

# Tecnologie ad alta efficienza e basso costo per il monitoraggio idrometrico di corpi idrici superficiali

High efficiency and low cost technologies for hydrometric monitoring of shallow water bodies

Parole chiave: Monitoraggio, acque superficiali, nuove tecnologie  
Key words: monitoring, shallow water, new technologies

Fabio Musmeci  
Opiware S.r.l, Formello (Roma)

Luca Maria Falconi  
ENEA- Dipartimento Sostenibilità, Centro di Ricerca Casaccia, Roma

E-mail: f.musmeci@opiware.it

## VALIDAZIONE SUL CAMPO DI SENSORI AD ULTRASUONI UTILIZZATI COME IDROMETRI

Lo sviluppo dell'Internet delle Cose (IOT) e dell'ecosistema sensoristico creato intorno a piattaforme molto diffuse come Arduino hanno portato alla disponibilità di apparati estremamente economici che possono essere utilizzati anche per il monitoraggio ambientale. Tra questi, quelli basati su ultrasuoni, possono essere utilizzati come idrometri per la misura dei livelli dell'acqua in differenti situazioni. La velocità del suono in aria dipende dalla temperatura e, in misura più modesta, dall'umidità. Per questo motivo, se si desiderano misure accurate, gli apparati devono esse-

re completati da sensori per umidità e temperatura. In questo lavoro vengono presentate le esperienze relative a tre situazioni diverse in provincia di Roma, in cui vari sensori sono stati utilizzati per oltre un anno consecutivo utilizzando, per la misura di umidità e temperatura il modulo BME280. Le stazioni di misura sono state installate presso:

- il fosso della Casaccia dove si hanno variazioni repentine in concomitanza delle piogge. Presso questo sito sono stati confrontati i dati raccolti da un sensore molto economico e diffuso (HC-SR04, range 0,02-4,00 m) e un sensore più costoso (Maxbotix 7388 range 0,50-10 m);
- il lago di Martignano, in cui il livello varia molto lentamente. In questo

caso sono stati utilizzati, dopo varie sperimentazioni, una tripletta di sensori US-25 (range 0,02-6,00 m); il canale di bonifica (Ostia) in cui, per l'attivazione di idrovore, il livello cambia continuamente ogni giorno. Anche qui sono presenti sensori US-25. Questo sito è dotato anche di un pluviometro.

- In tutti questi casi, dopo prime esperienze con Arduino, è stato utilizzato un microcontrollore ESP32 con integrato il modulo SIM800. Questo modulo permette l'invio dei dati ad un data base MYSQL con l'utilizzo del GPRS e quindi di una economica SIM per trasmissione dati. L'alimentazione è fornita da una batteria da 12 volts caricata da un pannello

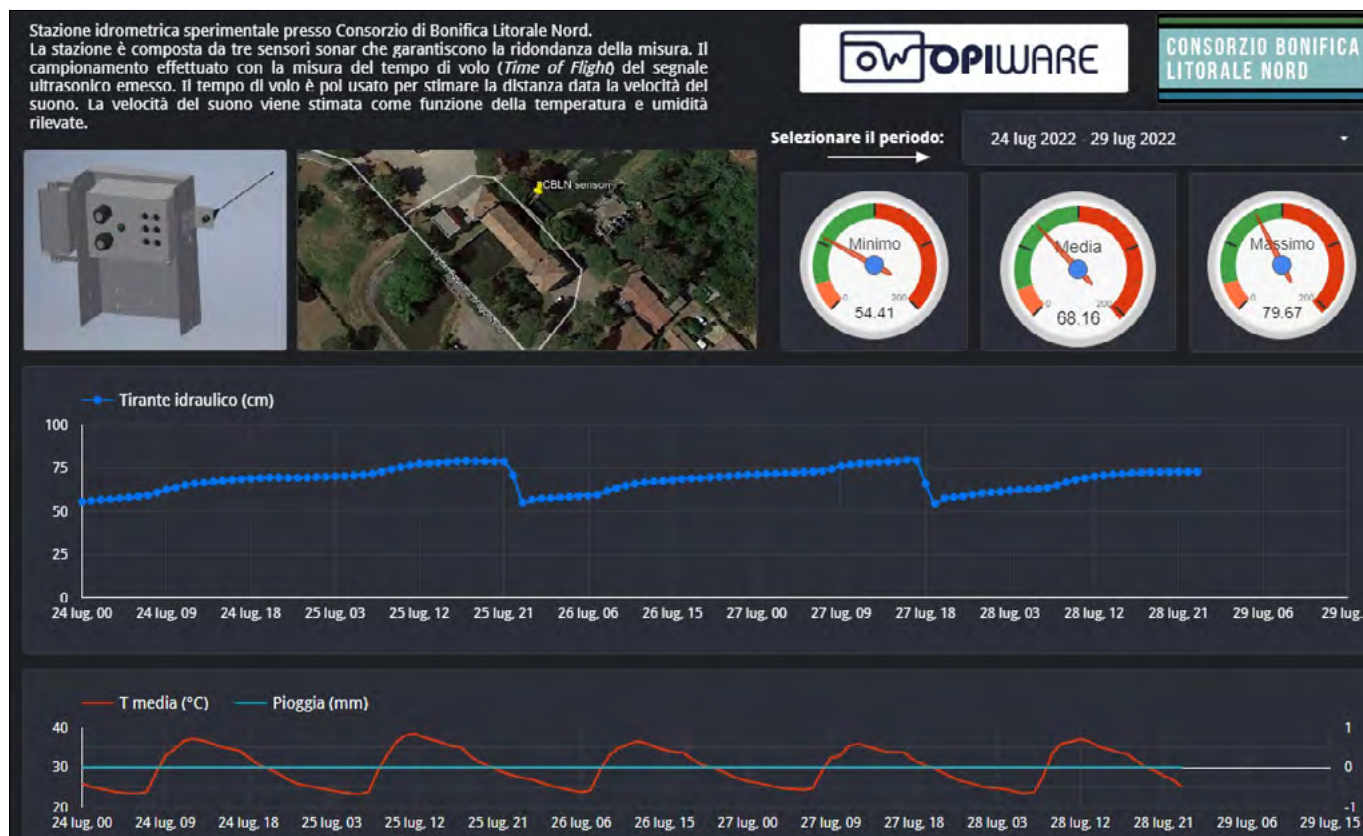


Figura 1. I dati sono presentati con l'uso del Google Data Studio per produrre pagine di consultazione

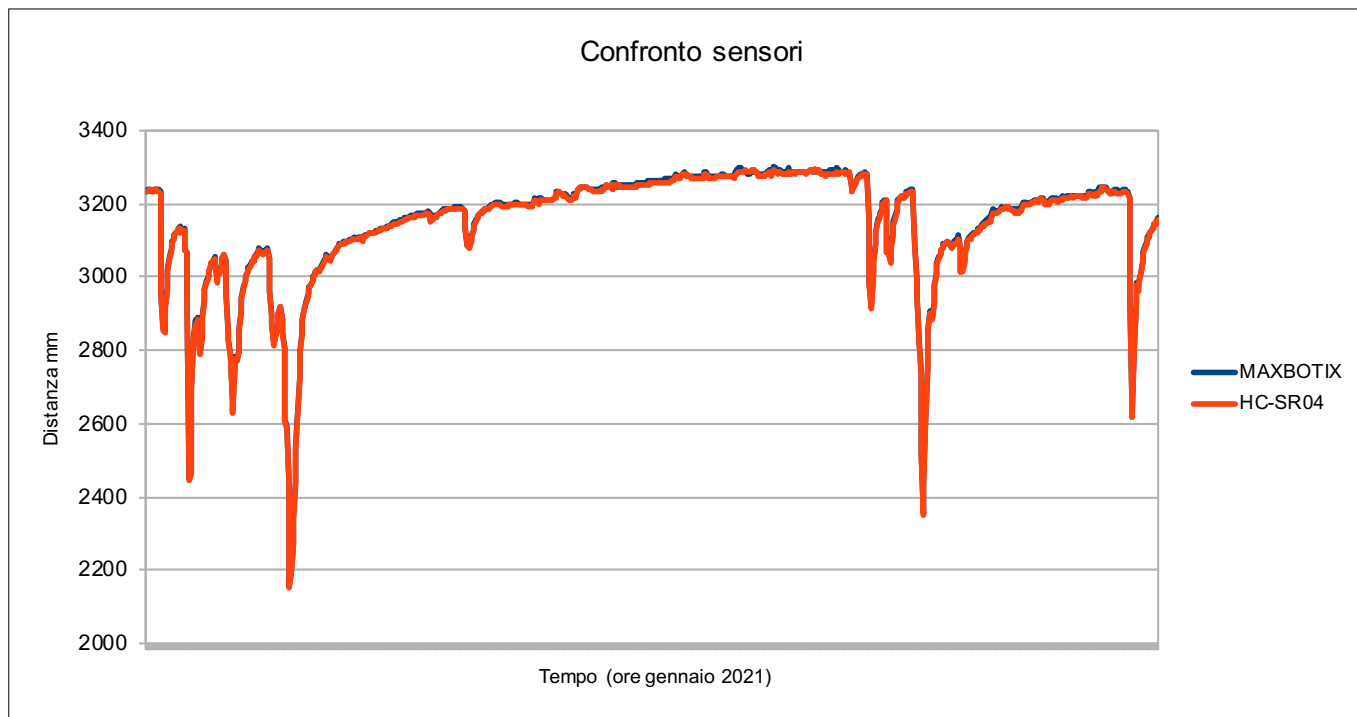


Figura 2. Dati dei sensori MaxBotix e HC-SR04 a confronto per il mese di gennaio 2021 acquisiti sul Fosso della Casaccia presso il Centro Ricerche ENEA. L'uso di tre sensori US-25 uguali e l'adozione del loro valore mediano, per la stima della distanza, è stato importante per la correzione di eventuali errori di misura e rappresenta la base su cui sono realizzati gli ultimi apparati (figura 3, destra)

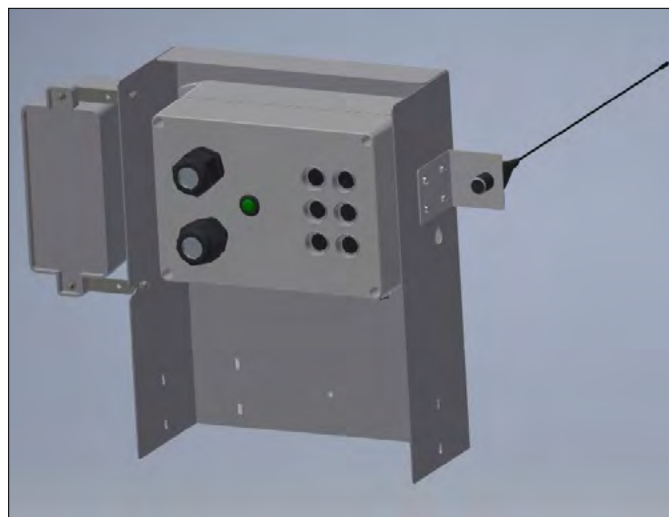


Figura 3. Vista della strumentazione Fosso della Casaccia utilizzata per il confronto tra sensori (sinistra) e modello 3d del gruppo a 3 sensori con elevata affidabilità

solare da 50 watt. Il dato acquisito dai sensori è stato ottenuto dalla mediana di letture consecutive e trasmesso ogni ora al server MYSQL.

Il confronto tra il MaxBotix e l'HC-SR04 (figura 2), reso possibile dall'apparato posto presso il fosso Casaccia (figura 3, sinistra) mostra che i dati sono estremamente correlati.

Il confronto tra i dati, eliminate le differenze sistematiche tra le misure, sono valutate in pochi millimetri. I valori della velocità del suono stimata variano tra 332 a 357 m/sec. Gli errori del singolo sensore US-25 sono inferiori all'1% e sono facilmente individuabili perché quando avvengono riportano sempre valori palesemente fuori scala. Stessa cosa vale per i sensori BME280 i cui errori sono solamente nella lettura della umi-

dità che si presentano con una frequenza dello 0,4%. Con una tripletta di sensori il sistema gode di un'alta affidabilità.

#### RIFERIMENTI

- GUNAWAN H.A.A, SUMADIYASA M. (2019), *Water Level Detection System Based on Ultrasonic Sensors HC-SR04 and ESP8266-12 Modules with Telegram and Buzzer Communication Media*, Instrumentation Measure Métrologie Vol. 18, No. 3, June, 2019, pp. 305-309.
- LÖFQVIST T., SOKAS K., DELSIN J. (2003), *Speed of sound measurements in humid air using an ultrasonic flow meter*, Proceedings, XVII IMEKO World Congress, June 22 - 27, 2003, Dubrovnik, Croatia.
- MOHAMMED S.L. *et al.* (2019), *Highly Accurate Water Level Measurement System Using a Microcontroller and an Ultrasonic Sensor*, IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 518 042025.

OP Conf. Series: Materials Science and Engineering 518.

NASUTION T.H. *et al.* (2018), *Design of river height and speed monitoring system by using Arduino*, IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 308.

PANDAK.G., AGRAWAL D., NSHIMIYIMANA A., HOSSAIN A. (2016), *Effects of environment on accuracy of ultrasonic sensor operates in millimetre range*, Perspectives in Science, Volume 8.

PEREIRA N. *et al.* (2022), *Evaluation of Water Level in Flowing Channels Using Ultrasonic Sensors*, Sustainability 2022, 14.

PRAFANTO A, BUDIMAN E. (2018), *A Water Level Detection: IoT Platform Based on Wireless Sensor Network*, 2nd East Indonesia Conference on Computer and Information Technology (EIConCIT).