

## VISIÓ GLOBAL DELS ESTADÍSTICS DE L'ONATGE

Autora: Mercè Casas i Prat  
 Tutor intern: Joan Pau Sierra Pedrico  
 Tutor extern: Leo H. Holthuijsen (TU Delft)

### Resum

Per tal de predir les elevacions extremes de l'onatge, la comprensió dels estadístics de l'alçada de l'ona esdevé un factor clau per a l'enginyeria civil, especialment per a raons de seguretat i prevenció.

Aquest estudi, focalitzat en aigües profundes, ha analitzat en detall algunes de les més importants teories que actualment existeixen relatives als estadístics de curt termini. S'ha basat en l'anàlisi de 40.000 registres temporals (aprox. 10 milions de ones) de 4 boies situades a la costa catalana (Mar Mediterrani) de XIOM i s'ha complementat amb unes 9.000 ones enregistrades per 2 altímetres làser del projecte WADIC (Mar del Nord). Per a les dades brutes del Mediterrani (representant 40 milions d'ones aproximadament), ha calgut un filtratge a través d'un control de qualitat. Aquest control de qualitat i el posterior anàlisi estadístic i espectral s'han dut a terme amb un codi del MATLAB, desenvolupat per l'autora per a aquest estudi. L'anàlisi ha consistit bàsicament en la comparació dels valors observats i predits pels paràmetres descriptius més importants de l'elevació de la superfície lliure com ara l'alçada significat i l'alçada màxima (també de la cresta i el sinus).

La gran quantitat de dades ha servit per obtenir uns resultats més fiables, reduint els errors deguts al mostreig. Tot i que la llargada de les mostres (en termes de número de dades puntuals) es limita a l'exigència d'estacionarietat, es poden normalitzar els registres amb la desviació estàndard i llavors construir grups de llargs registres. Això és especialment útil per a l'anàlisi de l'alçada màxima ja que permet considerar el valor d'aquesta per a grans números d'ones. La comparació entre les observacions de les boies i els làsers ha servit per posar de manifest que, com en molts altres estudis, la boia tendeix a evitar les llargues crestes de l'onatge i, per tant, degut al moviment orbital, enregistra un perfil de superfície lliure més simètric del que realment és. No obstant, l'alçada d'ona (no pas la cresta i el sinus) no sembla afectada per aquest fenomen.

La teoria lineal, a part d'assumir que l'elevació de la superfície lliure és la suma d'un gran nombre d'ones harmòniques independents (i, per tant, la seva distribució és la Gaussiana), també incorpora la hipòtesi d'espectre de banda estreta. Aquesta teoria resulta en la coneguda distribució de Rayleigh per a la predicció de les alçades d'ones (Longuet-Higgins, 1952). No obstant, les ones mesurades són lleugerament menors que les prediccions fetes per aquesta teoria. En aquest treball s'han presentat altres teories més avançades. Elles es poden agrupar en dos, depenent de si consideren l'elevació de la superfície com a Normalment distribuïda o no. En el primer cas, es tracta de resoldre la sobre predicció que ocorre en la teoria lineal la qual està estretament relacionada amb el caràcter ample de l'espectre. En segon lloc, les possibles interaccions entre ones es consideren, la qual cosa comporta la presència de efectes no lineals. Aquests semblen estar relacionats amb la *kurtosis* i l'*skewness* de l'elevació de la superfície: la *kurtosis* està més relacionada amb el l'augment de les alçades d'ona i l'*skewness* amb la presència de perfil asimètric (les crestes punxegudes i els sinus arrodonits).

Després de l'anàlisi dels dos conjunts d'observacions, s'ha constatat que l'alçada significat es sobre prediu en un 7% en el cas de la teoria lineal. Tal discrepància és major per a la alçada màxima; de fet, l'error comès sembla que s'incrementa a mesura que es tendeix cap a la cua de la distribució, amb menors probabilitats d'ocurrència. La presència de no linearitats sembla ser dèbil. S'ha constatat que la sobrepredicció de l'alçada d'ona està relacionada amb la hipòtesis de l'alçada d'ona essent el doble de la cresta. La teoria cresta-a-sinus (Tayfun, 1981b), que assumeix un cert temps entre cresta i sinus, ha resultat ser la més apropiada tot i que els resultats no són prou convincents ja que els errors comesos són 2-7% per els paràmetres més característics com ara l'alçada mitjana, l'alçada rms o l'alçada significat. No obstant, si, per simplicitat, es necessiten resultats amb una exactitud del 10% per a l'estimació d'aquestes alçades, la distribució Rayleigh és força acceptable (excepte per a l'alçada d'ona màxima). Tot i així, tal exactitud no es sol admetre per propòsits enginyerils. Així doncs, és necessària una major recerca, per tal de quantificar millor l'efecte de l'ample espectral.

Contràriament als resultats de les alçades d'ona, les crestes i sinus observats difereixen notablement entre els registres de les boies i els làsers. En el primer cas, els nivells de cresta i sinus es predeïen raonablement bé per la teoria lineal, la sobrepredicció essent menor del 2%. En el cas del làser, s'ha manifestat clarament un caràcter no-lineal típic del patró físic de crestes altes i punxegudes i sinus menys profunds i arrodonits. Aquestes no linearitats eren especialment marcades en la cresta / sinus màxim, en què la teoria no lineal de Tayfun (1994), usant també un número efectiu d'ones (Cartwright, 1958), donava unes crestes observades que eren sotapredites mentre els sinus mesurats es sobrepredeïen. Una possible raó és la sensibilitat dels resultats al paràmetre de l'*skewness*, que no és un paràmetre molt robust.