

**ANÁLISIS NUMÉRICO I - 75.12 – 95.04 – 95.13**

**Curso: Rodríguez**

**Segundo Cuatrimestre 2023**

**TRABAJO PRÁCTICO DE MÁQUINA N° 1**

Las altura de las mareas se pueden modelar utilizando una sumatoria de componentes armónicas de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$altura(t) = a_0 + \sum_{k=1}^n a_k \cos(\omega_k t + \alpha_k) \quad (1)$$

donde:

$a_0$  es el nivel medio de referencia

n: número de componentes armónicas consideradas

$a_k$ : amplitud de la componente armónica k-ésima

$\omega_k$ : Frecuencia angular de la componente armónica k-ésima

$\alpha_k$ : Fase de la componente armónicas k-ésima

Los parámetros de la ecuación (1) se calculan a partir de la serie temporal de datos obtenida por mareógrafos en años anteriores: conocida como marea astronómica o predicha.

Por lo general; los responsables de la toma de datos de los mareógrafos son organismos que dependen de los gobiernos.

Históricamente realizaban una publicación, el anuario de mareas, y en ocasiones también publicaban la estimación de las últimas constantes armónicas obtenidas en los puertos principales. Cada puerto tiene asociado una tabla de mareas y en ocasiones hay que realizar correcciones debido a la influencia de los factores meteorológicos.

Actualmente parte de la información es de acceso público mediante páginas web, por ejemplo en Argentina el organismo responsable es el Servicio de Hidrografía Naval. <http://www.hidro.gov.ar>.

En Estados Unidos la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (National Oceanic and Atmospheric Administration - NOAA) permite el acceso publico de datos <https://oceanservice.noaa.gov/>

El objetivo es estimar las constantes armónicas de un puerto del cual se dispone la altura de la marea durante el mes de enero cada seis minutos y la altura de la marea durante todo el año en forma horaria, para dos años consecutivos: 2021 y 2022, y posteriormente, con esa información, estimar las alturas de las mareas en la primer semana de 2023, para luego comparar con los valores reales.

Para cumplir adecuadamente el objetivo propuesto se deberán resolver los siguientes ítems:

### **Parte 1**

- (a) Grafique la altura de las mareas utilizando los datos del mes de enero de 2021. Realice una estimación del tiempo entre dos máximos consecutivos y/o dos mínimos consecutivos del mismo día. Encuentre un criterio adecuado.
- (b) Determine la frecuencia angular más importantes ( $\omega_1$ ). Para ello deberá utilizar la transformada discreta de Fourier. Compare con el valor obtenido en el punto anterior. Podrá utilizar la implementación de la transformada rápida de Fourier (fft) en Octave o Python.
- (c) Repita los puntos anteriores pero utilizando los datos del todo el año de 2021 (Observación: se aconseja graficar distintos intervalos temporales).
- (d) Repita el proceso para 2022.

### **Parte 2**

- (a) Determine las dos frecuencias angulares más importantes ( $\omega_1$  y  $\omega_2$ ). Para ello deberá utilizar la transformada discreta de Fourier utilizando los datos de todo el año 2021.
- (b) Utilizando el método de mínimos cuadrados (lineales) deberá obtener el nivel medio de referencia ( $a_0$ ) y la amplitud de dos componente armónica ( $a_1, a_2$ ) como así también las fases correspondientes (a lo hallado en (a)). Indique el ECM. Grafique los datos estimados y las mediciones en una semana elegida al azar.
- (c) Repita el punto anterior 4 veces más, agregando una nueva componente armónica cada vez. Calcule el ECM en cada caso. Luego, si es necesario, repita el proceso hasta que la diferencias entre los descensos de los ECM en dos pasos consecutivos sea menor al 1%, o que como máximo utilice 12 componentes armónicas. Grafique nuevamente los datos estimados y las mediciones (para el último paso) en la semana elegida en (b).
- (d) Repita todo el proceso para el año 2022 y compare los valores obtenidos.
- (e) Extraiga conclusiones.

### **Parte 3**

- (a) Estime la altura de las mareas en la primer semana del año 2023 utilizando el modelo obtenido en la parte 2. Grafique la estimación y los valores medidos de las mareas. Calcule el ECM (dispone de datos medidos, sólo para calcular el ECM).

**El presente trabajo práctico deberá realizarse y presentarse  
de acuerdo al reglamento del curso y sus anexos.**