

CÁLCULO DE PRISMA DE MAREA USANDO MÉTODOS NO TRADICIONALES (1)

Cedeño, J.¹; De la Cuadra, T.², Abata, K.¹

¹Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar

²Laboratorio de Oceanografía, División de Investigación de Recursos Bioacuáticos y su Ambiente.

²Instituto Nacional de Pesca.

^{1,2}Escuela Superior Politécnica del Litoral

Campus Galindo, Km. 30.5 vía Perimetral

Apartado 09-01-5863, Guayaquil, Ecuador

Email: jcedeno@espol.edu.ec, kabata@espol.edu.ec.

1. Introducción

Se presentan los resultados de una nueva metodología para el cálculo de prisma de marea, basada en la digitalización de cartas de batimetría y su posterior procesamiento en Surfer 8[®], obteniéndose (a) una distribución espacial tridimensional del área de interés y (b) un reporte de volumen de grilla calculado por la regla trapezoidal extendida, la regla de Simpson extendida y la regla de Simpson de 3/8 extendida. El área escogida para probar esta nueva metodología es el sistema Río Guayas – Canal de Jambelí, desde la confluencia de los ríos Daule y Babahoyo, hasta Punta Piedras, en la Isla Puná, teniendo como referencia los datos de marea correspondientes a Guayaquil-Río Guayas e Isla Puná del 28 de octubre del 2004.

2. Metodología

El sistema río Guayas/Canal de Jambelí fue digitalizado por secciones, usando la carta náutica I.O.A. 107 correspondiente al área del Estero Salado – Río Guayas. La división en cuatro secciones tienen como límite los paralelos 2°09'S-2°19'S (S1), 2°19'S-2°29'S (S2), 2°29'S-2°39'S (S3) y 2°39'S-3°0.85'S (S5). Los sondeos en metros, reducidos al Nivel Medio de Bajamares de Sicigia, fueron asignados en forma digital a un archivo *.dat mediante el uso del software GOLDEN SOFTWARE Surfer 8. Los datos de marea asignados corresponden a las estaciones mareográficas Guayaquil-Río Guayas e Isla Puná del 28 de octubre del 2004. Los límites del cauce del río fueron ingresados al cómputo total como cero (0) según la línea de costa presente en la carta I.O.A. 107, y además se trazó una línea imaginaria en la desembocadura de esteros y canales al cauce principal del río Guayas, para generar un solo cuerpo de agua.

El sistema de coordenadas utilizado en primera instancia para la digitalización fue en grados decimales (Datum PSAD56), transformase luego todos los puntos de coordenadas a UTM (Datum WGS84) mediante el uso de una hoja de cálculo de Excel proporcionada por el Servicio Geológico Estadounidense (U.S. Geological Survey), y adaptada a su uso para cálculos en serie por Cedeño, 2004. El proceso de conversión se debió a que fue necesario la estandarización de las medidas en los tres ejes (x, y, z / latitud, longitud, profundidad) previo al cálculo de volúmenes.

Los datos digitalizados permitieron generar una distribución batimétrica tridimensional, a través del proceso de interpolación geoestadístico de Triangulación con Interpolación Lineal, disponible en Surfer 8.0, aplicando un modelo de variograma lineal y rejillas de elementos con valores variables para cada sección de entre 50 x 100 hasta 100 x 100. Estas distribuciones

batimétricas fueron almacenadas en archivos *.grd, que son la base para la graficación y cálculos de volúmenes dentro de Surfer.

Para realizar el cálculo de volúmenes, se cargó los archivos *.grd y se estableció la diferencia entre el nivel más somero ($Z = 0$) y las respectivas amplitudes de marea para cada caso ($Z = 4/3.75$ – pleamar; $Z = 0.35/0.20$ – bajamar), aplicando luego el método de Simpson disponible en el mismo software, y se generó el volumen de agua para cada situación (normal, pleamar, bajamar). Luego se procedió a tabular todos estos resultados a fin de obtener el prisma de marea, resultado de la resta del volumen de agua presente en el río en pleamar menos el volumen de agua en bajamar.

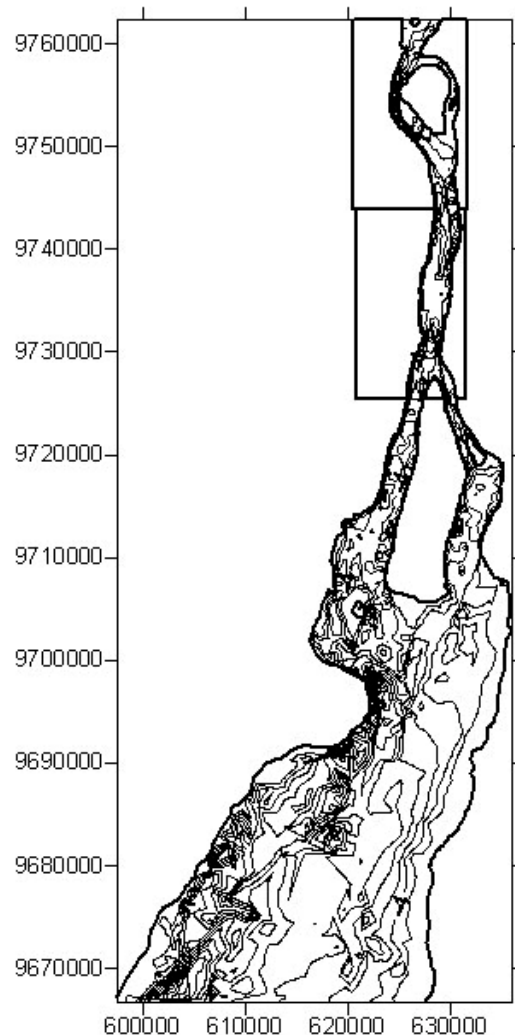
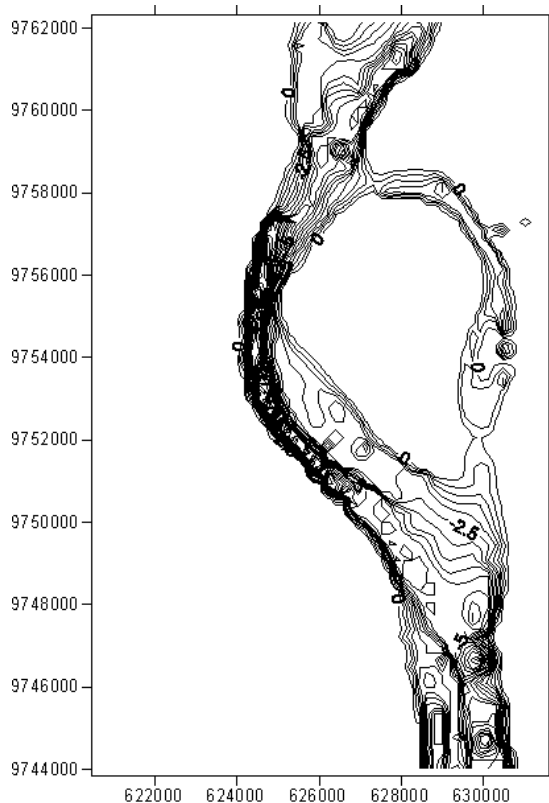
3. Resultados y Discusión

El uso del software surfer 8[©] como método no tradicional para el cálculo del prisma de marea en un área determinada, nos ofrece un análisis más rápido y confiable por las aplicaciones con que este programa cuenta.

El área escogida para probar esta nueva metodología es el sistema Río Guayas – Canal de Jambelí, teniendo como referencia los datos de marea correspondientes a Guayaquil-Río Guayas e Isla Puná del 28 de octubre del 2004.

De acuerdo a la metodología usada, el área de interés fue dividida en 4 secciones: 2°09'S-2°19'S (S1), 2°19'S-2°29'S (S2), 2°29'S-2°39'S (S3) y 2°39'S-3°0.85'S (S5), de las cuales se obtuvieron reportes e imágenes individuales, figuras (1). Donde los reportes muestra el volumen obtenido en marea normal, bajamar y pleamar haciendo uso de la regla trapezoidal extendida.

Figura 1



Secciones unidas para el cálculo de Prisma de Marea
S1+S2+S3+S5

Sección S1

Grid Volume Computations			
Sun Nov 14 22:00:20 2004			
Upper Surface			
Level Surface defined by Z = 0.35			
Lower Surface			
Grid File Name:	C:\J575\Politécnica\Procesos Estuarinos\DataBase Rio Guayas\Calculo de Prisma de Marea\S1 Andres\U DataBase S12_Baja.grd		
Grid Size:	100 rows x 61 columns		
X Minimum:	6.204.552.754		
X Maximum:	631.598.288		
X Spacing:	18.571.687.666.667		
Y Minimum:	9.743.858.012		
Y Maximum:	9762315.85		
Y Spacing:	1.864.428.080.808		
Z Minimum:	-99.953.645.509.669		
Z Maximum:	0.35		
Volumes		Areas	
Z Scale Factor:	1	Planar Areas	
Total Volumes by:		Positive Planar Area [Cu	1.495.195.356.216
Trapezoidal Rule:	15.788.985.120.604	Negative Planar Area [Fi	45.283.954.919.123
Simpson's Rule:	15.802.043.188.675	Blanked Planar Area:	10.872.430.862.031
Simpson's 3/8 Rule:	15.850.667.227.494	Total Planar Area:	20.567.592.140.275
Cut & Fill Volumes		Surface Areas	
Positive Volume [Cut]:	15.788.985.120.604		
Negative Volume [Fill]:	5,16E+04	Positive Surface Area [C	14.952.253.026.533
Net Volume [Cut-Fill]:	15.788.985.120.604	Negative Surface Area [F	45.283.954.919.122

Reporte de cálculo de Prisma de Marea para S1 bajamar

4. Comparación

Para este trabajo se hizo una comparación con el estudio sobre las “Características Físicas y Cálculo del Prisma de Marea en el Estero Cobina” [1], en el cual se puede observar el uso de un método tradicional, como es el uso del método de Ketchum, el cual consiste en subdividir al área de interés en N segmentos, donde la cabecera es el límite de la intrusión de agua salada, en nuestro caso consideramos la cabecera a la sección 1, Además, el método de Ketchum asume que el agua que sale por el reflujó del segmento n es dado por la razón de intercambio. La tabla 1 muestra el cálculo de prisma de marea con el método de Ketchum, con lo que podemos observar que es un procedimiento más complejo en comparación con el uso del software Surfer.

MÉTODO DE KETCHUM

$$\begin{aligned} \text{AREA TRANSV.} &= K \cdot \text{ANCHO} \cdot \text{PROFUNDIDAD} & \text{ALTURA} &= \frac{YR + (YR - YE)(XR)/X}{1} \\ & \begin{aligned} K1 &= 0.4 \text{ CERCA DEL RIO} \\ K2 &= 0.6 \text{ CERCA DEL ESTERO} \\ K1 \text{ EN EST } 1-2-C-E \\ K2 \text{ EN EST } 3-F-4-G-5 \end{aligned} & \text{PL O BA} & \\ & & \text{(YPLEA)} & \text{YR= ALTURA DE MAREA EN EL RIO} \\ & & \text{(YBAJA)} & \text{YE= ALTURA DE MAREA EN EL PUERTO} \\ & & & \text{XR= DISTANCIA DEL RIO A LA ESTACION} \\ & & & \text{X = DISTANCIA ENTRE EL RIO Y EL PUERTO} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{AREA PARC. PLEA - BAJA} &= \begin{aligned} \text{YPLEA} \cdot \text{ANCHO} \\ \text{YBAJA} \cdot \text{ANCHO} \end{aligned} & \text{AREA PLEA - BA} &= \begin{aligned} \text{ARPL} + \text{AREA TRANSV.} \\ \text{ARPA} + \text{AREA TRANSV.} \end{aligned} \\ \text{(ARPL)} & & \text{(ARPL-ARBA)} & \\ \text{(ARPA)} & & & \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{VOL PLEAM SEGMEN TO N} &= \text{PROM}(\text{ARPL1} \dots \text{ARPLN}) \cdot (\text{DIS1} - \text{DISN}) \cdot \text{TIEMPO DE RENOVACION N} &= & \text{(1/ RAZON N)} \\ \text{VOL BAJAM SEGMEN TO N} &= \text{PROM}(\text{ARBA1} \dots \text{ARBAN}) \cdot (\text{DIS1} - \text{DISN}) \cdot \text{TIEMPO DE RENOVACION N} &= & \text{SUM(1/RAZON N)} \\ & & \text{TOTAL} & \\ & & \text{N= 1 n} & \end{aligned}$$

$$\text{PRISMA N} = (\text{VOL PLEA} - \text{VOL BA})$$

$$\text{RAZON DE INTERCAMBIO} = (\text{PRISMA N} / \text{VOL PLEA})$$

Tabla 1 Método de Ketchum, Cálculo de Prisma de Marea

4. Conclusiones

El uso de métodos no tradicionales para el cálculo de prisma de marea nos permite conocer de nuevas herramientas que pueden agilizar y dar mejores optativas en la presentación de reportes y graficación de los mismos resultados, con es la digitalización de cartas de batimétricas teniendo así una mejor referencia del área escogida para su posterior procesamiento en Surfer 8[®], obteniéndose (a) una distribución espacial tridimensional del área de interés y (b) un reporte de volumen de grilla calculado por la regla trapezoidal extendida, la regla de Simpson extendida y la regla de Simpson de 3/8 extendida.

5. Referencias

[1] Nath J., “Características Físicas y Cálculo del Prisma de Marea en el Estero Cobina”), Tesis de Grado, Marítima-ESPOL, Guayaquil - 1993. 75 – 90 pp.

[2] “Cálculo del Prisma de Marea en el Río Guayas”, reporte interno de Marítima (no publicado), 2004.