



RIBAGUA

www.elsevier.es/ribagua



Artículo científico

Estimación del coeficiente de dispersión longitudinal en ríos de la región central de Argentina utilizando ADCP

J.M. Díaz Lozada^{a,*}, C.M. García^{a,b,c}, H. Herrero^{a,b,c}, M. Romagnoli^d, A. Cossavella^e^aCentro de Estudios y Tecnología del Agua (CETA), Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba. Córdoba, Argentina^bConsejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina^cInstituto de Estudios Avanzados en Ingeniería y Tecnología, IDIT UNC-CONICET^dCentro Internacional Franco Argentino de Ciencias de la Información y de Sistemas, CONICET, Rosario, Argentina^eSecretaría de Recursos Hídricos del Gobierno de la Provincia de Córdoba, Córdoba, Argentina

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:

Recibido el 24 de febrero de 2015

Aceptado el 08 de septiembre de 2015

Palabras clave:

Métodos experimentales

Trabajos de campo

ADCP

Procesos de mezcla en ríos

RESUMEN

El coeficiente de dispersión longitudinal (D) es un parámetro fundamental requerido para predecir el transporte de contaminantes en un curso fluvial. La determinación experimental de D mediante técnicas convencionales como, por ejemplo, ensayo de trazadores, requieren una gran inversión en planificación, personal técnico y análisis posterior, y los resultados son únicamente válidos para las condiciones de flujo presentes en el momento de realizar la medición. En los ríos de la zona central de Argentina, los cuales presentan una gran variabilidad estacional de caudales, se hace muy costosa la determinación de este coeficiente D con ensayo de trazadores, ya que se deberían evaluar un amplio rango de condiciones de flujo existentes. Debido a esto, se utilizan fórmulas empíricas, desarrolladas por diversos autores, que permiten estimar el coeficiente de dispersión longitudinal de acuerdo con parámetros hidráulicos globales (profundidad, velocidad media del flujo, ancho del río, etc.). Sin embargo, estas expresiones presentan una gran variación en sus resultados y solo funcionan adecuadamente en ríos con características similares a los que fueron ajustadas. Es por ello que, en este trabajo, se estima, de manera alternativa, el coeficiente D mediante una caracterización hidrodinámica detallada, realizada en sistema fluvial con un perfilador de corriente acústico Doppler (ADCP). Se adoptó, como sistema fluvial de estudio, el río Carcarañá que escurre por la región central de Argentina (provincias de Córdoba y Santa Fe). A partir de las estimaciones realizadas, se evalúa D en los principales tributarios del sistema fluvial y se comparan los resultados con los obtenidos de la aplicación de las formulas empíricas y con ábacos desarrollados sobre la base de valores reportados para diferentes ríos del mundo.

© 2015 IAHR y WCCE. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Estimation of longitudinal dispersion coefficient in rivers of central region of Argentina using ADCP

A B S T R A C T

The Longitudinal dispersion coefficient (D) is a fundamental parameter required to predict the transport of pollutants in rivers. The experimental determinations of D by conventional techniques, such as tracers test, require a large investment in planning, staff and subsequent analysis, and the results are only valid for the flow conditions present during the test. Using tracers test to estimate D is very expensive in rivers of central region of Argentina which have a large seasonal variability of flow discharges (with maximum values one or two orders of magnitude larger than the mean values), as tracers test should be performed for a wide range of flow conditions. Thus, water quality modelers use empirical

Keywords:

Experimental method

Field work

ADPC

Mixing process in rivers

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: jmdiazlozada@gmail.com (JM Díaz Lozada)

formulas developed by various authors estimating the longitudinal dispersion coefficient based on global hydraulic parameters (mean flow depth and velocity, river width, etc.). However, these formulas show large scatter in the results and only perform properly in rivers with similar characteristics that were calibrated. On that basis, an alternative estimation of the coefficient of longitudinal dispersion is performed in this paper through a detailed experimental hydrodynamic characterization performed in a fluvial system with an Acoustic Doppler Current Profiler (ADCP). The Carcarañá River, flowing through the Cordoba and Santa Fe provinces in Argentina, has been selected as a study system. The results of this paper include the values of longitudinal dispersion coefficients in different streams of the analyzed fluvial system which are compared with values estimated using empirical formulas and plots developed using data from different river systems around the world.

© 2015 IAHR y WCCE. Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

1. Introducción

La predicción del transporte de un contaminante en un sistema fluvial (que integra los fenómenos de advección y dispersión) es fundamental para llevar a cabo un adecuado manejo de ese sistema y preservar su calidad. Para realizar esta tarea, se efectúan modelaciones numéricas que requieren la definición de parámetros, de los que uno de los más importantes es el coeficiente de dispersión longitudinal (D) [1]. La dispersión depende de la hidrodinámica y de las características del cauce. La determinación de este coeficiente D mediante técnicas convencionales, como por ejemplo los ensayos de trazadores, requiere una gran inversión en planificación, personal y análisis posterior [2,3] y los resultados son únicamente válidos para las condiciones de flujo presentes en el momento de realizar la medición. En ríos con escasa variabilidad temporal en los caudales escurridos, la realización de un solo ensayo de trazadores puede ser suficiente para estimar, con cierta precisión, el coeficiente D para la mayoría de las condiciones de flujo esperadas. Los ríos de la zona central de Argentina presentan una gran variabilidad estacional de caudales (valores máximos uno o dos órdenes de magnitud mayores que los valores medios), por lo que se hace muy costosa la determinación de este coeficiente mediante ensayo de trazadores, ya que se debería determinar experimentalmente D para un amplio rango de condiciones de flujo. Así, los profesionales que se dedican a modelar calidad de agua en los ríos de esta zona utilizan fórmulas empíricas, ajustadas por diversos autores a valores estimados de mediciones de campo y laboratorio, que permiten determinar el coeficiente de dispersión longitudinal de acuerdo con los parámetros hidráulicos globales disponibles más frecuentemente (profundidad y velocidad media del flujo, ancho del río, etc.). Sin embargo, estas expresiones presentan una gran variabilidad en sus resultados y sólo funcionan adecuadamente en ríos con características similares a los que fueron ajustadas. Debido a esto, en este trabajo se utiliza una metodología alternativa que permite estimar el coeficiente de dispersión longitudinal teniendo en cuenta las características particulares del flujo en distintas secciones del sistema fluvial, como la distribución transversal de las velocidades del flujo, la batimetría del cauce, etc. Se utiliza la ecuación integral presentada por Fischer *et al.* [3] para estimar el coeficiente de dispersión longitudinal (ecuación 1), la que requiere una caracterización hidrodinámica detallada.

$$D = -\frac{1}{A} \int_0^B u'(y)h(y) \int_0^y \frac{1}{\varepsilon_t(y)h(y)} \int_0^y u'(y)h(y) dy dy \quad (1)$$

donde A es el área de la sección transversal; $u'(y)$ es la diferencia entre la velocidad longitudinal media en la vertical $u(y)$ en la

progresiva transversal $\left[u(y) = \int_0^{h(y)} u(y,z) dz \right]$ y la velocidad media

global en la sección $U \left[\text{así } u'(y) = u(y) - U \right]$; $h(y)$ profundidad

en la progresiva y ; y $\varepsilon_t(y)$ es el coeficiente de dispersión transversal en la progresiva y .

La ecuación 1 asume un flujo uniforme y unidimensional [3], considerando que el contaminante debe estar completamente mezclado en la dirección vertical y transversal. Debido a esta limitación, esta ecuación únicamente puede utilizarse en tramos de ríos donde no existan fuertes recirculaciones o corrientes secundarias. Además, esta ecuación asume que el mecanismo de dispersión por corte predomina sobre los demás mecanismos de mezcla (el gradiente de velocidad en la transversal debe ser grande para que la dispersión por corte predomine sobre los demás mecanismos) y que la dispersión por corte transversal es quien gobierna el proceso de mezcla y no la dispersión por corte vertical [2]. Por lo tanto, tan sólo puede ser aplicada a ríos donde el ancho (B) sea mucho mayor que la profundidad media (H_{med}). Fischer *et al.* [3] recomiendan una relación B/H_{med} mayor a 6. Con respecto a los resultados obtenidos por la ecuación 1, Seo y Baek [4] afirman en sus estudios que la ecuación 1 permite estimar el coeficiente de dispersión longitudinal con errores menores al 30% en condiciones de flujo uniforme y dentro de un factor de 4 en flujos no uniformes, mientras que Carr y Rehmann [2] obtuvieron que el 85% de los valores calculados se encuentran dentro de un factor de 3 respecto al medido con ensayo de trazadores. La información hidrodinámica y batimétrica detallada requerida para aplicar la ecuación 1 no puede ser registrada por métodos de velocimetría convencionales aplicadas en sistemas fluviales (por ejemplo, molinetes). En la actualidad, el desarrollo de la tecnología acústica Doppler para efectuar aforos en sistemas fluviales (normalmente con profundidades mayores a 0,30 m) permite obtener la información requerida para aplicar la ecuación 1 en cada sección de un curso fluvial. En este trabajo se estima el coeficiente de dispersión longitudinal mediante una caracterización hidrodinámica detallada realizada en sistema fluvial con un perfilador de corriente acústico Doppler (ADCP). Se adoptó, como sistema fluvial de estudio, el río Carcarañá, que escurre por la región central de Argentina (provincias de Córdoba y Santa Fe). Este sistema fluvial ha sido monitoreado periódicamente, durante más de tres años en toda su extensión, por el grupo de trabajo a cargo de esta publicación. A partir de la información registrada en ese período, se evalúa el coeficiente de dispersión longitudinal en los principales tributarios del sistema fluvial y se comparan los resultados con los obtenidos de la aplicación de las formulas empíricas y con valores reportados para diferentes ríos del mundo.

Download English Version:

<https://daneshyari.com/en/article/1727805>

Download Persian Version:

<https://daneshyari.com/article/1727805>

[Daneshyari.com](https://daneshyari.com)