

Actividad 7

María Inés Valenzuela Carrillo

9 de mayo del 2015

1 Introducción

En esta actividad analizaremos un conjunto de series de tiempo de un sensor que mide: Fecha (mm/dd/aaaa), tiempo (cada 30min), presión (kPa), temperatura del agua ($^{\circ}\text{C}$), nivel del mar (metros) y día del año (DOY=Day of Year: 1-365). Tenemos un archivo con datos, que nos ha proporcionado el Dr. Julio César Rodríguez, del Departamento de Agricultura. Los datos se proporcionan en un archivo en formato de Excel. Dichos datos corresponden al manglar El Sargento, ubicado en la costa, cerca del Desemboque de los Seris, casi frente a la Isla del Tiburón.

Lo que se pretende al analizar los datos es:

- Investigar los componentes de las diferentes mareas.
- Calcular los periodos de las mareas semi-diurna, diurna y mixta.
- Producir una gráfica de la serie de tiempo

2 Mareas

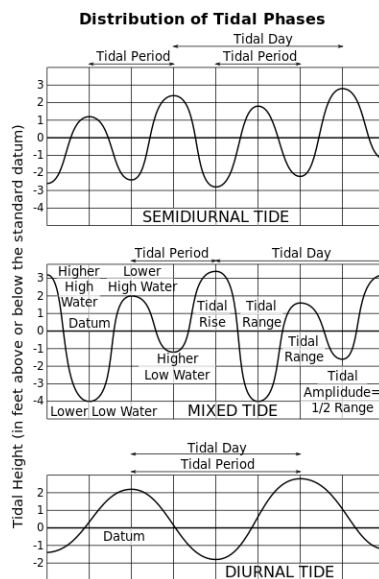
2.1 introducción a las mareas

La marea es el movimiento periódico de ascenso y descenso de las aguas del mar, producido por las perturbaciones gravitatorias del Sol y de la Luna en la Tierra. Su frecuencia es de dos veces por día aproximadamente, y su amplitud, que también varía de día a día, depende de la fase de la Luna, siendo máxima con luna llena o luna nueva. En estos casos, se dice que hay mareas vivas (o sizigias). Cuando la marea sube y llega a su máximo nivel se dice que se ha alcanzado la pleamar; cuando a continuación desciende y llega al mínimo se llama bajamar. La amplitud de marea es la diferencia entre los niveles de pleamar y bajamar.

Dependiendo de la geografía del lugar y el tipo de vientos predominantes hay tres tipos de mareas, clasificadas según las frecuencias de las pleas y las bajas:

- Semidiurnas: - Es el tipo de mareas del Río de la Plata, hay dos pleas y dos bajas, en el transcurso de un día lunar. En el caso específico del Río de la Plata de .desigualdades diurnas por no ser coincidentes los valores de las dos pleas entre sí ni de las dos bajamares. Considerando que el día lunar tiene una duración de 24h 50m, teóricamente cada 6h 13m se produce una pleamar o una bajamar.

- Diurnas: Características en las latitudes bajas, con una pleamar y una bajamar en el transcurso del día lunar. considerando que el día lunar es de 24h 50m se producirá una pleamar y una bajamar cada 12h 25m
- Mareas mixtas: Régimen de tipo intermedio, durante un día lunar se presentan dos pleamares y una bajamar o dos bajamares y una pleamar.



2.2 Historia de las mareas

El fenómeno de mareas es conocido desde la antigüedad. Parece ser que Piteas (siglo IV a. C.) fue el primero en señalar la relación entre la amplitud de la marea y las fases de la Luna así como su periodicidad. Plinio el Viejo (23-79) en su *Naturalis Historia* describe correctamente el fenómeno y piensa que la marea está relacionada con la Luna y el Sol. Mucho más tarde, Bacon, Kepler y otros trataron de explicar ese fenómeno, admitiendo la atracción de la Luna y del Sol.

Pero fue Isaac Newton en su obra *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* ('Principios matemáticos de la Filosofía Natural', 1687) quien dio la explicación de las mareas aceptada actualmente. Más tarde, Pierre-Simon Laplace (1749-1827) y otros científicos ampliaron el estudio de las mareas desde un punto de vista dinámico. Isaac Newton realizó varios estudios científicos del comportamiento de las mareas y calculó la altura de éstas según la fecha del mes, la estación del año y la latitud. Más tarde, Simon Laplace complementó los estudios de Newton.

2.3 Teoría de mareas

La teoría de las mareas es la aplicación de la mecánica de medios continuos para interpretar y predecir las deformaciones de marea de cuerpos planetarios y satélites y sus atmósferas y océanos, bajo la carga gravitatoria de otro organismo

astronómico. Por lo común, se refiere a los movimientos dinámicos de fluidos para los océanos de la Tierra.

La teoría convencional que tratan de explicar el origen de las mareas, teoriza que los abombamientos mareomotrices de los mares, son el resultado final de las fuerzas gravitatorias del Sol y la Luna sobre la Tierra. Se involucra la fuerza centrífuga para tratar de explicar el por qué las mareas más altas no ocurren en el ecuador terrestre, donde lógicamente tenían que ocurrir las mareas más altas del planeta, por su ubicación ecuatorial en el Sistema Solar; claro, si verdaderamente las mareas se originaran fundamentalmente por causas de la atracción gravitatoria ejercida entre la Luna y el Sol.

3 Código en FORTRAN

Se realizó un programa en fortran para calcular las mareas máximas y mínimas por mes, así como las máximas diarias. Con estos datos se puede conocer el periodo y al mismo tiempo saber que tipo de marea es.

Enseguida se muestra el código del programa:

```
!Programa para calcular los periodos de la marea corresponden
al manglar El Sargento
!Realizado por Inés Valenzuela

Program mareas

implicit none

real, dimension (7674) :: altura

integer :: i

real :: delta1,maxm1,maxm2,maxm3,maxm4,maxm5 !Máximos para cada mes
real :: mestx1,mestx2,mestx3,mestx4,mestx5 !Tiempo para cada máximo del mes

real :: delta2,minm1,minm2,minm3,minm4,minm5 !Mínimo para cada mes
real :: mestn1,mestn2,mestn3,mestn4,mestn5 !tiempo para cada mínimo del mes

real :: delta3,maxd1,maxd2,maxd3,maxd4,maxd5,maxd6,maxd12,maxd22,
maxd32,maxd42,maxd52,maxd62 !Máximo por cada medio día
real :: diatx1,diatx2,diatx3,diatx4,diatx5,diatx6,diatx12,diatx22,
diatx32,diatx42,diatx52,diatx62 !Tiempo de máximos por día

real :: Pm1,Pm2,Pm3,Pm4 !Período por mes
real :: Pd1,Pd2,Pd3,Pd4,Pd5,Pd6,Pd7,Pd8,Pd9,Pd10,Pd11 !Período por medio día
real :: Pm,Pd !Períodos promedio

!.....
```

```

open (1, file='mareas.csv') !Datos del nivel de la marea
open (2, file='maximosdia.dat')
open (3, file='maxmes.dat')

do i=1,7674
read (1,*) altura(i)
end do

close (1)

!.....
!Encuentra el máximo para cada mes

maxm1=0
do i=1,1344
delta1=maxm1-altura(i)
if (delta1<0) then
maxm1= altura(i)
mestx1= i/48
end if
end do

WRITE (3,*) mestx1*48,maxm1

maxm2=0
do i=1345,2688
delta1=maxm2-altura(i)
if (delta1<0) then
maxm2= altura(i)
mestx2= i/48
end if
end do

WRITE (3,*) mestx2*48, maxm2

maxm3=0
do i=2688,4032
delta1=maxm3-altura(i)
if (delta1<0) then
maxm3= altura(i)
mestx3= i/48
end if
end do

WRITE (3,*) mestx3*48, maxm3

maxm4=0
do i=4032,5376

```

```

delta1=maxm4-altura(i)
if (delta1<0) then
maxm4= altura(i)
mestx4= i/48
end if
end do

```

```

WRITE (3,*) mestx4*48, maxm4

```

```

maxm5=0
do i=5376,6720
delta1=maxm5-altura(i)
if (delta1<0) then
maxm5= altura(i)
mestx5= i/48
end if
end do

```

```

WRITE (3,*) mestx5*48, maxm5

```

```

!.....
!Encuentra el mínimo para cada mes

```

```

minm1=0
do i=1,1344
delta2=minm1-altura(i)
if (delta2>0) then
minm1= altura(i)
mestn1= i/48
end if
end do

```

```

minm2=0
do i=1344,2688
delta2=minm2-altura(i)
if (delta2>0) then
minm2= altura(i)
mestn2= i/48
end if
end do

```

```

minm3=0
do i=2688,4032
delta2=minm3-altura(i)
if (delta2>0) then
minm3= altura(i)
mestn3= i/48
end if

```

```

end do

minm4=0
do i=4032,5376
delta2=minm4-altura(i)
if (delta2>0) then
minm4= altura(i)
mestn4= i/48
end if
end do

minm5=0
do i=5376,6720
delta2=minm5-altura(i)
if (delta2>0) then
minm5= altura(i)
mestn5= i/48
end if
end do

!.....
!Maximos de una semana cada 12 horas

maxd1=0
do i=35,58
delta3=maxd1-altura(i)
if (delta3<0) then
maxd1=altura(i)
diatx1=i*0.5
end if
end do

WRITE (2,*) diatx1*2, maxd1

maxd12=0
do i=59,82
delta3=maxd12-altura(i)
if (delta3<0) then
maxd12=altura(i)
diatx12=i*0.5
end if
end do

WRITE (2,*) diatx12*2,maxd12

maxd2=0
do i=83,106
delta3=maxd2-altura(i)
if (delta3<0) then
maxd2=altura(i)

```

```

diatx2=i*0.5
end if
end do

WRITE (2,*) diatx2*2,maxd2

maxd22=0
do i=107,130
delta3=maxd22-altura(i)
if (delta3<0) then
maxd22=altura(i)
diatx22=i*0.5
end if
end do

WRITE (2,*) diatx22*2,maxd22

maxd3=0
do i=131,154
delta3=maxd3-altura(i)
if (delta3<0) then
maxd3=altura(i)
diatx3=i*0.5
end if
end do

WRITE (2,*) diatx3*2,maxd3

maxd32=0
do i=155,178
delta3=maxd32-altura(i)
if (delta3<0) then
maxd32=altura(i)
diatx32=i*0.5
end if
end do

WRITE (2,*) diatx32*2,maxd32

maxd4=0
do i=179,202
delta3=maxd4-altura(i)
if (delta3<0) then
maxd4=altura(i)
diatx4=i*0.5
end if
end do

WRITE (2,*) diatx4*2,maxd4

```

```

maxd42=0
do i=203,226
delta3=maxd42-altura(i)
if (delta3<0) then
maxd42=altura(i)
diatx42=i*0.5
end if
end do

WRITE (2,*) diatx42*2,maxd42

maxd5=0
do i=227,250
delta3=maxd5-altura(i)
if (delta3<0) then
maxd5=altura(i)
diatx5=i*0.5
end if
end do

WRITE (2,*) diatx5*2,maxd5

maxd52=0
do i=251,274
delta3=maxd52-altura(i)
if (delta3<0) then
maxd52=altura(i)
diatx52=i*0.5
end if
end do

WRITE (2,*) diatx52*2,maxd52

maxd6=0
do i=275,298
delta3=maxd6-altura(i)
if (delta3<0) then
maxd6=altura(i)
diatx6=i*0.5
end if
end do

WRITE (2,*) diatx6*2,maxd6

maxd62=0
do i=299,322
delta3=maxd62-altura(i)
if (delta3<0) then
maxd62=altura(i)
diatx62=i*0.5

```



```

end if
end do

WRITE (2,*) diatx62*2,maxd62

!.....
!Períodos por mes

Pm1=(mestx2-mestx1)
Pm2=(mestx3-mestx2)
Pm3=(mestx4-mestx3)
Pm4=(mestx5-mestx4)
Pm=(pm1+pm2+pm3+pm4)/4 !Período promedio

!Períodos por día

pd1=(diatx12-diatx1)
pd2=(diatx2-diatx12)
pd3=(diatx22-diatx2)
pd4=(diatx3-diatx22)
pd5=(diatx32-diatx3)
pd6=(diatx4-diatx32)
pd7=(diatx42-diatx4)
pd8=(diatx5-diatx42)
pd9=(diatx52-diatx5)
pd10=(diatx6-diatx52)
pd11=(diatx62-diatx6)

pd =(pd1+pd2+pd3+pd4+pd5+pd6+pd7+pd8+pd9+pd10+pd11)/11 !Periodo promedio

!.....

Print *,'*****'
Print *,'Niveles máximos de mareas mensuales:'
Print *,'.....'
Print *,'Primer mes:', maxm1, 'El día:', mestx1
Print *,'.....'
Print *,'Segundo mes:', maxm2, 'El día:', mestx2
Print *,'.....'
Print *,'Tercer mes:', maxm3, 'El día:', mestx3
Print *,'.....'
Print *,'Cuarto mes:', maxm4, 'El día:', mestx4
Print *,'.....'
Print *,'Quinto mes:', maxm5, 'El día:', mestx5
Print *,'*****'
Print *,'Niveles mínimos de mareas mensuales:'
Print *,'.....'
Print *,'Primer mes:', minm1, 'El día:', mestn1
Print *,'.....'

```

```

Print *, 'Segundo mes:', minm2, 'El día:', mestn2
Print *, '.....'
Print *, 'Tercer mes:', minm3, 'El día:', mestn3
Print *, '.....'
Print *, 'Cuarto mes:', minm4, 'El día:', mestn4
Print *, '.....'
Print *, 'Quinto mes:', minm5, 'El día:', mestn5
Print *, '*****'
Print *, 'El período de la marea máxima por mes es:'
Print *, '.....'
Print *, 'Del primer al segundo mes:', pm1, 'días'
Print *, '.....'
Print *, 'Del segundo al tercer mes:', pm2, 'días'
Print *, '.....'
Print *, 'Del tercer al cuarto mes:', pm3, 'días'
Print *, '.....'
Print *, 'Del cuarto al quinto mes:', pm4, 'días'
Print *, '.....'
Print *, 'El período promedio mensual de maximos es:', Pm
Print *, '*****'
Print *, 'Niveles máximos de mareas diarias:'
Print *, '.....'
Print *, 'Primer día:', maxd1, 'y', maxd12
Print *, '.....'
Print *, 'segundo día:', maxd2, 'y', maxd22
Print *, '.....'
Print *, 'Tercer día:', maxd3, 'y', maxd32
Print *, '.....'
Print *, 'Cuarto día:', maxd4, 'y', maxd42
Print *, '.....'
Print *, 'Quinto día:', maxd5, 'y', maxd52
Print *, '.....'
Print *, 'Sexto día:', maxd6, 'y', maxd62
Print *, '*****'
Print *, 'El período de la marea máxima cada 12 horas:'
Print *, '.....'
Print *, 'del primer día :', pd1
Print *, '.....'
Print *, 'del primer al segundo día :', pd2
Print *, '.....'
Print *, 'del segundo día :', pd3
Print *, '.....'
Print *, 'del segundo al tercer día :', pd4
Print *, '.....'
Print *, 'del tercer día :', pd5
Print *, '.....'
Print *, 'del tercer al cuarto día :', pd6
Print *, '.....'
Print *, 'del cuarto día :', pd7
Print *, '.....'

```

```

Print *, 'del cuarto al quinto día :', pd8
Print *, '.....'
Print *, 'del quinto día :', pd9
Print *, '.....'
Print *, 'del quinto al sexto día :', pd10
Print *, '.....'
Print *, 'del sexto día :', pd11
Print *, '.....'
Print *, 'El período promedio diario de maximos es:', Pd

end program mareas

```

3.1 Resultados

El programa arrojó los siguientes resultados:

```

ines@ines-HP-Pavilion-g4-Notebook-PC:~/ProgFortran/ProgramacionF/Producto7$ ./mareas
*****
Niveles máximos de mareas mensuales:
.....
Primer mes:  1.15499997   El día:  21.0000000
.....
Segundo mes:  0.885999978   El día:  51.0000000
.....
Tercer mes:  1.09899998   El día:  80.0000000
.....
Cuarto mes:  1.08599997   El día:  109.000000
.....
Quinto mes:  1.09099996   El día:  138.000000
*****
Niveles mínimos de mareas mensuales:
.....
Primer mes: -0.275999993   El día:  13.0000000
.....
Segundo mes: -0.625999987   El día:  45.0000000
.....
Tercer mes: -0.564999998   El día:  74.0000000
.....
Cuarto mes: -0.418500006   El día:  105.000000
.....
Quinto mes: -0.340999991   El día:  117.000000
*****
El periodo de la marea máxima por mes es:
.....
Del primer al segundo mes:  30.0000000   días
.....
Del segundo al tercer mes:  29.0000000   días
.....
Del tercer al cuarto mes:  29.0000000   días
.....
Del cuarto al quinto mes:  29.0000000   días
.....
El periodo promedio mensual de maximos es:  29.2500000
*****
Niveles máximos de mareas diarias:
.....
Primer día:  0.579999983   y  0.326000005

```

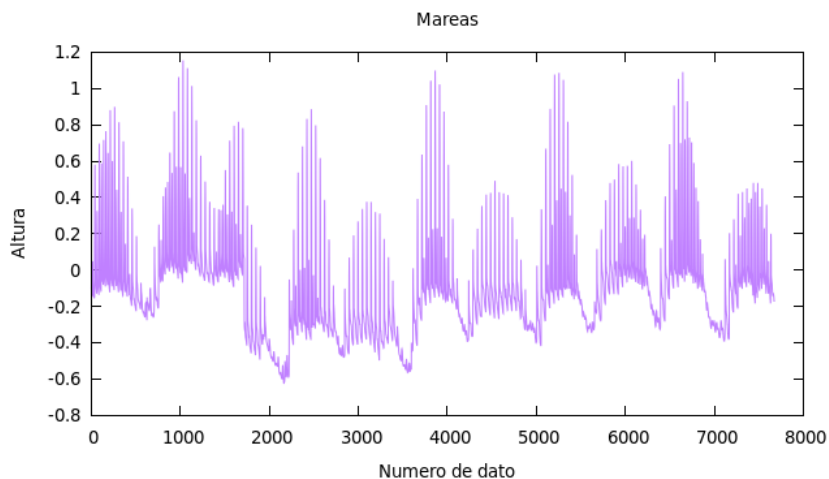
```

Niveles máximos de mareas diarias:
.....
Primer día:  0.579999983      y  0.326000005
.....
segundo día: 0.697000027      y  0.588000000
.....
Tercer día:  0.717000008      y  0.764999986
.....
Cuarto día:  0.644999981      y  0.880999982
.....
Quinto día:  0.601000011      y  0.898999989
.....
Sexto día:   0.442000002      y  0.814000010
*****
El periodo de la marea máxima cada 12 horas:
.....
del primer día : 12.0000000
.....
del primer al segundo día : 12.5000000
.....
del segundo día : 12.5000000
.....
del segundo al tercer día : 12.0000000
.....
del tercer día : 12.5000000
.....
del tercer al cuarto día : 12.0000000
.....
del cuarto día : 12.5000000
.....
del cuarto al quinto día : 12.0000000
.....
del quinto día : 12.5000000
.....
del quinto al sexto día : 12.0000000
.....
del sexto día : 12.5000000
.....
El periodo promedio diario de maximos es: 12.2727270
ines@ines-HP-Pavilion-g4-Notebook-PC:~/ProgFortran/ProgramacionF/Producto7$ gimp

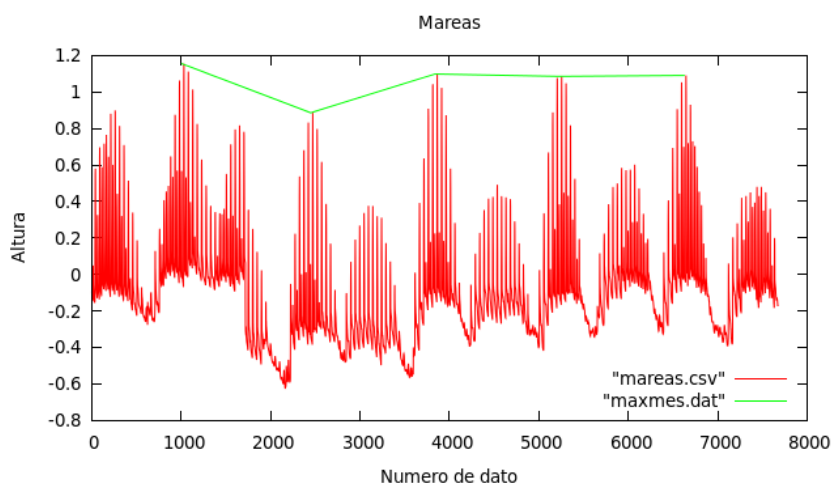
```

4 Interpretación de gráficas y resultados

En la siguiente gráfica se pueden mostrar los registros del nivel del mar a partir de octubre hasta marzo del siguiente año.



Mediante el programa en FORTRAN obtuvimos los máximos por mes durante 5 meses y los guardamos en un archivo "maxmes.dat". Esta gráfica muestra el contraste entre los datos que nos proporcionaron inicialmente y los máximos que se encontraron por mes. Como se puede ver en la gráfica los puntos máximos coinciden y se tiene solamente uno en el mes, lo cual es lógico debido a que el periodo encontrado fue de aproximadamente 29 días, es decir, el pleamar máximo de cada mes ocurre en ese lapso de tiempo.



Por último, la gráfica que a continuación se muestra señala los máximos durante 6 días del mes de octubre, al igual que en la anterior se compara con los datos que nos dieron inicialmente, pero esta vez en un rango más pequeño.

Todos los máximos coinciden, y los resultados del programa nos indican que el periodo entre cada pleamar es de aproximadamente 12 horas, por lo tanto es fácil concluir que se tienen dos máximos por día. Con lo anterior se puede deducir que no es una marea diurna, en donde se tiene solo un pleamar por día, sino que es una semi-diurna ya que cuenta con dos pleamar y dos bajamar cada día.

