

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra**

“ANÁLISIS MULTITEMPORAL DE LAS CARACTERÍSTICAS  
SEDIMENTOLÓGICAS A LO LARGO DEL ESTERO SALADO DE  
GUAYAQUIL, ENTRE LAS LATITUDES 2°20' S Y 2°45' S”

**PROYECTO INTEGRADOR**

Previo a la obtención del Título de:

**Ingeniero en Geología**

Presentado por:

Dajeán Steeven Loor González

GUAYAQUIL - ECUADOR

2019

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo está dedicado a mi familia por haber sido mi apoyo a lo largo de toda mi carrera universitaria y a lo largo de mi vida. Al Instituto Oceanográfico de la Armada por todas las atenciones e información brindadas a lo largo de la realización de este proyecto. A la Escuela Superior Politécnica del Litoral por ser la sede de todo el conocimiento adquirido en estos años.

## **AGRADECIMIENTOS**

No tengo palabras para expresar mi amor y mi gratitud para mi familia, especialmente a mi abuelita Yolanda, por su fe, su generosidad y su incansable ayuda en todo momento, gracias a ellos he llegado a culminar una meta más de mi vida. Agradezco a los docentes, MsC. Daniel Garcés y PhD. Carlos Martillo que gracias a sus consejos y correcciones pude culminar este trabajo.

De igual forma agradezco al Ing. Alexander Zambrano, encargado del Departamento de Geología Marina del INOCAR, que con su guía y conocimientos me ayudó a finalizar el desarrollo de este proyecto.

Finalmente, agradezco a mis compañeros y amigos que me acompañaron en esta etapa aportando a mi formación, tanto profesional como personal.

## **DECLARACIÓN EXPRESA**

“Los derechos de titularidad y explotación, me corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; Yo, Dajeen Steeven Loor González doy mi consentimiento para que la ESPOI realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”

---

Dajeen Steeven Loor González



# EVALUADORES

---

**MsC. Daniel Garcés**

PROFESOR DE LA MATERIA

---

**PhD. Miguel González**

PROFESOR TUTOR

## RESUMEN

El Estero Salado es un sistema estuarino ubicado al Noroeste del Golfo de Guayaquil y al Suroeste de la ciudad, recibe aportaciones de agua del Océano Pacífico por el sur y del Río Guayas, por el norte.

La carga y descarga de sedimentos y las corrientes de agua ascendentes y descendentes en la zona, modifican las características sedimentológicas y morfológicas del estuario. Estos cambios provocan acumulaciones de sedimentos por encima del nivel del agua, que actúan como diques naturales y son un peligro para la navegación.

Es por ello que el propósito de este proyecto fue determinar dichos cambios a través de un análisis multitemporal de estudios granulométricos, batimétricos y de corrientes de agua, que fueron ordenados cronológicamente y procesados mediante Sistemas de Información Geográfica, para definir: i) una distribución granulométrica de los sedimentos encontrados en el sector, mediante el método de interpolación IDW desarrollado por (Watson & Philip, 1985) y facilitado por (Environmental Systems Research Institute, 2018) y representados en mapas, ii) la evolución de la morfología del estuario mediante mapas batimétricos y cortes transversales a partir de modelos digitales de elevación, iii) la ubicación de zonas de acumulación y erosión de los sedimentos de dos periodos, haciendo uso de imágenes ráster, y iv) la relación entre las corrientes de agua con los procesos sedimentarios, y posteriormente se presentó el comportamiento sedimentológico y morfológico de la región a lo largo del tiempo y se delimitaron las zonas que predominan en procesos de acumulación o erosión de los sedimentos, destacando los sectores que serían un peligro para los navegantes.

Finalmente, se concluye que los sedimentos de mayor proporción son los del tipo arena y limo, siendo predominantes las arenas, estas se ubican en el sector Sur y Suroeste de la zona, los limos en la Zona Norte, mientras que la distribución de las arcillas es cambiante a lo largo del tiempo. La acción de las corrientes de agua hace viajar a los sedimentos de ida y vuelta por el Océano Pacífico, teniendo un ciclo de acumulación y erosión. La región sufre en mayor proporción procesos de acumulación de sedimentos y este proceso es que más prevalece en los periodos analizados.

**Palabras Clave:** sedimentos, acumulación, erosión, estuario, evolución.

## **ABSTRACT**

*Estero Salado is an estuarine system located Northwest of the Gulf of Guayaquil and Southwest of the city, it receives contributions of water from the Pacific Ocean to the south and Río Guayas to the north.*

*The sediment load and sediment unload and the ascending and descending water currents in the area modify the sedimentological and morphological characteristics of the estuary. These changes cause accumulations of sediments above the water level, which act as natural dikes and are a danger to navigation.*

*It is for the purpose of this project was to determine these changes through a multitemporal analysis of granulometric, bathymetric and watercourse studies, which were orders chronologically and processed by Geographic Information Systems, to define: i) a granulometric distribution of the sediments found in the sector, using the IDW interpolation method developed by (Watson & Philip, 1985) and facilitated by (Environmental Systems Research Institute, 2018), ii) evolution of estuary morphology using bathymetric maps and cross sections from Digital Elevation Models, iii) location of areas of accumulation and erosion of sediments of two periods, using raster images, and iv) relationship between water currents and sedimentary processes, and subsequently the sedimentological and morphological behavior of the region was presented over time and the areas that predominate in processes of accumulation or erosion of the sediments were delimited, highlighting the sectors that would be a danger for the navigators.*

*Finally, it is concluded that the sediments of greater proportion are those of the sand and silt type, being predominant the sands, these are located in the South and Southwest sector of the zone, the silts in the North Zone, while the distribution of the clays It is changing over time. The action of the currents of water travels the sediments back and forth through the Pacific Ocean, having a cycle of accumulation and erosion. The region suffers more sediment accumulation processes and this process is more prevalent in the periods analyzed.*

**Keywords:** *sediments, accumulation, erosion, estuary, evolution.*

# ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	I
<i>ABSTRACT</i> .....	II
ÍNDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS .....	V
SIMBOLOGÍA .....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VII
ÍNDICE DE TABLAS .....	X
CAPÍTULO 1 .....	1
1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1 Descripción del problema .....	2
1.2 Justificación del problema.....	2
1.3 Objetivos.....	3
1.3.1 Objetivo General .....	3
1.3.2 Objetivos Específicos .....	3
1.4 Marco teórico .....	4
1.4.1 Zona de estudio.....	4
1.4.2 Características de un Estuario .....	5
1.4.3 Sedimentos estuarinos.....	5
1.4.4 Geología regional.....	6
1.4.5 Geología Local .....	7
CAPÍTULO 2.....	10
2. METODOLOGÍA .....	10
2.1 Fase I: Recopilación bibliográfica. ....	11
2.2 Fase II: Recepción y procesamiento de información .....	11
2.2.1 Sedimentos .....	11

2.2.2	Batimetría.....	13
2.2.3	Datos de corrientes .....	15
CAPÍTULO 3.....		16
3.	RESULTADOS Y ANÁLISIS .....	17
3.1	Tipos de sedimentos.....	17
3.1.1	Análisis de la distribución espacial.....	17
3.2	Batimetría .....	23
3.2.1	Análisis morfológico .....	23
3.2.1	Perfiles transversales .....	24
3.3	Cálculo de volumen de sedimentos y tasa de sedimentación.....	33
3.4	Zonas de acumulación y erosión de sedimentos .....	33
CAPÍTULO 4.....		37
4.	DISCUSIÓN .....	37
4.1	Sedimentos.....	37
4.2	Procesos de acumulación y erosión .....	38
4.3	Corrientes .....	39
4.4	Zonas predominantes .....	43
CAPÍTULO 5.....		44
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	44
Conclusiones .....		44
Recomendaciones .....		45
BIBLIOGRAFÍA.....		46
ANEXOS.....		49

## **ABREVIATURAS**

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
INOCAR	Instituto Oceanográfico de la Armada
CAAM	Comisión Asesora Ambiental
SIG	Sistemas de Información Geográfica
UTM	Universal Transverse Mercator
WGS-84	World Geodesic System 1984
MDE	Modelo Digital de Elevación
IDW	Inverse Distance Weighting

## SIMBOLOGÍA

m	Metro
km	Kilómetro
m <sup>3</sup>	Metro cúbico
km <sup>3</sup>	Kilómetro cúbico
m/s	Metros por segundo
Fig.	Figura
°	Grado
'	Minuto
''	Segundo
N	Norte
S	Sur
W	Oeste
E	Este
SE	Sureste
SW	Suroeste
NE	Noreste
NW	Noroeste
Ma	Millones de años

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Zona de estudio. Estero Salado, Guayaquil.....	4
Figura 1.2 Interpretación geológica y estructural simplificada del margen activo costa afuera de Ecuador-sur de Colombia (Collot et al., 2006).....	6
Figura 1.3 a) Marco estructural del segmento andino, se extiende desde el Norte de Perú hasta Venezuela, se muestran los límites del Bloque Norandino y las cuencas de ante-arco del segmento ecuatoriano. b) Representación estructural de la zona del Golfo de Guayaquil. Batimetría del margen continental. (Taboada, et al., 2000).....	7
Figura 1.4 Esquema del drenaje y de las estructuras cuaternarias mayores de la Cuenca de los ríos Daule y Babahoyo. (Dumont J. et al., 2007).....	9
Figura 2.1 Metodología de estudio.....	10
Figura 2.2 Metodología para la selección de información de los sedimentos. ....	11
Figura 2.3 Esquema de clasificación por tamaño de grano <i>Udden-Wentworth</i> . (ODP, 2018).....	12
Figura 3.1 Muestreo realizado en 2018, se presentan las curvas granulométricas de ciertas muestras a lo largo de la zona de estudio. ....	19
Figura 3.2 Mapa de distribución espacial aproximada de los sedimentos del área de estudio. Año 1984. ....	20
Figura 3.3 Mapa de distribución espacial aproximada de los sedimentos del área de estudio. Año 2001. ....	21
Figura 3.4 Mapa de distribución espacial aproximada de los sedimentos del área de estudio. Año 2018. ....	22
Figura 3.5 Mapas batimétricos de la zona de estudio de los años 2001, 2004 y 2009, respectivamente. Se muestran las profundidades en metros. ....	26
Figura 3.6 Perfiles transversales trazados a lo largo del mapa batimétrico. Año 2001. ....	27
Figura 3.7 Perfiles transversales de la morfología del Estero Salado. Año 2001 .....	28
Figura 3.8 Perfiles transversales trazados a lo largo del mapa batimétrico. Año 2004. ....	29
Figura 3.9 Perfiles transversales de la morfología del Estero Salado. Año 2004 .....	30



Figura 3.10 Perfiles transversales trazados a lo largo del mapa batimétrico. Año 2009. .....	31
Figura 3.11 Perfiles transversales de la morfología del Estero Salado. Año 2009.....	32
Figura 3.12 Mapa de las zonas de acumulación y erosión de sedimentos en dos periodos entre 2001 y 2009. ....	35
Figura 3.13 Mapa de las zonas de acumulación y erosión de sedimentos en dos periodos entre 2004 y 2009 .....	36
Figura 4.1 Fases sedimentarias presentes en el Golfo de Guayaquil. (Benítez, 1975) .....	38
Figura 4.2 Mapas de la distribución espacial aproximada de arenas pertenecientes al año 1997, junto con las corrientes en flujo y reflujo donde se visualizan sus direcciones representadas con flechas y sus velocidades en metros por segundo (m/s).....	40
Figura 4.3 Mapas que muestran la distribución espacial aproximada de limos pertenecientes al año 1997, junto con las corrientes en flujo y reflujo en donde se visualizan sus direcciones representadas con flechas y sus velocidades en metros por segundo (m/s).....	40
Figura 4.4 Mapas que muestran la distribución espacial aproximada de arcillas pertenecientes al año 2004, junto con las corrientes en donde se visualizan sus direcciones representadas con flechas y sus velocidades en metros por segundo (m/s). .....	41
Figura 4.5 Mapas que muestran la distribución espacial aproximada de arcillas pertenecientes al año 2004, junto con las corrientes en donde se visualizan sus direcciones representadas con flechas y sus velocidades en metros por segundo (m/s). .....	41
Figura 4.6 Mapas que muestran la distribución espacial aproximada de limos pertenecientes al año 2004, junto con las corrientes en donde se visualizan sus direcciones representadas con flechas y sus velocidades en metros por segundo (m/s). .....	42
Figura 4.7 Mapas que muestran la distribución espacial aproximada de arcillas pertenecientes al año 2004, junto con las corrientes en donde se visualizan sus direcciones representadas con flechas y sus velocidades en metros por segundo (m/s). .....	42

Figura 4.8 Mapa de las zonas predominantes a procesos de acumulación y erosión de sedimentos entre los años 2001 y 2009. ....	43
Figura 5.1 Aproximación a Puerto Marítimo de Guayaquil (Estero Salado). Carta Náutica IOA-1071 (INOCAR, 2012) .....	49
Figura 5.2 Posorja. Carta Náutica IOA-10701 (INOCAR, 2012) .....	50
Figura 5.3 (Reyes & Michaud, 2012) .....	51
Figura 5.4 Mapas de corrientes de agua en flujo y reflujo. Las flechas indican su dirección y los números, el valor de su velocidad en m/s. Año 1998. ....	52
Figura 5.5 Mapas de corrientes de agua en flujo y reflujo. Las flechas indican su dirección y los números, el valor de su velocidad en m/s. Año 2006. ....	52
Figura 5.6 Mapas de corrientes de agua en flujo y reflujo. Las flechas indican su dirección y los números, el valor de su velocidad en m/s. Año 2008. ....	52
Figura 5.7 Modelo tridimensional de la morfología del Estero Salado. Año 2001 .....	52

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Información por año del muestreo de sedimentos. ....	12
Tabla 3.1 Información por años de los datos de batimetría con su rango respectivo de elevación en metros. ....	23
Tabla 3.2 Volúmenes de sedimentos por año y tasas de sedimentación aproximadas. ....	33
Tabla 3.3 Volumen de acumulación y erosión para los periodos analizados. ....	34

# CAPÍTULO 1

## 1. INTRODUCCIÓN

El Estero Salado es un brazo de mar que es parte del Estuario Interior del Golfo de Guayaquil, está limitado por las aportaciones de agua por parte del Océano Pacífico y por el occidente del Río Guayas. Su origen se debe al aporte sedimentario del Río Guayas, un sistema complejo de islas separadas por canales de marea, que juntos forman una extensa barrera desde Guayaquil hasta las proximidades de la Isla Puná. (Pesántes, 1998).

La recolección de muestras, la clasificación por tamaño de grano y la distribución espacial aproximada de los sedimentos superficiales del fondo de un estuario, realizadas a lo largo del tiempo, permiten conocer su cambio evolutivo en sus características sedimentológicas, basándose en la carga sedimentaria debido a drenaje de ríos y, por otro lado, en la carga y descarga de sedimentos por medio de una conexión con el océano. Al estar en contacto con los dos procesos, principalmente con la constante carga de sedimentos, los estuarios son típicamente áreas de acumulación sedimentológica. Sin embargo, es posible encontrar etapas entre estuarios profundos, poco modificados por la sedimentación o hasta estuarios que han sido completamente llenos. La tasa de sedimentación o de relleno sedimentario depende del área y volumen del estuario, de la carga de sedimentos de los ríos, de la corriente descendente de zonas limítrofes, de la erosión de las costas y de los flujos de entrada del mar (Bird, 2000).

## **1.1 Descripción del problema**

La dinámica intensa del sistema fluvial del Río Guayas, el cual posee una red de drenaje que constituye al Estero Salado, da paso a formaciones de bancos de arena que podrían actuar como diques naturales, alterando la dirección e intensidad de las corrientes, provocando la acumulación y erosión de sedimentos, que eventualmente serían un peligro para la navegación.

Por lo tanto, el propósito general que tiene la realización de este proyecto es presentar las zonas de acumulación y erosión de los sedimentos a lo largo del estero, junto con los cambios sedimentológicos, morfológicos y de corrientes de aguas, que muestran la evolución que ha tenido a través del tiempo, aproximadamente en los últimos veinte años, según las características a analizar.

## **1.2 Justificación del problema**

Todo tipo de embarcaciones, grandes y pequeñas, comerciales y privadas, circulan desde el Puerto Marítimo de Guayaquil hasta la salida al Océano Pacífico por el Canal del Morro, por consiguiente, la elaboración de este trabajo muestra los sectores en donde existe acumulación de sedimentos y los sectores en donde hay erosión de los mismos, a lo largo del Estero Salado, esto ayudará a evitar incidentes o contratiempos al momento de recorrer la zona.

Es importante mencionar que esto también ayudará a tener una mejor idea de cómo puede cambiar una región que está sujeta a distintos procesos naturales, como es un estuario. Se debe agregar también que mediante el desarrollo de este proyecto se espera incentivar la investigación y el estudio de las distintas formaciones naturales que posee la región costera de nuestro país con el objetivo de evitar o prevenir riesgos a futuro.

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo General**

Determinar los cambios de las características sedimentológicas y morfológicas del Estero Salado de Guayaquil, que pueden afectar a la navegación en el sector, mediante un análisis multitemporal de estudios batimétricos, granulométricos y de corrientes de marea, usando Sistemas de Información Geográfica.

### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Determinar una distribución granulométrica de los sedimentos encontrados a lo largo del fondo del Estero Salado de Guayaquil, para distintos años, mediante una interpolación de datos.
  
- Analizar la evolución de la morfología del estuario a través de mapas batimétricos y perfiles transversales, generados mediante modelos digitales de elevación.
  
- Ubicar las zonas de acumulación y erosión de sedimentos de dos periodos mediante el procesamiento de imágenes ráster.
  
- Analizar la relación que existe entre las corrientes de agua con la distribución granulométrica de los sedimentos.

## 1.4 Marco teórico

### 1.4.1 Zona de estudio

La zona de estudio (Fig. 1.1) pertenece al sector comprendido entre la boya 67 y “Los Goles”, correspondientes a las Cartas Náuticas IOA-1071 e IOA-10701 (Anexo A), entre las latitudes  $2^{\circ}20' S$  y  $2^{\circ}45' S$  que comprenden el área del Estero Salado de Guayaquil. Se extiende aproximadamente 60 km desde el Puerto Marítimo de Guayaquil hasta Posorja; su boca en el Canal del Morro es angosta y profunda con 3 km de ancho y 60 m de profundidad, se ensancha en las proximidades de Guayaquil, existiendo una serie de canales secundarios, riachuelos, bancos e islas. El canal principal se estrecha gradualmente y termina en ciertos ramales que se internan en la ciudad (Vera, 2003).

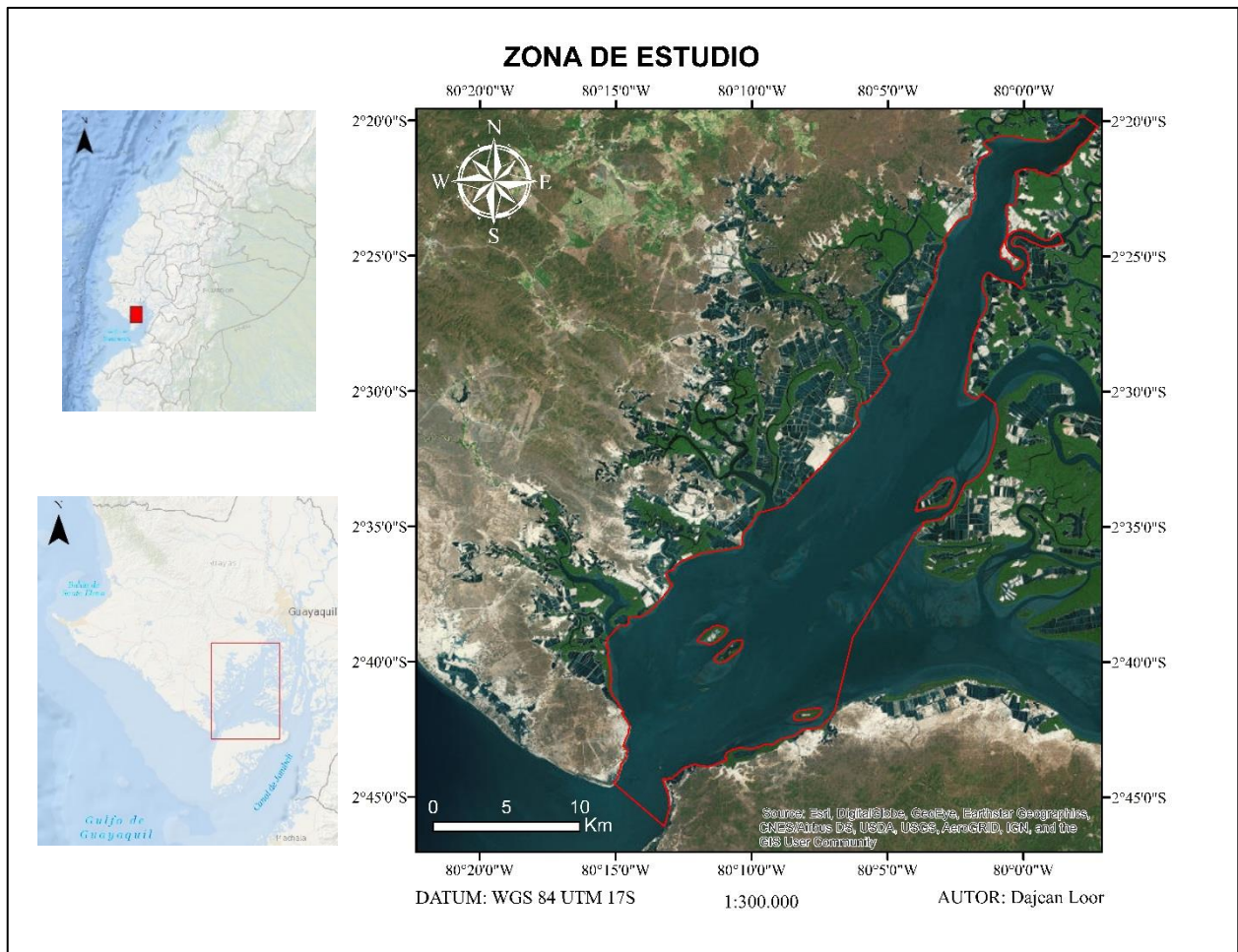


Figura 1.1 Zona de estudio. Estero Salado, Guayaquil

### **1.4.2 Características de un Estuario**

Un estuario presenta características de cambio entre el agua dulce y el agua marina, son interfaces variables en los cuales el drenaje de agua de río se mezcla con el mar abierto (Levinton, 1982). La mayoría de los estuarios se encuentran en las llanuras costeras. Algunas rías y fiordos son valles que están sumergidos casi por completo debido a la inmersión marina, y reciben muy poco drenaje de la tierra que son básicamente brazos de mar, pero son alimentados la mayor parte por ríos, cuyas bocas se pueden describir como estuarinas (Morgan, 1967)

La existencia de un estuario depende de la posición del nivel del mar en relación con la descarga de agua dulce. Si se bajara este nivel, la zona estuarina migraría hacia él en la interfaz del agua del mar y el borde de la zona terrestre quedara expuesta. Dicha migración ha ocurrido como consecuencia de varias glaciaciones de nuestro planeta. Para cada una de ellas, la fuente principal de humedad ha sido los océanos. Cada vez que el nivel del mar descendía, el ambiente estuarino en el margen continental migraba hacia el mar (Sampaolo, 2018)

La morfología de un estuario se puede relacionar con procesos hidrodinámicos, como el flujo de ríos, las corrientes que se asocian con la marea entrante, procesos químicos y biológicos. Estos procesos son complejos y variables a lo largo del tiempo. Los patrones de sedimentación de igual forma, varían en relación con el predominio de las mareas de entrada y de salida: cuando las mareas de inundación son más fuertes, los sedimentos tienden a ascender, en cambio en los estuarios dominados por reflujos, estos se sedimentan aguas abajo (Bird, 2000).

### **1.4.3 Sedimentos estuarinos**

Los sedimentos en los estuarios se mueven por la acción de las olas y la corriente, que hacen rodar y mover los granos de arena a lo largo del suelo del estuario y levanta los sedimentos más finos en suspensión. Los sedimentos finos que se levantan por las olas y corrientes de marea dejan zonas de sedimentos más gruesos, especialmente depósitos de arena, grava y conchas, en orillas limítrofes, en bancos y a lo largo de la base de los canales. Las cuencas de drenaje de los ríos donde afloran formaciones de arcilla, o donde la intemperie ha producido



material de grano fino, son fuentes de lodo estuarino. La tasa de sedimentación de una cuenca hidrográfica es una función de la litología, la meteorización y la escorrentía, y también está muy influenciada por el clima (Bird, 2000).

#### 1.4.4 Geología regional

La convergencia de las placas Nazca y América del Sur inició hace 70 Ma (Benítez, 1995; Benítez et al., 1993; Jaillard et al., 1990), contemporáneamente con la apertura del Océano Atlántico (Fig. 1.2). El levantamiento de las cordilleras andinas comenzó hace 9-10 Ma (Steinmann et al., 1999), acompañado con la apertura del Golfo de Guayaquil (Dumont J. et al., 2005b).

En la actualidad, la placa Nazca se mueve a una velocidad de 5 cm/año, ortogonalmente frente al Ecuador y 8 cm/año, diagonalmente frente a Colombia. Este movimiento está influenciado por la cercanía de la placa de Cocos, la zona de expansión de las islas Galápagos, y el aporte de fricción, inducido por el hundimiento de la cordillera submarina Carnegie (Núñez, 2003)

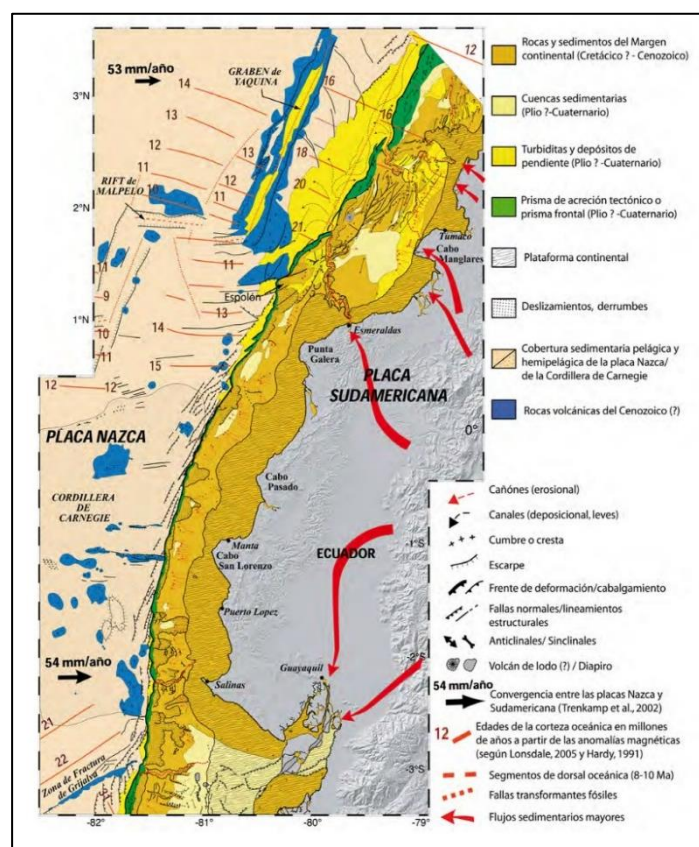


Figura 1.2 Interpretación geológica y estructural simplificada del margen activo costa afuera de Ecuador-sur de Colombia (Collot et al., 2006).

### 1.4.5 Geología Local

En el área del Golfo de Guayaquil, considerado una cuenca ante-arco por encontrarse en la zona de subducción y el arco volcánico de los Andes (Benítez, 1975), una cuenca de régimen transtensivo y con una región dúctil evidenciado por diapiros arcillosos al NO del Golfo. (Cobos, 2010).

El Golfo de Guayaquil posee tres partes: la primera la constituye la Cuenca de Jambelí, situada al Este de Puná, Santa Clara y el Campo Amistad, la segunda, el levantamiento de Santa Elena, limitada por la falla Posorja al Sur y por Puná al Este, y la tercera parte, la Cuenca del Golfo de Guayaquil, que se encuentra al Este de Santa Clara y el campo Amistad. (Benítez, 1975; Deniaud et al., 1999).

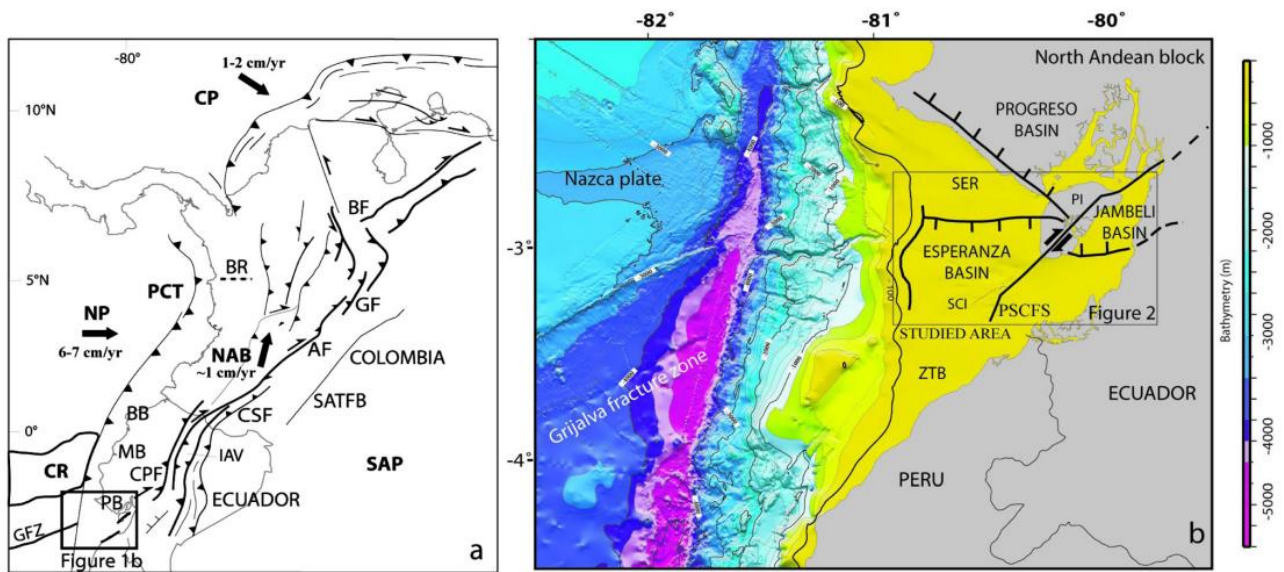


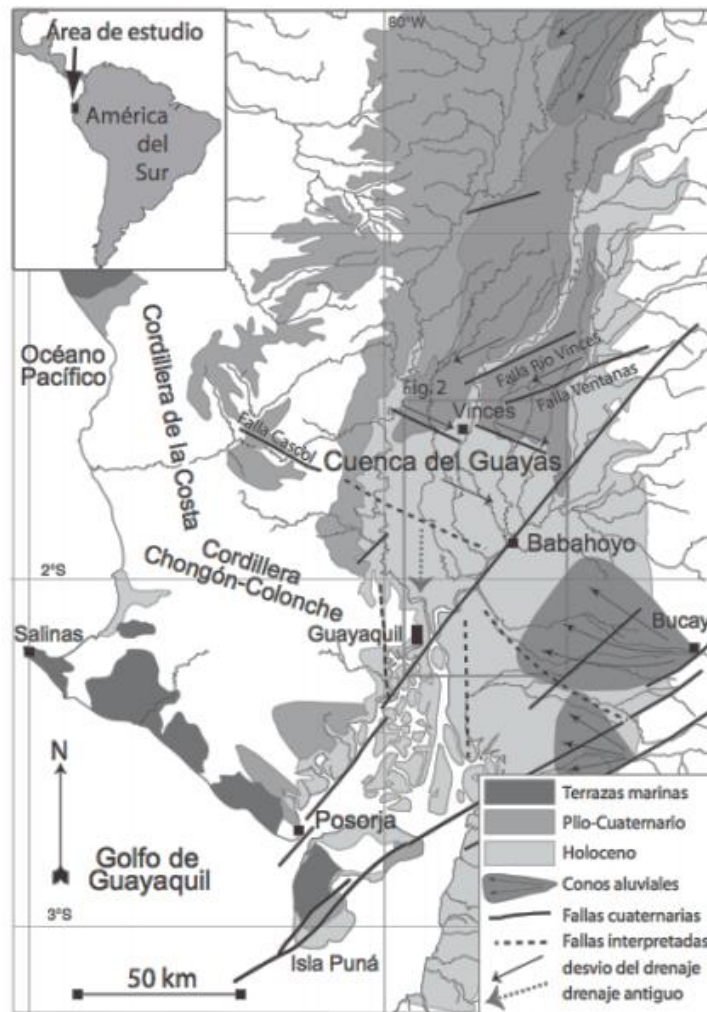
Figura 1.3 a) Marco estructural del segmento andino, se extiende desde el Norte de Perú hasta Venezuela, se muestran los límites del Bloque Norandino y las cuencas de ante-arco del segmento ecuatoriano. b) Representación estructural de la zona del Golfo de Guayaquil. Batimetría del margen continental. (Taboada, et al., 2000).

La zona comprendida entre la Isla Puná y Chanduy está rodeada por el Complejo Olistostrómico de Santa Elena, Zapotal, Dos Bocas, Villingota, Progreso, Puná y Tablazo (Anexo B). (Soledispa, 1987).

La morfología de la zona costera del Ecuador está relacionada con la estructura de un margen activo, en el cual la Cuenca del Guayas establece una posición de ante-arco. (Dumont J., et al., 2007)

La Cuenca del Guayas surgió durante el Plioceno, junto con la formación de la cordillera costera al final de esa misma época (Baldock, 1982). Este relieve costero ocasionó una concentración del drenaje al pie de los Andes, y su salida en las dos zonas estructurales, rodeando el relieve costero, el Golfo de Guayaquil al sur y los corredores de fallas de Esmeraldas y de la Bahía Ancón de Sardinas al norte (Hall y Wood, 1985; Baldock, 1982)

La red de drenaje de la Cuenca del Guayas, posee una dirección global hacia el SW en la parte norte, modificándose para correr hacia el sur y SW en su parte sur. Esas direcciones están controladas por fallas con direcciones NE-SO al norte, y NW-SE al sur, aproximadamente (Figura 1.3). La continuidad de las terrazas marinas del Cuaternario está dividida entre la Isla Puná y Posorja por el canal El Morro, que está en la extremidad SW de dicha falla, esto indica un posterior movimiento al último periodo interglaciar (menos de 125000 años aproximadamente) (Dumont J., et al., 2005b)



**Figura 1.4 Esquema del drenaje y de las estructuras cuaternarias mayores de la Cuenca de los ríos Daule y Babahoyo. (Dumont J. et al., 2007)**

El Estero Salado posee seis tipos de sedimentos aluviales cuaternarios, que se originaron de las inundaciones del río Daule, de tipo arcilloso-limoso, sin embargo, los predominantes son los suelos arenosos (Stevenson, 1981). El movimiento de la masa de agua de esta zona está influenciado por el aporte de las descargas de los ríos, corrientes de mareas y por la acción de los vientos (CAAM, 1996)

# CAPÍTULO 2

## 2. METODOLOGÍA

Mediante el convenio de cooperación científica entre ESPOL e INOCAR (junio del 2015), se realizó la petición por parte de la ESPOL, de los datos de granulometría, batimetría y corrientes de agua de flujo y reflujos del sector, comprendido entre la boya 67 y Los Goles, correspondiente a las Cartas Náuticas IOA-1071 e IOA-10701 (ver Anexo A), pertenecientes al Estero Salado de Guayaquil.

El desarrollo de este proyecto se ha realizado siguiendo las fases detalladas a continuación (Fig. 2.1):

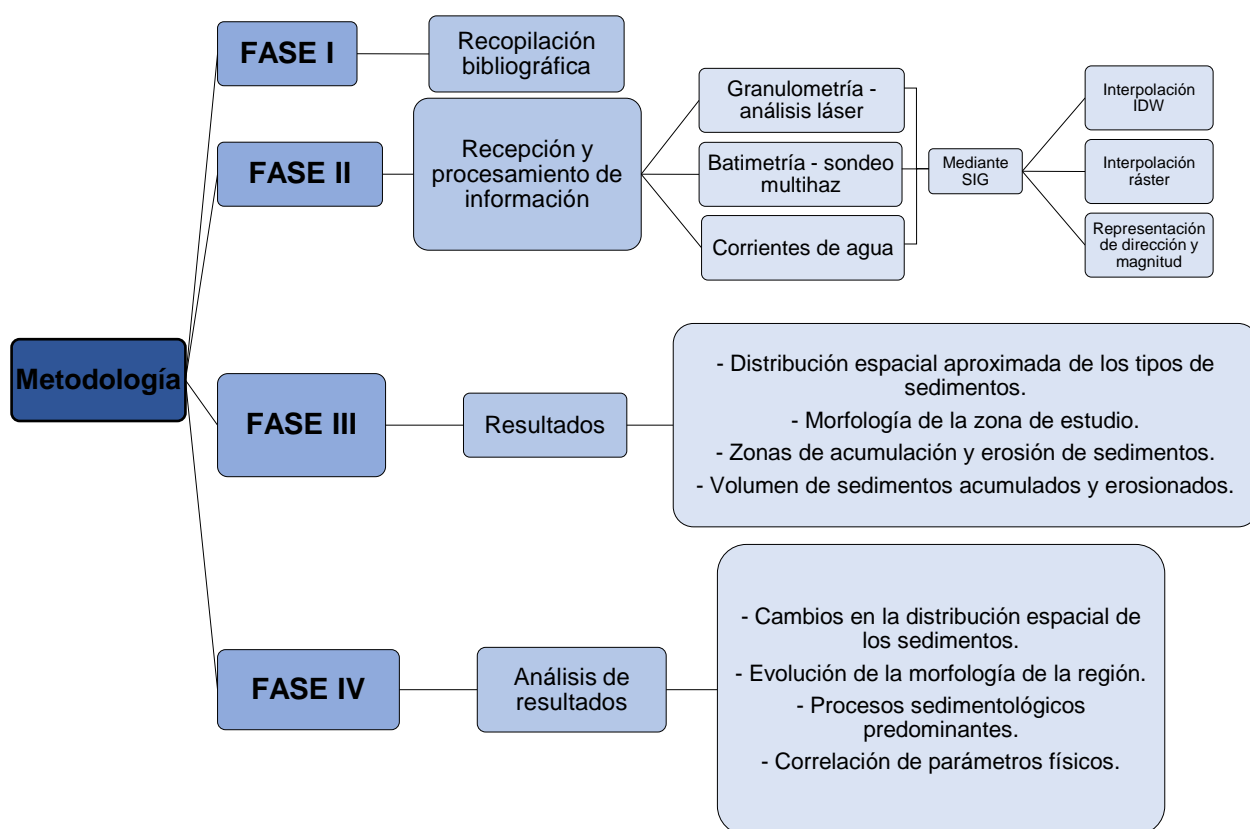


Figura 2.1 Metodología de estudio.

## 2.1 Fase I: Recopilación bibliográfica.

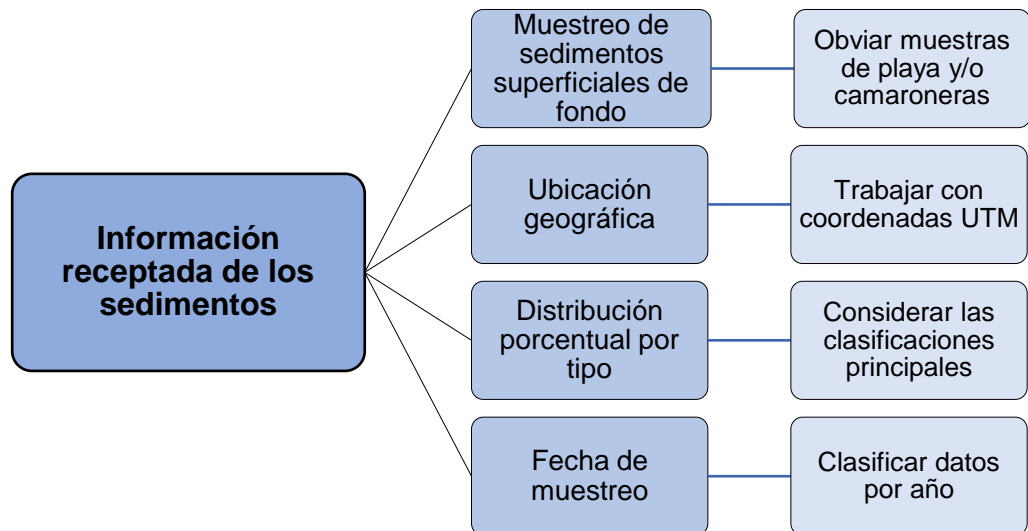
La fase inicial comprende la recopilación de información bibliográfica como informes, proyectos, tesis, investigaciones, artículos y las actas oceanográficas pertenecientes al INOCAR, relacionada con el área de estudio, y que aportan información para el desarrollo de este trabajo.

## 2.2 Fase II: Recepción y procesamiento de información

Para el procesamiento digital de la información detallada a continuación se usaron Sistemas de Información Geográfica (SIG).

### 2.2.1 Sedimentos

El esquema presentado a continuación (Figura 2.2) muestra los datos que fueron receptados con respecto a la información de los sedimentos encontrados en la zona de estudio y las consideraciones tomadas para su clasificación y su posterior procesamiento.



**Figura 2.2 Metodología para la selección de información de los sedimentos.**



- **Clasificación de sedimentos**

Las muestras tomadas en la zona de estudio a lo largo de los años ya fueron clasificadas previamente mediante un análisis granulométrico (información disponible en la bitácora del Laboratorio del Departamento de Geología Marina del INOCAR, Tabla 2.1) calculando la distribución porcentual, mediante granulometría láser, por tipos de sedimentos según el tamaño de grano (Fig. 2.3: arena-*sand*, limo-*silt* y arcilla-*mud*).

Millimeters (mm)	Micrometers ( $\mu\text{m}$ )	Phi ( $\phi$ )	Wentworth size class	Rock type
4096		-12.0	Boulder	Conglomerate/ Breccia
256		-8.0	Cobble	
64		-6.0	Pebble	
4		-2.0	Granule	
2.00		-1.0	Very coarse sand	
1.00		0.0	Coarse sand	Sandstone
1/2	0.50	1.0	Medium sand	
1/4	0.25	2.0	Fine sand	
1/8	0.125	3.0	Very fine sand	
1/16	0.0625	4.0	Coarse silt	
1/32	0.031	5.0	Medium silt	Siltstone
1/64	0.0156	6.0	Fine silt	
1/128	0.0078	7.0	Very fine silt	
1/256	0.0039	8.0	Clay	
0.00006	0.06	14.0		Claystone

**Figura 2.3 Esquema de clasificación por tamaño de grano Udden-Wentworth. (ODP, 2018)**

**Tabla 2.1 Información por año del muestreo de sedimentos.**

Año	Número de muestras	Distribución Porcentual (%)		
		Arena (0.05 - 2 mm)	Limo (0.002 - 0.05 mm)	Arcilla (< 0.002 mm)
1984	41	0.24 - 97.90	2.08 - 93.29	0 - 76.66
2001	16	0.58 - 92.03	0 - 94.67	0 - 21.18
2018	23	6.60 - 93.41	1.34 - 83.14	0.01 - 12.90

- **Área de estudio**

Mediante la creación de un *shapefile* representado por un polígono se dibuja el área de estudio, teniendo como base ya sea una imagen satelital de la zona o usando herramientas base del programa utilizado.

- **Ubicación geográfica**

En una hoja de cálculo se ubican los datos del muestreo con sus respectivas ubicaciones para posteriormente por cada año crear un *shapefile* representado por medio de puntos, que contiene la ubicación geométrica e información geográfica de cada estación de muestreo.

- **Interpolación de datos**

Teniendo en cuenta que las variables: i) porcentaje de arena, ii) porcentaje de limo, y iii) porcentaje de arcillas que poseen las muestras, son dependientes de la ubicación de cada estación de muestreo, se procede a interpolar la superficie (zona de estudio) mediante el *método de la distancia inversa ponderada (IDW)* desarrollado por (Watson & Philip, 1985) y facilitado por (Environmental Systems Research Institute, 2018) generando una distribución espacial para cada una de las variables.

*Nota: se utiliza este método de interpolación ya que se trata de muestras sin patrones estructurales, por el tipo y la cantidad de muestras.*

- **Elaboración de mapas**

Realizar un mapa para cada variable mencionada anteriormente, para cada año de muestreo, representando su distribución porcentual y todos sus elementos principales.

### **2.2.2 Batimetría**

La información batimétrica del área de estudio fue receptada en formato *xyz* con la información de longitud, latitud y altura respectivamente, realizada entre los años 2001 y 2018 (parciales y totales).



- **Selección de datos.**

En base a los objetivos planteados en este proyecto y debido a que algunos sondeos tratan sectores muy pequeños en relación a la región de estudio, se eligen solamente los más completos y relevantes, los cuales son tres, de los años 2001, 2004 y 2009.

Para la ubicación geográfica de los datos se realiza el mismo procedimiento que la sección anterior, creando un *shapefile* de puntos por cada año a partir de los archivos receptados.

- **Morfología del área de estudio.**

Para generar la morfología del área de estudio se procede a elaborar un Modelo Digital de Elevación (DEM) facilitado por (Environmental Systems Research Institute, 2018) usando los datos de batimetría, este modelo cuantifica las características de la superficie del fondo de la región mostrando las profundidades a la que se encuentra cada sector. Finalmente, se realizan tres mapas, mostrando la morfología para cada año.

- **Volumen de sedimentos por año y tasa de sedimentación.**

Usando los datos de los estudios de batimetría se generan imágenes ráster mediante una interpolación de los mismos, se calcula la cantidad de sedimentos existentes en el área de estudio para cada año escogido.

Se obtienen tres volúmenes en kilómetros cúbicos. Posteriormente, se analiza la variación que ha tenido un año con respecto al anterior, teniendo dos diferencias y según el periodo se presenta una tasa de sedimentación aproximada en kilómetros cúbicos por año.

- **Zonas de acumulación y erosión de sedimentos.**

Para generar las zonas donde se han acumulado y donde se han erosionado los sedimentos a lo largo de la zona de estudio se realiza una resta de las imágenes ráster ya generadas, teniendo en cuenta que los datos que se

sustraen en la operación deben ser los que pertenecen a un año anterior, es decir, para los datos de la imagen del año 2004 se sustraen los datos de la imagen del año 2001 y asimismo entre los datos del año 2009 y de 2004. Posteriormente, se obtienen dos imágenes para cada periodo, un periodo de tres años (2001-2004) y uno de cinco (2004-2009), los números positivos representan los sedimentos que se han acumulado y los números negativos, los que se han erosionado. Finalmente, se realizan dos mapas que representen la zonificación de dichos procesos.

- **Volumen de sedimentos acumulados y erosionados por periodo.**

Para conocer la cantidad de sedimentos que se han acumulado y que se han erosionado en un periodo de tiempo, se realiza el cálculo de volumen para las imágenes generadas en el apartado anterior, mediante una operación entre la superficie ráster y un plano de referencia que se asigna, ese valor referencial es cero, ya que los valores mayores a este representan los sedimentos acumulados y los menores, los sedimentos erosionados, obteniendo los volúmenes en metros cúbicos acumulados y erosionados para los dos periodos analizados.

### **2.2.3 Datos de corrientes**

Los datos de corrientes de marea dentro del área de estudio fueron recibidos en formato de tablas de texto entre los años 1996 y 2014, conteniendo la información de:

- Fecha de obtención.
- Ubicación geográfica.
- Altura en la que fue medida la corriente.
- Velocidad máxima.
- Dirección en grados sexagesimales.
- Tipo de marea (flujo y reflujo).

Estos datos fueron necesarios para elaborar los mapas de corrientes, de cada año, con sus magnitudes y direcciones dentro de la zona de estudio (ver Anexo C) y se siguieron los siguientes pasos:

- Digitalización de los datos en hoja de cálculo por cada año en el que se hizo la medición, ubicación geográfica, profundidad, tipo (flujo y reflujos), magnitud y dirección de las corrientes.
- Crear un *shapefile* de puntos utilizando las coordenadas geográficas.
- Asignar a cada punto su respectivo valor de magnitud y dirección de las corrientes.
- Elaborar un mapa para cada año de acuerdo con el tipo de corriente (flujo y reflujos).

## **CAPÍTULO 3**

### **3. RESULTADOS Y ANÁLISIS**

#### **3.1 Tipos de sedimentos**

Los mapas mostrados en esta sección pertenecen a la distribución espacial aproximada de los sedimentos, clasificados por tamaño de grano (arena, limo y arcilla). Cada grupo de mapas, desde la Fig. 3.1 hasta la Fig. 3.3, pertenece a un muestreo realizado en un año en concreto.

##### **3.1.1 Análisis de la distribución espacial**

En la Fig. 3.1 se muestra la distribución de los sedimentos muestreados en el año 2018 mediante curvas granulométricas, estas curvas indican que los limos predominan hasta la estación de muestreo número 4, que son las zonas Norte y Central y partir de la estación 5 las arenas son las que predominan debido a la cercanía con el Océano Pacífico.

Los mapas de la Fig. 3.2 presentan las concentraciones de arena, limo y arcilla (Fig. 3.2a, 3.2b y 3.2c), desde el tamaño de grano mayor hasta el menor, respectivamente, gracias a un muestreo realizado en 1984. Se puede apreciar que, en el sector Sur, entre las latitudes  $2^{\circ}35' S$  y  $2^{\circ}45' S$  hay una mayor concentración de arena, mientras que, en la zona Norte, y Central, entre las latitudes  $2^{\circ}25' S$  y  $2^{\circ}35' S$  existe una concentración más alta de limo, habiendo una disminución de la misma de Norte a Sur. Para el análisis de las concentraciones de arcilla, se debe tener en cuenta los límites porcentuales, ya que estos muestran una menor cantidad de concentración que los otros dos tipos de sedimentos y como se visualiza en la Fig. 3.2c las arcillas se alojan en la zona NW del área de estudio, específicamente en las orillas del estuario.

Así mismo, en la Figura 3.3 se visualizan las concentraciones de los tres tipos de sedimentos, este muestreo se realizó en 2001 e indica una concentración de arenas (Fig. 3.3a) en la zona central (entre  $2^{\circ}30' S$  y  $2^{\circ}35' S$ ), cabe mencionar que están distribuidas a lo largo de toda la región ya que son pocos los sectores que poseen una concentración mínima. Para el caso de los limos (Figura 3.3b) si existe una concentración muy baja en la zona central, mientras que para los

sectores Norte y Sur esa concentración va aumentando, en mayor proporción en el primer sector. La Figura 3.3c representa la abundancia de arcillas y se observa que esta se encuentra en la zona Norte y al Este del sector entre 2°30' S y 2°35' S mientras que, en la zona Sur existe una concentración mucho menor. Como en el caso anterior las proporciones de esta representación son muy bajas, ya que los porcentajes están entre 0 y 21 % de arcilla, esto indica que hay muy pocas arcillas con respecto a los limos y las arenas que llegan hasta aproximadamente el 95 y 92 % respectivamente.

Un muestreo realizado 17 años después (Fig. 3.4) expone que se sigue presentando de la misma forma la distribución aproximada de los sedimentos. En la Figura 3.4a, las concentraciones de arenas son altas a partir de los 2°35' S hasta los 2°45' S y una muestra tomada fuera del área de estudio indica que en la salida al Océano Pacífico que posee el estuario, hay mucha más concentración de estos sedimentos. De igual forma que en las representaciones anteriores los limos se concentran en la parte Norte y Central del área (Figura 3.4c), mientras que son muy pocos los que se encuentran en la parte Sur y en la salida al mar en las latitudes 2°45' S. Para el caso de la concentración de las arcillas es muy baja como se puede observar en la Fig. 3.4c, la concentración es hasta aproximadamente el 13% y se distribuyen desde la boca del estuario disminuyendo hacia la parte Sur y a la salida al océano.

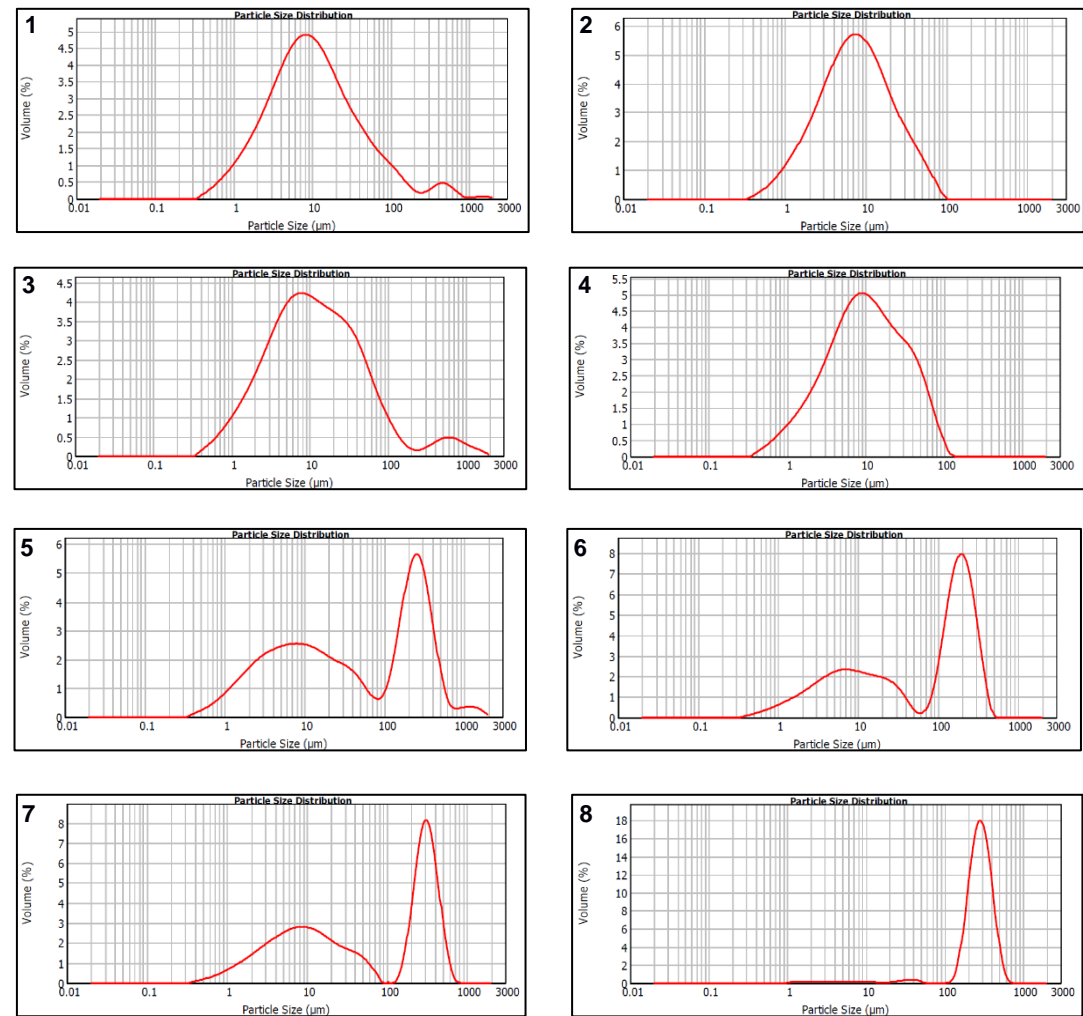
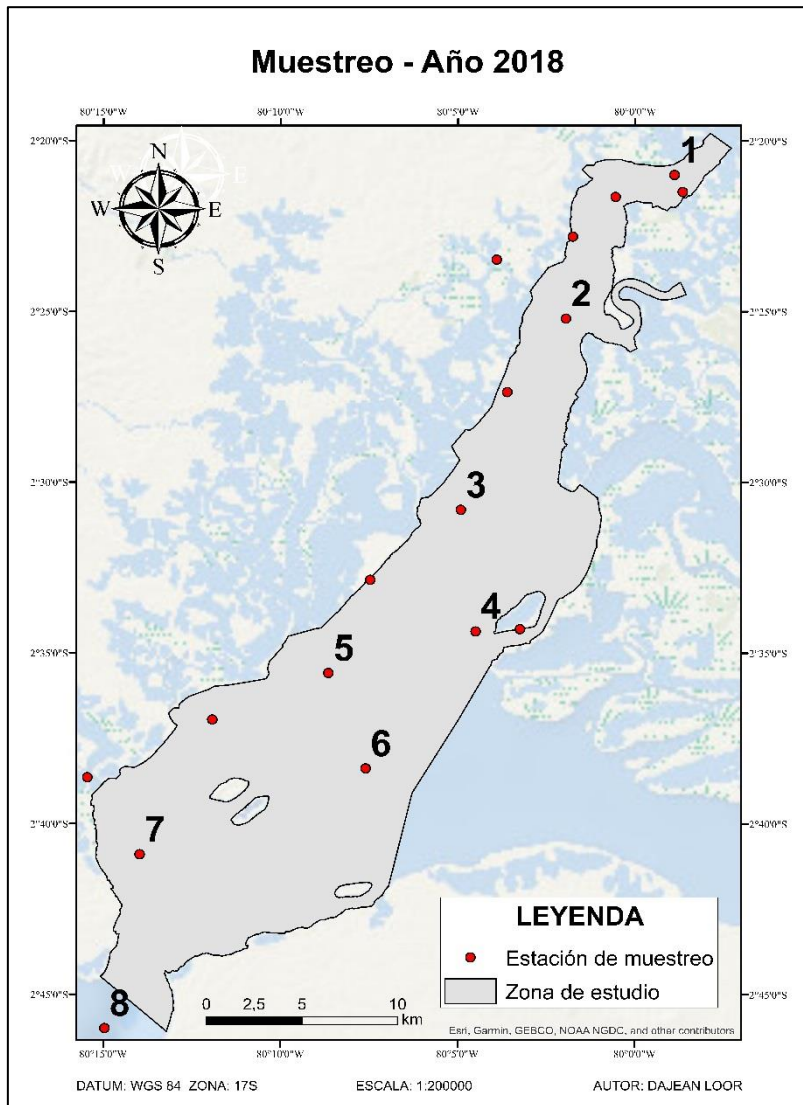
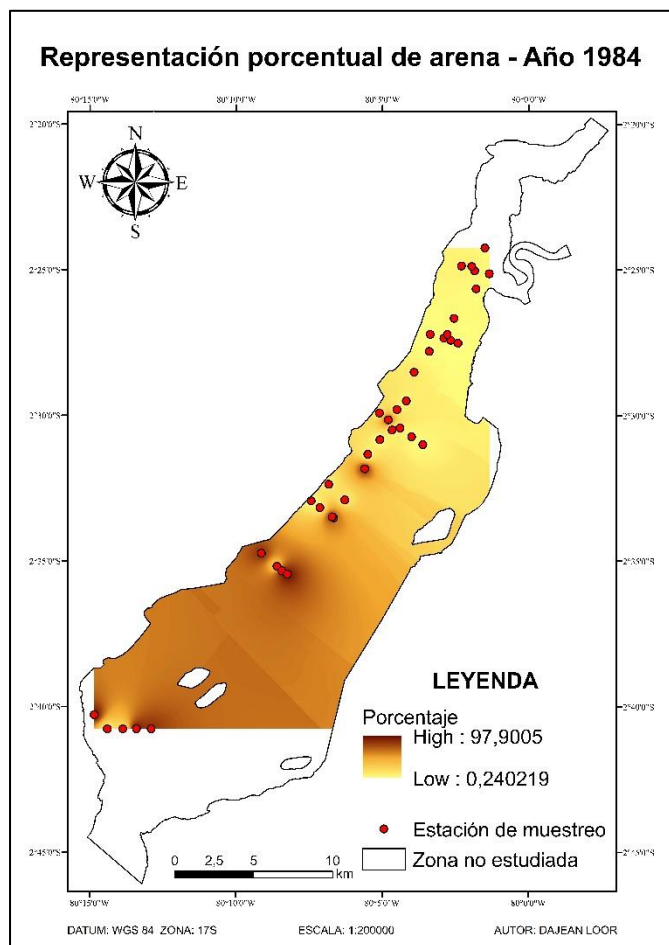
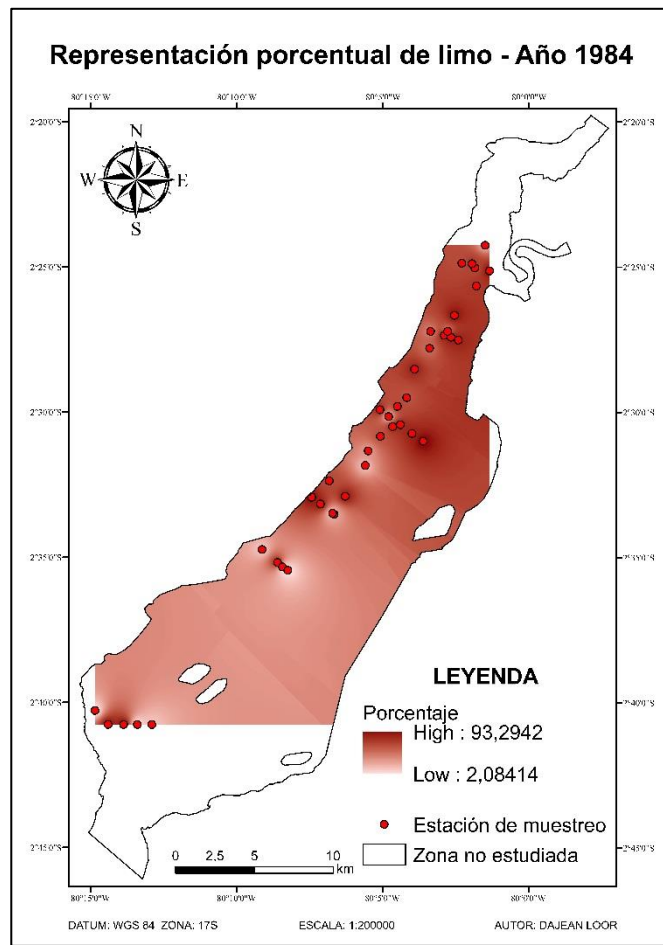


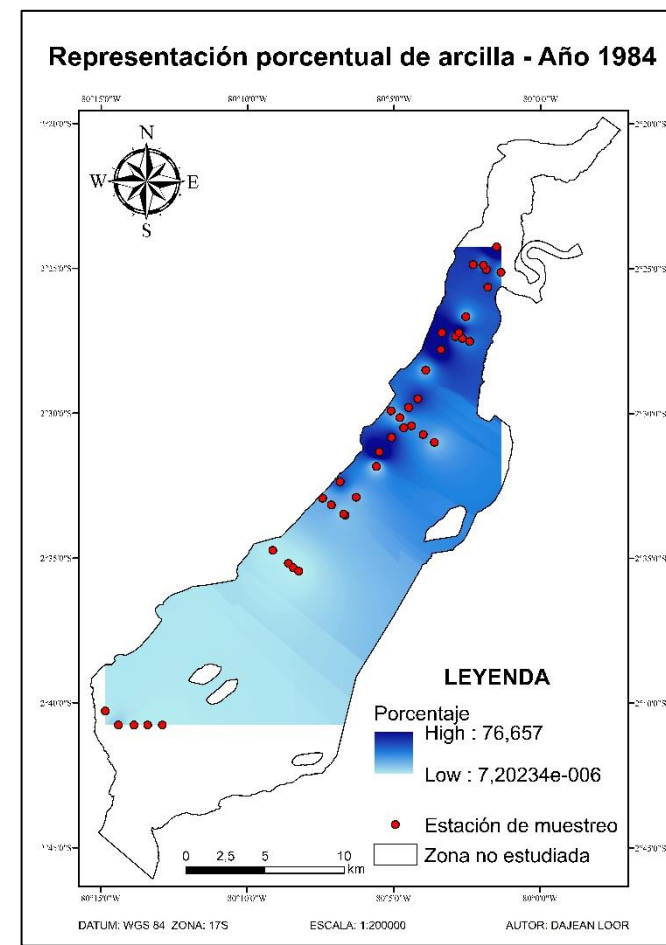
Figura 3.1 Muestreo realizado en 2018, se presentan las curvas granulométricas de ciertas muestras a lo largo de la zona de estudio.



a)



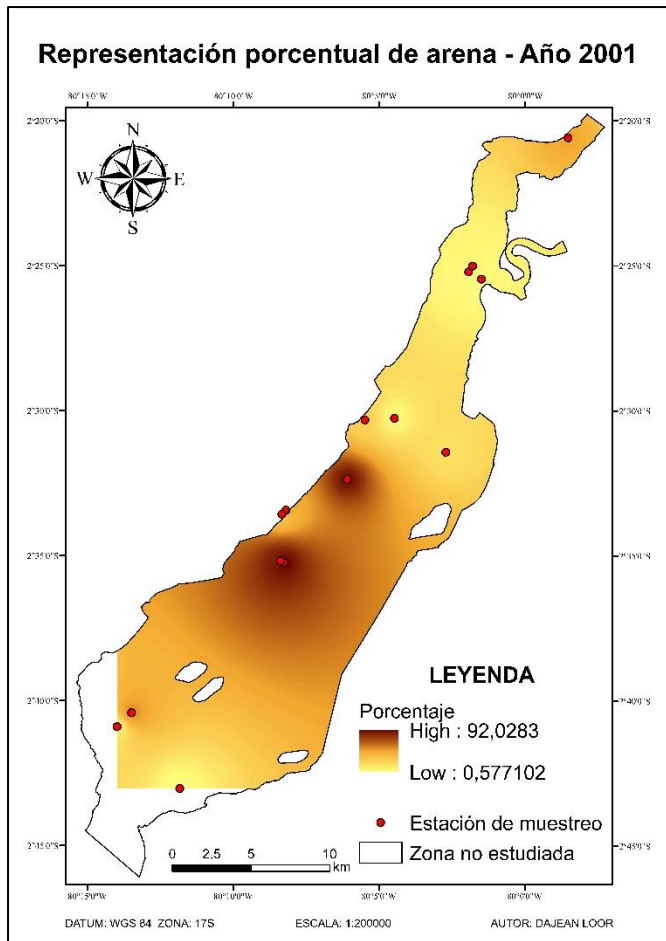
b)



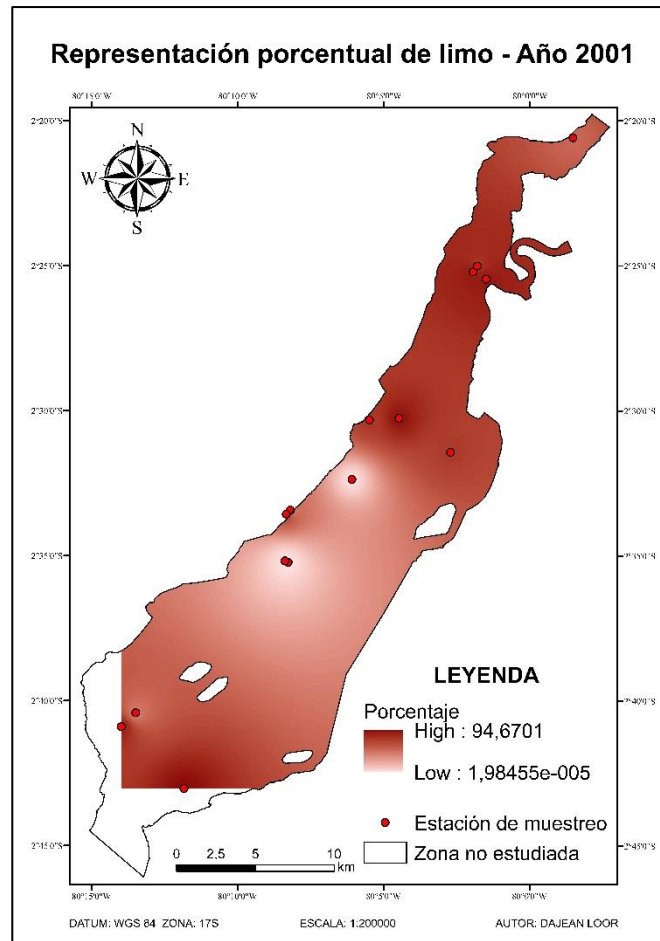
c)

**Figura 3.2 Mapa de distribución espacial aproximada de los sedimentos del área de estudio. Año 1984.**

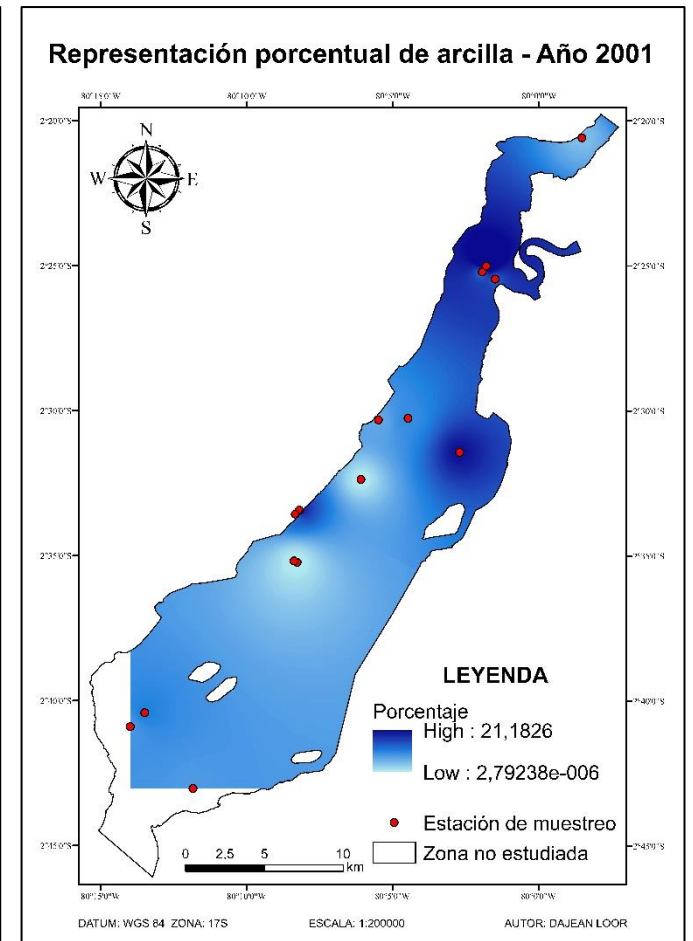




a)



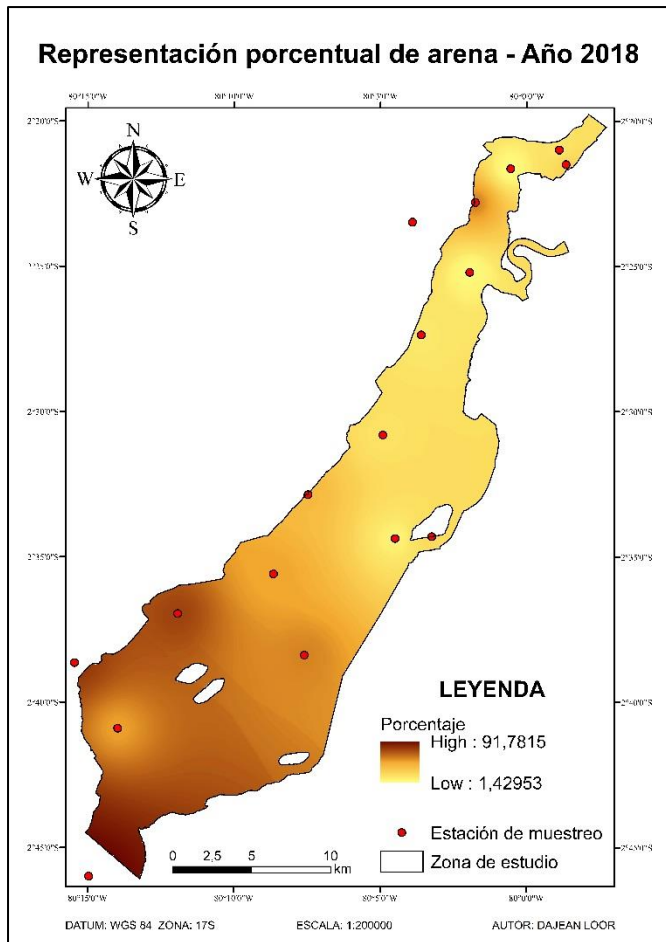
b)



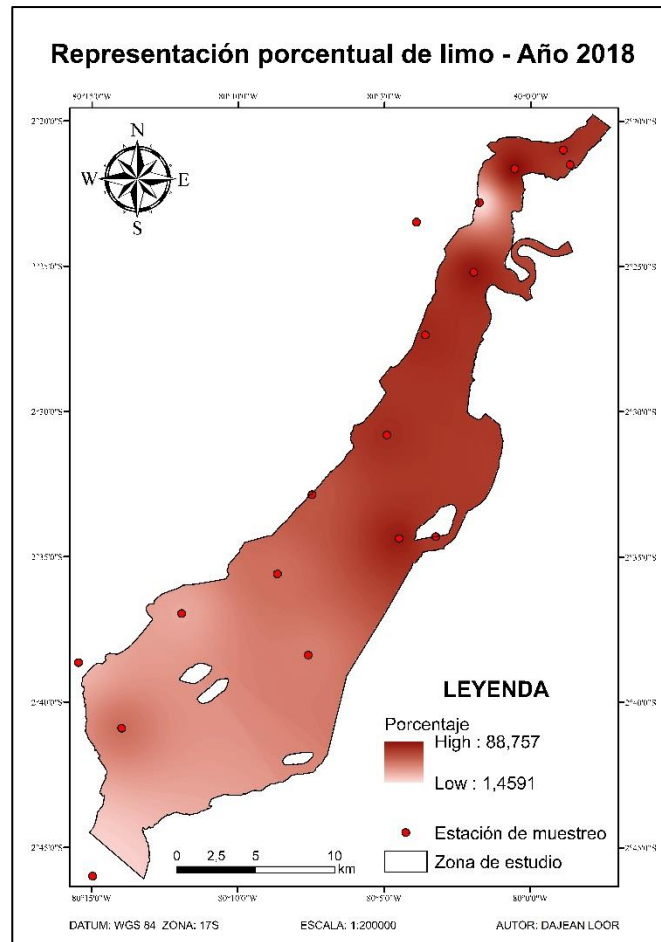
c)

**Figura 3.3 Mapa de distribución espacial aproximada de los sedimentos del área de estudio. Año 2001.**

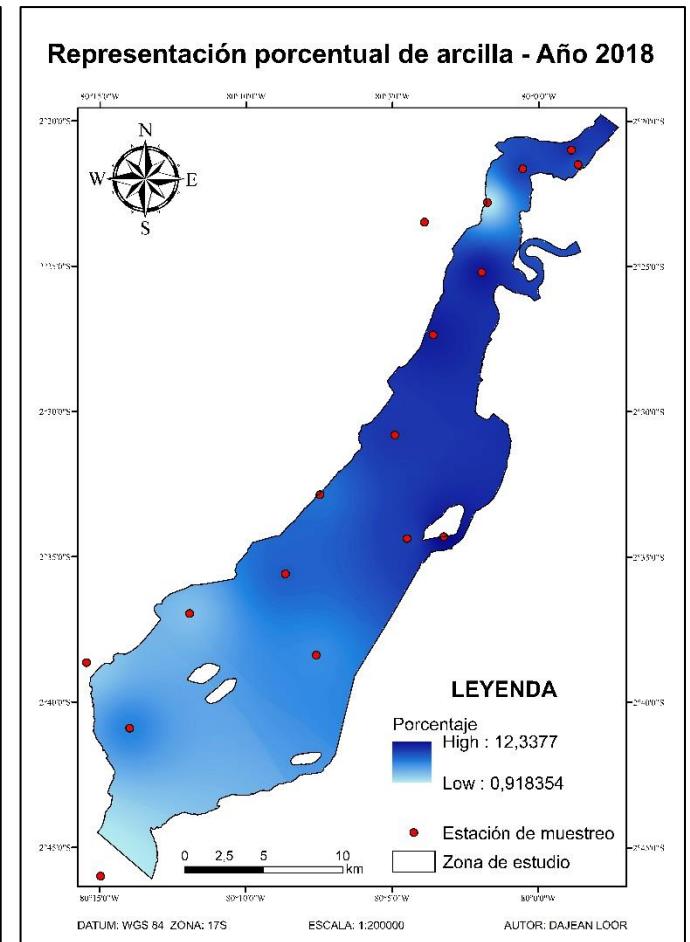




a)



b)



c)

**Figura 3.4 Mapa de distribución espacial aproximada de los sedimentos del área de estudio. Año 2018.**

### 3.2 Batimetría

Una compilación de datos de batimetría disponibles de los años 2001, 2004 y 2009 a lo largo de la zona de estudio, permite mostrar las características morfológicas del fondo del estuario mediante mapas batimétricos (Figura 3.5). Se puede observar que para cada año el área representada es diferente, estas razones han sido explicadas en el Capítulo 2 de este trabajo. En la Tabla 3.1 se indica el rango de elevación que posee cada batimetría realizada, cabe mencionar que en el estudio de 2001 los sondeos no alcanzaron ciertas zonas como la de la salida al mar, en donde se presentan los sectores más profundos.

**Tabla 3.1 Información por años de los datos de batimetría con su rango respectivo de elevación en metros.**

<b>Año</b>	<b>Rango de profundidad (m)</b>
2001	1.94 – 36.90
2004	1.94 – 89.60
2009	1.94 – 88.30

#### 3.2.1 Análisis morfológico

El mapa de la Fig. 3.5a perteneciente a la morfología del fondo del área de estudio del año 2001, presenta profundidades desde 1.94 hasta 36.90 m, donde los sectores menos profundos se encuentran en la zona Norte, entre los 2°20' S y 2°35' S, aquí las profundidades oscilan entre 1 y 9 metros aproximadamente, excepto en un pequeño sector entre los 2°20' S y 2°25' S donde la profundidad llega hasta los 13 metros. En el sector Sur, en cambio, la profundidad va aumentando con respecto a la convergencia del océano, hasta aproximadamente 37 metros.

La morfología de la zona presentada en la Fig. 3.5b, que pertenece al año 2004, es más completa que la anterior, mostrando profundidades de hasta 89 m, aquí ya se puede observar que las zonas más profundas se sitúan cerca de la desembocadura al mar. Al igual que en el 2001 hay pequeñas regiones profundas cerca de la boca del estuario. Los rasgos morfológicos se han ido modificando por

los distintos procesos y características que posee la zona: la carga y descarga de sedimentos, la acción de las corrientes, la erosión de las costas, los flujos de la entrada del mar, entre otros.

Para el caso del año 2009 se tiene un estudio de batimetría mucho más completo que el de 2001 y 2004 ya que se abarcó mayor territorio, a nivel global se notan ciertos cambios en la morfología, algunas acumulaciones de sedimento se han erosionado, modificando su forma, por ejemplo, la de las coordenadas 2°40' S y 80°10' W ha tenido una clara disminución en sus dimensiones.

*Nota: En el Anexo D se presenta un modelo tridimensional de la morfología perteneciente al año 2009.*

### **3.2.1 Perfiles transversales**

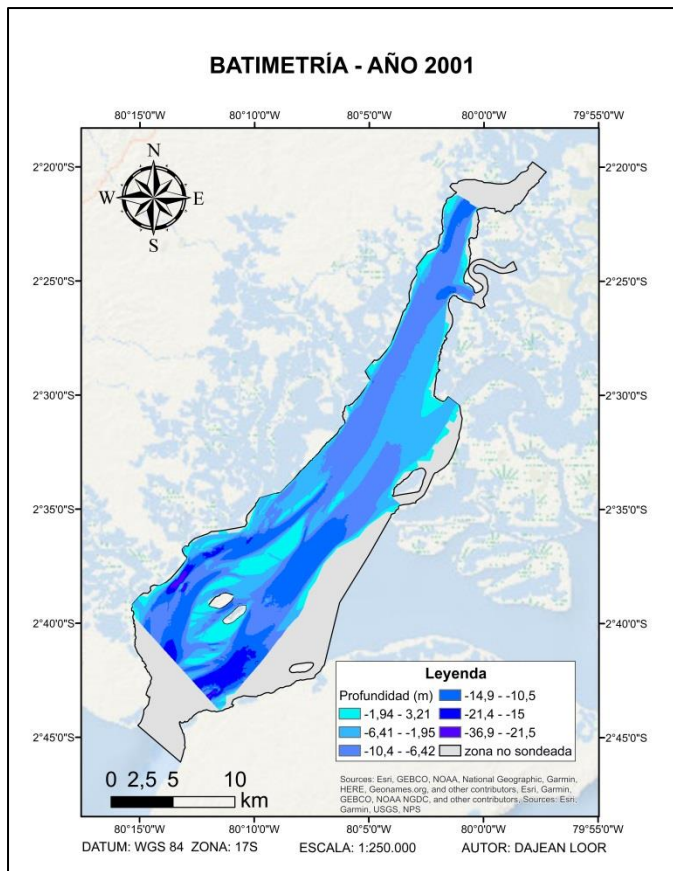
En las Fig. 3.6, 3.8 y 3.10 se muestran cuatro perfiles trazados transversalmente en la zona pertenecientes a cada año de estudio, se plasma el cambio morfológico que ha tenido a través de los años, y así hacer una comparación entre dichos perfiles.

Existen varios cambios en la morfología de la región, zonas en donde los sedimentos se han acumulado y donde se han erosionado, habiendo una variación de altura, ancho y forma.

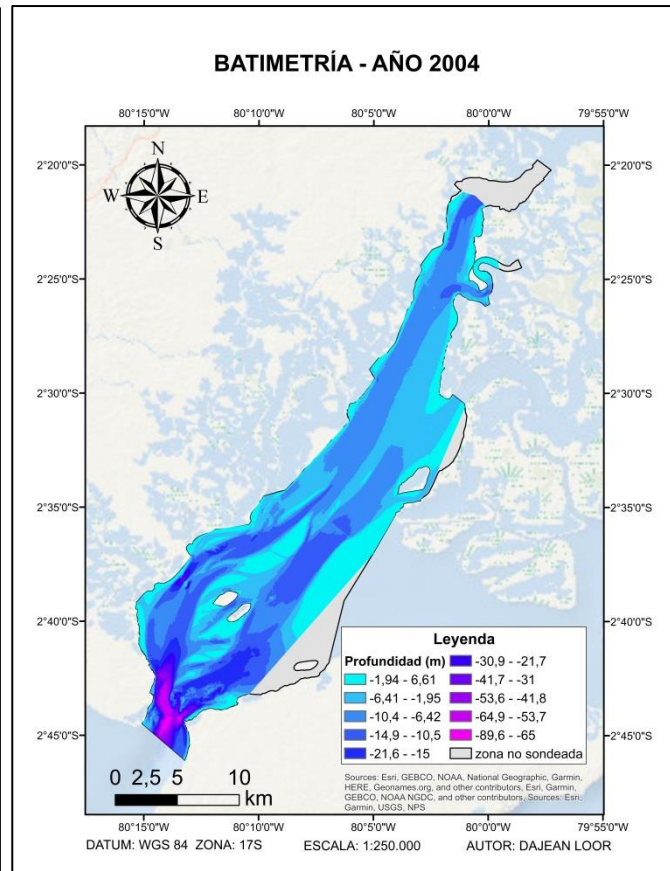
Los perfiles A-B pertenecientes a cada año (Fig. 3.7a, 3.9a y 3.11a) tienen un cambio morfológico notorio entre las distancias 4 y 8 km, del 2001 al 2004 una acumulación en el banco entre las distancias 5 y 6 km y cinco años después se produce una erosión del mismo banco. El banco ubicado entre las distancias 6 y 7 km sufre una acumulación y se une formando un nuevo banco junto que cubre las distancias de 6 a 8 km.

En los perfiles C-D (Fig. 3.7b, 3.9b y 3.11b) solamente hay cambios significativos en los dos bancos ubicados entre las distancias 1 y 3 km, el de la izquierda sufre erosión a través de los 8 años, mientras que el de la derecha acumuló sedimentos hasta el 2004 y en el 2009 se erosionó.

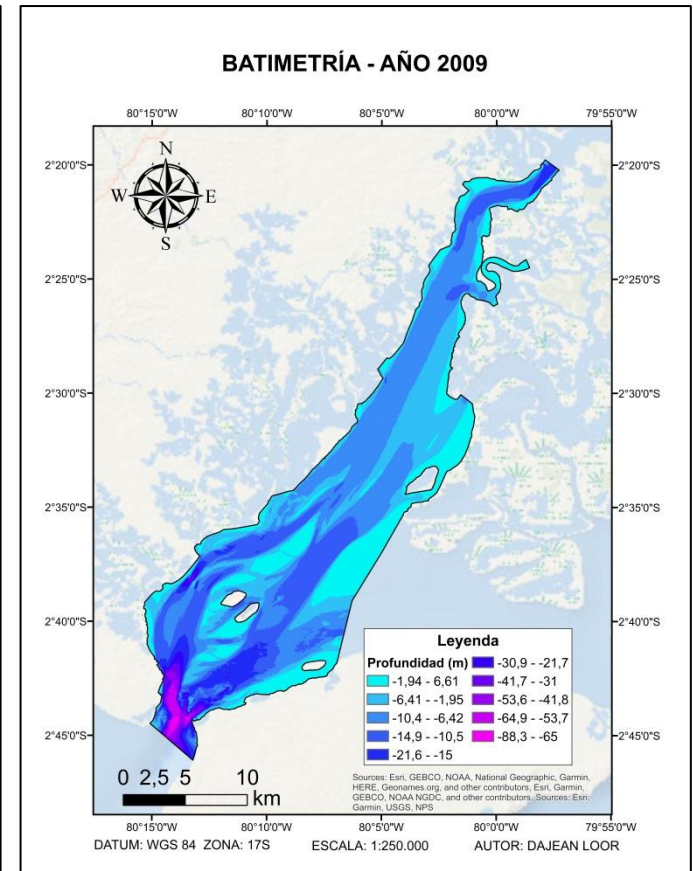
En los perfiles E-F (Fig. 3.7c, 3.9c y 3.11c) entre las distancias 3 y 5 km hubo una erosión en la parte izquierda y una acumulación y posterior erosión en el siguiente banco. Finalmente, el perfil G-H (Fig. 3.7d, 3.9d y 3.11 d) hay una acumulación progresiva de sedimentos entre las distancias 6 y 8 km.



a)

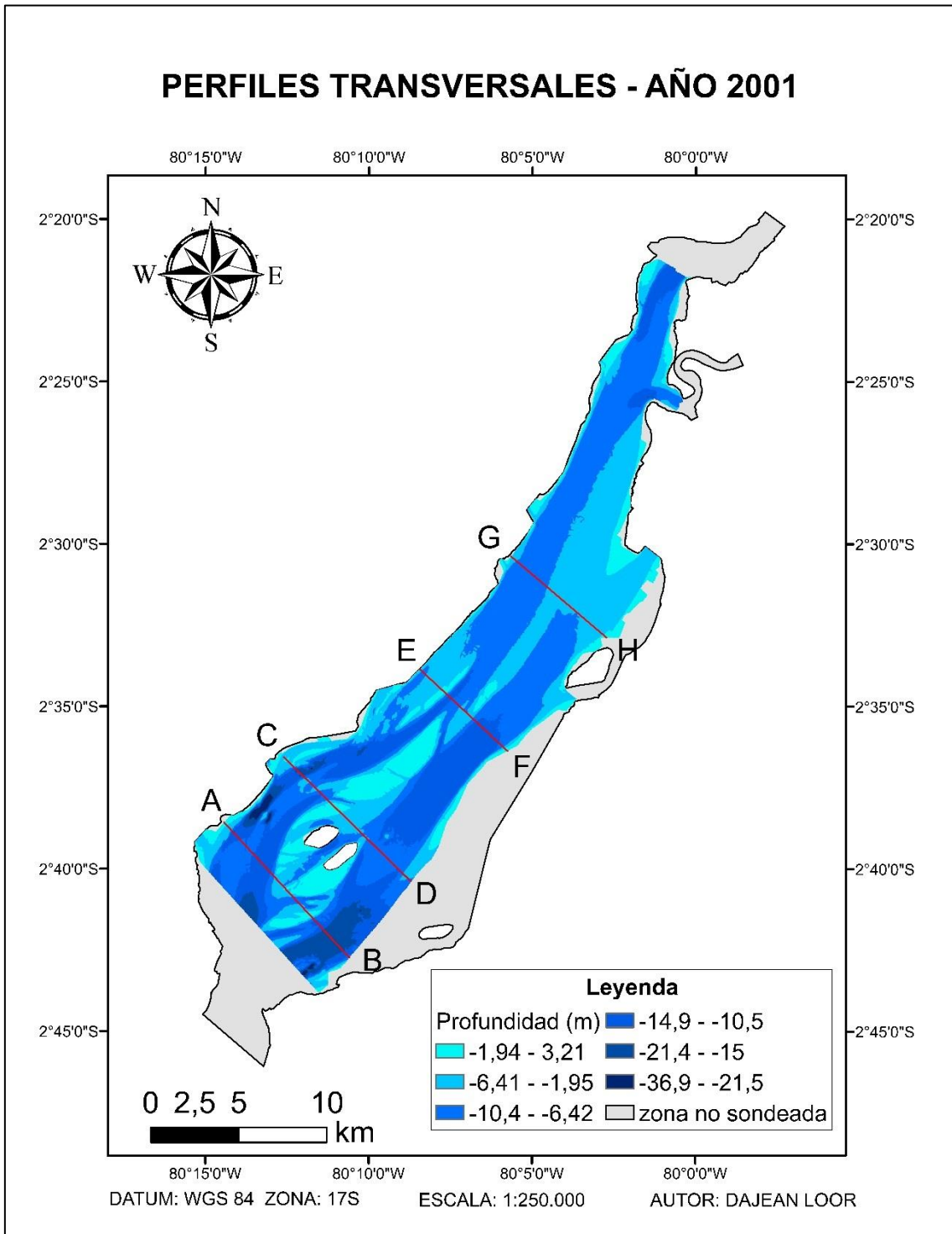


b)



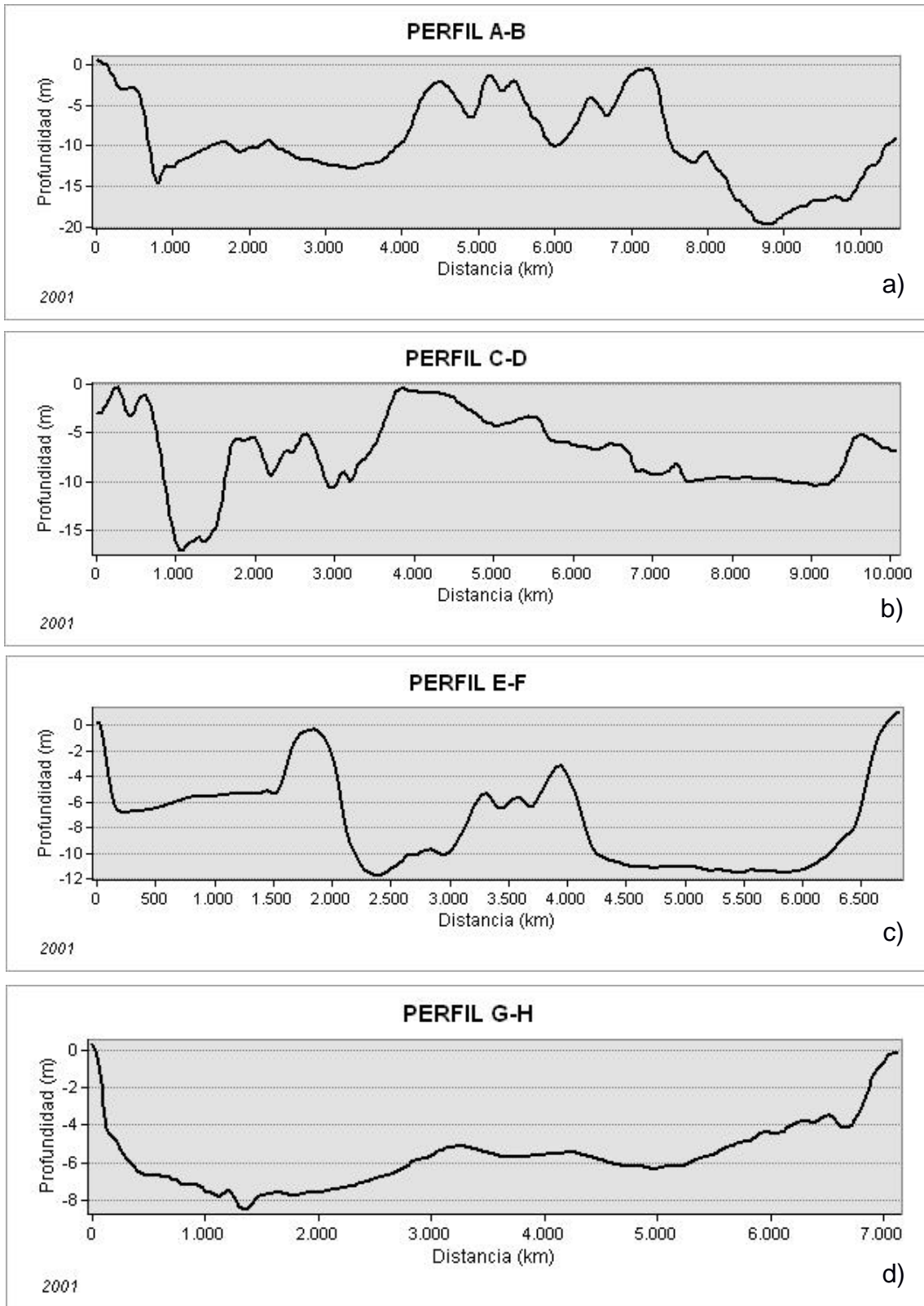
c)

**Figura 3.5 Mapas batimétricos de la zona de estudio de los años 2001, 2004 y 2009, respectivamente. Se muestran las profundidades en metros.**

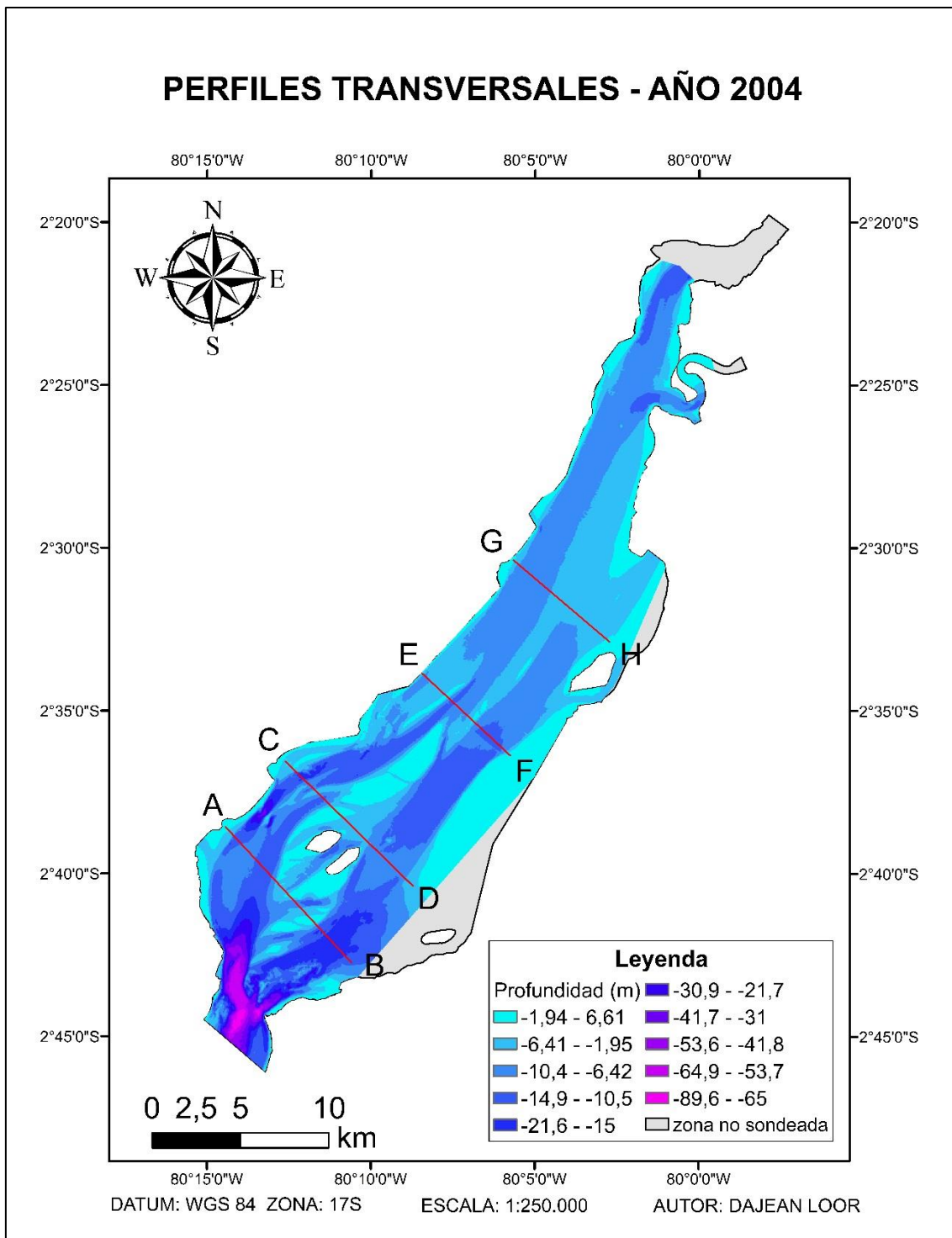


**Figura 3.6** Perfiles transversales trazados a lo largo del mapa batimétrico. Año 2001.



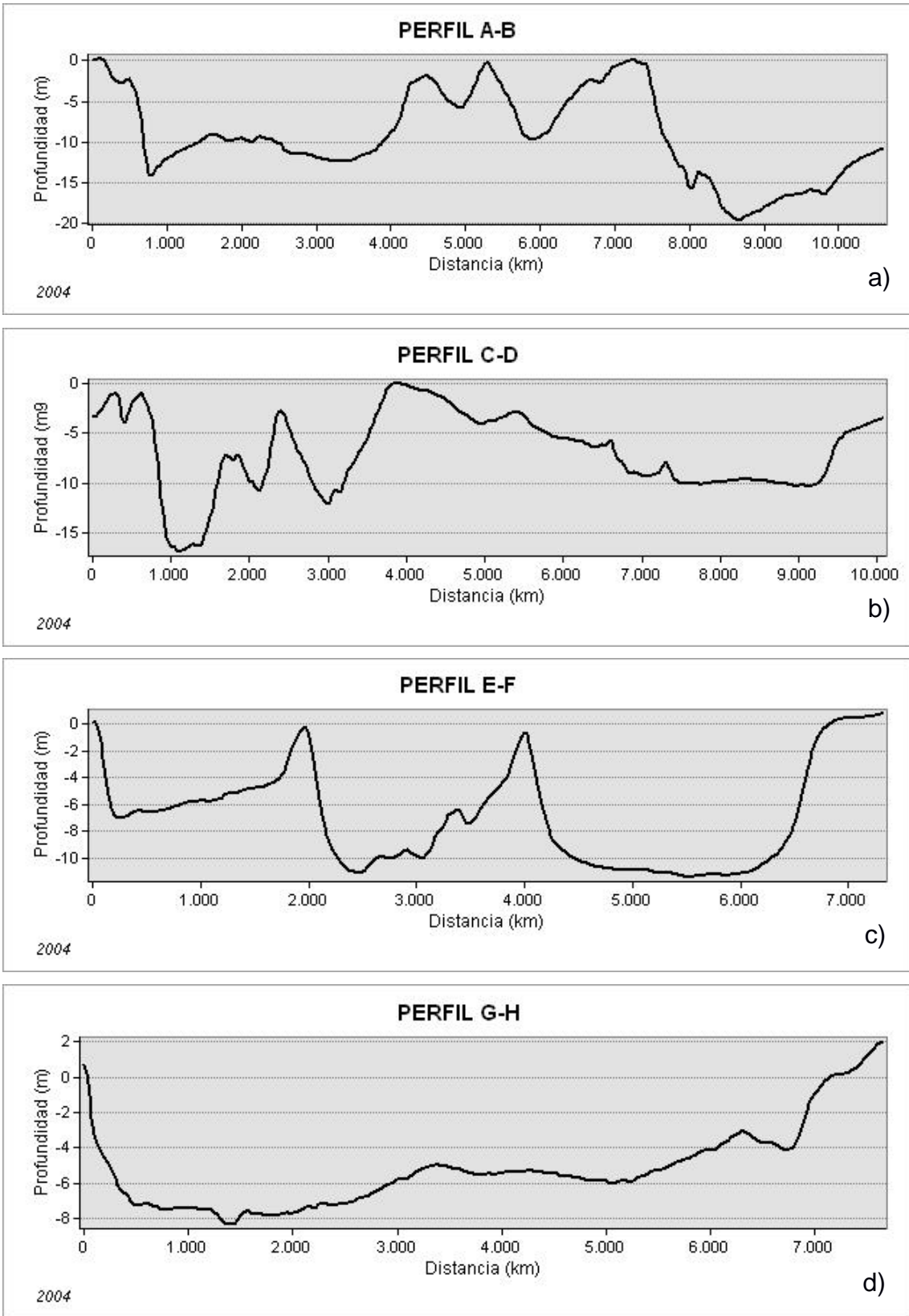


**Figura 3.7** Perfiles transversales de la morfología del Estero Salado. Año 2001

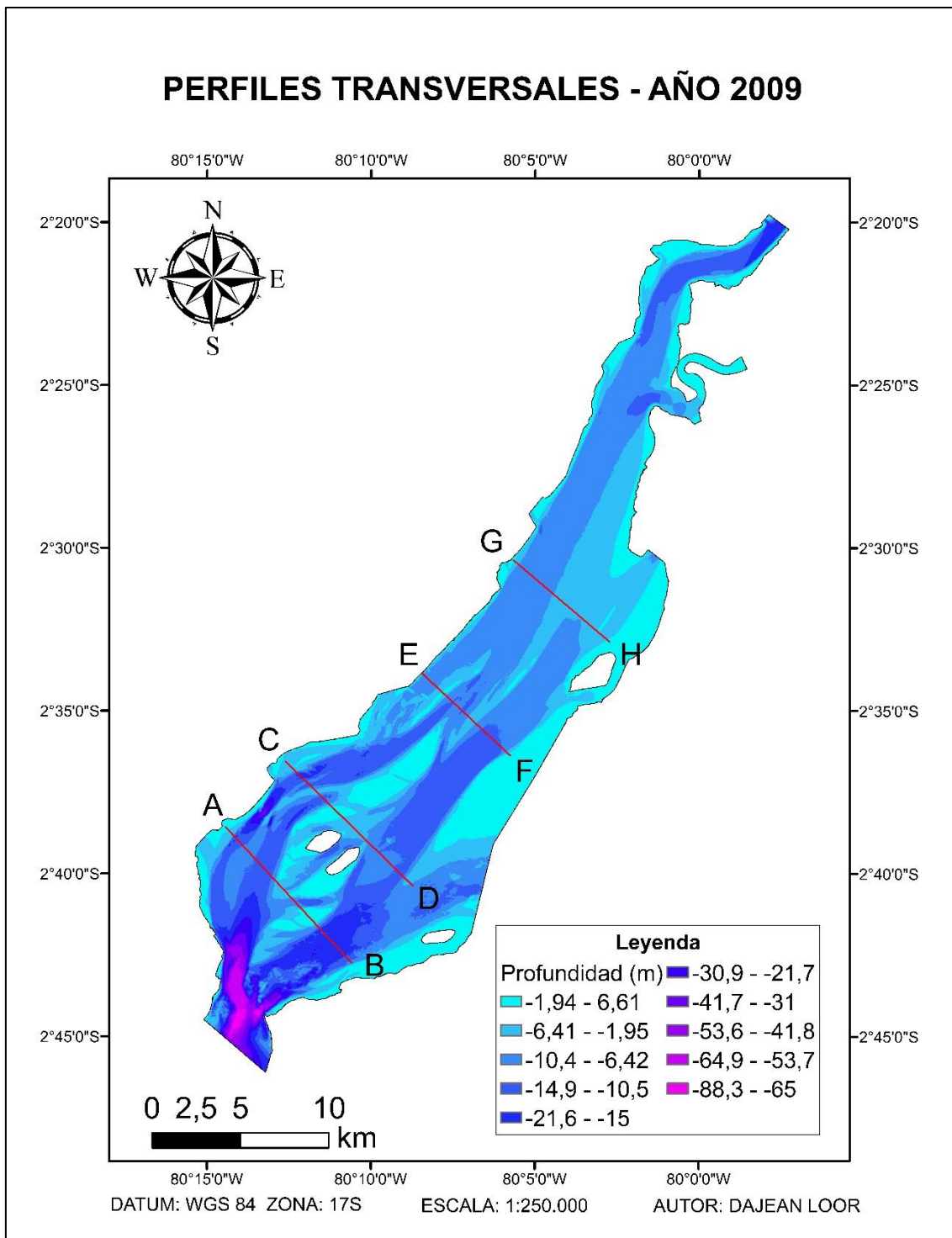


**Figura 3.8** Perfiles transversales trazados a lo largo del mapa batimétrico. Año 2004.

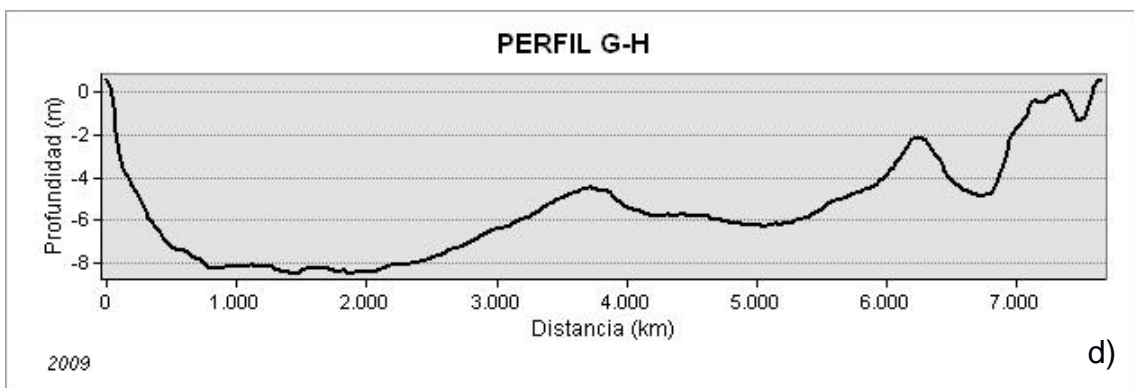
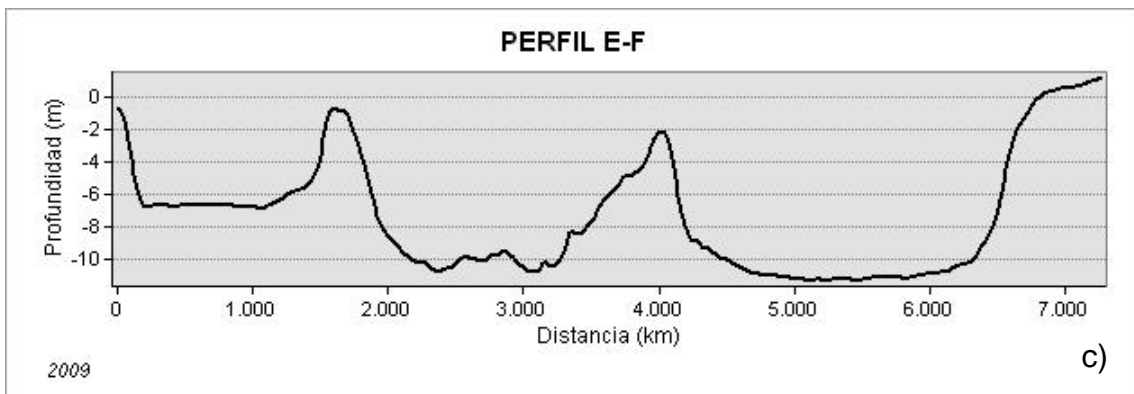
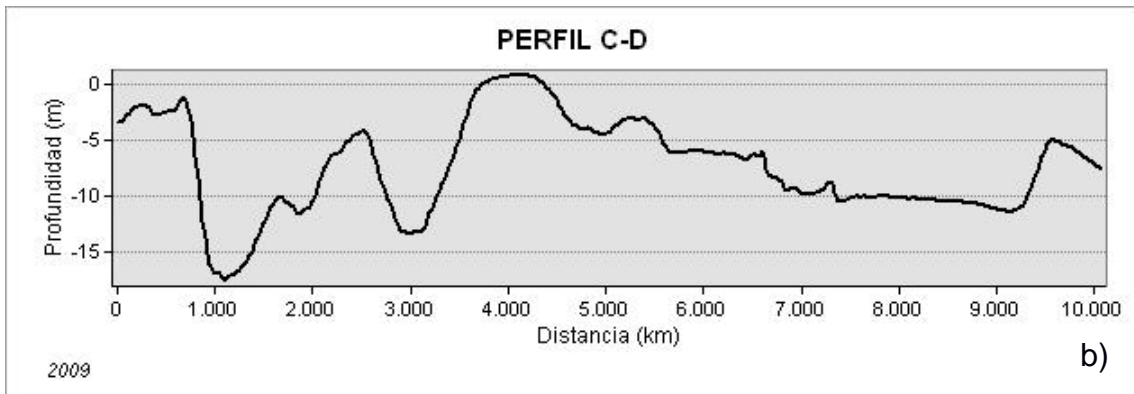
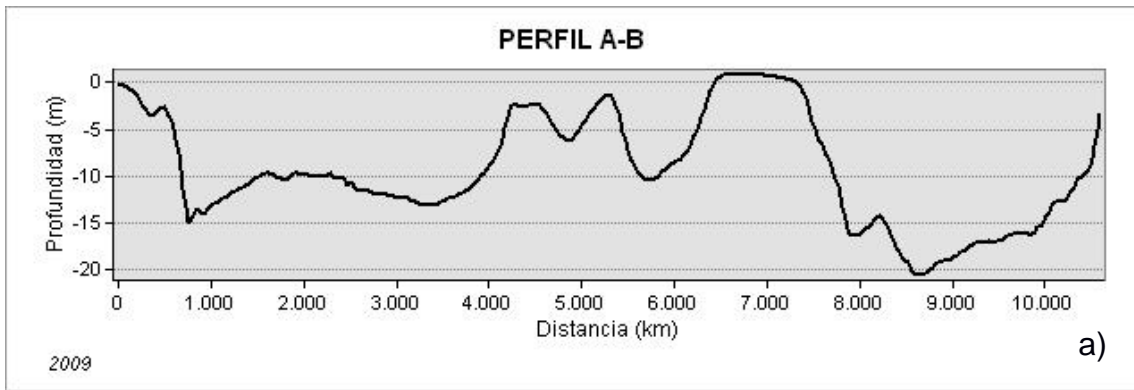




**Figura 3.9** Perfiles transversales de la morfología del Estero Salado. Año 2004



**Figura 3.10** Perfiles transversales trazados a lo largo del mapa batimétrico. Año 2009.



**Figura 3.11** Perfiles transversales de la morfología del Estero Salado. Año 2009.

### 3.3 Cálculo de volumen de sedimentos y tasa de sedimentación.

En la Tabla 3.2 se presentan los volúmenes de los sedimentos en  $\text{km}^3$ , de cada año en el que se realizó el estudio batimétrico. Se obtuvo un aumento en el volumen en cada periodo estudiado, pero cabe aclarar que los periodos no son iguales, ya que el primero es de tres años y el segundo periodo es de cinco, razón por la cual las variaciones son distintas y por consiguiente las tasas de sedimentación también lo son.

**Tabla 3.2 Volúmenes de sedimentos por año y tasas de sedimentación aproximadas.**

Zona de estudio – Estero Salado, Guayaquil			
Año	Volumen ( $\text{km}^3$ )	Variación de volumen $\Delta V$ ( $\text{km}^3$ )	Tasa de sedimentación ( $\text{km}^3/\text{año}$ )
2001	2.11	0.76	0.25
2004	2.87	0.36	0.12
2009	3.23		

### 3.4 Zonas de acumulación y erosión de sedimentos

Se presentan las zonas de acumulación y las zonas de erosión de los sedimentos a lo largo del área de estudio entre los tres años mencionados anteriormente.

En las Figuras 3.12 y 3.13 se ilustran las zonificaciones realizadas, una entre los años 2001 y 2004, y otra entre 2004 y 2009, respectivamente. Las áreas de color verde denotan dónde hubo una acumulación sedimentológica, mientras que las de color naranja representan un proceso de erosión de los sedimentos. Además, existen en menor proporción áreas de color azul, las cuales representan un límite de cambio entre ambos

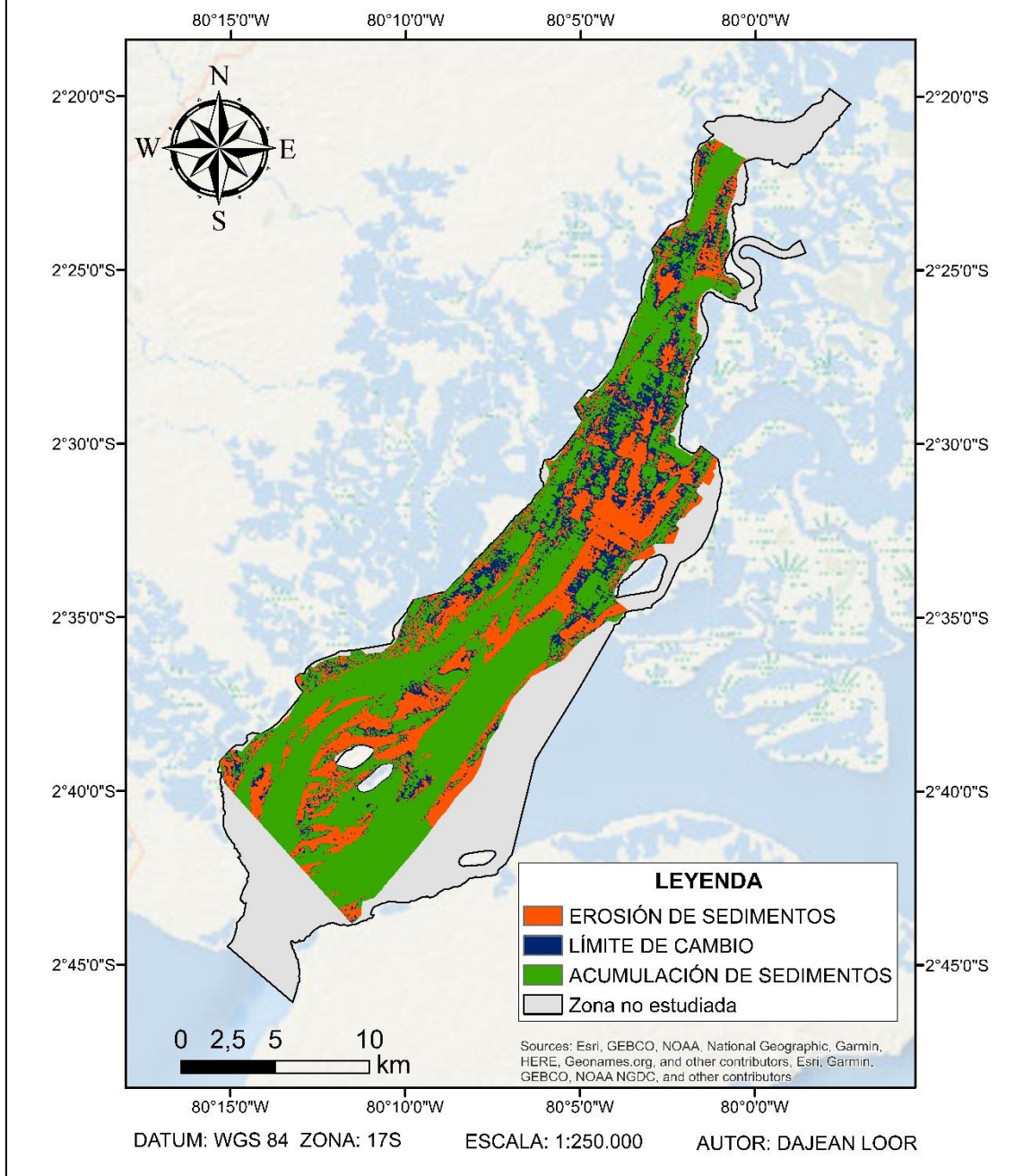
procesos (acumulación y erosión) en donde su horizonte es de un centímetro de espesor, es decir que a partir de ese horizonte las regiones azules revelan dónde ocurrió dicho cambio.

En la Tabla 3.3 se presenta el volumen de acumulación y de erosión de sedimentos para cada periodo analizado junto con los porcentajes obtenidos. Se obtiene un mayor porcentaje de acumulación en ambos periodos, cabe mencionar que el segundo periodo es más largo que el primero y debido a eso se obtiene un porcentaje más alto.

**Tabla 3.3 Volumen de acumulación y erosión para los periodos analizados.**

<b>Periodos</b>	<b>Volumen de Acumulación (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Volumen de Erosión (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Porcentaje de Acumulación (%)</b>	<b>Porcentaje de Erosión (%)</b>
2001-2004	973 millones	51 millones	79.4	20.6
2004-2009	161 millones	49 millones	52.38	47.61

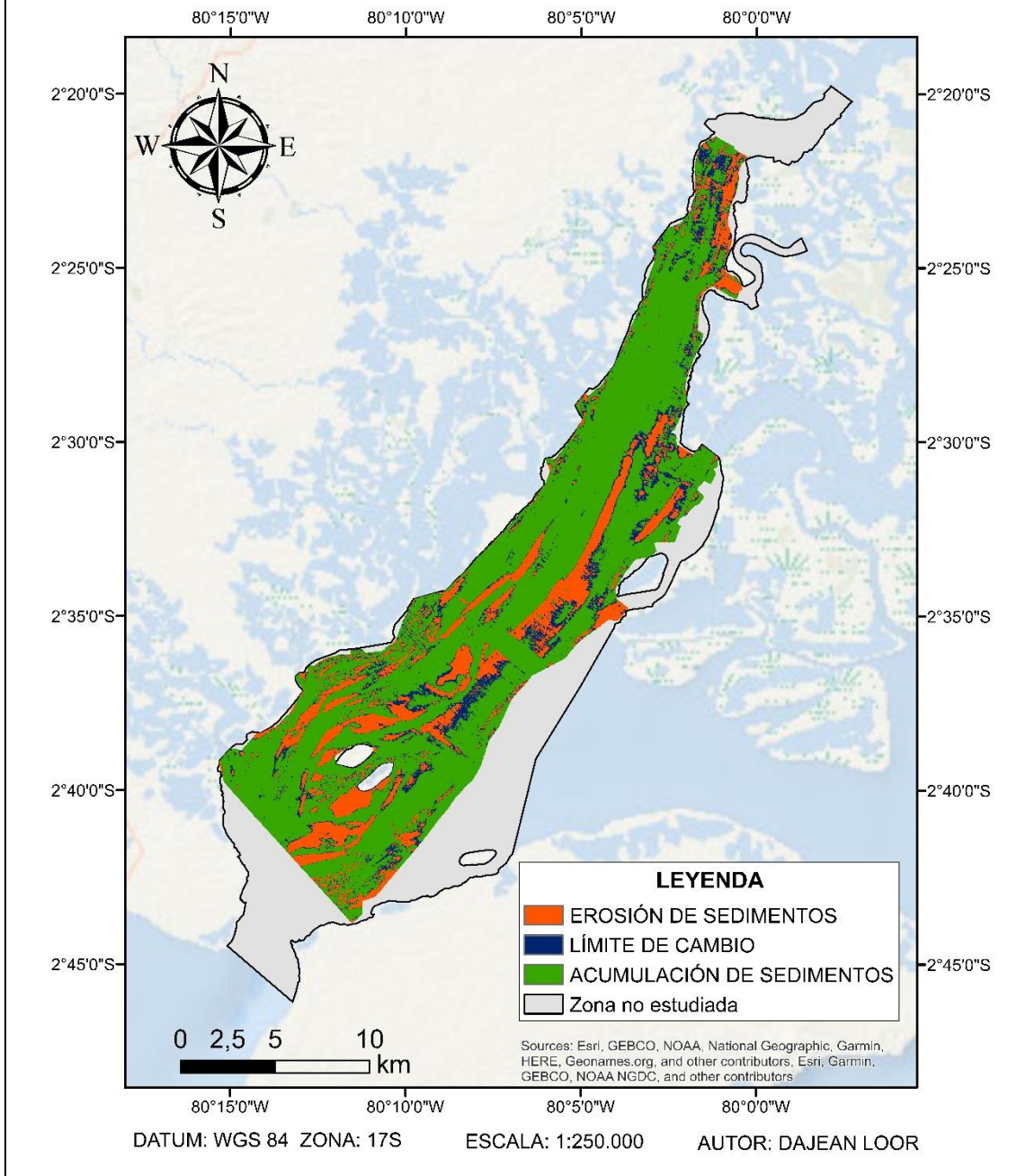
## EROSIÓN Y ACUMULACIÓN DE SEDIMENTOS (2001-2004)



**Figura 3.12 Mapa de las zonas de acumulación y erosión de sedimentos en dos periodos entre 2001 y 2009.**



## EROSIÓN Y ACUMULACIÓN DE SEDIMENTOS (2004-2009)



**Figura 3.13 Mapa de las zonas de acumulación y erosión de sedimentos en dos periodos entre 2004 y 2009**

# CAPÍTULO 4

## 4. DISCUSIÓN

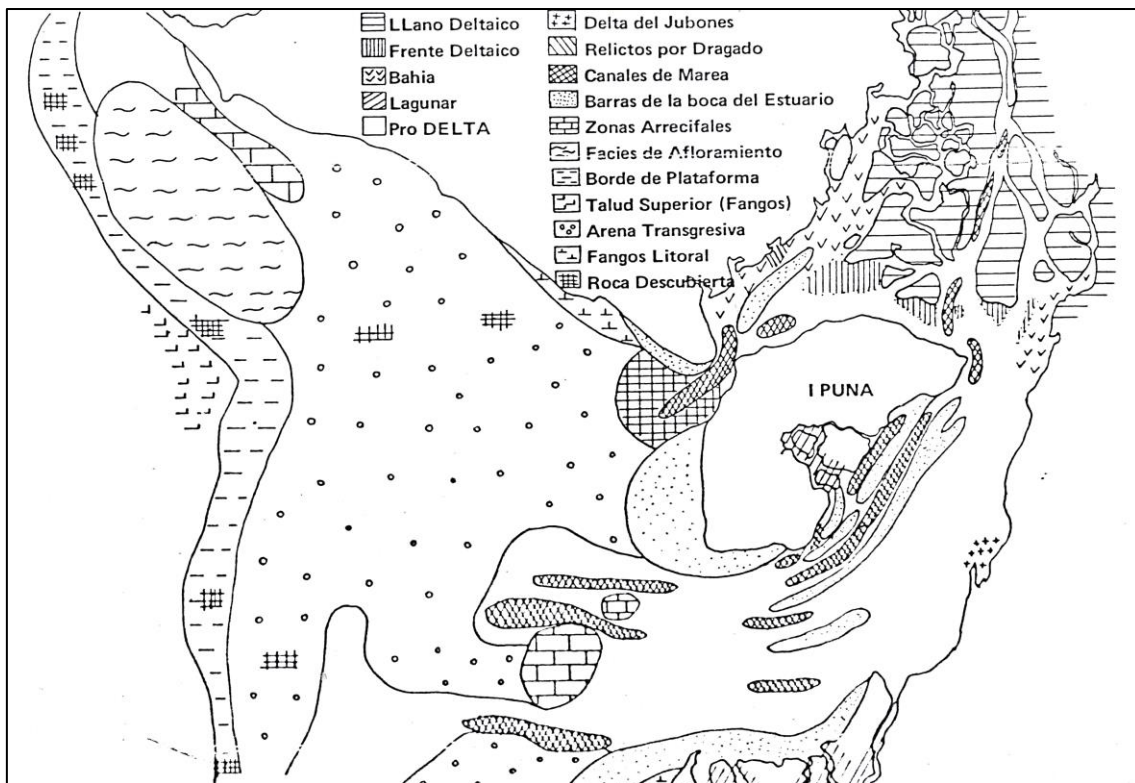
### 4.1 Sedimentos

Tres de las facies sedimentarias presentes en el Golfo de Guayaquil, determinadas por (Benítez, 1975) se encuentran en la zona del Estero Salado (Fig. 4.1) y son:

- **Canal de Marea:** Se trata de canalizaciones de agua marina relacionados con cauces fluviales seccionados en el fondo del estuario. En el canal de distribución, se encuentran arenas limosas y arenas; en el estuario inferior hay mezclas limosas y arenas; en los bordes Norte y Sur de la isla Santa Clara y el Canal del Morro es donde existe una mayor profundidad debido a procesos de erosión de líneas de una mayor debilidad estructural.
- **Bahía:** Zona lateral deltaica que se mantiene aislada al océano y poco a poco adquiere características pantanosas y lagunares. La constituye el Estero Salado con sus ramificaciones alrededor de las Islas al SW de Guayaquil.
- **Barras de la boca del estuario:** Se trata de una facie de transición a la plataforma. A los dos lados de ambos canales estuarinos, y cerca de la desembocadura, se producen acumulaciones de arena en formas de barras. El origen de estos sedimentos ocurre parcialmente debido a la descarga del Río Guayas, por la erosión de los bordes del estuario, y por la acumulación de restos esqueléticos calcáreos.

Esto concuerda con la distribución granulométrica realizada en este trabajo, ya que se determinaron mayores concentraciones de arenas en la zona Sur del estuario que serían las zonas de las barras de la boca del estuario y los canales de marea (Fig. 4.1).





**Figura 4.1** Facies sedimentarias presentes en el Golfo de Guayaquil. (Benítez, 1975)

#### 4.2 Procesos de acumulación y erosión

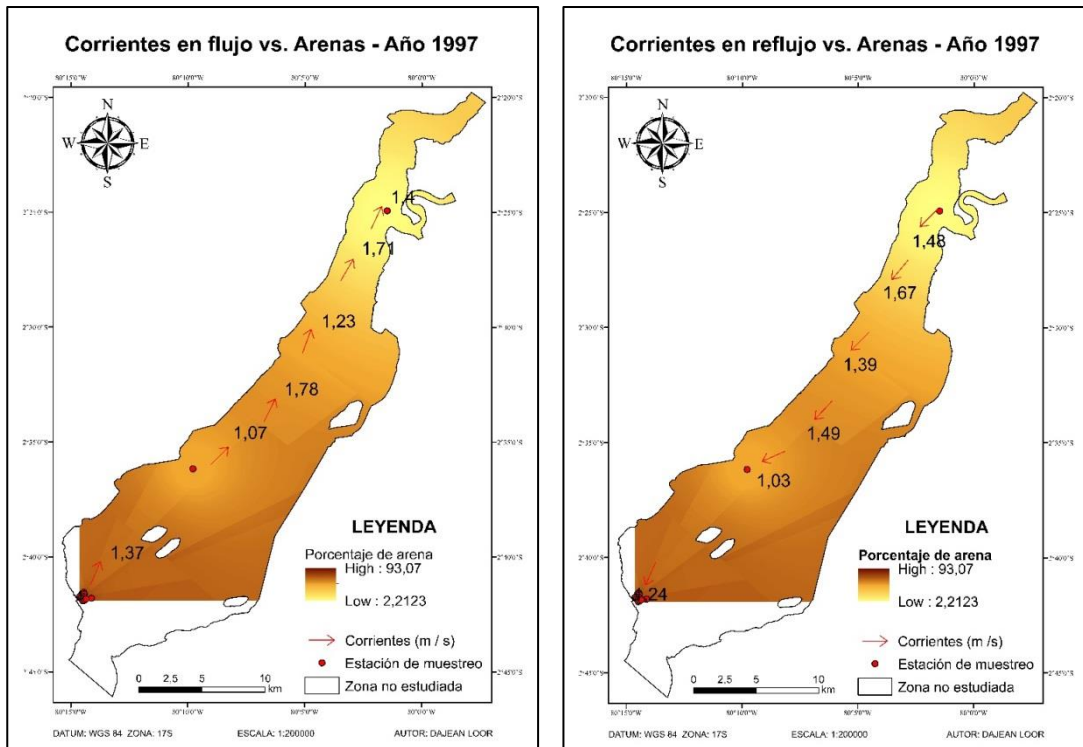
Los cambios morfológicos de la zona de estudio, determinados en los cortes transversales indican una ligera inclinación hacia un proceso de acumulación de sedimentos, pero esa información no es muy relevante para concluir totalmente. Adicionalmente, se obtuvieron los volúmenes de sedimentos por cada año analizado, este parámetro si logra indicar que el proceso dominante en la región es la acumulación de sedimentos ya que se presenta un aumento de volumen de  $2.11 \text{ km}^3$  en el 2001,  $2.87 \text{ km}^3$  en el 2004 y  $3.23 \text{ km}^3$  en el 2009, y en base a las definiciones de (Bird, 2000) los estuarios generalmente son zonas de acumulación ya que la mayor parte su fuente sedimentaria son los ríos, en este caso el drenaje del Río Guayas.

### **4.3 Corrientes**

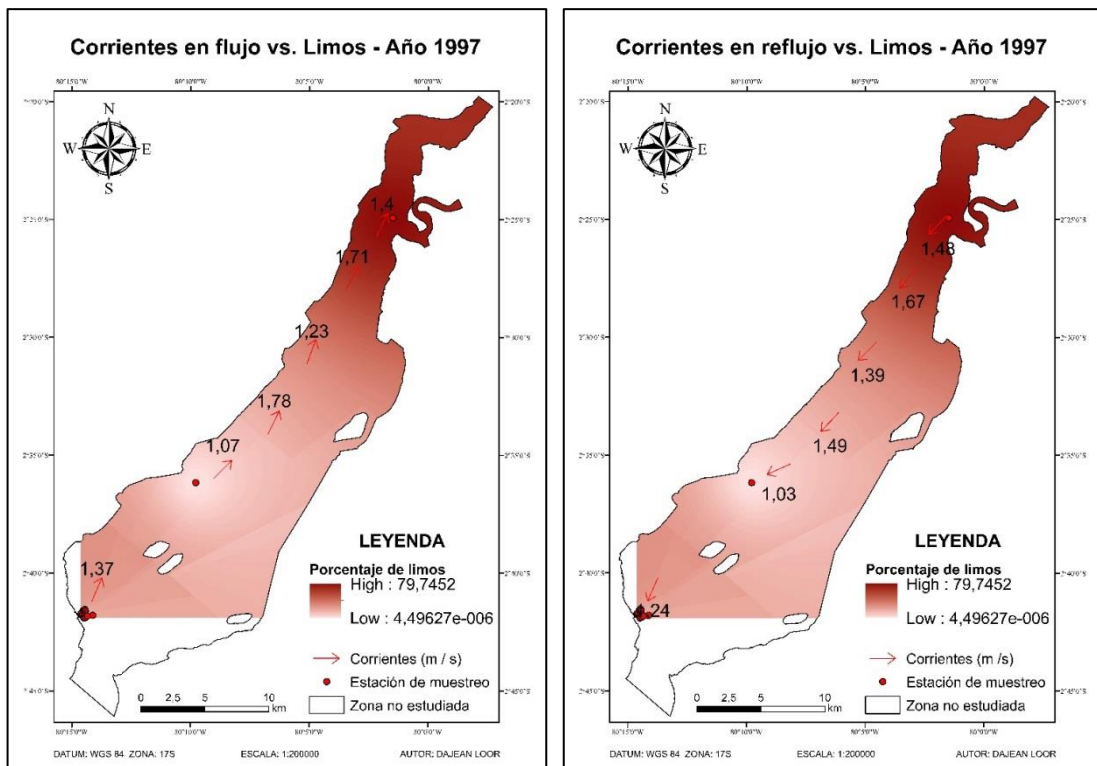
La velocidad de la corriente tanto en flujo como en reflujos depende de muchos parámetros: área y volumen de la región, su morfología, clima, materiales en suspensión, entre otros.

En este trabajo a través de un análisis de las corrientes (velocidad y dirección) con respecto a la distribución granulométrica que posee la zona de estudio se determina lo siguiente:

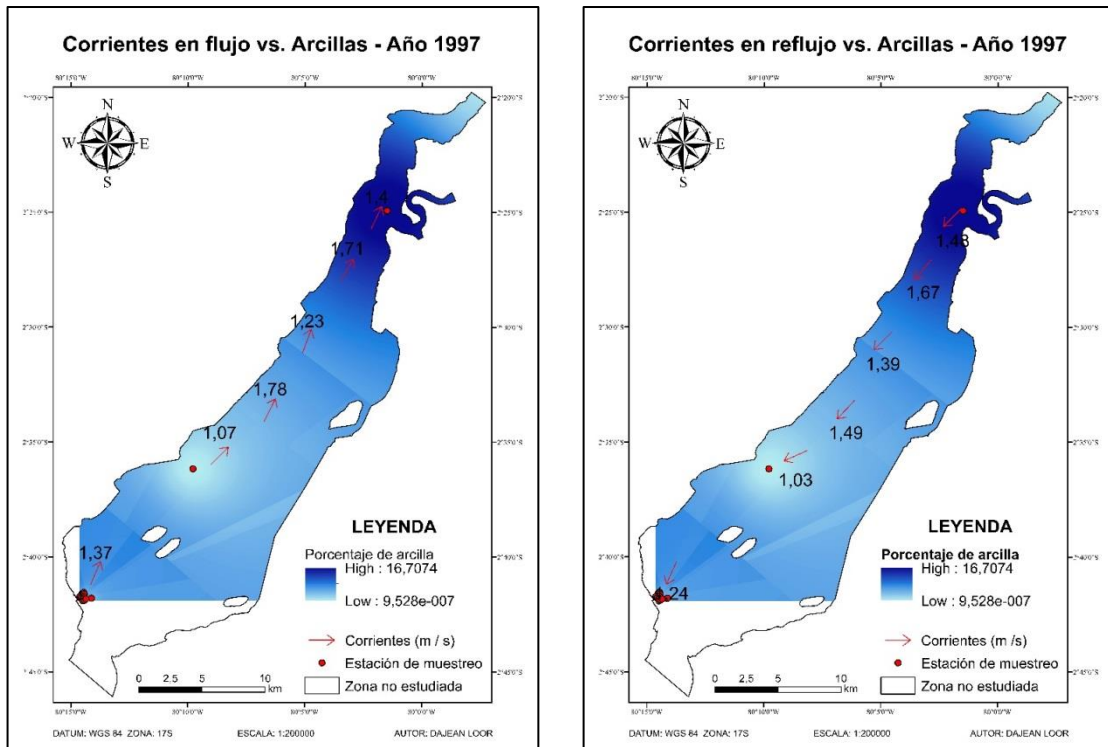
En los mapas de las Fig. 4.2 a 4.7 se nota que en los sectores donde existe sedimento más fino (limo y arcilla) la corriente tiende a ser, en su mayoría, menor, por lo tanto, los sectores en donde hay una disminución de corriente son lugares comunes para la acumulación de sedimentos y con el paso del tiempo es probable que se formen nuevos bancos de arena. Por otro lado, en las áreas en donde la corriente aumenta, existe una erosión de sedimentos. Cabe mencionar que la velocidad de las corrientes también depende de otro parámetro, el área de la zona, hay un flujo mayor en donde existen áreas más angostas, por ejemplo, la zona Norte del estuario, al tener una superficie más angosta que en la zona Central y Sur las velocidades tienden a ser mayores.



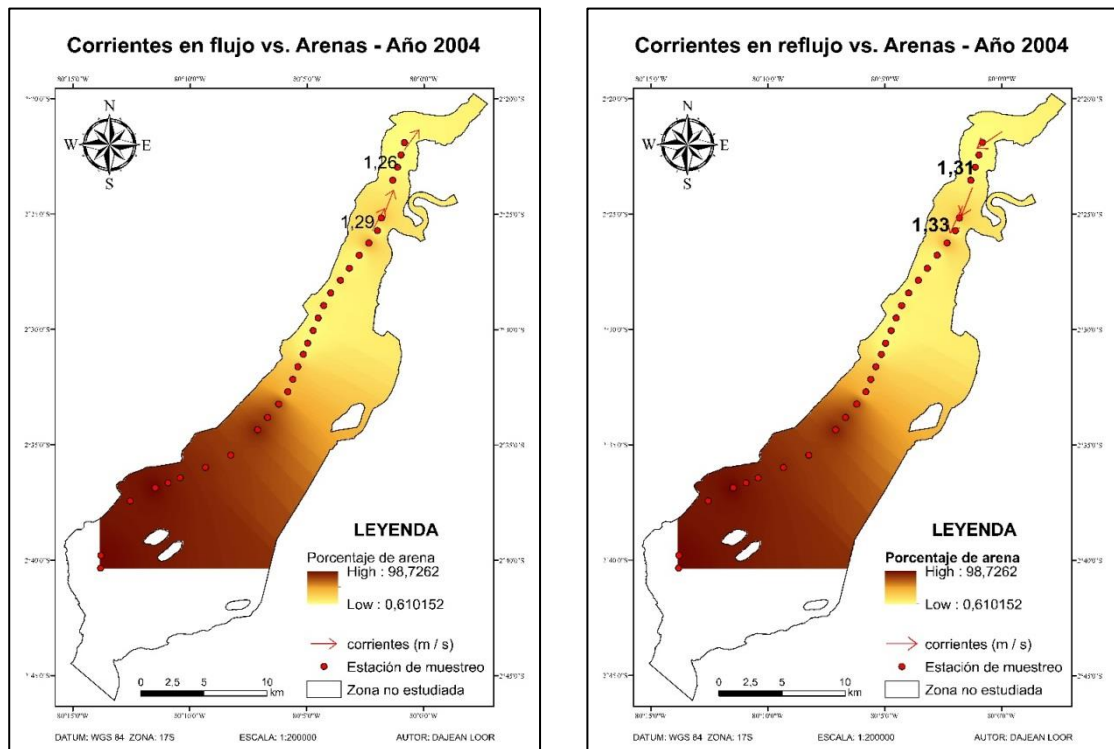
**Figura 4.2** Mapas de la distribución espacial aproximada de arenas pertenecientes al año 1997, junto con las corrientes en flujo y reflujo donde se visualizan sus direcciones representadas con flechas y sus velocidades en metros por segundo (m/s).



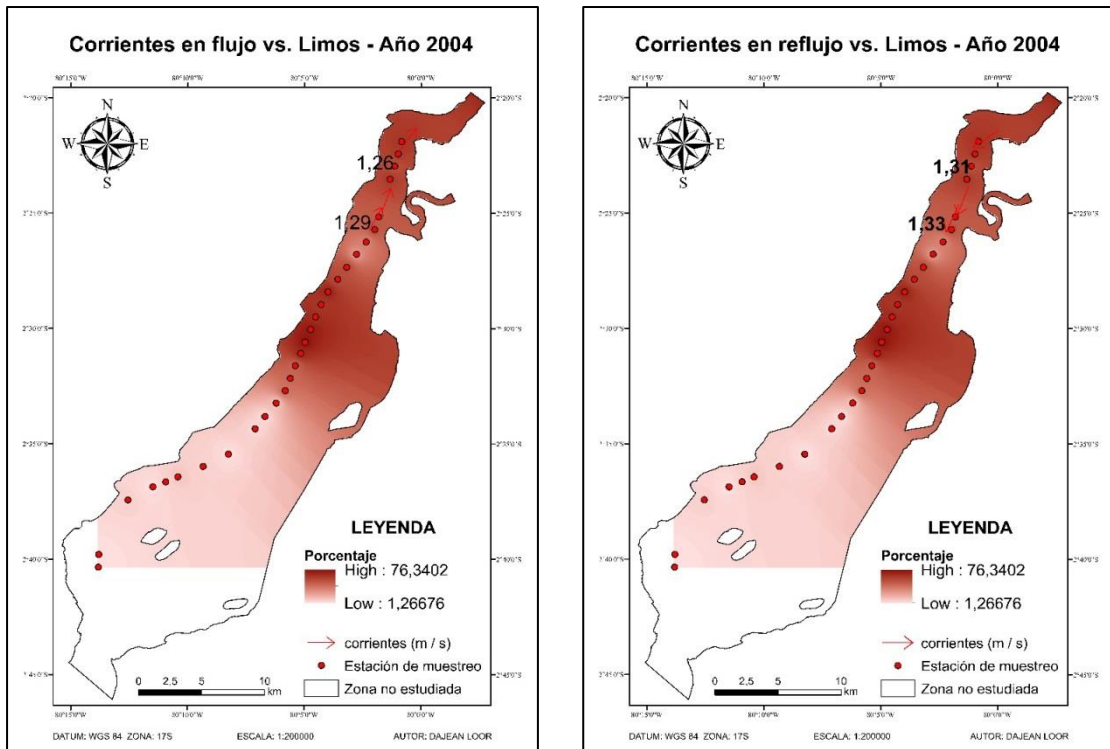
**Figura 4.3** Mapas que muestran la distribución espacial aproximada de limos pertenecientes al año 1997, junto con las corrientes en flujo y reflujo en donde se visualizan sus direcciones representadas con flechas y sus velocidades en metros por segundo (m/s).



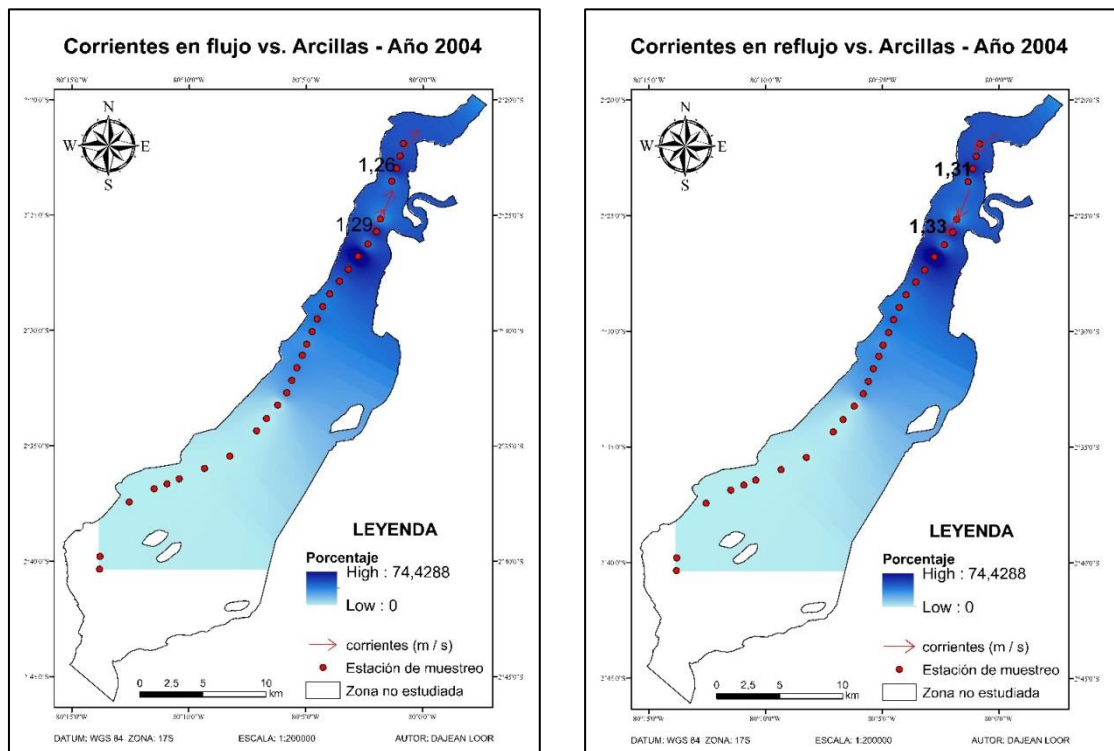
**Figura 4.4** Mapas que muestran la distribución espacial aproximada de arcillas pertenecientes al año 2004, junto con las corrientes en donde se visualizan sus direcciones representadas con flechas y sus velocidades en metros por segundo (m/s).



**Figura 4.5** Mapas que muestran la distribución espacial aproximada de arenas pertenecientes al año 2004, junto con las corrientes en donde se visualizan sus direcciones representadas con flechas y sus velocidades en metros por segundo (m/s).



**Figura 4.6** Mapas que muestran la distribución espacial aproximada de limos pertenecientes al año 2004, junto con las corrientes en donde se visualizan sus direcciones representadas con flechas y sus velocidades en metros por segundo (m/s).

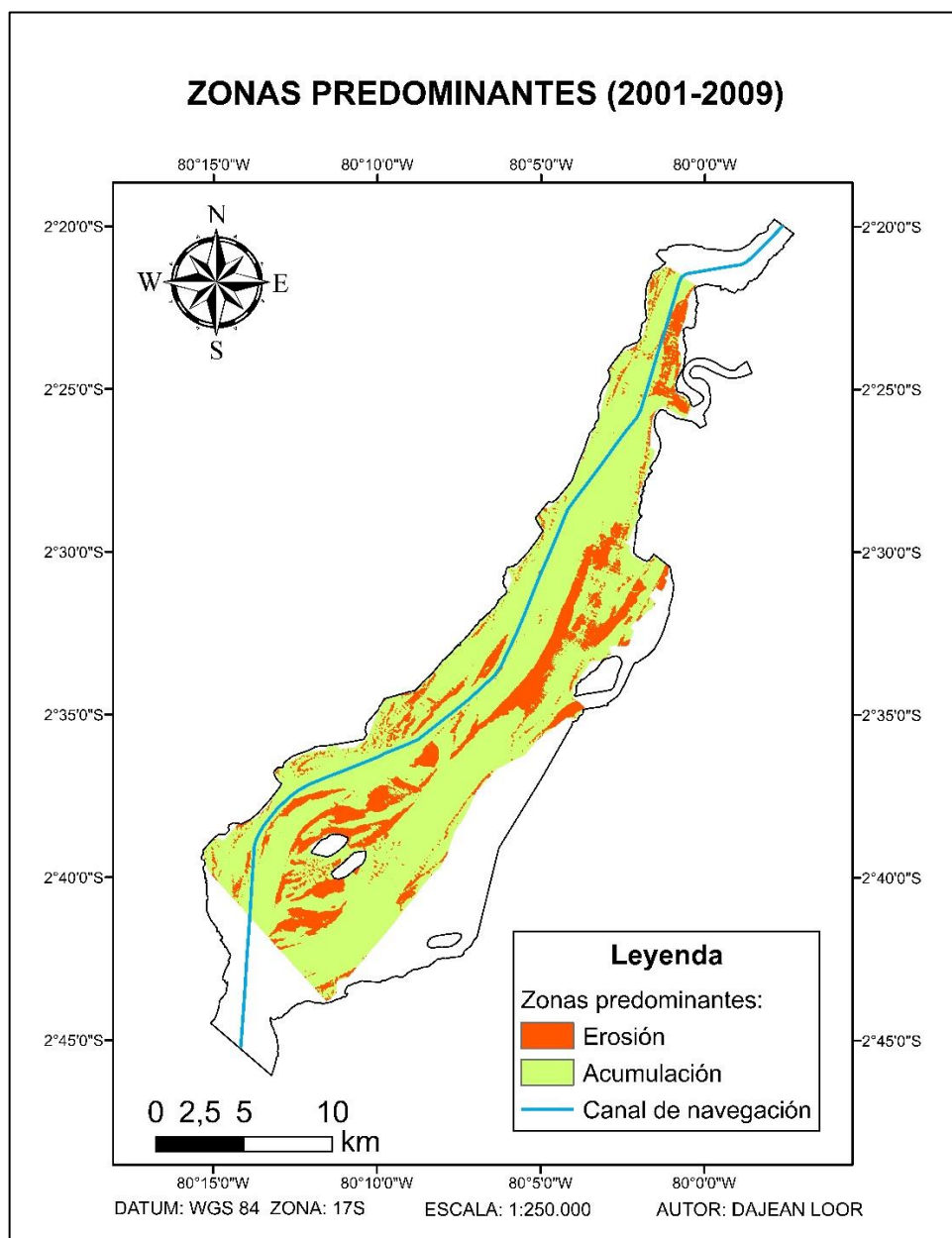


**Figura 4.7** Mapas que muestran la distribución espacial aproximada de arcillas pertenecientes al año 2004, junto con las corrientes en donde se visualizan sus direcciones representadas con flechas y sus velocidades en metros por segundo (m/s).



#### 4.4 Zonas predominantes

Según el análisis realizado en el Capítulo 3 de las zonas de acumulación y erosión de sedimentos por medio de comparaciones entre los mapas batimétricos, en el mapa de la Fig. 4.8 se presentan las zonas con tendencias a la acumulación de sedimentos y las zonas con tendencia a erosión de los mismos, dado el caso, ya mencionado, que el proceso predominante en la región es la acumulación. Se representa también el canal de navegación que atraviesa toda la zona.



**Figura 4.8 Mapa de las zonas predominantes a procesos de acumulación y erosión de sedimentos entre los años 2001 y 2009, de acuerdo a la tabla 3.3**

# CAPÍTULO 5

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

- De acuerdo a la distribución espacial aproximada de los tipos de sedimentos, los de mayor proporción son los del tipo arena y tipo limo, siendo predominantes las arenas.
- Las arenas predominan en las zonas Sur y Suroeste del área de estudio, los limos se ubican en las zonas Norte y Noreste, mientras que las arcillas, el tipo de sedimento que menos predomina, es cambiante a través de los años, ya que al ser de menores dimensiones son las que se mueven más debido a los distintos procesos existentes en la zona.
- La acción de las corrientes es bastante significativa, estas hacen viajar a los sedimentos de ida y regreso al Océano Pacífico, y en el proceso realizan un ciclo de acumulación y erosión entre ellos a lo largo de toda el área, habiendo un mayor intercambio entre agua dulce y salada en la zona Sur.
- Las facies sedimentarias presentes en el Estero Salado son las zonas de las barras de la boca del estuario y los canales de marea, en donde se concentran las arenas y esto concuerda con la distribución granulométrica generada en este trabajo.
- La zona de estudio ha sufrido tanto erosión como acumulación de sedimentos, predominando este último proceso, ya que en 2001 el volumen de sedimentos fue de aproximadamente 2.1 kilómetros cúbicos, tres años después aumentó a 2.87 kilómetros cúbicos y en el 2009 un volumen de 3.23 kilómetros cúbicos de sedimentos (ver Tabla 3.2).
- Las zonas de acumulación y erosión de sedimentos generadas muestran en ambos periodos analizados (2001-2004 y 2004-2009) un mayor porcentaje de acumulación.

- El mapa de las zonas predominantes a procesos de acumulación y erosión de sedimentos muestra una mayor cantidad de zonas con tendencia a acumular sedimentos. La mayor parte del sector del canal de navegación está compuesta de regiones con tendencias a procesos de acumulación.

## **Recomendaciones**

- Tomar en cuenta las fechas de los muestreos de los sedimentos y descartar las que no estén dentro de los periodos de estudio, épocas lluviosas o secas. Trabajar con muestras tomadas en las mismas épocas.
- Para realizar una distribución espacial bastante aproximada de los sedimentos se debe considerar que el muestreo sea lo más amplio posible y con un número de muestras significativo.
- Teniendo una compilación de datos de batimetría, trabajar en un solo formato de profundidad, es decir, trabajar con elevaciones/profundidades ya sea solamente con números positivos o solamente con números negativos, para evitar confusiones al momento de los cálculos.
- En la generación de los mapas batimétricos tener en cuenta solamente las áreas en donde se realizaron los sondeos ya que, si no se realiza esto, la interpolación se amplía y no será correcta, y se mostrarán profundidades que no existen.
- Para representar la batimetría por medio de una paleta de colores, tener en cuenta la escala que tiene cada sondeo y procurar hacer una representación que se pueda comparar con otra, que tenga una distinta escala.
- Para realizar el cálculo de volumen de sedimentos, mediante operaciones entre imágenes ráster, usar un área común para todas ellas, así se obtendrá volúmenes adecuados para poder ser comparados y analizados.



# BIBLIOGRAFÍA

- Baldock, V. (1982). *Geología del Ecuador: Boletín de la explicación del Mapa Geológico de la República del Ecuador, Esc 1:1'000.000*. Quito: Min. Rec. Nat. Energ.
- Benítez, S. (1975). *Morfología y sedimentos de la plataforma continental del Golfo de Guayaquil*. Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral.
- Benítez, S. (1995). Evolution géodynamique de la province côtière sud équatorienne au Crétacé supérieur Tertiaire. En *Géologie Alpine* (págs. 3-163).
- Benítez, S., Jaillard, E., Ordóñez, M., Jimenez, N., & Berrones, G. (1993). Late Cretaceous to Eocene tectonic sedimentary evolution of southern coastal Ecuador. En *Geodynamics implications, Abstracts int. Symp. of Andean Geodyn.* (págs. 279-282). Oxford.
- Bird, E. (2000). *Costal Geomorfology: AN INTRODUCTION*. Melbourne: John Wiley & Sons.
- CAAM. (1996). *Sistemas Biofísicos en el Golfo de Guayaquil*. En C. A. Ambiental. Quito.
- Cobos, L. (2010). *Estudio integrado del Golfo de Guayaquil del Mmioceno al reciente*. Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral.
- Collot, J., Legonidec, Y., Michaud, F., Marcaillou, B., Alvarado, A., Ratzov, G., . . . INOCAR, e. p. (2006). *Mapas del margen continetal del Norte de Ecuador y del Suroeste de Colombia: Batimetría, Relieve, Reflectividad Acústica e Interpretación Geológica*. Quito: INOCAR, IOA-CVM-03-Post.
- Deniaud, Y., Baby, P., Basile, C., Ordóñez, M., Montegro, G., & Mascle, G. (1999). *Oueverture et evolution tectono-sedimentaire du Golfe de Guayaquil: Basin d'avant arc néogène et quaternaire du Sud des Andes équatoriennes*. Acad.Sci.
- Dumont, J., Santana, E., Soledispa, B., & King, A. (2007). El islote El Palmar, resultado de una evolución a largo plazo de la distribución del drenaje entre los ríos Daule y Babahoyo en la Cuenca del Guayas. *Acta Oceanográfica del Pacífico*. Vol. 14, N° 1, (págs. 169-179). Guayaquil.

- Dumont, J., Santana, E., Vilema, W., Pedoja, K., Ordóñez, M., Cruz, M., . . . Zambrano, I. (2005b). Morphological and microtectonic analysis of Quaternary deformation from Puna and Santa Clara Islands, Gulf of Guayaquil, Ecuador (South America). En *Tectonophysics*, 399 (págs. 331-350).
- Environmental Systems Research Institute. (2018). *ArcGIS Desktop*. Obtenido de <http://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.5/manage-data/tin/fundamentals-of-tin-surfaces.htm>
- Hall, M., & Wood, C. (1985). Volcano-tectonic segmentation of the Northern Andes. En *Geology*, 13 (págs. 203-207).
- INOCAR. (2012). Aproximación de puerto marítimo de Guayaquil, escala 1:50000. *Carta Náutica IOA-1071*. Guayaquil, Guayas, Ecuador.
- Jaillard, E., Soler, P., Carlier, G., & Mourier, T. (1990). Geodynamic evolution of the northern and central Andes during Early to Middle Mesozoic times: a Tethyan model. En 1. Geol. Soc. Of London. London.
- Levinton, J. (1982). *Marine Ecology*. Prentice-Hall.
- Malvern Panalytical. (2018). *Malvern Panalytical*. Obtenido de <https://www.malvernpanalytical.com/es/products/product-range/mastersizer-range/mastersizer-3000>
- Morgan, J. (1967). Ephemeral estuaries of the deltaic environment. *American Association for the Advancement of Science, Scientific Publication 83*, 115-120.
- Núñez, E. (2003). *Geología del Ecuador*. Guayaquil: ESPOL.
- ODP. (2018). Ocean Drilling Program. *Udden-Wentworth grain-size classification scheme*. Texas, Estados Unidos. Obtenido de [http://www-odp.tamu.edu/publications/200\\_IR/chap\\_02/c2\\_f7.htm](http://www-odp.tamu.edu/publications/200_IR/chap_02/c2_f7.htm)
- Pesántes, F. (1998). Algunas Características Geográficas y Oceanográficas del Estuario Interior del Golfo de Guayaquil y sus Afluentes Daule y Babahoyo. En I. N. (INP), *Comportamiento Temporal y Espacial de las características del Golfo de Guayaquil y sus afluentes durante 1994-1996*. Guayaquil.
- Pritchard, D. (1967). What is an estuary: Physical viewpoint. En A. A. Science, *In Lauff GH, ed Estuaries* (págs. 93-99). Washington, DC.

- Reyes, P., & Michaud, F. (2012). Mapa Geológico de la Margen Costera Ecuatoriana (1:500000). (E. P. Ecuador, Ed.) Quito, Pichincha, Ecuador: IRD (Eds).
- Sampaolo, M. (11 de Mayo de 2018). *ENCYCLOPAEDIA BRITANNICA*. Obtenido de <https://www.britannica.com/science/estuary>
- Soledispa, B. (1987). Estudio de las características sedimentológicas del área comprendida entre Ancón y el Canal del Morro (Golfo de Guayaquil). *Acta Oceanográfica del Pacífico. INOCAR, Ecuador.*, (págs. 171-189). Guayaquil.
- Steinmann, M., Hungerbühler, D., Seward, D., & Winkler, W. (1999). Neogene tectonic evolution and exhumation of the southern Ecuadorian Andes: a combined stratigraphy and fission-track approach. En *Tectonophysics*, 307 (págs. 255-276).
- Stevenson, M. (1981). Variaciones estacionales en el Golfo de Guayaquil. Un Estuario Tropical. *Boletín Científico Técnico* (págs. 1-133). Instituto Nacional de Pesca (INP).
- Taboada, A., River, L., Fuenzalida, A., Cisternas, A., Philip, H., Bjwaard, H., . . . C, R. (2000). Geodynamics of the northern Andes: Subduction and intracontinental deformation (Colombia). En *Tectonics* (Vol. 19, págs. 787-873).
- UPCT. (2018). *Universidad Politécnica de Cartagena*. Obtenido de <http://www.upct.es/sait/es/reologia-granulometria-y-tribologia/granulometria/>
- Vera, T. (2003). *Manejo Ambiental Integrado de la Acuicultura del camarón en el Golfo de Guayaquil Apoyado en Sistemas de Información Geográfica*. Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral.
- Watson, P., & Philip, G. (1985). A refinement of inverse distance weighted interpolation: Geo-Processing.
- Witt, C., Bourgois, J., Michaud, F., Ordoñez, M., Jiménez, N., & Sosson, M. (2006). Development of the Gulf of Guayaquil (Ecuador) during the Quaternary as an effect of the North Andean block tectonic escape. (A. G. Union, Ed.) *Tectonics*, 25.

# ANEXOS

## ANEXO A: Cartas Náuticas.

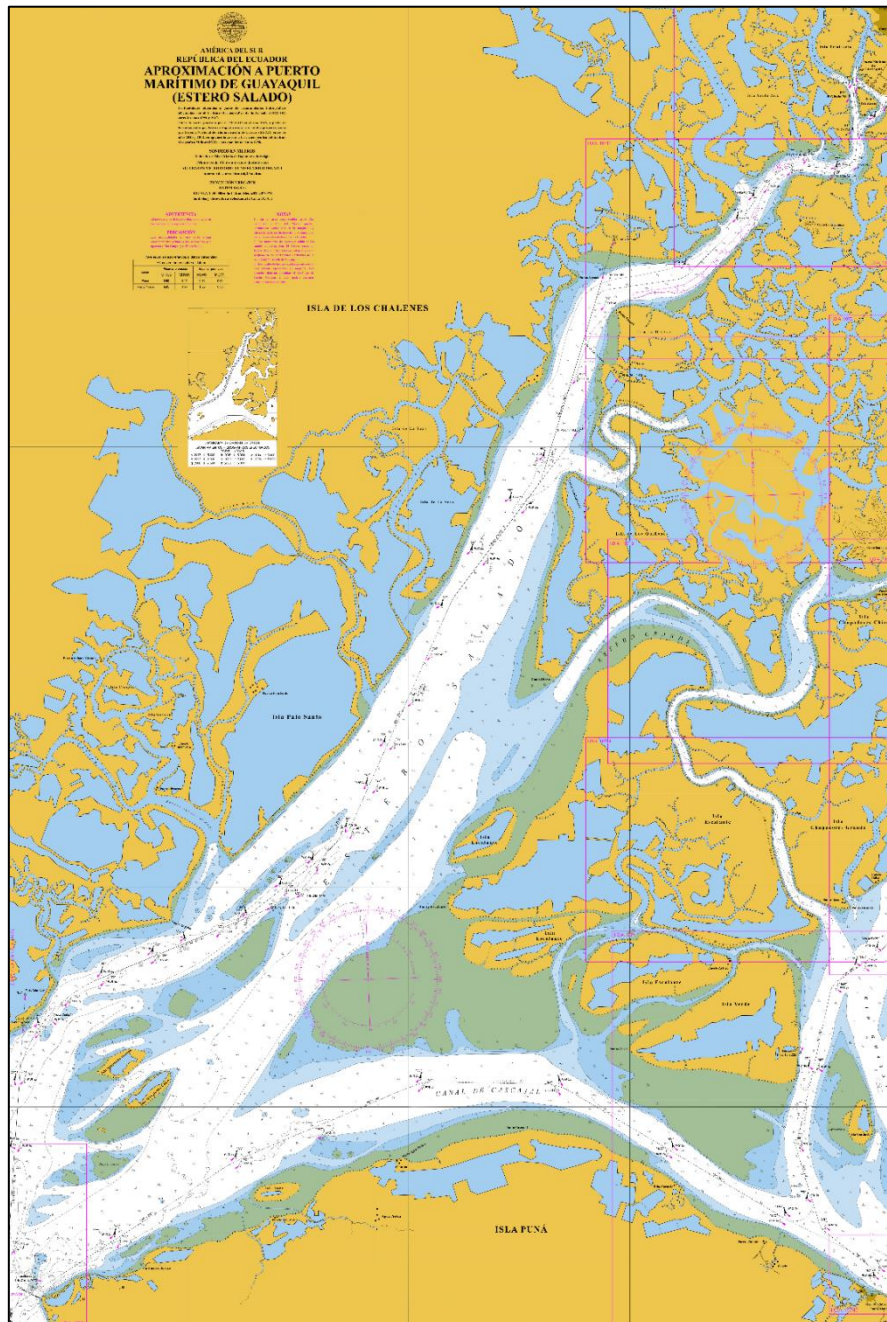
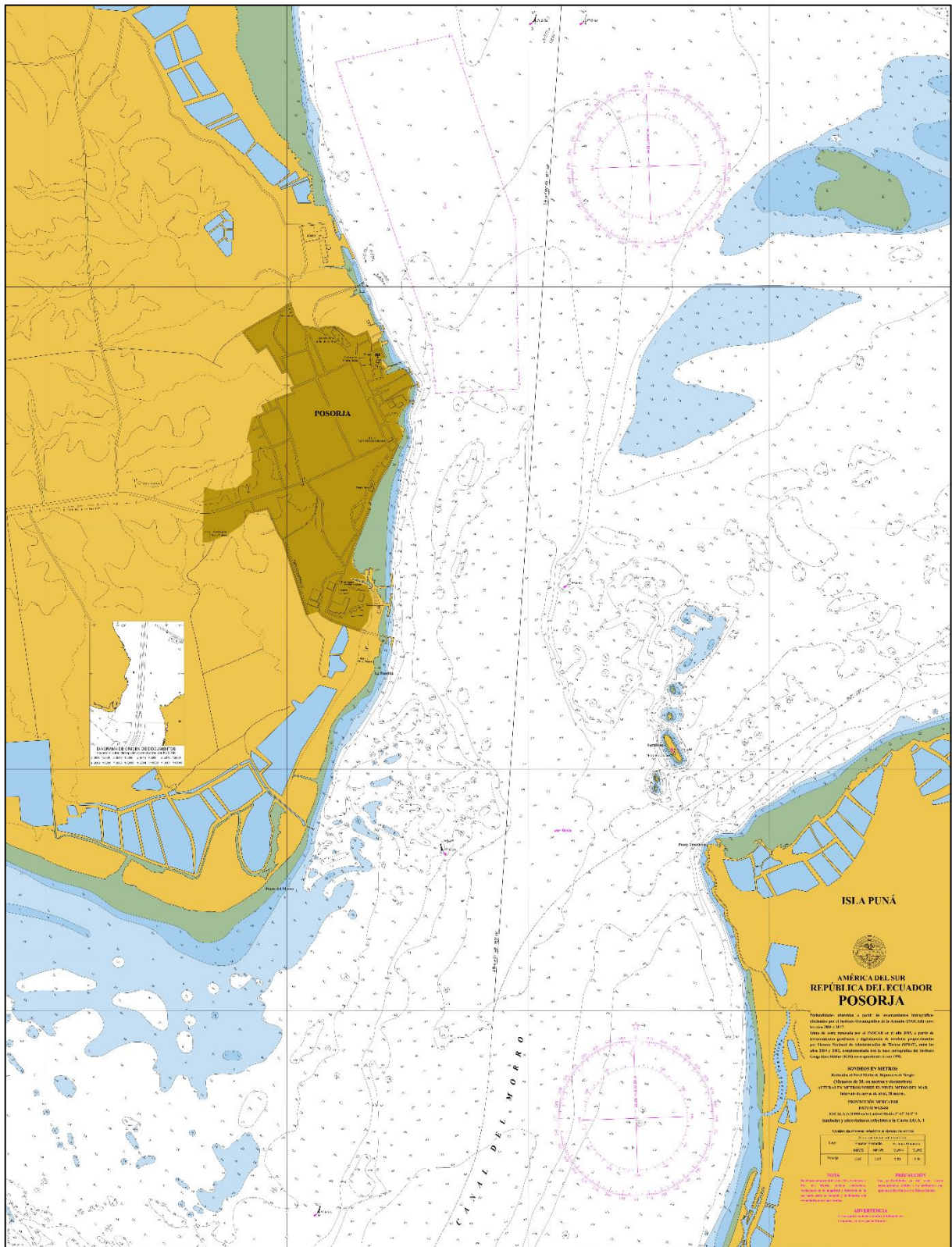


Figura 5.1 Aproximación a Puerto Marítimo de Guayaquil (Estero Salado). Carta Náutica IOA-1071 (INOCAR, 2012)









### ANEXO C: Mapas de corrientes de agua. Flujo y Reflujo.

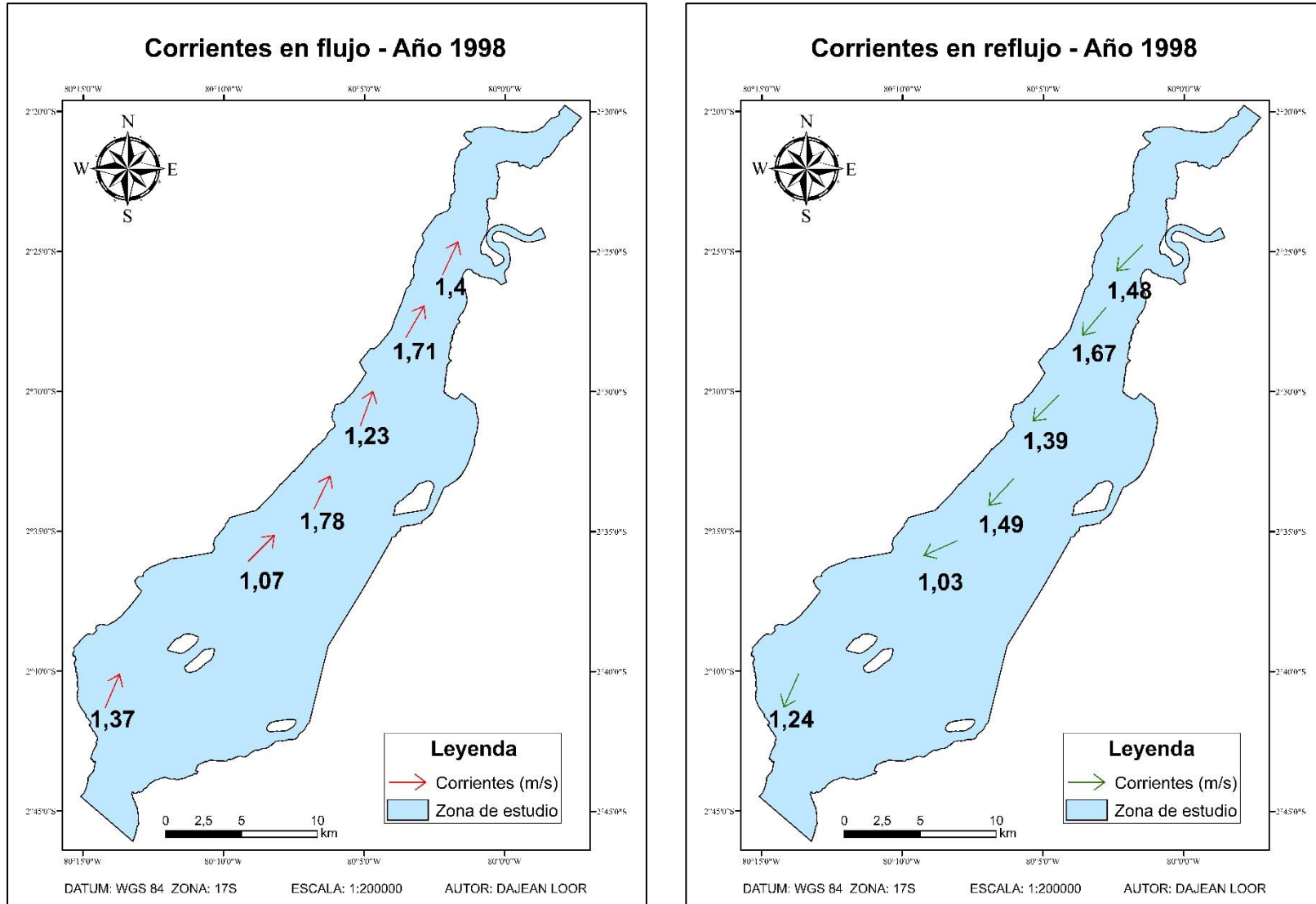
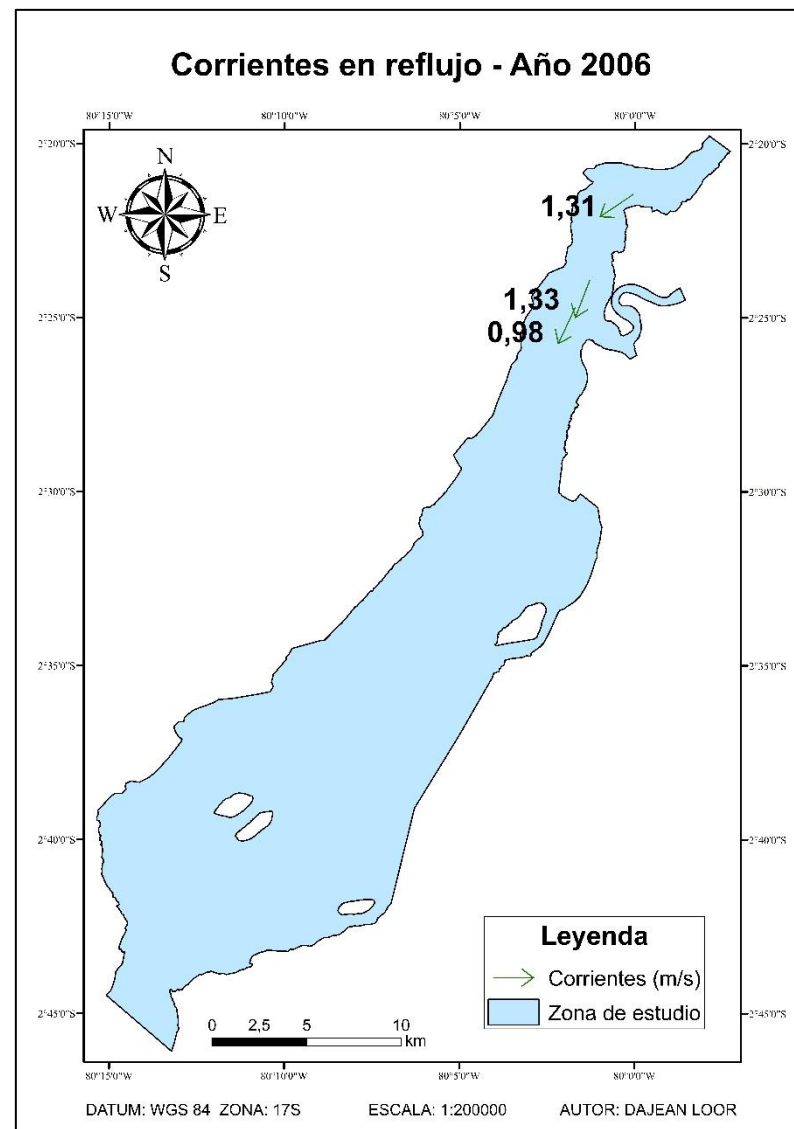
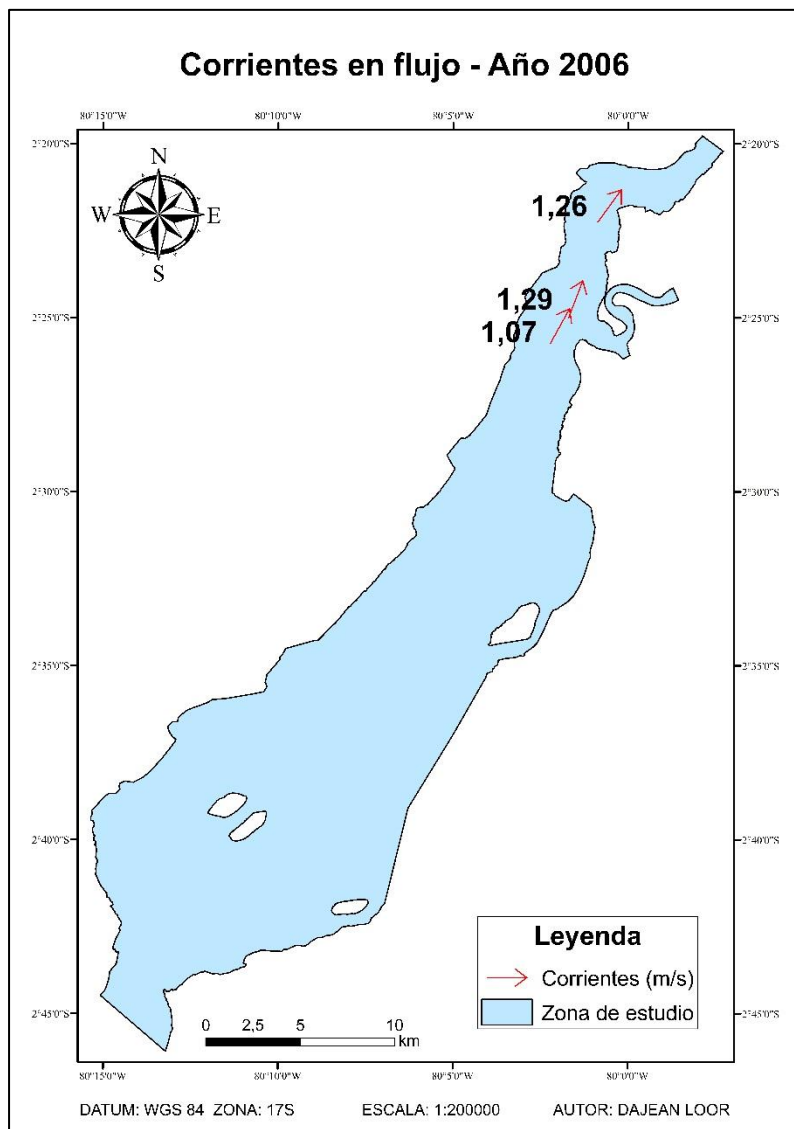
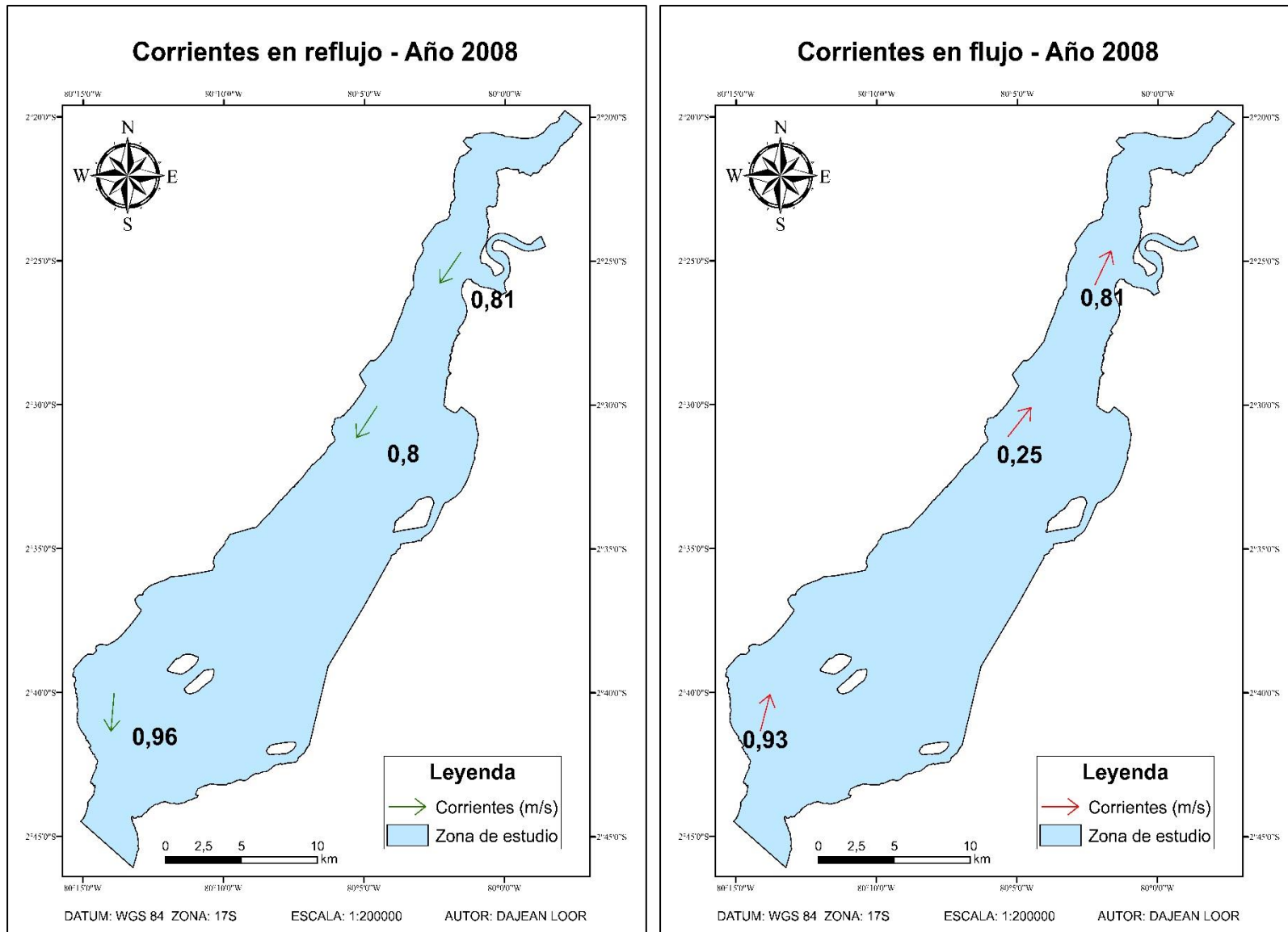


Figura 5.4 Mapas de corrientes de agua en flujo y reflujo. Las flechas indican su dirección y los números, el valor de su velocidad en m/s. Año 1998.



**Figura 5.5 Mapas de corrientes de agua en flujo y reflujó. Las flechas indican su dirección y los números, el valor de su velocidad en m/s. Año 2006.**





**Figura 5.6 Mapas de corrientes de agua en flujo y reflujó. Las flechas indican su dirección y los números, el valor de su velocidad en m/s. Año 2008.**

## ANEXO D: Modelo tridimensional de la morfología del área de estudio

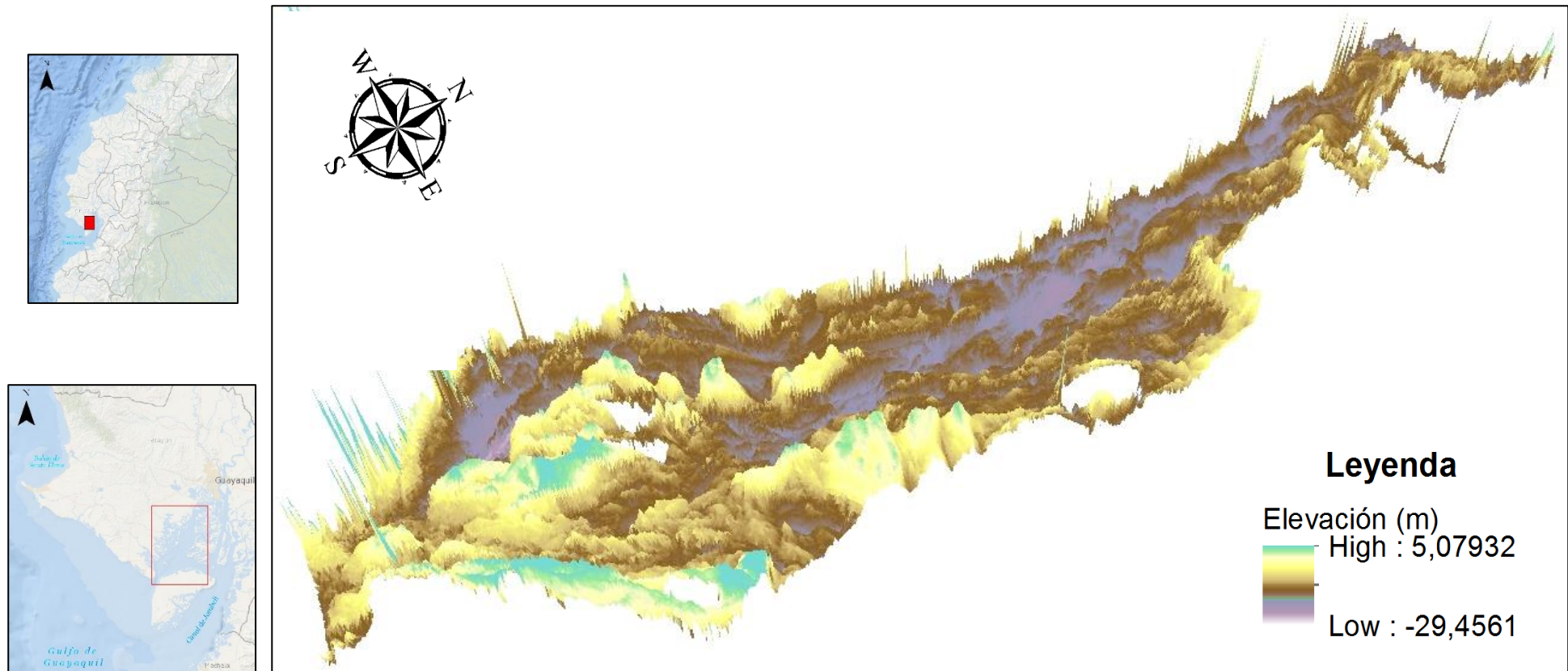


Figura 5.7 Modelo tridimensional de la morfología del Estero Salado. Año 2001

**ANEXO E: Autorización escrita por parte del INOCAR.**

1945  
**60 años**

CREA  
CRECE  
INNOVA  
ESPOL

PP  
181032R-04

**ESPOL**

**RECIBIDO**  
CORRESPONDENCIA OFICIAL DEL  
INSTITUTO OCEANOGRÁFICO  
SECRETARÍA GENERAL

ANEXOS: \_\_\_\_\_  
04 OCT 2018 HORA: \_\_\_\_\_  
NOMBRE Y APELLIDO: \_\_\_\_\_  
FIRMA: \_\_\_\_\_

Oficio Nro. ESPOL-FICT-SUBDEC-OFC-0190-2018  
Guayaquil, 04 de octubre de 2018

Asunto: Solicitud información proyecto integrador FICT-ESPOL Dajeán Loor

Cpvn-em  
Patricio Hidalgo Vargas  
Director  
INSTITUTO OCEANOGRÁFICO DE LA ARMADA (INOCAR)  
En su Despacho

*Div. Física y  
Química para  
información disponible  
y coordinar con el interesado  
el protocolo para recepción  
de datos.*  
12/10/18

De mi consideración:

Reciba un cordial saludo de quienes formamos parte de la Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra (FICT) en la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL). Como antecedente informo que uno de nuestro estudiante de la carrera de Ingeniería en geología, el Sr Dajeán Steeven Loor González (C.I. 0705637189), comenzará su proyecto final de carrera (proyecto integrador), y realizará investigaciones sobre las características físicas y químicas del Estero Salado, en el marco del proyecto integrador titulado "Análisis multitemporal de las características sedimentológicas a lo largo del Estero Salado de Guayaquil, entre las latitudes 02°20'S y 02°45'S".

Por tal motivo, y en calidad de responsable de los proyectos integradores de la carrera de Ingeniería en Geología, solicito a usted muy respetuosamente se autorice al estudiante Dajeán Loor para los recibir datos de granulometría, sólidos en suspensión, batimetría, corrientes, mareas (flujo y reflujo referenciadas al MLWS con correcciones en los valores  $Z_0$  y  $NR$ ) y calidad de aguas (épocas húmeda y seca de los siguientes parámetros: temperatura, pH, salinidad, oxígeno disuelto, nitritos, nitratos, fosfatos, coliformes totales y fecales con las respectivas coordenadas de muestreo) del sector comprendido entre la boya 67 y Los Gales, correspondiente a la Carta Náutica IOA-107 "Golfo de Guayaquil – Estero Salado – Río Guayas", tomados durante los últimos cinco años.

Cabe mencionar que el trabajo que realizará el Sr. Loor no generará ningún costo a su institución. La adquisición y tratamiento de la información será de uso único para el proyecto integrador, y la responsabilidad de la confidencialidad y buen uso de esta información será del estudiante. Adicional a ello, el documento integrador con los resultados del estudio será compartido con su institución.

Esperando su pronta y favorable respuesta, quedo de usted muy agradecido.

Con sentimientos de distinguida consideración.

Atentamente,

*Verificar disponibilidad de información para proveer al estudiante*  
*Doc: contactarse con el interesado para coordinar información e iniciar el protocolo para provisión de datos.*

**www.espol.edu.ec**

Guayaquil: Campus "Gustavo Galindo" Km. 30.5 Vía Perimetral, Casilla: 09-01-5863 • Teléfonos: PBX: (593-4) 3708 000 - 2269 769 - 2554 560 - 2554 518  
Campus "Las Peñas" Malecón 100 y Loja Teléfono: 2081 071 • Quito: Av. 6 de Diciembre N-33-55 y Eloy Alfaro Edil. Torre Blanca, Piso N°2  
Casilla 17-01-1076 • Teléfonos: PBX: (593-2) 2521 408 - 2561 199 - 2527 986

1/2





Ministerio  
de **Defensa**  
Nacional



**MINISTERIO DE DEFENSA NACIONAL**

**INSTITUTO OCEANOGRÁFICO DE LA ARMADA**

**FORMULARIO PARA SOLICITUD DE INFORMACIÓN OCEANOGRÁFICA Y/O METEOROLÓGICA**

**Datos del solicitante (Usuario directo de la información)**

**Nombre:** Dajejan Steeven Loor González

**C.I. del solicitante:** 0705637189

**Ciudad (Cantón/Provincia):** Guayaquil, Guayas

**Dirección:** Alborada III Etapa, Manzana CE, Villa 1

**Teléfono:** 0967262611 **Celular:** 0967262611

**Correo electrónico:** dsloor@espol.edu.ec

**Tema del Proyecto o Trabajo a realizarse:** "Análisis multitemporal de las características sedimentológicas a lo largo del Estero Salado de Guayaquil, en las coordenadas 2°20' S y 2°45' S"

**Fecha de culminación del Trabajo de investigación:** 14 de febrero de 2019

**Información solicitada:**

Se solicita la siguiente información:

Datos de corrientes del Estero Salado que incluyen los parámetros de magnitud y dirección.

Datos de los sedimentos de la zona del Estero Salado, que incluyen los parámetros de granulometría y mineralogía.

Datos de mareas del Estero Salado, parámetros de flujo y reflujo ya referenciados al MLWS con respecto al nivel Zo, registrados por hora.

Datos de batimetría de la zona del Estero Salado.

Datos de calidad de agua de las épocas húmedas y secas de la zona del Estero Salado que incluyen los parámetros de: temperatura, Ph, salinidad, oxígeno disuelto, nitritos, nitratos, fosfatos, coliformes totales y fecales con las respectivas coordenadas de muestreo.

Se requieren los datos tomados durante los últimos 10 años del sector comprendido entre la boya 67 y Los Goles, correspondientes a las Cartas Náuticas IOA-1071 e IOA-10701, en las latitudes entre 2°20' S y 2°45' S que comprenden a la zona del Estero Salado de Guayaquil.

Recibido  
22/10/2019  
V.M.L.

Av. 25 de Julio, vía Puerto Marítimo, Base Naval Sur  
Telf: (593 4) 2481-300 Fax: (593 4) 2485-166  
web: [www.inocar.mil.ec](http://www.inocar.mil.ec) – e-mail: [inocar@inocar.mil.ec](mailto:inocar@inocar.mil.ec)  
Guayaquil - Ecuador



**Motivo de la solicitud:**

Los datos granulométricos serán utilizados para generar mapas de tipos de sedimentos que se pueden encontrar en el fondo del estero, y con el análisis mineralógico se podría hacer una valoración de la posible procedencia de esos materiales.

Los datos de batimetría serán utilizados para generar mapas del fondo del estero que permitirían realizar análisis geomorfológicos del mismo.

Los datos de corrientes y mareas serán usados para determinar su influencia en el aumento o disminución del espesor de los depósitos sedimentarios en el fondo del estero y por lo tanto valorar zonas de mayor o menor erosión o depositación.

Con los datos de calidad de agua se pretende hacer una valoración de las características físicas y químicas de las aguas del Estero Salado, y cómo estos parámetros pudieron haber cambiado en el tiempo. Se tiene previsto reforzar el estudio de la calidad de agua con aplicación de técnicas de Teledetección (imágenes satelitales).

**NOTA:**

- Se debe adjuntar copia de la cédula de identidad a color del técnico responsable registrado en este formulario.
- El Instituto Oceanográfico nombrará un tutor o copartícipe de la investigación o proyecto.

**Dajeen Steeven Loor González**  
FICT - ESPOL  
Email: [dsloor@espol.edu.ec](mailto:dsloor@espol.edu.ec)  
Teléfono: 0967262611

Av. 25 de Julio, vía Puerto Marítimo, Base Naval Sur  
Telf: (593 4) 2481-300 Fax: (593 4) 2485-166  
web: [www.inocar.mil.ec](http://www.inocar.mil.ec) – e-mail: [inocar@inocar.mil.ec](mailto:inocar@inocar.mil.ec)  
Guayaquil - Ecuador





**ARMADA DEL ECUADOR**  
**INSTITUTO OCEANOGRÁFICO DE LA ARMADA**



Guayaquil 23 de Octubre 2018

**ACTA DE ENTREGA DE LA INFORMACIÓN**

En la ciudad de Guayaquil, a los 23 días del mes de Octubre del año 2018, por parte del Instituto Oceanográfico de la Armada, a través del TNNV-SU David Delgado como Director de la Dirección de Hidrografía y Cartografía Náutica del Instituto Oceanográfico de la Armada del Ecuador se hace la entrega física de la siguiente información:

1). Cartas Georeferenciadas

Nombre	Formato
CN_GEO_IOA1071_4ED_01112017	.tif
CN_GEO_IOA10701_3ED_15052017	.tif

2). Batimetrías

Nombre	Formato
BAT_SON_IOA107_1070_1071_10701_10711_10712_L4L5_20062001	.shp
BAT_SON_IOA107_1070_1071_10701_10712_L6L8_16072004	.shp
BAT_SON_IOA1070_1071_1072_10701_10710_10711_107104_L3L7_30082013	.shp
BAT_SON_IOA1070_1071_10701_10710_10711_107101_107102_107103_107104_L4L5L6L7_05092009	.shp
BAT_SON_IOA1070_1071_23032017	.shp
BAT_SON_IOA1070_1071_L6_00062015	.shp
BAT_SON_IOA1071_16022018	.shp
BAT_SON_IOA1071_23052017	.shp
BAT_SON_IOA1071_L5_00082015	.shp
BAT_SON_IOA1071_L5L7_02072008	.shp

3). Metadatos

Nombre	Formato
BAT_MET_IOA107_1070_1071_10701_10711_10712_L4L5_20062001	.shp
BAT_MET_IOA107_1070_1071_10701_10712_L6L8_16072004	.shp
BAT_MET_IOA1070_1071_1072_10701_10710_10711_107104_L3L7_30082013	.shp
BAT_MET_IOA1070_1071_10701_10710_10711_107101_107102_107103_107104_	.shp

Av. 25 de Julio, vía Puerto Marítimo, Base Naval Sur  
Telf: (593 4) 2481-300 Fax: (593 4) 2485-166  
Web: [www.inocar.mil.ec](http://www.inocar.mil.ec) - email: [inocar@inocar.mil.ec](mailto:inocar@inocar.mil.ec)  
Guayaquil - Ecuador



**ARMADA DEL ECUADOR**  
INSTITUTO OCEANOGRÁFICO DE LA ARMADA



L4L5L6L7_05092009	
BAT_MET_IOA1070_1071_23032017	.shp
BAT_MET_IOA1070_1071_L6_00062015	.shp
BAT_MET_IOA1071_16022018	.shp
BAT_MET_IOA1071_23052017	.shp
BAT_MET_IOA1071_L5_00082015	.shp
BAT_MET_IOA1071_L5L7_02072008	.shp

**CLÁSULA PRIMERA**

1.1. La ley Orgánica de Transparencia y Acceso a la información Pública, faculta a las instituciones como el Instituto Oceanográfico de la Armada, a entregar información pública que hubieren generado o que se encontrare en su poder.

1.2. Las normas 2.3, 3.2, 4.5, 4.9, y 4.10 de la Política Nacional de Información Geoespacial disponen que: "2.3 Las instituciones u organismos generadores de información geoespacial, deben tener un registro de la entrega, para fines estadísticos."; "3.2 Todas las instituciones custodias de información pública deben garantizar el acceso a la información salvo que esta sea declarada secreta, reservada y confidencial."; "4.5 Se prohíbe la venta, arrendamiento y comercialización o cualquier otra forma conocida o por conocerse de transferencia de la propiedad intelectual, incluso como parte de otros servicios de la información geográfica de carácter público. Se prohíbe la redistribución de los datos e información pública vía Internet, excepto al Sistema Nacional de Información o salvo expresa autorización del generador y/o propietario de la información."; "4.9 Las Instituciones y organismos públicos titulares de los derechos de propiedad de productos o aplicaciones, desarrolladas por sus servicios o cuyo desarrollo haya sido objeto de contratación, deben ponerlas a disposición de cualquier organismo del sector público, sin contraprestación y sin necesidad de convenio, guardando las restricciones de uso que se establezcan por parte del propietario de la información"; "4.10 Para fines académicos y de investigación, la información geoespacial será otorgada de manera gratuita, siempre que se canalice a través de la institución patrocinadora".

  
TNNV-MI. DAVID DELGADO BARRETO  
DIRECTOR DE HIDROGRAFÍA

  
SGOS-III EDISON GUAMAN  
JEFE DE CARTOGRAFÍA

RECIBIDO POR:



CI: 0705637124

Av. 25 de Julio, vía Puerto Marítimo, Base Naval Sur  
Telf: (593 4) 2481-300 Fax: (593 4) 2485-166  
Web: [www.inocar.mil.ec](http://www.inocar.mil.ec) - email: [inocar@inocar.mil.ec](mailto:inocar@inocar.mil.ec)  
Guayaquil - Ecuador

Recibido  
23/10/2018





**ACTA DE ENTREGA RECEPCIÓN DE INFORMACIÓN OCEANOGRÁFICA**

En la ciudad de Guayaquil, a los 17 días del mes de octubre de 2018, comparecen por una parte el Instituto Oceanográfico de la Armada, a través del TNFG-SU Leonardo Alvarado García, como Jefe de la Dirección de Oceanografía Naval, y por otra el M.Sc. Miguel González, docente de la Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra de la ESPOL y tutor del estudiante Sr. Dajeon Steeven Loor González, para la suscripción de la presente Acta de Entrega Recepción de información.

**CLÁUSULA PRIMERA.- ANTECEDENTES:**

- 1.1. La ley Orgánica de Transparencia y Acceso a la información Pública, faculta a las instituciones como el Instituto Oceanográfico de la Armada, a entregar información pública que hubieren generado o que se encontrare en su poder.
- 1.2. Las normas 2.3, 3.2, 4.5, 4.9, y 4.10 de la Política Nacional de Información Geoespacial disponen que: **"2.3 Las instituciones u organismos generadores de información geoespacial, deben tener un registro de la entrega, para fines estadísticos."**; **"3.2 Todas las instituciones custodias de información pública deben garantizar el acceso a la información salvo que ésta sea declarada secreta, reservada y confidencial."**; **"4.5 Se prohíbe la venta, arrendamiento y comercialización o cualquier otra forma conocida o por conocerse de transferencia de la propiedad intelectual, incluso como parte de otros servicios de la información geográfica de carácter público. Se prohíbe la redistribución de los datos e información pública vía Internet, excepto al Sistema Nacional de Información o salvo expresa autorización del generador y/o propietario de la información."**; **"4.9 Las Instituciones y organismos públicos titulares de los derechos de propiedad de productos o aplicaciones, desarrolladas por sus servicios o cuyo desarrollo haya sido objeto de contratación, deben ponerlas a disposición de cualquier organismo del sector público, sin contraprestación y sin necesidad de convenio, guardando las restricciones de uso que se establezcan por parte del propietario de la información"**; **"4.10 Para fines académicos y de investigación, la información geoespacial será otorgada de manera gratuita, siempre que se canalice a través de la institución patrocinadora"**.
- 1.3. Mediante comunicación del 4 de octubre de 2018, el M.Sc. Daniel Garcés, docente de la Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra de la ESPOL, solicita información de corrientes medidas en el Estero Salado, incluyendo parámetros de magnitud y dirección, con el fin de ser utilizada en el proyecto integrador titulado: **"Análisis multitemporal de las características sedimentológicas a lo largo del Estero Salado de Guayaquil, en las coordenadas 2°20' S y 2°45' S"**, del estudiante de la facultad e institución mencionada, Sr. Dajeon Steeven Loor González con email dsloor@espol.edu.ec con C.C.: 0705637189



**MINISTERIO DE DEFENSA NACIONAL**

**INSTITUTO OCEANOGRÁFICO DE LA ARMADA**

características sedimentológicas a lo largo del Estero Salado de Guayaquil, en las coordenadas 2°20' S y 2°45' S", del estudiante de la facultad e institución mencionada, Sr. Dajeen Steeven Loor González con email dsloor@espol.edu.ec con C.C.: 0705637189

**CLÁUSULA SEGUNDA. - OBJETO DE LA ENTREGA RECEPCIÓN:**

2.1. La Dirección de Oceanografía entrega al Sr. Dajeen Steeven Loor González, estudiante de la Facultad de Ciencias de la Tierra de ESPOL, la siguiente información

2.1.1 Datos de corrientes que incluyen los parámetros de magnitud y dirección en la zona del Estero Salado.

2.1.2 Datos de los sedimentos de la zona del Estero Salado, que incluyen los parámetros de granulometría y mineralogía.

2.1.3 Datos de mareas, flujo y reflujo ya referenciadas al MLWS con respecto al nivel Zo, registrados por hora.


2.1.4 Datos de batimetría de la zona del Estero Salado.

2.1.5 Datos de calidad de agua de las épocas húmedas y secas de la zona del Estero Salado que incluyen los parámetros de: temperatura, Ph, salinidad, oxígeno disuelto, nitritos, nitratos, fosfatos, coliformes totales y fecales con las respectivas coordenadas de muestreo.

Se requieren los datos tomados durante los últimos 10 años del sector comprendido entre la boya 67 y Los Goles, correspondientes a las Cartas Náuticas IOA-1071 e IOA- 10701. Las latitudes comprendidas entre 2°20' S y 2°45' S que comprenden a la zona del Estero Salado de Guayaquil.

2.2 El estudiante Dajeen Steeven Loor González se compromete a entregar una copia impresa y digital de su trabajo de investigación, máximo un mes después de la fecha de culminación, la cual está prevista para el 14 de febrero del 2019.

\_\_\_\_\_  
TNFG-SU Leonardo Alvarado García  
Dirección de Oceanografía Naval

  
\_\_\_\_\_  
M.Sc. Miguel González Bonilla  
Docente Tutor  
FICT-ESPOL  
mgonzal@espol.edu.ec  
0988893032

  
\_\_\_\_\_  
Steeven Loor González  
FICT-ESPOL  
dsloor@espol.edu.ec  
0967262611

Nota: Se debe adjuntar copia de la cédula de identidad a color del tutor de la investigación.



**MINISTERIO DE DEFENSA NACIONAL**  
**INSTITUTO OCEANOGRÁFICO DE LA ARMADA**

**REGISTRO DE USO DE INFORMACIÓN OCEANOGRÁFICA**

En la ciudad de Guayaquil, a los 17 días del mes de octubre de 2018, comparecen por una parte el Instituto Oceanográfico de la Armada, a través del TNFG-SU Leonardo Alvarado García, como Jefe de la Dirección de Oceanografía, y por otra el Sr. Dajeán Steeven Loor González, estudiante de la Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra de la ESPOL y con email dsloor@espol.edu.ec, a quien en adelante se le denominará "el Requirente"; con el objeto de suscribir el presente registro de uso de información oceanográfica

**CLÁUSULA PRIMERA. - ANTECEDENTES:**

- 1.1. Las normas 3.2 y 4.9 de la Política Nacional de Información Geoespacial, aprobada por el CONAGE y publicada en el R.O. No. 269 del 1 de septiembre de 2010, establecen que "Todas las instituciones custodias de información pública deben garantizar el acceso a la información salvo que esta sea declarada secreta, reservada y confidencial"; y que "Las Instituciones y organismos públicos titulares de los derechos de propiedad de productos o aplicaciones, desarrolladas por sus servicios o cuyo desarrollo haya sido objeto de contratación, deben ponerlas a disposición de cualquier organismo del sector público, sin contraprestación y sin necesidad de convenio, guardando las restricciones de uso que se establezcan por parte del propietario de la información".

Mediante comunicación del 4 de octubre del 2018, el M.Sc. Daniel Garcés, coordinador de las materias integradoras de la carrera de Geología de la Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra de la ESPOL, solicita información de corrientes medidas incluyendo parámetros de magnitud y dirección, datos de los sedimentos de la zona de estudio, que incluyen los parámetros de granulometría y mineralogía, datos de mareas, flujo y reflujo ya referenciadas al MLWS con respecto al nivel Zo, registrados por hora, datos de calidad de agua de las épocas húmedas y secas de la zona que incluyen los parámetros de: temperatura, Ph, salinidad, oxígeno disuelto, nitritos, nitratos, fosfatos, coliformes totales y fecales con las respectivas coordenadas de muestreo. Se requieren los datos tomados durante los últimos 10 años del sector, comprendido entre la boya 67 y Los Goles, correspondientes a las Cartas Náuticas IOA-1071 e IOA-10701. las latitudes comprendidas entre 2°20' S y 2°45' S que comprenden a la zona del Estero Salado de Guayaquil, información para el Sr. Dajeán Steeven Loor González, estudiante de la facultad e institución mencionada, con email dsloor@espol.edu.ec, con C:C: 0705637189, con el fin de ser utilizada en el proyecto integrador titulado: **"Análisis multitemporal de las características sedimentológicas a lo largo del Estero Salado de Guayaquil, en las coordenadas 2°20' S y 2°45' S"**.



**MINISTERIO DE DEFENSA NACIONAL**  
**INSTITUTO OCEANOGRÁFICO DE LA ARMADA**

**CLÁUSULA SEGUNDA. - REGISTRO Y CONDICIONES DE LA LICENCIA DE USO DE LA INFORMACIÓN:** Con los antecedentes indicados, por el presente documento se deja constancia de lo siguiente:

**2.1.** Que mediante el presente instrumento la Dirección de Oceanografía, entrega la información:

Datos de corrientes que incluyen los parámetros de magnitud y dirección en la zona del Estero Salado.

Datos de los sedimentos de la zona del Estero Salado, que incluyen los parámetros de granulometría y mineralogía.

Datos de mareas, flujo y reflujo ya referenciadas al MLWS con respecto al nivel Zo, registrados por hora.

Datos de batimetría de la zona del Estero Salado.

Datos de calidad de agua de las épocas húmedas y secas de la zona del Estero Salado que incluyen los parámetros de: temperatura, Ph, salinidad, oxígeno disuelto, nitritos, nitratos, fosfatos, coliformes totales y fecales con las respectivas coordenadas de muestreo.

Se requieren los datos tomados durante los últimos 10 años del sector comprendido entre la boya 67 y Los Goles, correspondientes a las Cartas Náuticas IOA-1071 e IOA- 10701. Las latitudes comprendidas entre 2°20' S y 2°45' S que comprenden a la zona del Estero Salado de Guayaquil.

- 2.2.** Por este instrumento, el Departamento de Ciencias del Mar autoriza el uso de la información oceanográfica, que será utilizada por el requirente, en las condiciones que constan en el presente instrumento.
- 2.3.** Que el uso es restringido exclusivamente para el objetivo que fue solicitado, debiendo ser utilizado exclusivamente por el estudiante Dajeen Steeven Loor González, en su propuesta de Investigación o Proyecto y tomarse todas las medidas de seguridad necesarias para impedir la simple entrega, distribución, reproducción, traspaso y/o venta de la información que se entrega.
- 2.4.** Que el requirente es estudiante, por tanto, la presente autorización de uso, se concede a título gratuito.
- 2.5.** El uso de la información entregada es de carácter libre y gratuito, siempre que se mencione su origen y titularidad y que su uso no tenga fines comerciales o de lucro. El Instituto Oceanográfico de la Armada no se responsabiliza por productos generados a partir de la información entregada, ni por el uso indebido, ilegal o inmoral que se diere a la información entregada o que atenten contra la seguridad nacional.
- 2.6.** El estudiante Dajeen Steeven Loor González se compromete a entregar a este Instituto, una copia de la investigación, una vez culminada, la cual ingresará a la Biblioteca institucional y estará a disponibilidad de consulta pública.



Ministerio  
de **Defensa**  
Nacional



**MINISTERIO DE DEFENSA NACIONAL**

**INSTITUTO OCEANOGRÁFICO DE LA ARMADA**

- 2.7. Que el estudiante Dajeán Steeven Loor González, bajo su responsabilidad recibe la información y declara que la información entregada no será utilizada para fines de lucro ni fines ilegales, inmorales, o que puedan comprometer la seguridad nacional, y por ende se compromete a no entregar a personas o grupos vinculados a acciones terroristas o de espionaje.
- 2.8. La entrega, comercialización y distribución de la información reservada y confidencialidad queda prohibida. Por tanto, se prohíbe su venta, donación, cesión bajo sub-licencia, arrendamiento, préstamo público, comercialización o cualquier otra forma conocida o por conocerse de transferencia de la propiedad, incluso como parte de otros servicios de la información geográfica de carácter público.
- 2.9. La información entregada queda bajo custodia y responsabilidad del estudiante Dajeán Steeven Loor González, de conformidad con la normativa pública y administrativa y la que consta en este instrumento.
- 2.10. En caso de infringir las condiciones y restricciones de la presente Autorización, la autoridad competente, ejercerán las acciones administrativas y/o legales pertinentes en defensa de los derechos que representan.

Para constancia de lo actuado y en fe de conformidad y aceptación, suscriben la presente constancia en tres ejemplares de igual contenido y efecto las personas que intervienen.

**TNFG-SU Leonardo Alvarado García**  
**Dirección de Oceanografía Naval**

  
\_\_\_\_\_  
Dajeán Steeven Loor González  
FICT  
Email: dsloor@espol.edu.ec  
Teléfono: 0967262611