

# Cálculo de caudal hídrico con molinete hidrométrico a través de aplicación móvil y Arduino

■■■■  
 Pedro García, Sergio Martín y Manuel Castro de Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED)

DOI: <http://dx.doi.org/10.6036/7501>

## 1. INTRODUCCIÓN

Este estudio surge del trabajo de campo realizado en Hidrología, en la medición de caudales hídricos en ríos y acequias [1]. Para el cálculo tradicional de caudales [2] [3] comúnmente se uti-

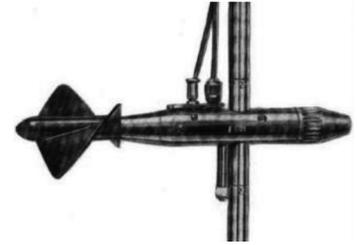


Figura 1: Molinete hidrométrico

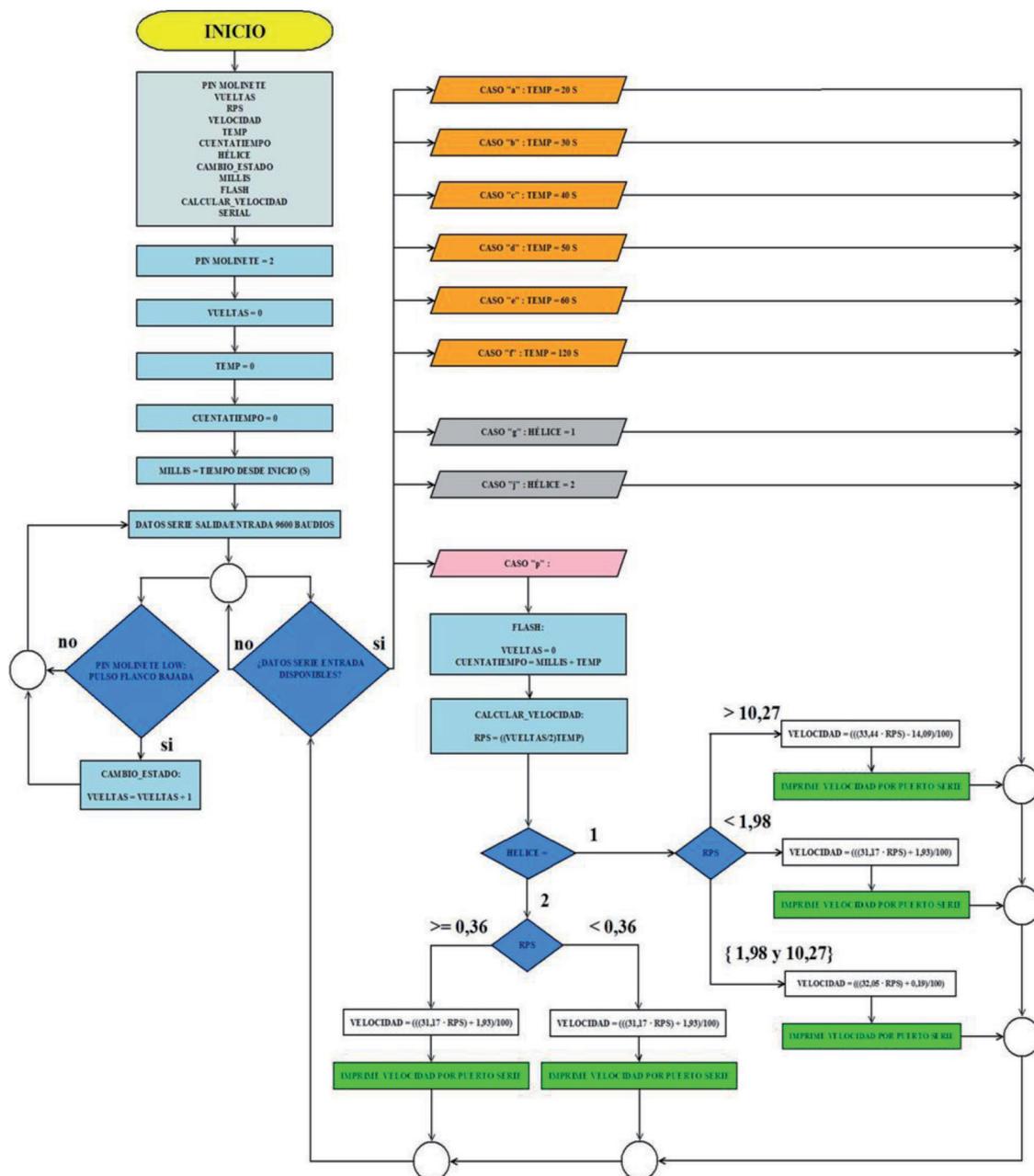


Figura 2: Diagrama de flujo de la programación del microcontrolador en Arduino

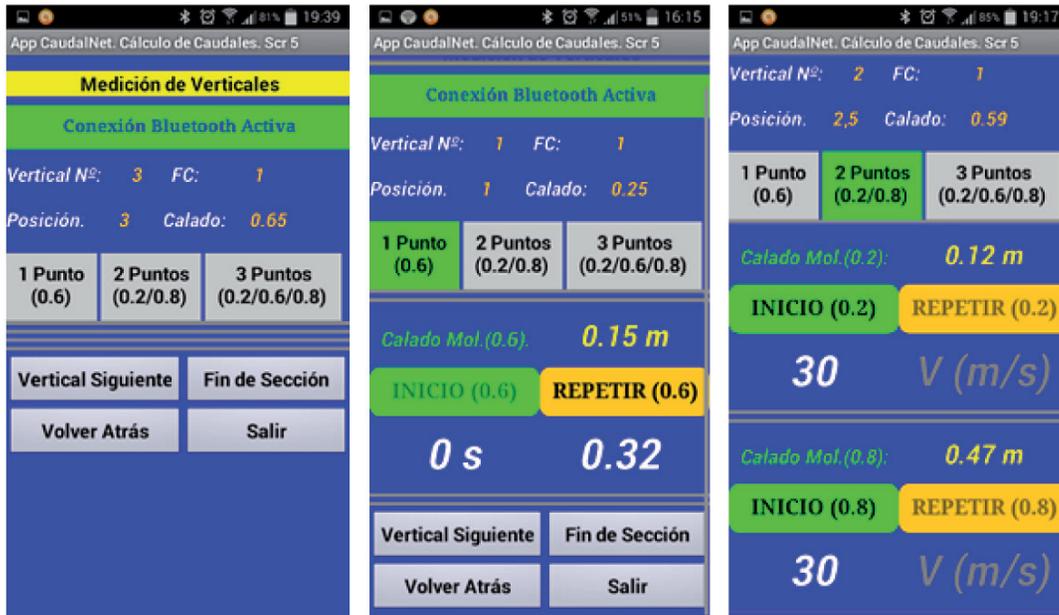


Figura 3: Pantalla 5. Inicio, 1ª y 2ª vertical (0,6 y 0,2/0,8)

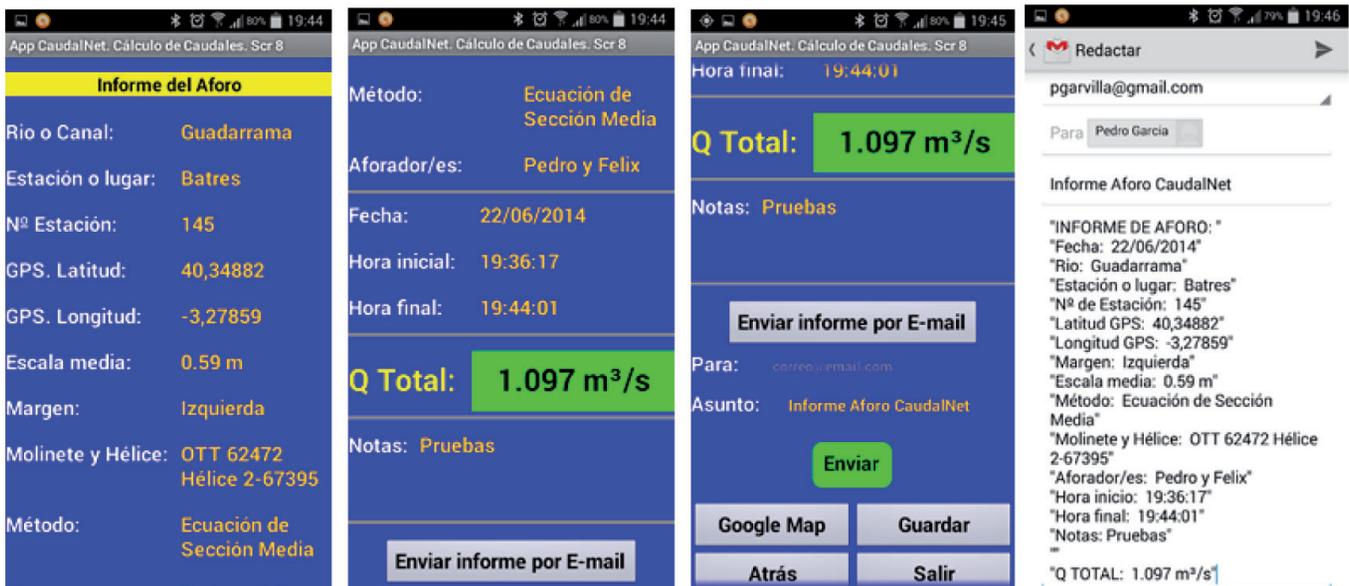


Figura 4: Pantalla 8. Informes

lizan un molinete hidrométrico de hélice con barra graduada (ver Figura 1), cuarenta revoluciones, cinta métrica, ficha de papel y dos operarios como mínimo. Los datos obtenidos de revoluciones, calados y longitudes son apuntados en esta ficha, y una vez en la oficina se procede, mediante un programa informático, a la introducción de estos datos, y otros informativos del aforo. Posteriormente el programa calcula el caudal obtenido y emite un informe.

## OBJETIVOS

El presente informe técnico presenta una metodología para el cálculo de caudales hídricos, adaptando los métodos tradicionales a las nuevas tecnologías. En concreto presenta la utilización de un desarrollo para Arduino que se conecta a un molinete hídrico tradicional, de manera que recoge automáticamente las revoluciones por segundos a las que gira y las transmite a través de Bluetooth a una aplicación móvil Android donde

se recopilan los datos con el fin de calcular el caudal [4].

## DESCRIPCIÓN

Para el desarrollo del proyecto se han implementado software tanto para Arduino como para Android. Así, la Figura 2 muestra un diagrama de flujo describiendo el software que se ejecuta en Arduino, básicamente recoge datos

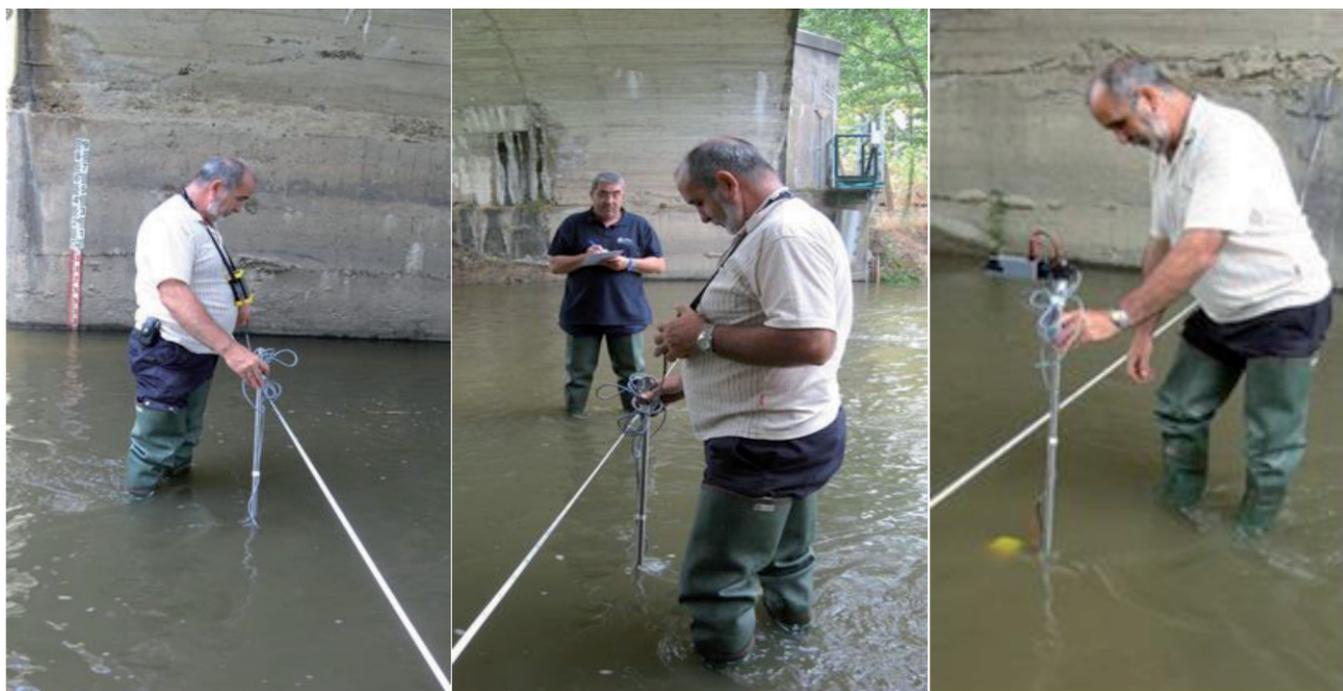


Figura 5: Operarios realizando aforo. Método tradicional y CaudalNet

de revoluciones por segundo del molinete, lo procesa y envía por Bluetooth a la aplicación móvil.

En cuanto al desarrollo para la aplicación móvil Android, la Figura 3 muestra la imagen de la pantalla donde se especifican las verticales donde se realizarán las mediciones, así como el proceso de medida durante el tiempo determinado por el usuario, en este caso 30 segundos.

Una vez realizadas las medidas y calculado el caudal, se genera un informe completo (incluyendo datos informativos, caudal, fecha y hora y anotaciones personales) sobre el trabajo realizado (Figura 4). Dicho informe puede ser almacenado en la memoria SD del teléfono móvil o enviado por correo electrónico.

## EXPERIMENTACIÓN

Para experimentar con el nuevo sistema inalámbrico, se realizó un aforo en el Río Guadarrama utilizando tanto el método tradicional como la aplicación móvil CaudalNET (Figura 5). El lugar elegido es un tramo recto del río de unos 11 metros de ancho situado debajo de un puente y con fondo arenoso que cuenta con una escala que mide las alturas del agua. Tras realizar las mediciones se comprueba que los resultados

obtenidos con ambos métodos son los mismos, pero en el caso de CaudalNET obtenemos un importante ahorro de tiempo (3-4 horas menos) y personal (1 sólo operario en lugar de 2 con el método tradicional) al haber utilizado la aplicación móvil respecto al método tradicional.

## CONCLUSIONES

Con la App CaudalNet y su hardware y firmware asociado simplificamos la realización de un aforo tradicional haciendo uso de un smartphone, de forma que con una fiabilidad aceptable se reduce notablemente el tiempo de realización, el número de operarios y se consigue el caudal que pasa en tiempo real. Así mismo se geolocaliza el punto exacto de aforo por GPS y se emite un informe en tiempo real de los datos. Así, se consigue controlar los caudales de corrientes de agua de una forma más real, con su aplicación en riegos y posibles avenidas.

## AGRADECIMIENTOS

A la E.T.S.I. Industriales de la UNED con los proyectos 2014-IEE11 “Prác-

ticas a distancia de electrónica digital, energías renovables y microprocesadores”, 2014-IEE10 “Laboratorios remotos” y 2013-IEE04 “Laboratorio remoto de energía solar y eólica”, así como los proyectos MUREE (530332-TEMPUS-1-2012-1-JO-TEMPUS-JPCR), y Go-Lab (FP7-ICT-2011-8/317601). Al dep. de Hidrología de la C.H. del Tajo (MAGRAMA) en España y al fabricante OTT.

## REFERENCIAS

- [1] Bos, M., Replogle, J., Clemmens, A. *Aforadores de caudal para canales abiertos*. International Institute for Land Reclamation and Improvement/ILRI, volumen 38, 1986, ISBN 90 70260 921.
- [2] ISO. *Liquid flow measurement in open channels -- Flow measurements under ice conditions*. ISO 9196. 1992.
- [3] Kholer, M. A., Linsley, R. K., Paulhus, J. L. H. *Hidrología para ingenieros*. 2ª Edición. Editorial Mc Graw-Hill Latinoamericana, 1975, ISBN 0 07 090914-8.
- [4] CASTRO-GIL M, GARCIA-VILLA P, MARTIN-GUTIERREZ S et al. “APP ANDROID PARA SISTEMA INALÁMBRICO BASADO EN ARDUINO PARA CÁLCULO DE CAUDAL HÍDRICO EN LÁMINA ABIERTA CON MOLINETE HIDROMÉTRICO” DYNA New Technologies. ENERO 2014. Vol. 1-1 p.[No Consta]. DOI: <http://dx.doi.org/10.6036/NT7340>.