

Capítulo 5. Conclusiones

Como resultado del estudio presentado en este trabajo de investigación, se obtuvieron las conclusiones siguientes:

- El modelo numérico de alta resolución reprodujo de forma satisfactoria, las condiciones de oleaje generadas en laboratorio (Ting y Kirby, 1994) bajo el forzamiento de ondas cnoidales con dos tipos distintos de rotura.
- Esto permitió que se comprobará la utilidad diagnóstica de este tipo de herramienta numérica, dado que a partir de su validación fue posible utilizarla para valorar el balance de los procesos asociados a condiciones de flujo en la zona de rompientes.
- A partir de los resultados numéricos fue posible determinar que la naturaleza de la disipación de la energía en la zona de rompientes, notando que ésta lleva más tiempo en la rotura tipo descrestamiento. Esto se debe a que la zona de rompientes cubre una amplia región sobre la pendiente de la playa. Mientras que para el caso de rotura tipo voluta, ocurre lo contrario, se reduce el área de la zona de rompientes y se produce una disipación más eficiente de la energía. Esta disipación está también asociada a los altos niveles de turbulencia observada en este tipo de rotura, que se genera como consecuencia del impacto de la ola sobre la playa.
- Por su parte, la turbulencia se encuentra presente en ambos tipos de rotura, sin embargo; el mecanismo de generación y destrucción es completamente diferente. Durante la rotura tipo voluta el modelo numérico describió un transporte de la turbulencia hacia la costa, de acuerdo con las observaciones de Ting y Kirby (1994). Además se observó que los niveles de turbulencia más altos se concentraban en la región de impacto de la ola, ocupando toda la columna de agua. Mientras que durante la rotura tipo descrestamiento, se observó una menor intensidad de la turbulencia con altos niveles

concentrados en la cresta de la ola. Esta turbulencia decae gradualmente conforme la ola avanzaba hacia la costa, indicando un transporte de turbulencia hacia el mar.

- El campo de presiones estimado para ambos tipos de rotura también ilustró notables diferencias. Durante la rotura tipo voluta, se identificaron valores impulsivos de las presiones en la región en donde la ola colapsa y golpea la pendiente de la playa. Estas observaciones, están de acuerdo con los resultados presentados por Pedrozo-Acuña et al. (2008), quienes asociaron la presencia de este tipo de comportamiento a los impactos de olas rompiendo en voluta sobre las playas. Por el contrario, para el caso de rotura tipo descrestamiento, se observó un comportamiento más uniforme del campo de presiones sobre la playa.
- La investigación diagnóstica realizada permitió verificar la utilidad de la ecuación de Euler para aproximar al gradiente de presiones horizontal. Los resultados numéricos comprobaron la validez de esta ecuación bajo ambas condiciones de rotura. Si bien es cierto que existen pequeñas diferencias entre el gradiente de presión horizontal y la aceleración total del fluido, se puede afirmar que éstas son mínimas y atribuibles a las tensiones tangenciales y la turbulencia.
- Notablemente, durante ambos tipos de rotura se demostró la utilidad de la hipótesis de Hoefel y Elgar (2003), quienes propusieron que el gradiente de presión horizontal puede ser aproximado por la aceleración local (du/dt). En ambos casos se observó un buen ajuste de este término al gradiente de presión horizontal. Sin embargo, cabe señalar que el ajuste era notoriamente mejorado cuando se incluían los términos de advección horizontal y vertical.
- Los resultados numéricos ilustraron que la advección horizontal ($u du/dx$) aunque pequeña en los casos estudiados, puede jugar un rol importante en el balance de la aceleración total obtenida. Mientras que en ambos casos estudiados, la contribución del término de advección vertical ($w du/dz$), puede ser considerada despreciable.

Capítulo 6. Futuras líneas de trabajo

Los resultados obtenidos, forman parte de una investigación en proceso que se realiza en el Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México. En consecuencia, existen estudios que están en proceso y que continúan el esfuerzo presentado en este trabajo. Dentro de éstos se incluyen la realización de experimentos en el Canal de Oleaje del IIUNAM, a fin de obtener una mejor caracterización del flujo en la zona de rompientes. Dentro de las futuras líneas de trabajo que se encuentran abiertas se pueden mencionar las siguientes:

- Relacionar las observaciones del régimen del flujo encontradas en este trabajo con el transporte de sedimentos y la morfología de playas bajo distintas condiciones de rotura. Dado que la zona de rompientes es una región donde las técnicas de medición tradicionales no funcionan. Se plantea la utilización de una nueva técnica de laboratorio conocida como BIV (velocidad de burbujas en imagen, por sus siglas en inglés). Esta técnica consiste en analizar un conjunto de imágenes tomadas a alta velocidad a través de una modificación del color de la imagen, con lo que se obtiene información sobre el campo de velocidades a partir del seguimiento de las burbujas en movimiento en una serie de fotografías (Ryu et al., 2005). La ventaja de la aplicación de este método es que permite realizar mediciones del flujo en una región en donde hasta hace poco su estudio había sido imposible.
- Realizar investigaciones experimentales a fin de caracterizar la variación espacial del gradiente de presión horizontal en la zona de rompientes. Esto permitiría avanzar en la parametrización del transporte de sedimentos con forzamientos adicionales al concepto de velocidad en el fondo.