

# Análisis de campos medios de corrientes y niveles de turbulencia a partir de mediciones in-situ en Islas Todos Santos, Baja California, durante marzo y abril de 2023

Victor Alejandro Arias-Esquivel, Vanesa Magar-Brunner\*, Victor Godinez-Sandoval y Anahi Bermudez-Romero

GEM Lab Departamento de Oceanografía Física, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California México

\* Autor de correspondencia: [vmagar@cicese.edu.mx](mailto:vmagar@cicese.edu.mx); Tel.: +52 646 1750500

**Energías Renovables (Energía mareomotriz). Ponencia Virtual.**

Recibido: 22 de agosto de 2023 Aceptado: 5 de octubre de 2023 Publicado: 23 de noviembre de 2023

**Palabras clave:** adcp; turbulencia; energía cinética turbulenta; tensores de Reynolds

**Introducción.** El estudio de campos medios y niveles de turbulencia utilizando ADCPs proporciona información esencial para caracterizar procesos físicos en la zona costera como oleaje, corrientes y turbulencia. Se han obtenido parámetros de oleaje (altura significativa y periodo de la ola pico), de corrientes (componentes armónicas barotrópicas y baroclínicas), y de turbulencia (tensores de Reynolds, energía cinética turbulenta y anisotropía). Nuestro trabajo está enfocado en caracterizar los flujos medios y los niveles de turbulencia en Islas Todos Santos (ITS) en Baja California.

**Materiales y Métodos.** Se instaló un ADCP de cinco haces, programado para medir oleaje, corrientes, y niveles de turbulencia en las afueras de la bahía mesomareal en el Pacífico Nororiental Mexicano durante los meses de marzo y abril de 2023, con el objetivo de cuantificar los efectos de estos mecanismos de forzamiento sobre las corrientes, así como la generación de turbulencia a nivel local (Figura. 1).

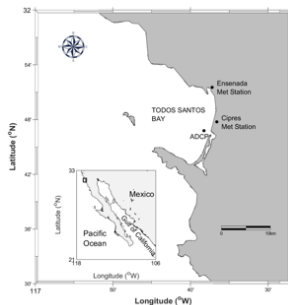


Figura 1. Área de estudio Bahía de Todos Santos

Las señales de oleaje y de corrientes fueron separadas para obtener series de tiempo a intervalos de 30 minutos para el oleaje y las corrientes. Se realizó un análisis espectral de la señal del oleaje y una descomposición en componentes armónicos principales de marea a partir de la elevación del mar y de las corrientes utilizando T-TIDE (Pawlovicz et al., 2002).

Los niveles de turbulencia fueron calculados a partir de las velocidades instantáneas utilizando el método de la varianza (Stacey et al. 1999) y las ecuaciones de Dewey and Stringer (2007).

**Resultados. Campos Medios: Oleaje y Corrientes.** Los parámetros de oleaje: altura significativa ( $H_s$ ), y periodo ( $T_p$ ), muestran promedios de 1.27 m y de 9.99 s, respectivamente (Figura. 2).

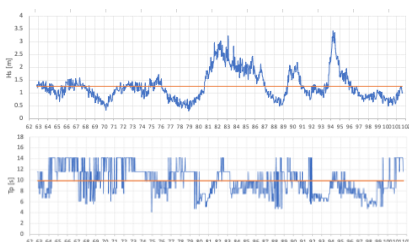


Figura 2. Oleaje: Attura significativa ( $H_s$ ) y Periodo de la ola pico ( $T_p$ ).

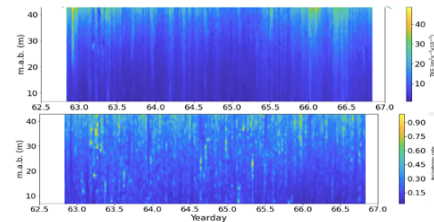


Figura 3. Parámetros de turbulencia a)TKE y b) anisotropía.

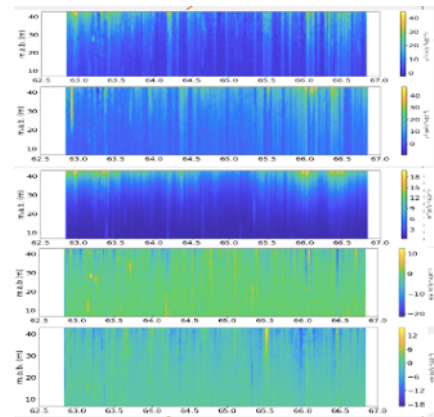


Figura 4. Tensores de Reynolds:  $u'^2$ ,  $v'^2$ ,  $w'^2$ ,  $u'w'$ ,  $v'w'$  en Islas Todos Santos del 03/3/2023 20:00 hrs al 07/03/2023 20:00 hrs.

**Niveles de Turbulencia.** Se obtuvieron series de tiempo de los tensores de Reynolds, de la energía cinética turbulenta (TKE) y la razón de anisotropía (AR) con promedios de  $6.5 \times 10^{-3} \text{ m}^2\text{s}^{-2}$ ,  $6.3 \times 10^{-3} \text{ m}^2\text{s}^{-2}$ ,  $3.2 \times 10^{-3} \text{ m}^2\text{s}^{-2}$ ,  $-1.1 \times 10^{-3} \text{ m}^2\text{s}^{-2}$ ,  $-1.5 \times 10^{-3} \text{ m}^2\text{s}^{-2}$ ,  $8 \times 10^{-3} \text{ m}^2\text{s}^{-3}$ , y 0.22. En general, los valores de los tensores, la TKE y la AR son mayores en superficie, por la posible influencia de viento, oleaje y corrientes. Nuestros resultados parecen estar en concordancia con trabajos anteriores (Lu and Lueck, 1999, Stacey et al. 1999).

**Conclusiones.** Se ha realizado un análisis espectral del oleaje y a partir de las series de tiempo de los perfiles de los parámetros de turbulencia incluyendo los componentes de los tensores normales y de cizalladura, la TKE y la anisotropía se ha confirmado el carácter dinámico de la turbulencia tanto en la escala de tiempo y como de espacio en Islas Todos Santos.

## Bibliografía.

- Lu, Y., Lueck, R.G., (1999). Using a broadband ADCP in a tidal channel. PartII:turbulence. Journal of Atmospheric and Oceanic Technology 16, 1568–1579. [https://doi.org/10.1175/1520-0426\(1999\)016%3C1556:UABAI%3E2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0426(1999)016%3C1556:UABAI%3E2.0.CO;2)
- Pawlovicz, R., Beardsley, B., Lentz, S. (2002). Classical tidal harmonic analysis including error estimates in MATLAB using T\_TIDE. Computers and Geosciences 28, 929–937. [https://doi.org/10.1016/S0098-3004\(02\)00013-4](https://doi.org/10.1016/S0098-3004(02)00013-4)
- Stacey, M.T., Monismith, S.G., Burau, J.R. (1999). Measurement of Reynolds stress profiles in unstratified tidal flow. Journal of Geophysical Research 104(C5), 10,933–10,949. <https://doi.org/10.1029/1998JC900095>
- Dewey, R., Stringer, S. (2007). Reynolds stresses and turbulent kinetic energy estimates from various ADCP beam configurations: Theory. Journal of Physical Oceanography. 1-35. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.1042.8002>