

# Alternativas comerciales y experimentales de boyas

## 1 Introducción

En este informe se describen algunas tecnologías utilizadas con boyas que empresas y entes de investigación desarrollan para recabar datos inherentes a su ámbito. Es interesante observar que tales tecnologías abarcan desde la transformación de energía a partir de la captura de las olas hasta la recopilación de datos meteorológicos y de calidad de agua desde un enfoque operativo lagrangiano.

## 2 Alternativas comerciales y de estudio

La energía del oleaje cada vez está atrayendo más atención en el mundo debido a la elevada densidad de energía, abundantes reservas, amplia disponibilidad y predictibilidad. En los últimos años las tecnologías relacionadas en la conversión de la energía del oleaje se han ido perfeccionando y numerosos tipos de convertidores energéticos del oleaje (WEC, Wave Energy Converters) han ido surgiendo [1]. Generalmente en dispositivos de conversión de energía de las olas, la energía de las olas se extrae a través de las fuerzas de reacción entre dos cuerpos, donde uno de los cuerpos interactúa con las olas y el otro cuerpo está sumergido e interactúa contra el fondo marino. De entre estos convertidores-absorbedores puntuales, ver Figura 1, se pueden citar dispositivos como PowerBuoy, the WaveBob, the Aquabuooy, boya IPS y la boya Lysekil de la Universidad de Uppsala. La mayoría de estos dispositivos se encuentran en fase precomercial y por medio de la optimización de sus costos de producción las mismas podrán manufacturarse a escala comercial [2]. En el diseño y modelado de una boya se debe considerar el oleaje, las corrientes marinas y el viento y su interacción con otros elementos donde se generan condiciones ambientales más complejas para asegurar su estabilidad. No obstante, el diseño y modelado de una boya para su posterior manufactura es en los actuales momentos una labor difícil. Una de las principales razones es la compleja relación entre múltiples condiciones paramétricas y las características del movimiento de la boya como, por ejemplo, máximo cabeceo, movimiento de guiñada o rotación axial, que no pueden ser predichos a la hora de optimizar su estructura [3].

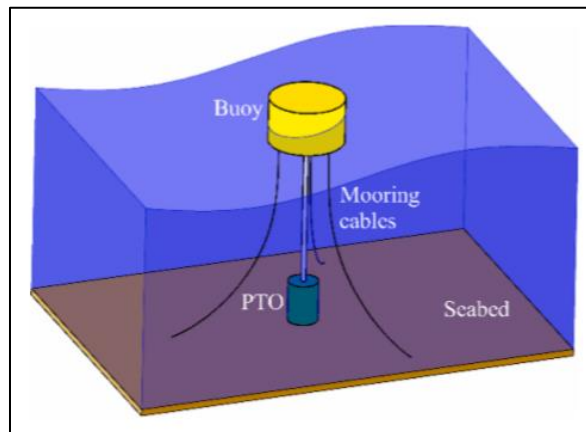


Figura 1 Esquema de una boya del tipo absorbedor puntual. Fuente: Wu, J., Qian, C., Ni, Z. et al. [4]

La transformación energética del movimiento de una ola se divide en tres fases [1]: conversión de energía proveniente de las olas en un mecanismo recíprocante de captura de energía, la transformación del movimiento inducido de la ola en un movimiento unidireccional en un dispositivo mecánico, por ejemplo, turbina de aire, hidroturbina o motor hidráulico, y la generación de potencia eléctrica. En este sentido la captura de la energía de las olas se realiza a través de una amplia variedad de boyas, como las oscilantes, las de plato pendular, las de cuerpo de balsa o las cámaras de acumulación. La Figura 2 muestra una boya oscilante.



Figura 2 Boya de oscilación en la superficie del mar para capturar la energía de las olas. Modo de operación normal. Fuente: Sun, P., Hu, S., He, H. et al [1].

La utilización de plataformas flotantes offshore o boyas equipadas con sistemas de adquisición de datos (DAQ, Data Acquisition) permite el monitoreo de importantes variables oceanográficas y meteorológicas en ambientes marinos. Los datos recopilados por boyas tipo tablero y plataformas flotantes contribuyen a la validación de análisis teóricos y numéricos de la hidrodinámica marina y costera [5]. Por ejemplo, Moroni et al. utilizaron una boya amarrada al fondo marino equipada con sensores para la evaluación de parámetros marinos y meteorológicos debido a la presencia de hidrocarburos, vistos como contaminantes de elevado impacto del ecosistema marino [6].

Debido a la mayor atención enfocada hacia la generación eléctrica a partir de la energía de las olas y la medida de los parámetros de calidad de agua, se espera que el mercado de las boyas mantenga una constante expansión en los próximos años. La Figura 3 muestra la evolución del número de boyas con fines meteorológicos desplegadas en los océanos [7].

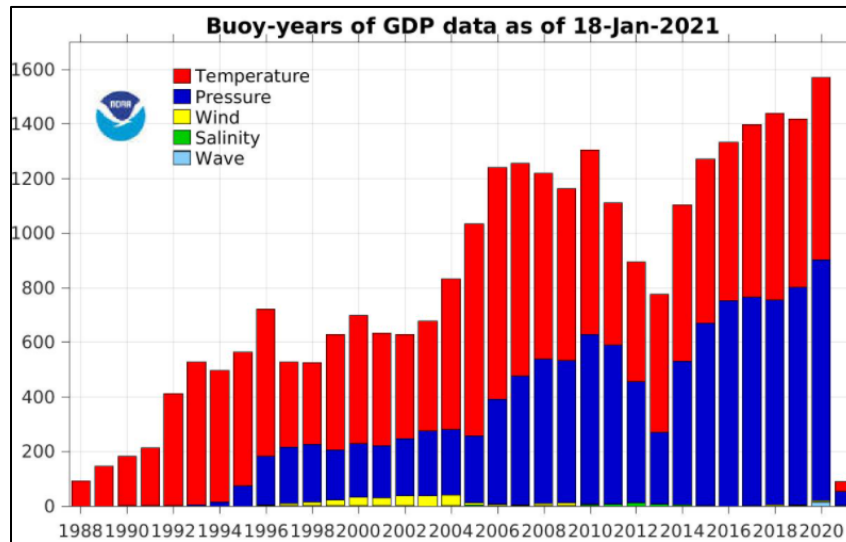


Figura 3 Evolución de los tipos de boyas utilizadas en el monitoreo de condiciones meteorológicas y de calidad del agua. Fuente: NOAA [7]

Bajo el alero del programa Global Drifter que cuenta con el respaldo de la Administración Atmosférica y Oceánica Nacional de Estados Unidos (NOAA, National Oceanic and Atmospheric Administration) [7] se aspira a mantener una red global de 1300 boyas de superficie distribuidas en una superficie de 5° por 5° cada una, ver Figura 4, y seguimiento satelital para la medida parámetros como temperatura de la superficie del mar, presión atmosférica, vientos, oleaje y salinidad.

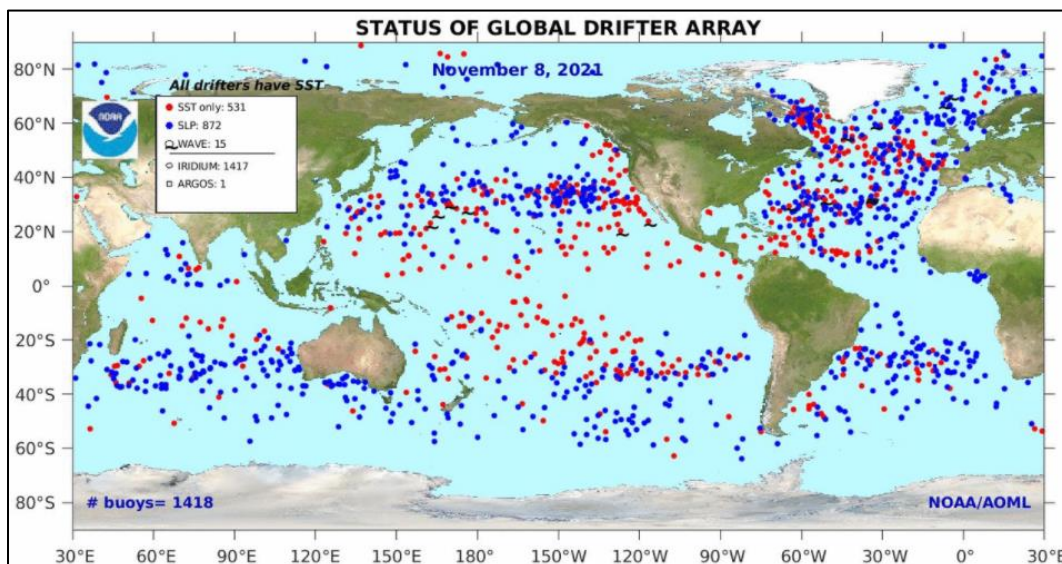
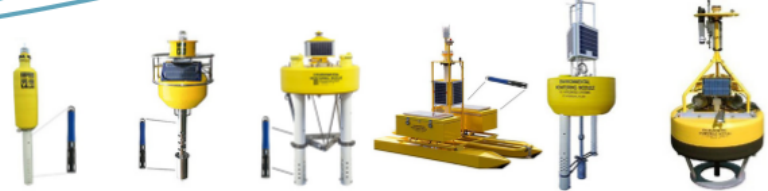


Figura 4 Mapa de boyas a la deriva (enfoque lagrangiano) para la medida de parámetros oceanográficos. Fuente: NOAA [7].

Numerosos fabricantes de boyas de reconocidas marcas a nivel mundial suministran estos dispositivos a la cada vez mayor demanda. Un fabricante como Xylem [8] ofrece una amplia variedad de equipos, como boyas y dispositivos de adquisición de datos o sensores. La

Figura 5 muestra una guía práctica de selección de boyas considerando parámetros como peso del sistema, flotabilidad, mínima y máxima profundidad de operación, entre otros. En base a los fines la empresa ofrece boyas y superficies flotantes adaptadas a soluciones de acuicultura, construcción naval, energía y potencia (WEC's), monitoreo ambiental y oceánico, petróleo y gas costa adentro. Otra empresa dedicada a ofrecer soluciones basadas en amarres de boyas sustentables para reducir el impacto mediambiental marino es Aquamoor [9], ver Figura 6 para datos relevantes de su boya.

**Floating Platform Selection Guide**



Product Name	Sonde Spar	Harbor Buoy	Inshore Buoy	PISCES	Bay Buoy	Coastal Buoy
Legacy Name <sup>1</sup>	EMM25	EMM68	EMM150	EMM350	EMM700	EMM2.0
Recommended Seastate <sup>2</sup>						
System Weight kg (lbs)	22.7 (50)	50 (110)	68.0 (150)	159 (350)	186 (410)	544 (1200)
Buoyancy kg (lbs)	27.2 (60)	91.6 (202)	150 (330)	363 (800)	635 (1400)	1656 (3650)
Net Buoyancy kg (lbs)	2.27 (5)	41.7 (92)	50.8 (112)	204 (450)	454 (1000)	1111 (2450)
Min Operation Depth m (ft)	1.5 (4.9)	2 (6.6)	2.5 (8.2)	0.75 (2.5)	4 (13.1)	5 (16.4)
Max Operation Depth m (ft)	25 (82)	25 (82)	25 (82)	25 (82)	50 (164)	100 (328)
Max Current Speed m/s (ft/s)	1.00 (3.3)	1.00 (3.3)	1.00 (3.3)	6 (19.7)	2.5 (8.2)	3 (9.8)
Max Current Speed (knots)	1.94	1.94	1.94	11.6	4.86	5.83
Max Additional Payload kg (lbs)	none	5 (11)	50 (110)	50 (110)	100 (220)	250 (551)
Real-time Data		X	X	X	X	X
Met Capable			X		X	X
Up-looking ADP					X	X
Down-looking ADP			X			X
Common Carrier Shipping	X					
Moorings and/or tackle	Light	Light	Light	Light	Medium	Heavy

Figura 5 Guía práctica de selección de boyas. Fuente: Xylem [8].



Figura 6 Modelo de boya ofrecida por la empresa Aquamoor [9].

### 3 Bibliografía

- [1] P. Sun, S. Hu, H. He, S. Zheng, H. Chen, S. Yang y Z. Ji, «Structural optimization on the oscillating-array-buoys for energy-capturing enhancement of a novel floating wave energy converter system,» *Energy Conversion and Management*, vol. 228, nº 113693, 2021.
- [2] M. N.-. Berenjkoo, M. Ghiasi y C. Guedes Soares, «Influence of the shape of a buoy on the efficiency of its dual-motion wave energy conversion,» *Energy*, nº 118998, 2021.
- [3] L. Xintian y Y. Bian, «Modeling and prediction for the Buoy motion characteristics,» *Ocean Engineering*, vol. 239, nº 109880, 2021.
- [4] J. Wu, C. Qian, Z. Ni y S. Zheng, «Impact of the buoy geometry on power absorption of a point absorber with a cylindrical buoy under motion constraint,» *Applied Ocean Research*, vol. 111, nº 102680, 2021.
- [5] J. Martínez-Osuna, F. Ocampo-Torres, L. Gutiérrez-Loza, E. Valenzuela, A. Castro, R. Alcaraz, C. Rodríguez y L. Ulloa, «Coastal buoy data acquisition and telemetry system for monitoring oceanographic and meteorological variables in the Gulf of Mexico,» *Measurement*, vol. 183, nº 109841, 2021.
- [6] D. Moroni, G. Pieri, O. Salvetti, M. Tampucci, C. Domenici y A. Tonacci, «Sensorized buoy for oil spill early detection,» *Methods in Oceanography*, vol. 17, pp. 221-231, 2016.
- [7] U.S. Department of Commerce, «NOAA's Atlantic and Oceanographic and Meteorological Laboratory,» 2021. [En línea]. Available: <https://www.aoml.noaa.gov/es/global-drifter-program/#years-type-data>. [Último acceso: 12 Noviembre 2021].
- [8] Xylem, [En línea]. Available: [https://www.xylem.com/en-bi/products-services/analytical-instruments-and-equipment/buoys--floating-platforms-7244fb92/?categoryid=1073745839\\_\\_CatalogContent&page=1&pagesize=24](https://www.xylem.com/en-bi/products-services/analytical-instruments-and-equipment/buoys--floating-platforms-7244fb92/?categoryid=1073745839__CatalogContent&page=1&pagesize=24). [Último acceso: Agosto 2021].
- [9] Aquamoor, «Aquamoor. sustainable mooring solutions,» Aquamoor Ltd.; Scottish Marine Institute, [En línea]. Available: <https://www.aquamoor.co.uk/>. [Último acceso: 12 Noviembre 2021].