

UNA HERRAMIENTA PARA EL ANALISIS DE VARIABLES OCEANOGRÁFICAS EN ESTUARIOS

Por

Isabel Tutivén U.¹

Abstract

By using the DINEST program, the salt transport was calculated in the Guayaquil Gulf estuary. This program became a good tool as a first approximation to analyze the conditions of an estuary.

From the output of this program we found a clear influence of both the tide and the river discharge. It is clear how they change seasonally. The river zone extends to Station 7 (2°25'S) in the wet season, but it occurs on the east side of the estuary only. The mixing zone reaches 2°10'S in the dry season. We also found that there is a higher rate of salt transport in station 16 and 10 in the dry and wet seasons respectively

At Station 16, the circulation is influenced by local topography, morphology and fresh water discharge, Figure 1. Also, the transportation rate is influenced by waters from the Humboldt current to the south and from the waters of Panama to the north.

Resumen

Con la ayuda del programa DINEST, se han calculado los transportes de sal en el estuario del Golfo de Guayaquil. Los resultados muestran que, el programa propuesto, es una herramienta muy útil como primera aproximación en el análisis de las condiciones de un estuario. Es así que se ha encontrado una bien definida influencia tanto de la marea como de la descarga del río. Se ha podido observar como estas cambian estacionalmente.

La zona del río se extiende hasta la estación 7 (2°25'S) en la época húmeda, pero esto ocurre en el borde este del estuario solamente. La zona de mezcla avanza aguas arriba mas allá de los 2°10'S en la época seca.

Los resultados arrojan que existe una mayor dinámica de los transportes, en las estaciones 16 y 10 en la época seca y húmeda respectivamente.

A la altura de la estación 16, la circulación es influenciada además, por la topografía y morfología agregando a este último la entrada de agua dulce de los vertientes como se muestra en la Figura 1.

Estacionalmente, existe una marcada influencia en la dinámica de los transportes, de las aguas de la corriente de Humboldt del su y de las de Panamá del norte.

AREA DE ESTUDIO

El Golfo de Guayaquil, se encuentra ubicado entre los 79°30' y 81°00 Oeste y los 2°00 y 3°30' Sur, es el estuario más grande de sudamérica hacia el lado del Océano Pacífico, Figura 1. Tiene una superficie aproximada de 12000 Km² y un área de drenaje de alrededor de 51230 km². El Golfo está dividido en un estuario exterior, originado cerca a la isla Puna (localizada en su interior en los 80°15' W) y que termina hacia los 81°W y un estuario interior que se extiende aguas arriba unos 75 km desde la isla Puna y se estrecha

para formar el canal del río Guayas (Stevenson M., 1981). La profundidad del agua a través del Golfo es de 180m, desde la entrada va disminuyendo hasta alcanzar los 18m excepto en los canales de Jambelí y el Morro (Figura 1).

El régimen de marea es semi-diurna (12.42 horas), con alturas que pueden alcanzar los 5m dependiendo del punto en que nos encontremos dentro del estuario (Stevenson, 1981) estas van disminuyendo del estuario interior al estuario exterior. La influencia de la marea se extiende aguas arriba, determinando las salinidades en esta zona. En la época seca (Junio-Noviembre) se puede

¹ Universidad de Concepción, Fac. de Ciencias Naturales y Oceanográficas, Dpto de Oceanografía, Cabina N°9. Casilla 160-C, Fono: (56-41)204239/203419. Fax: (56-41)256571/225400. Concepción-Chile, E-mail: itutiven@udec.cl

esperar que la influencia de la salinidad de las aguas oceánicas llegue hasta los $2^{\circ}15'45''S$ aproximadamente (Tutivén, 1993). No así en época lluviosa en la que a esa altura tendremos aguas con salinidades de cero. Debido a este comportamiento estacional, la parte mas interior del estuario se comportara como la zona de río en la que las salinidades son menores a 1Ups.

El Golfo de Guayaquil está localizado en una área de transición delineada por la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) donde convergen dos climas, el semi-tropical hacia el norte de ésta y el tropical hacia el sur. Esta zona está caracterizada por una marcada nubosidad o precipitación

En época seca, el sistema de vientos del sur se hace más fuerte empujando la ZCIT hacia el norte, alejándola del área del Golfo. Esta puede alcanzar los 10° Norte. A consecuencia, aguas mas salinas, ricas en nutrientes y frías de la corriente de Humboldt bañan las costas Ecuatorianas.

En época húmeda (Diciembre-Abril), el sistema de vientos del norte se hace fuerte, moviendo la ZCIT hacia el sur a los 2° S. Como resultado de la activa convección en esta zona, las precipitaciones se manifiestan en el área del Golfo. En Guayaquil la precipitación media anual es de 910 mm, (CAAM, 1996). Entonces, aguas del norte (Aguas de Panamá y Aguas Superficiales Ecuatoriales) inundan en parte las costas de Ecuador.

EL PROGRAMA

En este trabajo, se calcularon las medias en espacio y tiempo durante ciclos completos de marea para generar valores quasi-estacionarios y finalmente calcular los transportes de sal. Para tal efecto, se utilizó el programa "DINEST". Este programa, como base, utiliza en primer lugar las subrutinas en ambiente MATLAB del programa Sea water desarrollado por Phillip Morgan (Morgan, 1994), del SCIRO Marine Laboratories, creado para realizar cálculos de propiedades físicas del agua de mar (densidad, densidad a presión atmosférica, entre otras). En segundo lugar utiliza la subrutina "spline" y las contenidas en ésta, ya que este programa se basa en el método "cubic spline" para realizar la interpolación de las variables y expresarias en solo 11 profundidades adimensionales en intervalos de 0,1.

Finalmente este programa llama a la subrutina "dec" creado para graficar el diagrama estratificación-circulación.

ASUNCIONES CONSIDERARAS

- 1.- Se asume homogeneidad lateral.
- 2.- Se aplicó el principio de arrastre a todas las estaciones. Se asume que a la profundidad máxima, las velocidades son iguales a cero.
- 3.- Se extrapoló a aquellas profundidades máximas los valores de temperatura y salinidad.

- 4.- Se asumió valores constantes en ciertos segmentos con la finalidad de que la información en la columna de agua no quede muy espaciada para que el programa de interpolación spline, no dé valores erróneos.
- 5.- La subrutina que calcula densidades es válida para salinidades mayores a 1. De ahí que la información de densidad obtenida cerca de la cabecera del estuario (estación 3) no sea confiable.
- 6.- El número de niveles en los datos de entrada debe ser el mismo para los archivos de velocidad, temperatura y salinidad.
- 7.- los valores de la profundidad en superficie (de preferencia cero) y profundidad máxima, deben ser las mismas para todos los datos de entrada (velocidad, temperatura, salinidad).
- 8.- El intervalo de tiempo entre estaciones es de una hora, a excepción de las estaciones 1696, 397, 797, en la que se omitió una hora en cada estación por falta de información.

ANALISIS DE LAS VARIABLES EN EL GOLFO DE GUAYAQUIL PARA AGOSTO DE 1996.

Esta época del año corresponde a la época seca. Debe tomarse en cuenta que este año no fue un año normal, presentándose mas seco del promedio.

La ubicación de las estaciones y la fecha en que fueron realizadas se las presenta en la Figura 1 y la Tabla I.

Observación de las variaciones a lo largo el estuario de las componentes del transporte advectivo de sal

El análisis de los transportes corresponde para Sicigia solamente y no incluyen las estaciones 3 y 7. Estas estaciones fueron muestreadas en Cuadratura y no se tiene información de un ciclo completo de marea para realizar los cálculos de transporte respectivos.

Descarga: esta componente que es de naturaleza advectiva, nos muestra que existe un aporte saliendo del estuario en las estaciones 13 y 10, las que están ubicadas en la desembocadura, no así en las otras estaciones. Sin embargo, el transporte neto de esta componente, está dirigido aguas arriba y es de $-46.0 \text{ kg m}^{-1}\text{s}^{-1}$.

Deriva de Stoke: este transporte que va en sentido opuesto a la dirección de propagación de la onda de marea y que es de naturaleza advectivo, nos demuestra que existen dos canales en el estuario, el uno de entrada de la marea y el otro de salida de agua dulce.

El primero ubicado en el extremo mas oeste del área de estudio corresponde a las estaciones 13 y 16 y el segundo ubicado el extremo mas este del mismo, corresponde a las estaciones 3-7-10 (Figura 1). Así la deriva es positiva en el canal de agua dulce (estación 10) y negativa en el de la marea. El transporte neto debido a esta variable es de $7.6 \text{ kg m}^{-1}\text{s}^{-1}$.

Correlación de marea: En esta época del año, la onda de marea no actúa como una onda estacionaria. En la estación 13, este valor es negativo, lo que significa que las salinidades del agua que pasa por esa sección en marea alta es mayor que la que pasa en marea baja. El transporte neto debido a esta variable es $8.0 \text{ kg m}^{-1}\text{s}^{-1}$.

Circulación gravitacional: En la estación 16 ubicada hacia la cabecera pero en el borde oeste del estuario, el transporte es dirigido aguas arriba. Sin embargo el transporte neto en el estuario, es saliendo de este y es de $10.5 \text{ kg m}^{-1}\text{s}^{-1}$.

Difusión: se observa un transporte estuario abajo en las estaciones que se encuentran en la desembocadura en el borde oeste del estuario no así en la estación 10 que está en el borde este del mismo. Los muestreos se realizaron en el estuario interior, es así que para esta época, los vientos son predominantes del suroeste con velocidades medias de 4m/s aunque también se presentan vientos del sur. Se observa que no hay correlación de este parámetro con la de los vientos por lo que otros serían los factores responsables de este transporte en esta época de muestreo. El transporte neto es $-1.1 \text{ kg m}^{-1}\text{s}^{-1}$.

Dispersión de marea: los valores en las estaciones 13 y 16, que se encuentran en el borde oeste del estuario, tienen valores negativos, lo que indica un transporte aguas arriba debido a esta componente. El transporte neto es de $-0.3 \text{ kg m}^{-1}\text{s}^{-1}$.

Circulación residual: El transporte en la estación 13 está dirigido aguas arriba no así el de las estaciones 10 y 16 que lo están aguas abajo. El transporte neto es aguas abajo $0.2 \text{ kg m}^{-1}\text{s}^{-1}$.

Transporte total: Finalmente el transporte producto de la iteración de los otros transportes, estará saliendo del estuario por las estaciones 13 y 10 que se encuentran en la desembocadura del mismo. El transporte neto total en el estuario para esta época del año es de $-19.0 \text{ kg m}^{-1}\text{s}^{-1}$.

Los valores correspondientes a las componentes discutidas en los párrafos anteriores, se encuentran en la Tabla 2.

ANÁLISIS DE LAS VARIABLES EN EL GOLFO DE GUAYAQUIL PARA ABRIL DE 1997.

Esta época del año corresponde a la época húmeda. Debe tomarse en cuenta que este año al igual que el anterior no fue un año normal ya que se estaban presentando las primeras manifestaciones de un evento ENOS, (INOCAR, 1998)

La fecha en que se realizaron los muestreos y la ubicación de las estaciones se las presenta en la Tabla 3 y Figura 1.

Observación de las variaciones a lo largo el estuario de las componentes que intervienen en el transporte:

Por encontrarse en la zona de río, donde no son aplicables los cálculos para los transportes, las estaciones 3 y 7 no

han sido incluidas en esta parte de al análisis.

Descarga: De naturaleza advectiva, se presenta negativa en el canal de circulación de agua dulce no así en el canal de la onda de marea. El transporte neto debido a esta variable es negativo e igual a $-29.6 \text{ kg m}^{-1}\text{s}^{-1}$ a causa del valor máximo encontrado en la estación 10.

Deriva de Stoke: cuyo transporte es opuesto en dirección a la de la propagación de la onda, es negativo en el canal de marea (estaciones 13-16) y positivo en la desembocadura del canal del río. Presenta un valor neto negativo $-4.1 \text{ kg m}^{-1}\text{s}^{-1}$ con su máximo negativo en la estación 13.

Correlación de marea: para esta época del año, todas las estaciones (10-13-16) tienen una correlación de marea negativa. Lo que indica que en esta la salinidad que pasa en la sección transversal en marea alta, es mayor que la que pasa en marea baja. El valor neto de transporte debido a esta variable es $-1.8 \text{ kg m}^{-1}\text{s}^{-1}$.

Circulación gravitacional: positiva en la desembocadura (estaciones 10-13) y negativa en la estación 16. El transporte neto debido a esta variable es $0.7 \text{ kg m}^{-1}\text{s}^{-1}$.

Difusión: hacia la desembocadura del estuario estos valores son negativos, no así en la estación 16 en que es positivo. En esta época del año, los vientos son muy variables predominando los de dirección noreste como suroeste, con velocidades medias de 2m/s (CAAM, 1996). Se puede decir que existe una relativa correlación entre los vientos y el transporte por esta variable debido a la gran fluctuación de estos. El transporte neto por difusión es de $-1.7 \text{ kg m}^{-1}\text{s}^{-1}$.

Dispersión de marea: en las estaciones 10-16 el transporte es dirigido aguas arriba, no así en la estación 13 ubicada en la desembocadura del canal de marea que es positivo. El transporte neto debido a esta variable es de $-0.2 \text{ kg m}^{-1}\text{s}^{-1}$.

Circulación residual: En el canal de marea (estaciones 13-16), esta componente es positiva, no así en la desembocadura del canal del río que es negativa (estación 10). El transporte neto es de $-0.6 \text{ kg m}^{-1}\text{s}^{-1}$.

Transporte total: En resumen se observa un transporte neto dirigido aguas arriba en la desembocadura del canal del río (estación 10). No así en el canal de marea (estaciones 13-16) en que el transporte es aguas abajo. El transporte neto total es entrando al estuario ($-37.4 \text{ kg m}^{-1}\text{s}^{-1}$).

Los valores correspondientes a las componentes discutidas en los párrafos anteriores, se encuentran en la Tabla 4.

DISCUSIÓN

Las implicaciones de este estudio demuestran que, para la época seca en el estuario interior el punto cerca a la cabecera (estación 3), se presenta como verticalmente homogéneo, esta corresponde a la zona del río. La parte

central del estuario, estación 7 y 16 se presenta como una área parcialmente mezclada con alta estratificación vertical. Pero a esta altura del estuario el extremo oeste del mismo (estación 16), puede comportarse como verticalmente homogéneo. Finalmente la desembocadura del estuario (estaciones 10-13) se presenta como una sección verticalmente homogénea pero el extremo oeste del estuario (estación 13) puede comportarse con una débil estratificación vertical.

En la época húmeda, la zona de río se extiende hasta la estación 7. Sin embargo la estación 16 ubicada en el borde oeste del mismo y a la misma altura de la anterior, se presenta como parcialmente mezclado con poca estratificación vertical. Existirá algún momento en que este punto se comporte como verticalmente homogéneo debido a la acción de la marea. A la altura de la desembocadura, ambas estaciones se presentan como parcialmente mezcladas con alta estratificación vertical. Sin embargo, el canal del río (estación 10) se presenta homogéneo en algún momento.

Comparando el comportamiento de las variables para 1996 (época seca) y 1997 (época húmeda), encontramos que, existe una gran influencia de la topografía y morfología en el estuario. Así la variable de descarga que se espera sea positiva no lo es en todos los casos. Así en 1996 en la estación 16, este valor es negativo. Esto se puede deber a la disminución de la profundidad en esta área y a la presencia de islas que hacen las veces de obstáculos en la libre circulación. No así en 1997 en la que están bien demarcadas los dos canales, el del río con valores entrando al estuario por la desembocadura (estación 10) y el de marea con valores saliendo del mismo.

Del transporte por deriva, tenemos que una parte está saliendo por el canal del río (estación 10) mientras que la otra está entrando por el de la marea (estación 13-16). Este transporte, parece comportarse igual en las dos épocas del año pero se incrementa la magnitud de sus transportes en época seca, sobre todo en la desembocadura del estuario. Este comportamiento es lógico desde que la influencia del río disminuye en este período.

En la correlación por marea, en época seca, este transporte está saliendo por el canal del río (estación 10) y existe una convergencia de los transportes en las estaciones 13 y 16 en el canal de la marea. Mientras que en la época húmeda, este transporte se dirige hacia la cabecera del estuario.

En la circulación gravitacional, para época seca (1996), se presenta un transporte que está entrando por la desembocadura del canal del río (estación 10), mientras que en el canal de marea existe una convergencia de los transportes entre las estación 13 y 16.

En época húmeda (1997) en la desembocadura del canal del río existe un transporte que está saliendo del estuario

mientras que a diferencia de la época seca, existe una divergencia entre las estaciones 13 y 16 en el canal de marea. Este transporte es máximo en la época húmeda y lo es en la estación 16.

Para la época seca, el transporte por difusión, se presenta entrando al estuario por el canal del río y saliendo por el de la marea. En la época húmeda el transporte seguirá entrando por el canal del río, pero esta vez en el canal de la marea existirá una convergencia de los transportes de las estaciones 13-16. Otros factores diferentes del viento serían los responsables de este transporte debido a la poca correlación que existe entre este parámetro y el viento. Debe tomarse en cuenta que, por limitaciones de la información, la comparación se la realizó con valores promedios mensuales de vientos, y no con los correspondientes a la fecha de muestreo. Comparando las curvas de los dos años, se observa que tienen la misma forma pero con una diferencia de desplazamiento vertical, lo que haría suponer que existe una marcada tendencia estacional que conduce este transporte.

El Transporte por dispersión de marea en época seca, está saliendo por la desembocadura del canal del río (estación 10), mientras que esta entrando por el canal de marea (estaciones 13-16). Este comportamiento se explicaría por la variación estacional de la circulación frente a las costas de Ecuador que cambia para cada época del año. Así en la época seca tenemos la influencia de aguas del sur de la corriente de Humboldt, lo que provocará un desplazamiento hacia el norte (hacia la estación 13) de la entrada del transporte de dispersión por marea. Lo contrario ocurre en la época húmeda, en la que, la influencia de aguas del canal de Panamá, provocarán un desplazamiento hacia el sur de la entrada de este transporte (estación 10).

En el transporte residual, el factor determinante es la descarga del río. Así tenemos que en época seca, este transporte está saliendo por la desembocadura del canal del río, mientras que existe una convergencia de los transportes en el canal de marea (estación 13-16). En la época húmeda, existe un transporte entrando por la desembocadura del canal del río (estación 10), mientras que en el canal de marea éste está saliendo del estuario (estaciones 13-16).

Finalmente del transporte total, tenemos que en época seca, éste está saliendo del estuario en el canal del río mientras que permanece una divergencia en el canal de marea (estaciones 13-16).

En la época húmeda, hay transporte entrando por el canal del río mientras que otro está saliendo por el canal de la marea. Parecería que en esta época del año, se mantiene un transporte anticiclónico en el estuario.

Observando todas las variables para cada año, tenemos que, para 1996, la magnitud del transporte debido a la descarga del río es la más significativa entre las estaciones consideradas. El segundo transporte, en

magnitud más significativo, fue la deriva en las estaciones 10 y 13 no así en la 16 en la que lo fue la circulación gravitacional. Esto hace suponer que la topografía y morfología en este punto, son factores importantes en la determinación del transporte de sal, Tabla 5

Para 1997 al igual que el año anterior, la descarga es la magnitud de transporte de mayor importancia. En segunda prioridad encontramos el transporte causado por la deriva, Tabla 6.

Si analizamos simultáneamente todas las estaciones para cada parámetro, encontramos que:

Para 1996 (época seca), el mayor porcentaje de casi todos los parámetros, cae en la estación 16 a excepción del transporte por deriva que lo es en la estación 10, Tabla 7.

Para 1997 (época húmeda), el mayor porcentaje de casi todas las variables está en la estación 10 a excepción del transporte por deriva que lo está en la estación 13, Tabla 8.

Entonces parecería ser que, los procesos que ocurren en estas dos estaciones 10 y 16, son determinantes en la distribución de los transportes dentro del estuario. Es de anotar, que la cantidad de camarones cosechados por año en esos dos puntos, representan las mayores concentraciones dentro del sistema de piscinas camaroneras existentes en el Golfo Guayaquil (Bayot B. 1999).

CONCLUSIONES

Los resultados de esta investigación muestran que, el programa propuesto, es una herramienta muy útil como primera aproximación en el análisis de las condiciones de un estuario. Pudiendo servir esta para visualizar el comportamiento de algún contaminante en el mismo.

Quedó bien definida la influencia tanto de la marea como de la descarga del río y como estas cambian estacionalmente.

La zona del río se extiende hasta la estación 7 (2°25'S) en la época húmeda, pero esto ocurre en el borde este del estuario solamente.

La zona de mezcla avanza aguas arriba más allá de los 2°10'S en la época seca.

Los resultados arrojan que existe una mayor dinámica de los transportes, en las estaciones 16 y 10 en la época seca y húmeda respectivamente.

A la altura de la estación 16, la circulación es influenciada además, por la topografía y morfología agregando a este último la entrada de agua dulce de los vertientes como se muestra en la Figura 1.

Estacionalmente, existe una marcada influencia en la dinámica de los transportes, de las aguas de la corriente de Humboldt del sur y de las de Panamá del norte.

AGRADECIMIENTOS

La autora de este trabajo agradece la incondicional ayuda proporcionada por el Dr. Luis Bruner de Miranda, quien desde la distancia me ha guiado no sólo con sus conocimientos sino en la revisión del manuscrito y con sus acertadas sugerencias.

Agradezco también al Instituto Oceanográfico de la Armada del Ecuador, en especial al Teniente Rodney Martínez por su constante apoyo a la investigación.

Debo destacar que el programa en MATLAB, fue desarrollado por los estudiantes Ilcio Patti Jr., Alexandra Mantovanelli y Marco Antonio Correa del Curso de Postgrado del Instituto Oceanográfico de la Universidad de Sao Paulo, con la respectiva orientación del Dr. Luiz Bruner de Miranda.

BIBLIOGRAFIA

- Bayot B., 1999. El Mundo Acuicola. Fundación Centro Nacional de Acuicultura e Investigaciones Marinas (CENAIM). Ecuador. Vol. 4, No 2, 26-27 pp.
- Björn K., 1997. Oceanography Characteristics of an impacted coastal bay: Baía de Garabara, Rio de Janeiro, Brazil. *Continental Shelf Research*, Vol. 17, No13, 1609-1643pp.
- Björn K., 1996. Hydrology and Salt balance in a Large, Hypersaline Coastal Lagoon: Lagoa de Araruama, Brazil. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 42, 701-725pp.
- CAAM, 1996. Sistemas Biofísicos en el Golfo de Guayaquil. Comisión Asesora Ambiental de la presidencia de la República del Ecuador. Guayaquil, Ecuador, 223 pp.
- Cameron WM and Pritchard DW, 1963. Estuaries. In: *The Sea* (Ed. MN Hill), Vol.2., Wiley, New York, 306-324pp.
- Dayer K., 1997. *Estuaries A Physical Introduction*. John Wiley & Sons Ltda. England, 195pp.
- Dione JC, 1963. Towards a more adequate definition of the St. Lawrence estuary. *Z. Geomorphol.* 7, 36-44pp.
- Hansen, D.V. & Rattray, M. 1966. New dimensions in estuary classification. *Limnology and Oceanography*, 11(3):319-325 pp.

- Harleman , D.R.F., 1971.** One-Dimensional Model. I: Estuarine Modelling: An Assessment. Ed. Wad Jr., G.H. & Espey Jr., W. H., Water Quality Office. Environment Protection Agency 34-89pp.
- INOCAR, 1998.** Acta Oceanográfica del Pacífico. Instituto Oceanográfico de la Armada del Ecuador (INOCAR). Guayaquil-Ecuador, 227 pp.
- Krause G., 1981.** Physical Processes in Tidal estuaries in Relation to the Monitoring of Water Quality. *Ocean Management*, 6, 299-314pp.
- Miranda L.B. de, 1997.** Cinemática y Dinámica de Estuarios IOF-827. Instituto Oceanográfico de Sao Paulo. Curso de Pos-graduacao. 281 pp.
- Officer, C.B. 1977.** Longitudinal circulation and mixing relations in estuaries. In estuaries, Geophysics, and the environment, Washington, D.C., National Academy of Sciences, 13-21 pp.
- Stevenson M., 1981.** Variaciones Estacionales en el Golfo de Guayaquil, un Estuario Tropical. Instituto Nacional de Pesca. Boletín Científico y Técnico Vol. 4, No 1, 133pp
- Tutivén L, 1993.** "Calidad del Agua del Estero Cobina", Parámetros Físicos, Químicos del Estero Cobina, Tópicos de Graduación Previo a la obtención del Título de Oceanógrafa. Escuela Superior Politécnica del litoral ESPOL, Guayaquil-Ecuador, 144pp.

Tabla 1

ESTACION	LATITUD	LONGITUD	FECHA DE MEDICION	ESTADO DE LA MAREA
3	2°09.2'S	79°51.9'W	08/08/96	Cuadratura
7	2°24.5'S	80°0.8'W	20/08/96	Cuadratura
16	2°24.0'S	80°0.1'W	16/08/96	Sicigia
13	2°40.0'S	80°11.9'W	15/08/96	Sicigia
10	2°43.8'S	79°52.2'W	14/08/96	Sicigia

Tabla 2a.

Estaciones año 1996	Alltura (m)	Salinidad (Ups)	Velocidad (m/s)	Descarga $\text{kg m}^{-1}\text{s}^{-1}$	Deriva $\text{kg m}^{-1}\text{s}^{-1}$	Correlación marea $\text{kg m}^{-1}\text{s}^{-1}$	Circulación gravitacional $\text{kg m}^{-1}\text{s}^{-1}$
3	-5.3	2.4	-0.1	-	-	-	-
7	-10.6	13.8	0.2	-	-	-	-
10	-12.5	30.1	-0.1	32.9	27.6	2.4	-0.0707
13	-10.9	29.3	-0.1	48.3	-18.1	-0.3	-0.0092
16	-9.9	22.0	0.5	-127.2	-1.9	5.9	10.5759

Tabla 2b.

Estaciones año 1996	Difusión $\text{kg m}^{-1}\text{s}^{-1}$	Dispersión marea $\text{kg m}^{-1}\text{s}^{-1}$	Circulación Residual $\text{kg m}^{-1}\text{s}^{-1}$	Transporte total $\text{kg m}^{-1}\text{s}^{-1}$	Transporte medio $\text{kg m}^{-1}\text{s}^{-1}$	Error $\text{kg m}^{-1}\text{s}^{-1}$	Parámetro Estratificación $\text{kg m}^{-1}\text{s}^{-1}$	Parámetro Circulación $\text{kg m}^{-1}\text{s}^{-1}$
3	-	-	-	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-0.3	0.1	0.0211	62.6	62.5	-7.60E-04	0.0186	0.9
13	0.1	-0.1	-0.0021	29.9	29.9	6.67E-05	0.0022	1.4
16	1.3	-0.3	0.2052	-111.5	-111.4	-9.10E-04	0.7644	1.4

Tabla 3.

ESTACION	LATITUD	LONGITUD	FECHA DE MEDICION	ESTADO DE LA MAREA
3	2°44.3'S	79°53.8'W	05/04/97	Cuadratura
7	2°19.0'S	79°49.7'W	06/04/97	Cuadratura
16	2°25.1'S	80°01.8'W	22/04/97	Sicigia
13	2°40.7'S	80°13.8'W	11/04/97	Sicigia
10	2°44.3'S	79°53.7'W	16/04/97	Sicigia

Tabla 4a.

Estaciones Año 1997	Altura (m)	Salinidad (Ups)	Velocidad (m/s)	Descarga $\text{kg m}^{-1}\text{s}^{-1}$	Deriva $\text{kg m}^{-1}\text{s}^{-1}$	Correlación marea $\text{kg m}^{-1}\text{s}^{-1}$	Circulación Gravitacional $\text{kg m}^{-1}\text{s}^{-1}$
3	-6.8	0.06	0.06	-	-	-	-
7	-11.6	0.17	0.21	-	-	-	-
10	-15	17.0	0.2	-48.0	2.9	-1.2	0.62
13	-7.9	18.5	-0.1	13.4	-5.4	-0.6	0.04
16	-4.9	16.2	-0.1	5.0	-1.6	-0.02	-0.01

Tabla 4b.

Estaciones Año 1997	Difusión kg m ⁻¹ s ⁻¹	Dispersión Marea kg m ⁻¹ s ⁻¹	Circulación residual kg m ⁻¹ s ⁻¹	Transporte total kg m ⁻¹ s ⁻¹	Transporte medio kg m ⁻¹ s ⁻¹	Error kg m ⁻¹ s ⁻¹	Parámetro Estratificación kg m ⁻¹ s ⁻¹	Parámetro Circulación kg m ⁻¹ s ⁻¹
3	-	-	-	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-0.90	-0.2	-0.65	-47.5	-47.6	2.30E-03	0.22	1.7
13	-0.80	0.1	0.03	6.8	6.8	0.0044	0.14	0.5
16	0.03	-0.1	0.02	3.3	3.3	-0.0042	0.03	1.4

Tabla 5. Porcentaje de la magnitud de todos los transportes para cada estación durante el año 1996

Estaciones	Descarga kg m ⁻¹ s ⁻¹	Deriva kg m ⁻¹ s ⁻¹	Correlación de marea kg m ⁻¹ s ⁻¹	Circulación gravitacional kg m ⁻¹ s ⁻¹	Difusión kg m ⁻¹ s ⁻¹	Dispersión de marea kg m ⁻¹ s ⁻¹	Circulación residual kg m ⁻¹ s ⁻¹
3	-	-	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-	-	-
10	51.9	43.6	3.8	0.11	0.5	0.1	0.03
13	72.3	27.1	0.4	0.01	0.1	0.1	0.00
16	86.3	1.3	4.0	7.17	0.9	0.2	0.14

Tabla 6. Porcentaje de la magnitud de todos los transportes para cada estación durante el año 1997

Estaciones	Descarga kg m ⁻¹ s ⁻¹	Deriva kg m ⁻¹ s ⁻¹	Correlación de marea kg m ⁻¹ s ⁻¹	Circulación gravitacional kg m ⁻¹ s ⁻¹	Difusión kg m ⁻¹ s ⁻¹	Dispersión marea kg m ⁻¹ s ⁻¹	Circulación residual kg m ⁻¹ s ⁻¹
3	-	-	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-	-	-
10	88.1	5.3	2.1	1.1	1.7	0.5	1.2
13	65.6	26.6	2.9	0.2	3.9	0.5	0.2
16	73.8	23.5	0.4	0.1	0.4	1.6	0.3

Tabla 7. Porcentaje de la magnitud de los transportes entre estaciones para 1996

Estaciones	Descarga kg m ⁻¹ s ⁻¹	Deriva kg m ⁻¹ s ⁻¹	Correlación de marea kg m ⁻¹ s ⁻¹	Circulación gravitacional kg m ⁻¹ s ⁻¹	Difusión kg m ⁻¹ s ⁻¹	Dispersión marea kg m ⁻¹ s ⁻¹	Circulación residual kg m ⁻¹ s ⁻¹
3	-	-	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-	-	-
10	15.8	58.0	27.9	0.0	17.6	20.0	9.2
13	23.2	38.0	3.5	0.0	5.9	20.0	0.9
16	61.0	4.0	68.6	100	76.5	60.0	89.8

Tabla 8. Porcentaje de la magnitud de los transportes entre estaciones para 1997

Estaciones	Descarga kg m ⁻¹ s ⁻¹	Deriva kg m ⁻¹ s ⁻¹	Correlación de marea kg m ⁻¹ s ⁻¹	Circulación gravitacional kg m ⁻¹ s ⁻¹	Difusión kg m ⁻¹ s ⁻¹	Dispersión marea kg m ⁻¹ s ⁻¹	Circulación residual kg m ⁻¹ s ⁻¹
3	-	-	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-	-	-
10	72.3	29.3	65.9	92.5	52.0	50.0	92.9
13	20.2	54.5	33.0	6.0	46.2	25.0	4.3
16	7.5	16.2	1.1	1.5	1.7	25.0	2.9

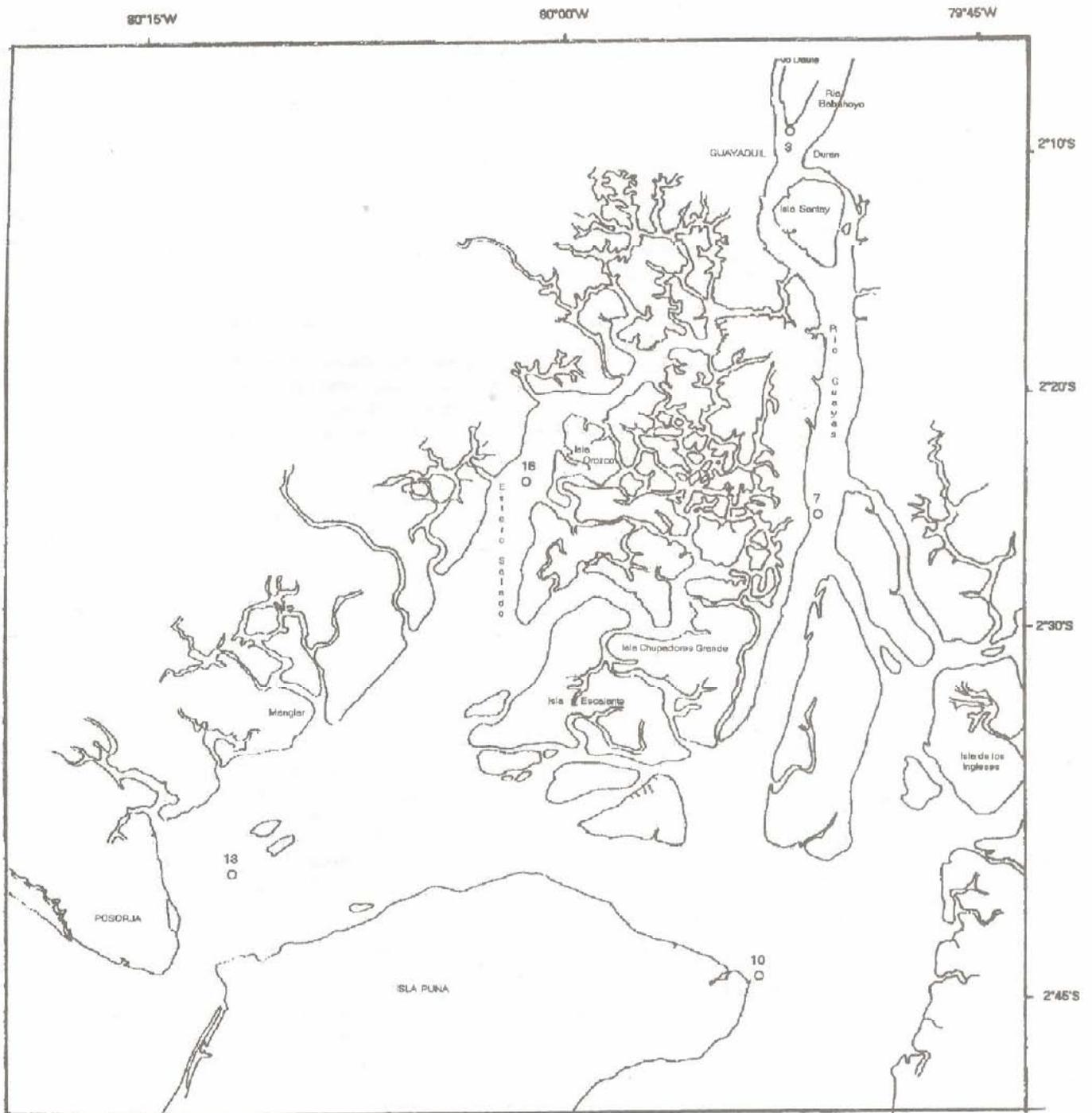


Figura 1.- Area de estudio y ubicación de las estaciones en el Golfo de Guayaquil- Ecuador