

DESARROLLO DE UN SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS CON TECNOLOGÍA DE BAJO COSTO PARA UNA ECOSONDA NÁUTICA CON GEOPOSICIONAMIENTO

Riccardi, G.A.^{(1),(3)}; Martinez, T.R.⁽²⁾; Basile, P.A.⁽¹⁾; Peruzzo, F.C.^{(1),(4)}

⁽¹⁾Departamento de Hidráulica, Escuela de Ingeniería Civil, Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, Universidad Nacional de Rosario

⁽²⁾Escuela de Ingeniería Electrónica, Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, Universidad Nacional de Rosario

⁽³⁾Consejo de Investigaciones de la Universidad Nacional de Rosario

⁽⁴⁾Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas

Riobamba 245 bis. S2000EKE Rosario. Santa Fe.

E_mail: riccardi@fceia.unr.edu.ar

Resumen

Se presenta el desarrollo de un sistema de adquisición de datos batimétricos geoposicionados a partir de la integración de dispositivos disponibles como una ecosonda y un GPS, con un adquirente. A tal efecto se utilizó una ecosonda de uso náutico con precisión de ± 0.30 m con rango de mediciones de profundidad entre 0.30 m-180 m y un GPS comercial con el cual se adquiere el posicionamiento global y luego se diseñó y construyó un dispositivo de adquisición de datos encargado de registrar automáticamente las variables profundidad, latitud, longitud, fecha y hora. El dispositivo integral registra y almacena en archivo digital datos de tipo x,y,z en intervalos de tiempo predefinidos para el posterior procesamiento de su contenido en gabinete. Actualmente el equipo está en etapa de puesta a punto y ajustes finales por lo que se está testeando mediante la realización de batimetrías en el río Paraná en el tramo comprendido entre 430 km y 424 km y en la laguna conocida como El Embudo, totalizando una longitud de perfiles batimétricos mayor a 80 km.

Introducción

Los relevamientos batimétricos son de múltiples usos, dependiendo de su precisión, en la ingeniería hidráulica. El conocimiento en detalle de la morfología del fondo de un cuerpo de agua, tanto instantáneo como su evolución a mediano y largo plazo es de vital importancia tanto en el campo del diseño de estructuras hidráulicas como en estudios hidrodinámicos (Basile et al., 2015) e hidrosedimentológicos asociados a modificaciones de fondo de los

cuerpos de agua (Basile y Riccardi, 1998; García et al 2015). Actualmente existe en el mercado una amplia gama de instrumental que permiten con distintos niveles de precisión, la medición de cotas de fondo y su posicionamiento global, no obstante la accesibilidad masiva a este instrumental por parte de organismos de investigación de nuestra universidad es sumamente restringida debido a cuestiones presupuestarias. En este contexto, es de importancia integrar esfuerzos con varias disciplinas de la ingeniería, para desarrollar a bajo costo, nuevos dispositivos que empleen otros ya disponibles.

El desarrollo del dispositivo se originó en una necesidad concreta del Departamento de Hidráulica de la Escuela de Ingeniería Civil de la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura de la Universidad Nacional de Rosario, en lo que comprende al desarrollo, ajuste y puesta en operación de tecnologías de bajo costo para mediciones topobatimétricas georeferenciadas, tanto en pequeños cursos de agua como en grandes ríos. En este marco desde el Departamento de Hidráulica se llevó adelante un pedido de manifestación de interés a la Escuela de Ingeniería Electrónica respecto a llevar adelante el proyecto conjunto en el marco de proyecto final de carrera. Como respuesta surgió el Ingeniero Electrónico Sergio Geninatti quien propuso al entonces alumno avanzado Tristán Régulo Martínez, dándose inicio al trabajo.

Descripción del dispositivo

El diseño propuesto por Martínez (2014) consta de 4 partes fundamentales: (a) el sistema de procesamiento; (b) el sistema de IO para entrada y salida de datos; (c) el sistema de almacenamiento y (d) el sistema de posicionamiento global. Además, se desarrolló una aplicación de escritorio para poder transferir los datos mediante una conexión serie, con esto se evita tener que manipular la tarjeta de memoria. Los requerimientos de funcionamiento del dispositivo a diseñar son: (a) la adquisición de dato de profundidades cuando se activa un pulsador, dando así la libertad al usuario de tomar varias profundidades seguidas en una localización en la que tenga un interés particular, o automáticamente cada cierto intervalo de tiempo variable entre 5 y 60 segundos y (b) registrar la localización GPS de cada punto en que una profundidad fue tomada. Con ambos datos debe armarse una tabla en un archivo de texto plano. Una vez terminada la adquisición debe poder enviarse el archivo de texto a una PC para que se procesen los datos obtenidos. En la Figura 1 se presenta el esquema del desarrollo del dispositivo.

Sonar

El sonar estaba disponible en el Departamento de Hidráulica (de marca comercial Hummingbird), siendo una ecosonda de simple haz, que emite un pulso de 200kHz, la apertura de su haz es simétrica de 24° de lado a lado y de frente a fondo, esto le permite obtener una gran resolución y alcanzar profundidades máximas de 180 metros (Hummingbird, 1997). La ecosonda se compone de dos partes, una unidad de procesamiento y visualización, mediante un display de matriz, que informa en tiempo real al usuario la profundidad y la forma del lecho (Figura 2a). El otro componente es el transductor (Figura 2b), el cual emite y recibe ondas sonoras, debiendo colocarse levemente por debajo de la superficie del agua.

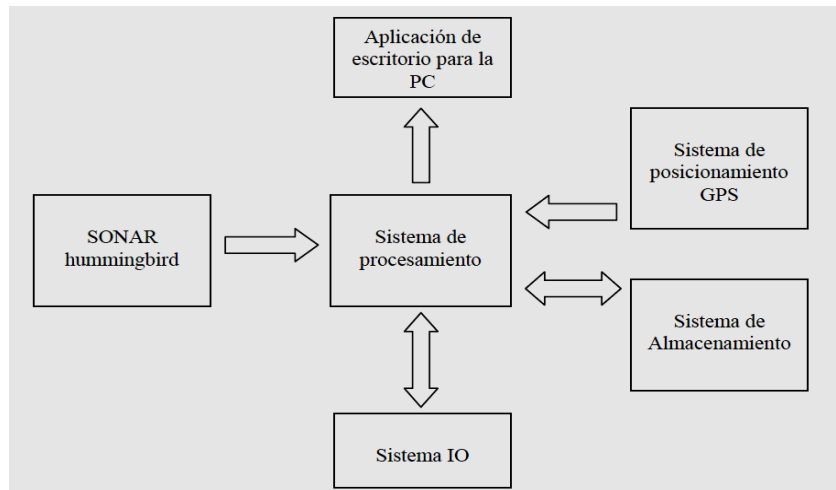


Figura 1. Esquema del dispositivo (Martinez, 2014)

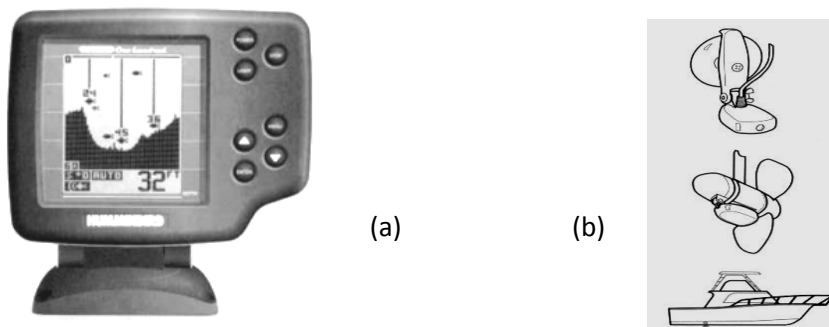


Figura 2. Ecosonda Hummingbird wide one hundred. (a) Unidad de procesamiento y Display; (b) Transductor. (Hummingbird, 1997)

Sistema de almacenamiento y GPS

Para resolver el sistema de almacenamiento Martínez (2014) utilizó el ArduinoGPS Shield, que trae incorporado un zócalo para una memoria micro SD, que se conecta a los pines del Arduino. La placa GPS está basada en el módulo GLOBALSAT GPS EngineBoard EB-365, de alta performance y de bajo consumo y emplea el integrado SiRFStar III con el cual puede trackear más de 20 satélites a la vez con rápida toma de datos en ambientes de baja señal, resultando apto para aplicaciones de navegación marina.

Sistema Entrada/Salida IO

Consiste de una placa donde van montados todos los componentes de entrada/salida. Está compuesto por: (a) 1 switch de encendido; (b) 1 llave selectora de 3 posiciones, siendo la encargada de seleccionar el modo de funcionamiento; (c) 1 pulsador usado para las adquisiciones en modo manual; (d) 3 leds, ocupan que indican diferentes condiciones de alarma y señalización; (e) 1 potenciómetro que define el tiempo de muestreo de profundidades; (f) Un Jack como conector de ingreso de la señal analógica proveniente del sonar; (g) Un puerto USB para la comunicación con la PC

Sistema de procesamiento

Este componente decidió resolverse, como se mencionó con antelación, mediante una placa integrada Arduino UNO Rev 3 que tiene el microcontrolador Atmega328. Se eligió este dispositivo por tener características similares al microcontrolador utilizado por el sonar (Martínez, 2014). En la Figura 3 se presenta una fotografía del dispositivo en su conjunto (no se muestra el transductor del sonar por estar sumergido).



Figura 3. Vista del dispositivo (a) Unidad de Procesamiento y Display Ecosonda; (b) Adquisidor, GPS; IO y Unidad de Procesamiento

El dispositivo se ha diseñado para tres modo de funcionamiento: (i) Modo 0 que corresponde cuando está encendido y en stand by; (ii) Modo 1 que corresponde a la

adquisición de datos de posicionamiento global y profundidades; (iii) Modo 2 que corresponde a la transferencia de datos a una unidad externa como PC o Laptop.

Cuando el dispositivo realiza la toma de datos se ejecutará un algoritmo que primero calcula la profundidad, a partir de la señal analógica proveniente del sonar, luego descompondrá los datos provenientes del GPS (ya que es una cadena de caracteres) y los procesará para obtener los datos que ingresará a la tabla, finalmente, se agregará un renglón a la tabla con los datos obtenidos. La tabla que se genera comprende columnas con el número de orden, la profundidad, latitud, longitud, hora, minutos, segundo, día, mes y año.

El software para transferencia de datos se desarrolló en el entorno Visual Studio utilizando lenguaje de programación C#. Se transfiere un archivo de texto que sea una réplica del que está en la tarjeta SD. La extensión de fichero de salida es *.txt, luego, puede utilizarse cualquier plataforma para operar con su contenido. Luego de varias alternativas de diseño de la arquitectura del dispositivo, Martínez (2014) arribó al diseño definitivo cuyo diagrama de flujo de funcionamiento se muestra en Figura 4.

Pruebas Iniciales del dispositivo

El dispositivo fue probado para pequeñas profundidades en un recinto de profundidad inferior a 1.00 m, luego en un estanque de 2.00 m de profundidad y finalmente en un tramo del río Paraná. Las pruebas, que actualmente se siguen llevando adelante, han contribuido a adecuar el dispositivo a requerimientos y problemas concretos que se van encontrando en las tareas de campaña, como así también llevó a mejorar y ajustar el software de interpretación de la señal desde el sonar para la determinación de las profundidades.

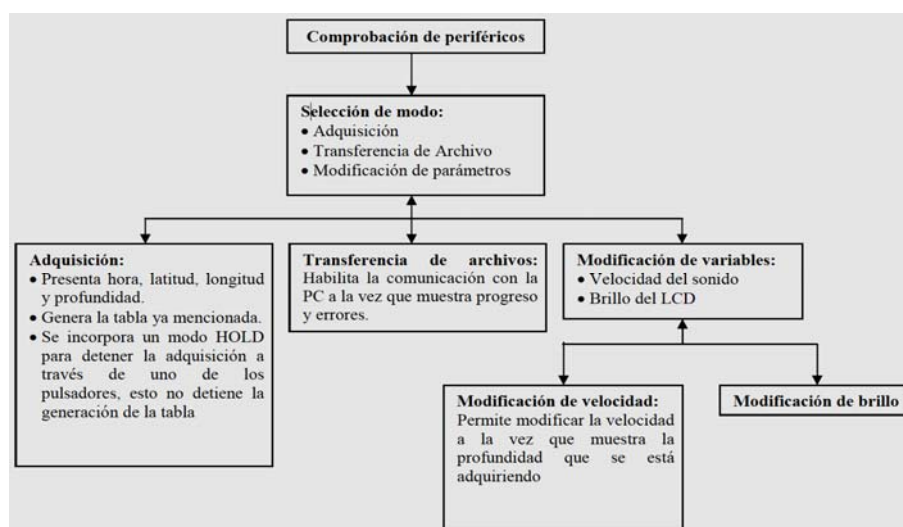


Figura 4. Diagrama de Flujo Actual del funcionamiento del dispositivo (Martínez, 2014)

Mediciones en el río Paraná

Se realizaron a la fecha cinco campañas de mediciones en el río Paraná, comprendiendo 80 km de relevamiento de fondo en el cauce principal y lagunas. Las tareas se realizaron en un tramo comprendido entre la desembocadura del arroyo Ludueña (km 424) y la zona del puente Rosario-Victoria (km 430). A modo ilustrativo se sintetizan los perfiles batimétricos obtenidos en las campañas del 07/06/2014 y el 24/08/2016. En la campaña del día 07/06/2014 se tomaron en total 1900 muestras. Tras el post procesamiento y filtrado de datos se construyeron 6 perfiles de fondo cuyos trayectos y altimetrías se presentan en las Figuras 4 y 6 respectivamente. La campaña del 24/08/2016 corresponde a un perfil de fondo sobre el cauce principal y dos perfiles en la laguna El Embudo, los trayectos se presentan en Figura 5 y los perfiles de fondo en Figura 7.



Figura 4. Ubicación perfiles campaña 07/06/2014



Figura 5. Ubicación perfiles campaña 24/08/2016

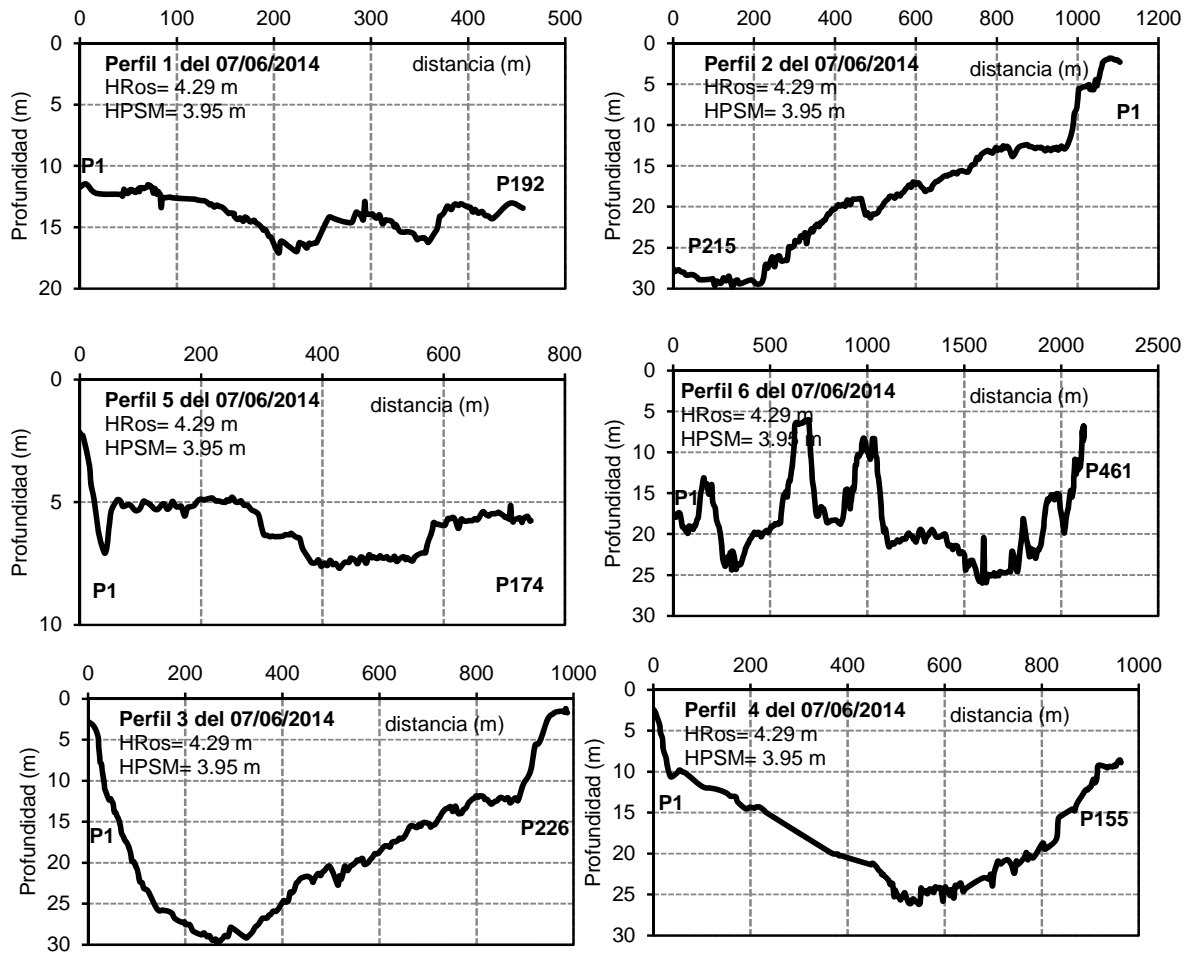


Figura 6. Perfiles de fondo en campaña 07/06/2014

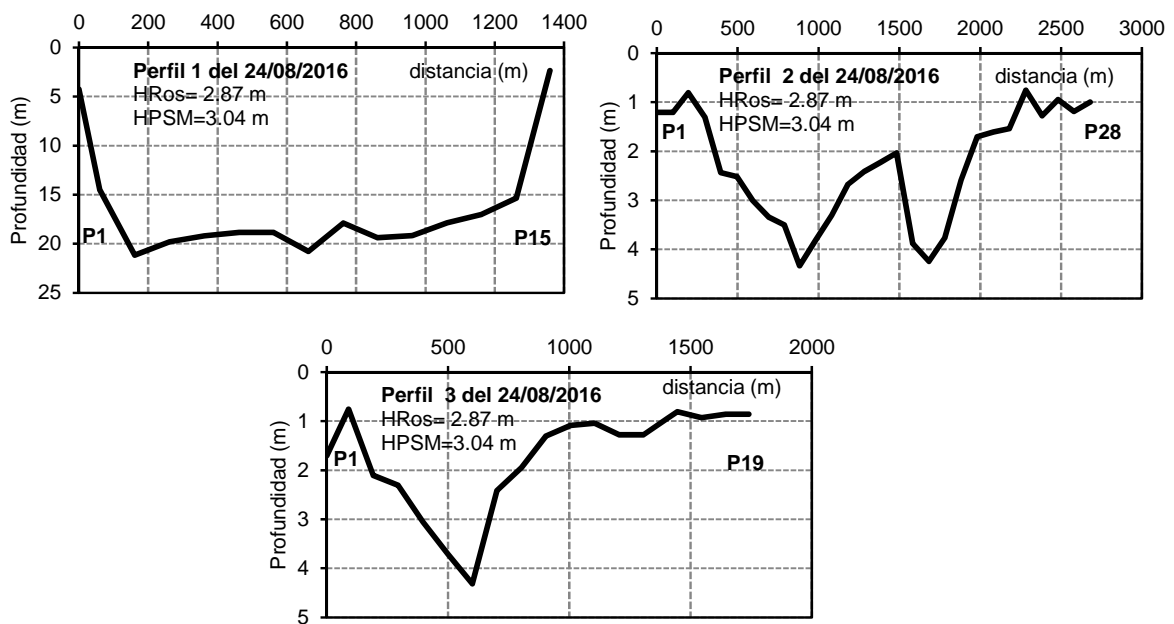


Figura 7. Perfiles de fondo en campaña 24/08/2016

Análisis de resultados

El dispositivo desarrollado puede dar respuestas a la demanda planteada en términos de posicionamiento global y profundidades. Los perfiles de fondo relevados en esta etapa de ensayos son comparables de acuerdo a los perfiles obtenidos en las mismas trayectorias en anteriores relevamientos. Las diferencias observadas son modestas y están dentro del rango posible de variaciones del nivel del lecho en este tipo de ríos y para el período de tiempo considerado, como así también dentro del error del instrumento. No puede hablarse de certeza de mediciones de profundidad pues el río posee lecho móvil y es claramente complejo determinar si el perfil de fondo ha cambiado o el dispositivo mide con errores. En lo que respecta a posicionamiento, al comparar con puntos fijos de posición conocida como muelles, señalizaciones fijas y múltiples estructuras de embarque, el error se puede acotar en ± 10 m. El error de la ecosonda según el fabricante es de ± 0.30 m, pudiendo esto corroborarse fehacientemente en profundidades de hasta 2.00 m. Por otro lado persisten algunos problemas relacionados a que bajo determinadas circunstancias a corregir la profundidad que determina el algoritmo y se registra en el adquisidor no es la misma que en ese momento se observa en el display de la ecosonda. Esto se ha evidenciado al tomar fotografías y videos del display de la ecosonda y del adquisidor simultáneamente. Para solucionar este problema se trabaja en el ajuste del algoritmo que convierte la señal del sonar en profundidades en el adquisidor. En el futuro inmediato se pretende comparar el posicionamiento y profundidad con un equipo comercial de mayor precisión.

Conclusiones

Se destaca el logro tecnológico a bajo costo y la posibilidad de integración de conocimientos de diferentes áreas de la ingeniería para satisfacer con desarrollos propios algunas de las necesidades de datos de campo que demandan diversos proyectos de investigación que se llevan adelante en nuestra institución.

La comparación de información conocida de profundidades y posicionamiento versus la que registra el aparato, ha indicado un margen de error de ± 0.30 m en profundidad y ± 10 m en geoposicionamiento. Este error es totalmente compatible con la información requerida por los modelos hidrodinámicos e hidrosedimentológicos que actualmente se operan en nuestro centro de investigación.

Para afianzar y dar mayor confiabilidad a las mediciones se aspira en períodos de trabajos futuros, realizar comparaciones con instrumental de calidad reconocida que realicen la misma captura de información.

Agradecimiento. Los autores agradecen a la UNR por el apoyo brindado con los PID IING509 y IING514. Asimismo agradecen al Ing. Javier Dallacasa y al Club Remeros de Alberdi por la provisión sin cargo de su lancha para los trabajos de campaña en el río Paraná.

Bibliografía

1. Basile, P.A. y Riccardi, G. (2002). "A Quasi-2D Hydro-Morphological Mathematical Model: An Application to the Argentinean Paraná River". *International Journal of Sediment Research*, 17 (1), 20-30.
2. Basile P.A., Riccardi G., Peruzzo F. y Trivisonno F. (2015). "Modelación Hidrodinámica de un Tramo del río Paraná Inferior". *Séptimo Simposio Regional sobre Hidráulica de Ríos. Montevideo, Uruguay*. 15p.
3. Garcia, M.; Basile, P.A.; Riccardi, G. y Rodriguez, J.F. (2015). "Modelling extraordinary floods and sedimentological processes in a large channel-floodplain system of the Lower Paraná River (Argentina)". *International Journal of Sediment Research*, 30 (2015), 150-159.
4. Martinez, T.R. (2014). "Desarrollo de un sistema de adquisición de datos para un sonar de uso deportivo". *Proyecto Final de la carrera Ingeniería Electrónica*, Escuela de Ingeniería Electrónica, FCEIA; UNR. 46p.
5. Hummingbird Wide One undred (1997). "Operations Manual", <http://www.humminbird.com/WorkArea/DownloadAsset.aspx?id=3239>.