

El **Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR)** en el año **2002**, a través de la División de Sedimentología planifica y realiza el proyecto **“Estudio de las características sedimentológicas del sector donde convergen los ríos Daule y Babahoyo y forman el Guayas, y las posibles causas que están formando un nuevo islote en esa área”**. (Acta Oceanográfica del Pacífico Vol. 1, No. 1, 2002).

El objetivo de los estudios realizados por INOCAR es la de **caracterizar o particularizar los tipos de sedimentos que predominan en el sector**; su distribución aproximada, así como su posible proveniencia; determinar la carga de sedimentos que transportan los ríos; determinar las posibles causas que están originando la formación de una nueva isla en la desembocadura del Río Daule. Para el efecto, selecciona el área de estudio, misma que comprende el sector de convergencia de los ríos Daule y Babahoyo que forman el Río Guayas hasta la altura del Cerro Santa Ana de la ciudad de Guayaquil, mismo que recibe los aportes de sus caudales. (INOCAR, 1997).

**Fotografía.3: Confluencia de los ríos Daule y Babahoyo – Islote El Palmar**



Fuente: <http://www.google.ec/fotografia>

Para determinar su granulometría del material encontrado en el área de estudio, se toman varias muestras de sedimentos superficiales de fondo, distribuidos en 5 perfiles perpendiculares al eje de los canales, colectando de 3 a 4 muestras por perfil con una draga muestreadora (manual) que penetra entre 30 a 40 centímetros en el fondo; además, realiza los estudios bajo el puente, determinando que las pilastras ejercen gran influencia en la retención del agua y la posible deposición de sedimentos.

Los estudios realizados por INOCAR y del análisis de las cartas hidrográficas del Río Guayas IOA 1072, ediciones 2005, 2009 y 2010, se comprueba que efectivamente en la carta IOA 1072, 2da. edición, 2009, bajo las pilastras del puente que une Guayaquil con la Puntilla de Samborondón, **se ha formado una barra a lo largo del puente** con una extensión de 500 metros longitud por 80 metros promedio de ancho, cota de 2.0 metros s.n.m.m.

La sedimentación en ésta área es muy dinámica; la barra que está indicada en los estudios de INOCAR en el año 2002; en la carta hidrográfica IOA 1072, 1era. Edición 2005, no aparece la misma.

**Fotografía No. 4: Puente de la Unidad Nacional sobre el Río Daule: Guayaquil-la Puntilla**



**Fuente:**<http://www.google.ec/fotografias>

En el año 2002, INOCAR realiza el análisis granulométrico en laboratorio de las muestras recogidas en el área de estudio en que confluyen el Daule y Babahoyo hasta el Cerro Santa Ana, encontrando cuatro tipos de material sedimentario: **Limo, arena, arena-limosa y limo-arenoso.**

El **material limoso** representa del 64.89 al 87.10 %, localizado principalmente en la desembocadura del Río Babahoyo, es mal clasificado con asimetría positiva que va desde el puente de la Unidad Nacional hasta el Cerro de Durán.

La **arena de grano fino**, es el segundo material predominante del área con un 79.36 al 99.70 %, es mal clasificada, asimétricamente positiva y está localizado frente al puente de la Unidad Nacional, desembocadura del Río Daule hasta el Cerro Santa Ana; apreciando también pequeños parches de arena en la desembocadura del Río Babahoyo, principalmente en el playón que se extiende paralelo a la ribera de la Ciudadela La Puntilla.

**Fotografía No.5: Islote “El Palmar” visto en la noche**



**Fuente: <http://www.google.ec./fotografías>**

Los estudios realizados, determinan que la mayoría de las muestras arenosas son mal clasificadas, existiendo también muestras con una buena clasificación, lo cual se debe a que en ésta área la corriente del agua es bien dinámica.

La **arena limosa**, está conformada por fango; es decir, mezcla de arena con limo en la que prevalece la arena con el 52.80 al 59.52 %, teniendo arcilla pero en menor proporción, son mal clasificados y se presenta en pequeños parches.

El material **limoso-arcilloso**, es el sedimento fangoso compuesto por el 51.97 de limo, es mal clasificado y asimétricamente positivo; se halla ubicado en el margen derecho del Río Daule tomando como referencia la dirección de la corriente del río, donde la dinámica del agua es moderada, lo que favorece la deposición del material fino. Estos sedimentos provienen de sus afluentes Daule y Babahoyo.

Los principales componentes granulométricos del material sedimentario depositado en la desembocadura del Río Daule es del 79 al 99 % arena mal clasificada; mientras que en la desembocadura del Río Babahoyo, del 64 al 87 % es limo de grano medio, apreciando también material fangoso; es decir, mezcla de arena y limo, pero en pequeños parches.

Los sedimentos que conforman el islote (Palmar) en el área de la desembocadura del Río Daule; las dos terceras partes del lado norte del islote, están cubiertas por una capa de fango: **limo, arena y arcilla**; estas dos últimas en menor proporción. Esta capa hace que la parte norte sea más alta que el sur.

El INOCAR en año 2001 realiza el reconocimiento geológico del islote, encontrando que el espesor aproximado de la capa era de 1 a 2.50 metros, medido en la orilla izquierda del islote por el lado del Río Babahoyo, y que ésta yacía sobre una capa de grano fino de arena.

En el año 2002, efectúa nuevo reconocimiento al islote en los meses de febrero y mayo, en el mismo, determina que el espesor del fango era de un espesor aproximado de 2.5 a 3 metro; concluyendo que el agua de los dos ríos socavaba el islote, cambiando en

forma paulatina su morfología; y que, los canales en el lado norte habían aumentado, especialmente del lado del Río Babahoyo.

**Fotografía No. 6: Erosión del islote El Palmar**



**Fuente:** <http://www.google.ec/fotografías>

La dinámica de las corrientes del río Daule y las mareas han permitido la formación de canales, mismos que atraviesan el islote, influenciado para se laven los sedimentos fangosos; transportándolo río abajo, o río arriba o a sus alrededores por la acción de las corrientes de agua y de marea. En la parte sur del islote se observa también depósitos de arena

**Fotografía 7: Formación de canales interiores en el Islote “El Palmar”**



**Fuente:** <http://www.google.ec/fotografías>

Este proceso de deposición de sedimentos finos en el islote, alternada con procesos de socavación de éste mismo material, podría haber estado ocurriendo a través de los años. (INOCAR, Acta Oceanográfica del Pacífico Vol. 1, no. 1, 2007).

En lo que se refiere a los sedimentos del islote en formación, se determina que, desde el centro hacia el norte, existe una capa de fango de 1 a 2,50 metros que yace sobre arena. Que entre las posibles causas que están formando el islote en la desembocadura del Río Daule (Hoy llamado Islote El Palmar) están: la gran cantidad de sedimentos acarreados por las corrientes de agua de los ríos, las torrenciales lluvias durante los eventos del Niño; a la deforestación, principalmente en la parte alta y media de la cuenca del Daule; las construcciones edáficas como puentes, presas y las mareas, son elementos que contribuyen a la dinámica del proceso sedimentario, en esta zona y a lo largo del Río Guayas hasta su desembocadura en el Golfo de Guayaquil.

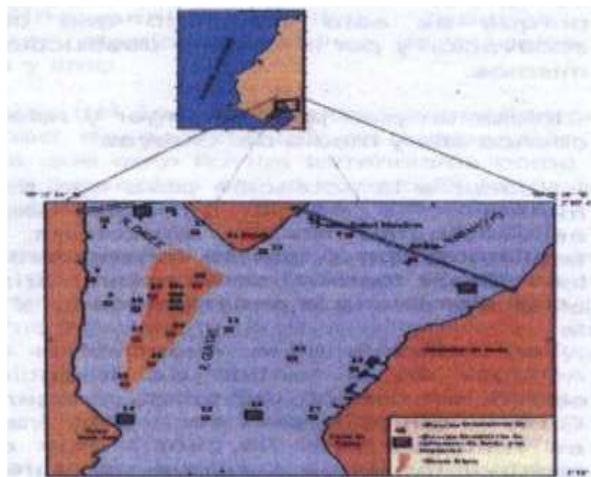
**De los estudios multitemporales realizados a las cartas hidrográficas IOA 1072, ediciones 2005, 2009 y 2010, se comprueba que los procesos son cíclicos entre la acreción (sedimentación) y la decreción (socavación o erosión) de sedimentos fangosos, de manera alternada.**

En la Acta Oceanográfica del Pacífico Vol. 14, No. 1, 2007, se encuentra un estudio exclusivamente dedicado al problema de la geo-génesis del Islote El Palmar y las áreas adyacentes correspondientes a la confluencia de los ríos Daule y Babahoyo, mismo que analiza su evolución morfológica y los núcleos de sedimentos del islote.

La morfología fluvial observada en la cuenca del Guayas, indica que la repartición del drenaje entre los ríos Daule y Babahoyo ha cambiado en el tiempo. Los cambios fluviales determinan el efecto de los movimientos tectónicos que dan lugar a la **formación de umbrales formados por fallas a nivel de la cuenca por la subsidencia a lo largo del eje Babahoyo Guayaquil.**

Durante los estudios que INOCAR realiza entre los años 2001-2002 sobre el islote El Palmar, encuentran que su configuración sub-triangular con el vértice en dirección suroeste, da la impresión de que el islote fuera parte o continuación de La Puntilla; se observa también que la ribera suroeste del islote corre paralelo a la ribera occidental del Río Babahoyo. La forma general del islote es una barra longitudinal a nivel de la desembocadura de los ríos Daule y Babahoyo.

**Figura No. 13: Plano de configuración del Islote “El Palmar” año 2001**



**Fuente: Acta Oceanográfica del Pacífico Vol. 1, No.1, 2002**

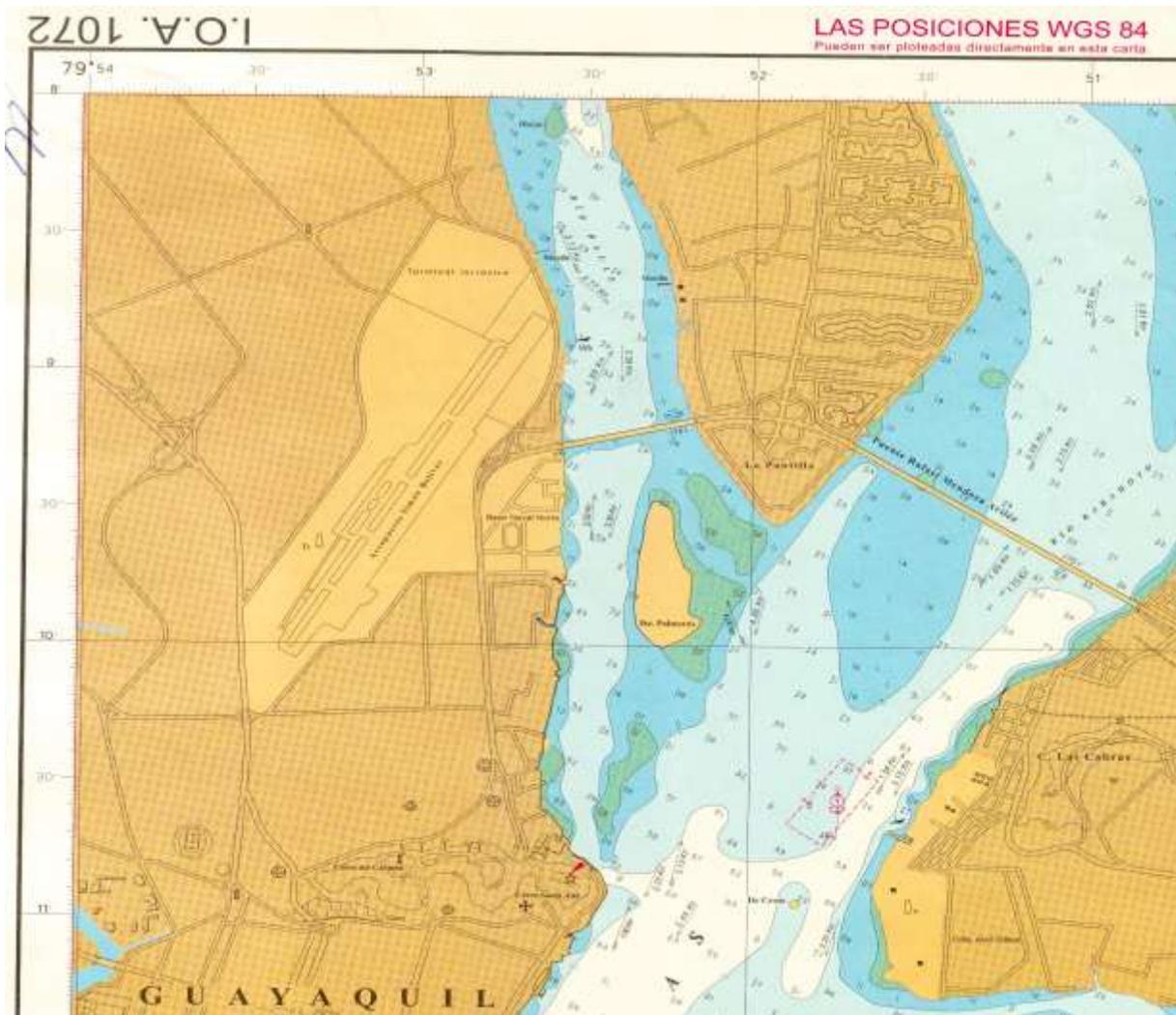
En una parte de los estudios de la evolución del islote dice que, según varios levantamientos hidrográficos realizados por INOCAR, el islote, muestra un cambio progresivo desde la barra de su formación hasta la forma actual, notándose que **desde 1985 su posición es definitiva**, observándose un crecimiento progresivo hacia el sur, al mismo tiempo la ampliación de su anchura de la parte norte del islote.

De los estudios comparativos realizados de la morfología del islote posterior a dichos estudios, se observa que su configuración varía entre los años 2001, 2005, 2009 y 2010, **no es estable** como se demuestra en la **carta náutica IOA 1072, en las diferentes ediciones**. Así tenemos que en el año 2005, el **islote El Palmar** su forma es **parecida a una pera**; a diferencia del levantamiento hidrográfico realizado en el año 2001 (Figura No. 9), en la que el islote mantiene la **forma triangular** muy alargada



En la carta expuesta del año 2005 se observa que, el islote El Palmar, sus dimensiones eran de 600 por 350 metros, con un área aproximada de 21 hectáreas y altura de 3 m s.n.m.m.; su forma de pera difiere del año 2001 que tiene la forma triangular hacia el sur y un área aproximada de 60 hectáreas.

**Figura No. 15: Configuración del Islote El Palmar, año 2009**

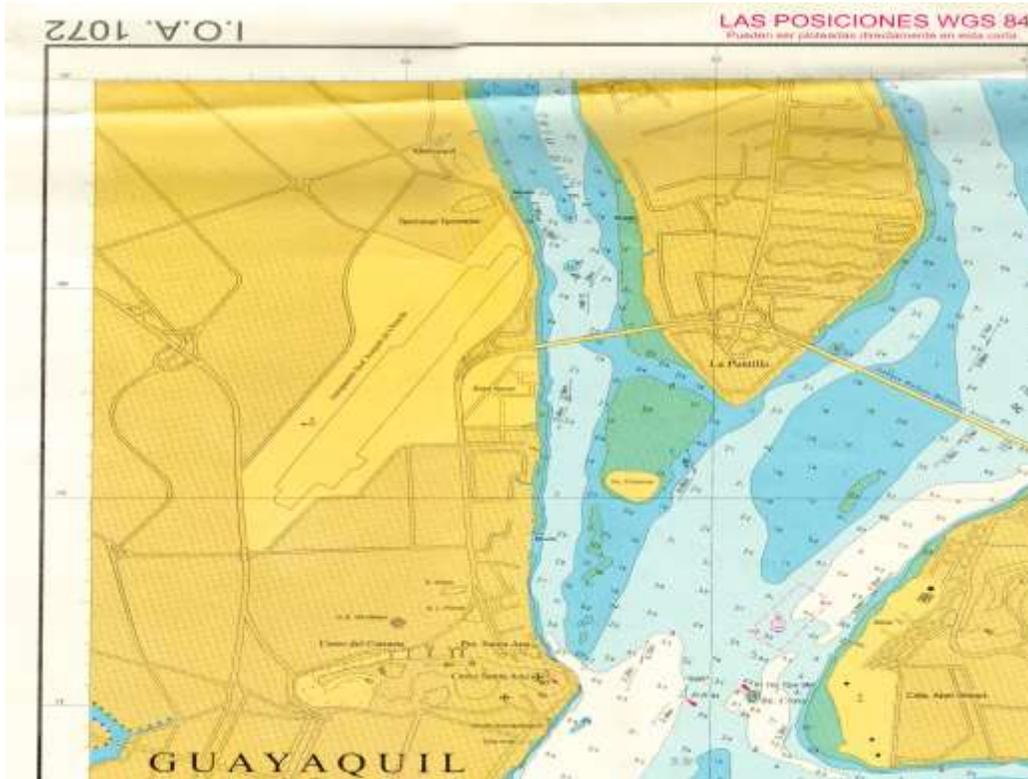


**Fuente: No. Carta Hidrográfica IOA 1072, 2da. Edición 2009**

En el año 2009, el islote recibe una gran cantidad de sedimentos; cambia su forma y área con respecto al año 2005; sus dimensiones son de 1000 metros de longitud por

300 metros de ancho; área aproximada de 30 hectáreas, con una altura de 0.90 metros s.n.m.m.

**Figura No. 16 Configuración del Islote El Palmar año 2010**



**Fuente: Carta Hidrográfica IOA 1072, 3era. Ed. 2010**

En el año 2010, se erosiona gran cantidad de sedimentos del islote, cambia sus dimensiones, reduciéndose de 1000 metros en el 2009 a 260 metros de longitud por 310 metros de ancho; que da una área aproximada, 8.01 hectáreas (Figura No. ).

En la parte circundante del islote, el canal entre la Puntilla y el islote en el año 2005, tenía un ancho de 130 metros, con profundidades de 2.6 a 3.9 metros; en el 2009 desaparece el canal y se forma una barra de 260 metros de ancho por 740 metros de longitud, con alturas de 0.5 a 0.8 metros sobre la cota 0; en el año 2010, desaparece la barra y aparece un canal entre las cotas 2.0 de 130 metros de ancho y profundidades de 0.60 a 1.4 metros.

Actualmente, como se observa en las fotografías, se han formado grandes bajos entre la puntilla y el islote, que impiden la navegación como se observan en las cartas y fotografías expuestas.

**Fotografía 8 Sedimentación del canal entre La puntilla y el islote El Palmar**



**Fuente:** <http://www.google.ec/fotografías>

Los bajos que abarcan al islote El palmar, en el año 2005 tenía una longitud de 1400 metros por 580 de ancho entre cotas 0; en el año 2009, el bajo se acorta a 1300 metros, solamente en el lado este del islote; se forma otro bajo de 800 por 110 metros a 300 metros al sur del Palmar frente al Puerto Santa Ana; además aparece una barra paralela al puente de la Unidad Nacional de 760 de longitud por 80 metros de ancho.

En el año 2010 el bajo de cota 0, se extiende 570 metros al norte del islote y el bajo de cota 2.0 que va desde la puntilla hasta Puerto Santana 2700 metros al sur, tiene forma cónica, cuyo vértice termina a 100 metros del cerro Santa Ana, el mismo que abarca el islote El Palmar y 3 nuevos bajos de cota 0 que se hallan al sur de dicho islote.

Paralelo a la línea de costa en el sector comprendido entre Puerto Santa Ana y el Puente de la Unidad Nacional, desembocadura del Río Daule; en la Carta Hidrográfica del Río Guayas IOA 1072, 1era. Edición 2005, tenemos que la sedimentación se acumula formando una barra entre la cota 0 y la cota 2.0 de 70 metros promedio de ancho por 2.580 metros de longitud, dándonos un área de 180.600 m<sup>2</sup>; en la Carta Hidrográfica del Río Guayas IOA 1072, 2da. Edición 2009, la longitud del bajo aumenta a 2.660 metros de longitud por 80 metros promedio de ancho que da un área de 212.800 m<sup>2</sup>, produciéndose un aumento de 32.200 m<sup>2</sup>; en la Carta Hidrográfica del Río Guayas IOA 1072, 3era. Edición, 2010, se consolida una línea de costa de oeste a este desde Puerto Santa Ana hacia la Base Naval Norte con una longitud de 1950 metros por un ancho promedio de 40 metros que nos da un área de 78.000 m<sup>2</sup>.

Así mismo, la longitud de la barra ha aumentado con respecto a los datos las cartas IOA 2005 y 2009; de 1950 a 2780 metros de longitud por 62 metros de ancho promedio, área de 172.360 m<sup>2</sup>; por lo que al año 2010 es de 250.360 m<sup>2</sup>. La diferencia del área del bajo entre el año 2005 y el 2010, es de 69.760 m<sup>2</sup> y entre el 2009 al 2010 de 37.560m<sup>2</sup>.

Los estudios desarrollados en la Acta Oceanográfica del Pacífico, Vol, 14, No. 1, sobre la evolución morfológica del Islote El Palmar, determina que el islote El Palmar, corresponde a una planicie de marea desarrollado sobre una barra transversal que **ha sido formado por la debilidad del caudal del Río Daule con respecto al Río Babahoyo**, a la misma que considera como temporal. La evolución a largo plazo de la red de drenaje de la cuenca del Guayas, advierte **una pérdida progresiva de caudal del Río Daule con respecto al Río Babahoyo**. Así mismo, dichos estudios indican que el Islote a largo plazo **permanecerá en acreción**. Los cambios morfológicos coinciden con el fenómeno global de subida del nivel del mar en la zona estuarina hacia el norte y la tendencia tectónica a la subsidencia.

Los efectos de la sedimentación del Río Guayas ha imposibilitado la navegación de embarcaciones de 6.5 metros de calado, desde hace muchos años atrás. Esta situación

ha hecho que la ciudadanía a través de los medios de comunicación denuncien permanentemente el problema de la sedimentación y la aparición de azolves, barras, bancos e islotes a lo largo de su cauce, tanto aguas arriba de sus afluentes como aguas abajo del Río Guayas hasta su desembocadura en el Canal Jambelí en el Golfo de Guayaquil.

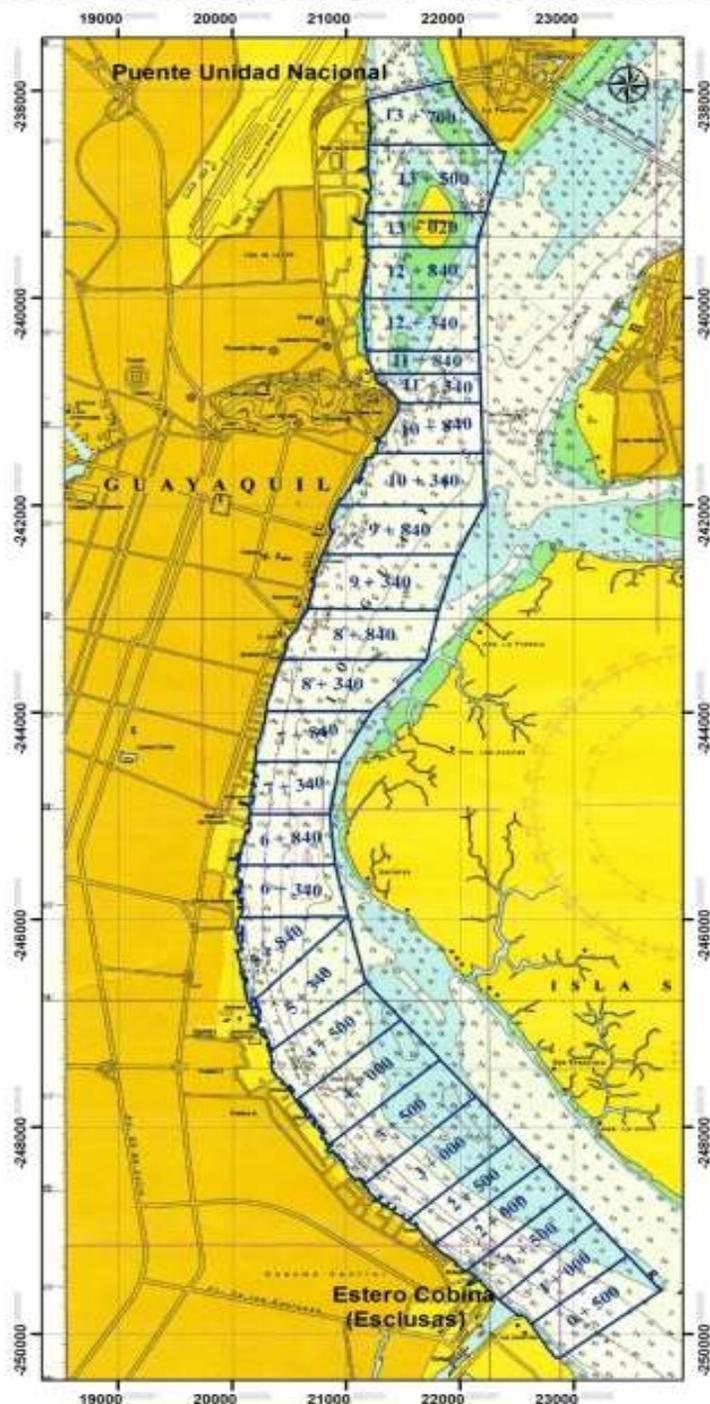
#### **1.5.1.4.3 Emplazamiento del area del Proyecto de Dragado, sector: Estero Cobina (esclusas)-Puente de la Unidad Nacional (desembocadura del Río Daule).**

Una vez conocido el sector del proyecto a ser dragado; se delimita el área y se georeferencia todos los puntos de las profundidades que constan en las cartas hidrográficas IOA 1072, ediciones 2005, 2009 y 2010; utilizando ArcGis (Sistema de Información Geográfica); a la vez que se procede a abscisar cortes de perfiles cada 500 metros, sentido sur-norte, desde la 0+000 a 15+000; y, mediante triangulación el programa calcula por defecto las profundidades, áreas y volúmenes de los sedimentos.

Para realizar los diferentes cálculos, se **estandarizó la longitud entre perfiles; así como también, las coordenadas correspondientes a cada vértice o esquina de cada corte**, con la finalidad de que se pueda **determinar con exactitud**, las profundidades correspondientes al corte de perfil realizado en cada una de las cartas; y de ésta manera, sobreponer en un solo plano mediante elevación digital 3D, las profundidades, esto nos permite observar gráficamente la diferencia de profundidades correspondientes a cada uno de los años en que se realizó los levantamientos hidrográficos por parte del Instituto Oceanográfico de la Armada INOCAR.

Figura No. 17 Mapa de abscisas 0+000 a 13+000. Año 2005

**Mapa de Implantación del Área de Investigación del Proyecto de Tesis - Río Guayas: Cálculo de Sedimentación Estero Cobina (Esclusas) - Puente de la Unidad Nacional**



**Leyenda**

Polígono Segmentado

Corte	Abscisa
A - A1	0+000
B - B1	0+500
C - C1	1+000
D - D1	1+500
E - E1	2+000
F - F1	2+500
G - G1	3+000
H - H1	3+500
I - I1	4+000
J - J1	4+500
K - K1	5+340
L - L1	5+840
M - M1	6+340
N - N1	6+840
O - O1	7+340
P - P1	7+840
Q - Q1	8+340
R - R1	8+840
S - S1	9+340
T - T1	9+840
U - U1	10+340
V - V1	10+840
W - W1	11+340
X - X1	11+840
Y - Y1	12+340
Z - Z1	12+840
a - a'	13+020
b - b'	13+500
c - c'	13+700

Coordenadas: UTM.  
 DATUM: WGS84 17S.  
 Fuente: Carta Hidrográfica  
 IOA 1072, 2005. 1era Edición.  
 Esc.: 1:50,000.  
 Autor: José Guillermo Tapia Hinojosa.

Figura No. 18 Mapa de abscisas 0+000 a 13+700. Año 2009

**Mapa de Implantación del Área de Investigación del Proyecto de Tesis - Río Guayas: Cálculo de Sedimentación Estero Cobina (Esclusas) - Puente de la Unidad Nacional**

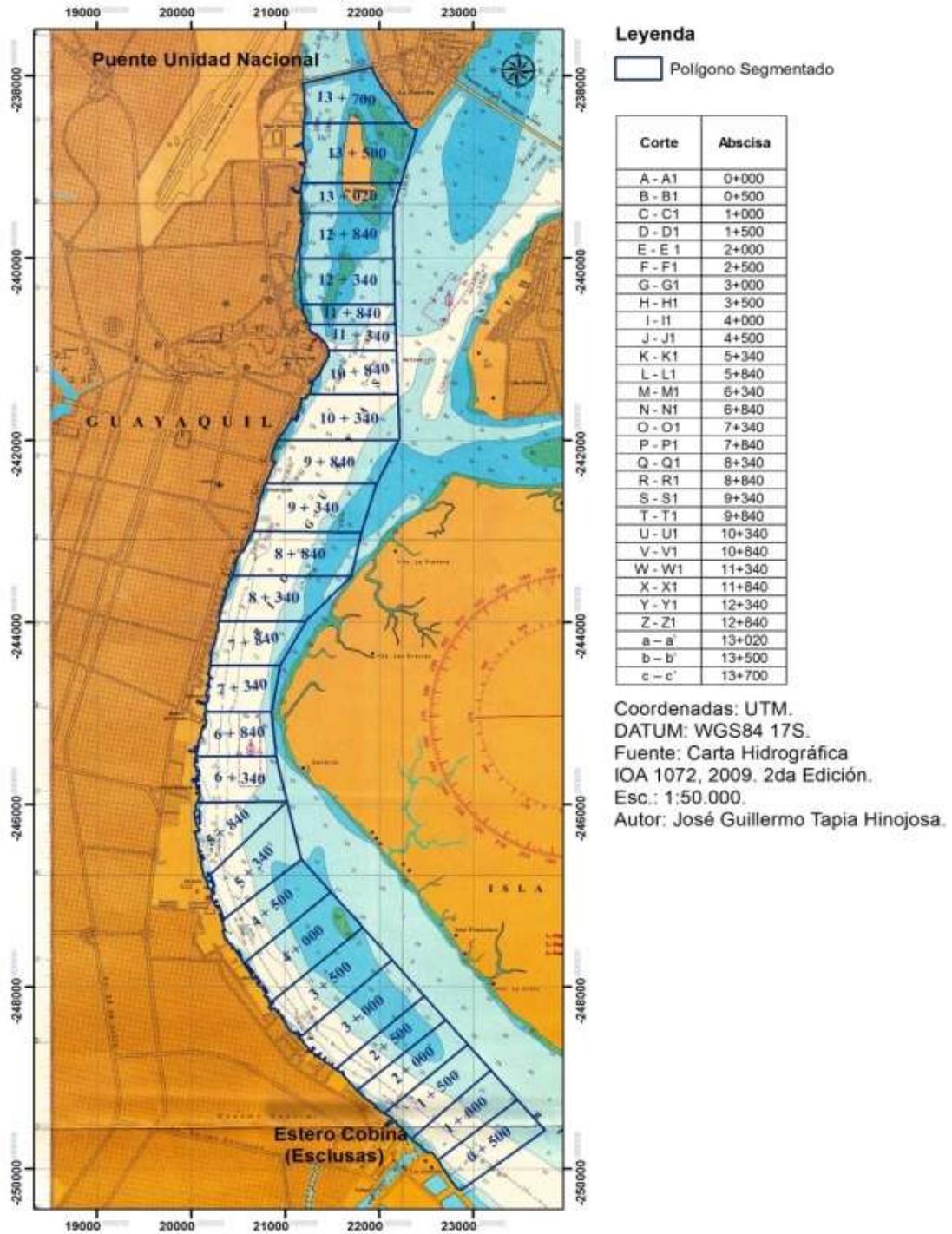
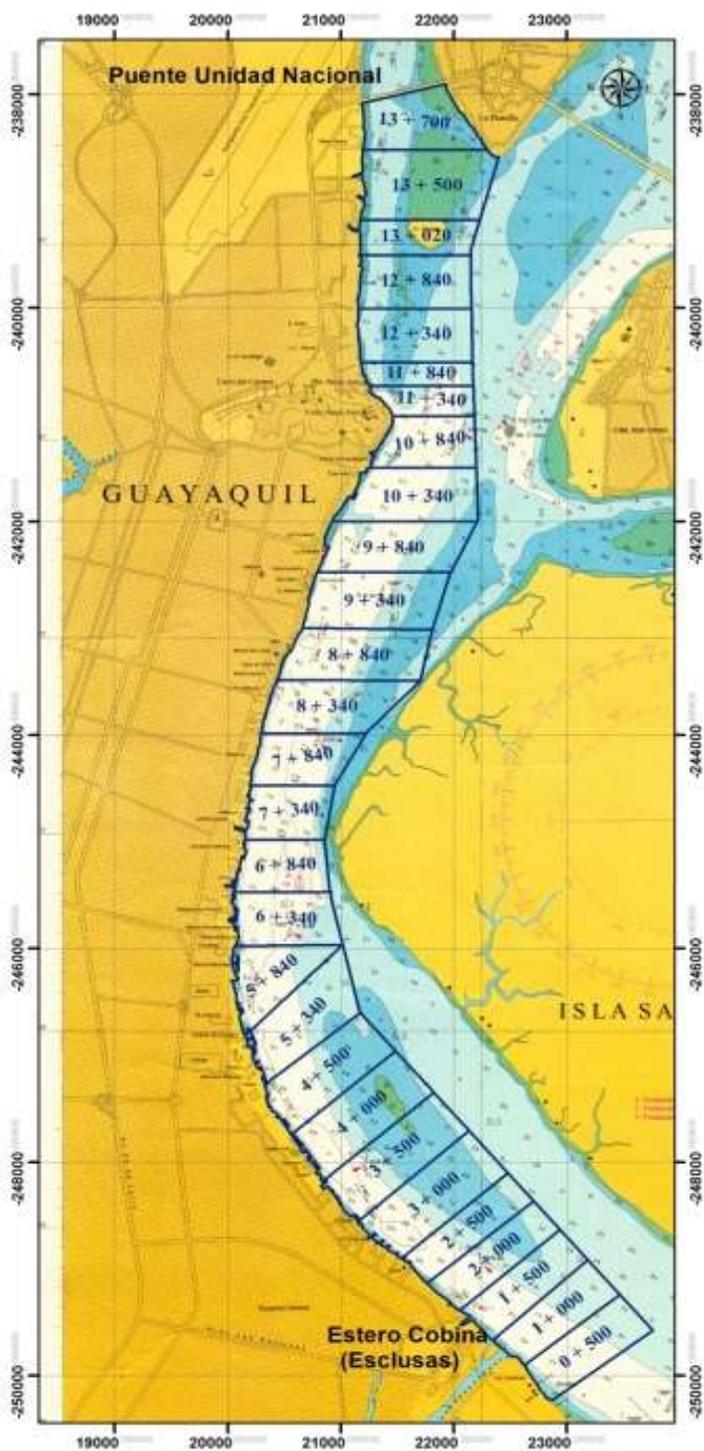


Figura No. 19 Mapa de abscisas de 0+000 a 13+700, año 2010

**Mapa de Implantación del Área de Investigación del Proyecto de Tesis - Río Guayas: Cálculo de Sedimentación Estero Cobina (Esclusas) - Puente de la Unidad Nacional**



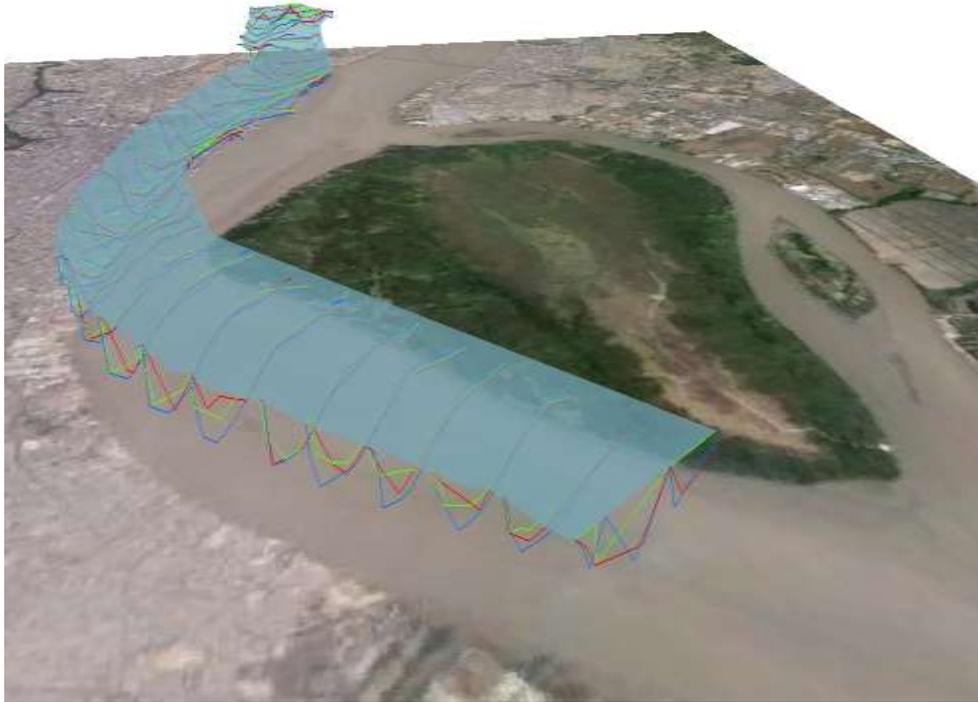
**Leyenda**

Polígono Segmentado

Corte	Abscisa
A - A1	0+000
B - B1	0+500
C - C1	1+000
D - D1	1+500
E - E1	2+000
F - F1	2+500
G - G1	3+000
H - H1	3+500
I - I1	4+000
J - J1	4+500
K - K1	5+340
L - L1	5+840
M - M1	6+340
N - N1	6+840
O - O1	7+340
P - P1	7+840
Q - Q1	8+340
R - R1	8+840
S - S1	9+340
T - T1	9+840
U - U1	10+340
V - V1	10+840
W - W1	11+340
X - X1	11+840
Y - Y1	12+340
Z - Z1	12+840
a - a'	13+020
b - b'	13+500
c - c'	13+700

Coordenadas: UTM.  
 DATUM: WGS84 17S.  
 Fuente: Carta Hidrográfica  
 IOA 1072, 2010. 3era Edición.  
 Esc.: 1:50.000.  
 Autor: José Guillermo Tapia Hinojosa.

**Figura No. 20. Mapa de elevación digital en 3D de implantación de cortes de profundidades años 2005-2009-2010**



**Autor: José Guillermo Tapia Hinojosa**

#### **1.5.1.4.4. La sedimentación vista en elevación digital 3D**

El comportamiento sedimentario del área de estudio se realizará el modelamiento de las profundidades constantes en las cartas hidrográficas IOA 1072, ediciones 2005, 2009 y 2010 mediante el programa ArcGis (Sistema de Información Geográfica-SIG), las mismas que se puede observar la ubicación de la sedimentación en función de la tonalidad del color; así tenemos que, los colores bajos representan las mayores profundidades, y los colores más densos u oscuros los bajos o menores profundidades.

Con los datos extraídos de las cartas hidrográficas, base de la presente investigación; se procederá a modelar mapas mediante elevación digital 3D: implantación de perfiles transversales abscisados cada 500 metros de longitud; fondos y taludes; simulación mediante elevación de perfiles transversales. Los taludes se puede observar en la degradación de colores detallados en la leyenda de cada una de las cartas.

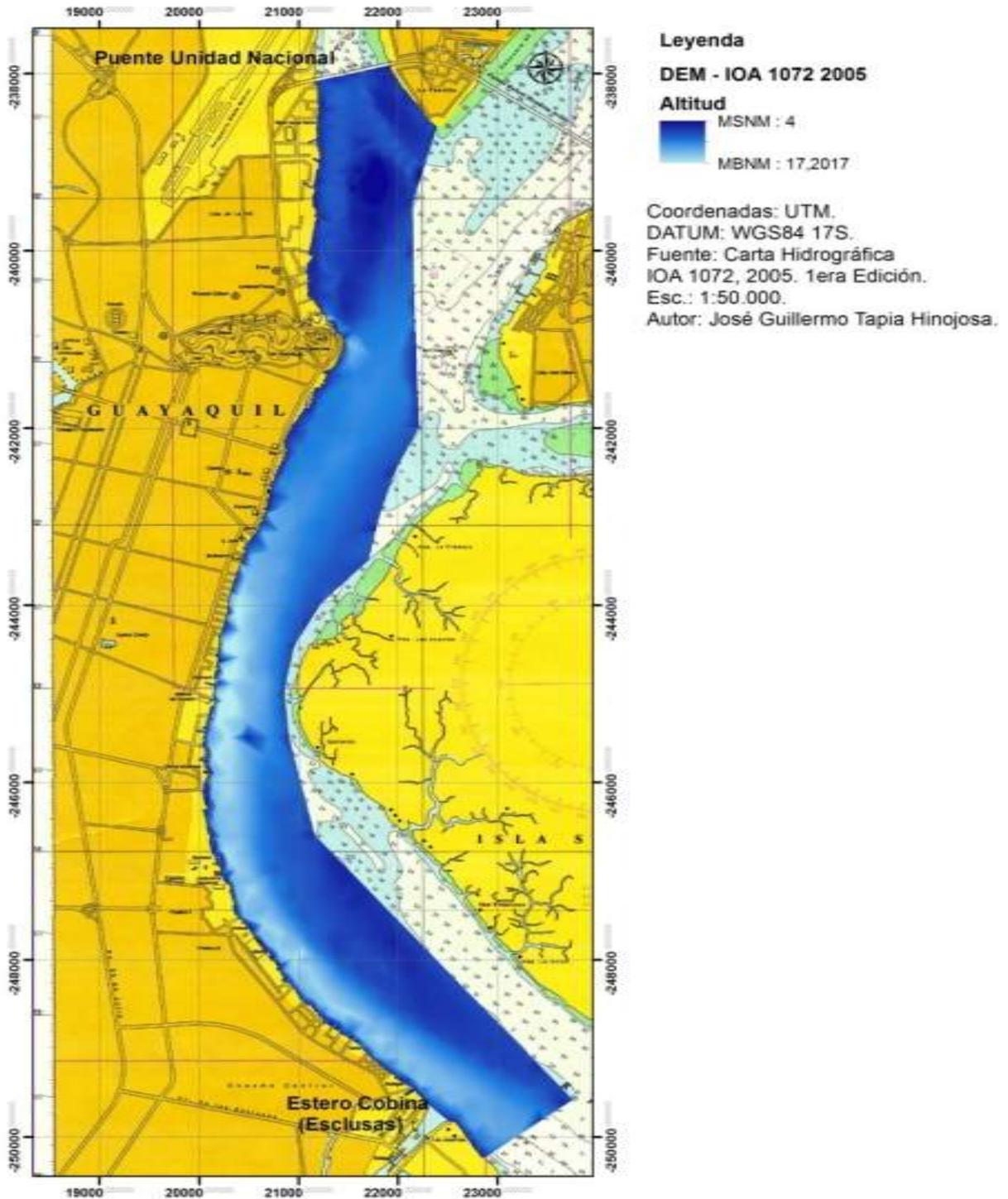
En los mapas de las figuras Nos. correspondientes a los años 2005, 2009 y 2010, las zonas sedimentadas se diferencian por la intensidad de color; así tenemos que, el color intenso representa a las profundidades menores y las zonas de mayor profundidad el color es menos intenso. Las zonas de mayor intensidad se encuentran en el sector de la confluencia de los ríos Daule y Babahoyo en el que se halla el Islote El Palmar y en los extremos del canal navegable del Río Guayas.

En cada mapa temático, se puede observar los azolves o formaciones sedimentarias, que por efecto de las corrientes de agua y de marea han dado lugar a la formación de bancos, barras, grandes bajos e islotes; los mismos difieren su morfología de forma muy dinámica año tras año; dando lugar al cambio de posiciones y la acreción y decreción de las áreas sedimentadas.

Para establecer las diferencias sedimentarias producidas entre los años 2005 al 2010, se plotearán las profundidades correspondientes a cada uno de los años dentro del mismo plano, para lo cual se obtendrá las profundidades medias correspondientes a cada uno de los cortes abscisados, además de los mapas temáticos de sedimentación realizados en diferentes colores, levantados mediante elevación digital en 3D, estos detallan la configuración de la sedimentación correspondientes a cada año.

Figura No. 20 Mapa de sedimentación, elevación digital 3D, año 2005

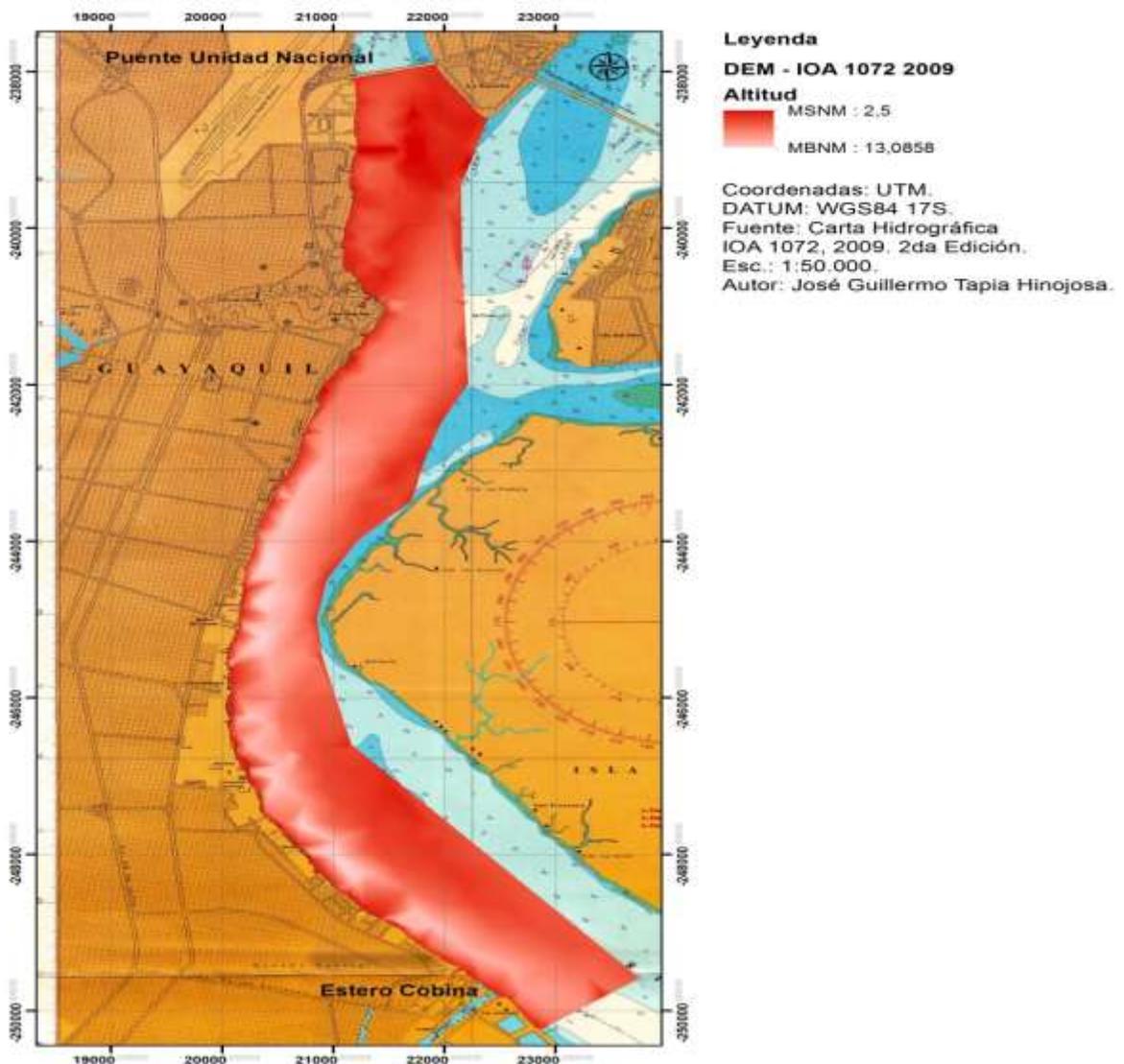
**Modelo de Elevación Digital (DEM).  
Carta IOA 1072 2005, Primera Edición.**



En el año 2009, las zonas sedimentadas son mayores con respecto al año 2005; la densidad del color rojo abarcan mayor área. En el sector de la confluencia de los ríos Daule y Babahoyo el Islote El Palmar aumenta el área con respecto al 2005, y en los extremos del canal navegable del Río Guayas, se ha sedimentado hasta cotas sobre el nivel medio del mar; su acreción del área ha sido muy grande y los bajos de los extremos se han corrido hacia el centro del eje del canal. La sedimentación cambia de forma abrupta el eje del canal navegable.

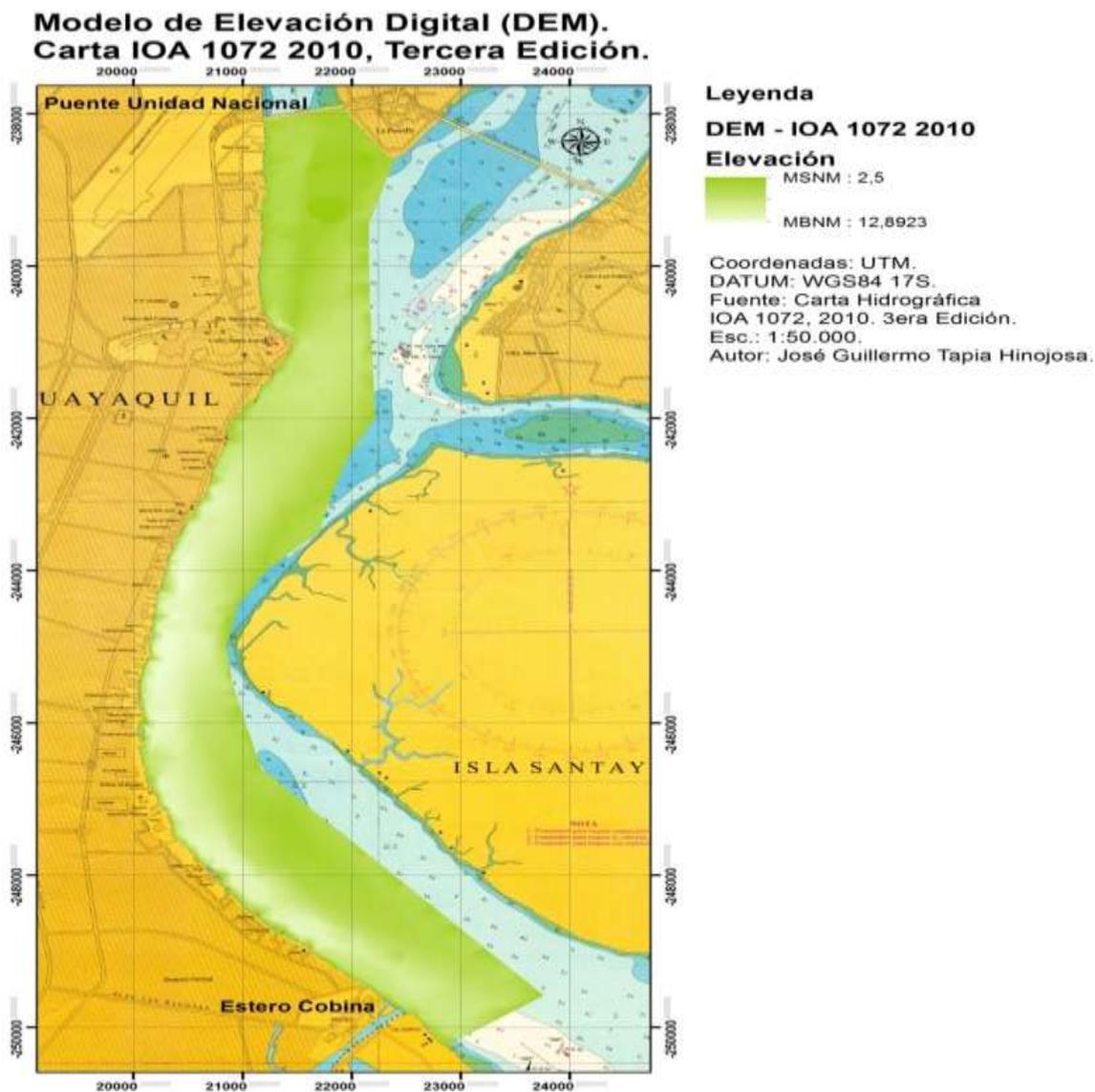
**Figura No. 21 Mapa de elevación digital de sedimentación, año 2009**

**Modelo de Elevación Digital (DEM).  
Carta IOA 1072 2009, Segunda Edición.**



En el año 2010 la sedimentación es menor con respecto al año 2009. el Islote El Palmar disminuye su área notablemente; los extremos del canal navegable del Río Guayas se ha erosionado; las cotas sobre el nivel medio del mar con respecto al 2009 y los bajos de los extremos han decrecido produciendo un corrimiento (hacia la línea de costa) de centro del eje del canal de oeste a este y de oeste a este del eje del canal La sedimentación se ha erosionado en el eje del cauce del canal navegable.

Figura No. 22 de elevación digital de sedimentación, año 2010



### 1.5.1.4.5 Cálculo de profundidades mediante el sistema ArcGis

Una vez que se ha georeferenciado las cartas hidrográficas; con el programa ArcGis (SIG); se extraen todos los puntos de las profundidades y con ellas la profundidad media ( $\bar{Y}$ ), y mediante triangulación el programa calcula por defecto las áreas y volúmenes de los sedimentos. Para el efecto, se realiza la siguiente fórmula en función de la profundidad media ( $\bar{Y}$ ), cuyo resultados es el producto de la sumatoria de profundidades dividido entre  $n$  número de profundidades.

### FÓMULA 1

$$\bar{Y} = \frac{\sum [Y_1 + Y_2 + Y_3 \dots + Y_n]}{n}$$

Figura No. 23 Mapa de triangulación de profundidades, año 2005

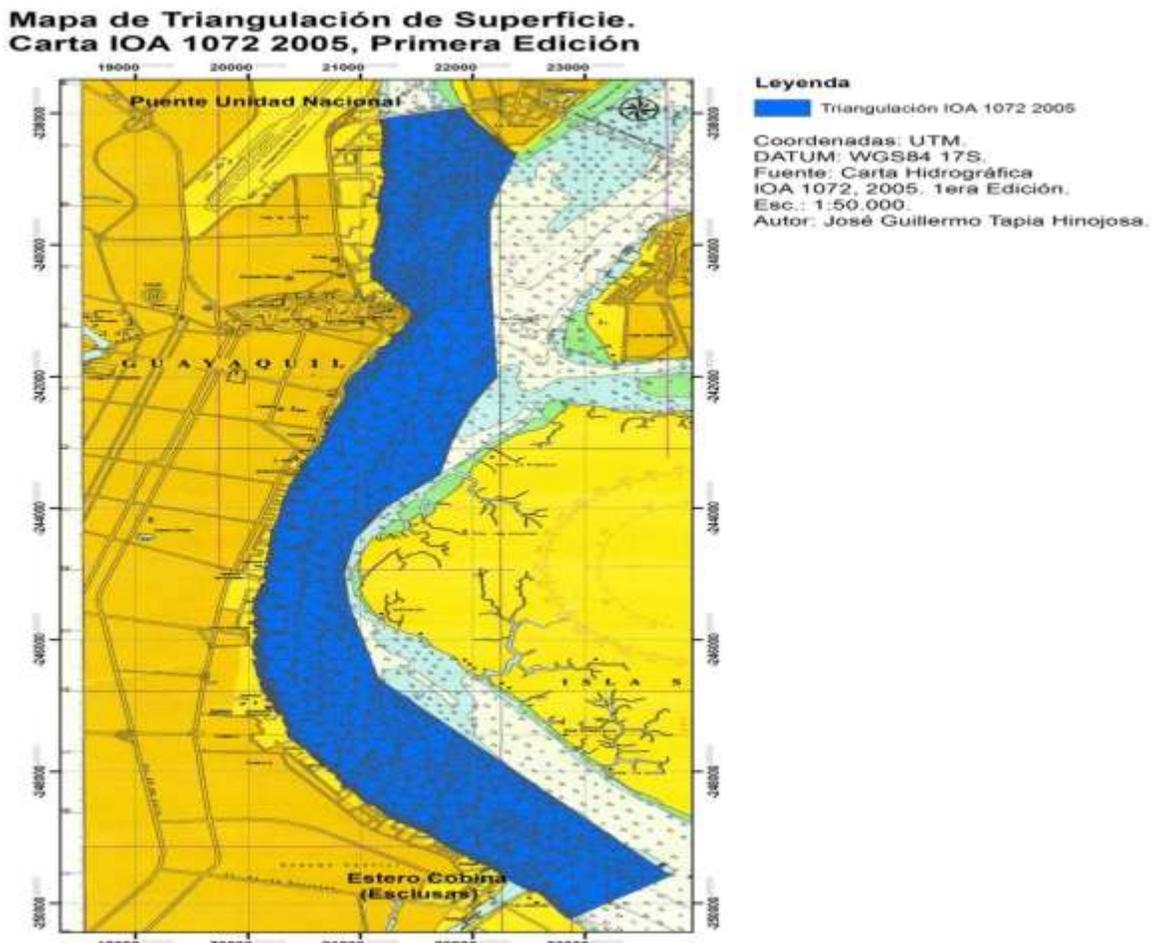
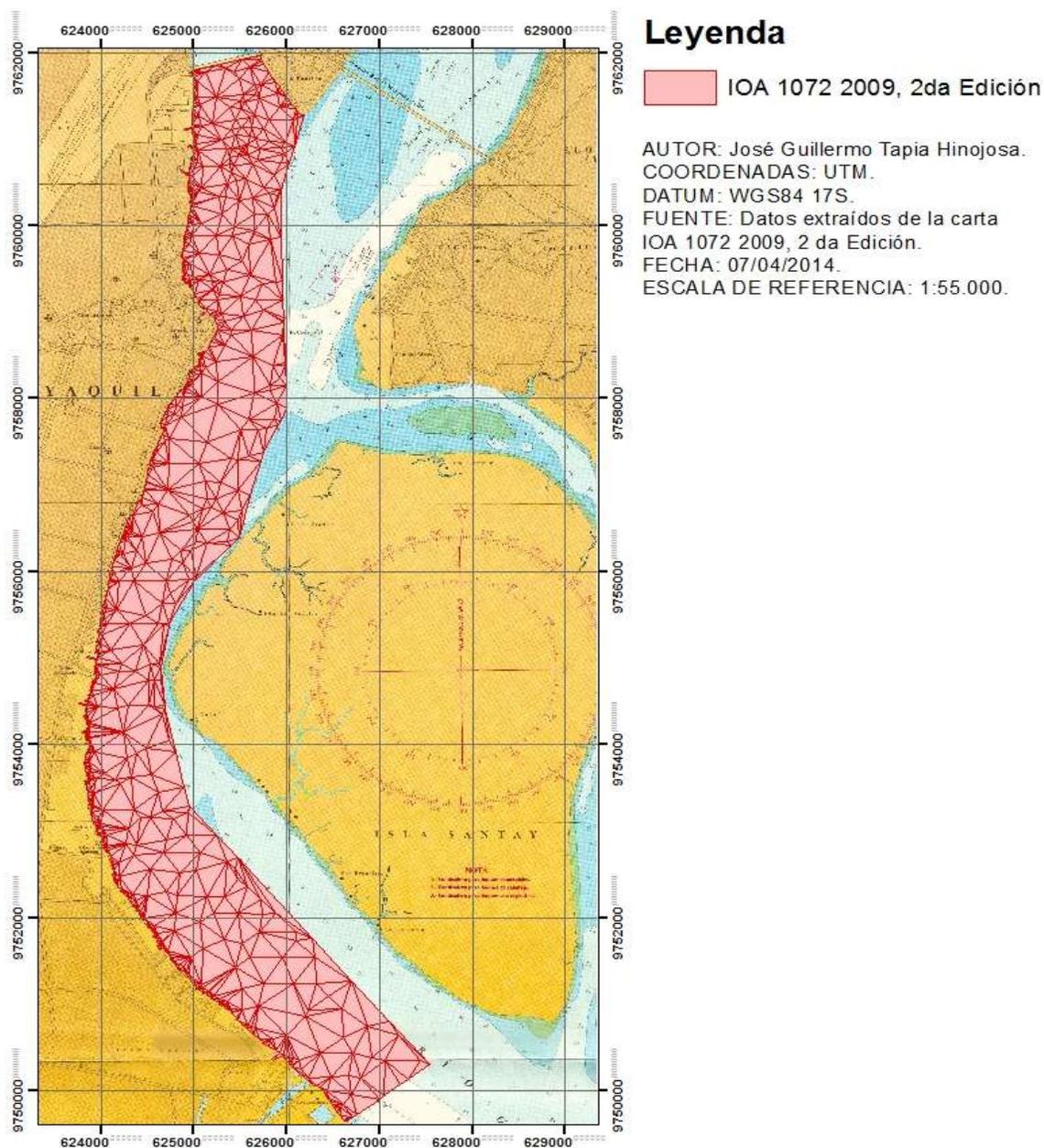


Figura No. 24 Mapa de triangulación de profundidades, año 2009

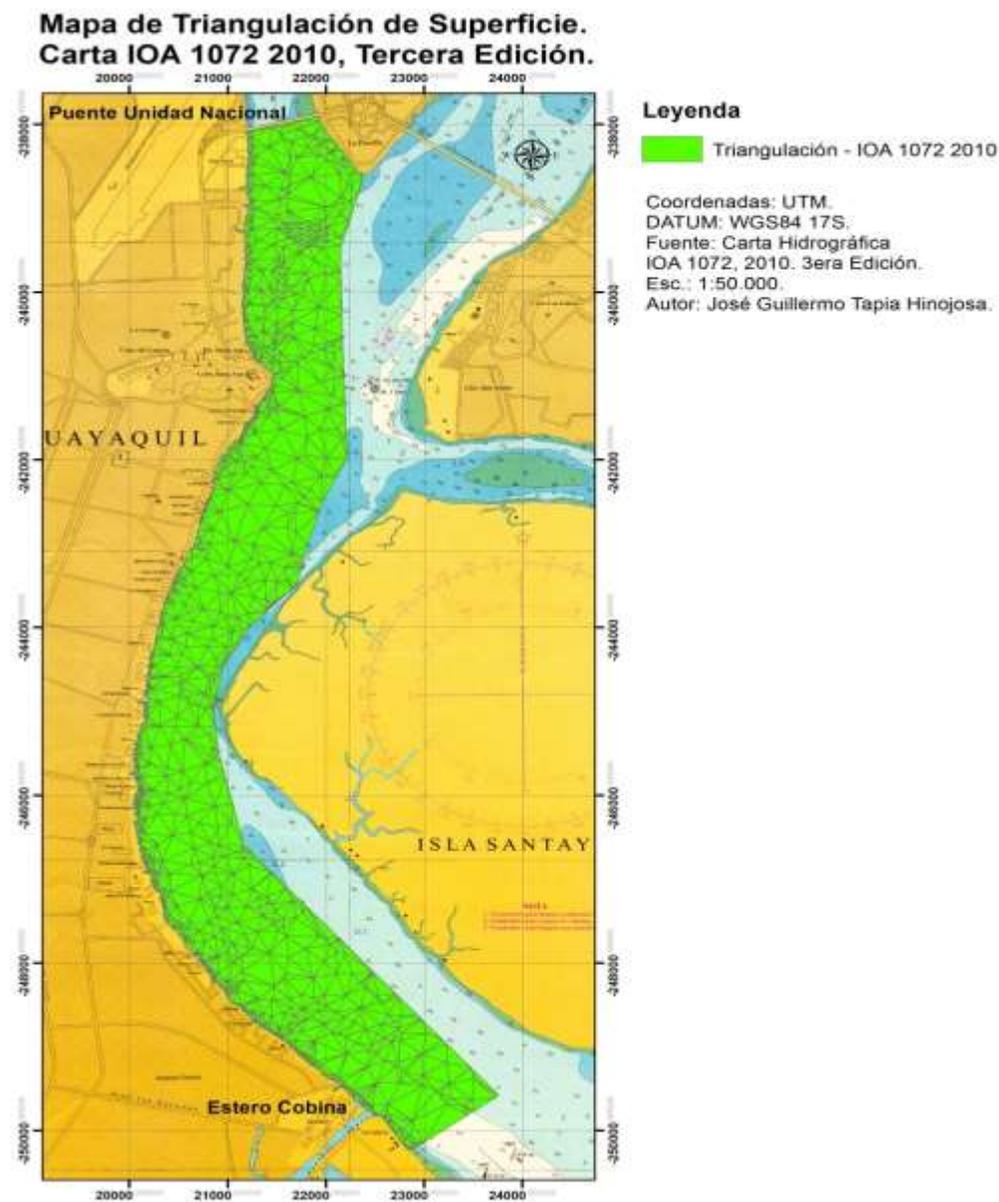
## Triangulación de la Superficie. Carta IOA 1072 2009, 2da Edición.



En los tres mapas temáticos se observa en cada detalle de las triangulaciones cómo se puede interpretar las distancias entre profundidades en función de las distancias entre

sus lados. La intersección de los puntos representa las profundidades extraídas de las cartas hidrográficas georeferenciada.

Figura No. 25 Mapa de triangulación de profundidades, año 2010

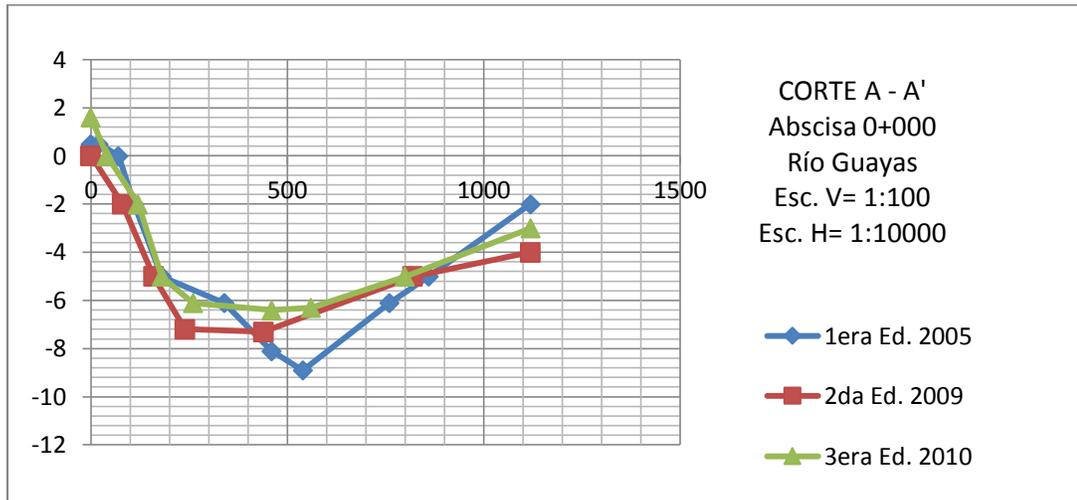


#### **1.5.1.4.6 Graficación de las profundidades de las cartas hidrograficas IOA 1072: 2005,2009 y 2010 Abscisas 0 + 000 a 13 + 13 + 700**

Las profundidades sobrepuestas en cada perfil; permitirá establecer gráficamente las diferencias de sedimentación entre los años 2005, 2009 y 2010; para el efecto, se realizaron cortes abscisados cada 500 metros a lo largo del área de estudio, misma que abarca el sector comprendido entre el Estero Cobina (esclusas) y el Puente de la Unidad Nacional, desembocadura del Río Daule en el Río Guayas. Los gráficos nos permiten interpretar el comportamiento de los procesos sedimentarios ocurridos entre los años investigados 2005, 2009 y 2010.

**Perfiles del corte A-A' abscisa 0+000.** Se produce una dinámica entre la erosión y la sedimentación. Así tenemos que entre el año 2005 y 2009 el talud se erosiona y se sedimenta. En el año 2005 su thalweg es de 8.9 metros, pero en el año 2009 es de 7.3 metros. El thalweg del eje del canal navegable se ha desplazado 80 metros hacia la ribera, como se observa en el gráfico. En el año 2010, se sedimenta el talud con respecto al año 2009; aparece un bajo de 1.6 metros sobre la cota 0 (sobre el nivel medio del mar); a la vez que su talud se desplaza hacia el este y su sedimentación aumenta entre el 2009 al 2010, su profundidad máxima es de 6.4 metros, perdiendo 0.9 metros de profundidad. Entre los años 2005 y 2010 se ha sedimentado 2,5 metros. El thalweg del canal navegable se ha desplazado 460 metros de la ribera. La variación de la erosión y sedimentación como del thalweg del eje del canal navegable entre 2005, 2009 y 2010 en su orden ha sido este-oeste y oeste-este con respecto al año 2005.

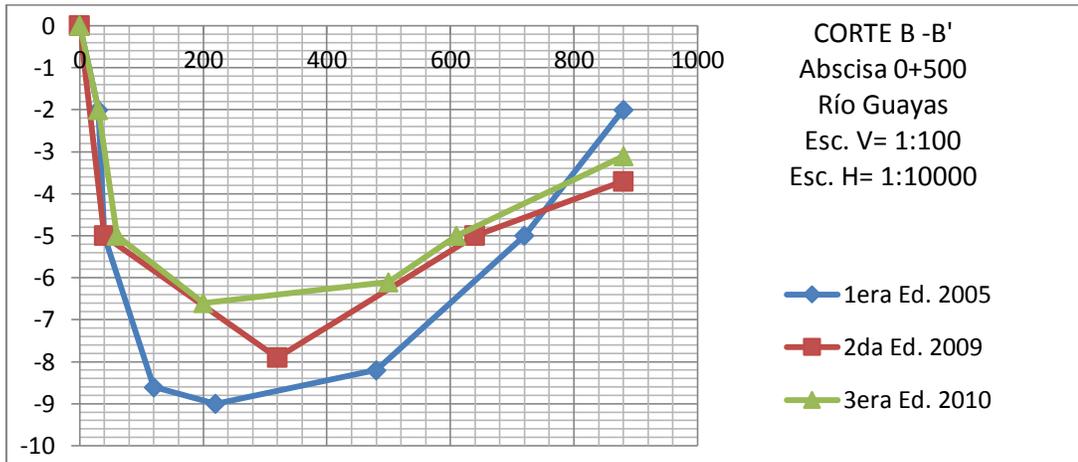
**Gráfico No. 1: Abscisa 0+000**



**Autor: José Guillermo Tapia Hinojosa**

**Perfiles del corte B-B' abscisa 0+500.** El talud entre éstos años cae abruptamente. Las posiciones de las cotas y distancias varían; así, entre los años 2005 y 2009 se erosiona su talud, a la vez que sedimenta. En el año 2005 la profundidad máxima es de 9.0 metros, pero en el año 2009, su máxima profundidad es de 7.9 metros; esto significa que el material erosionado del 2005 al 2009 se ha sedimentado 1.1 metros, reduciendo su profundidad. El thalweg del eje del canal navegable se ha desplazado de 220 metros en el 2005 a 320 en el 2009, como se observa en el gráfico. En el año 2010, la sedimentación desplaza su talud con respecto al año 2009; a la vez que se sedimenta. Entre el 2009 al 2010, su profundidad máxima es de 6.6 metros, perdiendo 1.3. Entre 2005 y 2010 se ha sedimentado 2,4 metros. El thalweg del canal navegable se halla a 220 metros hacia la ribera, regresando a la misma posición del 2005. La variación de la erosión y sedimentación así como del thalweg del eje del canal navegable entre 2005, 2009 y 2010 ha sido este-oeste y oeste-este con respecto al año 2005.

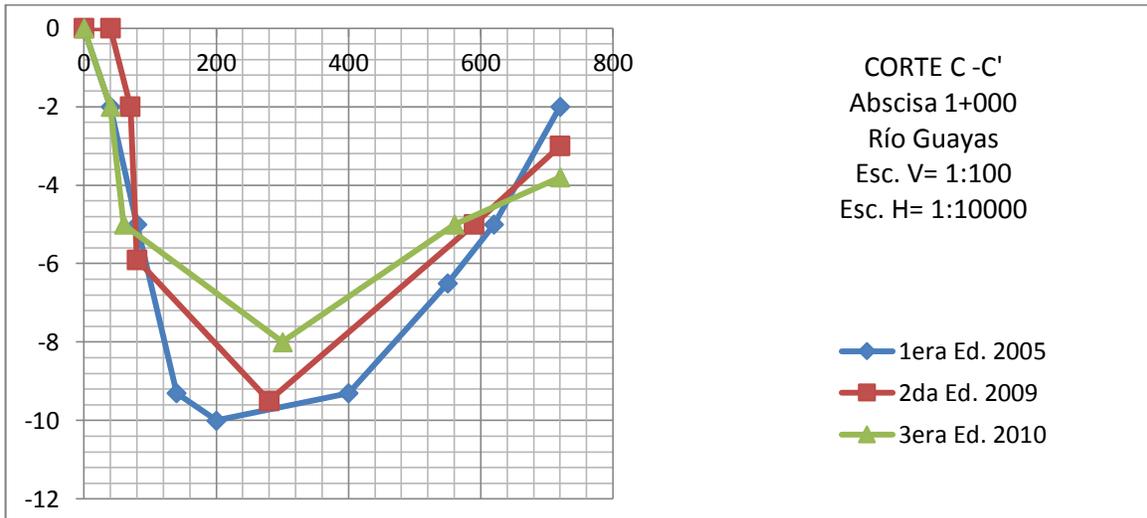
**Gráfico No. 2: Abscisa 0+500**



**Autor: José Guillermo Tapia Hinojosa**

**Perfiles del corte C-C' abscisa 1+000.** Entre los años 2005 y 2009 su talud cae abruptamente y se sedimenta . En el año 2005 la profundidad máxima es de 10.0 metros, pero en el año 2009, su máxima profundidad es de 9.5 metros; se ha sedimentado 0.50 metros, reduciendo su profundidad. El thalweg del eje del canal navegable se ha desplazado de 200 metros en el 2005 a 280 metros en el 2009. En el año 2010, su talud se erosiona con respecto al año 2009; a la vez que se sedimenta. Entre el 2009 al 2010, su profundidad máxima es de 8.0 metros, perdiendo 1.5 metros de profundidad. Entre 2005 y 2010 se ha sedimentado 2,0 metros. El thalweg del canal navegable se halla a 300 metros hacia la ribera, 20 metros con respecto al 2009 y 100 metros con respecto al año 2005. La variación de la erosión y sedimentación así como del thalweg del eje del canal navegable entre 2005, 2009 y 2010 ha sido este-oeste y oeste-este con respecto al año 2005.

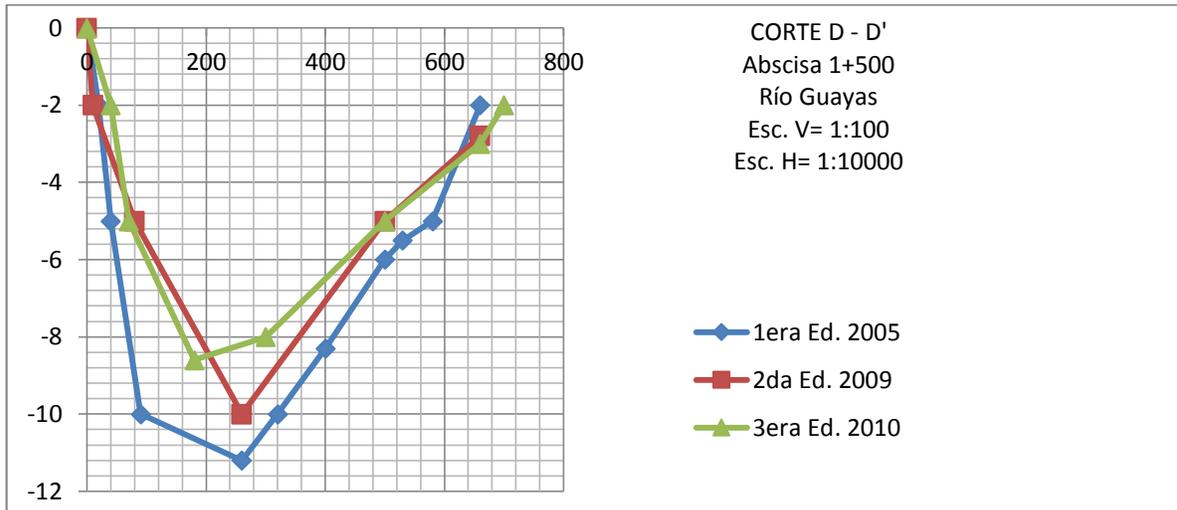
**Gráfico No. 3: Abscisa 1+000**



**Autor: José Guillermo Tapia Hinojosa**

**Perfiles del corte D-D' abscisa 1+500.** Entre los años 2005 y 2009; su talud se erosiona abruptamente y se sedimenta. En año 2005 la profundidad máxima es de 11.2 metros, pero en el año 2009, su máxima profundidad es de 10.0 metros; se ha sedimentado 1.2 metros, reduciendo su profundidad. El thalweg del eje del canal navegable no se desplaza entre el 2005 y el 2009. En el año 2010, su talud se erosiona con respecto al año 2009 y se sedimenta con respecto al 2005. La profundidad máxima es de 8.6 metros, se ha sedimentado 1.4 metros con respecto al 2009, y entre el 2005 y 2010 se ha sedimentado 2,6 metros. El thalweg del canal navegable se halla a 160 metros y se desplaza 80 metros hacia la ribera, con respecto al 2009 y 2010. La variación de la erosión y sedimentación así como del thalweg del eje del canal navegable entre 2005, 2009 y 2010 ha sido este-oeste con respecto al año 2005.

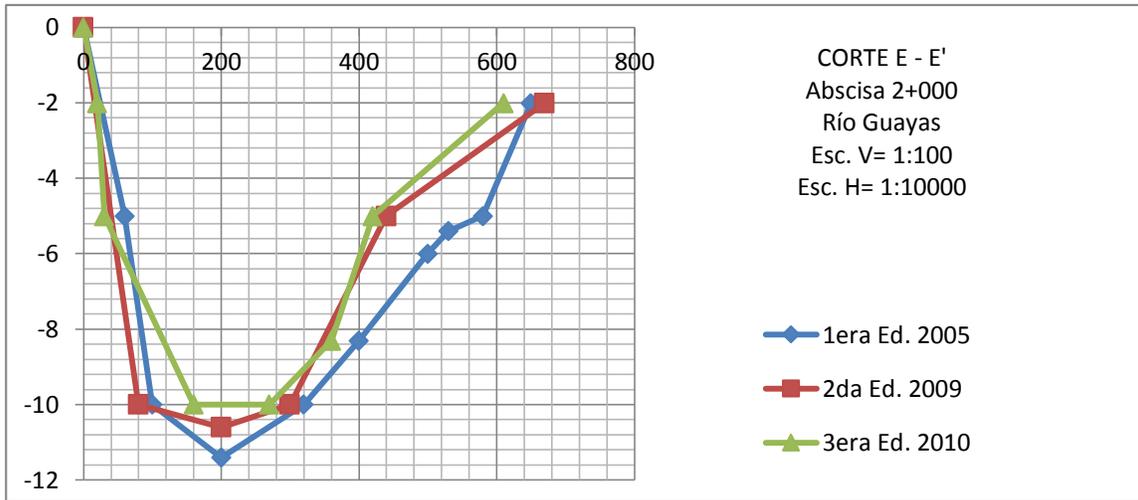
**Gráfico No. 4: Abscisa 1+500**



**Autor: José Guillermo Tapia Hinojosa**

**Perfiles del corte E-E' abscisa 2+000.** Entre los años 2005 al 2009, se produce una erosión agresiva, la cota de 10.0 cae perpendicular al nivel de la línea de costa y su sedimentación es muy poca. En el año 2005 la profundidad máxima es de 11.4 metros, pero en el año 2009, su máxima profundidad es de 10.6 metros; se ha sedimentado 0.80 metros. El thalweg del eje del canal navegable no se desplaza entre el 2005 y el 2009. En el año 2010, su talud se sedimenta con respecto al año 2009 y se erosiona con respecto al 2005. La profundidad máxima es de 10.0 metros, se ha sedimentado 0.6 metros con respecto al 2009, y entre el 2005 y 2010 se ha sedimentado 1.4 metros. El thalweg del canal navegable se halla a 160 metros y se desplaza 40 metros hacia la ribera, con respecto al 2009 y 2010. La variación de la erosión y sedimentación así como del thalweg del eje del canal navegable entre 2005, 2009 y 2010 ha sido este-oeste y oeste-este con respecto al año 2009 y 2010.

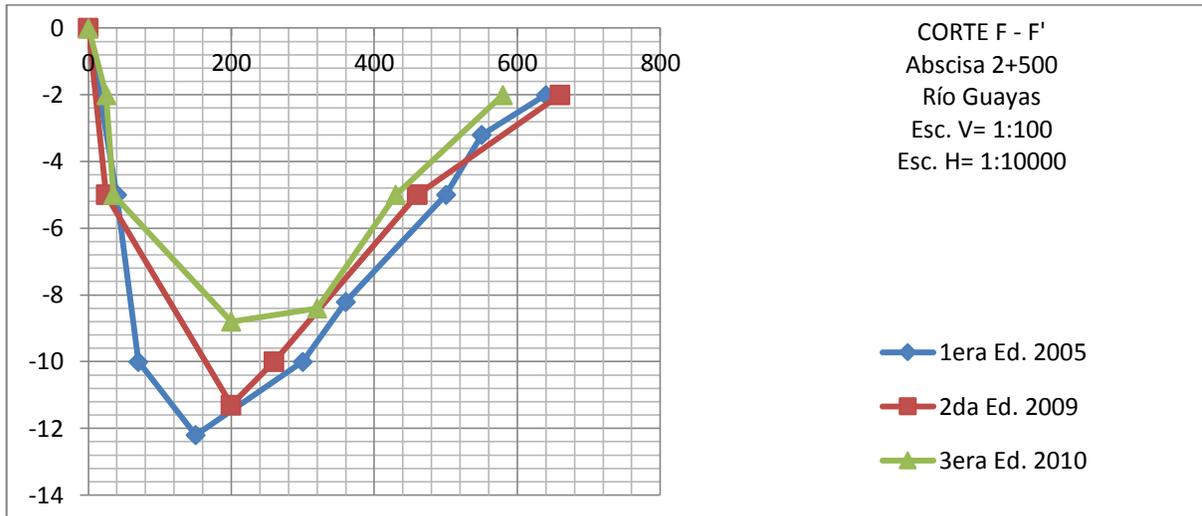
**Gráfico No. 5: Abscisa 2+000**



**Autor: José Guillermo Tapia Hinojosa**

**Perfiles del corte F-F' abscisa 2+500.** El año 2005, su talud cae abruptamente de la cota 0 a la cota 10.0. Entre los años 2005 al 2009, se produce una erosión, En año 2005 la profundidad máxima es de 12.2 metros, en el año 2009, su máxima profundidad es de 11.3 metros; se ha sedimentado 0.93 metros. El thalweg del eje del canal navegable se desplaza entre el 2005 y el 2009 50 metros. En el año 2010, su talud se sedimenta con respecto al año 2005 y 2009. La profundidad máxima es de 8.8 metros, se ha sedimentado 2.5 metros con respecto al 2009, y entre el 2005 y 2010 se ha sedimentado 3.32 metros. El thalweg del canal navegable se halla a 200 metros y se desplaza 60 metros hacia la ribera, con respecto al 2009 y 50 metros con respecto al 2005 hacia el este del canal. La variación de la erosión y sedimentación así como del thalweg del eje del canal navegable entre 2005, 2009 y 2010 ha sido este-oeste.

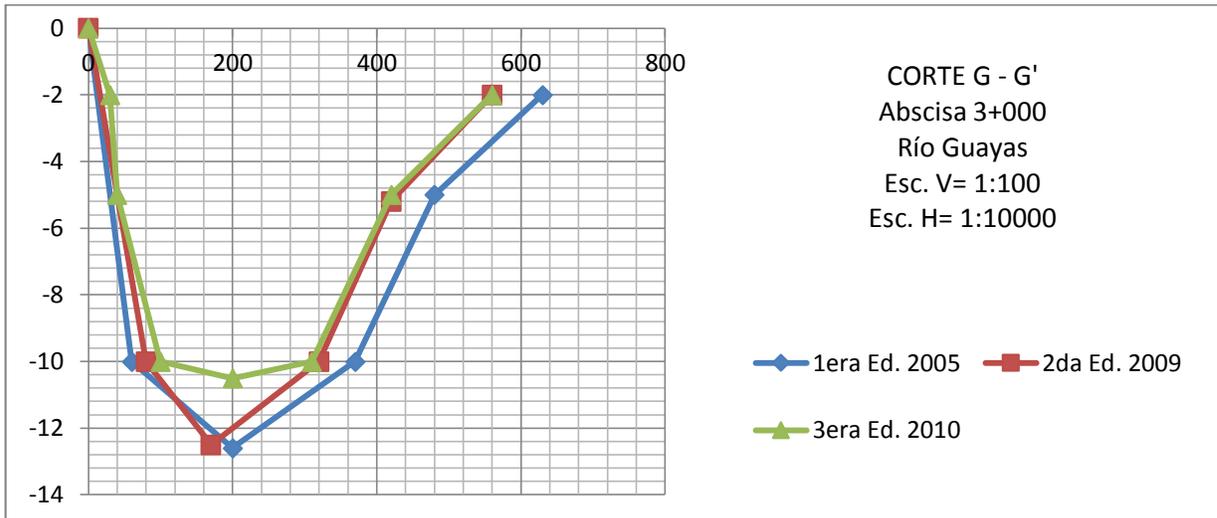
Gráfico No. 6: Abscisa 2+500



Autor: José Guillermo Tapia Hinojosa

**Perfiles del corte G-G' abscisa 3+000.** Durante estos años el talud es casi perpendicular hasta la cota 10.0. Entre los años 2005 al 2009, se produce una ligera sedimentación, En año 2005 la profundidad máxima es de 12.6 metros, en el año 2009, su máxima profundidad es de 12.5 metros; se ha sedimentado 0.10 metros. El thalweg del eje del canal navegable se encuentra a 200 metros y en el 2009 a 170 metros. En el año 2010, su talud se sedimenta con respecto al año 2005 y 2009. La profundidad máxima es de 10.5 metros, se ha sedimentado 2.0 metros con respecto al 2009, y entre el 2005 y 2010 se ha sedimentado 2.1 metros. El thalweg del canal navegable se halla a 200 metros y se desplaza 30 metros hacia la ribera, con respecto al 2009 y regrea a la posición del 2005. La variación de la erosión y sedimentación así como del thalweg del eje del canal navegable entre 2005, 2009 y 2010 ha sido este-oeste.

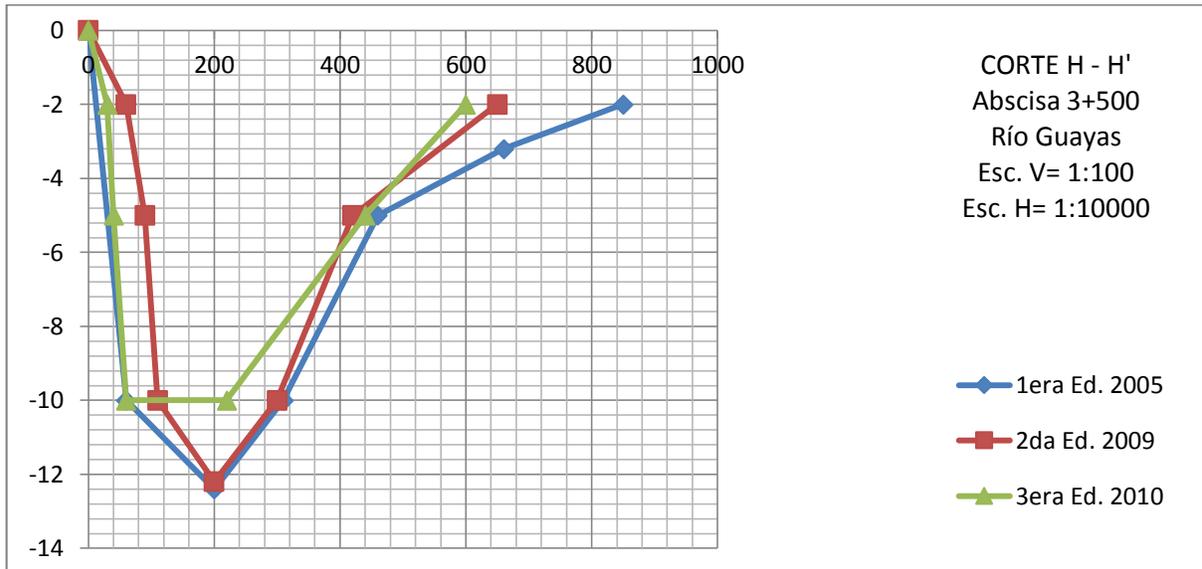
**Gráfico No. 7: Abscisa 3+000**



**Autor: José Guillermo Tapia Hinojosa**

**Perfiles del corte H-H' abscisa 3+500.** Entre los años 2005 al 2009, se produce la erosión agresiva del talud y la sedimentación no es significativa. En año 2005 la profundidad máxima es de 12.4 metros, en el año 2009, su máxima profundidad es de 12.2 metros; se ha sedimentado 0.20 metros. El thalweg del eje del canal navegable se encuentra a 200 metros y en el 2009 a 200 metros(No existe variación del thalweg). En el año 2010, su talud se sedimenta con respecto al año 2005 y se erosiona con respecto al 2009. La profundidad máxima es de 10.0 metros, se ha sedimentado 2.2 metros con respecto al 2009, y entre el 2005 y 2010 se ha sedimentado 2.4 metros. El thalweg del canal navegable se halla a 220 metros y se desplaza 20 metros hacia el este con respecto al 2009 y 2005. La variación de la erosión y sedimentación así como del thalweg del eje del canal navegable entre 2005, 2009 y 2010 es oeste-este.

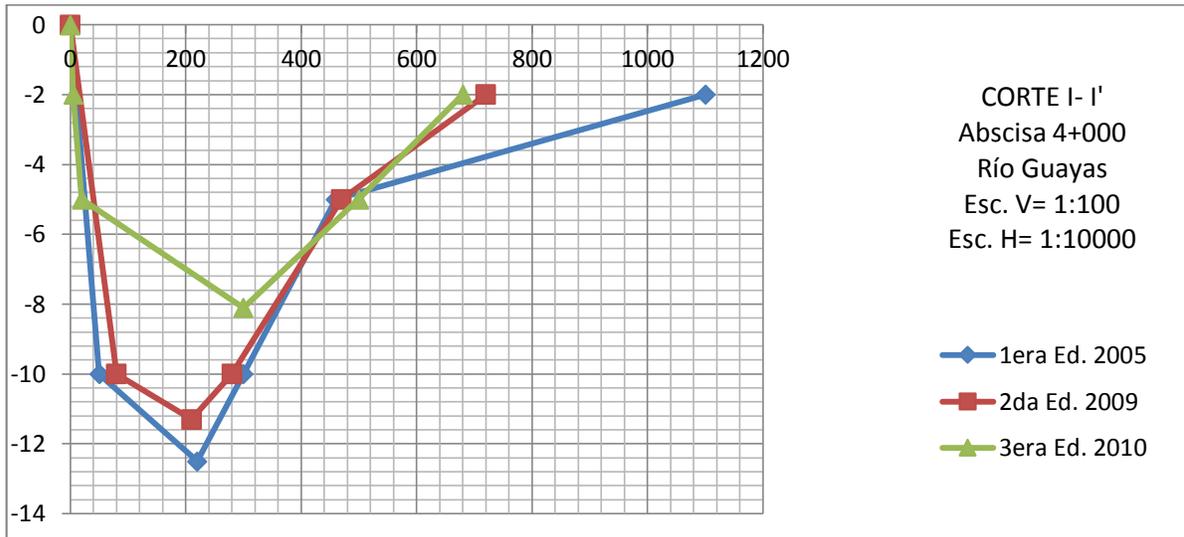
**Gráfico No. 8: Abscisa 3+500**



**Autor: José Guillermo Tapia Hinojosa**

**Perfiles del corte I-I' abscisa 4+000.** El Talud de los años 2005 y 2009, caen abruptamente hasta la cota 10.0; mientras que en el 2010 cae perpendicular hasta la cota 5.0, pero se produce una gran sedimentación. Entre los años 2005 al 2009, se produce una leve sedimentación, En año 2005 la profundidad máxima es de 12.5 metros, en el año 2009, su máxima profundidad es de 11.3 metros; se ha sedimentado 1.2 metros. El thalweg del eje del canal navegable en el 2005 se encuentra a 220 metros y en el 2009 a 210 metros, y se desplaza 10 metros del este al oeste. En el año 2010, su talud cae perpendicular hasta la cota 5.0 y se produce una gran sedimentación con respecto al año 2005 y al 2009. La profundidad máxima es de 8.1 metros, se ha sedimentado 3.1 metros con respecto al 2009, y entre el 2005 y 2010 se ha sedimentado 4.4 metros. El thalweg del canal navegable se halla a 300 metros y se desplaza 90 metros hacia el este con respecto al 2009 y 80 metros con 2005. La variación de la erosión y sedimentación así como del thalweg del eje del canal navegable entre 2005, 2009 y 2010 es de oeste-este.

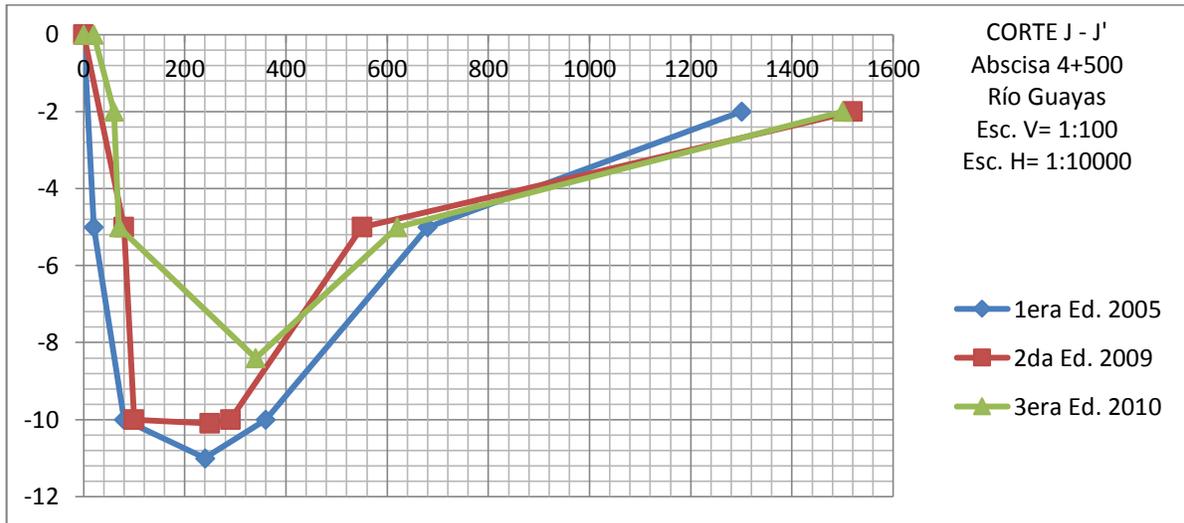
**Gráfico No. 9: Abscisa 4+000**



**Autor: José Guillermo Tapia Hinojosa**

**Perfiles del corte J-J' abscisa 4+500.** El Talud los años 2005 cae abruptamente hasta la cota 10.0 y en el 2009 se sedimenta levemente, pero también cae perpendicular al talud hasta la cota 0. En el 2010 cae perpendicular hasta la cota 5.0, pero se produce una gran sedimentación. En el año 2005 la profundidad máxima es de 11.0 metros, en el año 2009, su máxima profundidad es de 10.1 metros; se ha sedimentado 0.90 metros. El thalweg del eje del canal navegable en el 2005 se encuentra a 240 metros y en el 2009 a 250 metros. En el año 2010, su talud se sedimenta con respecto a los años 2005 y 2009. La profundidad máxima es de 8.4 metros, se ha sedimentado 0.71 metros con respecto al 2009, y entre el 2005 y 2010 se ha sedimentado 2.6 metros. El thalweg del canal navegable se halla a 340 metros y se desplaza 100 metros hacia el este con respecto al 2005, 90 metros con respecto al 2009. La variación de la erosión y sedimentación así como del thalweg del eje del canal navegable entre 2005, 2009 y 2010 es oeste- este.

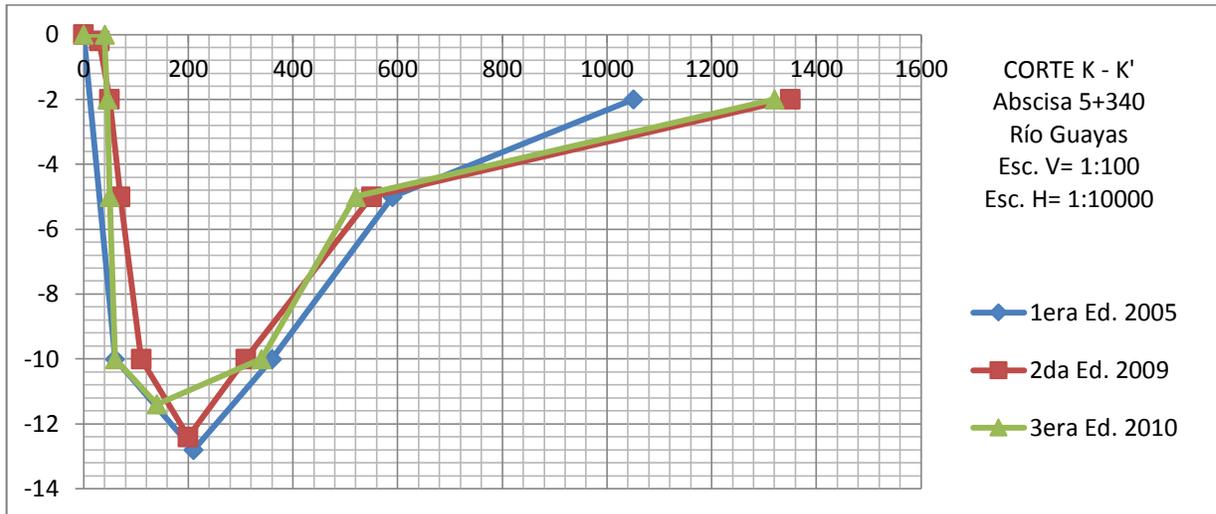
**Gráfico No. 10: Abscisa 4+500**



**Autor: José Guillermo Tapia Hinojosa**

**Perfiles del corte K-K' abscisa 5+340.** El Talud los años 2005, 2009 y 2010 caen abruptamente hasta las cotas 11.4, 12.4 y 12.8 metros; se produce una leve sedimentación entre los años 2005 al 2010. En el año 2005 la profundidad máxima es de 12.8 metros, en el año 2009, su máxima profundidad es de 12.4 metros; se ha sedimentado 0.40 metros. El thalweg del eje del canal navegable en el 2005 se encuentra a 210 metros y en el 2009 de 200 metros, y se desplaza 10 metros del este al oeste. En el año 2010. La profundidad máxima es de 11.4 metros, se ha sedimentado 1.0 metros con respecto al 2009, y entre el 2005 y el 2010 se ha sedimentado 1.4 metros. El thalweg del canal navegable se halla a 140 metros y se desplaza 60 metros hacia el oeste con respecto al 2009 y 70 metros con 2005 hacia el este. La variación de la erosión y sedimentación así como del thalweg del eje del canal navegable entre 2005, 2009 y 2010 ha sido es oeste-este.

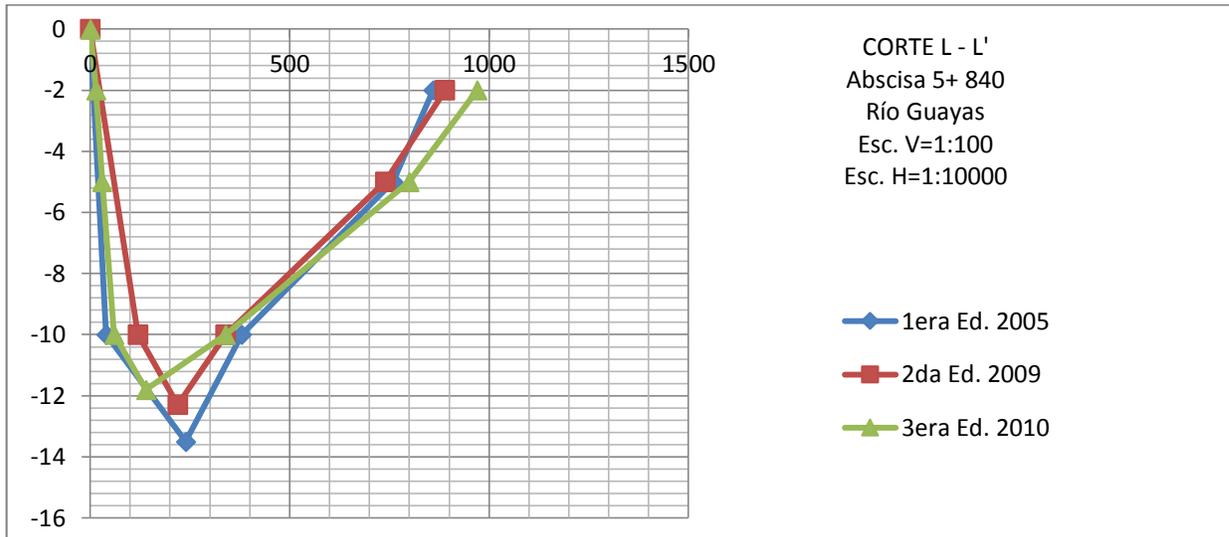
**Gráfico No. 11: Abscisa 5+340**



**Autor: José Guillermo Tapia Hinojosa**

**Perfiles del corte L-L' abscisa 5+840.** El Talud los años 2005, 2009 y 2010 caen abruptamente hasta la cota 10.0 metros; se produce una leve sedimentación entre los años 2005 al 2010. En el año 2005 la profundidad máxima es de 13.5 metros, el año 2009, su máxima profundidad es de 12.3 metros; se ha sedimentado 1.2 metros. El thalweg del eje del canal navegable en el 2005 se encuentra a 240 metros en el 2009 de 220 metros y se desplaza 20 metros del este al oeste. En el año 2010, la profundidad máxima es de 11.8 metros, se ha sedimentado 0.5 metros con respecto al 2009, y entre el 2005 y el 2010 se ha sedimentado 1.7 metros. El thalweg del canal navegable se halla a 140 metros y se desplaza 60 metros hacia el oeste con respecto al 2009 y 100 metros con 2005 hacia el oeste. La variación de la erosión y sedimentación así como del thalweg del eje del canal navegable entre 2005, 2009 y 2010 es oeste-este.

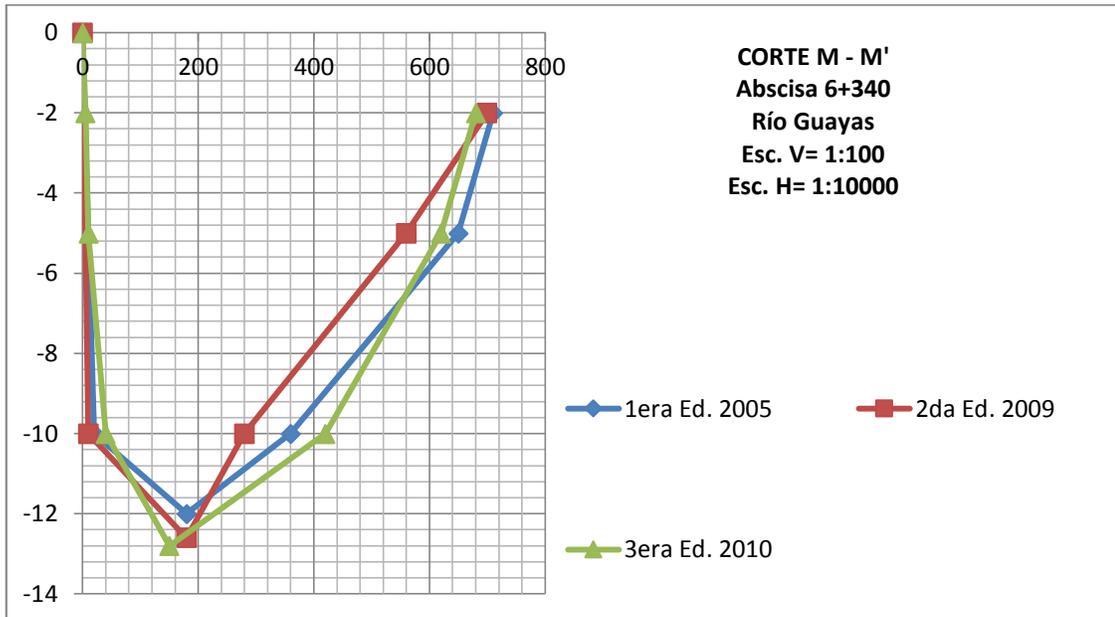
**Gráfico No. 12: Abscisa 5+840**



**Autor: José Guillermo Tapia Hinojosa**

**Perfiles del corte M-M' abscisa 6+340.** El Talud los años 2005, 2009 y 2010 caen verticalmente hasta la cota 10.0 metros; se produce una leve sedimentación entre los años 2005 al 2010. En el año 2005 la profundidad máxima es de 12.0 metros, el año 2009, su máxima profundidad es de 12.6 metros; se ha erosionado 0.60 metros. El thalweg del eje del canal navegable entre el 2005 y el 2009 es de 180 metros no hay desplazamiento. En el año 2010, la profundidad máxima es de 12.8 metros, se ha erosionado 0.4 metros con respecto al 2009, y entre el 2005 y el 2010 se ha erosionado 0.80 metros. El thalweg del canal navegable se halla a 150 metros y se desplaza 30 metros hacia el este con respecto al 2009 y 2005 hacia el oeste. La variación de la erosión y sedimentación así como del thalweg del eje del canal navegable entre 2005, 2009 y 2010 es este-oeste.

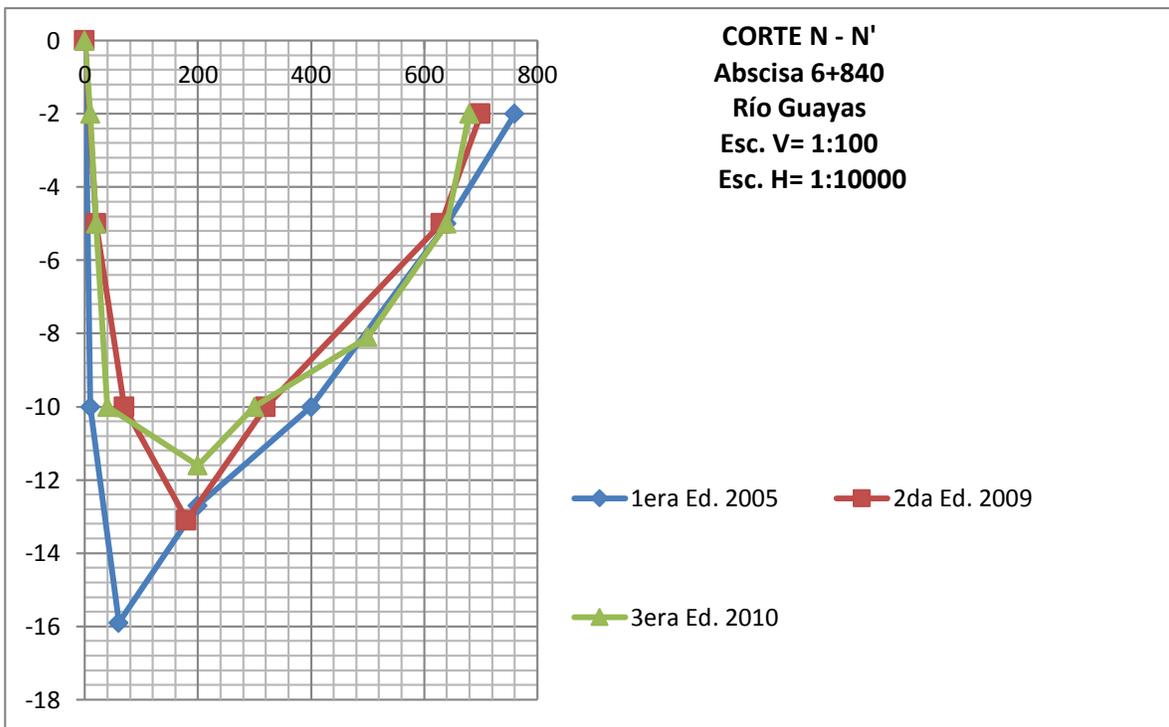
**Gráfico No. 13: Abscisa 6+340**



**Autor: José Guillermo Tapia Hinojosa**

**Perfiles del corte N-N' abscisa 6+840.** Los taludes caen verticalmente en los años 2005 a 15.9 metros de profundidad; en el 2009 a 13.1 metros y en el 2010 a 11.6 metros. La diferencia de profundidad entre el 2005 y 2009 es de 2.8 metros y entre 2009 y 2010 es de 1.5 metros; y entre 2005 y el 2010, 4.0 metros de sedimentación. El thalweg del canal navegable se halla a 60 metros en el 2005; en el 2009 a 180 metros y en el 2010 a 200 metros se desplaza hacia el este con respecto al 2009 y 2005. La variación de la erosión y sedimentación así como del thalweg del eje del canal navegable entre 2009 y 2010 de oeste-este.

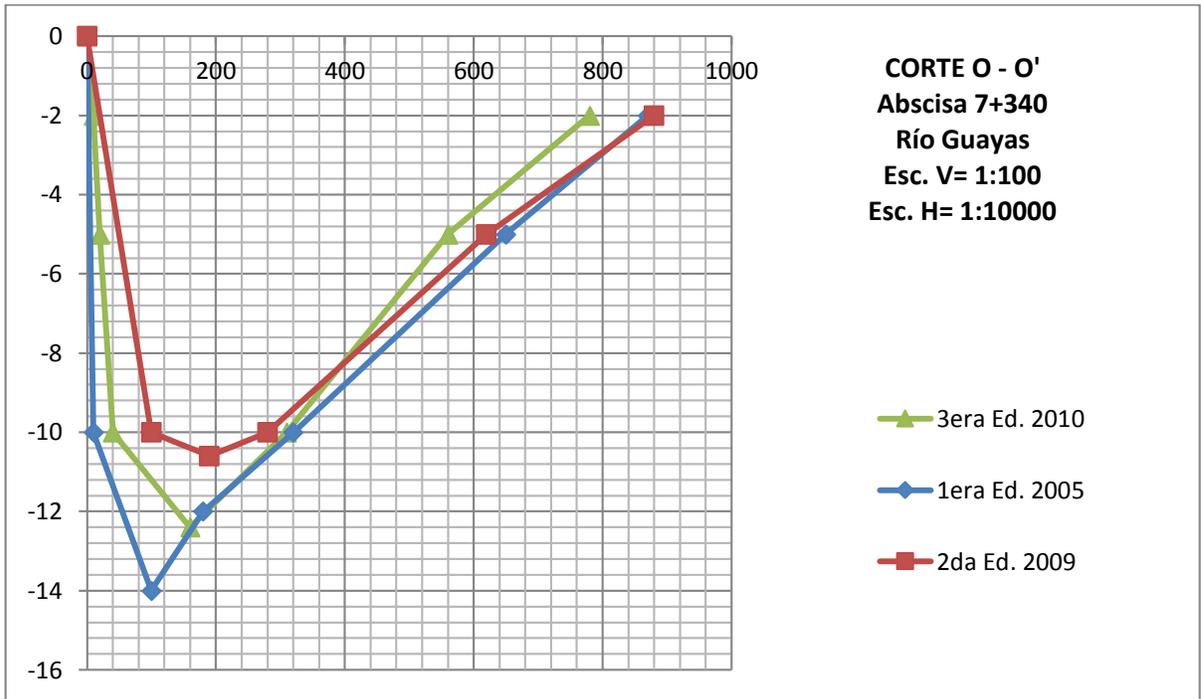
Gráfico No. 14: Abscisa 6+840



Autor: José Guillermo Tapia Hinojosa

**Perfiles del corte O-O' abscisa 7+340.** Los taludes caen verticalmente en los años 2005 a 14.0 metros de profundidad; en el 2009 a 10.6 metros y en el 2010 a 12.4 metros. La diferencia de profundidad entre el 2005 y 2009 es de 3.4 metros de sedimentación y entre 2009 y 2010 es de 1.8 metros de erosión; y entre 2005 y el 2010, 1.6 metros de sedimentación. Aquí se produce el fenómeno de sedimentación-erosión. El thalweg del canal navegable se halla a 100 metros en el 2005; en el 2009 a 190 metros y en el 2010 a 160 metros se desplaza hacia el oeste con respecto al 2009 y al este del 2005. La variación de la erosión y sedimentación así como del thalweg del eje del canal navegable entre 2009 y 2010 de oeste-este y del este al oeste.

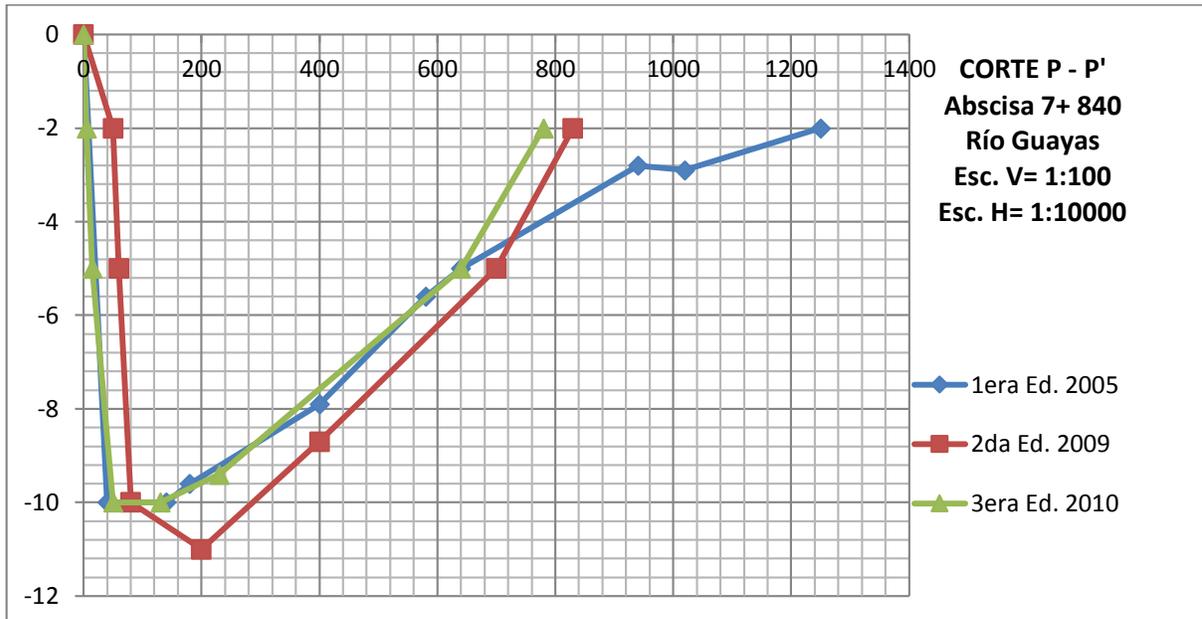
**Gráfico No.15: Abscisa 7+340**



**Autor: José Guillermo Tapia Hinojosa**

**Perfiles del corte P-P' abscisa 7+840.** Los taludes caen verticalmente en los años 2005, 2009 y 2009 a cota 10.0 metros. Las profundidades son: 2005, 10.0 metros; 2009, 11.0 metros; 2010, 10.0. La diferencia de profundidad entre el 2005 y 2009 es de 1.0 metros de erosión y entre 2009 y 2010 es de 1.0 metros de sedimentación; y entre 2005 y el 2010, no se sedimenta. El thalweg del canal navegable se halla a 140 metros en el 2005; en el 2009 a 200 metros y en el 2010 a 130 metros se desplaza hacia el oeste con respecto al 2009 y al 2005. El thalweg del eje del canal navegable entre 2005 al 2010 es de oeste-este.

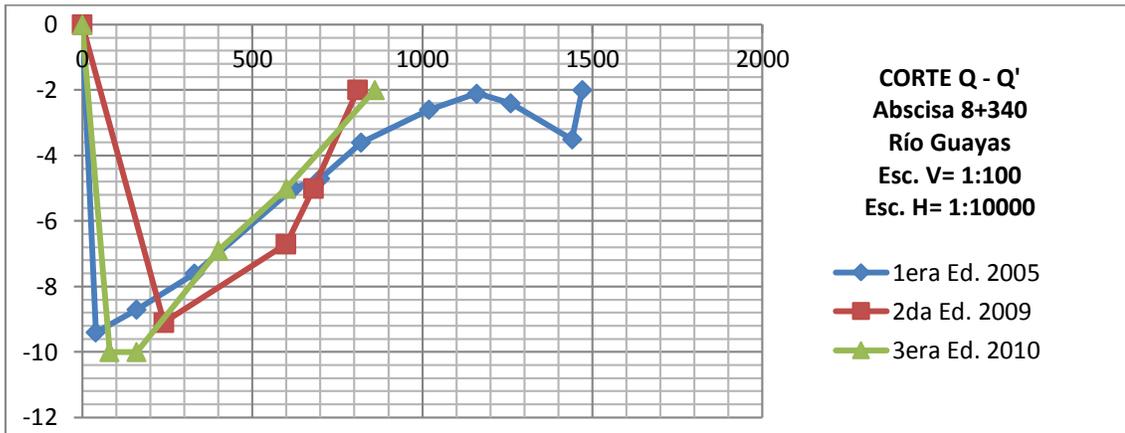
Gráfico No. 16: Abscisa 7+840



Autor: José Guillermo Tapia Hinojosa

**Perfiles del corte Q-Q' abscisa 8+340.** Los taludes caen verticalmente en el 2005, 9.4 metros; 2010 a 10.0 metros; 2009 se sedimenta considerablemente. Las profundidades son: 2005, 9.4 metros; 2009, 9.1 metros; 2010, 10.0. La diferencia de profundidad entre el 2005 y 2009 es de 0.9 metros se sedimenta y entre 2009 y 2010 es de 1.0 metros se erosiona; entre 2005 y el 2010, se erosiona 0.6 metros. El thalweg del canal navegable se halla a 160 metros en el 2005; en el 2009 a 240 metros y en el 2010 a 160 metros. Se desplaza hacia el oeste con respecto al 2009. El thalweg del eje del canal navegable entre 2005 al 2010 es de oeste-este.

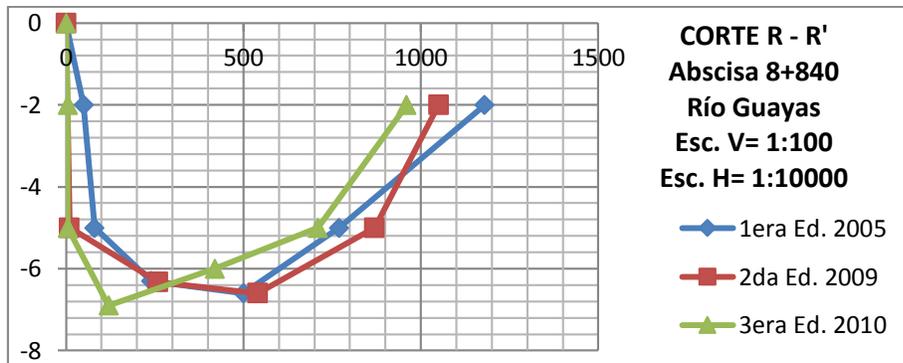
**Gráfico No. 17: Abscisa 8+340**



**Autor: José Guillermo Tapia Hinojosa**

**Perfiles del corte R-R' abscisa 8+840.** Los taludes caen verticalmente en los años 2005, 2009 y 2010 hasta la cota 5.0 metros. El 2010 se erosiona y se sedimenta bruscamente con respecto del 2005 y 2009. Su máxima profundidad llega a 6.9 metros. El thalweg se halla a 100 metros

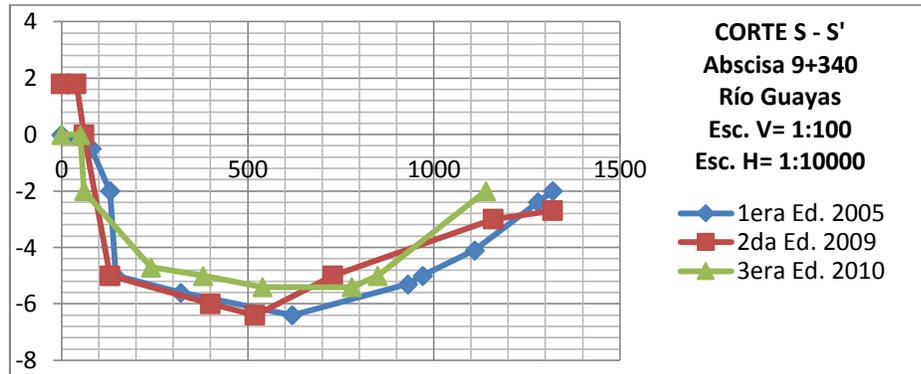
**Gráfico No.18: Abscisa 8+840**



**Autor: José Guillermo Tapia Hinojosa**

**Perfiles del corte S-S' abscisa 9+340.** En este perfil aparece a 40 metros un bajo de 1.8 metros sobre el cero del nivel medio del mar en el 2009, pero cae perpendicularmente a la cota 5.0 metros. El bajo se desplaza a 50 metros en el 2010 en la cota 0. Se produce erosión los años 2009 y 2010 con respecto al 2005. Los taludes caen en una pendiente de aproximadamente de 45° y su thalweg esta a 450 metros. Su máxima profundidad llega a 6.4 metros.

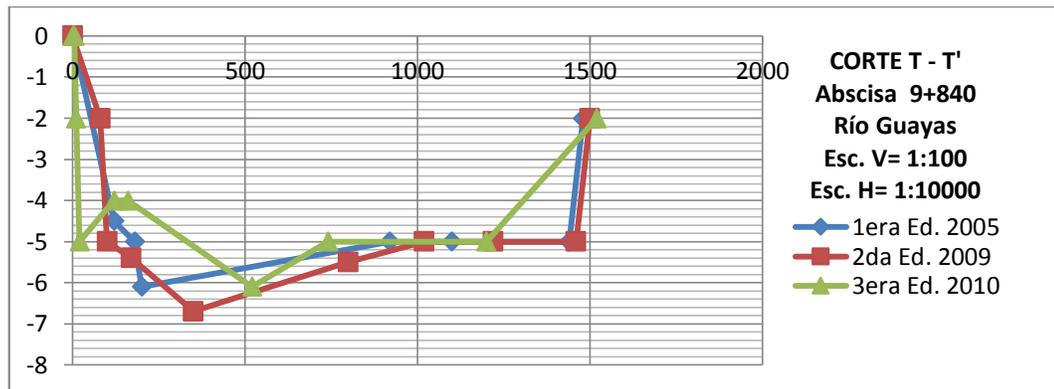
**Gráfico No.19: Abscisa 9+340**



**Autor: José Guillermo Tapia Hinojosa**

**Perfiles del corte T-T' la abscisa 9+840.** En el año 2009 se sedimenta con respecto al 2005, pero en el 2010 se erosiona a nivel de los talúdes. La sedimentación en el lecho en el 2005 se erosiona con respecto al 2005, pero en el 2010 se sedimenta de manera muy pronunciada en el lecho del canal. Sus thalweg está en su máxima profundidad de 6.1 metros.

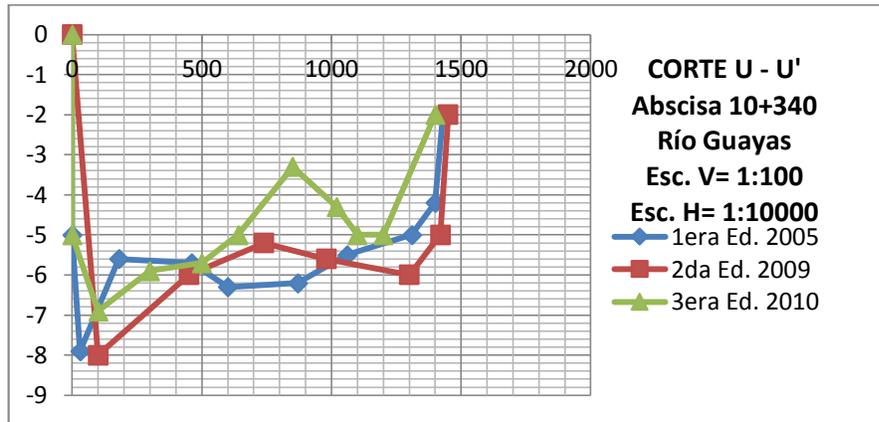
**Gráfico No.20: Abscisa 9+840**



**Autor: José Guillermo Tapia Hinojosa**

**Perfiles del corte U-U' abscisa 10+340.** El thalweg se halla entre los 30 y 100 metros y su máxima profundidad llega a 8.0 metros. Entre el año 2005 y entre el 2009 y 2010 se erosión en el lecho del canal, hacia el este del canal del 2005 al 2010, existe una gran sedimentación que llega a 2.4 metros promedio.

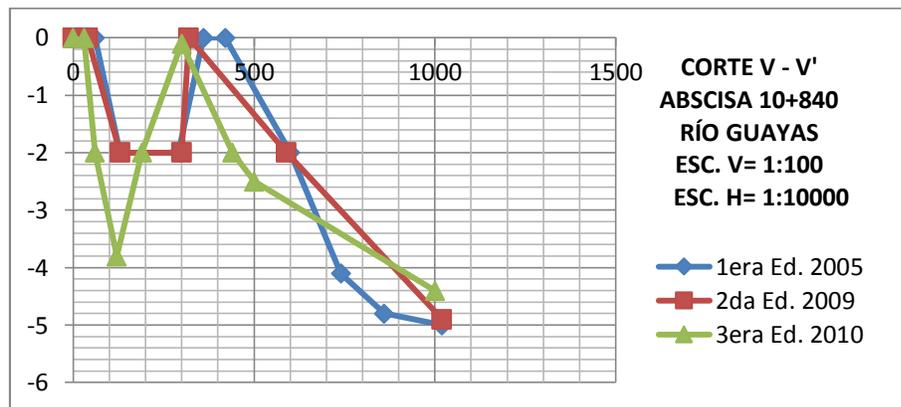
**Gráfico No. 21 Abscisa 10+340**



**Autor: José Guillermo Tapia Hinojosa**

**Perfiles del corte V-V' abscisa 10+840.** Estos perfiles se inician a los 60, 40 y 30 merros a nivel de la cota 0; su thalweg en el 2010 es de 3.8 por la erosión ocurrida desde el 2005 y 2009.

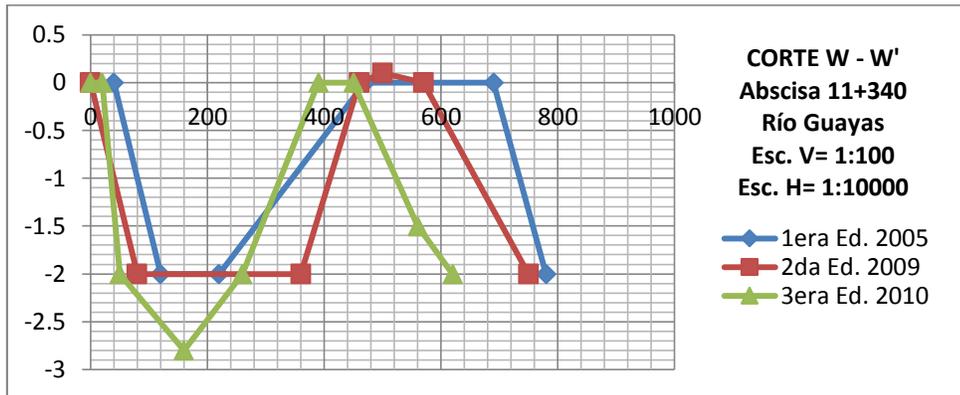
**Gráfico No.22: Abscisa 10+840**



**Autor: José Guillermo Tapia Hinojosa**

**Perfiles del corte W-W' abscisa 11+340.** Estos perfiles se inician a los 40 y 20 merros a nivel de la cota 0; su thalweg en el 2010 es de 2.8 por la erosión ocurrida desde el 2005 y 2009. Al lado este del canal se forma un bajo a nivel de la cota 0.

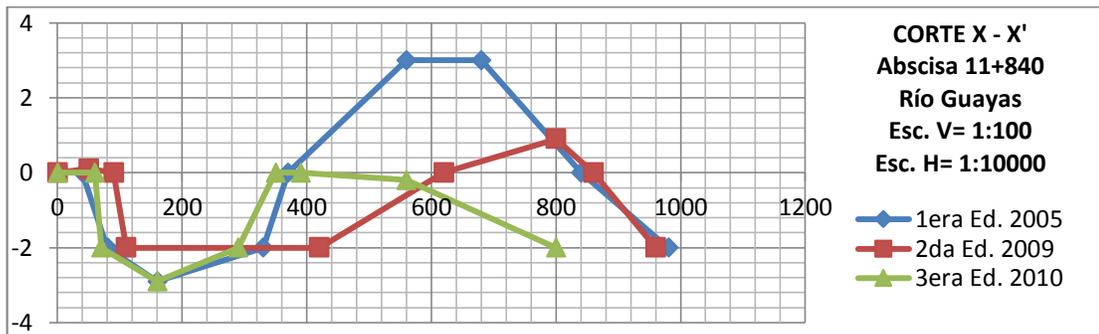
**Gráfico No. 23: Abscisa W – W' 11+340**



**Autor: José Guillermo Tapia Hinojosa**

**Perfiles del corte X-X' abscisa 11+840.** Estos perfiles se inician a los 40, 50 y 60 metros a nivel de la cota 0; su thalweg en el 2010 es de 2.8 por la erosión ocurrida desde el 2005 y 2009. Al lado este del canal se forma el islote El Palmar con una cota de 3 metros sobre el nivel del mar; entre el 2005 y el 2009 se erosiona, habiéndose reducido su altura de 3 metros a 0.90 metros. En el año 2010 se erosiona hasta la cota 0 con respecto al 2009.

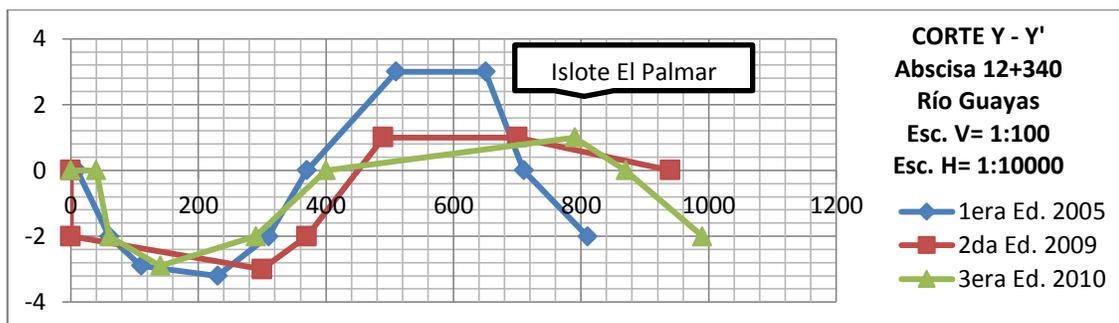
**Gráfico No.24: Abscisa 11+840**



**Autor: José Guillermo Tapia Hinojosa**

**Perfiles del corte Y-Y' abscisa 12+340.** Los perfiles se inician a los 10 y 60 metros a nivel de la cota 0; su mayor thalweg es de 3.2 metros en el 2005. Al lado este del canal se forma el islote El Palmar con una cota de 3 metros sobre el nivel del mar. Entre el 2005 y el 2009 se erosiona de 3 a 1.0 metro sobre el nivel medio del mar, y entre el 2009 y 2010 se erosiona de 1.0 metro a la cota 0 del nivel del mar.

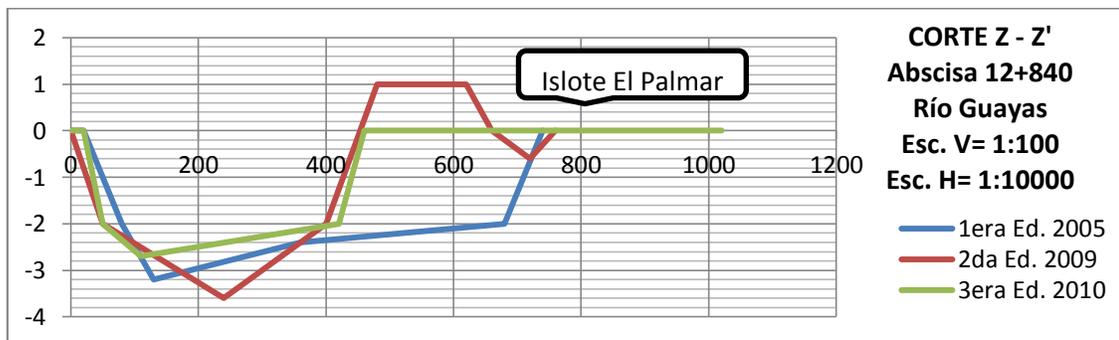
**Gráfico No. 25 : Abscisa Y - Y' 12+340.**



**Autor: José Guillermo Tapia Hinojosa**

**Perfiles del corte Z-Z' abscisa 12+840.** Los perfiles de los cortes se inician a partir de la cota 0 (n.m.m). Su máximo thalweg es de 3.6 metros en el 2009.. De 2005 al 2010 el islote, el talud se erosiona en el margen del río y se sedimenta el 2009 y 2010. El fondo del canal y de en este perfil al lado este del canal el islote El Palmar se ha erosionado 5 metros, llegando a una cota de 2.0, bajo el nivel del mar; pero en el 2009 mantiene su altura de 1.0 metros y en el 2010 sigue manteniendo la talud cota 0.

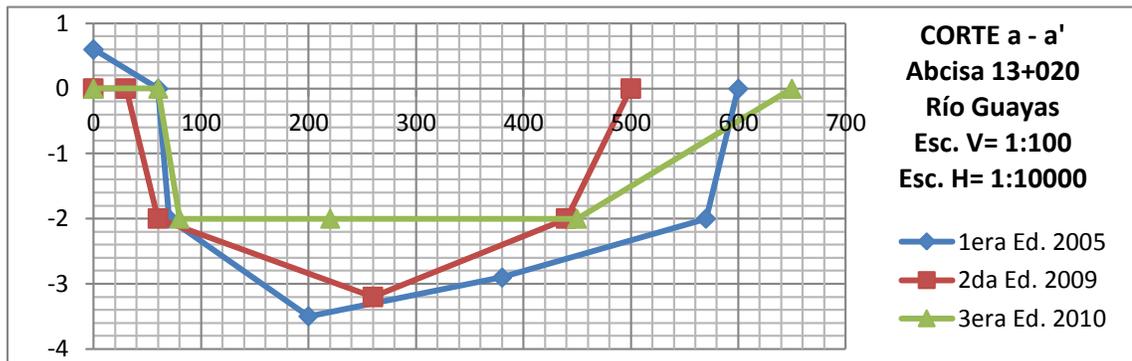
**Gráfico No. 26: Abscisa Z - Z' 12+840**



**Autor: José Guillermo Tapia Hinojosa**

**Perfiles del corte a-a' abscisa 13+020.** En el año 2005, se inicia con un bajo de 0.60 metros sobre el nivel de la cota 0 (n.m.m) ; su mayor thalweg es de 3.5 metros, año 2005. El 2009 se erosiona el talud de la ribera y al otro extremo del canal se sedimenta corrien la cota 2.0 de este a oeste 100 metros con respecto al 2005. En el 2010, se produce la mayor de fondo, con una diferencia con respecto al 2005 de 1.50 metros como se bserva en la gráfica.

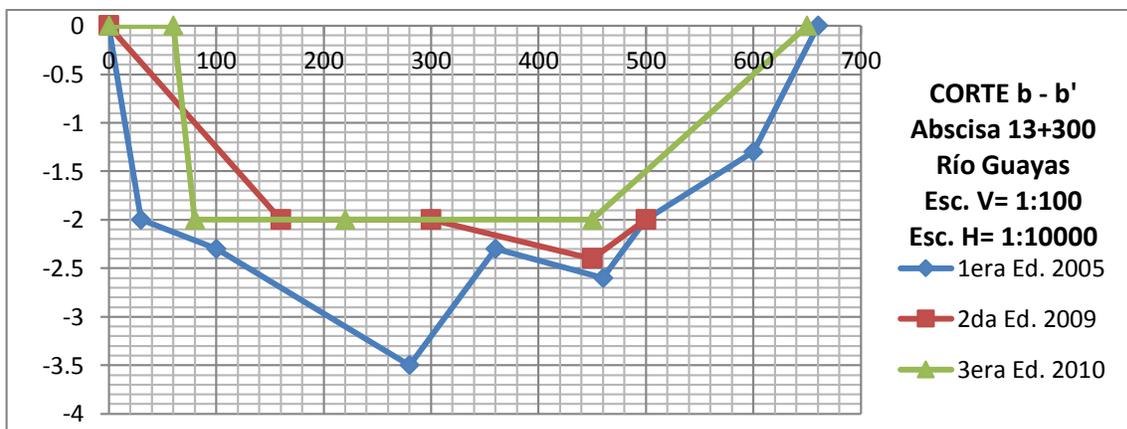
**Gráfico No. 27: Abscisa a-a' 13+020**



**Autor: José Guillermo Tapia Hinojosa**

**Perfiles del corte b-b' abscisa 13+300.** En el año 2005, se inicia con un bajo de 0.60 metros sobre el nivel de la cota 0 (n.m.m) ; su mayor thalweg es de 3.5 metros, año 2005. La pendiente junto a la ribera en el 2005 y 2010 caen perpendicularmente hasta la cota 2.0. La mayor sedimentación se produce del 2005 al 2010; mientras que en el 2009 se sedimenta el talud de la ribera del río con una pendiente de 75° aproximadamente hasta la cota 2.0; y. desde la cota 0 erosiona hasta la cota 2.4 para luego sedimentar hasta la cota 2.0, como se observa en el gráfico.

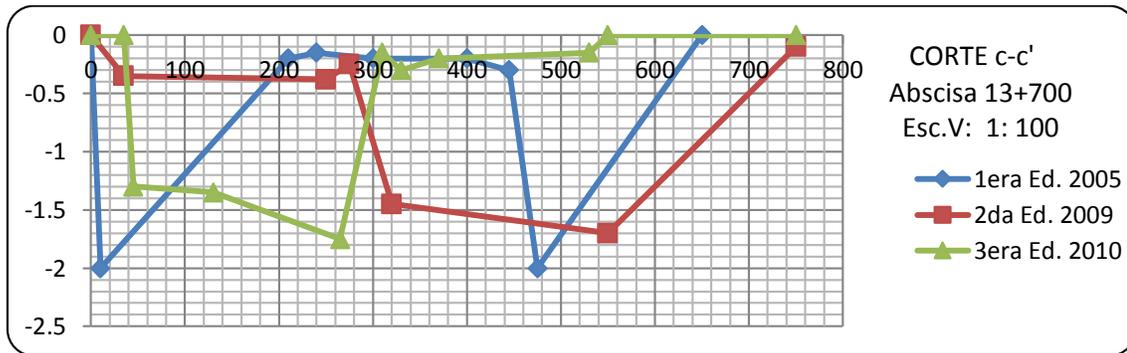
**Gráfico No. 28: Abscisa 13+300**



**Autor: José Guillermo Tapia Hinojosa**

**Perfiles del corte c-c' abscisa 13+300.** En el año 2005; su mayor thalweg es de 2.0 que cae verticalmente en la ribera metros, año 2005; en el 2009 se sedimenta 1.65 metros con respecto al 2005, con una profundidad de 0.35; en el 2010 se produce una erosión con respecto al 2009 de 1.0 metros. A parti de los 200, 250 y 300 en todos los años se sedimentan entre 0.15 y 0.18 metros, volviendose a erosioar los años 2005 y 2009; más el año 2010 se mantiene en el mismo nivel anterior; después de los 440 metros el año 2010 se sedimenta hasta la cota 0. Los años 2005 y 2009 se erosionan hasta la cota 2.0, pero luego se vuelven a sedimentar hasta la cota 0; observándose una dinámica de entre erosión y sedimentación de los años 2005, 2009 y 2010. o.

**Gráfico No. 29: Abscisa No. 13+700**



**Autor: José Guillermo Tapia Hinojosa**

Una vez establecido las diferencias de profundidades producto de la sedimentación, se procedió a obtener las profundidades medias de cada perfil ( $\bar{Y}$ ) desde el corte A-A' hasta c-c', ubicadas mediante coordenadas; con las mismas se procedió a calcular las profundidades medias anuales ( $\bar{Y}_1, \bar{Y}_2, \bar{Y}_3, \dots, \bar{Y}_n$ ). de los años 2005, 2009 y 2010.

## FÓMULA 1

$\bar{Y}$  = Profundidad media

$$\bar{Y} = \frac{\sum [Y_1 + Y_2 + Y_3 \dots + Y_n]}{n}$$

Donde:

$Y_1 + Y_2 + Y_3 \dots + Y_n = \sum$  de  $n$  profundidades de cada corte de perfil.

Las coordenadas UTM se obtuvo de transformar las coordenadas geográficas, mediante la georeferenciación de cada punto, referidos al **Datum WGS 84 17 S**

**Cuadro No. 2 Coordenadas y Profundidades ( $\bar{Y}$ ) de cada Sección Transversal**

	Abscisa	Coordenadas UTM		IOA 1072 2005	IOA 1072 2009	IOA 1072 2010
		X	Y	$\bar{Y}$ (m)	$\bar{Y}$ (m)	$\bar{Y}$ (m)
A - A1	0+000	626643,469	9749643,6	0	0	0
B - B1	0+500	626400,094	9749972,55	5,48	4,11	3,8908
C - C1	1+000	626121,658	9750207,81	4,62	3,465	3,2802
D - D1	1+500	625833,157	9750490,85	4,65	3,4875	3,3015
E - E 1	2+000	625546,803	9750741,86	4,08	3,06	2,8968
F - F1	2+500	625312,564	9750981,34	4,12	3,09	2,9252
G - G1	3+000	624931,224	9751323,35	4,51	3,3825	3,2021
H - H1	3+500	624613,075	9751696,15	5,14	3,855	3,6494
I - I1	4+000	624339,909	9752131,77	5,27	3,9525	3,7417
J - J1	4+500	624106,736	9752601,81	5,41	4,0575	3,8411
K - K1	5+340	623934,555	9753064,83	6,01	4,5075	4,2671
L - L1	5+840	623843,847	9753900,15	6,72	5,04	4,7712
M - M1	6+340	623831,843	9754406,61	8,81	6,6075	6,2551
N - N1	6+840	623929,603	9754897,81	8,19	6,1425	5,8149
O - O1	7+340	623981,042	9755405,51	8,36	6,27	5,9356
P - P1	7+840	624078,419	9755888,9	9,19	6,8925	6,5249
Q - Q1	8+340	624220,516	9756391,99	7,73	5,7975	5,4883
R - R1	8+840	624443,148	9756880,25	7,11	5,3325	5,0481
S - S1	9+340	624572,641	9757399,93	5,69	4,2675	4,0399
T - T1	9+840	624706,303	9757877,09	5,58	4,185	3,9618
U - U1	1+0340	625043,056	9758379,85	5,37	4,0275	3,8127
V - V1	10+840	625235,915	9758863,46	6,16	4,62	4,3736
W -W1	11+340	625050,882	9759145,98	5,71	4,2825	4,0541
X - X1	11+840	624886,036	9759363,74	2,89	2,1675	2,0519
Y - Y1	12+340	624896,229	9759870,56	1,76	1,32	1,2496
Z - Z1	12+840	624941,642	9760373,57	1,71	1,2825	1,2141
a - a'	13+020	624959,059	9760700,66	1,87	1,4025	1,3277
b - b'	13+500	624980,867	9761359,58	2,22	1,665	1,5762
c - c'	13+700	624974,155	9761786,05	2,14	1,605	1,5194
<b>Promedio</b>				<b>5,232142857</b>	<b>3,788793103</b>	<b>3,586724138</b>

Fuente: Cartas hidrográficas IOA 1072; ediciones 2005, 2009, 2010 (INOCAR)

#### **1.5.1.4.7 Calculo de la tasa de sedimentación inter anual entre los años 2005, 2009, 2010**

Con las profundidades medias ( $\bar{Y}$ ) se procedió a calcular la tasa de sedimentación anual e inter anual conforme la siguiente formula:

#### **FÓRMULA: 2**

$$\Delta s = (\bar{Y}_A - \bar{Y}_B)/n; (\bar{Y}_B - \bar{Y}_C)/n; (\bar{Y}_A - \bar{Y}_C)/n$$

$\Delta s$  = tasa de sedimentación

**Años: A = 2005; B = 2009; C = 2010**

**n** = Número de años

$\bar{Y}$  = Profundidad media

$\Delta_1 + \Delta_2 \Delta_3$  = Tasas de sedimentación anual

$\Delta s_{pro} = \Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3/n$  = Tasa promedio de sedimentación inter anual

$\bar{Y}_A = 5.232$  m;  $\bar{Y}_B = 3.789$  m;  $\bar{Y}_C = 3.587$  m; = Profundidades medias anuales

**De donde:**

$\Delta_1 = (5.232 - 3.789)/4 = 1.443/4 = 0.361$  m; sedimentación anual entre los años 2005 a 2009

$\Delta_2 = (3.789 - 3.587)/1 = 0.202$  m sedimentación anual del año 2009 al 2010

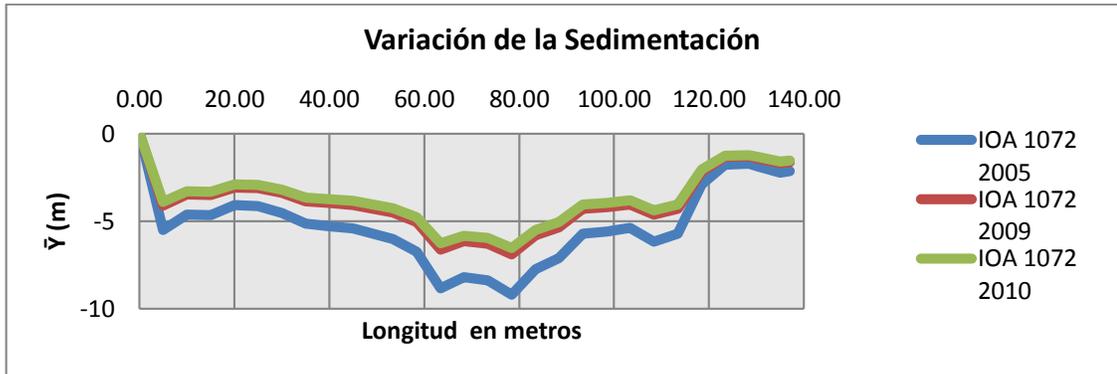
$\Delta_3 = (5.232 - 3.587)/5 = 0.329$  m sedimentación anual entre los años 2005 al 2010

$\Delta s_{pr.} = (\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3)/n = (0.361 + 0.202 + 0.329)/3 = 0.30$  m

**Tasa de sedimentación promedio anual, años 2005, 2009 y 2010 es de 0.30 m mts.**

La sedimentación inter anual, se grafica de forma detallada; en la misma se observa la morfología de su lecho, como producto del comportamiento sedimentario en el río.

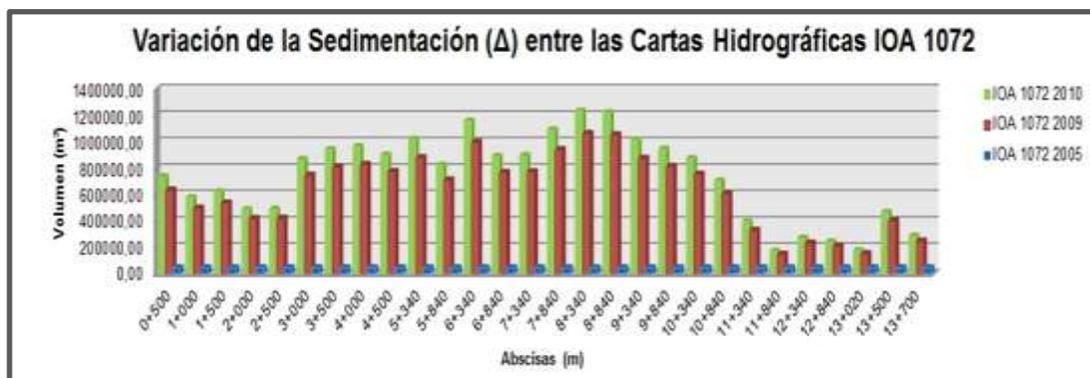
**Gráfico No. 30: Variación de sedimentación inter anual: años 2005, 2009, 2010**



**Autor: José Guillermo Tapia Hinojosa**

El siguiente gráfico de barras, interpreta mediante los colores azul, rojo y verde, las profundidades de cada carta hidrográficas de los años 2005, 2009 y 2010; las mismas que nos permite calcular los volúmenes de sedimentación de cada año y con ellos. Para calcular la sedimentación inter anual, se parte del año 2005, que viene a ser la cota cero, para efecto de estos cálculos.

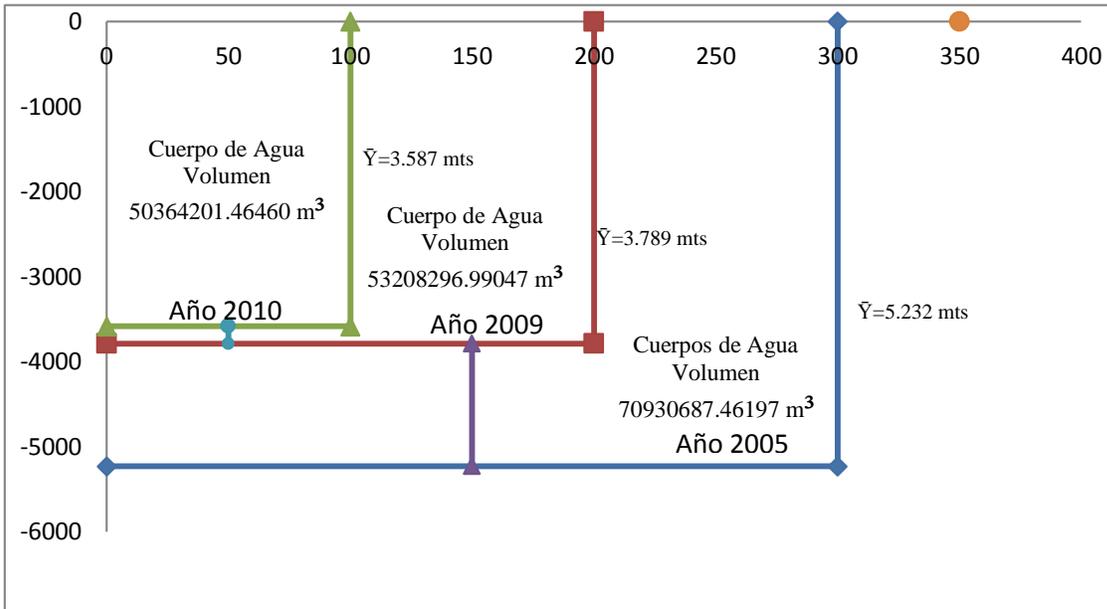
**Gráfico No. 31 Variación de la Sedimentación años 2005, 2009, 2010**



**Autor: José Guillermo Tapia Hinojosa**

Otra forma de determinar la sedimentación es por diferencia de volúmenes de los cuerpos o masas de agua, correspondientes a los años 2005, 2009 y 2010, en función de las profundidades medias ( $\bar{Y}$ ), como se observa en el gráfico preparado para el efecto.

**Gráfico No. 32 : Variación de volúmenes de cuerpos de agua y profundidad media ( $\bar{Y}$ )**



Autor: José Guillermo Tapia Hinojosa

#### 1.5.1.4.8 Cálculo de áreas entre abscisas

El cálculo de las áreas entre abscisas se realiza con el programa ArcGis, mismo que calcula por defecto. Esto, resulta de multiplicar el promedio del ancho de cada abscisa por la longitud entre abscisas.

#### FORMULA: 3

$$A = \frac{(l_1 + l_2)}{2} \times H$$

$l_1$  = Ancho abscisa **A-A'**

$l_2$  = Ancho abscisa **B-B'**;

**H** = Distancia entre abscisas **A-A'** y **B -B'**

**Cuadro No.3: Cuadro de abscisas, coordenadas y áreas, años 2005, 2009 y 2010**

Corte	Abscisa	Coordenadas UTM		Área (m <sup>2</sup> )		
		X	Y	IOA 1072 2005	IOA 1072 2009	IOA 1072 2010
A - A1	0+000	626643,46879	9749643,59569	0,00	0	0
B - B1	0+500	626400,09417	9749972,54589	465401,9522	465401,9522	465401,9522
C - C1	1+000	626121,65807	9750207,80697	433649,6345	433649,6345	433649,6345
D - D1	1+500	625833,15683	9750490,84881	464595,5098	464595,5098	464595,5098
E - E 1	2+000	625546,80308	9750741,86451	413961,9623	413961,9623	413961,9623
F - F1	2+500	625312,56436	9750981,34336	412440,6991	412440,6991	412440,6991
G - G1	3+000	624931,22408	9751323,34857	665340,5494	665340,5494	665340,5494
H - H1	3+500	624613,07459	9751696,14846	633184,406	633184,406	633184,406
I - I1	4+000	624339,90893	9752131,76659	632495,3534	632495,3534	632495,3534
J - J1	4+500	624106,73571	9752601,81191	575597,5781	575597,5781	575597,5781
K - K1	5+340	623934,55462	9753064,82863	587072,41	587072,41	587072,41
L - L1	5+840	623843,84740	9753900,15136	424884,3157	424884,3157	424884,3157
M - M1	6+340	623831,84275	9754406,60741	453964,0259	453964,0259	453964,0259
N - N1	6+840	623929,60293	9754897,80947	376539,9185	376539,9185	376539,9185
O - O1	7+340	623981,04238	9755405,51167	371651,9902	371651,9902	371651,9902
P - P1	7+840	624078,41858	9755888,90043	410729,371	410729,371	410729,371
Q - Q1	8+340	624220,51576	9756391,99428	551441,1648	551441,1648	551441,1648
R - R1	8+840	624443,14764	9756880,25135	594265,9755	594265,9755	594265,9755
S - S1	9+340	624572,64072	9757399,93315	617390,2672	617390,2672	617390,2672
T - T1	9+840	624706,30330	9757877,08513	586423,8333	586423,8333	586423,8333

U - U1	1+0340	625043,05562	9758379,85210	564274,4083	564274,4083	564274,4083
V - V1	10+840	625235,91528	9758863,46480	396227,9596	396227,9596	396148,347
W - W1	11+340	625050,88231	9759145,97953	233617,6816	233717,6816	231009,9689
X - X1	11+840	624886,03583	9759363,74460	210868,82	210911,5262	211369,8186
Y - Y1	12+340	624896,22920	9759870,55712	537536,89	537910,5344	537536,9882
Z - Z1	12+840	624941,64153	9760373,57308	498805,53	497791,8707	498900,5254
a - a'	13+020	624959,05852	9760700,66296	336701,84	337722,5994	337768,7552
b - b'	13+500	624980,86743	9761359,58418	735121,42	736445,4242	736455,5132
c - c'	13+700	624974,15475	9761786,04674	481001,61	485320,1742	487366,4145
<b>Promedio</b>				488042,3954	488262,6106	488280,7734
<b>Total</b>				<b>13665187,07</b>	<b>13671353,10</b>	<b>13671861,66</b>

**Autor: José Guillermo Tapia Hinojosa**

Las áreas correspondientes a las cartas hidrográficas IOA 1072, son: **13' 665187,07 m<sup>2</sup> en el 2005; 13' 671353,10 m<sup>2</sup> en el 2009; 13' 671861,66 m<sup>2</sup> en el 2010.** Como se podrá observar, existe una acreción del área del 2005 al 2009 en 6166,03 m<sup>2</sup>; entre el año 2009 al 2010 existe 508 m<sup>2</sup> de acreción; dando un total acumulado entre el 2005 y 2010 de 6674,56 m<sup>2</sup>.

#### **1.5.1.4.9 Cálculo de volúmenes**

Para el cálculo de volúmenes se utilizó el programa ArcGis y Autocad Civil 3D, los mismos que calculan por defecto.

Para el cálculo del volumen, primero es necesario determinar el área y las profundidades de la sección del canal a dragarse.

Para el efecto se establecen las fórmulas (1), (2), (3) ya expresadas; y la siguiente de volumen.

Los cálculos realizados de los volúmenes correspondientes a los años 2005, 2009 y 2010, se hallan en el siguiente cuadro.

#### **FORMULA No. 4**

$$V_t = \int_n^v (A \cdot \bar{Y})$$

#### **Donde:**

V<sub>t</sub> = Volumen total.

Ȳ = Valor promedio de las profundidades.

A = Área de cada sección.

n = es el número total de abscisa

**Cuadro No 4. Cálculo de volúmenes y sedimentación años 2005, 2009 y 2010**

		X	Y	2005 (m³)	2009 (m³)	2010 (m³)	
A - A1	0+000	626643,4687 9	9749643,5956 9	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
B - B1	0+500	626400,0941 7	9749972,5458 9	255	1912802,02367	1810785,91574	739616,78249
C - C1	1+000	626121,6580 7	9750207,8069 7	2003461,31128	1502595,98346	1422457,53101	581003,78027
D - D1	1+500	625833,1568 3	9750490,8488 1	2160369,12040	1620276,84030	1533862,07549	626507,04492
E - E 1	2+000	625546,8030 8	9750741,8645 1	1688964,80617	1266723,60463	1199165,01238	489799,79379
F - F1	2+500	625312,5643 6	9750981,3433 6	1699255,68043	1274441,76032	1206471,53311	492784,14733
G - G1	3+000	624931,2240 8	9751323,3485 7	3000685,8796	2250514,40847	2130486,97335	870198,90461
H - H1	3+500	624613,0745 9	9751696,1484 6	3254567,84707	2440925,88530	2310743,17142	943824,67565
I - I1	4+000	624339,9089 3	9752131,7665 9	3333250,51230	2499937,88423	2366607,86373	966642,64857
J - J1	4+500	624106,7357	9752601,8119	3113982,89773	2335487,17330	2210927,85739	903055,04034

		1	1				
K - K1	5+340	623934,5546 2	9753064,8286 3	3528305,18410	2646228,88808	2505096,68071	1023208,50339
L - L1	5+840	623843,8474 0	9753900,1513 6	2855222,60167	2141416,95125	2027208,04719	828014,55448
M - M1	6+340	623831,8427 5	9754406,6074 1	3999423,06824	2999567,30118	2839590,37845	1159832,68979
N - N1	6+840	623929,6029 3	9754897,8094 7	3083861,93238	2312896,44928	2189541,97199	894319,96039
O - O1	7+340	623981,0423 8	9755405,5116 7	3107010,63836	2330257,97877	2205977,55324	901033,08513
P - P1	7+840	624078,4185 8	9755888,9004 3	3774602,91926	2830952,18945	2679968,07267	1094634,84659
Q - Q1	8+340	624220,5157 6	9756391,9942 8	4262640,20353	3196980,15265	3026474,54451	1236165,65902
R - R1	8+840	624443,1476 4	9756880,2513 5	4225231,08579	3168923,31434	2999914,07091	1225317,01488
S - S1	9+340	624572,6407 2	9757399,9331 5	3512950,62054	2634712,96541	2494194,94059	1018755,67996
T - T1	9+840	624706,3033 0	9757877,0851 3	3272244,99002	2454183,74252	2323293,94291	948951,04711
U - U1	1+0340	625043,0556 2	9758379,8521 0	3030153,57278	2272615,17958	2151409,03667	878744,53610

V - V1	10+840	625235,9152 8	9758863,4648 0	2440764,23138	1830573,17354	1732594,41050	708169,82088
W - W1	11+340	625050,8823 1	9759145,9795 3	1333956,96219	1000895,97164	936537,51512	397419,44707
X - X1	11+840	624886,0358 3	9759363,7446 0	609410,88571	457150,73308	433709,73075	175701,15496
Y - Y1	12+340	624896,2292 0	9759870,5571 2	946064,92608	710041,90536	671706,22047	274358,70562
Z - Z1	12+840	624941,6415 3	9760373,5730 8	852957,44847	638418,07412	605715,12792	247242,32056
a - a'	13+020	624959,0585 2	9760700,6629 6	629632,43189	473655,94572	448455,57633	181176,85556
b - b'	13+500	624980,8674 3	9761359,5841 8	1631969,56162	1226181,63121	1160801,17983	471168,38179
c - c'	13+700	624974,1547 5	9761786,0467 4	1029343,44637	778938,87961	740504,53022	288838,91615
<b>Promedio</b>				<b>2533238,83793</b>	<b>1900296,32109</b>	<b>1798721,48088</b>	<b>734517,35705</b>
<b>Tal</b>				<b>70930687,4619</b> 7	<b>53208296,9904</b> 7	<b>50364201,4646</b> 0	<b>20566485,99737</b>
<b>Tasa de Sedimentación Anual (m³/m²)</b>							<b>0,300911302</b>

**Autor: José Guillermo Tapia Hinojosa**

### 1.5.1.5 El Dragado

#### 1.5.1.5.1 Introducción al Dragado

La profundidad, es el elemento básico de la infraestructura portuaria; cuando la profundidad se pierde, dicha infraestructura no es útil para los barcos; siendo necesario realizar las operaciones de dragado. Para realizar dichos trabajos debe aplicarse todo un conjunto de conocimientos, técnicas y procedimientos técnicos especializados que los profesionales encargados de la elaboración y ejecución de los proyectos de dragado deben conocer

El objetivo fundamental del dragado es, profundizar los canales navegables de ingreso a los puertos con el fin de aumentar la capacidad de transporte de un mayor volumen de agua, que permita la navegación de embarcaciones sin que se presenten obstáculos en el canal navegable; para lo cual, se debe realizar las operaciones necesarias para la extracción, el transporte y el vertido de materiales situados bajo el agua, ya sea en el medio marino, fluvial o lacustre.

Por lo tanto, el dragado es una operación necesaria para el desarrollo y el mantenimiento de la infraestructura de los canales navegables tanto marítimo como fluvial, y de su realización depende el desarrollo de los puertos y del tráfico marítimo.

**Figura No. 26 Draga en posición de corte**



**Fuente: Tesina Ing. Stanley Guerrero pág.3**

### **1.5.1.5.2 Definición, historia e importancia del dragado**

#### **1.5.1.5.2.1 Definición de Dragado**

**Dragado.-** Es la operación de limpieza de los sedimentos en cursos de agua, lagos, bahías, accesos a puertos para aumentar la profundidad de un canal navegable o de un río con el fin de aumentar la capacidad de transporte de agua, evitando así las inundaciones aguas arriba. Asimismo, se pretende con ello aumentar el calado de estas zonas para facilitar el tráfico marítimo por ellas sin perjuicio para los buques, evitando el riesgo de encallamiento. Es.wikipedia.org/wiki/dragado.

**Dragado.-** Es el proceso a través del cual se produce la **limpieza artificial** de mares, ríos o bahías. Esta tarea se realiza para ensanchar o profundizar las vías de navegación, produciendo un tránsito fluido de navíos. El dragado es un proceso que colabora a mejorar la navegación de los ríos internos o mares. <http://www.neetblogs>.

**Dragado.-** Es la extracción de materiales (fango, arena, grava, etc.) del fondo del mar en los puertos, así como en ríos como en canales navegables con el fin de aumentar la profundidad. (Puertos Marítimos y Dragados, México, D.F, 2007; pág. 525).

**Dragado.-** Se entiende por dragado la extracción de materiales (fango, arena, grava, etc.) del fondo del mar en los puertos, así como en ríos y canales navegables, con el fin de aumentar la profundidad descargando estos azolves en las zonas de depósito. (Ingeniería Marítima y Portuaria, Guillermo Magdonel Martínez, Alfa Omega: 2000; México, D.F, 2007; pág. 450).

#### **1.5.1.5.2.2 Historia del dragado**

Todas las civilizaciones del mundo han crecido en las orillas de grandes ríos, ejemplo de ellos son: El Nilo, El Éufrates, El Indus y el Yangtse-Krang, El Éufrates y Tigres

La historia nos indica que el control del agua sobre las crecientes, el riego y los fines de navegación, era esencial para la sobrevivencia de la humanidad y ha sido un crecimiento de la civilización.

Conjuntamente con el desarrollo de las civilizaciones antiguas, hace miles de años se iniciaron el arte de dragado. La forma más primitiva fue la de emplear palas y cestas.

El dragado por agitación fue también empleado en sus primeras etapas. En el Río Indus embarcaciones arrastraban cajones de madera rellenas de piedra a fin de colocar el lodo en suspensión, y las corrientes del mismo, arrastren el material suspendido aguas abajo y fuera de las áreas sedimentadas.

El dragado por agitación es hoy en día todavía empleado en áreas tales como las zonas deltaicas del Missisipi.

Las dragas de los tipos denominadas “cuchara y cámara”, “molino de lodo” y de “almeja”, se desarrollaron entre la edad media y el siglo XVI. La invención de los dos primeros tipos mencionados, se les atribuye a los holandeses; mientras que el desarrollo del último, es compartido por los holandeses e Italianos.

Lebby concibió la primera draga hidráulica denominada GENERAL MOULTRIE que operó en los Estados Unidos en 1855.

Bazin presentó en la exposición de París en 1867 una idea para una draga de succión; su idea se incorporaba una grada rotacional debajo de la quilla de la embarcación y tubería de succión debajo de la popa que fue aplicada en el Canal de Suez.

El desarrollo en el siglo XVIII de las máquinas de vapor por James Watt, dio finalmente la energía para la autopropulsión de embarcaciones y dragas. Esto y el desarrollo de

una bomba centrífuga eficiente en este mismo periodo, resultó ser el origen del diseño de la draga moderna.

El dragado que antes de la segunda guerra mundial era operado y realizado a base de tanteos; alcanzó la mayoría de edad en la década de 1950. Desde entonces, ha existido un desarrollo considerable en equipos y métodos de dragado ocasionado por el desarrollo de los proyectos a gran escala en los puertos alrededor del mundo.

El aumento del tonelaje de los buques de diseño, ha requerido la profundización de los canales de navegación y zonas de maniobras de los puertos, el incremento de nuevas áreas portuarias y el desarrollo de islas artificiales para puertos de mar abierto y para zonas de descarga.

**Fuente: Efectos Ambientales del Dragado, Cuerpo de Ingenieros de los EE.UU. Ing. Bill Murden, pág.2-3; Tercer Congreso Latinoamericano de Dragado, 1979, Caracas, Venezuela, ( )**

#### **1.5.1.5.2.3 Importancia del dragado**

El dragado tiene gran importancia para el desarrollo portuario, tanto fluvial como marítima; las mismas pueden ser de construcción, mantenimiento o mejora de sus calados; explotación de materiales para construcción; tales como: rellenos de tierra, muelles, bases de carreteras y aeropuertos, o bien la sustitución de terrenos de mala calidad, para mejorar las condiciones y el desarrollo de nuevas instalaciones o para la creación de nuevos puertos

Las obras de dragado, permiten mantener o ampliar los cauces de los ríos, y mejorar su capacidad de desagüe; así como también, para la corrección ambiental como la limpieza de fondos contaminados o el drenaje de zonas pantanosas. La regeneración y conservación de las playas mediante aportaciones artificiales de arena; permite excavar zanjas para tuberías o cables.

La mayoría de puertos del mundo necesitan en algún momento trabajos de dragado para mejorar las condiciones de navegación en su interior. Fuente::Técnicas de Dragado primera parte, pág.1

### **1.5.1.5.3 El Dragado en el Rio Guayas**

#### **1.5.1 5.3.1 Antecedentes Históricos**

La navegación por el Río Guayas, por sus características físicas del cauce navegable, era considerada muy difícil y más aún, sujeta a un gradual deterioro y empeoramiento debido a la gran cantidad de sedimentos que arrastra el río y a la configuración meándrica de su lecho, elementos que producen no solo su embancamiento sino también constantes cambios en los perfiles del cauce navegable.

Desde la colonia y república, ya existía la intención de dragar el río, con el objeto de eliminar los embancamientos y las barras que obstruían el canal navegable del río Guayas. Además, debía complementarse con la construcción de una terminal donde las naves puedan atracar directamente.

El primer intento de dragar del río Guayas para resolver el problema portuario de Guayaquil, fue considerado por el Presidente Olmedo en el año 1814 (único presidente de la república de Guayaquil).

En 1841 se presenta al Gobierno Nacional el proyecto de dragado del río Guayas:

En la década de 1850, el dragado de los afluentes del Guayas tomó gran importancia, mismo que no fue realizado por autoridad alguna

En 1872, el Presidente García Moreno consideró en primer término la sedimentación del río Milagro, cuya navegación se encontraba seriamente afectada; amenazando con graves trastornos para la recolección de la vasta producción agrícola de aquella fértil región.

En marzo de 1872, el Presidente García Moreno, ordena contratar en Inglaterra un mecánico para armar y operar las dragas adquiridas para limpiar y canalizar el río

Milagro. Se trataba de dotar a la provincia de medios adecuados para mantener en buenas condiciones sus únicas vías de comunicación existentes hasta ese momento.

El primer dragado se realizó en el río Yaguachi en noviembre de 1872 pero por efectos naturales, el fondo de este río se llenó nuevamente, y por esto la draga fue calificada de ineficaz y abandonada por el Gobierno tan pronto terminó su trabajo en el río Milagro.

Otra draga que se adquirió, inició sus trabajos en octubre de 1873, operando de manera intermitente hasta 1878; años después se hundió por su mal estado. En 1886, el país se quedó sin ninguna draga, se realizó una operación de rescate y se mantuvo en funcionamiento dragando el río Guayas hasta marzo de 1888. Lamentablemente, esta draga nuevamente se hundió por efecto de las torrenciales lluvias.

El costo del dragado de mantenimiento en la práctica, era considerado muy elevado, ya que las aguas del río Guayas llevan en suspensión gran cantidad de arena y limo que vienen arrastrando desde sus orígenes, razón por la, se empezó a hacer planes de reubicar el puerto; por lo que, por el año 1929 nace la idea de establecer el puerto de Guayaquil en Salinas, argumentando que la carga y descarga de las naves en el Río Guayas era muy demorada; consideraban además que a través de Salinas los productos irían más frescos a Nueva York; especialmente las frutas y vegetales producidos en la cuenca del Guayas. Las expectativas del proyecto de trasladar el Puerto Fluvial de Guayaquil a Salinas quedó luego relegado, por cuanto, había que remover y dragar una gran cantidad de arena del fondo de la bahía para obtener la profundidad para las naves que llegaban al Ecuador, como los de la compañía italiana Navigazione Generale, que servía al Ecuador pero fondeaba en Salinas a una gran distancia de la costa. Se estimó que en Salinas, a más de la gran cantidad de dragado, había que construir rompe olas y muchas obras de infraestructura, resultando el proyecto costoso e imposible de realizar.

En la década de 1950, la Armada Nacional, oficialmente asumió como proyecto institucional el proyecto “Puerto Nuevo de Guayaquil”, elaborado en el año de 1944 por el Capitán de Fragata Ingeniero, Luis Eloy Jarrín Guerra, Jefe del Servicio Hidrográfico

de la Armada, quien estableció que el sitio ideal para el nuevo puerto era el **Estero Salado al sur de la ciudad de Guayaquil**, mismo que se concretaría años después. (Instituto Oceanográfico de la Armada “Génesis y Trayectoria”, pág. 152)

El Puerto Fluvial de Guayaquil, a pesar de ser uno de los principales puertos de América del Sur, tan **sólo contaba con un muelle** para recibir naves que traían trigo al país para un molino particular. Fotografía No.

**Fotografía No. 9 Malecón y Muelle Antiguo de Guayaquil**



**Fuente: Archivo Histórico Biblioteca Municipal de Guayaquil**

A partir de la Segunda Guerra Mundial, el tamaño de los navíos se incrementaron, por este motivo ya no era posible el ingreso por el Río Guayas a la ciudad; razón por la cual, las embarcaciones se quedaban en la Isla Puná y allí realizaban el trasbordo de la carga en barcas; esto produjo un encarecimiento del flete por el gasto del tiempo de las naves.

Por la imposibilidad de que los barcos mercantes ingresen hasta la ciudad de Guayaquil; el Comité Ejecutivo de Vialidad del Guayas que a esa fecha ejercía

jurisdicción, contrató los estudios para la construcción de un nuevo puerto; los mismos que se realizaron en el Estero Salado, sitio señalado por el Capitán Jarrín. Los estudios fueron realizados desde 1948 hasta 1956. El Desperdicio del Siglo. Hugo Tobar Vega, pág.11-24)

Para la construcción del nuevo puerto, el gobierno ecuatoriano realiza un crédito al Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (Banco Mundial), mismo que condiciona el préstamo previo a la creación de una institución denominada Autoridad Portuaria de estilo privado, según el modelo estadounidense que fuera impuestos en Corinto-Nicaragua y en Callao-Perú; donde el Banco Mundial entregó préstamos para el desarrollo de estos de estos puertos.

Por lo expuesto, el gobierno constitucional del Dr. Camilo Ponce Enríquez, crea en el año 1958 la Autoridad Portuaria de Guayaquil (APG).la misma que es constituida como una entidad Autónoma de Derecho Privado con finalidad pública, con personería jurídica, fondos y patrimonio propio y capacidad plena para adquirir derechos y obligaciones; siendo su objetivo específico: planear, administrar, financiar, ejecutar las operaciones, servicios y facilidades en el Puerto de Guayaquil y de todas las obras portuarias que se fueran a construir en su jurisdicción. También estaba a cargo del Comité de Vialidad, la construcción del nuevo puerto.

En el decreto de creación se hace constar que dragado del Río Guayas y sus afluentes, continuará a cargo del Comité de Vialidad. Según dicho decreto, la APG tendría jurisdicción sobre la zona fluvial y marítima y sobre el área terrestre portuaria.

Lamentablemente, conforme lo reseña la historia; el último dragado realizado en el Río Guayas fue entre el año de 1968-1970.

En 1970, desaparece el Comité de Vialidad del Guayas y las dragas son entregadas a la Armada del Ecuador mediante Decreto Ejecutivo No. 646-A, del 3 de mayo de 1.971, las dragas son transferidas a la Armada del Ecuador; y, con Decreto Ejecutivo No. 1009 del 8 de julio de 1971, se autoriza a la Armada del Ecuador para que se haga cargo de los trabajos de dragado y limpieza, tanto fluvial como marítimo en todo el territorio nacional. Fuente: (Historia de la creación del Servicio de Dragas de la Armada, pág. 2); (El Desperdicio del Siglo, Hugo Tobar Vega, págs. 11-16)

### **1.5.1 5.2.3.2 El Problema del dragado del Río Guayas visto desde la ciudadanía**

**Fotografías No. 10 Formación de los bajos y el islote El Palmar**



Fuente: <http://www.google.ec/fotografias>

### **1.5.1 5.2.3.3 Reseña de publicaciones de prensa sobre el problema del dragado del Río Guayas**

#### **El Comercio**

#### **A los 17 años, se navegará por el estuario del río Guayas**

En los próximos días, dos dragas extraerán el sedimento y lo ubicarán sobre el islote. El islote El Palmar crecerá cuando comience la primera etapa para retirar los sedimentos que se han acumulado en el estuario del río Guayas. El islote, ubicado entre Guayaquil

y La Puntilla (Samborondón), recibirá 290 000 m<sup>3</sup> de sedimentos. La isla, de 19,4 hectáreas, se aprecia desde el puente de la Unidad Nacional, La Puntilla y sitios altos de Guayaquil como el cerro Santa Ana. En mareas muy bajas es posible divisarla desde puntos como Puerto Santa Ana, continuación del Malecón 2000. Para Josué López, quevedeño quien paseaba con su familia por el malecón, no siempre se puede apreciar la gran mancha café en la zona entre el islote y la orilla hacia Guayaquil. "Me parece un buen detalle turístico ver este espectáculo sobre el río". Lo dicen sin saber que los trabajos de dragado están por iniciarse como una urgente necesidad. Una vez actualizados los estudios y establecidas las obras adicionales, dos dragas operarán en los próximos días. La misión es dragar el canal Este y devolver la navegabilidad a ese tramo de la desembocadura del río, un problema que se agudizó más con el fenómeno de El Niño de 1997-1998, es decir, casi unos 17 años. El proceso de dragado El islote El Palmar, que empezó a formarse alrededor de 1950, surge en la confluencia de los ríos Daule y Babahoyo, que dan origen al río Guayas. Al descartarse la opción de dragar el islote, debido a sus altos costos y por la cantidad de material, la solución técnica fue dragar en sus alrededores donde las mareas bajas suelen mostrar una enorme playa. Los trabajos iniciales fueron suspendidos temporalmente por restricciones técnicas que se presentaron al iniciar su ejecución. La consultora Vera & Asociados realizó una revisión de la situación. "En esta revisión se determinó que existen estratos superficiales de arcilla con características diferentes a las evaluadas en zonas centrales del islote en la época de los estudios originales y concluye que se trata de aportes sedimentarios recientes", explicó Walter Solís, secretario nacional del Agua (Senagua). La consultora recomendó que, previa instalación de los geotubos que soportarán los sedimentos sobre el islote, se conformará una cama de arena de 0,50 metros de altura. Según Solís, para los trabajos entrarán a laborar dos dragas: la Macas, de succión simple de 8 pulgadas de diámetro de descarga; y una draga estacionaria de 20 pulgadas para corte y succión del estrato que será removido entre el canal y el islote El Palmar. Los equipos pertenecen al Servicio de Dragas de la Armada, que firmó un contrato con Senagua para esta primera etapa, que tendrá un tiempo de

duración de 11 meses a un costo de USD 4,6 millones. La Prefectura del Guayas, que también participa en el proyecto, aprobó la Ficha Ambiental y Plan de Manejo Ambiental, presentado por la Senagua. Cristina Niveló, prefecta encargada del Guayas, informó que para la segunda fase del dragado se analizan las áreas de recepción del estrato que será removido, de la barra sureste de La Puntilla y barra sur del islote. Se hará de acuerdo a lo planteado por la Consultora Vera & Asociados en el "Estudio de Factibilidad, Impacto Ambiental e Ingeniería Definitivos para el Dragado del Islote El Palmar en el río Guayas". Para esa segunda etapa se retirarán 3 millones de m<sup>3</sup> de sedimentos durante tres años a un costo aproximado de USD 60 millones. El material servirá para rellenar sectores bajos y de fácil anegación en Durán. El objetivo que persigue el dragado en general es recuperar el canal de navegación del río y disminuir los riesgos de inundación en Guayaquil y sus alrededores especialmente en marea alta. Por ejemplo, el año pasado la ciudad se inundó cuando confluyeron la marea alta y las lluvias invernales. En el estuario del río Guayas están identificados, al menos, 10 'bajos' o bancos de arena visibles, como frente a Las Peñas, por la isla Mocolí (río Babahoyo), La Pradera, Guasmo. Plazo. 3 años tomará la segunda etapa del dragado del río Guayas. [.http://www.elcomercio.com.ec](http://www.elcomercio.com.ec)

### **El alcalde de Guayaquil.**

“Municipio contratará estudio completo para el dragado de los ríos Daule, Babahoyo y Guayas para entregarlo a SENAGUA”.

El estudio abarcará todo el problema que se desprende desde 1968, cuando se dejó de dragar, por parte del antiguo Comité de Vialidad del Guayas, hasta el mal manejo de la presa Daule-Peripa que ha agudizado la acumulación de de materiales en los lechos de los mencionados ríos. [Noticias.guayaquil.gob.ec](http://Noticias.guayaquil.gob.ec)

### **El Telégrafo**

**“Los Sedimentos se usarán como Relleno Hidráulico en el Parque Samanes**  
\$ 40 millones costará la fase 2 del dragado en el río Guayas (GALERÍA)

El proceso iniciará una vez que se actualicen los estudios de factibilidad. La Secretaría Nacional del Agua entregó a la Prefectura del Guayas la competencia para ejecutar la obra.

La segunda fase del dragado de los alrededores del islote El Palmar costará \$ 40 millones e iniciará una vez que se actualicen los estudios de factibilidad.

La Prefectura del Guayas y la Secretaría Nacional del Agua (Senagua) llegaron a un acuerdo preliminar para que el ente provincial se encargue de los trabajos (la primera fase la ejecuta Senagua).

El objetivo en esta parte del proceso es que ambas instancias públicas observen los requerimientos técnicos necesarios para realizar el retiro del sedimento, afirmó Jimmy Jairala, prefecto de la provincia.

Anteriormente, se tenía previsto depositar los 3'200.000 metros cúbicos de sedimento de la segunda etapa del dragado en 7 sectores de Durán -por lo que se requería colocar 13 km de tuberías-, pero ahora se adicionó al parque Samanes como destino del material.

La reutilización de los sedimentos, que servirán para la compactación de las bases del espacio recreativo, "representaría un ahorro importante para el Estado", explicó Jairala. Los \$ 40 millones estimados para la nueva parte del proceso de dragado es una cifra preliminar, aclaró el Prefecto. El valor real se establecerá cuando se actualicen los estudios de factibilidad.

Por el momento no se ha definido la manera como se financiará la obra. Jairala planteó 2 opciones: obtener un préstamo del Banco del Estado o que alguna otra instancia del Gobierno Nacional haga un aporte.

El gobernador de la provincia, Rolando Panchana, quien estuvo en la cita, informó que se coordina una reunión con el presidente Rafael Correa (probablemente para el próximo martes) para tratar las posibilidades de financiamiento estatal.

El funcionario aspira a que los acuerdos se concreten una vez que los estudios de viabilidad concluyan, al menos, en forma preliminar.

La consultora Vera y Asociados, que efectuó un estudio del islote en 2012 para la primera fase del dragado, sería la encargada de actualizar la investigación.

Para Panchana, es urgente concluir la tarea ante la posibilidad de que se presente el fenómeno 'El Niño'. El dragado en El Palmar evitará inundaciones en el sector La Puntilla y permitirá recuperar la navegabilidad en el río Guayas.

La primera parte del dragado concluiría en junio de 2015. La segunda fase -que se realizará en tres años- podría comenzar incluso antes de esa fecha, "si es que los estudios son entregados primero", dijo Jairala.

El prefecto informó que una o dos dragas permanecerán en el río Guayas para dar mantenimiento. La presencia del fenómeno 'El Niño' "puede agravar el problema de sedimentación".

Por su parte, Senagua entregó a la Prefectura los estudios respectivos que fueron realizados en 2012 para la primera fase. Walter Solís, titular de la Senagua, explicó que en los recientes meses se procedió a validar técnicamente el nuevo proceso de dragado que beneficiará al parque Samanes.

También se ha sugerido realizar un análisis de precios actualizados con el Servicio de Dragas de la Armada "indicando, incluso, la nueva ubicación del relleno hidráulico".

Las carteras de Salud y Ambiente también serán incluidas dentro de este proceso para validar su factibilidad.

La Secretaría Nacional del Agua descartó que la remoción de los sedimentos contaminados represente un riesgo para la fauna submarina, pero que se evaluará su traslado para evitar afectaciones en los rellenos hidráulicos.

En febrero de 2013 se firmó el convenio entre la Prefectura del Guayas, la Secretaría Nacional del Agua (Senagua) y el Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO) para dragar los alrededores del islote El Palmar.

Se estimó que el proyecto durará aproximadamente 4 años. En la primera etapa se retirarán alrededor de 296.000 m<sup>3</sup> de sedimento.

En septiembre de 2013, la Escuela Superior Politécnica del Litoral (Espol) solicitó, como fiscalizadora de la obra, que se suspendan las labores al detectar problemas con el suelo que afectarían la consolidación del islote. [www.eltelegrafo.com.ec](http://www.eltelegrafo.com.ec)

### **Alcalde Nebot “Dragados de los ríos Daule y Babahoyo”**

El alcalde Nebot también insistió en la responsabilidad del gobierno de cumplir con su obligación de dragar los ríos Daule, Babahoyo, su confluencia con el río Guayas, que no se han dragado desde 1968 y que por sus actuales niveles de sedimentación ponen en riesgo de graves inundaciones, no tan solo a Guayaquil sino a muchísimas ciudades de algunas provincias que riegan dichos ríos en la cuenca baja del Guayas. “Es una competencia del gobierno a través de Senagua y de la Prefectura del Guayas que no se discute porque ya lo aceptaron e incluso dicen que están haciendo un trabajo al respecto”.

Advirtió que el trabajo de dragado tiene que ir más allá que desalojar la parte visible del cerro de sedimento de El Palmar, que se avizora en el Guayas. En este sentido, confirmó, para el jueves 20 de marzo, su reunión con la Corporación Andina de Fomento (CAF) con el propósito de abordar el tema de financiamiento de los estudios respectivos, realizados por expertos internacionales y que arrojarán las precisiones sobre lo que se tendrá que trabajar para dejar expedito el cauce fluvial. “En todo caso, cuando tengamos lista esa consultoría, la vamos a entregar gratuitamente, como un aporte del Municipio de Guayaquil, a Senagua y a la Prefectura (del Guayas), para que se sepa qué hacer, porque dragar es una obligación que el gobierno tiene que cumplir con la ciudad de Guayaquil”. [radiohuancavilca.com.ec](http://radiohuancavilca.com.ec)

### **El Telégrafo**

#### **“Los Sedimentos Se Usarán Como Relleno Hidráulico En El Parque Samanes**

\$ 40 millones costará la fase 2 del dragado en el río Guayas (GALERÍA)

El proceso iniciará una vez que se actualicen los estudios de factibilidad. La Secretaría Nacional del Agua entregó a la Prefectura del Guayas la competencia para ejecutar la obra.

La segunda fase del dragado de los alrededores del islote El Palmar costará \$ 40 millones e iniciará una vez que se actualicen los estudios de factibilidad.

La Prefectura del Guayas y la Secretaría Nacional del Agua (Senagua) llegaron a un acuerdo preliminar para que el ente provincial se encargue de los trabajos (la primera fase la ejecuta Senagua).

El objetivo en esta parte del proceso es que ambas instancias públicas observen los requerimientos técnicos necesarios para realizar el retiro del sedimento, afirmó Jimmy Jairala, prefecto de la provincia.

Anteriormente, se tenía previsto depositar los 3'200.000 metros cúbicos de sedimento de la segunda etapa del dragado en 7 sectores de Durán -por lo que se requería colocar 13 km de tuberías-, pero ahora se adicionó al parque Samanes como destino del material.

La reutilización de los sedimentos, que servirán para la compactación de las bases del espacio recreativo, "representaría un ahorro importante para el Estado", explicó Jairala.

Los \$ 40 millones estimados para la nueva parte del proceso de dragado es una cifra preliminar, aclaró el Prefecto. El valor real se establecerá cuando se actualicen los estudios de factibilidad.

Por el momento no se ha definido la manera como se financiará la obra. Jairala planteó 2 opciones: obtener un préstamo del Banco del Estado o que alguna otra instancia del Gobierno Nacional haga un aporte.

El gobernador de la provincia, Rolando Panchana, quien estuvo en la cita, informó que se coordina una reunión con el presidente Rafael Correa (probablemente para el próximo martes) para tratar las posibilidades de financiamiento estatal.

El funcionario aspira a que los acuerdos se concreten una vez que los estudios de viabilidad concluyan, al menos, en forma preliminar.

La consultora Vera y Asociados, que efectuó un estudio del islote en 2012 para la primera fase del dragado, sería la encargada de actualizar la investigación.

Para Panchana, es urgente concluir la tarea ante la posibilidad de que se presente el fenómeno 'El Niño'. El dragado en El Palmar evitará inundaciones en el sector La Puntilla y permitirá recuperar la navegabilidad en el río Guayas.

La primera parte del dragado concluiría en junio de 2015. La segunda fase -que se realizará en tres años- podría comenzar incluso antes de esa fecha, "si es que los estudios son entregados primero", dijo Jairala.

El prefecto informó que una o dos dragas permanecerán en el río Guayas para dar mantenimiento. La presencia del fenómeno 'El Niño' "puede agravar el problema de sedimentación".

Por su parte, Senagua entregó a la Prefectura los estudios respectivos que fueron realizados en 2012 para la primera fase. Walter Solís, titular de la Senagua, explicó que en los recientes meses se procedió a validar técnicamente el nuevo proceso de dragado que beneficiará al parque Samanes.

También se ha sugerido realizar un análisis de precios actualizados con el Servicio de Dragas de la Armada "indicando, incluso, la nueva ubicación del relleno hidráulico".

Las carteras de Salud y Ambiente también serán incluidas dentro de este proceso para validar su factibilidad.

La Secretaría Nacional del Agua descartó que la remoción de los sedimentos contaminados represente un riesgo para la fauna submarina, pero que se evaluará su traslado para evitar afectaciones en los rellenos hidráulicos.

En febrero de 2013 se firmó el convenio entre la Prefectura del Guayas, la Secretaría Nacional del Agua (Senagua) y el Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO) para dragar los alrededores del islote El Palmar.

Se estimó que el proyecto durará aproximadamente 4 años. En la primera etapa se retirarán alrededor de 296.000 m<sup>3</sup> de sedimento.

En septiembre de 2013, la Escuela Superior Politécnica del Litoral (Espol) solicitó, como fiscalizadora de la obra, que se suspendan las labores al detectar problemas con el suelo que afectarían la consolidación del islote. Etiquetas: dragado río Guayas

### **Alcalde Nebot “Dragados de los ríos Daule y Babahoyo”**

El alcalde Nebot también insistió en la responsabilidad del gobierno de cumplir con su obligación de dragar los ríos Daule, Babahoyo, su confluencia con el río Guayas, que no se han dragado desde 1968 y que por sus actuales niveles de sedimentación ponen en riesgo de graves inundaciones, no tan solo a Guayaquil sino a muchísimas ciudades de algunas provincias que riegan dichos ríos en la cuenca baja del Guayas. “Es una competencia del gobierno a través de Senagua y de la Prefectura del Guayas que no se discute porque ya lo aceptaron e incluso dicen que están haciendo un trabajo al respecto”. [radiohuancavilca.com.ec](http://radiohuancavilca.com.ec)

#### **1.5.1.5.2.3 Importancia del Dragado**

El desarrollo y expansión de las actividades económicas de un país que cuenta con litorales y estuarios; están **íntimamente ligados a su desarrollo fluvial, marítimo y portuario**, para lo cual se hace necesario conservar, mejorar su red de puertos marítimos y fluviales que permita el establecimiento de las rutas marítimas, fluviales y lacustres que comuniquen las distintas zonas entre sí, tanto en sus estuarios, golfo y el litoral; y, a éstas con los demás países ; así como también, la necesidad imperiosa de crear nuevos puertos, ya sea para desarrollar una actividad comercial, de pesca o de turismo.

El dragado no es una necesidad que se presenta en la actualidad; ésta actividad se ha realizado a través de los siglos como un medio de mejorar y mantener las vías navegables y puerto; como una fuente de materiales de construcción y reclamación de tierras, y como un medio de explotar materias primas. Ejemplo: Holanda, Bélgica, etc.

Desde el comienzo de la civilización y de la evolución de las comunidades que se iban estableciendo, tuvieron la necesidad de transportar personas, equipamiento, materiales y productos por vías acuáticas. Como resultado hubo que incrementar la profundidad de muchas vías acuáticas de acceso a los puertos. La mayoría de los grandes puertos del mundo requieren dragado en algún momento para ampliar los canales de acceso y dársenas de maniobra, y para ofrecer profundidades adecuadas a lo largo de las instalaciones portuarias. Además, estos canales suelen requerir un dragado de mantenimiento frecuente y periódico.

En el caso de navegación fluvial, también se requiere dragado para construir y mantener enlaces de vital importancia para puertos e instalaciones interiores. La evolución demográfica indica que la interacción del hombre con cuestiones relaciones con el agua seguirá incrementando con el transcurso del tiempo. La necesidad del dragado creció con el aumento de la población mundial.

A medida que el transporte marítimo crece, el dragado es una herramienta esencial para el mantenimiento de la profundidad de los puertos para que puedan acoger buques de gran calado

.

El transporte a través del agua ha demostrado una y otra vez ser preferible al terrestre tanto en términos ambientales como económicos.

Indudablemente, para llevar a cabo este desarrollo portuario, se requiere de una infraestructura en la que el dragado contribuye e interviene en forma decisiva, ya que es difícil encontrar en la actualidad, en cualquier parte del mundo, un puerto en operación que no haya sido dragado; hasta los naturales en su mayoría han ido aumentando las profundidades en base a dragados, respondiendo a las exigencias modernas por la construcción de buques cada vez más grandes y de mayor calado que ha aumentado el tráfico marítimo y obligado a los países a construir puertos de grandes dimensiones y a modernizar los existentes.

De esta manera, las empresas navieras nacionales y extranjeras se ven favorecidas al poder utilizar sus buques de diseño actualizados hacen costeables y competitivos sus operaciones con la consiguiente reducción de fletes o importe de transportación de mercaderías y, en consecuencia su abaratamiento, beneficiándose a su vez el comercio y las industrias que requieren de la importación y exportación de productos. Esto ayuda a evitar fugas de divisas del país.

Como ejemplo tenemos el Canal de Acceso al Puerto Marítimo de Guayaquil, que para habilitar su ingreso, fue necesario dragar a una profundidad de 35 pies; antes de que sus instalaciones portuarias entraran en operación en 1963. (El Desperdicio del Siglo, Hugo Tobar Vega; pág.3). La profundidad de diseño original es de 9.50 metros con sobre dragado de 0.61 metros, equivalentes a 10 metros por debajo del datun de la carta (MLWS). (Estudio de Impacto Ambiental para los trabajos de dragado permanente del Canal de Acceso a Puerto Marítimo de la ciudad de Guayaquil; Vol. I, Cap. III, pág. 3).

La necesidad de dragar el Canal de Acceso a Puerto Marítimo es permanente; requieren realizar dragados de mantenimiento a un promedio anual de más de 1'500,000 m<sup>3</sup>.

El Puerto Fluvial de Guayaquil, lamentablemente, desde último dragado realizado entre los años 1968 - 1970, no ha merecido la atención de las autoridades, cual es dragar el canal navegable del Río Guayas.

**Por lo tanto; El dragado es una operación necesaria para el desarrollo y el mantenimiento de las infraestructuras de los canales navegables tanto marítimo como fluvial, y de su realización depende el desarrollo de los puertos y del tráfico marítimo.**

**Fuente:(IADC-Asociación Internacional de Empresas de Dragado; IAPH-Asociación Internacional de Puertos: Dragado por el Desarrollo, págs. 8-12.**

#### **1.5.1.4.3 Las operaciones de dragado y sus etapas**

En los trabajos de dragado se **deben cumplir tres etapas fundamentales** para optimizar su operación:

**Primera Etapa.-** Consiste en extraer **el material del fondo**, y para ello se requiere utilizar una maquinaria específica denominada “**D raga**”. **Para el efecto**, existen numerosos equipos de dragado, que se diferencian principalmente en la forma de realizar la excavación para la extracción del material de fondo.

**Segunda Etapa.-** Transporte del material desde el punto de extracción hasta la zona de vertido. El tipo de transporte dependerá también de la draga utilizada, pudiéndose efectuar con la misma embarcación (draga de tolva auto propulsada), con gánguiles de carga, o mediante tuberías.

**Tercera Etapa.-** Es la selección del lugar de vertido y el método para realizarlo, siendo lo más usual el vertido mediante descarga por el fondo o por bombeo a través de tubería.

#### **1.5.1.5.4 Clasificación del Dragado**

Las obras de dragado están relacionadas con las actividades portuarias; y éstas se clasifican según su objetivo:

- Dragado inicial o de Construcción
- Dragado de Conservación o mantenimiento

##### **1.5.1.5.4.1 El Dragado Inicial o de Construcción**

Se realiza cuando es necesario crear o aumentar profundidades para mejorar el calado, aumentar los cauces de los ríos y mejorar la capacidad de desagüe; y con ello se aumenta el tirante de agua del canal navegable; la creación de nuevos puertos; la

ampliación de nuevos puertos; la explotación de materiales de construcción y relleno o refulado hidráulico.

#### **1.5.1.5.4.2 El Dragado de Mantenimiento**

Este tipo de dragado se realiza con el fin de retirar los azolves, bajos y barras que se hallan en formación originados por el arrastre de los sedimentos por las corrientes de agua de los ríos y de las mareas en flujo y refugio.

El dragado puede ser: periódico y continuo.

##### **1.5.1.5.4.2.1 Dragado Periódico**

Este tipo de dragado dependerá de los sondeos; los mismos indicarán la periodicidad con el que se debe dragar, siendo su finalidad mantener la estructura geométrica del canal de diseño, especialmente las profundidades.

##### **1.5.1.5.4.2.2 Dragado continuo.-**

Son requeridos en los canales de navegación, dársenas y barras de puertos fluviales, debido a los permanentes depósitos de sedimentos; tanto por arrastre de las corrientes de agua y marea, y por los sedimentos en suspensión que se van asentando, aumentando el volumen en los cauces del canal navegable. Ejemplo: Río Guayas y Canal de Acceso a Puerto Marítimo de Guayaquil

#### **1.5.1.5.5 Técnicas de Dragado**

Las técnicas o metodología a utilizar en las operaciones de dragado; están sujetas a los factores marítimos y meteorológicos; tipo de sedimento; tráfico marítimo; distancia al punto de vertido; las condiciones del emplazamiento (área o sector a dragarse); el tipo de obra; el volumen a dragar; el grado de contaminación del material y el factor económico.

#### **1.5.1.5.6 Elección del Equipo de Dragado**

Para efectuar las operaciones de dragado, lo más importantes para la ejecución exitosa del proyecto es efectuar adecuadamente la elección del equipo de dragado más eficiente para realizar las tareas. Esta elección depende de una serie de factores; tales como:

- Las características del suelo a dragar
- La profundidad de dragado
- Las condiciones ambientales

La elección de los diversos tipos de dragas y la forma de emplear cada una de ellas dependen de las características particulares de cada proyecto. Por otra parte ninguna draga está diseñada para dragar en todo tipo de condiciones o sea que hay una especialización de los equipos tanto por tipo de equipo como por su tamaño.

El tipo y cantidad de material a dragar, el sitio de descarga, los factores ambientales reinantes, la disponibilidad de equipo de dragado apropiado o los costos de movilización **son algunos de los factores que juegan un rol importante en la elección del tipo de draga a utilizar.** Estas condiciones son determinantes para la elección de la draga y de los equipos auxiliares necesarios para las operaciones de dragado

##### **1.5.1.5.6.1 Características de los suelos**

Las características de los suelos a dragar son el aspecto que más influencia tiene en la elección del equipo. Además de las características físicas del suelo; es importante conocer los volúmenes a dragar y su distribución espacial del tipo de suelos, tales como: **Limo, arena, arena-limosa y limo-arenoso.**

##### **1.5.1.5.6.2 Profundidad de dragado**

Las **profundidades máximas a dragar está determinado en las especificaciones técnicas del proyecto;** y las mínimas y las existentes en el trayecto entre el sitio de

dragado y el sitio de descarga determinan condiciones límites para los equipos de dragado. Puede afectar el tipo de equipo que puede utilizarse o su importancia

#### **1.5.1.5.6.3 Condiciones ambientales**

Dentro de las condiciones ambientales las condiciones de oleaje y corrientes pueden hacer que determinados tipos de dragas sean menos favorables que otras.

#### **1.5.1.5.7. Nivel de producción de la Draga**

El volumen del material dragado, dependerá del tipo de draga; la elección de la misma estará sujeta al tipo de suelo. Por lo que, los niveles de producción solo pueden ser obtenidos mediante determinado tipo de dragas o tamaño de equipos.

#### **1.5.1.5.8 Lugar y método de disposición de material dragado**

Debe considerarse la distancia entre el lugar de dragado y el lugar de disposición que puede ser determinante para elegir o desechar algún tipo de equipos. Asimismo debe tenerse en cuenta también las condiciones ambientales entre el sitio de dragado y el lugar de disposición

#### **1.5.1.5.9 Aspectos logísticos**

El aspecto logístico a considerar se dependerá de la fácil o difícil accesibilidad de los equipos de dragado a los sitios de trabajo. Asimismo la forma en que se va a realizar el transporte del material dragado hasta los sitios de descarga favorece la decisión hacia uno u otro tipo de equipos. La logística o transporte del material dragado, está sujeta a la distancia desde el sitio de dragado hasta el lugar de vertido o depósito; pudiendo realizarse a través de barcazas; dragas de tova o mediante tubería flotante.

Es fundamental considerar a los proyectos relacionados con las vías navegables la interacción existente entre los equipos de dragado y el tráfico de buques y más embarcaciones que usen dichas vías.

#### **1.5.1.5.10 Clasificación de los Equipos de Dragado**

Los equipos de dragado se clasifican de acuerdo al tipo de material a excavar, estas son:

- dragas mecánicas
- dragas hidráulicas
- dragas combinadas

Dentro de estas categorías se puede realizar una nueva división en base a si las dragas son autopropulsadas o no ya sea durante la etapa de excavación, de transporte o ambas.

##### **1.5.1.5.10.1 Dragas mecánicas**

Las dragas mecánicas son sencillas y están montadas sobre pontones, las mismas que utilizan el mecanismo de corte para penetrar el suelo; fueron las primeras que se usaron. Estas dragas emplean equipos similares a los utilizados para movimientos de suelos en tierra firme, y se encargan exclusivamente sólo de la extracción del material. Poseen entre ellas una serie de aspectos en común, como por ejemplo, que el material se saca con poca perturbación y mínima dilución con lo que la eficiencia de las dragas mecánicas es alta desde ese punto de vista; éstas son usadas para construcción; y en ciertas clases de obras son insustituibles. Si el material no puede ser descargado cerca de la draga, debido a la limitada longitud de descarga, el transporte del material se realiza con equipos externos, mediante barcazas o chalanes-tolvas, utilizando remolcadores, hasta el sitio de descarga.

Estas se clasifican en: Draga de cangilones, Draga de cuchara de almejas, Draga tipo retroexcavadora (Backhoe), Draga tipo pala (Dipper),

##### **1.5.1.5.10.1.1 Draga de Gangilones**

Las dragas de cangilones son de un diseño muy antiguo y en un tiempo tenían una participación importante en la flota de dragado de Europa. La draga utiliza una serie de

cangilones montados sobre una cadena que gira indefinidamente y se conoce como rosario de cangilones. Al girar la cadena los cangilones excavan el material del fondo, lo elevan con el cangilón en posición vertical hasta la parte superior de la escalera y luego vuelcan el material en una rampa al rotar el cangilón. El material se descarga en barcazas para ser transportado al lugar de deposición. La draga de cangilones tiene un proceso prácticamente continuo de excavación.

**Fotografía No. 11 .Draga de cangilones**



**(Sanz Bermejo, 2001)**

**Fuente: Técnicas de Dragado**

La draga de cangilones puede ser utilizada para dragar un amplio rango de materiales incluyendo rocas blandas. Pueden en algunos casos ser autopropulsadas. En la actualidad han caído en desuso pues su producción es relativamente baja comparada con otras dragas, necesitan un campo de anclas para la sujeción del pontón que obstaculiza el tráfico de buques y son muy ruidosas durante la operación.

#### **1.5.1.5.10.1.2 Draga de cuchara de almejas**

La draga de cuchara de almejas está compuesta por una grúa que sostiene mediante cables una cuchara de almejas montada sobre un pontón. La cuchara se deja caer hasta el fondo donde penetra por su propio peso. Se cierra y por efecto de corte excava el material del fondo. Se eleva verticalmente la cuchara llena y el material se dispone en barcazas ubicadas al costado del pontón que son las que llevan el material al lugar de descarga. Una vez descargada la cuchara vuelve a su posición y recomienza el ciclo de dragado. Una ventaja de las dragas de cuchara es su capacidad para dragar en aguas relativamente profundas pues la limitación de la profundidad alcanzable está dada por la capacidad del tambor del guinche. Estas dragas son habitualmente no propulsadas y se mantienen en posición con un campo de anclas o a veces con pilones.

**Fotografía No. 12 Draga de cuchara de almeja**



**Fuente: Técnicas de dragado**

Las dragas de cuchara pueden dragar arenas, algunos tipos de arcillas, gravas, cantos rodados y rocas partidas. No son muy efectivas para dragar limos finos pues tienden a volcarse.

### **1.5.1.5.10.1.3 Draga tipo retroexcavadora**

La draga tipo retroexcavadora se está usando cada vez más dentro de las operaciones de dragado.

Está compuesta por una retroexcavadora como las utilizadas en trabajos de tierra firme montada sobre un pontón habitualmente no autopropulsado que se mantiene en la posición mediante pilones. El material se excava del fondo y se coloca en barcazas. Presentan algunas limitaciones con las profundidades a dragar pero hay nuevos modelos que están aumentando la profundidad de dragado

**Fotografía No. 13 Draga retroexcavadora**



**Fuente: Técnicas de dragado**

Las dragas tipo retroexcavadora pueden dragar un amplio rango de materiales tales como arenas, arcillas, grava, cantos rodados y roca fracturada. También roca sana moderadamente dura.

#### **1.5.1.5.10.1.4 Draga tipo pala (Dipper)**

Esta draga consiste en una pala cargadora montada sobre un pontón con muchas similitudes con la draga tipo retroexcavadora. Se colocan dientes en el labio de la pala para hacerlas más eficientes en el dragado de materiales duros. Se eleva el material y se descarga en barcazas abriendo el fondo del balde. Estas dragas son capaces de dragar rocas duras y materiales muy compactados. Tienen algunas limitaciones en lo que hace a profundidades a dragar. Mucho del trabajo que se ejecutaba mediante estas dragas se ejecuta en la actualidad mediante dragas tipo retroexcavadora.

#### **1.5.1.5.11 Dragas hidráulicas**

Este tipo de dragas utiliza bombas centrífugas para producir la succión de agua que transporta el material dragado.

**Fotografía No. 14 Draga Hidráulica**

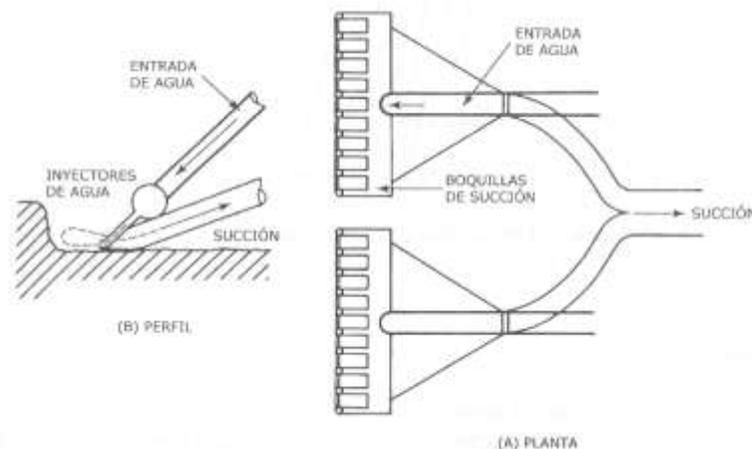


**Fuente: Técnicas de dragado**

### 1.5.1.5.11 1 Draga Dustpan

La draga Dustpan es una draga que se utiliza en grandes ríos como el Mississippi o el Paran. La operación de dragado se realiza desde un pontón mediante un cabezal que se baja desde la proa y que tiene forma de cabezal de una aspiradora y de allí su nombre en inglés. Produce la succión mediante bombas centrífugas y ayuda a la formación de la mezcla de agua y sedimento mediante chorros de agua ubicados en el cabezal. El material se descarga por medio de una tubería corta en zonas del río que tengan capacidad de transporte. Estas dragas dragan materiales no consolidados de reciente deposición con espesores pequeños en grandes áreas.

Figura No.27 Esquema del conducto de succión de una Draga Dustpan.



(Sanz Bermejo, 2001)

Fuente: Técnicas de dragado

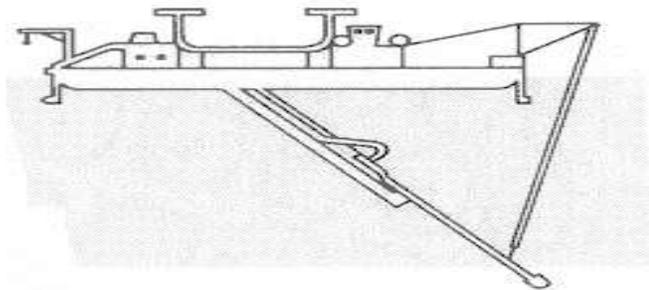
### 1.5.1.5.11 2 Draga por inyección de agua

La draga por inyección de agua utiliza chorros de agua a presión para fluidificar el material de fondo a remover creando una corriente de turbidez. Esta corriente de turbidez se desplaza por medio de las corrientes existentes en el lugar. Se utiliza fundamentalmente para dragado de mantenimiento en puertos con equipos de pequeñas dimensiones. Es un procedimiento de bajo costo que está limitado al dragado de limos, arcillas no consolidadas y arenas finas

### **1.5.1.5.11 3 Draga de succión simple**

La draga de succión simple consiste en un barco que tiene un tubo de succión que desciende hasta el fondo y que mediante la succión producida por las bombas centrífugas eleva la mezcla de agua y material hasta la superficie. La operación se realiza con el barco fondeado. La profundidad a alcanzar depende de la longitud del tubo de succión y para incrementarla la bomba centrífuga puede estar montada sobre el tubo de succión. Las dragas pueden tener cántara propia donde descargan el material o pueden descargarlo a barcazas o enviarlo mediante una

**Figura No. 27 Croquis draga de succión simple**



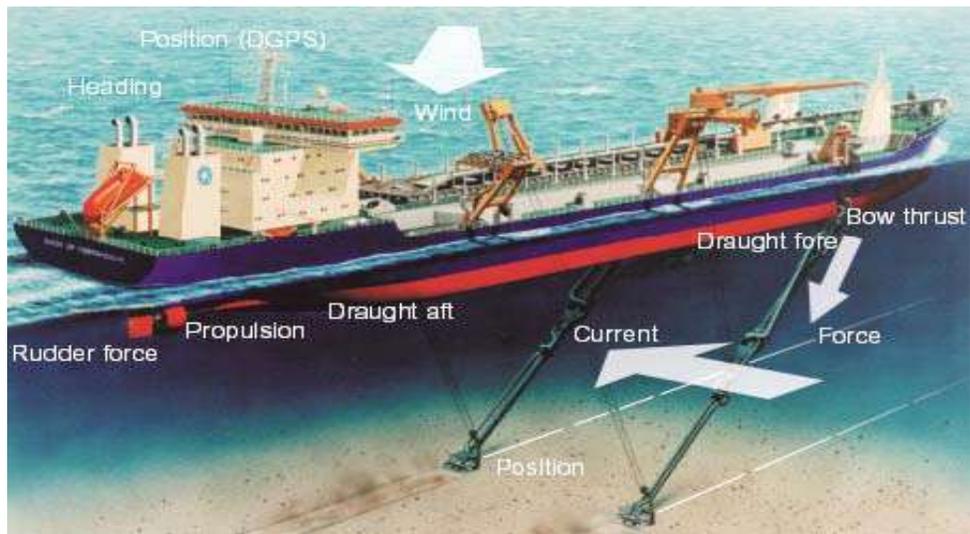
**Fuente: Técnicas de Dragado**

Estas dragas son muy efectivas para dragar materiales no consolidados como arenas y gravas y se utilizan mucho en operaciones de dragado de materiales para la construcción. El resultado del dragado es un pozo en el fondo con forma de un cono invertido

### **1.5.1.5.11 4 Draga de succión por arrastre o succión en marcha**

Las dragas de succión por arrastre (TSHD) son barcos autopropulsados que tienen cántaras en las que se coloca el material dragado. El dragado se efectúa mediante tubos de succión ubicados a los costados de la draga que se bajan hasta ponerlos en contacto con el fondo. El dragado se efectúa con la draga navegando a bajas

**Figura No. : Draga de arrastre o succión en marcha**



(Ports and dredging No. 157, 2002)

Fuente: Técnicas de dragado, pág. 37, capítulo 5

Las dragas de succión en marcha o de arrastre son buques capaces de cargar el material dragado, para ello disponen de una cántara.

**Fotografía No. 15 Cántara de draga de succión**

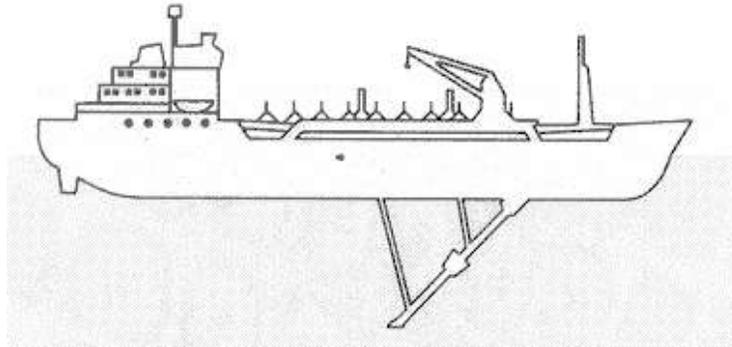


Fuente: Técnicas de dragado

La succión de la mezcla de agua y sedimento se efectúa mediante bombas centrífugas que pueden estar ubicadas en la bodega del buque o en el tubo de succión para aumentar la profundidad de dragado. El cabezal de dragado que está en contacto con

el fondo tiene un diseño muy elaborado. A los efectos de aumentar la capacidad de disgregar el material de fondo al cabezal de dragado se le pueden adicionar dientes o chorros de agua de baja o alta presión.

**Figura No. 28 Draga de succión por arrastre**



**Fuente: Técnicas de dragado**

Las dragas de succión por arrastre son muy flexibles en lo que hace a los tipos de material que pueden dragar, las posibilidades de disposición del material dragado y la posibilidad de trabajar tanto en aguas protegidas como no protegidas. Por estos motivos las dragas de succión por arrastre han tenido un gran desarrollo en lo que hace a tamaños de los equipos e incremento de su participación en la flota de dragado mundial.

#### **1.5.1.5.12 Dragas combinadas**

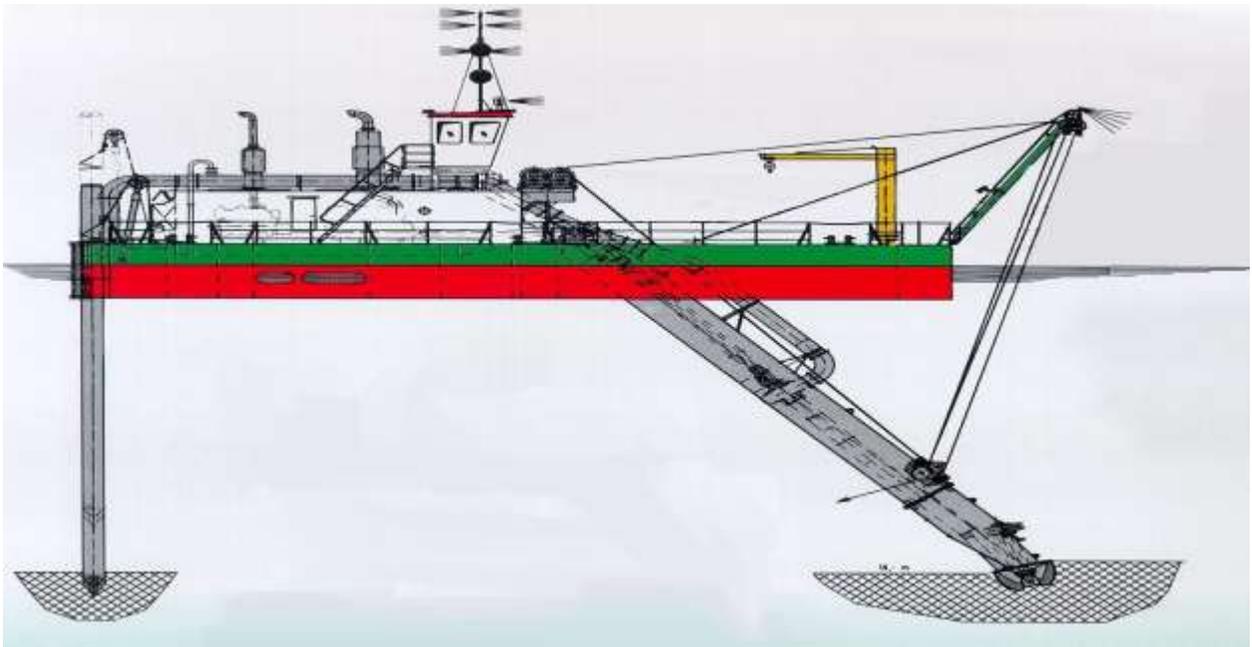
Son dragas que combinan acciones mecánicas e hidráulicas para efectuar la tarea de dragado

##### **1.5.1.5.12.1 Draga de succión con cortador (CSD)**

La draga de cortador consiste en un pontón o un barco que aloja las bombas centrífugas para producir la succión de la mezcla de agua y sedimento y una estructura en forma de marco denominada escalera que se baja hasta el fondo y que sostiene un eje con un cortador que gira en sentido normal al eje del tubo de succión. Este cortador es el responsable de la disgregación del material que al mismo tiempo es

transportado por la corriente de agua generada por la succión. **La draga trabaja en forma estacionaria desplazándose hacia un lado y hacia el otro a medida que va realizando el corte.** La draga se mantiene en posición mediante pilones. El material dragado se transporta por tuberías hasta la superficie y desde allí se impulsa mediante cañerías hasta el lugar de descarga. Algunas están equipadas con dispositivos para la carga de barcazas. Las grandes dragas son autopropulsadas para permitir el desplazamiento entre sitios de trabajo.

**Figura No. 29** Dragas de succión con cortador



**Fuente:** Técnicas de dragado

Las dragas de succión con cortador tienen una producción muy elevada y pueden dragar todo tipo de materiales y son especialmente aptas para el dragado de rocas duras, para lo cual debe utilizar cabezales de corte en función del material.

#### **1.5.1.5.12.2 Draga de succión con cortador vertical**

En inglés se denomina “Wheel suction dredger” Es una draga igual que la draga de succión con cortador con la única diferencia que el cortador rota en el sentido del eje del tubo de succión. Esta draga representa una tecnología relativamente moderna y se utiliza con frecuencia en emprendimientos mineros.

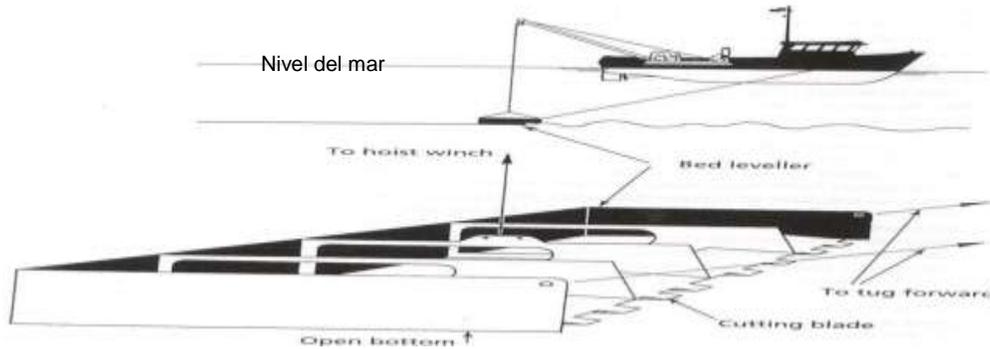
#### **1.5.1.5.13 Otras dragas**

Existen algunas dragas que no responden exactamente a las características mencionadas. Entre ellas se pueden indicar las que se mencionan en los párrafos siguientes.

##### **1.5.1.5.13.1 Rastra de fondo (Bedleveller)**

Este equipo consiste en una plancha de metal con dientes en su parte frontal que se arrastra por el fondo tirada por un remolcador. Pueden usarse como equipo de dragado independiente para desplazar material de un sitio a otro en distancias cortas o puede utilizarse como un equipo complementario de otros equipos de dragado, como puede ser una draga de succión por arrastre. En este último caso este equipo permite nivelar las imperfecciones de fondo que quedan después de efectuar la operación de dragado y que son muy difíciles de eliminar con draga de succión por arrastre [Bray (1997) p175]. En la Figura No. se muestra un croquis de una rastra de fondo tirada por un remolcador.

**Figura No. 30 Rastra de fondo**



**Fuente: Técnicas de dragado**

#### **1.5.1.5.13 2 Arado (Plough)**

Tiene el mismo principio que la rastra pero con una diferente conformación que permite cavar un surco en el fondo para la conformación de trincheras, por ejemplo, para la instalación de tuberías.

#### **1.5.1.5.14 Aspectos Característicos para la Elección del Equipo de Dragado**

Una de las principales decisiones que hay que tomar en cuenta en todo **Proyecto de Dragado**, es la **elección del equipo de dragado a utilizar para ejecutar la obra**,

La elección del equipo depende de las características de la obra, para lo cual se busca la mejor solución tanto técnica como económicamente.

Esto permitirá establecer las siguientes características:

- a) Características del dragado en situ (volumen de dragado);
- b) Características del material a dragar (tipo de suelo);

- d) Características del medio (condiciones meteorológicas y los aspectos relacionados con el tráfico marítimo);
- e) Tipo de maquinaria que se dispone en la localidad (realmente).
- f) Características del Emplazamiento. Es el lugar donde se realizan las operaciones de dragado, incluyendo la zonas de extracción y vertido. El emplazamiento define las siguientes variables

1.- Dimensiones de la zona a dragar: Si el dragado debe realizarse en una zona estrecha, el uso de las dragas de succión queda inicialmente descartado, por requerirse grandes espacios de maniobra para los giros de la draga y los equipos auxiliares.

Por otro lado, grandes dimensiones producen grandes volúmenes de material a dragarse. Así también tenemos que, para estas características de dragado, tampoco son recomendadas dragas de cuchara, por la baja producción.

2.- La profundidad del dragado: La falta de experticia en la elección del equipo de dragado, hace que se elija trenes de dragado mayores a lo necesario, creyendo que aumentaría la producción; más en verdad, lo que se produce es un sobre coste.

El profesional debe conocer todos los tipos de dragas y sus capacidades de producción para elegir el equipo adecuado de dragado.

Las dragas de succión autopropulsadas alcanzan sin problemas de 30 a 60 metros de profundidad.

A profundidades reducidas se recomienda el uso de dragas montadas sobre pontones por el pequeño calado que tienen.

Se debe tomar en cuenta el grado de agitación por efecto de las mareas y tránsito de marítimo. En estos casos no es recomendable el uso de dragas que están sujetas a anclaje como son las dragas estacionarias de succión con cortador, ni tampoco dragas que no sean autopropulsadas como las barcazas y gánguiles, que de hecho representan un peligro para la navegación.

3.- La distancia al punto de vertido.- Si el lugar de vertido se halla cerca del sitio de dragado, la adraga adecuada es la de cabezal de cortador debido a su alto rendimiento y la posibilidad de bombeo mediante tubería flotante.

Si la distancia es mayor de 1000 metros, este tipo de draga debe descartarse, recomendando el uso de dragas de gánguiles o embarcaciones autopropulsadas: de succión y corte en marcha, mismas que son capaces de transportar el material dragado hasta el sitio de vertido, transportando grandes volúmenes de material dragado.

4.- Requerimiento medio ambiental.-El dragado de materiales contaminados, afecta gravemente al medio biótico abiótico de las poblaciones urbanas por la generación de olores y ruidos; mismos que son regulados por las leyes y ordenanzas ambientales del país.

#### **1.5.1.5.15 El Dragado y el Medio Ambiente**

Desde los tiempos inmemoriales los trabajos de dragado han tenido en todos los países de la tierra una importancia capital, ya que han servido para rellenar tierras inundables, permitir el tráfico de embarcaciones, construir canales y dársenas portuarias, regularizar cauces de ríos, proteger costas, crear playas artificiales, mejorar suelos, explotar

bancos de materiales, etc., actividades todas estas ligadas al desarrollo de las poblaciones, sus habitantes y sus medios de vida.

Nuestro país tiene una de las legislaciones más avanzadas en esta materia como es la Ley y la Constitución de la República, que propende el mantenimiento del Equilibrio Ecológico y la Protección del Medio Ambiente (PMA) y sus reglamentos correspondientes, que hacen obligatorio que para la realización de todo trabajo de este tipo, se presenten los Estudios de Impacto Ambiental a fin de poder obtener la autorización para efectuar los trabajos de dragado.

Todo trabajo de dragado debe presentar un Plan de Gestión Ambiental; para lo cual, deben cumplir con los siguientes objetivos prioritarios:

Realizar el relevamiento, la recopilación y la revisión de la información disponible sobre el tramo de la Vía Navegable, permite valorar e interpretar su validez y alcances (lo que implica detectar vacíos o inconsistencias) y la pertinente actualización de la misma.

Efectuar un diagnóstico actualizado del tramo en consideración, que contemple tanto lo referente a las nuevas normativas ambientales, como las obras y condiciones que puedan haber afectado a la calidad ambiental de la Vía Navegable con posterioridad a los estudios de referencia (La cartografía base de los estudios del proyecto de dragado).

Identificar, analizar y evaluar cualitativa y cuantitativamente los posibles impactos en los ambientes acuáticos, incluyendo el cauce del río y sus áreas litorales, ocasionados o inducidos en forma directa y/o indirecta por las tareas relacionadas con la Obra (apertura y mantenimiento)

Elaborar e implementar un Plan de Gestión Ambiental (PGA), cuyos componentes deberán contemplar y satisfacer la normativa vigente y las actuales reglas del arte en la materia.

Ninguna de las tareas desarrolladas por el Concesionario deberá causar daños o perjuicios a terceros y/o al ambiente.

Por lo antedicho, se hace necesario de manera prioritaria la elaboración del Plan de Gestión Ambiental el mismo que debe contener el marco de implementación de aquellas especificaciones bajo las cuales se estructuran los Planes y Programas particulares. En términos generales los planes y programas de gestión responden a la necesidad de estructurar, organizar y monitorear la implementación de las medidas de mitigación definidas con anterioridad en el Proyecto de Dragado a ejecutarse, mismas, asociadas a la minimización, prevención, corrección o compensación de los potenciales impactos ambientales negativos identificados. Estos deberán acompañar el desarrollo del proyecto para asegurar el uso sostenible de los recursos naturales involucrados y la protección del ambiente, incluyendo tanto los aspectos que hacen a la integridad del medio natural como aquellos que aseguran una adecuada calidad de vida para la comunidad involucrada.

En este sentido, las medidas a aplicarse en el marco del PGA pueden estar enfocadas a evitar la fuente de impacto, a controlar el efecto, limitando o minimizando el nivel o intensidad de la fuente. Puntualmente, en el presente PGA se intenta privilegiar las medidas mencionadas anteriormente.

Resulta importante mencionar que esta etapa de identificación de medidas necesarias a ser tomadas constituye un aspecto clave del proceso de elaboración de cualquier proyecto de obra o actividad, en tanto permite incorporar a su diseño, procedimientos constructivos, presupuestos y evaluaciones financieras conforme a las necesidades que surgen de una adecuada consideración ambiental.

Pero igualmente clave es la materialización de dichas medidas, previsiones y recomendaciones, lo cual depende por un lado de una adecuada planificación y programación de las actividades, de la asignación de recursos humanos y materiales,

del monitoreo, del control de gestión y del control de calidad, y por otro, aunque no menos importante, de un adecuado gerenciamiento y oportuna toma de decisiones que sólo puede surgir de una organización eficiente y de un verdadero compromiso con el tema.

En este sentido, el PGA constituye la herramienta metodológica destinada a asegurar la materialización de las medidas y recomendaciones ambientales y a garantizar el cumplimiento de los objetivos propuestos de cada una de las acciones del proyecto. De tal manera, el PGA debe constituir entonces un verdadero instrumento de gestión que asegure el desarrollo de los cronogramas constructivos comprometidos con el medio ambiente en un marco de equilibrio.

A estos efectos, el PGA define los objetivos generales y particulares y organiza las medidas tanto estructurales como no estructurales, en base al conjunto de programas y planes interrelacionados, en donde se establecen las metas particulares, cronogramas, requerimientos y fuentes de recursos que, en definitiva, permitan determinar todos los aspectos técnico- económico-administrativo-financieros que aseguren la implementación efectiva de las medidas y el objetivo de calidad ambiental propuesto

**Las operaciones de Dragado deben sujetarse a la normativa ambiental ecuatoriana, tales como:**

Constitución de la República; Código Civil; Código Penal; Ley de Gestión Ambiental;. Ley O. de la Salud: Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental, Ley O. Régimen Municipal; Ley de Aguas; Ley de Minería; Ley de Hidrocarburos; Ley de Desarrollo Agrario; Ley de Pesca y Desarrollo Pesquero; Ley Forestal; Ley que Protege la Biodiversidad,; Ley de Parques y Reservas Naturales.

Normas de Calidad Ambiental; Normas de manejo de RR.NN; Normas de la Biodiversidad Reglamento de Operaciones Portuarias de Autoridad Portuaria de Guayaquil

Normas para la Navegación por el Río Guayas y de Seguridad para Maniobras de Ingreso y Salida en el Río Guayas.

#### **1.5.1.5.16 .PROYECTO Y EJECUCIÓN DE UN DRAGADO.**

**1.5.1.5.16 1 Necesidad de efectuar un dragado. La identificación del problema determinadas por algunas de las siguientes causas.**

**En primer lugar, el puerto debe de tener suficiente profundidad en sus aguas** para permitir el tráfico de los barcos tanto en su entrada como en sus instalaciones: muelles, pantanales, fondeaderos, etc.

También, consideraciones de tipo económico pueden conducir a la decisión de **abrir una nueva vía de navegación o de ampliar una ya existente** para aumentar el tamaño y capacidad de los barcos que puedan utilizarla.

Cuando el **calado existente inicialmente en la zona portuaria no es lo suficiente** para recibir los barcos para los que unas determinadas instalaciones van a ser diseñadas, entonces es necesario **efectuar un dragado inicial en fondos vírgenes o un dragado de primer establecimiento.**

**En segundo lugar,** debido a la sedimentación depositada en los cauces de los canales navegables, han dado lugar a la formación de azolves que han limitado la capacidad de navegación de los buques que cada día son de mayor calado, por tanto, los calados inicialmente logrados se pierden con el tiempo. Entonces es **necesario dragar periódicamente para recuperar los calados obtenidos en los dragados iniciales.**

Esta situación obliga a realizar los dragados de mantenimiento en los canales de acceso a los puertos tanto marítimos como fluviales.

### **1.5.2 Marco Conceptual**

El marco conceptual, se basa en los términos usados en el desarrollo de la investigación.

**ÁREA DE MANIOBRAS.-** Es el área que tiene la función de permitir las maniobras de carga y descarga que se realizan en los muelles pesqueros.

**ATRAQUE.-** Arrimar una embarcación a otra, a tierra o muelle.

**BABOR.-**Lado izquierdo de una embarcación mirando de popa a proa hacia el lado izquierdo de la nave.

**BALIZAS.-** Son torres estructurales menores que las de los faros, y su función es la de hacerse notables de día y de noche mediante una señal luminosa fija y destellante. Operan automáticamente cuando son luminosas o acústicas.

**BARCO.-** Artefacto de madera, hierro o acero que flota en el agua y puede transportar personas o cosas también se le denomina con los sinónimos: Navío, buque o embarcación.

**BARRA.-** Acumulación de material (arena, grava) sin consolidar depositado sobre el fondo del mar en aguas bajas.

**BATIMETRIA.-** Medición de las profundidades del agua en océanos, mares, lagos y lagunas.

**BOYAS.-** Son flotadores sujetos por medio de una cadena o cable a un cuerpo que se afirma en el fondo, de tal manera que no cambien de posición, y que sirven para señalar un canal, bajo, roca, etc.

**CABOTAJE.-** Navegación que se hace de puerto a puerto, por las inmediaciones de la costa.

**CALADO.-** Es la distancia vertical medida, entre la línea de flotación y el borde inferior de la quilla. En un puerto es la altura que alcanza la superficie del agua sobre el fondo.

**CANA DE NAVEGACION.-** Es la zona más importante del puerto, en ella el barco aún en movimiento pasa de mar abierto a la zona protegida y debe de realizar además la maniobra de parada.

**CIABOGA.-** Maniobra de una embarcación, consistente en bogar avante los remos de una banda y hacia atrás los de la otra. La misma maniobra en un barco, por medio del timón y la máquina.

**CONFLUENCIA.-** Acción de confluir. Paraje donde confluyen los ríos o los caminos.

**CONVERGENCIA.-** Acción y efecto de convergir.

**CONVERGIR.-** Diríjese una o más líneas a unirse en un punto.

**CORDILLERA.-** Serie de montañas enlazadas entre sí. Lomo que hace una tierra seguida a igual, que parece ir en cardel.

**COSTA.-** Franja de tierra de ancho indefinido (pudiendo ser de varios kilómetros) que se extiende desde la línea de playa hasta el primer cambio notable del terreno.

**CUATERNARIO.-** Dícese del terreno sedimentario más moderno-perteneciente a éste terreno.

**CUENCA.-** Territorio rodeado de alturas. Territorio cuyas aguas afluyen todas a un mismo río, lago o mar.

**CHALÁN.-** Embarcación menor de fondo plano.

**DÁRSENA.-** Lugar resguardado del mar y el oleaje en los puertos, para abrigo o refugio de las naves.

**DELTA.-** Depósito aluvial, de forma más o menos triangular formada a la desembocadura de un río.

**DRAGADO.-** Es la operación de limpieza de los sedimentos en cursos de agua, lagos, bahías, accesos a puertos para aumentar la profundidad de un canal navegable o de un río con el fin de aumentar la capacidad de transporte de agua, evitando así las inundaciones aguas arriba. Asimismo, se pretende con ello aumentar el calado de estas zonas para facilitar el tráfico marítimo por ellas sin perjuicio para los buques, evitando el riesgo de encallamiento

**DRAGA.**- Maquinaria para ahondar y limpiar los puertos del mar, los ríos //Barco que lleva esta máquina//Aparato empleado para recoger productos marinos.

**DRENAJE.**-Avenamiento. Avenar.-Dar salida a las aguas muertas, o a la excesiva humedad de los terrenos, por medio de zanjas o cañerías.

**ESLORA.**- Máxima dimensión entre las caras externas de la proa y la popa.

**ECOSONDA.**- Instrumento electrónico usado para determinar la profundidad del agua por medio de la dimensión del intervalo de tiempo entre emisión de una señal sónica o ultrasónica y el regreso de su eco del fondo.

**ESTRIBOR.**- Costado derecho de la embarcación, mirando de popa a proa.

**ESTUARIO.**- Parte de un río que es afectada por las mareas, existiendo un mezclado de agua dulce del río y la salada del mar.

**FAROS.**-Torre o estructura con luz en su parte superior, para que durante la noche sirva de señal y aviso a los navegantes y de día la propia estructura cumpla con esta función.

**FLUVIAL.**- Pertenece a los ríos

**FALLA.**- Geología.- Quiebra de un terreno

**FONDEADERO.**-Son áreas de agua que sirven para el anclaje, cuando los barcos tienen que esperar un lugar de atraque, el abordaje de tripulación y abastecimiento, inspección de cuarentena y algunas veces aligeramiento de carga; su localización debe ser estratégica, según la función que tenga que cumplir, aunque generalmente se ubican junto a los canales de navegación, sin que entorpezcan los movimientos de otros buques.

**GANGUIL.**-Barcaza o embarcación para transportar los materiales extraídos en el dragado hasta la zona de vertido

**GEOLOGIA.**- Geo:Tierra; Logos: Tratado.- Ciencia que trata la forma y composición externa e interna del globo terrestre y, hoy, casi exclusivamente, de su corteza.

**GEOLOGICO.**- Pertenece o relativo a la tierra

**GEOMORFOLOGIA.**- Ciencia como su nombre lo indica, se ocupa en el estudio de los relieves y accidentes de la corteza terrestre en su estado actual o teniendo en cuenta las causas que los producen actualmente.

**GOLFO.**- Porción del mar relativamente grande, encerrado parcialmente por tierra.

**HOLOCENO.**- Sinónimo de cuaternario (todo nuevo)

**ISLOTE.**- Porción de tierra rodeada enteramente de agua, por un mar, por lago o un río

**LÍNEA DE PLAYA.**- Intersección de un plano determinado de agua (normalmente el n.m.m o n.b.m.i), con la ribera o playa.

**MANGA.**- Es la máxima dimensión transversal del buque de tierra esponjosa y húmeda, inundada por agua salada y usualmente caracterizada por el crecimiento de pastos y hierbas bajas en ella.

**MAREA** .Es el movimiento periódico y alternativo de ascenso y descenso del agua del mar debido a las fuerzas de atracción lunar y solar combinada con la fuerza centrífuga y el efecto de coriolis causado por la rotación de la tierra.

**MIOCENO.** Sistema medio superior de los tres que integran la serie terciaria

**M.S.N.M.M.**- Metros sobre el nivel medio del mar-(m.s.n.m.m)

**NUDO.**- Unidad de medida de la velocidad de los buques equivalente a una milla (náutica) por hora.

**PONTÓN.**-Barco que sirve para diversos usos, puente flotante o de tablas.

**PROA.**-.Parte delantera de la nave.

**PUERTO** .Puerto es el conjunto de obras, instalaciones y organizaciones que permiten al hombre aprovechar un lugar de la costa más o menos favorable para realizar operaciones de intercambio de mercancía entre el trabajo terrestre y marítimo, añadiendo el embarque y desembarque de pasajeros.

**PUERTOS FLUVIALES.** Son aquellos localizados en la ribera de un río o en la desembocadura de corrientes fluviales y que reciben el influjo de las mareas.

**PUERTOS MARÍTIMOS.** Son aquellos situados en puntos geográficos de las costas como bahías y ensenadas, en donde se tiene una influencia directa del mar, protegido en forma natural o artificial del oleaje, las corrientes marinas y el transporte litoral.

**SEDIMENTACIÓN.**- Es el proceso por el cual, el sedimento en movimiento se deposita. Un tipo común de sedimentación ocurre cuando el material transportado por la corriente de agua, se deposita en el fondo de un río, embalse, canal artificial o dispositivo construido especialmente para tal fin.

**TOLVA.**- Caja abierta, por abajo, en la cual se deposita el material que vaya cayendo poco a poco del dragado.

**VIENTO.**- Corriente horizontal (ó casi) de aire que circula con relativa proximidad a la superficie terrestre.

**WINCHES.**- Malacate, torno vertical movido por palancas o por un motor eléctrico.

## **1.6 Formulación de hipótesis y variables**

### **1.6.1 Hipótesis**

Para rehabilitar el canal navegable del río Guayas es necesario realizar operaciones de Dragado, para remover y transportar el material sedimentado que se halla en el cauce del río navegable, utilizando dragas hidráulicas de corte y de succión en marcha, lo que permitirá la navegación de embarcaciones con calados de 8.0 metros y la interconexión del puerto fluvial de Guayaquil con los demás puertos del mundo; tanto en transporte de carga y de turismo.

De la Hipótesis se desprenden las siguientes variables:

#### **1.6.1.1 Variable independiente**

- La sedimentación o material sedimentario obstruye el cauce navegable del río Guayas.

#### **1.6.1.2 Variable dependiente**

- Pérdida de profundidad constante y progresiva del cauce del río Guayas
- Falta de navegación e interconexión de embarcaciones del puerto fluvial de Guayaquil con los demás puertos del mundo.
- Se limita el desarrollo del transporte de carga y de turismo.

## **1.7 Aspectos metodológicos de la investigación**

### **1.7.1 Tipo de estudio**

El propósito es evidenciar el problema que representa el nivel de profundidad, misma que se analiza en el presente trabajo investigativo. Para ello, se cuenta con tres tipos de investigación: exploratoria, descriptiva y explicativa, que a continuación se detallan.

### **1.7.1.1 Estudio exploratorio**

Tiene por objeto esencial familiarizarse o aumentar su conocimiento con el fenómeno que se investiga o con un tema desconocido, novedoso o escasamente estudiado.

### **1.7.1.2 Estudio descriptivo**

Sirve para analizar cómo es y cómo se manifiesta un fenómeno y sus componentes. Identifica características del universo de investigación, puesto que, busca describir situaciones, comportamientos concretos y descubre y comprueba asociación entre variables.

### **1.7.1.3 Estudio explicativo**

Busca encontrar las razones o causas que ocasionan ciertos fenómenos. Su objetivo último es explicar por qué ocurre un fenómeno sedimentario y en qué condiciones se da éste. Los estudios explicativos están orientados a la comprobación de las hipótesis y su realización supone el ánimo de contribuir al desarrollo del conocimiento técnico científico.

Para el diseño de esta investigación, de acuerdo con sus objetivos se aplicara el estudio descriptivo y explicativo, con una perspectiva cuantitativa y cualitativa.

## **1.7.2 Métodos de investigación**

El método de investigación es el camino que permite organizar el procedimiento lógico general para seguir en el conocimiento y llegar, a la observación, descripción y explicación de la realidad.

En este caso los métodos a utilizar son los siguientes:

### **1.7.2.1 Método de observación**

La observación considerada como una técnica científica debe servir a un objetivo formulado, es planificada de manera sistemática de manera que el observador planifique y defina lo que se quiere observar y establezca los posibles resultados. Está sujeta a ser comprobada y validada. Para el efecto, se han presentado muchísima información que viene desde la ciudadanía y profesiones, que han identificado el problema de la sedimentación que ha afectado y sigue afectando por muchos la navegación de embarcaciones con calados mínimos, que a la presente fecha, ya ni siquiera es posible la navegación de embarcaciones menores entre Guayaquil y Durán y desde la ciudad de Guayaquil hasta el golfo de Guayaquil por embarcaciones con calados mayores a 6.5 metros y que para su ingreso al Puerto Fluvial de Guayaquil se hace necesario el beneficio de marea.

### **1.7.2.2 Método Inductivo**

Parte de fenómenos ó problemas específicos particulares para llegar a generalizar. Según Yolanda Parra (2007:63), “La inducción es entonces, el procedimiento metodológico que partiendo de casos particulares, se eleva a inferencias y conocimientos generales, permitiendo la formación de hipótesis, leyes científicas y demostraciones”; las mismas, han sido comprobadas dentro de los estudios de investigación realizados.

### **1.7.2.3 Método Deductivo**

A partir de situaciones generales, se llegan a identificar explicaciones particulares. Se considera una cadena de análisis en orden descendente.

#### **1.7.2.4 Método de Análisis**

Por medio del análisis se estudian hechos y fenómenos separando sus elementos constitutivos para determinar su importancia, las relaciones entre ellas, como están organizadas y cómo funcionan estos elementos.

#### **1.7.2.5 Método de Síntesis**

Análisis y síntesis son dos métodos de estudio que se complementan; pues primero se realiza el análisis y seguido de este; se toman las partes o elementos que conforman el problema de estudio, se combinan e interrelacionan de tal manera que el resultado sea la construcción de un esquema o estructura que permite dar claridad al conocimiento construido.

Según Carlos Méndez (2003:147), “el análisis descompone el todo en sus partes y las identifica; mientras que la síntesis relaciona los elementos componentes de un problema y crea explicaciones a partir de su estudio”.

Con éste método se sintetiza el problema que produce la acumulación permanente de los sedimentos por más de 50 años, mismos originados por la erosión en la parte alta y media de la Cuenca del Guayas y los elementos edáficos antrópicos cuyas consecuencias han sido la formación de azolves que han dado lugar a la formación de grandes bajos, barras e islotes a lo largo del río Guayas.

#### **1.7.3 Fuentes y técnicas para la recolección de información**

Para obtener la información adecuada y necesaria, el investigador acude a las fuentes y técnicas de recolección de datos, misma que debe ser un proceso planeado, organizado y sistematizado; congruente con el problema de investigación, que también sea confiable y permita su validación.

En relación a la fuente que suministra los datos; ésta puede ser primaria y secundaria:.

### **1.7.3.1 Fuente Primaria**

La investigación primaria en los estudios de la presente tesis, no acude a fuentes primarias como los estudios de sedimentación y los levantamientos Topo hidrográficos en sitio del área de estudio, por la imposibilidad económica, equipos y de recursos humanos, necesarios que demandan dichos trabajos de investigación.

### **1.7.3.2 Fuente secundaria**

Es aquella información que el investigador recoge a partir de investigaciones ya hechas por otros investigadores. Por tanto, el investigador no tiene contacto directo con la información o el objeto de estudio.

En relación a la técnica, para la recolección de información de esta investigación se recurrió a la observación con la intención de apreciar y percibir con atención ciertos hechos y aspectos de la realidad del objeto de estudio (Actas Oceanográficas del Pacífico; Cartas Hidrográficas del Río Guayas; Estudios de Sedimentación del Río Guayas y sus afluentes Daule y Babahoyo-INP); publicaciones de prensa; publicaciones técnicas; entrevistas para recoger la información sobre temas y situaciones específicas; y, encuestas para recoger datos cuantitativos acerca del problema para luego ser analizados cualitativamente.

### **1.7.4 Tratamiento de la información**

La información recopilada para la presente investigación será codificada y tabulada para su análisis e interpretación. La información estadística recogida se organiza en tablas de frecuencia y en representaciones gráficas, lo que permite enunciar comparaciones y porcentajes que sirvan de base y contribuyan para un mejor entendimiento del objeto de estudio, cual es, la **sedimentación del Río Guayas y su afluentes los ríos Daule y Babahoyo.**

Para Mario Tamayo (199:25), “La estadística se constituye en la herramienta fundamental en el análisis de la información. Y el tratamiento estadístico se selecciona dependiendo del tipo de investigación; teniendo en cuenta el enfoque cualitativo ó cuantitativo, la escala de medición de las variables, la hipótesis y los objetivos.”

## **1.8 RESULTADOS E IMPACTOS ESPERADOS**

### **1.8.1 ENTREVISTAS:**

Para el efecto se realizan entrevistas a los ingenieros Reynaldo Molina, Hugo Vélez, Gonzalo Pizarro, al tenor de las siguientes preguntas:

**1. ¿Cuál es su conocimiento sobre el problema de sedimentación en el río Guayas?**

Al respecto debo indicarle que el problema de sedimentación viene desde hace más de 50 años. Por el conocimiento que tengo, el último dragado se efectuó en 1968.

**2. ¿De acuerdo con sus conocimientos y experiencia cómo cree usted que la sedimentación afecta a la navegación por el río Guayas?**

La sedimentación afecta a la navegación porque produce la pérdida de profundidad y no permite que las embarcaciones que ingresan hasta la ciudad de Guayaquil por el río Guayas, están restringidas a calados de 6.5mts. con beneficio de marea, además de que la sedimentación cambia el cauce navegable del río por la formación de bajos que representan un problema muy grave para los navegantes.

**3. ¿Conforme a sus conocimientos en materia de dragado, qué recomendaciones daría usted para solucionar el problema de sedimentación en el río Guayas?**

La solución al problema de sedimentación en el río Guayas es el dragado mediante dragas ya sean Hidráulicas de corte y succión o de succión en marcha (tolva), según determinen los estudios de sedimentación del área que se vaya a dragar.

**De las respuestas dadas por los mencionados profesionales se desprende que; conocen el problema de la sedimentación que ha causado la restricción**

**de la navegación en el Río Guayas, siendo la única solución efectuar el dragado del canal navegable, siendo el porcentaje en el orden del 80 %.**

### **1.8.2 MUESTREO**

El muestreo mediante el planeamiento de preguntas cerradas realizadas a personas que se encontraban tanto en el malecón 2000, personas que cruzaban el Puente de la Unidad Nacional y estudiantes de ingeniería de las universidades Laica, Estatal, Católica y Politécnica del Litoral

#### **1.- ¿Conoce usted los problemas de la sedimentación en el Río Guayas?**

<b>VARIABLE</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>PORCENTAJE</b>
<b>SI</b>	70	70%
<b>NO</b>	30	30%
<b>TOTAL</b>	100	100%

**De las respuestas recibidas se colige que el 70 % conocen del problema de la sedimentación en el Río guayas.**

2.-¿Ha observado usted la aparición de bajos en el Río Guayas?

<b>VARIABLE</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>DORCENTAJE</b>
<b>SI</b>	90	90%
<b>NO</b>	10	10%
<b>TOTAL</b>	100	100%

En esta pregunta, las respuestas es de conocimiento por haber visualizado los bajos el orden del 90 % en el Río guayas.

**3.- ¿Cree usted que la sedimentación afecta al tráfico fluvial en el Río Guayas?**

<b>VARIABLE</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>PORCENTAJE</b>
<b>SI</b>	72	72%
<b>NO</b>	28	28%
<b>TOTAL</b>	100	100%

**En esta pregunta las respuestas son que la sedimentación afecta el tráfico fluvial, cuyo porcentaje de respuesta afirmativa es del 72 % del muestreo realizado.**

4.- ¿Cree usted que por el problema de la sedimentación ya no existe el transporte por lanchas entre Guayaquil y Duran?

<b>VARIABLE</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>PORCENTAJE</b>
<b>SI</b>	57	57%
<b>NO</b>	43	43%
<b>TOTAL</b>	100	100%

En esta pregunta, las personas que dan sus respuestas sobre si la sedimentación afecta al transporte de las lanchas entre Guayaquil y Durán, responden afirmativamente el 57 % del muestreo realizado.

5.- ¿Cree usted que para rehabilitar la navegación fluvial es necesario dragar el Río Guayas?

<b>VARIABLE</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>DORCENTAJE</b>
<b>SI</b>	73	73%
<b>NO</b>	27	27%
<b>TOTAL</b>	100	100%

En esta pregunta, las personas que dan sus respuestas de manera afirmativa el 73 % del muestreo realizado.

6.- ¿Conoce si alguna institución del Estado se encuentra dragando en alguna parte del Río Guayas?

<b>VARIABLE</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>PORCENTAJE</b>
<b>SI</b>	22	22%
<b>NO</b>	78	78%
<b>TOTAL</b>	100	100%

En esta pregunta, el 78 % responden desconocer sobre qué instituciones del Estado deben realizar el dragado del Río Guayas.

7.- ¿Cree usted que dragando el canal de navegación del Río Guayas, esto aportaría al desarrollo de Guayaquil y el País en el comercio y el turismo?

<b>VARIABLE</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>PORCENTAJE</b>
<b>SI</b>	79	79%
<b>NO</b>	21	21%
<b>TOTAL</b>	100	100%

En esta pregunta, el 79 % responden que el dragado del Canal Navegable del Río Guayas, permitiría desarrollar el comercio y el turismo a través del Río Guayas.

## **CAPITULO II**

### **2 ANÁLISIS, PRESENTACIÓN DE RESULTADOS Y DIAGNOSTICO**

#### **2.1 Análisis de la situación actual**

De los estudios realizados entre los años 1994-95; 2001-2002; 2005, 2009 y 2010; se desprende que, la situación actual del Río Guayas debido al enorme volumen de sedimentación anual (0.297 mts) que depositan sus afluentes los ríos Daule y Babahoyo, se ha vuelto innavegable a embarcaciones de calados mayores a 6.5 metros desde la ciudad de Guayaquil hasta el Golfo, y a embarcaciones mayores a calados de 1.5 metros en el sector comprendido entre Guayaquil-Durán y la Puntilla de Samborondón.

Estos azolves producto de la sedimentación, han dado lugar a la formación de grandes bajos, barras e islotes a lo largo del Río Guayas y de sus afluentes los ríos Daule y Babahoyo. Uno de los más conspicuos bajos que se han transformado en islote, es el denominado Islote “El Palmar”, que se levanta frente a la desembocadura del Río Daule en el Río Guayas; este islote no existía hace 50 años atrás; el Río Guayas era navegable para embarcaciones mayores y menores que hoy no pueden realizar debido a la reducción de la profundidad del Río Guayas, como consta en los diversos gráficos propuestos en el análisis de la tesis.

La situación actual, es muy crítica; las autoridades del Estado durante más de 50 años no ha hecho nada por resolver el problema sedimentario del Río Guayas y sus afluentes; excepto que, el gobierno actual, trata de realizar dragados (parte del Islote El Palmar) aislados del problema general que afecta la sedimentación al cauce navegable del Río Guayas..

## **2.2 Análisis comparativo, evolución, tendencia y perspectiva**

Se realizaron estudios comparativos de sedimentación entre los años 2001, 2005, 2009 y 2010 (gráficos del 1 al 29), de las investigaciones realizadas por INOCAR, publicadas en las Actas Oceanográficas del Pacífico años 2001, 2002; cartas Hidrográficas IOA 1072, ediciones 2005, 2009 y 2010; Estudios de sedimentación realizados por el INP los años 1994-1995; de los cuales se pudo comprobar el **movimiento dinámico de la sedimentación entre la acreción y la decreción de los sedimentos en el área de estudios**; producto de lo cual se han formado el Islote El Palmar; los bajos entre Guayaquil y Durán y a lo largo del canal navegable del Río Guayas, dentro del cual destaca la formación de los bajos Paola y Barra Norte. En todos los estudios se observa que la sedimentación aumenta a una rata de 0.297 metros inter anual entre los años 2005 al 2010.

La tendencia es aumentar permanentemente la sedimentación; así como su dinámica es la variación de posiciones por corrimiento de los bajos, lo que ha hecho que el eje del Canal de Navegación cambie de posición constantemente, como se observa en las referidas cartas hidrográficas.

La perspectiva que se avizora por la rata de sedimentación constante, es que a futuro la sedimentación progresiva, hará que los bajos se irán transformándose en nuevos islotes y el canal navegable se habrá perdido, producto de lo cual se perderá profundidad y aumentará el problema de los desbordamientos de los ríos que afectarán las zonas agrícolas y la inundación de las ciudades y pueblos ribereños.

## **2.3 Resultados**

Este comportamiento sedimentario ha traído como consecuencia, la inhabilitación a la navegación de embarcaciones con calados mayores a 6.5 metros y que actualmente, inclusive, solo pueden ingresar al Puerto Fluvial de Guayaquil, con beneficio de marea, pues los bajos Paola y Barra Norte, tienen profundidades máximas de 4.2 metros.

## **2.4 Verificación de la hipótesis**

Con expuesto, se verifica la Hipótesis de que para **habilitar el Canal Navegable del Río Guayas, necesariamente debe realizarse el Proyecto de Dragado propuesto en el Tema de Tesis; esto es, el dragado del Canal Navegable del Río Guayas a 10.0 metros de profundidad con 0.50 metros de sobre dragado**, que haría posible restablecer la navegación de embarcaciones de 7.50 metros de calado; mismo que sólo es posible a través de las Autoridades del Estado y que deben ser ejecutados por los gobiernos: central, provinciales o Municipales.

## **CAPITULO III**

### **3.- DISEÑO DEL DRAGADO DEL CANAL NAVEGABLE DEL RIO GUAYAS FRENTE A LA CIUDAD DE GUAYAQUIL**

#### **3.1 Antecedentes**

El último dragado realizado en el Río Guayas fue en año 1970 por el Comité de Vialidad del Guayas; se desconoce qué volumen fue dragado.

Entre los años 1962-1963 se realizó el dragado del Estero Cobina para unir el Estero Salado con el Río Guayas; para el efecto se construye la esclusa, debido a la diferencia de nivel que existe entre el Estero Salado y el Río Guayas

A más de 50 años, la Secretaria Nacional del Agua (SENAGUA), comienza el dragado de un volumen de 296.000 m<sup>3</sup> del canal que se halla entre el Islote El Palmar y La Puntilla, a través de del Servicio de Dragas de la Armada.

El dragado que SENAGUA realiza frente al Islote El Palmar es insignificante y no aporta de ninguna manera a la solución de navegabilidad del Río Guayas, si comparamos con el volumen de sedimentación que debe dragarse en el Río Guayas.

#### **3.2 Justificación del Proyecto de Dragado**

Si bien es cierto que el movimiento de naves de alto bordo que ingresan anualmente hasta el Puerto Fluvial de Guayaquil no justificaría económicamente llevar a cabo un dragado de

gran magnitud, por el volumen de carga y pasajeros que en promedio ingresan anualmente; sin embargo, se justificar bajo los siguientes considerandos:

Es nuestro primer puerto fluvial, potencialmente capaz de mejorar considerablemente el embarque y desembarque de carga y pasajeros que ingresen de ultramar, sin la necesidad de emplear cabotaje o desembarcos riesgosos en embarcaciones menores, como se lleva a cabo cuando se desembarcaba en la Isla Puná

En el campo turístico, después del transporte aéreo, el fluvial constituiría a futuro, la vía más importante para arribar a la ciudad de Guayaquil, por medio de buques cruceros de pasajeros, pudiéndose incrementar en pocos años, ya que gran parte de los paquetes turísticos que se ofertan a nivel mundial solo contemplan el ingreso de naves a Galápagos, por cuanto el ingreso al Puerto de Guayaquil es restringido tanto por el Estero Salado como por el Río Guayas. Permitiría aprovechar la declaración del Ecuador como el Mejor Destino Turístico del Mundo.

### **3.3 Diseño del canal de Dragado**

#### **3.3.1 Criterios para el Diseño del Canal**

Para diseñar el canal, primeramente se estableció el área a dragarse, la misma ubicada entre las siguientes coordenadas UTM: 626.643,46879 S y 9'749643 W (Esteros Cobina-Eclusas), al sur; 624.974,15475 S y 9'761.786,4674 W (desembocadura del Río Daule-

Puente de la Unidad Nacional) al norte), Carta Hidrográfica. IOA 1072, 3era. edición, 2010 que se encuentra vigente. .

La forma del canal escogido es trapezoidal; deberá dar acceso a naves de alto bordo en épocas de vaciante, o sea que deberá existir una cota del nivel de río mayor o igual a 10.50 m.s.n.m.m. para naves con las siguientes dimensiones máximas:

Calados Máximo	8.50 m
Manga	30 m.
Eslora	150 m.

El lecho del canal tendrá un ancho 200 metros considerando que existirá tránsito de dos embarcaciones a la vez.

En el área de maniobras (A.M.), se ha considerado que la nave debe girar 180° frente al muelle para poder salir por el mismo canal. Para ello se ha hecho uso de la eslora más un factor de seguridad; así: .

Base del Arrea de .Maniobras (AM). =  $150 + 50 = 200$  m.

Se ha considerado un canal recto paralelo a la ribera de la ciudad y separado de ésta de entre 100 a 150 metros con el fin de no tocar áreas acuáticas concedidas a particulares como muelles, malecones, etc.

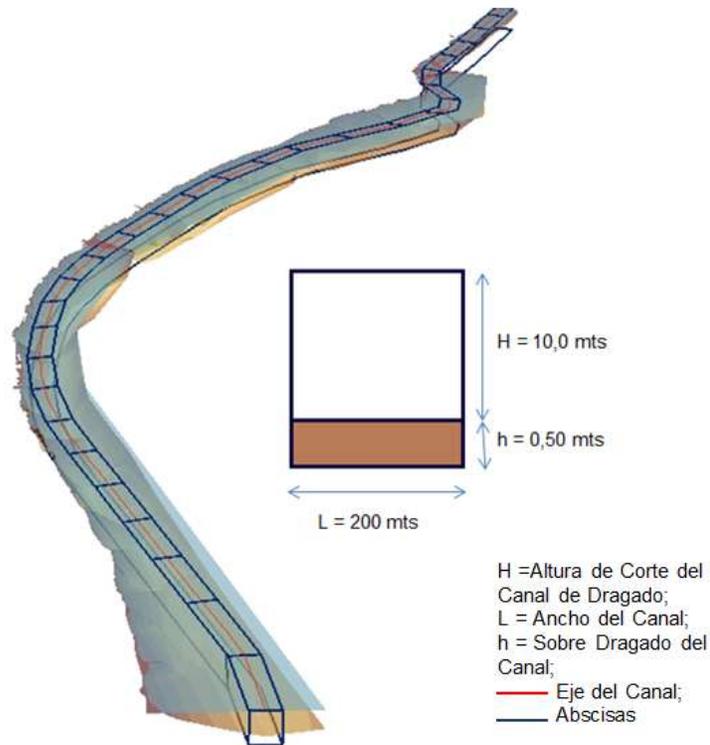
El trazado del canal es recto para que las naves puedan tomar una sola enfilación al momento de ingresar al puerto y no se compliquen con maniobras adicionales.

Los taludes laterales se han considerado con una pendiente de 45° en función del tipo de sedimentos, mismos que representa el 70 % de arena y un 30 % de arena limosa, según estudios de.SENAGUA; INOCAR, INP, Fondo de Agua.

En el área de dragado se realizan cortes de los perfiles, mismos abscisados cada 500 metros siguiendo el eje de navegación trazado en la Carta Hidrográfica IOA 1072, 3era. Ed., 2010, mediante el programa ArcGis (SIG) y Civil 3D, dándonos una longitud del canal a dragarse de 15 kilómetros, misma que va desde la abscisa 0+000 a 15+000.

El trazado del canal para mayor comprensión visual, se realizó un modelamiento digital 3D siguiendo el eje del canal navegable. La forma aparente de la sección que aparece de forma rectangular, es por efecto de escala; en la realidad es trapezoidal, como se detalla en la figura de diseño, cuya luz del trapecio tiene 400 metros de tirante. Las escalas utilizadas son: V=250; H=2500

**Figura No. 31 Sección del canal de dragado en vista tridimensional**

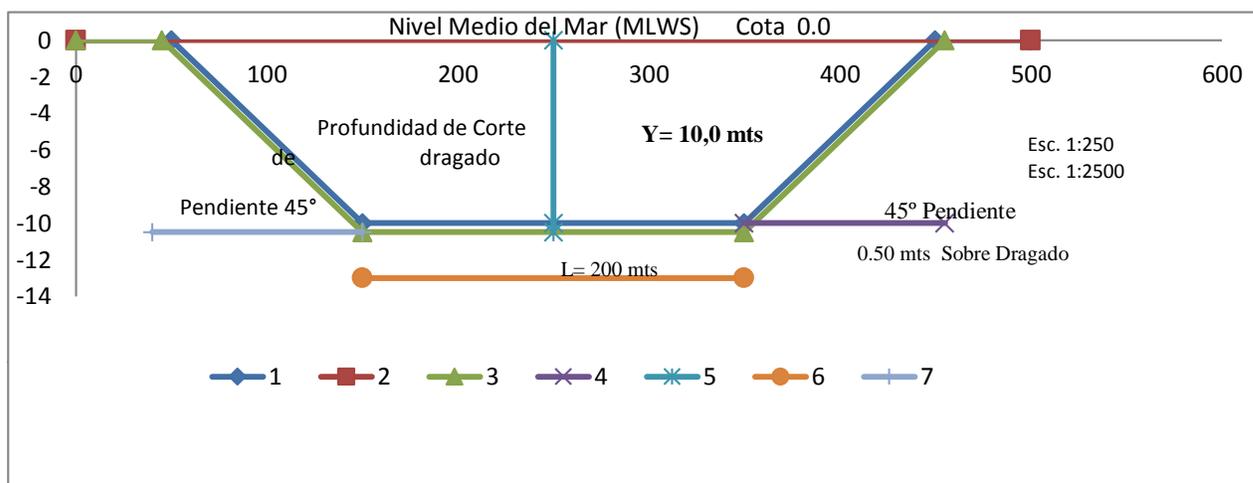


**Autor: José Guillermo Tapia Hinojosa**

De la carta Hidrográfica IOA 1072, 2010, se obtienen los datos mediante el programa ArcGis (SIG) , con los mismos se corre en el programa Civil 3D que calcula por defecto. Los valores se detallan cada 100 metros los mismos que son abscisados de 0+000 a 15+029537; en ellos se detalln a los volúmenes de corte y relleno del canal diseñado, cuya sección tiene una base de 200 metros con un tirante o luz de 400 metros, con una pendiente de 45°.La profundidad de corte es de 10.0 metros con un sobre dragado de 0.50 metros, que da una una profundidad total de 10.50 metros,. Para diseñar el canal de navegación a dragarse, se tomó en cuenta el thalweg o eje de las mayores profundidades, mismas que están relacionadas con el eje del canal trazado en la carta hidrográfica IOA 1072, 3era edición, 2010, utilizada para la navegación, vigente a la fecha.

### 3.4 Diseño de la Sección Típica del Canal a ser Dragado en el Rio Guayas

Figura No. 32 Sección del canal a dragarse



Autor: José Guillermo Tapia Hinojosa

### **3.1.2.3 Batimetría**

La batimetría in situ del área de estudio, es imposible realizar por mis propios medios; razón por la cual, en el Plan de Tesis se contempla los estudios multitemporales, en base a la cartografía existente.

Los valores de los sondeos, se obtuvieron de las cartas hidrográficas con el programa ArcGis (SIG), mismo que calcula por defecto.

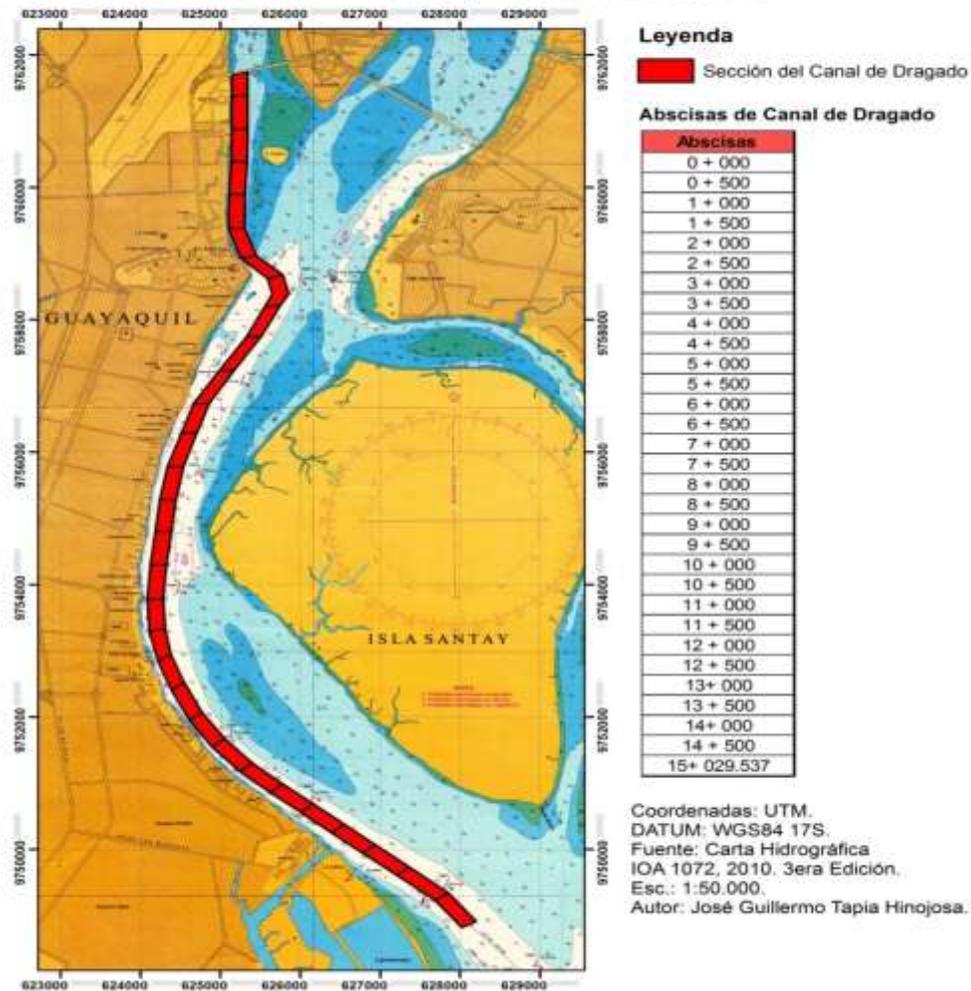
Las coordenadas geográficas de las cartas fueron transformadas a UTM, DATUM WG S84 17S

### **3.1.4 Cálculo de Volúmenes**

Para el cálculo de volúmenes se han considerado secciones transversales al eje del canal con una separación de 500 metros entre abscisa y un ancho de corte de 200 metros; abscisados de 0+000 a 15+000.

Figura No. 33 Abscisas 0+000 a 15+000

**Mapa de Implantación del Proyecto de Diseño del Canal de Dragado. Río Guayas, frente a la Ciudad de Guayaquil. Carta IOA 1072 - 2010, 3era Edición.**



La cantidad de sedimentos a dragar se ha calculado “in situ” es de 9’ 810432,73 m el cual incluye 0,50 metros de sobre-dragado.

En los anexos, se presenta el cálculo del volumen de dragado a realizar, para lo cual se han medido haciendo uso del programa Autocad Civil 3D, mismo que calcula por defecto..

Las profundidades se obtuvieron mediante ArcGis, para luego correr los mismos en el programa Civil 3D, mismo que calcula por defecto, las áreas y volúmenes de la sección

trapezoidal, tomando en cuenta la profundidad de diseño de 10.0 metros, más 0.50 metros de sobre dragado. El volumen total de la sección de dragado es de 9'810.432,73 m<sup>3</sup>, mismo que corresponde al área de dragado que va desde la abscisa 0+000 hasta la 15+000 metros. Ver en el Anexos

### **3.1.5 Tipo de Draga que Requiere este Proyecto**

Teniendo presente que el material a dragar está constituido fundamentalmente por sedimentos fáciles de dragar por ser no cohesivos y bastante finos, que van desde arenas bien clasificadas hasta sedimentos limo-arenoso.

Por ser el volumen de sedimentos a eliminar, bastante grande; **se recomienda el uso de una draga de alta producción, hidráulica del tipo corte – succión.**

La capacidad de la draga utilizar, tiene que tener una potencia de entre 1500 a 2000 H a fin de poder remover el volumen de sedimentos estimado en un tiempo determinado. De 36 meses a 851,302 m<sup>3</sup>/hora, para una producción de 20.431,248 m<sup>3</sup> por día.

### **3.1.6 Cálculo de la Potencia de una Draga de Corte – Succión**

En cuanto a la descarga, esta deberá contar con una línea de tubos de 3500 metros, ya que la descarga deberá servir de relleno en el islote que se ubica frente a la ciudad

Asimismo, se deberá considerar las paralizaciones por los diversos motivos, cuya sumatoria nos permitirá calcular el **tiempo efectivo de dragado**; para lo cual, el profesional a cargo del diseño del proyecto, deberá tomar en cuenta los siguientes parámetros:

## Cálculo del Tiempo Efectivo de Dragado

El tiempo programado para desarrollar el Proyecto de Dragado de la Tesis, son 36 meses, bajo los siguientes parámetros y formulaciones:

Disponibilidad del tiempo total	36 meses
Mantenimiento mensual programado	4 días / mes
Mantenimiento correctivo	5 %
10% por mal tiempo	0.9
Factor de operatividad	0.6

### FORMULA 5

$$Te = Dt \times Mp \times Mc \times Mt \times Fo$$

$$Dt = 36 \text{ meses}$$

$$Mp = 4 \text{ días/mes}$$

$$Mc = 5 \%$$

$$Mt = 10\%$$

$$Fo = 0.6$$

**Luego el tiempo efectivo (Te) de dragado será:**

$$Te = 36 \text{ (meses)} \times 26 \text{ (días/mes)} \times 24 \text{ (horas/día)} \times 0.95 \times 0.9 \times 0.6$$

$$Te = 11524,032 \text{ hora}$$

### 3.1.7 Cálculo del Caudal de Sólidos (Qs)

#### FÓRMULA 6

$$Q_s = V_t / T_h$$

V<sub>t</sub> = Volumen total

T<sub>h</sub> = Tiempo total en horas:

De donde:

$$V_t = 9'810.432,73 \text{ m}^3$$

$$T_h = 11.524,032 \text{ horas}$$

$$Q_s = \frac{9'810.432,73 \text{ m}^3}{11524,032 \text{ horas}} = 851,302 \text{ m}^3/\text{hora} = 0.236 \text{ m}^3 / \text{seg.}$$

**% de sólidos en la mezcla = 15%**

**Luego el caudal de la mezcla agua más sólidos será:**

$$Q_{\text{mezcla}} = \frac{0.236 \times 100}{15} = 1,573 \text{ m}^3 / \text{seg.}$$

## CONCLUSIONES

El aporte de sedimentos de los ríos Daule y Babahoyo al Río Guayas ha dado lugar a la formación de azolves en su cauce, produciendo grandes variaciones morfológicas cuyo resultado es la formación de grandes bajos, barras e islotes a lo largo del río, que ha cambiado el cauce navegable.

Los cambios morfológicos se hallan aguas arriba de los ríos Daule y Babahoyo y aguas abajo del Guayas en donde se han formado dos grandes barras denominadas Paola y Norte, mismas que cierran el ingreso a la ciudad de Guayaquil, pues tienen profundidades máximas de 4.2 metros. Estos bajos y barras por efecto de marea cambian dinámicamente su posición, y con ello también se cambia el eje del canal navegable del río.

Luego de efectuado el proyecto de dragado propuesto en la investigación, los sedimentos en suspensión fluirán dinámicamente, porque no habrán los obstáculos de los bajos y barras que hoy se encuentran consolidados; por lo tanto, a través del canal dragado la sedimentación será moderada.

Este proyecto deberá contar con el concurso de instituciones públicas del gobierno Central, provincial y local; así como de las empresas privadas que realizan el comercio por esta vía fluvial.

Para efectuar el dragado, se plantea tomar en cuenta, el parque de dragas que dispone el SERVICIO DE DRAGASA DE LA ARMADA DEL ECUADOR. Disponen de Técnicos y equipos de dragas con los que podrían realizar dragados de esta envergadura.

El primer objetivo de un proyecto de dragado, es conseguir una draga adecuada, para hacer realidad la recuperación del Canal Navegable del Río Guayas, para que la ciudad de Guayaquil vuelva a ser el Primer Puerto Fluvial del Ecuador y de la Costa del Pacífico.

## RECOMENDACIONES

Existen algunos métodos para el manejo de los sedimentos producto de los dragados, la aplicación de alguno de ellos, dependerá de las siguientes consideraciones básicas:

- a) Verificar si el sedimento a dragar está contaminado o no, con qué y en qué grado.
- b) En caso que el grado de contaminación del sedimento a dragar no sea nocivo para la vida humana se aplicarían descargas directas sobre recintos ya sea en aguas abiertas o tierra adentro.
- c) Explorar en el entorno del proyecto la existencia de canteras para dotación de materiales en caso de realizar recapados.
- d) Verificar en la zona de proyecto áreas disponibles para adecuación de recintos de depósito.
- e) Observar en el entorno, recintos de depósitos antiguos.
- f) En caso de dragados en canales de navegación, identificar las fosas o depresiones más cercanas que no se afecten por corrientes que no permitan el retorno del sedimento al área de dragado.
- g) Se debe de realizar los estudios de suelos necesarios al sedimento a dragar para determinar en primer lugar si está contaminado o no, denominándose como contaminado aquel sedimento que contengan metales pesados o restos de aceites o lubricantes.

- h) En caso que el estudio de suelos diera como resultado un alto porcentaje de contaminación, habría que tratarlo de una manera especial primeramente confinando el sedimento en recintos tierra adentro preferiblemente, para realizar el decapado en ese sitio y llevar un mejor control del mismo.
- i) En caso que no estuviere contaminado el sedimento a dragar no habría problema de depositarlo en depresiones o fosas aguas abiertas, si se tratase del dragado con una draga de autopropulsión con tolva, y de dragar con una unidad estacionaria se lo dispondría en recintos tierra adentro o recintos de disposición costera confinada.
- j) Por la naturaleza de los sedimentos, para la ejecución del dragado, se debe utilizar una draga de succión en marcha con cortador autopropulsadas con tolva.

## BIBLIOGRAFIA

- 1 Acta Oceanográfica del Pacífico, INOCAR, 2010
- 2 Algunas características Geográficas y Oceanográficas del estuario interior del Golfo de Guayaquil y sus afluentes Daule y Babahoyo, 1994-1996, INP, pag 7-8
- 3 Acta Oceanográfica del Pacífico, INOCAR, vol 14, No. 1, 2007, pag 170-171
- 4 Acta Oceanográfica del Pacífico, INOCAR, vol 14, No. 1, 2007, pag 171-174
- 5 Archivo Histórico Biblioteca Municipal de Guayaquil. Planos de Guayaquil, Arq. Melvin Hoyos.
- 6 Génesis del Instituto Oceanográfico de la Armada, Archivo de Historia Marítima, pág. 152.
- 7 Acta Oceanográfica del Pacífico, INOCAR, vol 14, No. 1, 2007, pag 175
- 8 Acta Oceanográfica del Pacífico, 2007, pag 170
- 9 ADC- Asociación Internacional de empresas de dragado, IAP
- 10 H- Asociación internacional de puertos: Dragado para el desarrollo, pag 8-12
- 11 Año internacional de los Océanos, 1998, INP, pag 8
- 12 Algunas características Geográficas y Oceanográficas del estuario interior del Golfo de Guayaquil y sus afluentes Daule y Babahoyo, 1994-1996, INP, pag 8
- 13 Cartas hidrográficas 2005,2009,2010
- 14 Evaluación de las inundaciones de la Cuenca baja del Guayas, datos y manejos, CLIRSEN, 2008 – 2009
- 15 Estudio de Impacto Ambiental para los trabajos permanentes del canal de acceso del puerto marítimo de la ciudad Guayaquil, cap. III, pag. 3
- 16 Evaluación de las inundaciones de la cuenca baja del Guayas, datos y manejos, CLIRSEN, 2008
- 17 Efectos Ambientales del dragado – Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos, ING Bill Murder, pag.2-3, Tercer Congreso Latinoamericano del Dragado.

- 18 El Desperdicio del Siglo; Portuaria y su Cuarto contrato del dragado, Hugo Tobar Vega, pag. 17-24
- 19 Fondo de agua, pag 28-33
- 20 Revista tecnológica Espol, vol 21, No. 1, pag 1-6
- 21 SENAGUA – DED, 2011
- 22 SENAGUA, 2
- 23 SENAGUA-DED, 2009
- 24 Tesis de grado, Estudio Económico – Ambiental del sistema del cultivo de mango en la región de sub Cuenca del rio Daule, ESPOL.
- 25 Tercer Congreso Latinoamericano, Caracas, 1979
- 26 Técnicas de Dragado: Anteproyecto Avanzado Muelle Multipropósito “C

## CITAS DE INTERNET

<http://www.epn.edu>.

<http://www.oceandocs.net>

<http://www.inamhi.gob.ec>

<http://www.bibliotecaonu.org.ec>

<http://www.wordreference.com/definicion>

<http://www.dredgebrokers.com/Indexspa.html>

[www.dspace.espol.edu.ec](http://www.dspace.espol.edu.ec).

[www.ecuacier.org](http://www.ecuacier.org)

[es.wikipedia.org/wiki/dragado](http://es.wikipedia.org/wiki/dragado)

**[www.armada.mil.ec](http://www.armada.mil.ec)**.

[www.andes.info.ec](http://www.andes.info.ec)

[www.hidronacion.org](http://www.hidronacion.org)

[www.surpae8n1.sire.gov.co](http://www.surpae8n1.sire.gov.co)

[www.camae.org](http://www.camae.org)

[www.cepeige.org](http://www.cepeige.org)

[www.guayas.gob.ec](http://www.guayas.gob.ec)

[www.explorer.com.ec](http://www.explorer.com.ec)

[www.secsuelo.org](http://www.secsuelo.org)

[www.agua.gob.ec](http://www.agua.gob.ec)

**[www.elcomercio.com.ec](http://www.elcomercio.com.ec)**

**[www.eltelegrafo.com.ec](http://www.eltelegrafo.com.ec)**

**[www.elespreso.com.ec](http://www.elespreso.com.ec)**

**[www.eluniverso.com.ec](http://www.eluniverso.com.ec)**

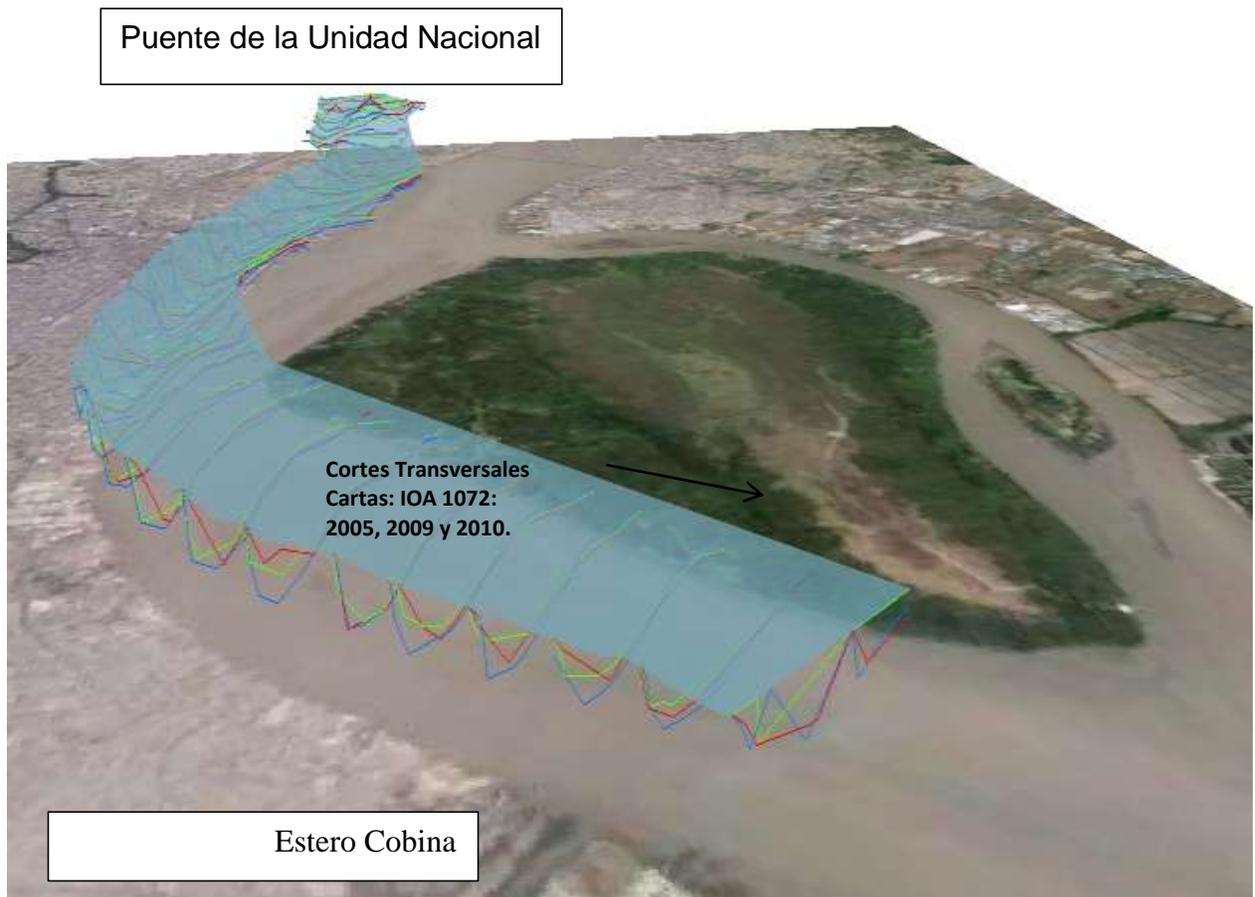
**[www.diariohoy.com.ec](http://www.diariohoy.com.ec)**

**[www.vistazo.cm](http://www.vistazo.cm)**

# **ANEXOS**

## ANEXO A

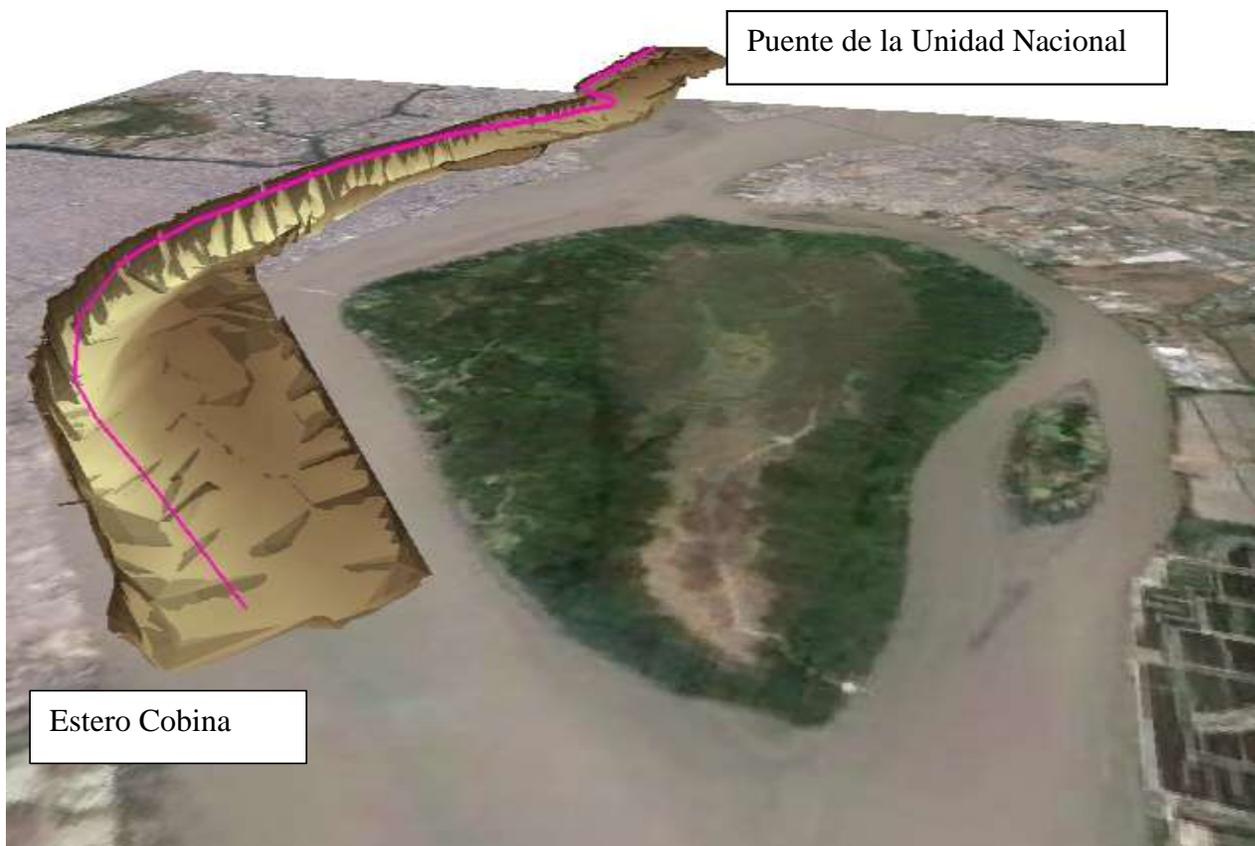
Gráficos de Cortes transversales proyectados en 3D del área de investigación de Investigación



**Fuente:** cartas hidrográficas IOA 1072 ediciones 2005, 2009 y 2010.

Autor : José Guillermo Tapia Hinojosa

Gráfico No. Modelo digital de la superficie del fondo y taludes del río Guayas del área de estudio del proyecto de tesis



Fuente: Georreferenciación de la Carta Hidrográfica IOA 1072 y google earth  
Autor : José Guillermo Tapia Hinojosa

## **ANEXO B**

**CALCULO DE VOLUMENES DEL CANAL NAVEGABLE DEL RIO GUAYAS**

**CANAL DE DRAGADO DESDE LA ABSCISA 0 + 000 A 15 + 029.537**

<b>Station</b>	Cut Area (m2)	Fill Area (m2)	END AREA Cut 1.000 Volume (m3)	VOLUME LIST 0 Fill 1.0 Volume (m3)	ING WITH CURVE COR 000 Cut 1.0000 Tot Vol (m3)	RECTION Fill 1.0000 Tot Vol (m3)	Mass Ordinate
<b>0+000</b>	0		0	41238,271	0	41238,271	0 41238,271
<b>0+100</b>	824,765		0	82781,262	0	124019,533	0 124019,533
<b>0+200</b>	830,86		0	83937,246	0	207956,779	0 207956,779
<b>0+300</b>	847,885		0	84313,478	0	292270,257	0 292270,257
<b>0+400</b>	838,384		0	80112,295	0	372382,552	0 372382,552
<b>0+500</b>	763,861		0	76159,835	0	448542,387	0 448542,387
<b>0+600</b>	759,335		0	76638,584	0	525180,971	0 525180,971
<b>0+700</b>	773,436		0	77980,481	0	603161,451	0 603161,451
<b>0+800</b>	786,173		0	79251,209	0	682412,66	0 682412,66
<b>0+900</b>	798,851		0	80483,046	0	762895,706	0 762895,706
<b>1+000</b>	810,81		0	81585,862	0	844481,568	0 844481,568
<b>1+100</b>	820,907		0	81919,117	0	926400,685	0 926400,685

<b>1+200</b>	817,475	0	81945,831	0	1008346,516	0	1008346,52
<b>1+300</b>	821,442	0	82576,041	0	1090922,558	0	1090922,56
<b>1+400</b>	830,079	0	83464,657	0	1174387,215	0	1174387,22
<b>1+500</b>	839,214	0	84402,974	0	1258790,189	0	1258790,19
<b>1+600</b>	848,846	0	84543,406	0	1343333,594	0	1343333,59
<b>1+700</b>	842,023	0	81872,956	0	1425206,55	0	1425206,55
<b>1+800</b>	795,437	0	76319,117	0	1501525,667	0	1501525,67
<b>1+900</b>	730,946	0	69271,036	0	1570796,702	0	1570796,7
<b>2+000</b>	654,475	0	61829,212	0	1632625,915	0	1632625,92
<b>2+100</b>	582,109	0	56505,579	0	1689131,493	0	1689131,49
<b>2+200</b>	548,002	0	54263,552	0	1743395,045	0	1743395,05
<b>2+300</b>	537,269	0	53037,539	0	1796432,584	0	1796432,58
<b>2+400</b>	523,482	0	51378,724	0	1847811,308	0	1847811,31
<b>2+500</b>	504,092	0	49403,041	0	1897214,35	0	1897214,35
<b>2+600</b>	483,968	0	47123,939	0	1944338,289	0	1944338,29
<b>2+700</b>	458,51	0					

<b>Station</b>	Cut Area (m2) Fill	END AREA Cut 1.000 Volume (m3)	VOLUME LIST 0 Fill 1.0 Volume (m3)	ING WITH CURVE COR 000 Cut 1.0000 Tot Vol (m3)	RECTION Fill 1.0000 Tot Vol (m3)	Mass Ordinate	
<b>2+800</b>	410,686	0	43459,796 39850,509	0 0	1987798,09 2027648,59	0 0	1987798,09 2027648,59
<b>2+900</b>	386,325	0	42634,954	0	2070283,55	0	2070283,55
<b>3+000</b>	466,374	0	43085,289	0	2113368,84	0	2113368,84
<b>3+100</b>	395,331	0	29412,078	0	2142780,92	0	2142780,92
<b>3+200</b>	192,91	0	20556,958	0	2163337,87	0	2163337,87
<b>3+300</b>	218,229	0	26129,521	3,266	2189467,39	3,266	2189464,13
<b>3+400</b>	304,361	0,065	25603,609	92,082	2215071	95,348	2214975,66
<b>3+500</b>	207,711	1,776	22380,227	101,411	2237451,23	196,758	2237254,47
<b>3+600</b>	239,894	0,252	26392,541	12,594	2263843,77	209,353	2263634,42
<b>3+700</b>	287,957	0	30824,308	0	2294668,08	209,353	2294458,73
<b>3+800</b>	328,529	0	30699,728	0	2325367,81	209,353	2325158,46
<b>3+900</b>	285,465	0	22466,117	0	2347833,93	209,353	2347624,57

<b>4+000</b>	163,857	0	11916,363	0	2359750,29	209,353	2359540,94
<b>4+100</b>	74,47	0	10322,033	0	2370072,32	209,353	2369862,97
<b>4+200</b>	131,97	0	17355,262	114,412	2387427,58	323,765	2387103,82
<b>4+300</b>	215,135	2,288	27351,025	626,398	2414778,61	950,163	2413828,45
<b>4+400</b>	331,886	10,24	33333,443	1468,604	2448112,05	2418,767	2445693,29
<b>4+500</b>	334,783	19,132	19614,507	1446,538	2467726,56	3865,304	2463861,25
<b>4+600</b>	57,507	9,798	15545,193	562,113	2483271,75	4427,417	2478844,34
<b>4+700</b>	253,397	1,444	24467,026	72,192	2507738,78	4499,609	2503239,17
<b>4+800</b>	235,944	0	20337,563	85,735	2528076,34	4585,344	2523491
<b>4+900</b>	170,808	1,715	20201,824	85,735	2548278,17	4671,079	2543607,09
<b>5+000</b>	233,229	0	29228,34	0	2577506,51	4671,079	2572835,43
<b>5+100</b>	351,338	0	32413,283	0	2609919,79	4671,079	2605248,71
<b>5+200</b>	296,928	0	27190,912	0	2637110,7	4671,079	2632439,62
<b>5+300</b>	246,891	0	23501,639	0	2660612,34	4671,079	2655941,26
<b>5+400</b>	223,142	0	22147,093	0	2682759,43	4671,079	2678088,35

Station	Cut    Fill	END AREA	VOLUME LIST	ING WITH CURVE COR	RECTION	Mass Ordinate	
	Area (m2)	Cut 1.000 Volume (m3)	0 Fill 1.0 Volume (m3)	000 Cut 1.0000 Tot Vol (m3)	Fill 1.0000 Tot Vol (m3)		
5+500	219,8	0	22830,065	0	2705589,5	4671,079	2700918,42
5+600	236,802	0	24505,528	0	2730095,03	4671,079	2725423,95
5+700	253,309	0	31163,759	0	2761258,79	4671,079	2756587,71
5+800	369,966	0	44887,472	0	2806146,26	4671,079	2801475,18
5+900	527,783	0	54709,39	0	2860855,65	4671,079	2856184,57
6+000	566,405	0	49150,991	0	2910006,64	4671,079	2905335,56
6+100	416,615	0	35534,864	0	2945541,5	4671,079	2940870,42
6+200	294,082	0	22322,638	0	2967864,14	4671,079	2963193,06
6+300	152,371	0	9541,136	972,629	2977405,28	5643,708	2971761,57
6+400	38,452	19,453	2108,031	6319,994	2979513,31	11963,702	2967549,61
6+500	3,709	106,947	8471,591	9055,862	2987984,9	21019,564	2966965,34
6+600	165,723	74,17	13906,656	9112,622	3001891,55	30132,186	2971759,37

<b>6+700</b>	112,41	108,083	7187,724	12697,449	3009079,28	42829,634	2966249,64
<b>6+800</b>	31,345	145,866	1658,191	16903,745	3010737,47	59733,379	2951004,09
<b>6+900</b>	1,819	192,208	90,961	20732,527	3010828,43	80465,906	2930362,52
<b>7+000</b>	0	222,442	0	21889,37	3010828,43	102355,276	2908473,15
<b>7+100</b>	0	215,345	245,224	21795,038	3011073,65	124150,314	2886923,34
<b>7+200</b>	4,904	220,555	1873,713	22129,006	3012947,37	146279,319	2866668,05
<b>7+300</b>	32,57	222,025	3200,442	24524,456	3016147,81	170803,775	2845344,03
<b>7+400</b>	31,439	268,464	1571,953	28562,675	3017719,76	199366,451	2818353,31
<b>7+500</b>	0	302,789	0	32989,61	3017719,76	232356,06	2785363,7
<b>7+600</b>	0	357,003	303,388	32247,226	3018023,15	264603,286	2753419,86
<b>7+700</b>	6,068	287,941	2582,253	25798,462	3020605,4	290401,749	2730203,65
<b>7+800</b>	45,577	228,028	5968,433	20909,392	3026573,83	311311,141	2715262,69
<b>7+900</b>	73,791	190,16	7807,799	18330,808	3034381,63	329641,949	2704739,68
<b>8+000</b>	82,365	176,456	9019,863	16812,688	3043401,5	346454,638	2696946,86
<b>8+100</b>	98,033	159,798	11492,43	15185,203	3054893,93	361639,84	2693254,09
<b>8+200</b>	131,816	143,906					

Station -----	Cut    Fill Area (m2) -----	END AREA Cut 1.000 Volume (m3) -----	VOLUME LIST 0    Fill 1.0 Volume (m3) -----	ING WITH CURVE COR 000    Cut 1.0000 Tot Vol (m3) -----	RECTION Fill 1.0000 Tot Vol (m3) -----	Mass Ordinate -----    -----	
<b>8+300</b>	144,805	155,648	13831,024	14977,75	3068724,95	376617,59	2692107,36
			11890,237	17833,384	3080615,19	394450,974	2686164,21
<b>8+400</b>	93	201,019	5095,146	21549,623	3085710,33	416000,598	2669709,74
<b>8+500</b>	8,903	229,973	1965,055	21927,358	3087675,39	437927,956	2649747,43
<b>8+600</b>	30,398	208,574	2751,07	16970,377	3090426,46	454898,333	2635528,13
<b>8+700</b>	24,623	130,834	4566,02	7802,303	3094992,48	462700,636	2632291,84
<b>8+800</b>	66,697	25,212	12016,681	1260,62	3107009,16	463961,256	2643047,9
<b>8+900</b>	173,636	0	20553,718	0	3127562,88	463961,256	
			25368,546	0	3152931,42	463961,256	2663601,62
<b>9+000</b>	237,438	0	27769,417	0	3180700,84	463961,256	2688970,17
<b>9+100</b>	269,933	0	28973,998	0	3209674,84	463961,256	2716739,58
<b>9+200</b>	285,456	0	29190,58	0	3238865,42	463961,256	2745713,58
<b>9+300</b>	294,024	0	25710,843	0	3264576,26	463961,256	2774904,16
<b>9+400</b>	289,787	0				463961,256	2800615,01

<b>9+500</b>	224,43	0	27413,624	0	3291989,89	463961,256	2828028,63
<b>9+600</b>	323,843	0	37359,936	0	3329349,82	463961,256	2865388,57
<b>9+700</b>	423,356	0	46973,434	0	3376323,26	463961,256	2912362
<b>9+800</b>	516,113	0	56286,149	0	3432609,4	463961,256	2968648,15
<b>9+900</b>	609,61	0	65772,679	0	3498382,08	463961,256	3034420,83
<b>10+000</b>	705,843	0	75917,015	0	3574299,1	463961,256	3110337,84
<b>10+100</b>	812,497	0	87098,1	0	3661397,2	463961,256	3197435,94
<b>10+200</b>	929,465	0	97044,822	0	3758442,02	463961,256	3294480,76
<b>10+300</b>	1011,431	0	105176,761	0	3863618,78	463961,256	3399657,52
<b>10+400</b>	1092,104	0	109327,957	0	3972946,74	463961,256	3508985,48
<b>10+500</b>	1094,455	0	108678,559	0	4081625,3	463961,256	3617664,04
<b>10+600</b>	1079,116	0	107052,336	0	4188677,63	463961,256	3724716,38
<b>10+700</b>	1061,931	0	104473,087	0	4293150,72	463961,256	3829189,46
<b>10+800</b>	1027,531	0	101023,62	0	4394174,34	463961,256	3930213,08
<b>10+900</b>	992,942	0	97474,884	0	4491649,22	463961,256	4027687,97

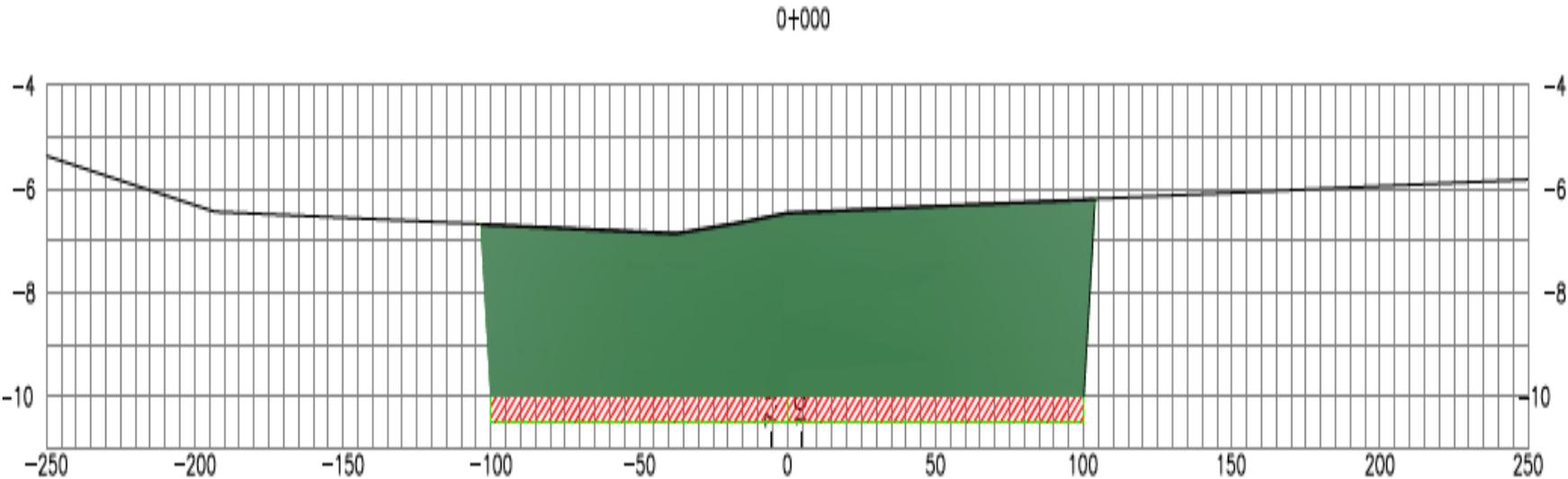
Station	Cut Area (m2)	Fill Area (m2)	END AREA	VOLUME LIST	ING WITH CURVE COR	RECTION	Mass Ordinate	
			Cut 1.000 Volume (m3)	0 Fill 1.0 Volume (m3)	000 Cut 1.0000 Tot Vol (m3)	Fill 1.0000 Tot Vol (m3)		
11+000	956,556		0	93412,254	0	4585061,48	463961,256	4121100,22
11+100	911,689		0	90632,416	0	4675693,9	463961,256	4211732,64
11+200	900,959		0	90496,005	0	4766189,9	463961,256	4302228,64
11+300	908,961		0	92153,734	0	4858343,63	463961,256	4394382,38
11+400	934,114		0	92077,349	0	4950420,98	463961,256	4486459,73
11+500	907,433		0	90034,795	0	5040455,78	463961,256	4576494,52
11+600	893,263		0	88361,017	0	5128816,79	463961,256	4664855,54
11+700	873,957		0	88867,514	0	5217684,31	463961,256	4753723,05
11+800	903,393		0	89272,359	0	5306956,67	463961,256	4842995,41
11+900	882,054		0	88695,216	0	5395651,88	463961,256	4931690,63
12+000	891,85		0	111145,645	0	5506797,53	463961,256	5042836,27
12+100	1331,063		0	146583,514	0	5653381,04	463961,256	5189419,79

<b>12+200</b>	1600,607	0	80030,37	0	5733411,41	463961,256	5269450,16
<b>12+300</b>	0	0	0	0	5733411,41	463961,256	5269450,16
<b>12+400</b>	0	0	0	0	5733411,41	463961,256	5269450,16
<b>12+500</b>	0	0	82376,169	0	5815787,58	463961,256	5351826,32
<b>12+600</b>	1647,523	0	165155,259	0	5980942,84	463961,256	5516981,58
<b>12+700</b>	1655,582	0	166003,225	0	6146946,06	463961,256	5682984,81
<b>12+800</b>	1664,483	0	166128,749	0	6313074,81	463961,256	5849113,56
<b>12+900</b>	1658,092	0	164625,217	0	6477700,03	463961,256	6013738,77
<b>13+000</b>	1634,412	0	163474,345	0	6641174,37	463961,256	6177213,12
<b>13+100</b>	1635,075	0	151462,783	0	6792637,16	463961,256	6328675,9
<b>13+200</b>	1394,181	0	143340,996	0	6935978,15	463961,256	6472016,9
<b>13+300</b>	1472,639	0	148333,246	0	7084311,4	463961,256	6620350,14
<b>13+400</b>	1494,026	0	149099,561	0	7233410,96	463961,256	6769449,7
<b>13+500</b>	1487,965	0	147537,832	0	7380948,79	463961,256	6916987,54
<b>13+600</b>	1462,791	0	145919,518	0	7526868,31	463961,256	7062907,06
<b>13+700</b>	1455,599	0					

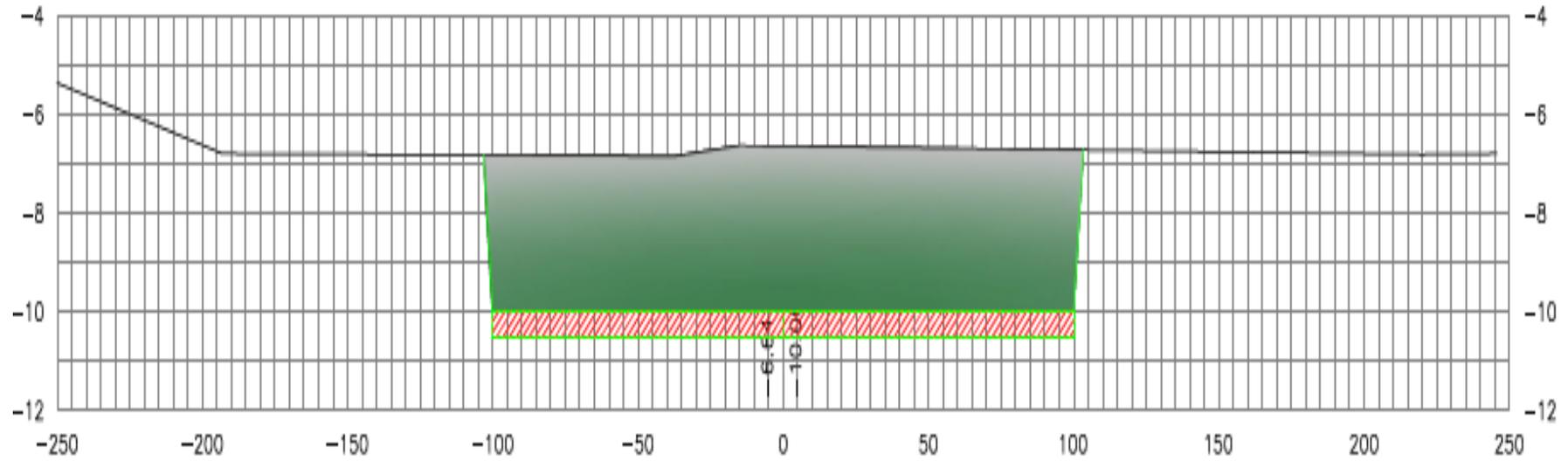
Station	Cut Area (m2)	Fill Area (m2)	END AREA	VOLUME LIST	ING WITH CURVE COR	RECTION	Mass Ordinate	
			Cut 1.000 Volume (m3)	0 Fill 1.0 Volume (m3)	000 Cut 1.0000 Tot Vol (m3)	Fill 1.0000 Tot Vol (m3)		
13+800	1724,027	0	158981,321	0	7685849,632	463961,256	7221888,38	
			176200,046	0	7862049,678	463961,256	7398088,42	
13+900	1799,974	0	179331,635	0	8041381,313	463961,256	7577420,06	
14+000	1786,659	0	173967,108	0	8215348,421	463961,256	7751387,17	
14+100	1692,683	0	163625,103	0	8378973,524	463961,256	7915012,27	
14+200	1579,819	0	163443,898	0	8542417,422	463961,256	8078456,17	
14+300	1689,059	0	174260,057	0	8716677,479	463961,256	8252716,22	
14+400	1796,142	0	178655,043	0	8895332,522	463961,256	8431371,27	
14+500	1776,959	0	176871,344	0	9072203,865	463961,256	8608242,61	
14+600	1760,468	0	175706,144	0	9247910,009	463961,256	8783948,75	
14+700	1753,655	0	178587,522	0	9426497,531	463961,256	8962536,28	
14+800	1818,096	0	182239,115	0	9608736,647	463961,256	9144775,39	
14+900	1826,687	0	176531,559	0	9785268,206	463961,256	9321306,95	
15+000	1703,945	0	25164,525	0	9810432,731	463961,256	9346471,48	
15+029.537	0	0						

# ANEXOS C

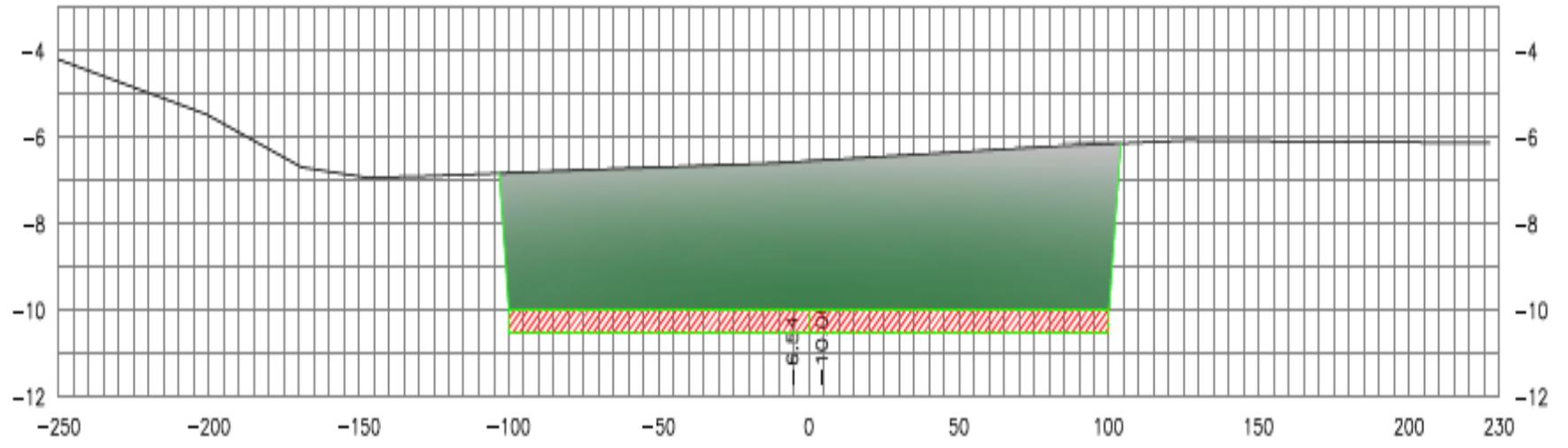
CORTES DE LOS PERFILES DEL CANAL DE DRAGADO DESDE LA ASBSCISA 0+000 A LA ABSCISA 15+000, SECTOR ESTERO COBINA8EWSCLUSAS)-PUENTE DE LA UNIDAD NACIONAL (DESEMBOCADURA DEL RIO DAULE)



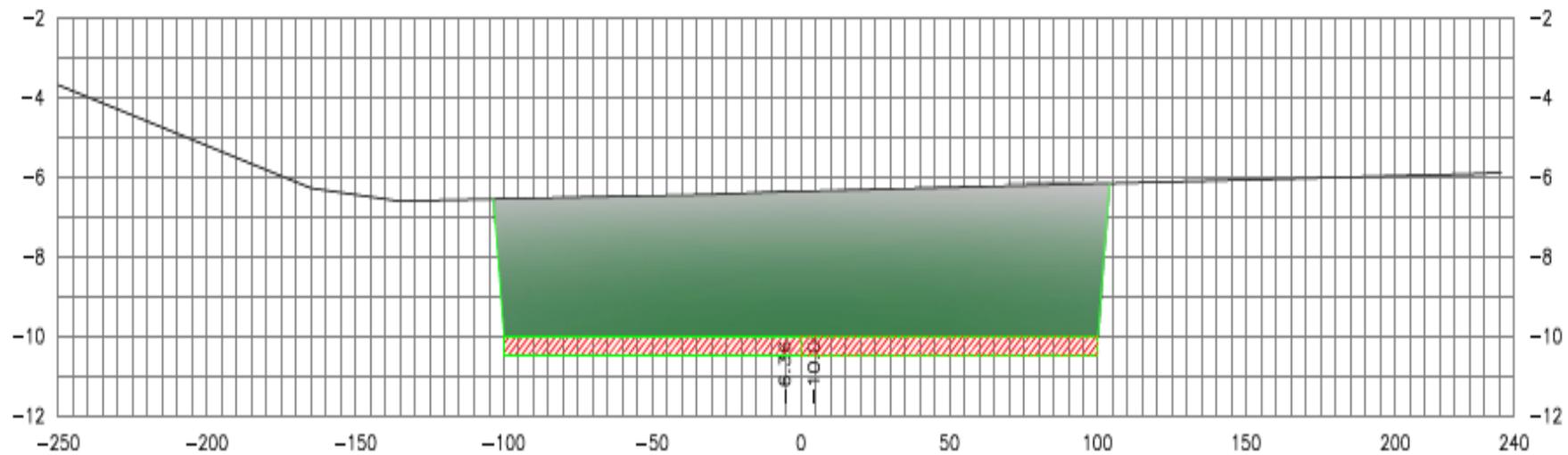
0+500



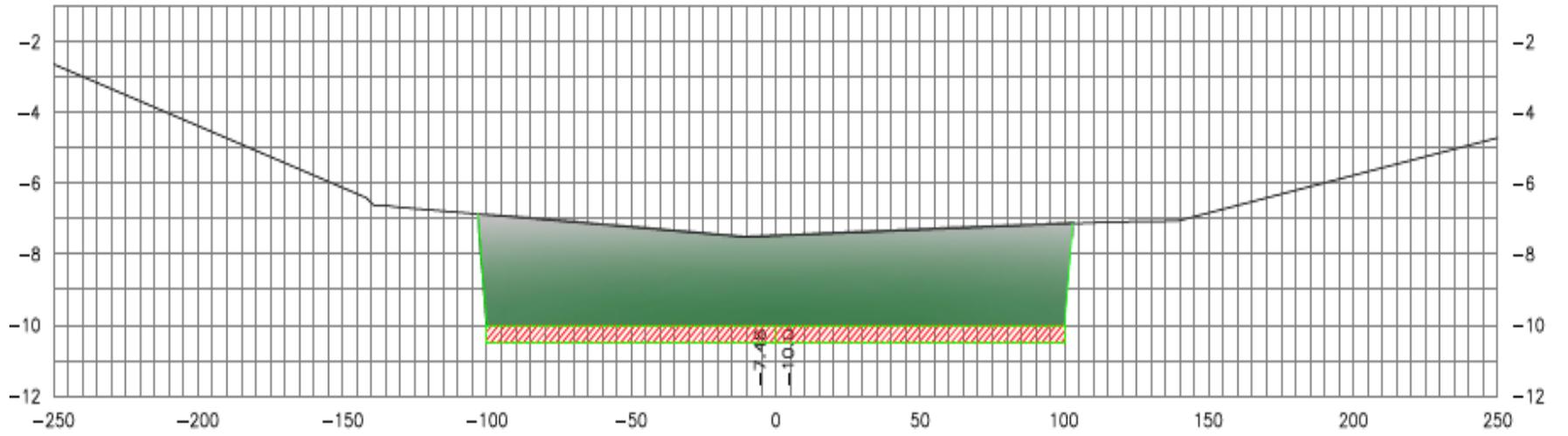
1+000



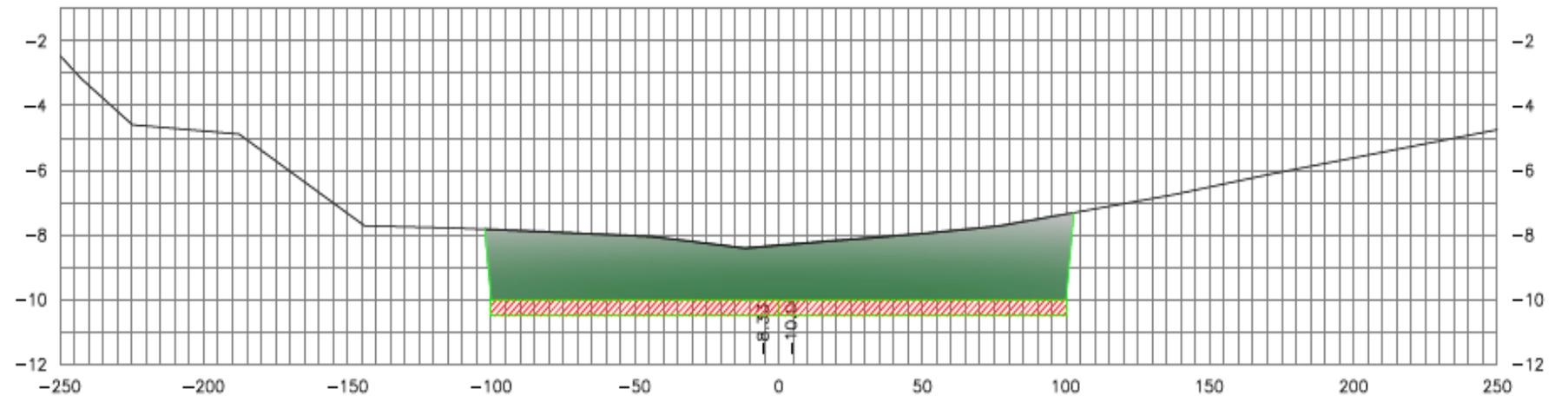
1+500



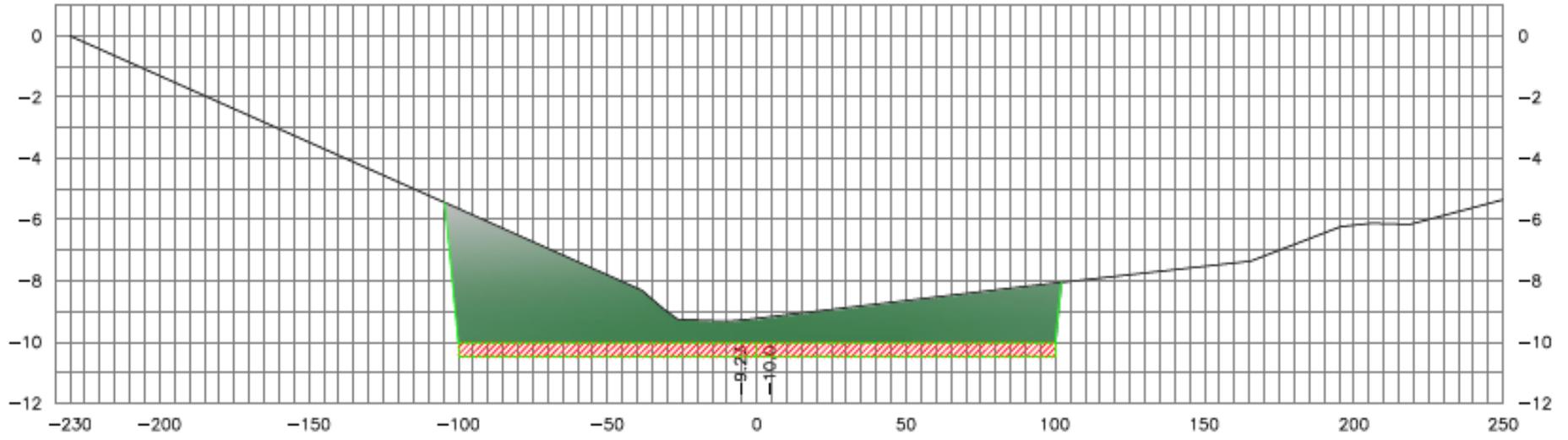
2+000



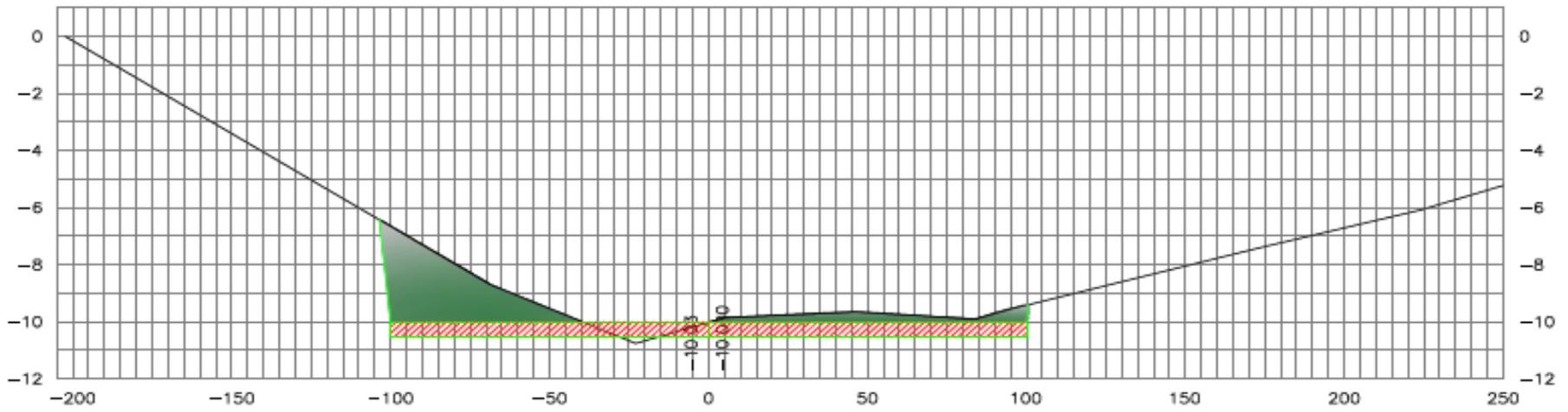
2+500



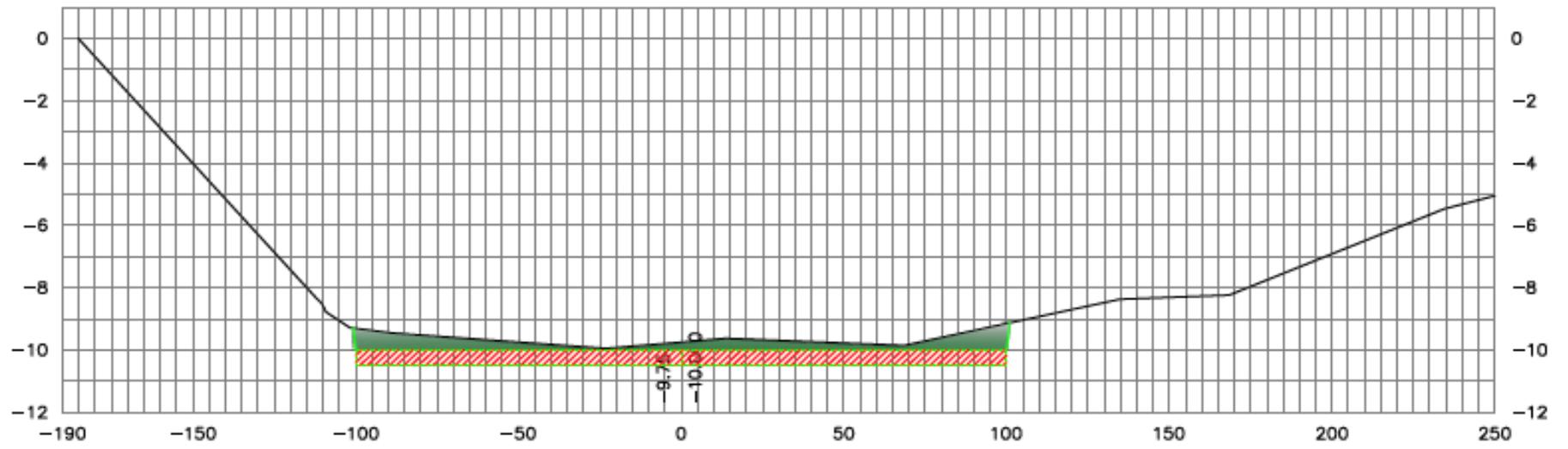
3+000



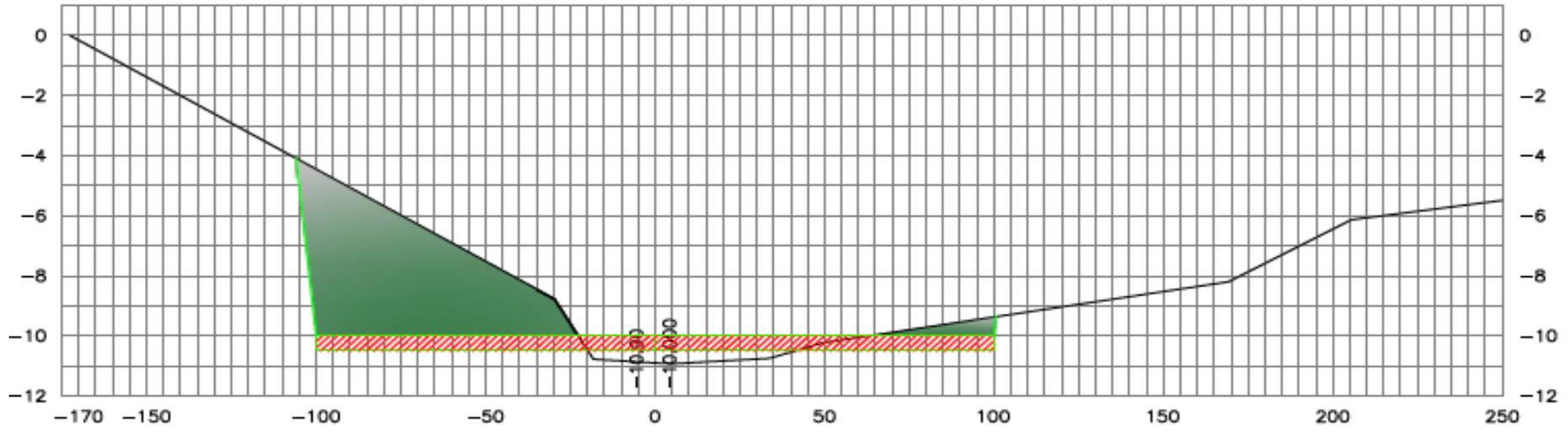
3+500



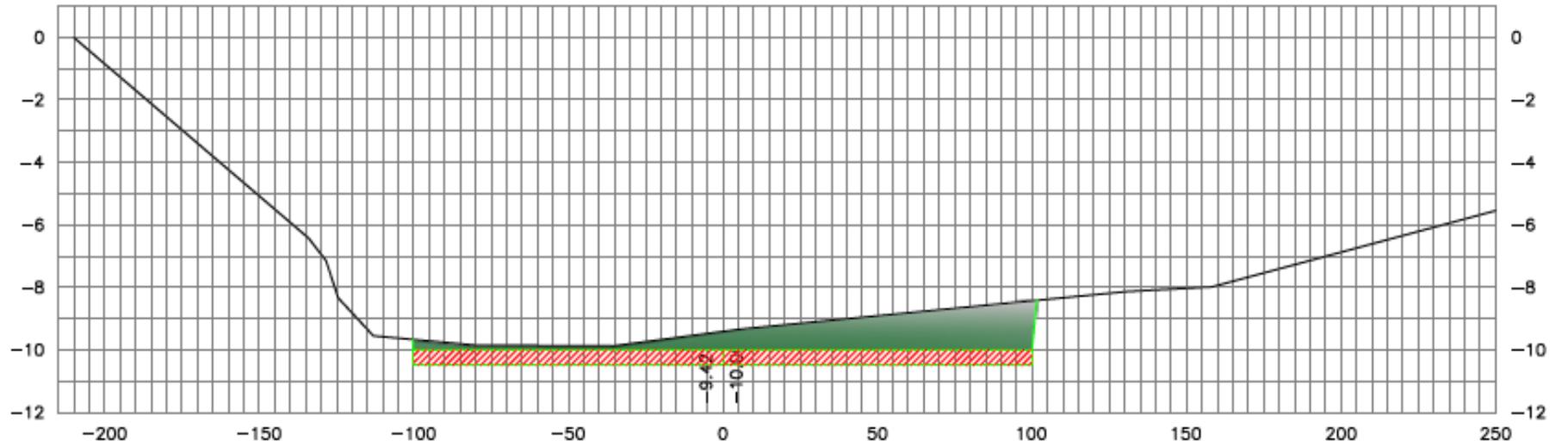
4+000



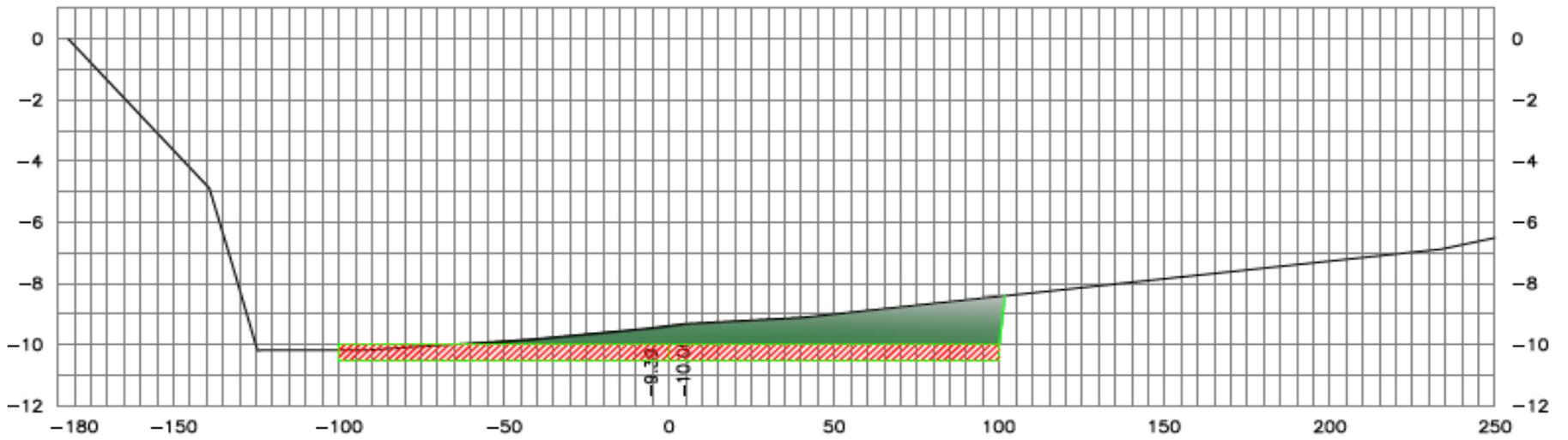
4+500



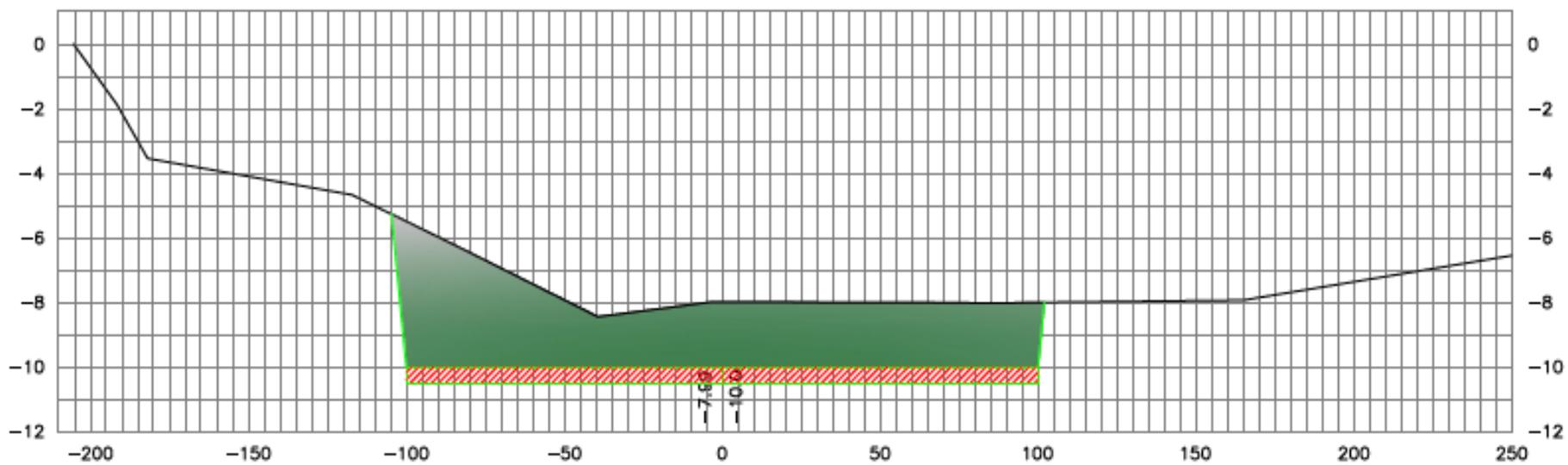
5+000



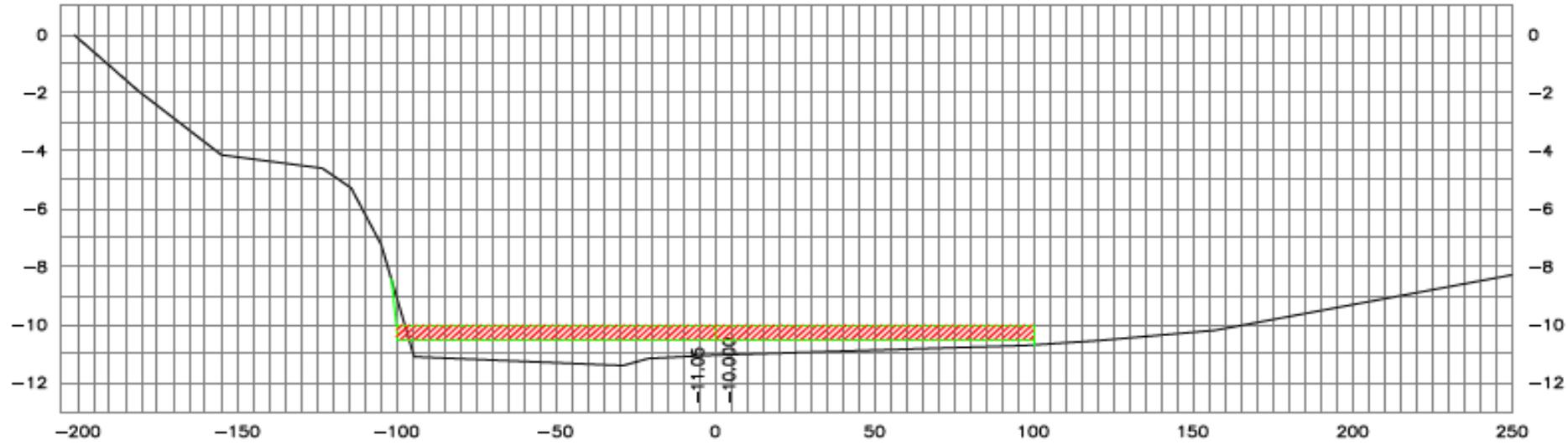
5+500



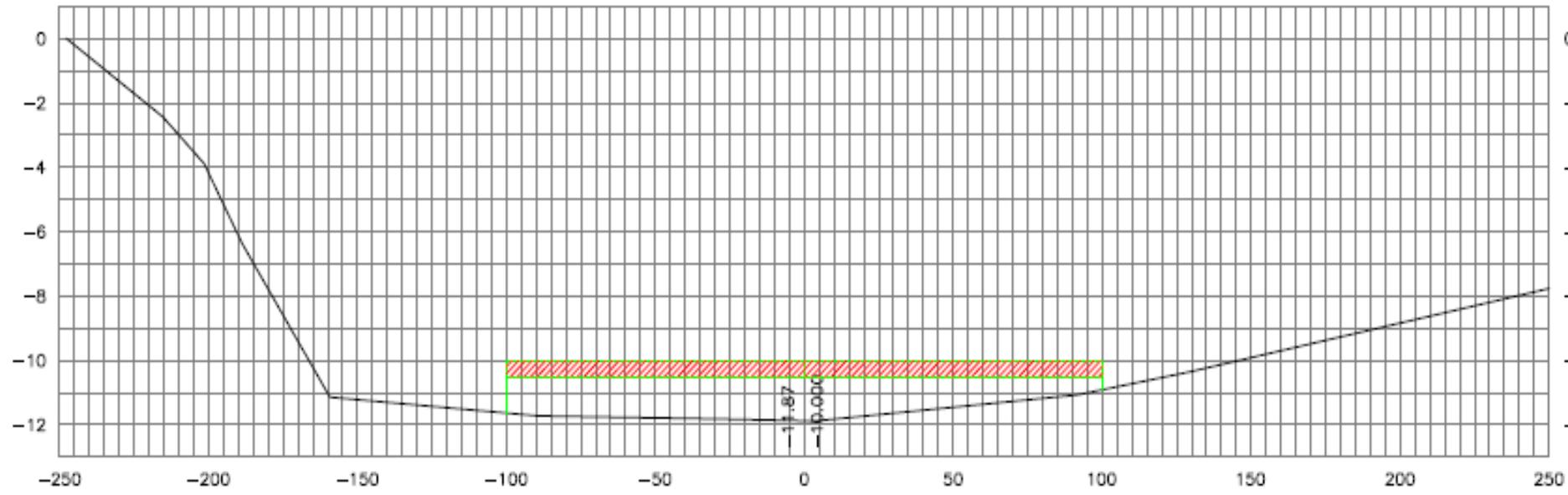
6+000



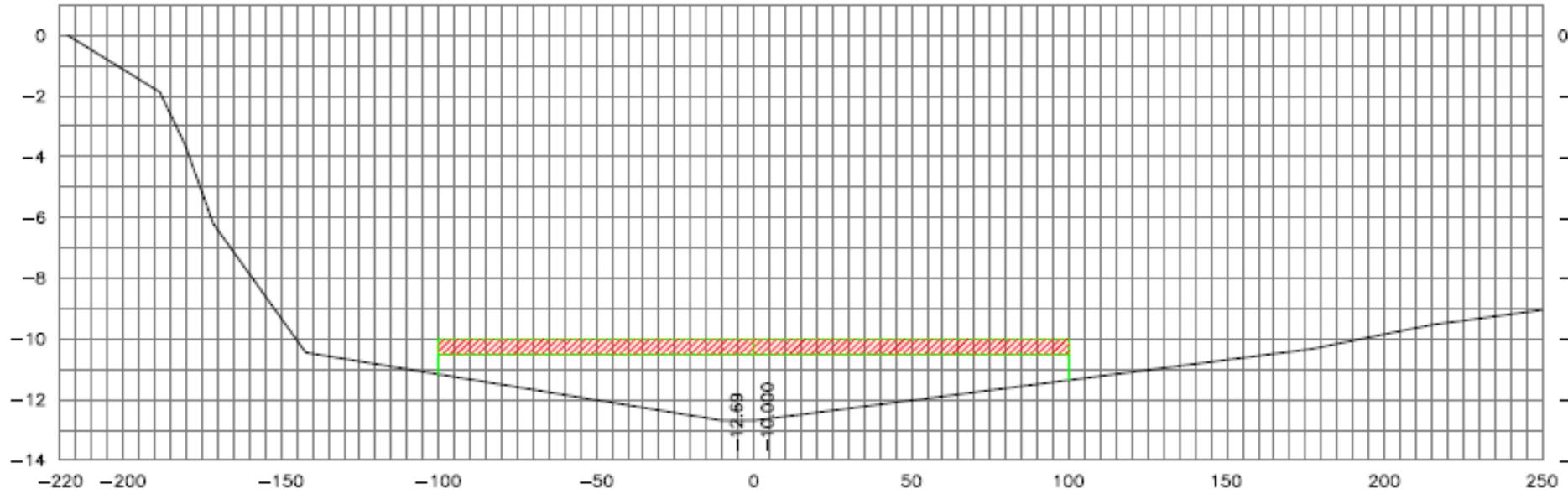
6+500



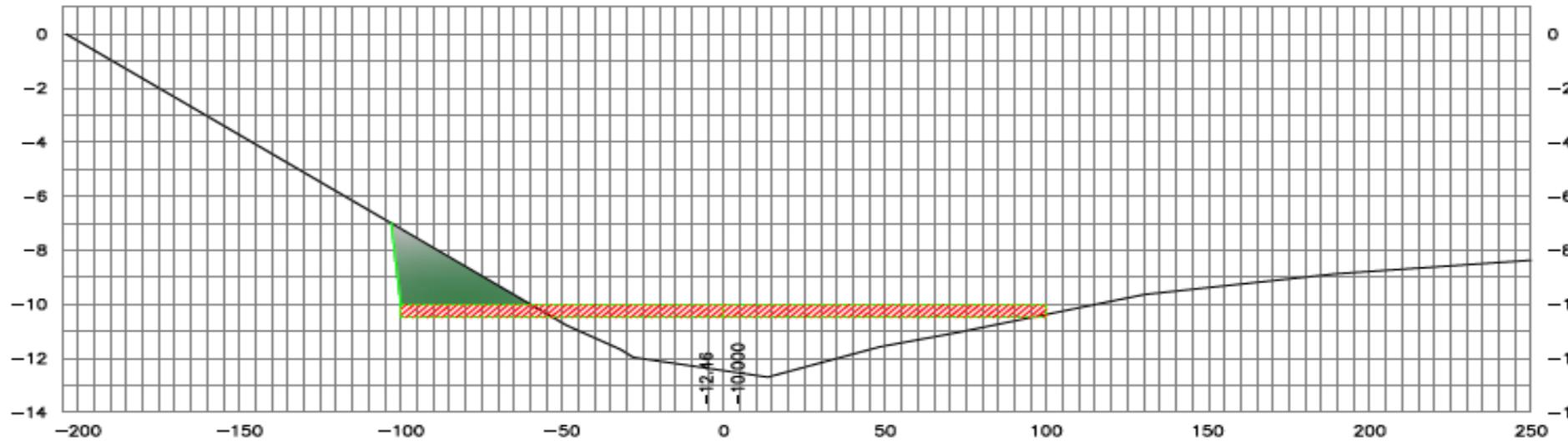
7+000



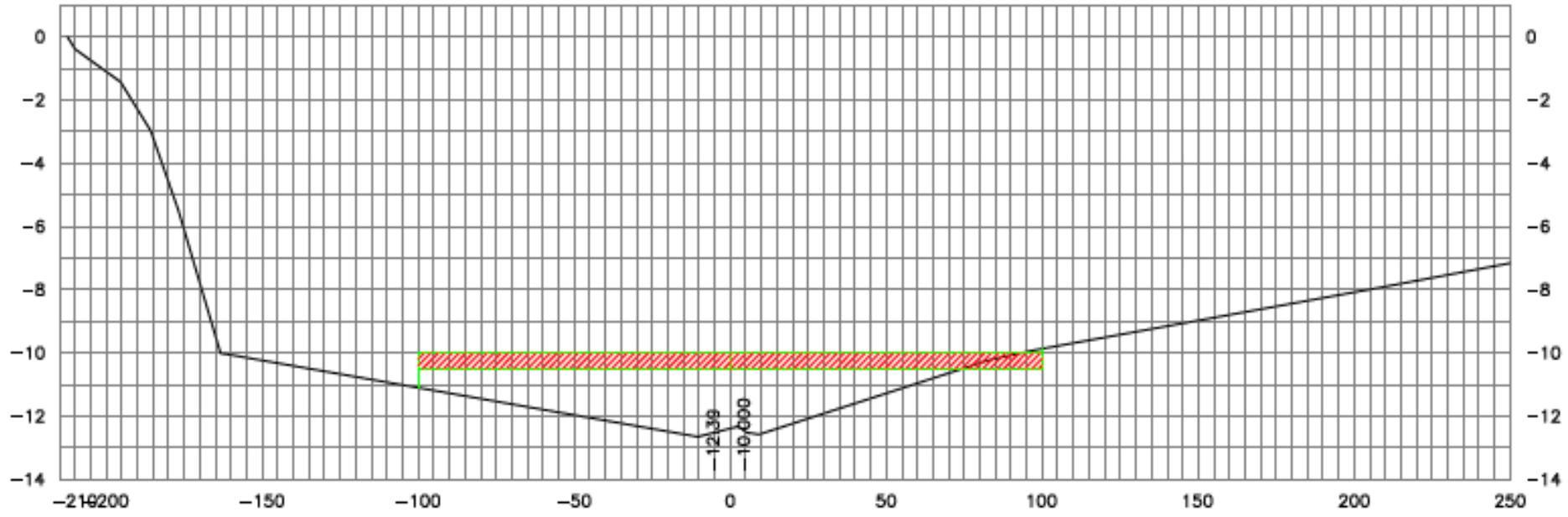
7+500



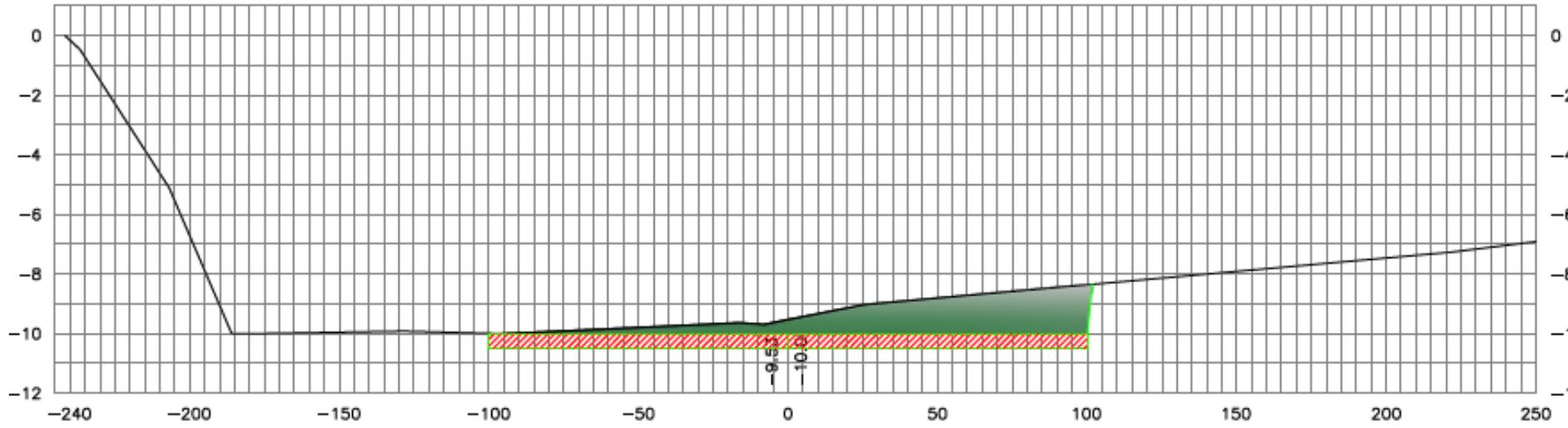
8+000



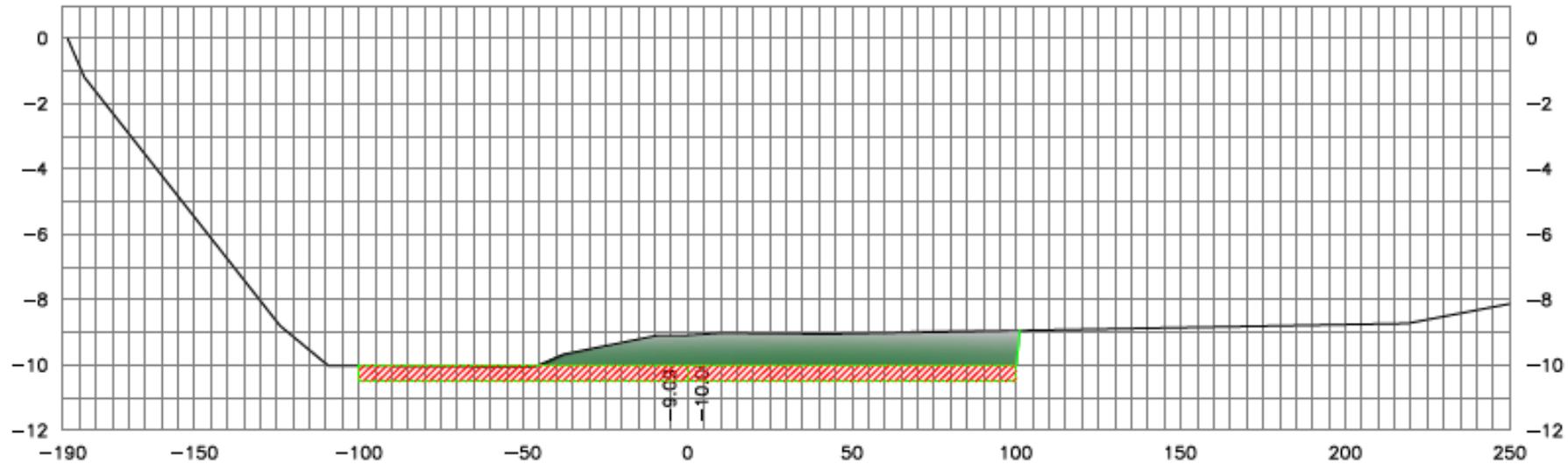
8+500



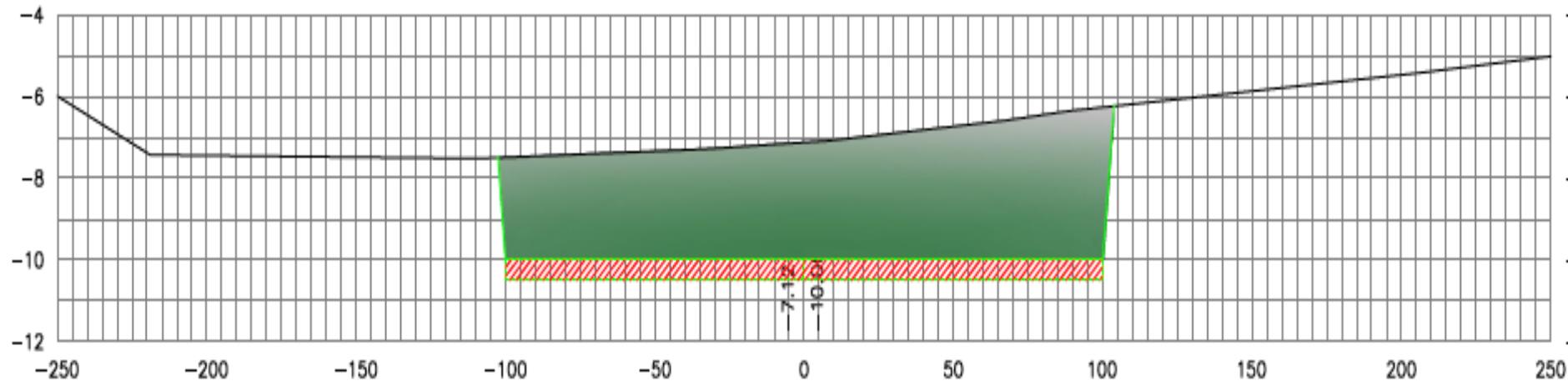
9+000



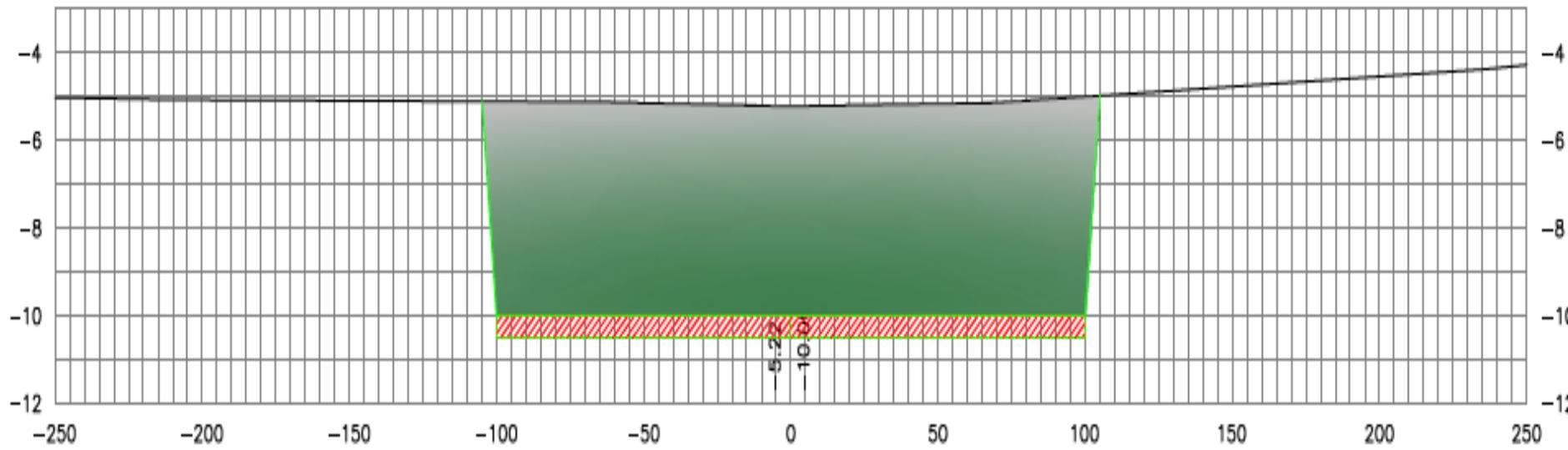
9+500



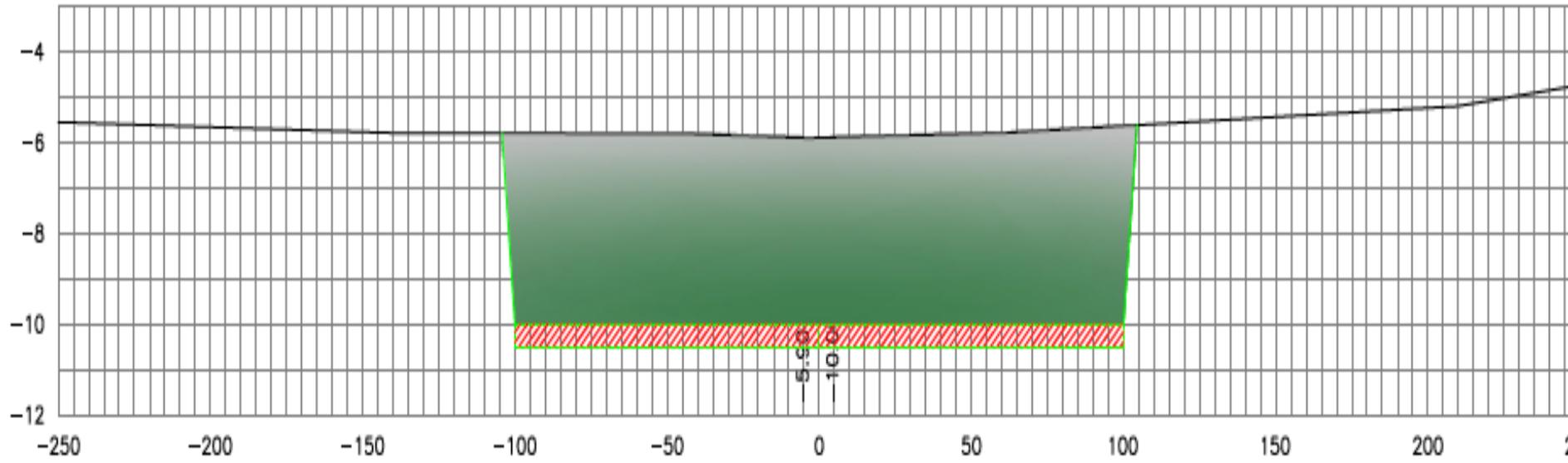
10+000



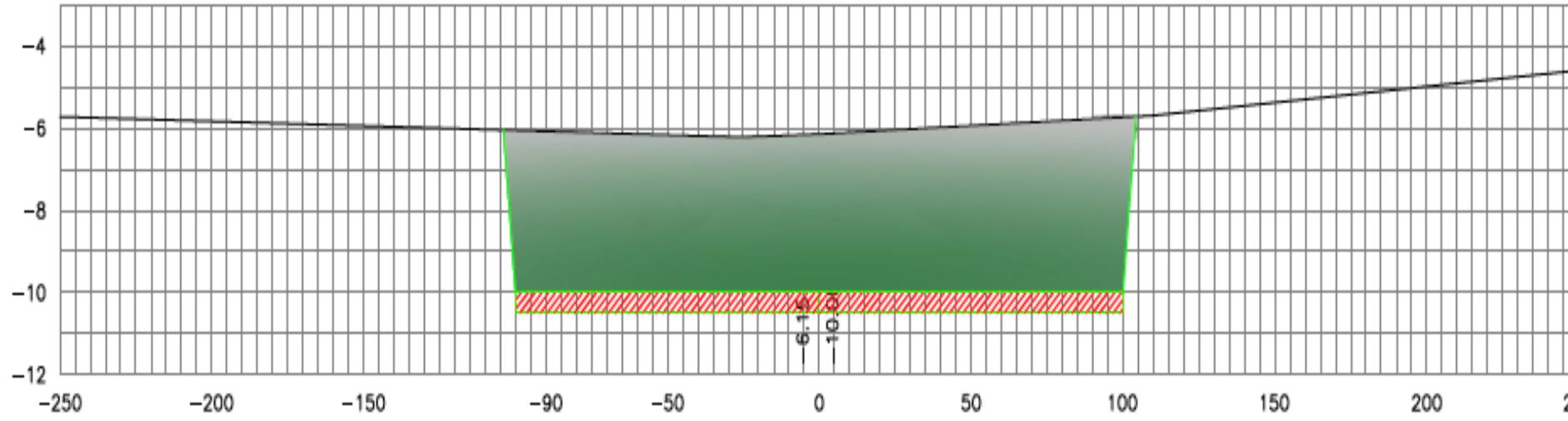
10+500



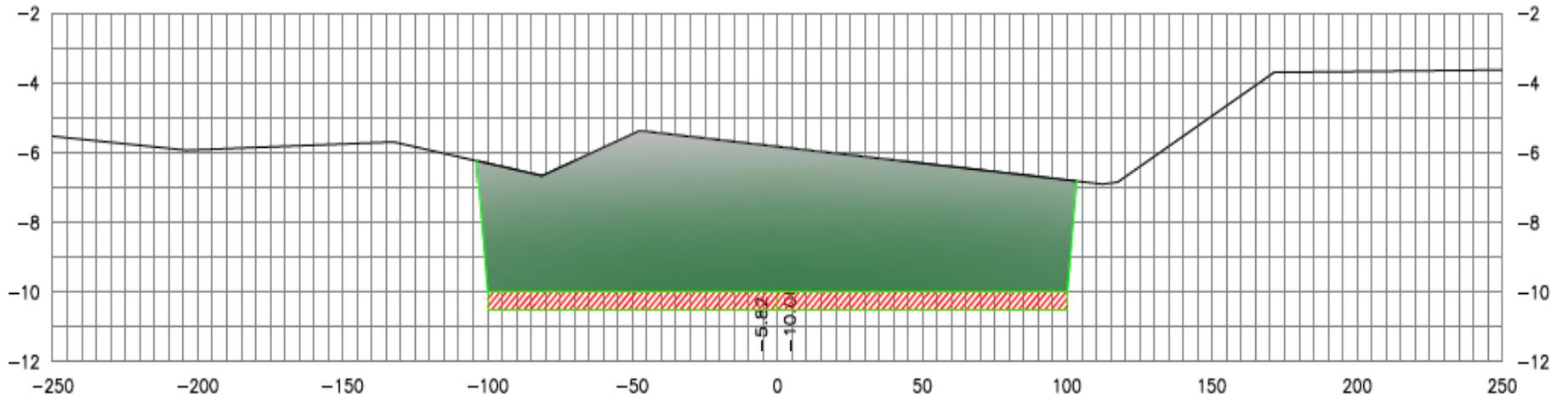
11+000



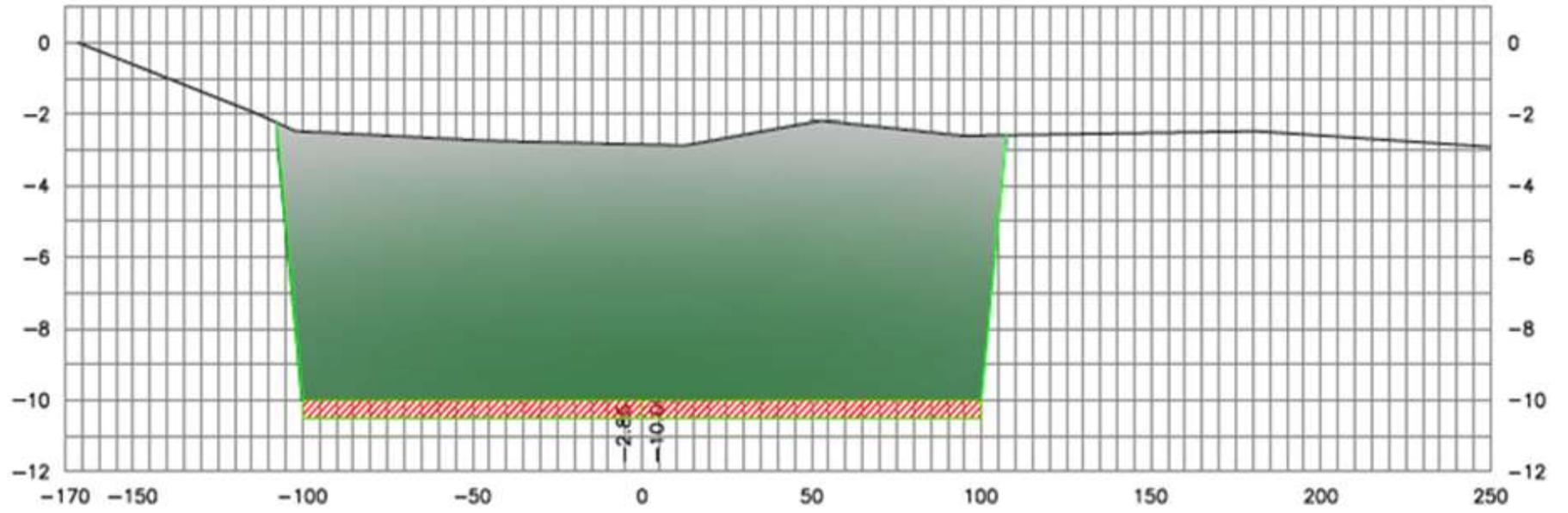
11+500



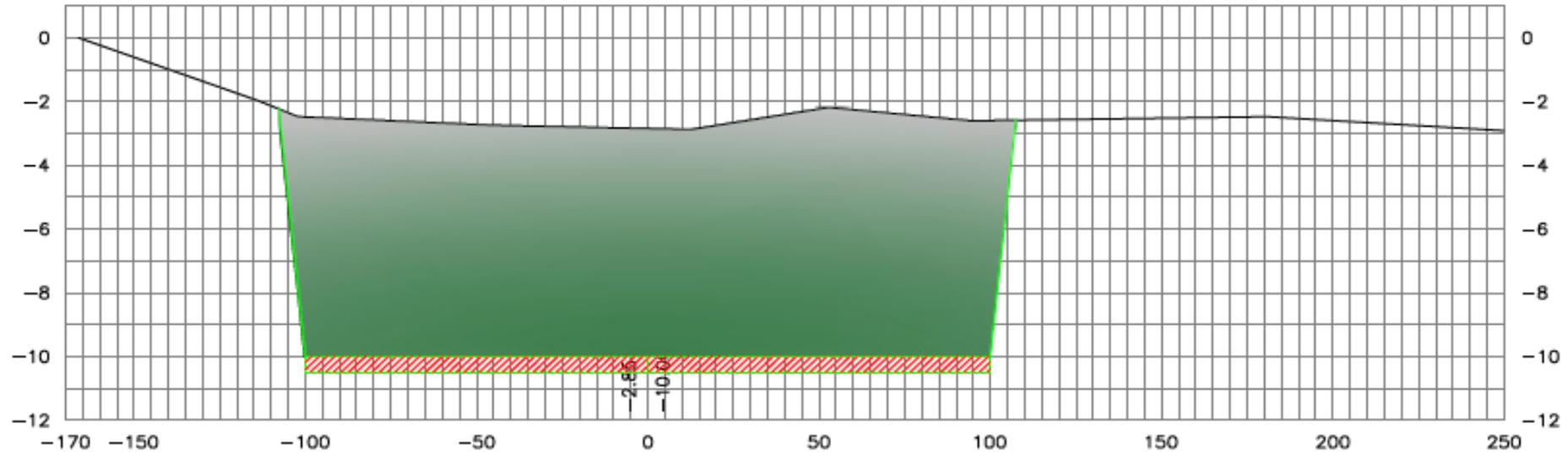
12+000



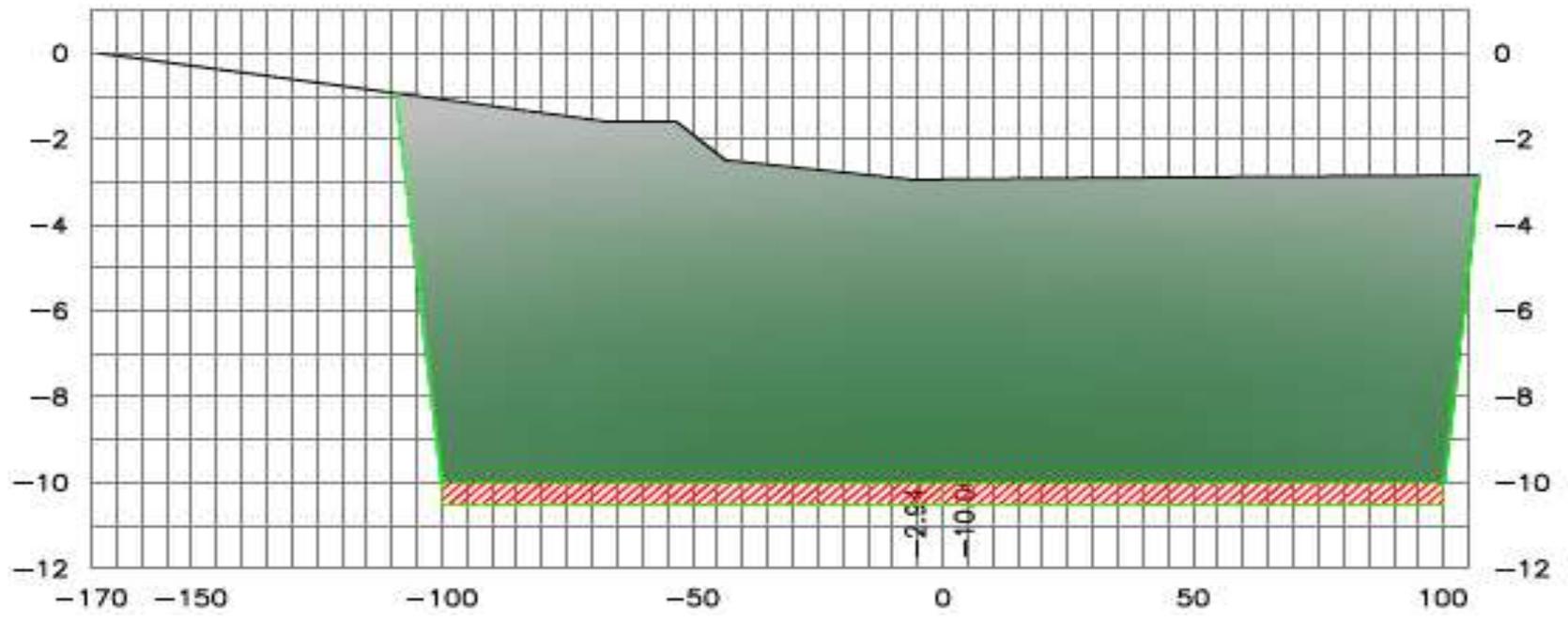
12 + 12500



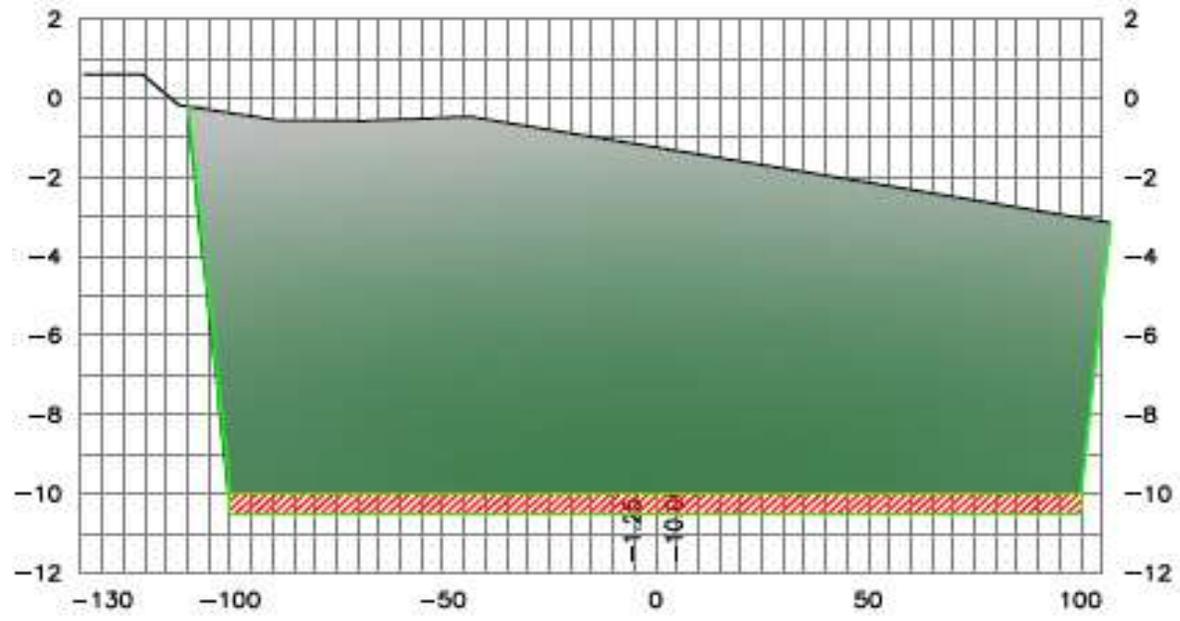
13+000



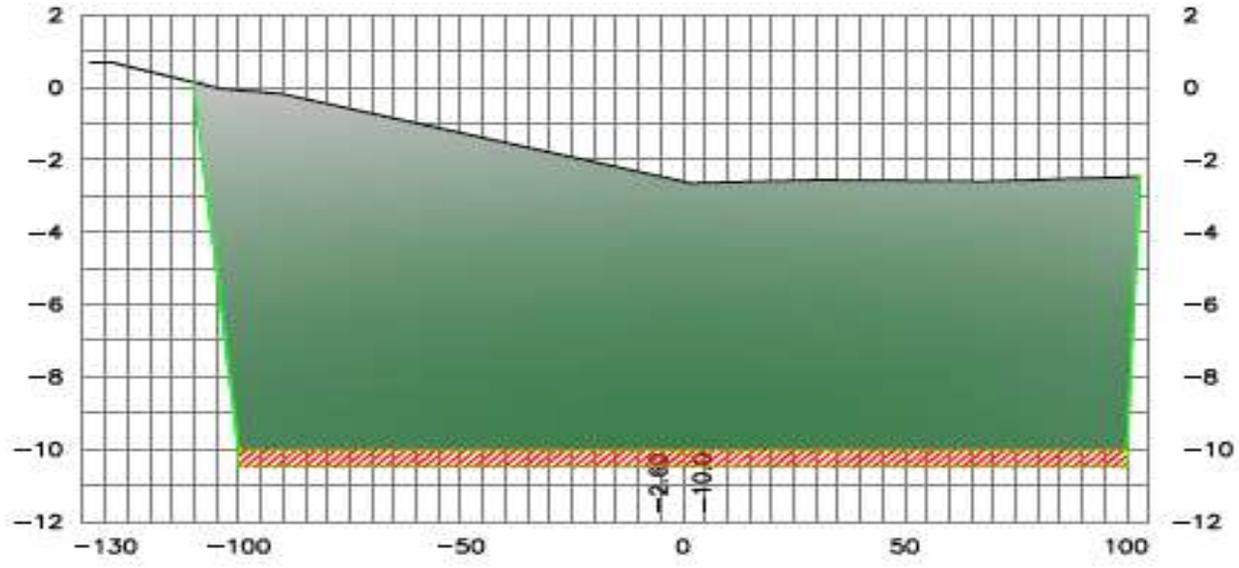
13+500



14+000



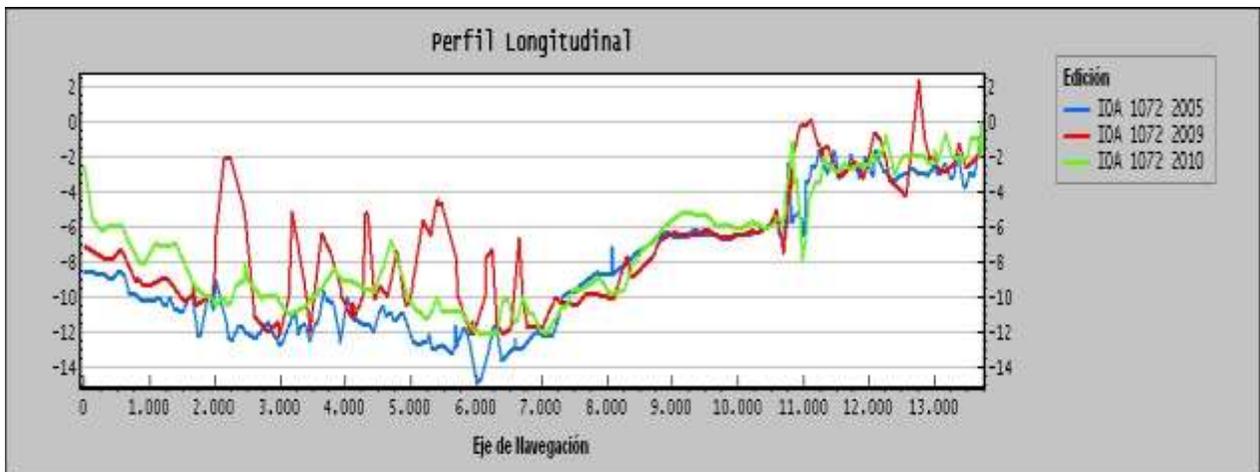
14+500



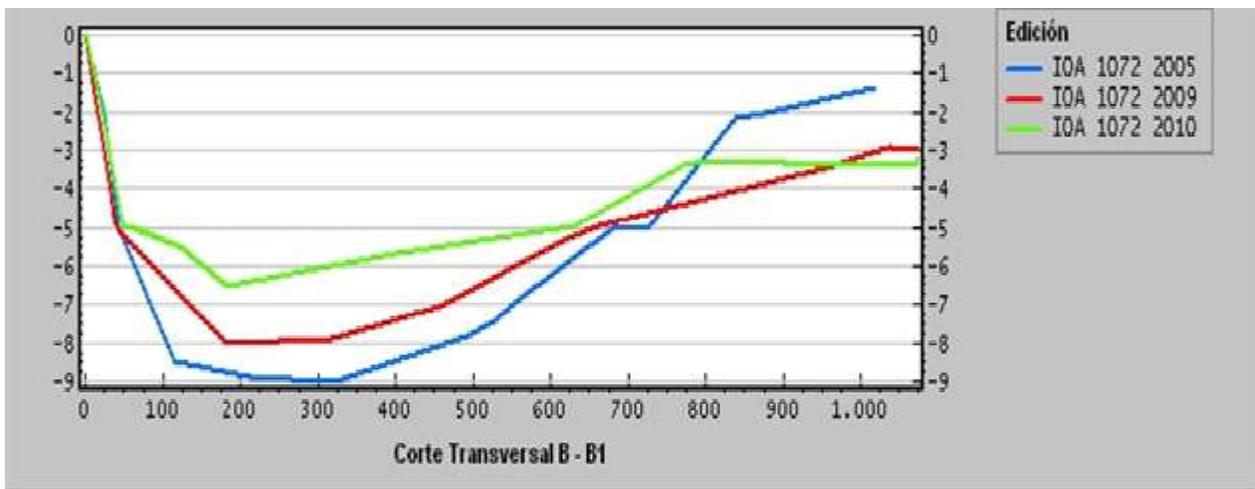
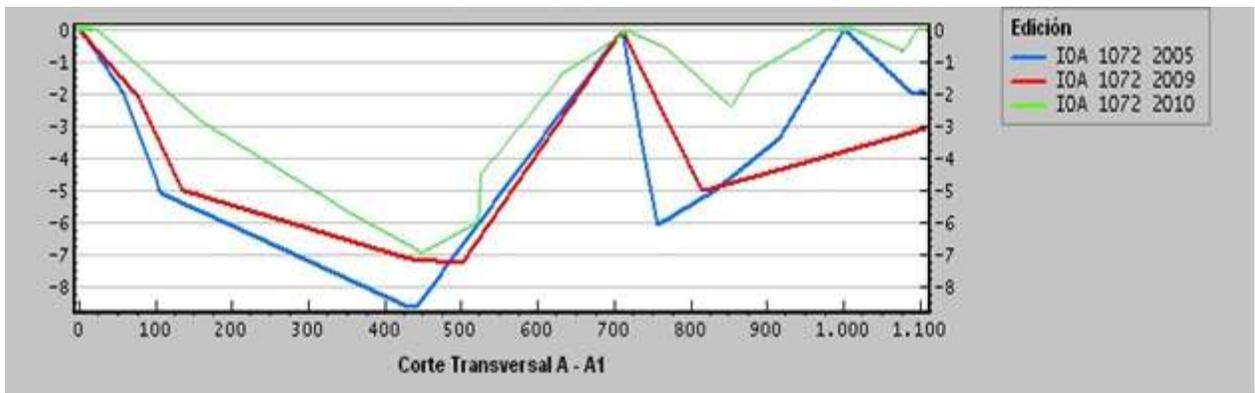
## ANEXOS D

### GRAFICOS DE ESTUDIOS MULTITEMPORALES DE SEDIMENTACION DEL RIO GUAYAS, AÑOS 2005,2009, 2010

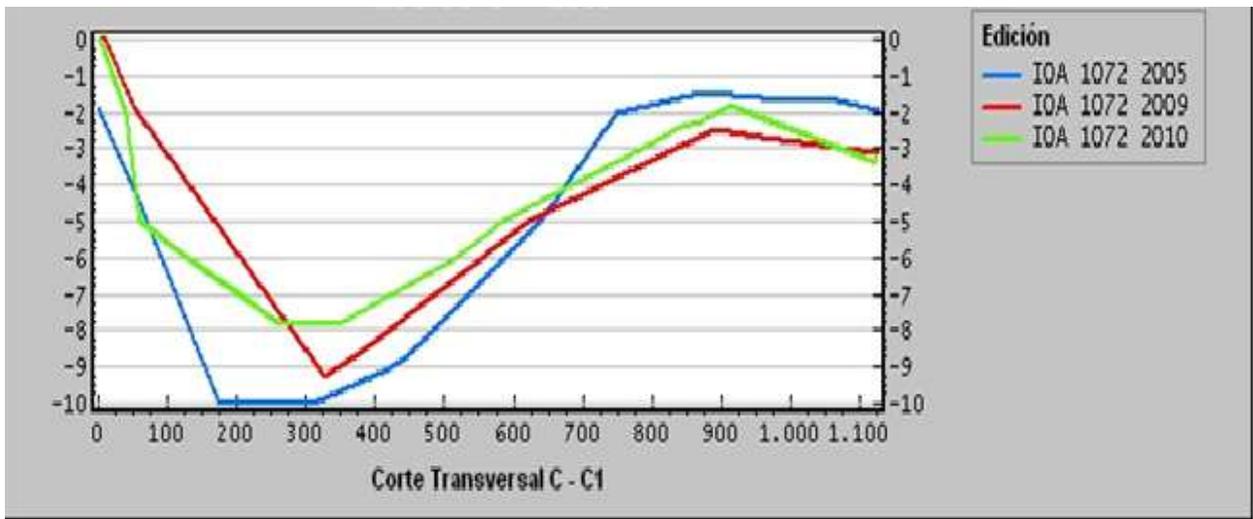
2. **Gráfica.** Perfil Longitudinal de la Superficie



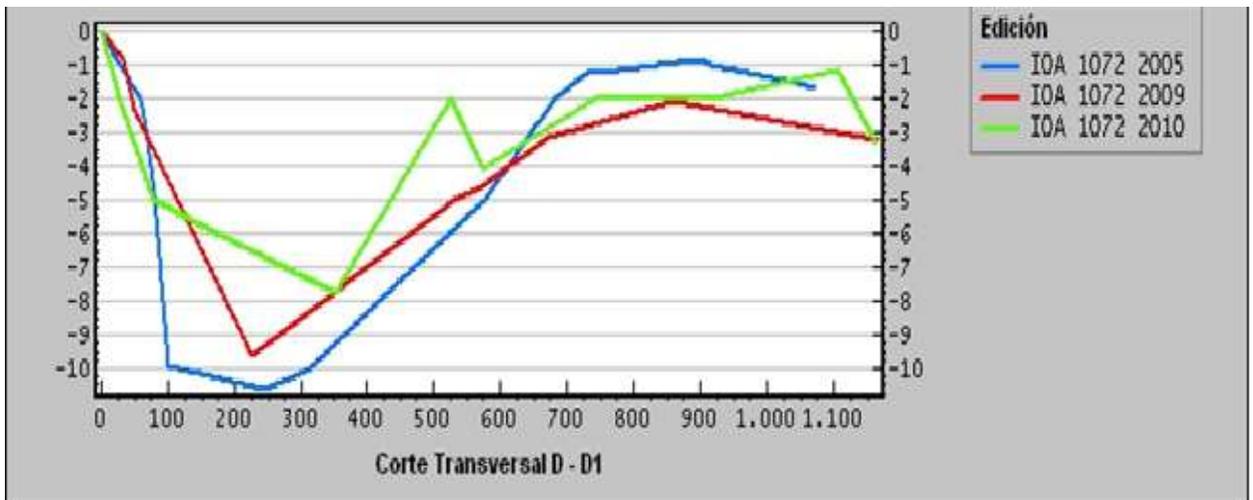
**Gráfica.** Abscisa 0 + 000.



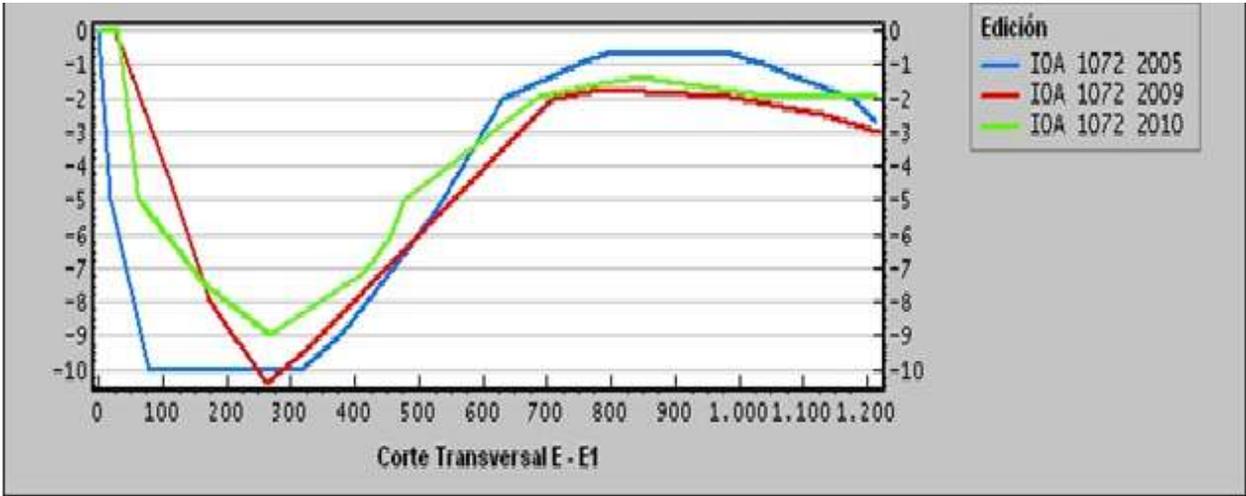
**Gráfica.** Abscisa 0 + 500.



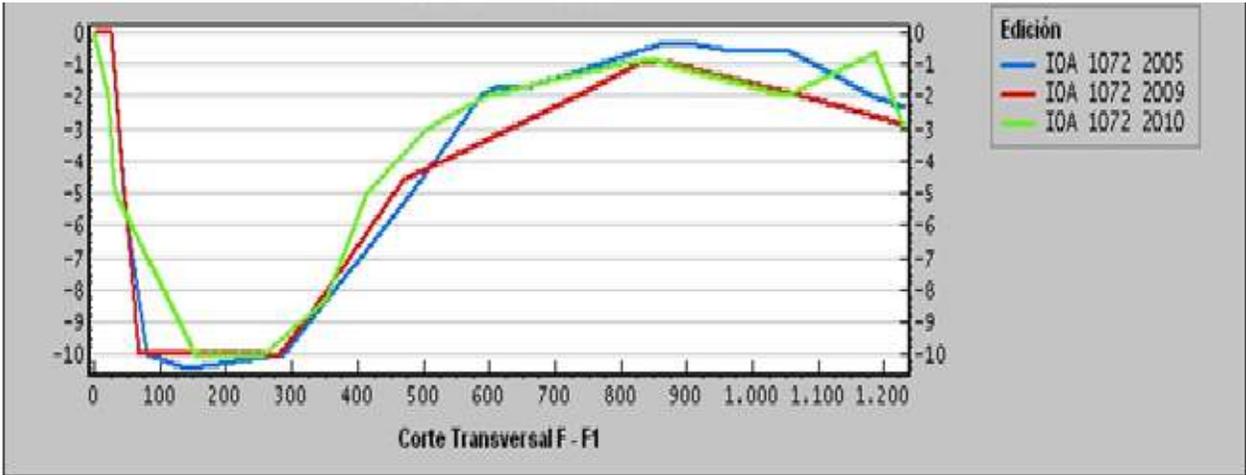
**Gráfica.** Abscisa 1 + 000.



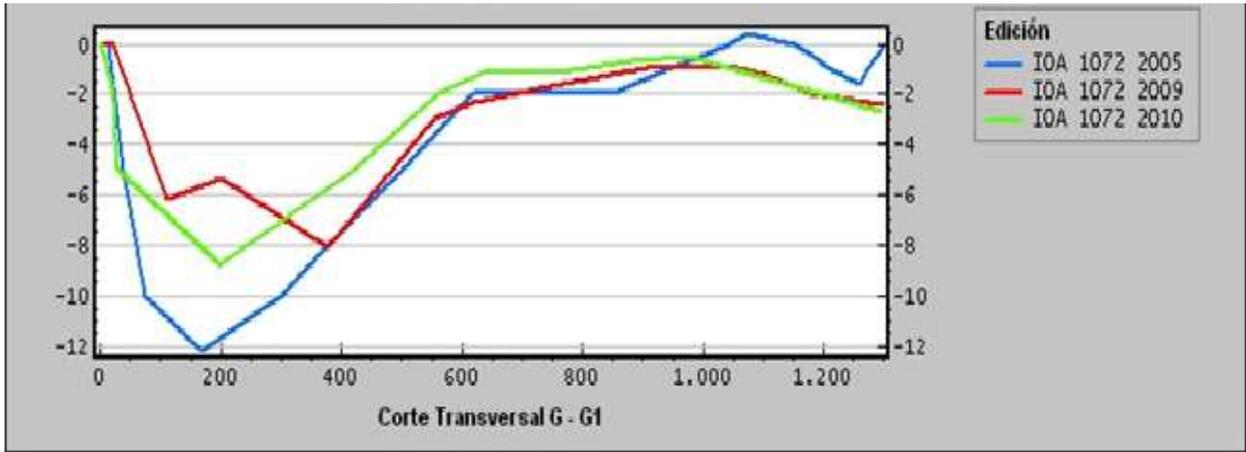
**Gráfica.** Abscisa 1 + 500.



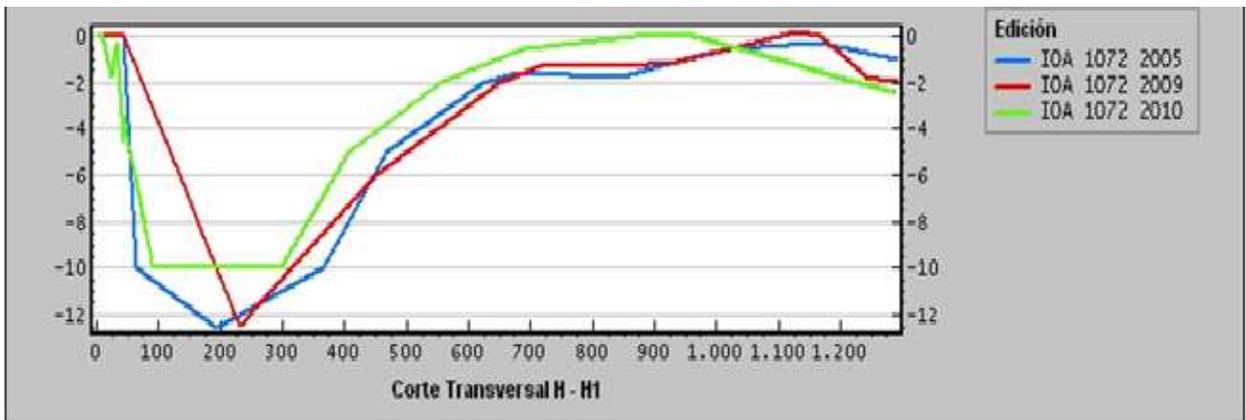
**Gráfica.** Abscisa 2 + 000.



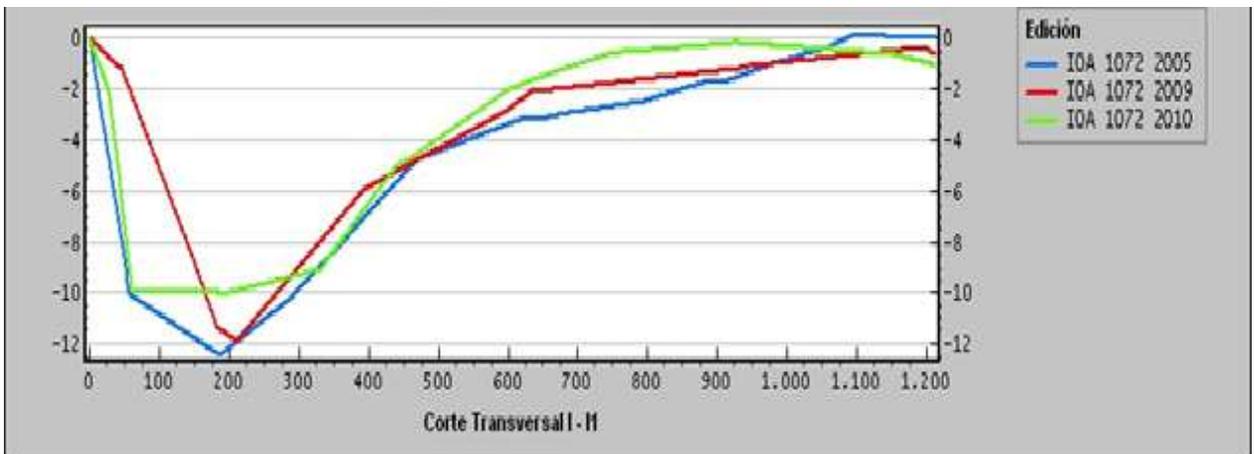
**Gráfica.** Abscisa 2 + 500.



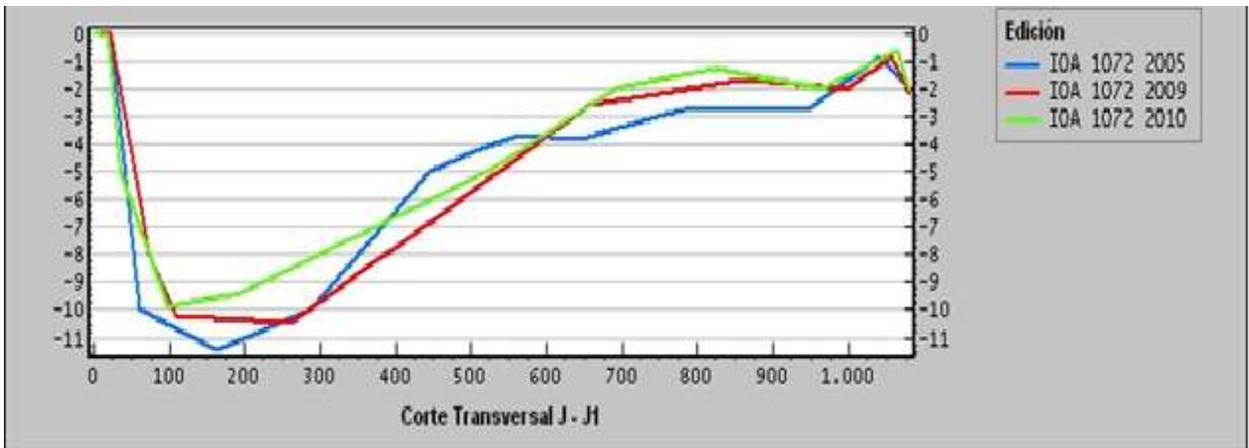
**Gráfica.** Abscisa 3 + 000.



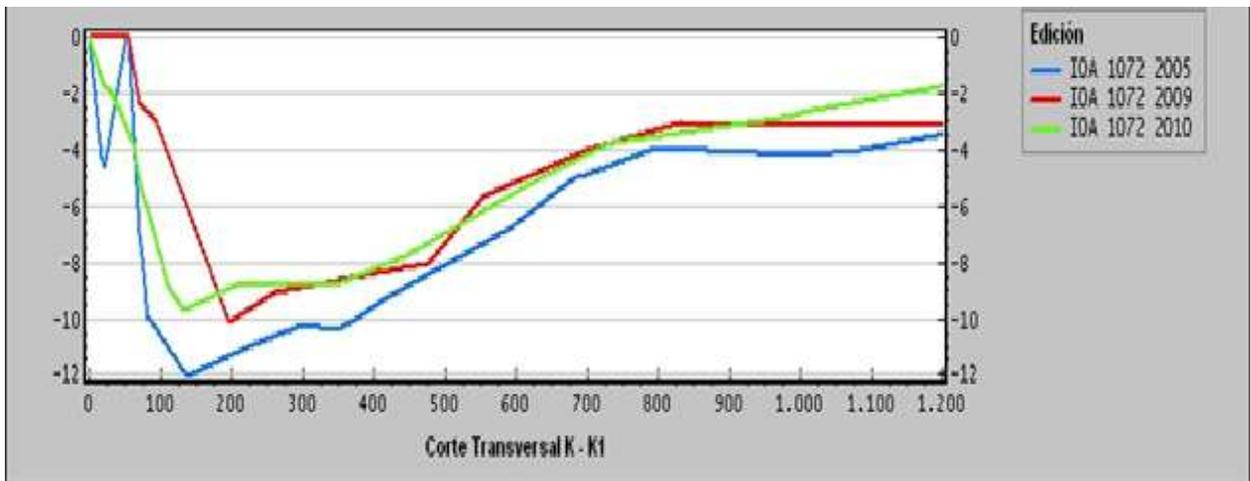
**Gráfica.** Abscisa 3 + 500.



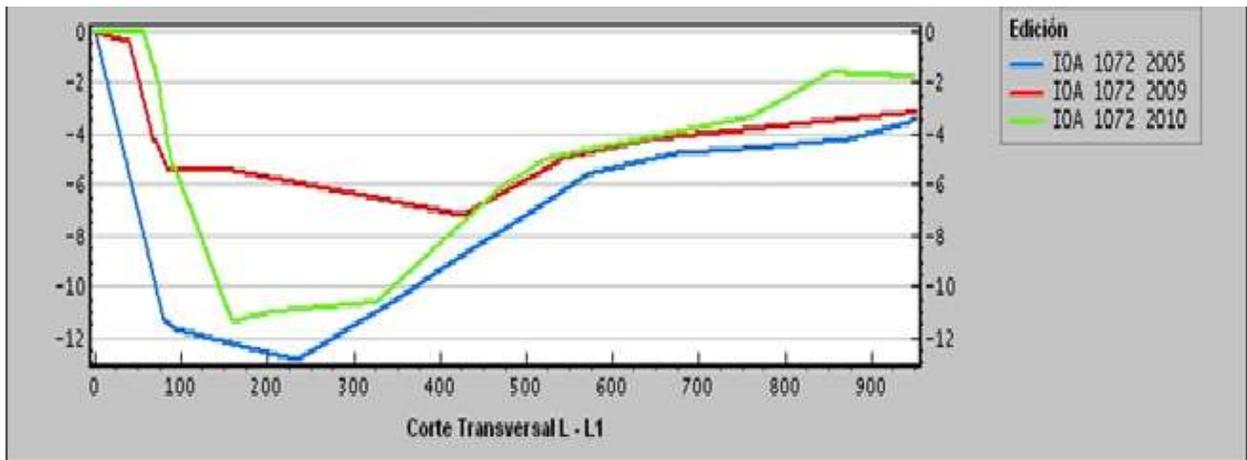
**Gráfica.** Abscisa 4 + 000.



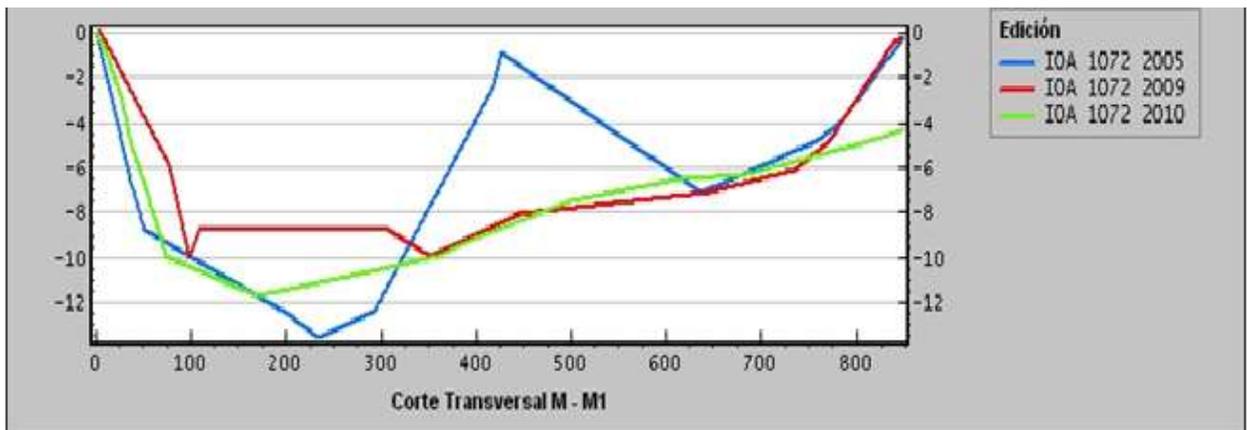
**Gráfica.** Abscisa 4 + 500.



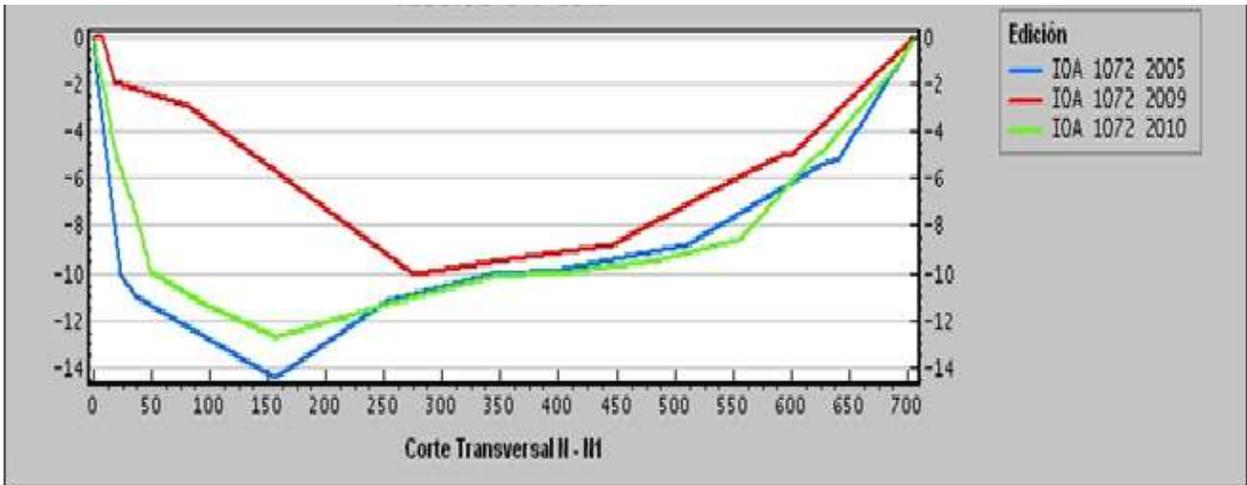
Gráfica. Abscisa 5 + 340.



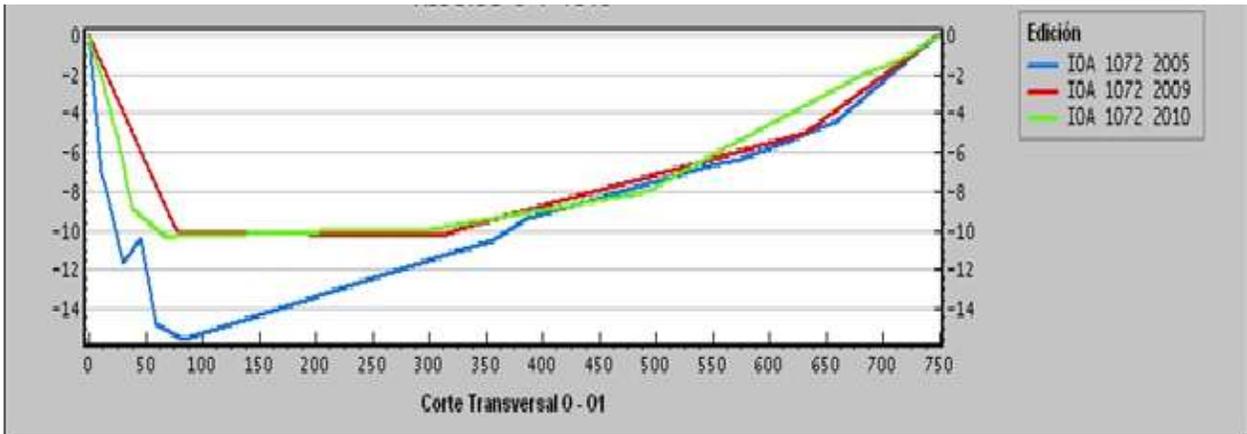
Gráfica. Abscisa 5 + 840.



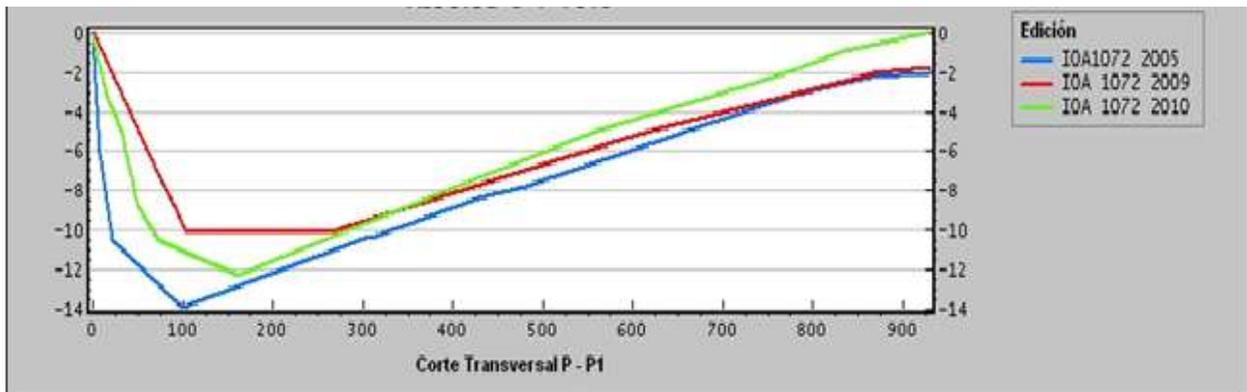
Gráfica. Abscisa 6 + 340.



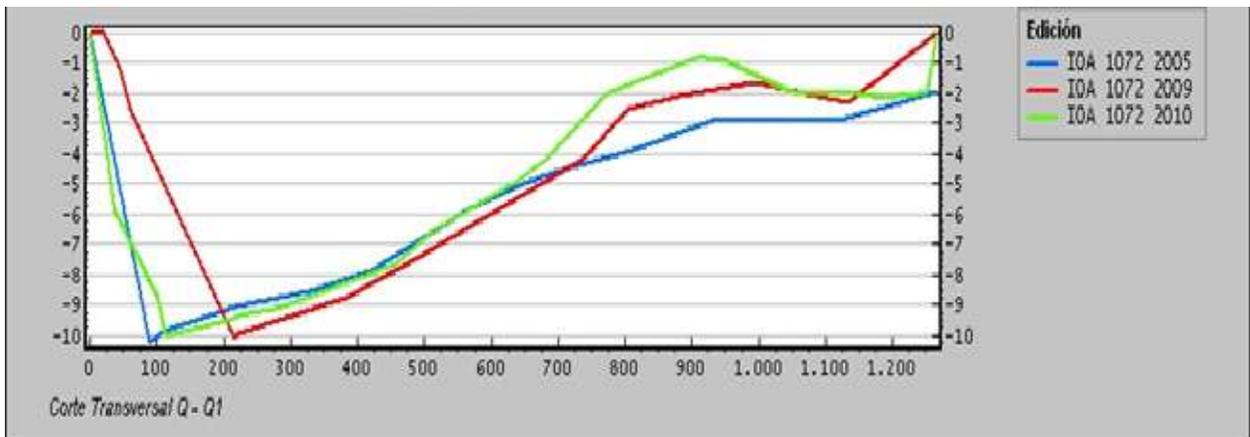
Gráfica. Abscisa 6 + 840.



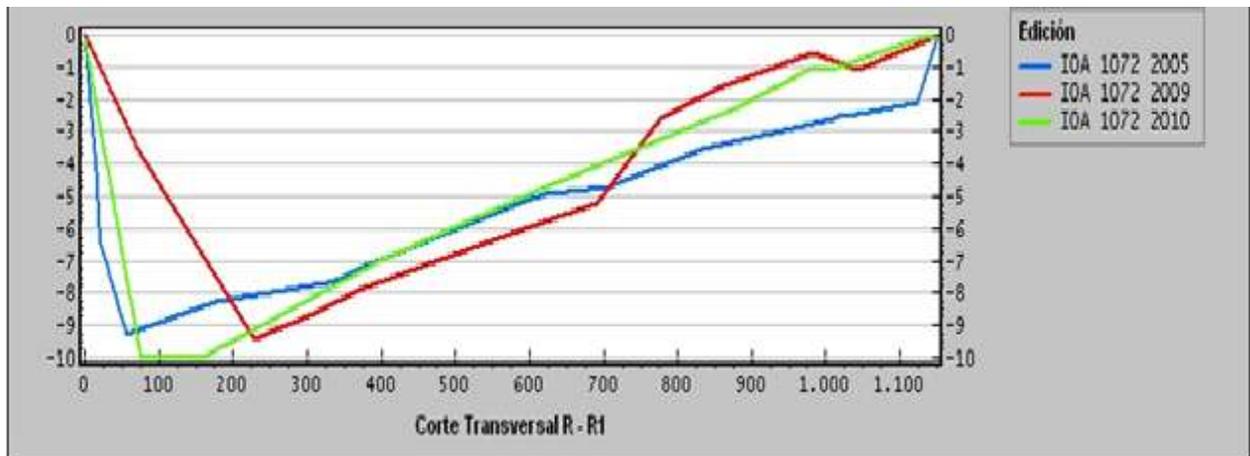
Gráfica. Abscisa 7 + 340.



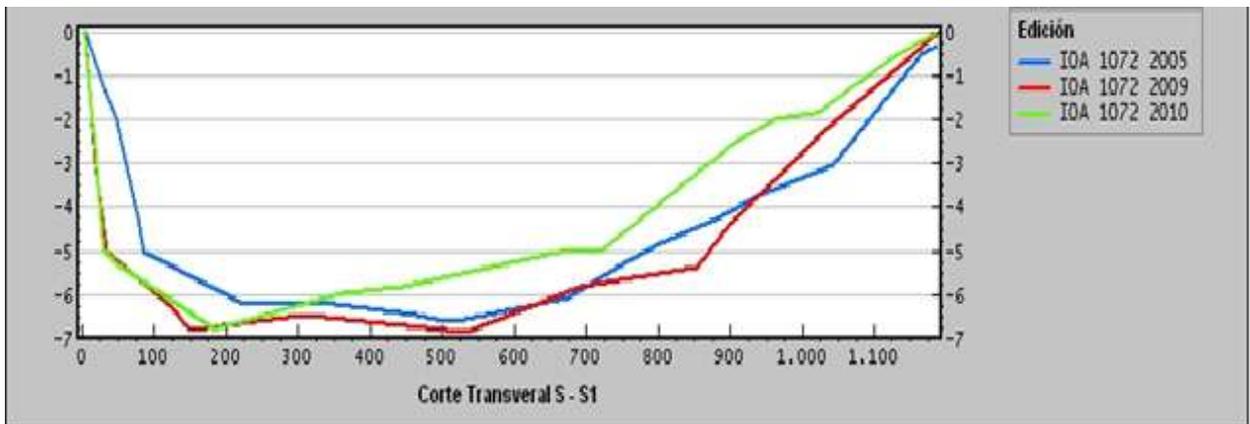
Gráfica. Abscisa 7 + 840.



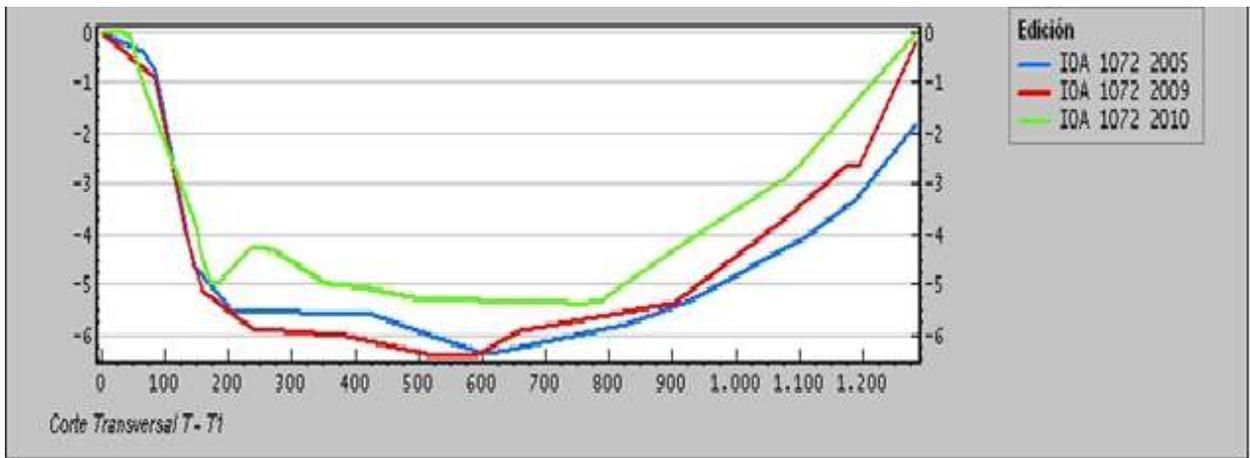
**Gráfica.** Abscisa 8 + 340.



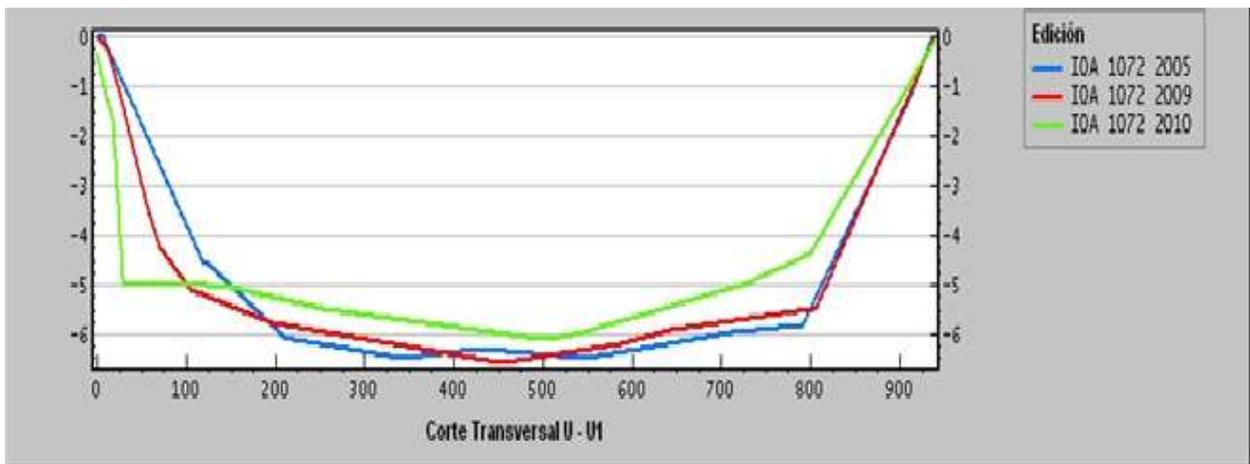
**Gráfica.** Abscisa 8 + 840.



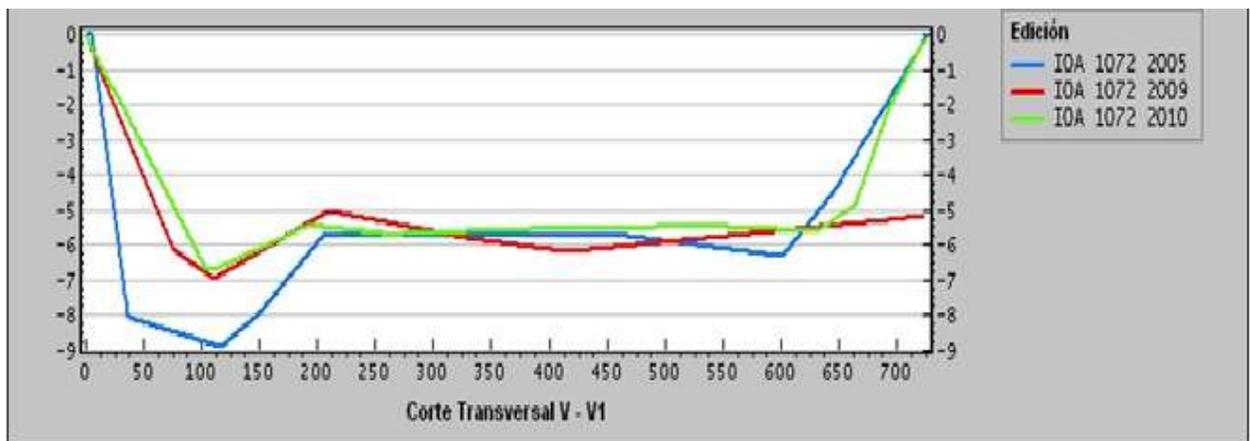
**Gráfica.** Abscisa 9 + 340.



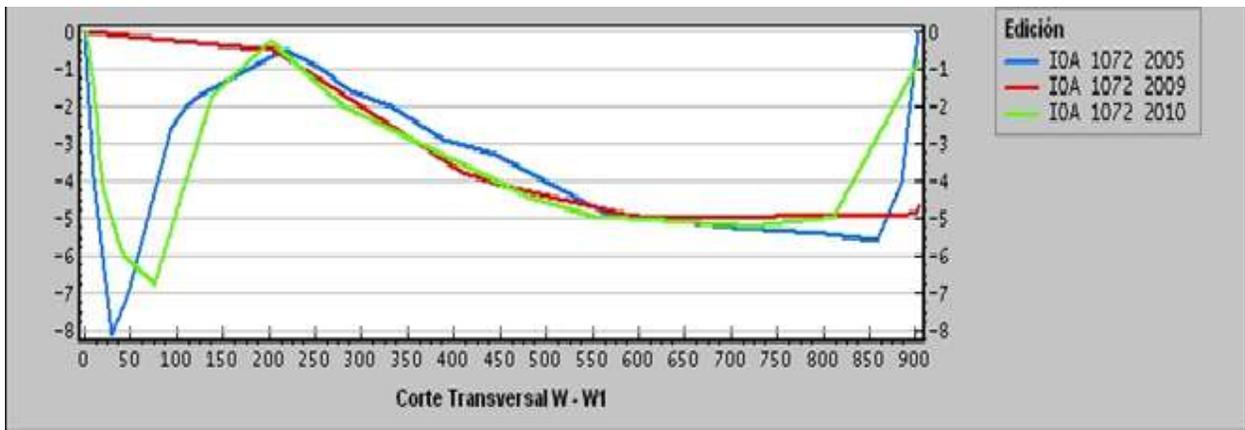
Gráfica. Abscisa 9 + 840.



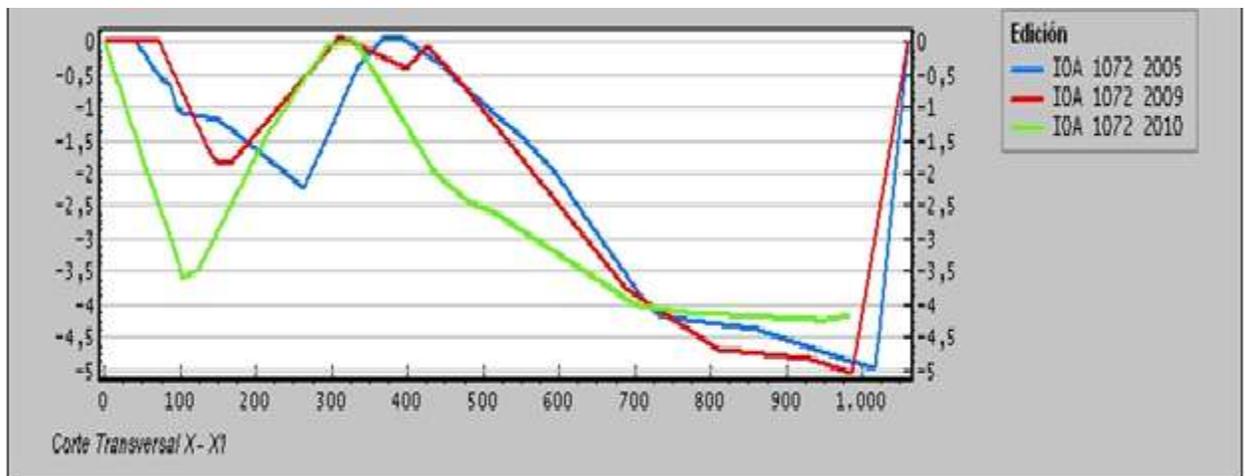
Gráfica. Abscisa 10 + 340.



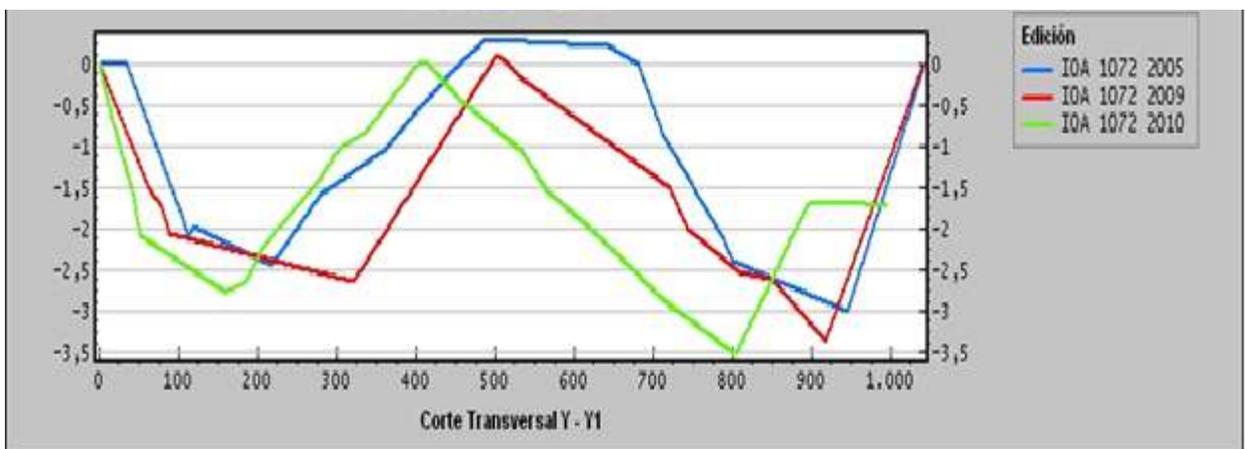
Gráfica. Abscisa 10 + 840.



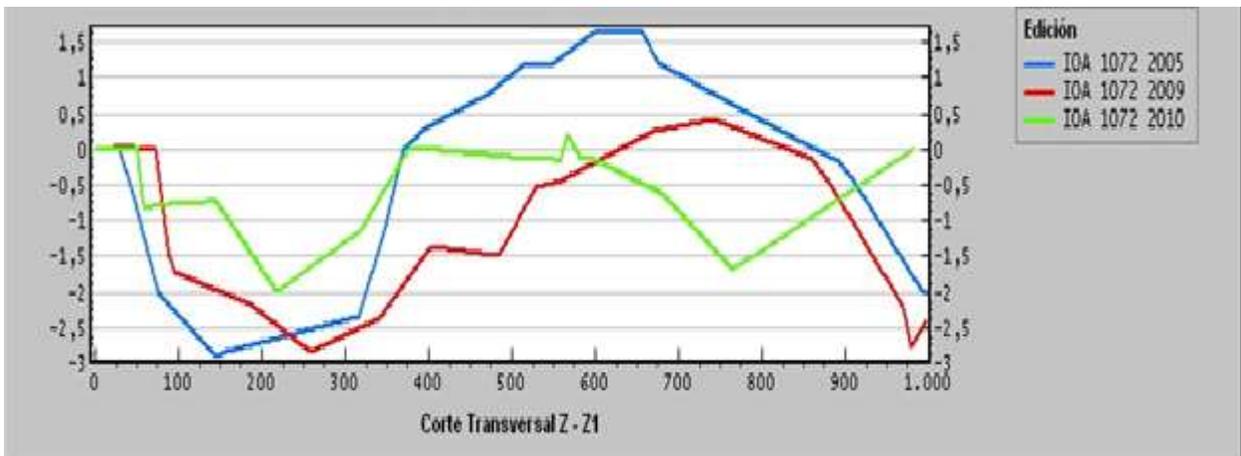
**Gráfica.** Abscisa 11 + 340.



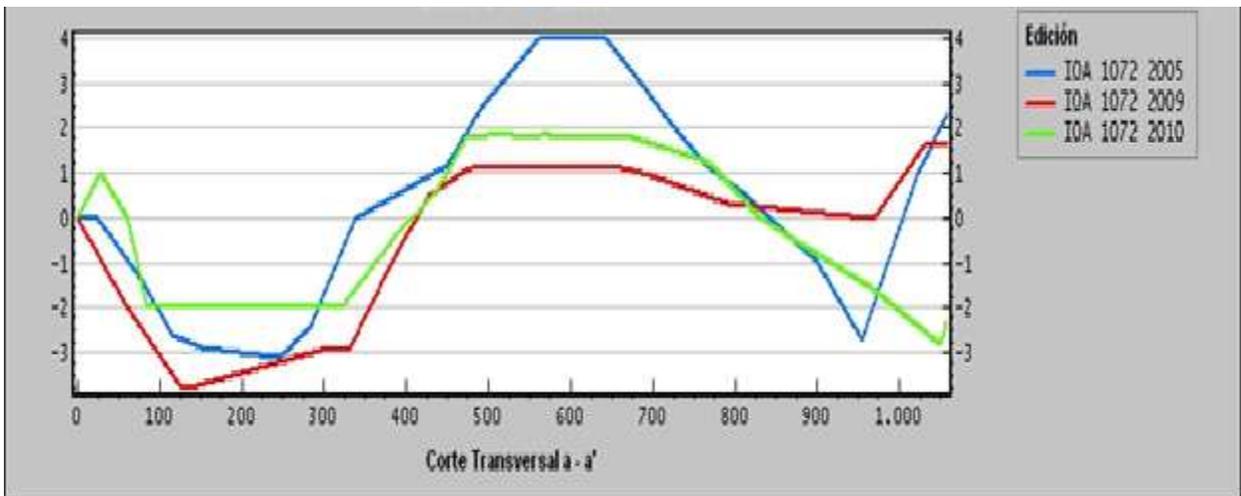
**Gráfica.** Abscisa 11 + 840.



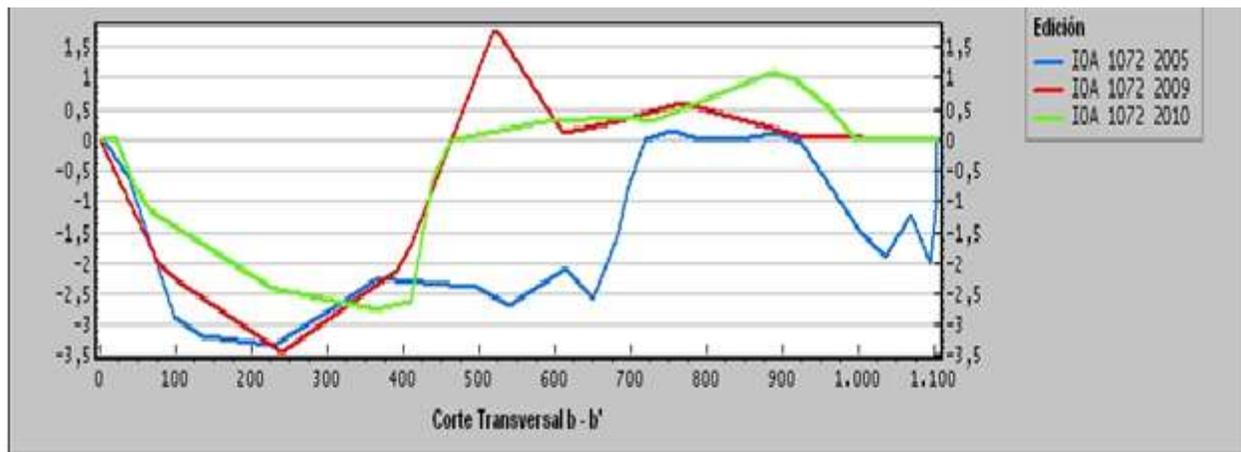
**Gráfica.** Abscisa 12 + 340.



Gráfica. Abscisa 12 + 840.



Gráfica. Abscisa 13 + 020.



Gráfica. Abscisa 13 + 500.

