



UN ATLAS DE OLEAJE PARA CHILE

Informe Técnico 01:

Definición de estadígrafos de calidad de ajuste

Elaboró: Ariel Gallardo Y., Marco Álvarez R.
Revisó: José Beyá M., Patricio Winckler G.
Fecha: 16/01/2017

Un proyecto financiado por el Programa IDeA FONDEF- CONICYT.
Proyecto "IT13i". Código IT13I20006

Este documento forma parte de una serie de informes que se generaron con el objetivo de dar a conocer los procesos involucrados en la generación del Atlas de Oleaje de Chile. A continuación se mencionan dichos informes y, entre paréntesis, la forma en la que serán referenciados:

- Informe Técnico 01: Definición de estadígrafos de calidad de ajuste (IT01)
- Informe Técnico 02: Calibración del modelo Wavewatch III (IT02)
- Informe Técnico 03: Comparación altimetría satelital con alturas de boyas (IT03)
- Informe Técnico 04: Corrección de errores sistemáticos del modelo Wavewatch III (IT04)
- Informe Técnico 05: Comparación del Atlas con otras bases de datos (IT05)
- Informe Técnico 06: Proceso de datos de oleaje (IT06)

CONTENIDOS

1	DEFINICIÓN DE ESTADÍGRAFOS DE CALIDAD DE AJUSTE	4
1.1	RESUMEN	4
1.2	ESTADÍSTICOS PARA PARÁMETROS ESCALARES (ALTURA Y PERÍODO).....	5
1.3	ESTADÍSTICOS PARA PARÁMETROS ANGULARES (DIRECCIÓN).....	7
1.4	BIBLIOGRAFIA	8

1 DEFINICIÓN DE ESTADÍGRAFOS DE CALIDAD DE AJUSTE

1.1 RESUMEN

En este capítulo se presentan los estadígrafos utilizados para el análisis de resultados. Estos fueron usados para la calibración y validación del modelo. Los estadísticos son:

- MAE : error absoluto medio (Mean Absolute Error)
- R^2 : coeficiente de determinación
- RMSE : raíz del error cuadrático medio (Root Mean Square Error)
- BIAS : sesgo, diferencia entre valor modelado y valor medido
- SS : habilidad de pronóstico (Skill Score)
- SI : índice de dispersión (Scatter Index)
- RE_{min} : mínimo error relativo (Minimum Relative Error)
- RE_{max} : máximo error relativo (Maximum Relative Error)
- RE_{mean} : promedio error relativo (Mean Relative Error)
- ARE_{min} : mínimo error absoluto relativo (Minimum Absolute Relative Error)
- ARE_{max} : máximo error absoluto relativo (Maximum Absolute Relative Error)
- AARE : promedio error absoluto relativo (Average Absolute Relative Error)

En la sección 1.2 se presentan estadísticos para evaluar parámetros escalares como: la altura significativa espectral (H_{m0}), el periodo pico (T_p) y el periodo medio (T_m) (Gallagher et al., 1998, Montgomery et al., 2007 y Zambreskey, 1988). En tanto, en la sección 1.3 se presentan los estadísticos usados para analizar parámetros angulares como la dirección media (D_m) y dirección pico (D_p) (Zar, 1998).

1.2 ESTADÍSTICOS PARA PARÁMETROS ESCALARES (ALTURA Y PERÍODO)

Los nombres de los estadísticos están seguidos de su abreviatura, su dominio y su fórmula en las líneas siguientes.

Los valores observados (mediciones de boyas o satelitales) son denotados por O_i mientras que los valores pronosticados o modelados son denotados por P_i , donde el subíndice i indica que los valores pueden ser comparados tanto por su proximidad espacial como temporal. El número total de comparaciones se denota por N .

Para las direcciones, todos los datos tanto observados como pronosticados están medidos en grados y varían entre 0° y 359° .

- Error absoluto medio (MAE)
Valores dentro del intervalo $[0, \infty]$. Mejor ajuste cuando es cercano a 0.

$$MAE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |P_i - O_i|$$

- Raíz del error cuadrático medio (RMSE)
Valores dentro del intervalo $[0, \infty]$. Mejor ajuste cuando es cercano a 0.

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (P_i - O_i)^2}$$

- Sesgo (BIAS)
Valores dentro del intervalo $[-\infty, \infty]$. Mejor ajuste cuando es cercano a 0.

$$BIAS = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N P_i - O_i$$

- Habilidad de pronóstico (SS)
Valores dentro del intervalo $[0, 1]$. Mejor ajuste cuando es cercano a 1.

$$SS = 1 - \frac{\sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (P_i - O_i)^2}}{\sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N O_i^2}}$$

- Índice de dispersión (SI)
Valores dentro del intervalo $[0, \infty]$. Mejor ajuste cuando es cercano a 0.

$$SI = \frac{RMSE}{\sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N O_i^2}}$$

- Coeficiente de determinación (R^2)
Valores dentro del intervalo $[0,1]$. Mejor ajuste cuando es cercano a 1.

$$R^2 = \frac{Cov(O,P)^2}{s_o^2 s_p^2}$$

donde $Cov(O,P)$ es la covarianza entre O y P

- Mínimo error relativo (RE_{min})
Valores dentro del intervalo $[-\infty,\infty]$. Mejor ajuste cuando es cercano a 0.

$$RE_{min} = \min\left(\frac{P_i - O_i}{O_i}\right)$$

- Máximo error relativo (RE_{max})
Valores dentro del intervalo $[-\infty,\infty]$. Mejor ajuste cuando es cercano a 0.

$$RE_{max} = \max\left(\frac{P_i - O_i}{O_i}\right)$$

- Error relativo medio (RE_{mean})
Valores dentro del intervalo $[-\infty,\infty]$. Mejor ajuste cuando es cercano a 0.

$$RE_{mean} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{P_i - O_i}{O_i}$$

- Mínimo error relativo absoluto (ARE_{min})
Valores dentro del intervalo $[0,\infty]$. Mejor ajuste cuando es cercano a 0.

$$ARE_{min} = \min\left(\frac{|P_i - O_i|}{O_i}\right)$$

- Máximo error relativo absoluto (ARE_{max})
Valores dentro del intervalo $[0,\infty]$. Mejor ajuste cuando es cercano a 0.

$$ARE_{max} = \max\left(\frac{|P_i - O_i|}{O_i}\right)$$

- Error relativo absoluto medio (AARE)
Valores dentro del intervalo $[0,\infty]$. Mejor ajuste cuando es cercano a 0.

$$AARE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{|P_i - O_i|}{O_i}$$

1.3 ESTADÍSTICOS PARA PARÁMETROS ANGULARES (DIRECCIÓN)

- Error absoluto medio (MAE)

$$MAE = \frac{1}{N} \sum_{i \in I} |O_i - P_i| + \frac{1}{N} \sum_{i \in I^c} (360 - |O_i - P_i|)$$

donde $I = \{i \in \{1,2,3, \dots, N\} / |O_i - P_i| \leq 180\}$ y $I^c = \{1,2,3, \dots, N\} \setminus I$

- Raíz del error cuadrático medio (RMSE)

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i \in I} (O_i - P_i)^2 + \frac{1}{N} \sum_{i \in I^c} (360 - |O_i - P_i|)^2}$$

donde $I = \{i \in \{1,2,3, \dots, N\} / |O_i - P_i| \leq 180\}$ y $I^c = \{1,2,3, \dots, N\} \setminus I$

- Habilidad de pronóstico circular (SS)

$$SS = 1 - \frac{5.72581 \cdot \sqrt{RMSE} + 5.79289 \cdot RMSE}{180 - RMSE}$$

- Coeficiente de determinación (R^2)

$$R^2 = \left(\frac{4 \left[\left(\sum_{i=1}^N \cos O_i \cos P_i \right) \left(\sum_{i=1}^N \sin O_i \sin P_i \right) - \left(\sum_{i=1}^N \cos O_i \sin P_i \right) \left(\sum_{i=1}^N \sin O_i \cos P_i \right) \right]}{\sqrt{\left[N^2 - \left(\sum_{i=1}^N \cos (2O_i) \right)^2 - \left(\sum_{i=1}^N \sin (2O_i) \right)^2 \right] \left[N^2 - \left(\sum_{i=1}^N \cos (2P_i) \right)^2 - \left(\sum_{i=1}^N \sin (2P_i) \right)^2 \right]}} \right)^2$$

1.4 BIBLIOGRAFIA

Gallagher E. L., Elgar S. y Guza R. T. (1998). "Observations of sand bar evolution on a natural beach". *Journal of Geophysical Research*, Volume 103, pages 3203-3215.

Montgomery D., Jennings C., Kulahci M. (2007). "Introduction to Time Series Analysis and Forecasting". New Jersey. USA.

Zambreskey L. (1988). "A verification study of the global WAM model, December 1987 – November 1988". GKSS Forschungszentrum Geesthacht GMBH Report GKSS 89/E/37.

Zar J. H. (1984). "Biostatistical analysis". Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey.