

CARACTERIZACIÓN NUMÉRICA Y EXPERIMENTAL DEL CAMPO LEJANO DE LOS VERTIDOS DE SALMUERA AL MAR

B. Pérez-Díaz¹, P. Palomar¹, S. Castanedo¹, A. Álvarez¹

¹. Instituto de Hidráulica Ambiental de la Universidad de Cantabria (Universidad de Cantabria-Fundación IH) Avda. Isabel Torres, 15, Parque Científico y Tecnológico de Cantabria, 39011, Santander, España. perezdb@unican.es

INTRODUCCIÓN Y MOTIVACIÓN

Los vertidos al mar de salmuera se han convertido en una preocupación medioambiental debido al incremento de la producción de agua desalada y a la evidencia de efectos negativos de la salmuera sobre ecosistemas protegidos sensibles. El estudio del proceso de mezcla con el medio receptor de estos vertidos hiperdensos es complejo y constituye un gran reto científico en la ingeniería hidráulica actual, dada la multitud de variables que intervienen en él.

En la descripción del comportamiento de estos vertidos en el medio receptor se distinguen dos regiones: el campo cercano y el campo lejano, que se diferencian principalmente por las fuerzas dominantes del flujo y las escalas espaciales y temporales en las que se producen los fenómenos. La región de campo cercano es la zona inicial de mezcla, donde el comportamiento del efluente depende principalmente del sistema de vertido y de las características físicas del efluente respecto al fluido receptor. A cierta distancia del punto de descarga, se produce el colapso de los procesos turbulentos asociados al vertido y el flujo comienza a estratificarse, formando la corriente de gravedad característica de la región de campo lejano.

La complejidad de ambas regiones del flujo, junto a la falta de datos experimentales y de campo, y a la carencia de herramientas de modelado fiables han motivado que, dentro del marco de los Planes Nacionales de I+D+i MEDVSA (2009-2011) y SALTICOR (20011-2012), focalizados en la caracterización del campo cercano y lejano respectivamente, se hayan llevado a cabo una serie de experimentos en el Instituto de Hidráulica Ambiental de la Universidad de Cantabria utilizando avanzadas técnicas de óptica laser. Con la base de datos experimentales de alta resolución espacial y temporal obtenida, se ha estudiado en profundidad el comportamiento del flujo en ambas regiones, se han calibrado las herramientas “briHné” de simulación de estas descargas (www.brihe.ihcantabria.com) y se está implementado el uso de modelos hidrodinámicos, como el Delft3D, para la simulación de la pluma de campo lejano.

OBJETIVO

En esta ponencia se describen los ensayos realizados para la caracterización del campo lejano, el análisis de los resultados y los avances obtenidos en la calibración de las herramientas de modelado numérico simplificado y avanzado.

ENSAYOS EXPERIMENTALES

Para la caracterización del comportamiento de la pluma hipersalina de campo lejano, dentro del marco del Plan Nacional de I+D+i SALTICOR (2011-2013), se ha llevado a cabo ensayos basados en técnicas ópticas no intrusivas PIV (Particle Image Velocimetry) y PLIF (Planar Laser Induced Fluorescence), gracias a las cuales se obtienen los campos de velocidades y concentraciones instantáneas de todo el flujo sin alterar el comportamiento del mismo.

En un tanque de 3x3x1m³ se han ejecutado 16 ensayos simulando un vertido sumergido continuo de salmuera en un medio receptor homogéneo y en reposo. El dispositivo de vertido ha consistido en una arqueta de metacrilato con una ranura en el fondo de altura regulable. Las variables de estudio de estos ensayos han sido: el espesor inicial del vertido

(1.5-3.5 cm), el caudal de descarga (15 l/min-20 l/min) la pendiente en el fondo (0% -5%) y la presencia o no de un obstáculo.

La Figura 1 muestra una imagen del tanque y el dispositivo de vertido (izquierda) y de un campo instantáneo de concentraciones para uno de los casos ensayados (derecha).

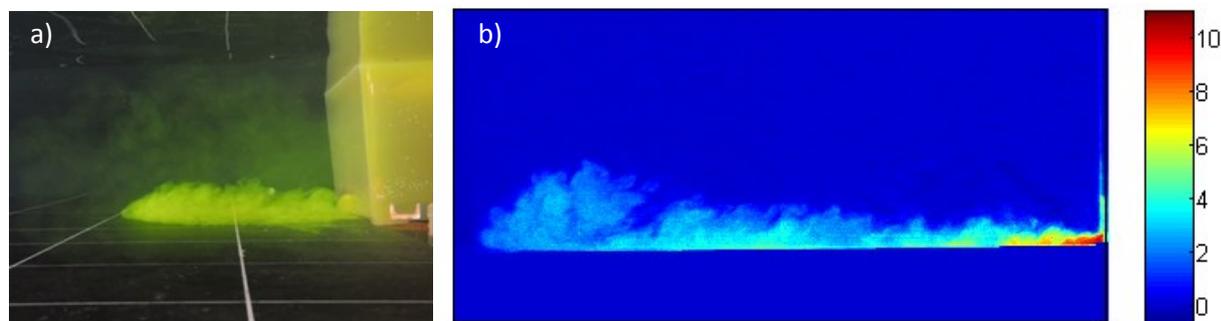


Figura 1: a) dispositivo de vertido; b) campo de concentración instantáneo.

A partir de los resultados de estos ensayos se está realizando un análisis detallado de las variables que gobiernan el comportamiento hidrodinámico y de mezcla en el flujo, que está permitiendo profundizar en los procesos físicos que rigen la evolución de estas corrientes de gravedad. Además, se están comparando los resultados correspondientes a las distintas configuraciones estudiadas, valorando la influencia de los parámetros altura, velocidad, y pendiente en el comportamiento de las corrientes de gravedad.

CALIBRACIÓN DE MODELOS NUMÉRICOS

Gracias a estos ensayos se ha completado la base de datos experimentales de alta resolución iniciada con los ensayos de campo cercano desarrollados en el marco del proyecto MEDVSA (www.medvsa.es). La base de datos de campo cercano se ha utilizado para calibrar las herramientas de modelado numérico de vertidos de salmuera “brIHne” (www.brihe.ihcantabria.com), desarrolladas en IHCantabria, que aplican las ecuaciones de gobierno integradas y análisis dimensional. Estas herramientas, aplicables a distintas configuraciones de descarga, son sencillas de utilizar y, para el campo cercano, suponen una alternativa mejorada al uso de los modelos comerciales, tipo el CORMIX, el VISUAL PLUMES ó el VISJET que presentan un ajuste pobre con los datos experimentales (Palomar et al. 2012)

En cuanto al campo lejano, actualmente se está trabajando en la calibración de la herramienta de modelado numérico simplificada utilizada para predecir el comportamiento de los flujos bicapa (“brIHne-2D” y “brIHne-3D”), así como en la aplicación del modelo hidrodinámico Delft3D (Roelvink y van Banning 1994, WL/Delft Hydraulics) para simular el comportamiento de la pluma en condiciones realistas del medio receptor. Para su implementación, se están analizando detalladamente la idoneidad de las hipótesis de partida, las condiciones iniciales y de contorno y las distintas parametrizaciones de los procesos más relevantes, directamente relacionados con la elección del modelo de turbulencia, con los métodos de resolución de las ecuaciones y con la discretización espacial del dominio de cálculo.

REFERENCIAS

- P. Palomar, J.L. Lara, L. Tarrade. I.J. Losada. 2013. Técnicas experimentales avanzadas para caracterizar los vertidos de salmuera. Calibración de modelos numéricos. *Proc. XII Jornadas Españolas de Ingeniería de Costas y Puertos*, 2013.
- P. Palomar, J.L. Lara, I.J. Losada 2012. Near field brine discharge modelling Part 2: Validation of commercial tools, 2012. *Desalination, Elsevier*. doi:10.1016/j.desal.2011.10.021
- J.A. Roelvink, G.K.F.M. Van Banning 1994. Design and development of DELFT3D and application to coastal morphodynamics, *Hydroinformatics*, 94.,451-455,1994,Balkema Rotterdam,The Netherlands

Tema 2. Medio Ambiente y Gestión Sostenible de los Recursos Costeros