# Monitoreo IoT de **humedales costeros.**

**Iris Neri Flores**[1]
**Luis Alberto Peralta Peláez**[2]
**Daniel Hernández Calderas**[1]

[1]VERSE Technology
[2]Tecnológico Nacional de México/ ITVeracruz

# Introducción

La necesidad de detectar los cambios que ocurren en el medio ambiente, causados de manera natural o por la actividad humana, se ha incrementado drásticamente en los últimos 50 años. Las sinergias entre los factores naturales y artificiales, autóctonos o externos, o entre los bióticos y abióticos, aunadas a los costos cada vez mayores, hacen que los programas de monitoreo ecológico requieran una mejor planeación, ejecución, análisis, almacenamiento de datos, comunicación a los usuarios y autoridades de cada país o región. Sin embargo, en materia de humedales, los esfuerzos serios por establecer lineamientos y directrices para programas de monitoreo han sido relativamente recientes (Ramsar, 2005).

Los humedales son zonas de transición entre la tierra y los sistemas acuáticos, en donde el agua constantemente interactúa con la tierra y de esa manera controla el ambiente, así como la vida vegetal y animal asociada. El suelo en los humedales presenta características anaerobias o aerobias dependiendo de las condiciones de inundación (hidroperíodo). Los elementos o componentes del humedal y las interacciones que se establecen entre ellos son debidos a la hidrología, el ambiente fisicoquímico del suelo, del agua y la biota -es decir las plantas, los animales y los microorganismos- del suelo (Moreno, 2018).

Spellerberg (1991) define el monitoreo como “las observaciones sistemáticas de parámetros relacionados con un problema específico, diseñadas de tal manera que nos provean información sobre las características del problema a tratar y sus cambios a lo largo del tiempo”. Las redes de monitoreo pueden funcionar como un esfuerzo de “alerta temprana” de la salud del sistema.

Históricamente el monitoreo ambiental de los ecosistemas que tienen como elemento central el agua se ha enfocado a determinar parámetros físicos, químicos y biológicos (bacteriológicos) que proporcionan datos cuantitativos de la calidad del agua para satisfacer las necesidades humanas (Karr, 1991; Cairns et al., 1993, Peralta, 2017). Rosenberg y Winter (1997) mencionan que el monitoreo físico y químico subestima la degradación de los ecosistemas, lo resume de la siguiente manera: “las medidas físicas y químicas son como las fotografías del ecosistema, las medidas biológicas son el video”. Esto es, los análisis fisicoquímicos del agua solo proporcionan una parte del escenario ambiental, y no caracterizan adecuadamente la salud del sistema que se está evaluando, mientras que el biomonitoreo o utilización de distintos organismos (macroinvertebrados o plantas por ejemplo) permite establecer con más precisión cuales son los factores que afectan al ecosistema (Cairns et al., 1993; Karr y Chu, 1999).

Se ha desarrollado tecnología que facilita el monitoreo de las variables fisicoquímicas reduciendo el impacto ambiental que se genera al realizar los análisis de laboratorios al reducir sus desechos peligrosos. Actualmente se tiene la tecnología IoT (Internet de las Cosas) que permite realizar el intercambio de información generada en cualquier punto del planeta.

Si unimos lo mencionado por Rosenberg, Winter (1997) y el IoT se potencializa entonces, el conocimiento de cualquier sistema y permite correlacionar mejor las variables biológicas y fisicoquímicas, pues se monitorean continuamente las variables físicas y químicas del sistema para una mejor interpretación del funcionamiento de los ecosistemas acuáticos, en este caso del humedal.

La empresa mexicana **VERSE Technology** ha desarrollado el dispositivo **KRAKEN** para el monitoreo de la calidad de agua, por lo que este dispositivo puede ser innovador para proponer sistemas de monitoreo eficientes que puedan ser utilizados en todo tipo de humedales. El objetivo de este trabajo es evaluar la tecnología de **KRAKEN** aplicada a un humedal costero en Veracruz.

# Área de Estudio

El dispositivo fue instalado en un humedal artificial construido para el tratamiento de las aguas residuales grises (cocina y regaderas) del campamento ecoturístico La Mancha en Movimiento S. S. S. que es una empresa comunitaria de ecoturismo que se encuentra en la Región de la Mancha, Municipio de Actopan, en la parte Central del Golfo de México, dentro del estado de Veracruz. Esta Empresa esta formada por personas de la comunidad tales como pescadores, campesinos, amas de casa, jóvenes, y estudiantes, los cuales preocupados por la conservación del medio ambiente decidieron capacitarse como ecoguías, y transmitir los conocimientos de su entorno.  En la zona el clima es del tipo Aw2 que se caracteriza por ser cálido subhúmedo, con régimen de lluvias de verano, un P/T mayor de 55.3, con la temperatura media anual del mes más frío mayor de 18°C y la del mes más caliente mayor a 22°C. Este sitio además cuenta con una gran riqueza ecológica como selvas, manglares, distintos tipos de humedales, dunas, laguna y la playa, por lo que es un área apta para el ecoturismo comunitario. En la figura 1, se presenta la localización donde fue instalado el dispositivo **KRAKEN**.

Figura 1.  Localización de **KRAKEN** en el campamento Ecoturístico La Mancha, Veracruz.

# Equipo utilizado

El dispositivo utilizado llamado **KRAKEN** utiliza cuatro sensores para medir los parámetros de: temperatura, pH, Oxígeno disuelto, y redox, los cuales se mantienen en el agua y se conectan a la tarjeta inteligente para la transmisión de datos en tiempo real a través de internet. Este dispositivo funciona con una celda solar por lo que es necesario que esté libre de árboles, eligiendo la mejor posición para una mayor captación de energía solar. Este humedal artificial recibe descargas de aguas grises provenientes del campamento ecoturístico por lo que los sensores tienen que estar en contacto directo con el agua (Figura 2) La transmisión de datos se inició el 19 de julio de 2018 a las 12:09 y finalizó el 24 de julio a las 23:28 pm. La frecuencia de muestreo fue de cada seis horas, lo cual se puede adaptar según las necesidades de monitoreo. Los datos pueden ser visualizados en internet con acceso desde un celular o computadora y las series de tiempo de los parámetros medidos pueden ser descargados como archivos de texto delimitado (.csv).

Figura 2. Instalación de **KRAKEN** en un humedal artificial del campamento Ecoturístico (Fotografía: Adrián Martínez)

# Resultados

La visualización de los resultados, se presentan como series temporales para cada variable del sensor, a través de una página de internet: https://ubidots.com/education, que se accede con un usuario y contraseña. (Figura 3).

Figura 3. Visualización de los parámetros en internet

En la tabla 1 se presentan los valores iniciales y promedio del monitoreo del 19-24 julio.

**Tabla 1. Valores iniciales y promedio del monitoreo KRAKEN**

| Valor inicial | Valor inicial | Valor promedio |
|---|---|---|
| Temperatura ( °C) | 26.7 | 27.7 |
| pH | 6.8 | 6.7 |
| ORP (mv) | -77.5 | -183.3 |
| Oxígeno Disuelto (mg/l) | 1.33 | |

En la figura 4, se presentan las series temporales de los parámetros de pH, ORP y temperatura durante el período de prueba de muestreo. El pH es una medida de la acidez o naturaleza básica (alcalina) de una solución. El agua que contiene más iones de hidrógeno es ácida (valores menores a 7), mientras que el agua que tiene más iones de hidroxilo es básica (valores mayores a 7). El valor promedio indica un agua neutra. La temperatura, afecta directamente muchos de los procesos biológicos y fisicoquímicos, incluyendo a los nutrientes que se encuentran en el agua. En especial, afecta la solubilidad de muchos elementos. Los valores de temperatura indican que está relacionada con la temperatura

ambiente del lugar. El crecimiento descontrolado de algas y plantas acuáticas y la alta concentración de materia orgánica pueden afectar negativamente los niveles de oxígeno disuelto en agua. Cuando estos niveles caen por debajo de 5 mg/l, la vida acuática corre riesgo. El valor registrado fue de 1.33 mg/l, lo que se correlaciona con el agua residual. El potencial redox, es un indicador de la calidad bacteriana por ejemplo un valor de ORP entre 650 a 700 mV, bacterias tales como Escherichia Coli y Salmonella son exterminadas (OMS,1971) El ORP en el registró un promedio de -183.3 mV, siendo la variable con mayor cambio diurno lo que indica su condición de agua residual y que puede estar asociado a descargas hacia el humedal.

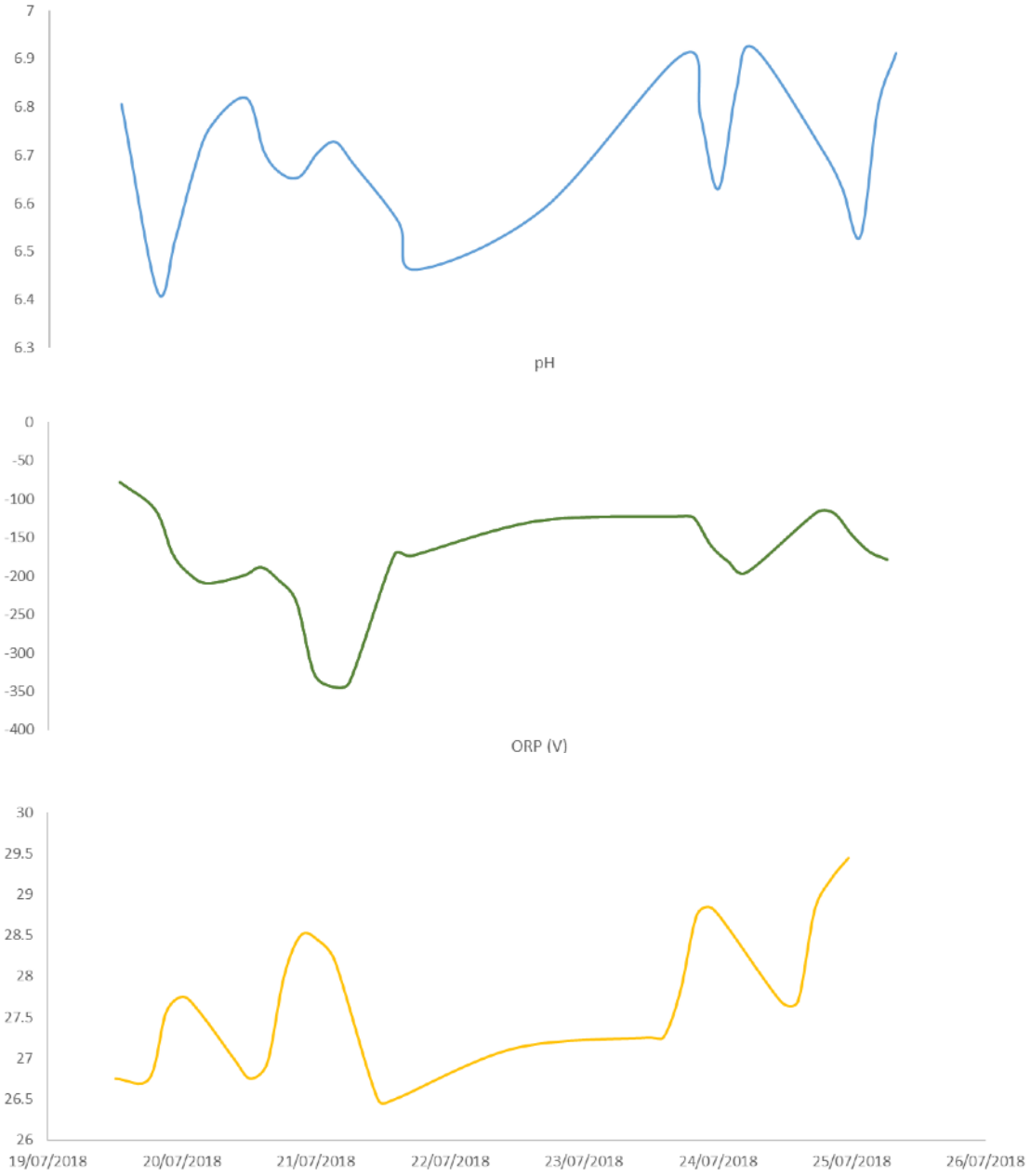


Figura 4. Variación temporal de pH (superior), ORP (medio) y temperatura (inferior) de los sensores **KRAKEN**

# Conclusiones

La aplicación de **KRAKEN** para el monitoreo de humedales da una posibilidad para una mejor gestión de los recursos ambientales, que no solo puede aplicarse a humedales mexicanos, sino también en el mundo. Por otra parte, el monitoreo continuo de los parámetros físico-químicos permitirán la valoración cuantitativa de los humedales para entender su funcionamiento ecohidrológico. A este dispositivo se le pueden añadir sensores de conductividad, amonio, fluoruros, cloruros, turbidez, etc.

## Agradecimientos

A la Dra. Patricia Moreno Casasola por la coordinación del proyecto Evaluación integral de la vulnerabilidad al cambio climático de la cuenca del Río Jamapa, Ver, y sus repercusiones en el sistema cafetalero, en poblaciones de la cuenca baja (Cd. de Veracruz y otras) vulnerables a inundaciones y en las ANP. No. 249270 Conacyt-Semarnat. Al grupo La Mancha en Movimiento S.S.S. por el apoyo para la instalación y cuidado del equipo.

## Referencias

Cairns, J.Jr., V.P. McCormick y B.R. Niederlehner. 1993. A proposed framework for developing indicators of ecosystem health. Hidrobiologia 263: 1-44.

Karr, J.R. 1991 Biological integrity: a long-neglected aspect of water resource management. Ecological Applications 1(1): 66-84.

Karr, J.R. y W. E. Chu 1999. Restoring Life in Running Waters. Better Biological Monitoring. Island Press. Washington, D.C. 209 pp.

Moreno Casasola Patricia (2018). https://docs.wixstatic.com/ugd/11f715_14fb8bdf0c884e1ab8a23498aaeb9251.pdf

OMS (1971). International Standards for Drinking Water. 3ª. Edición.Ginebra

Peralta-Peláez LA (2007) Diseño de un índice de integridad biótica para los lagos interdunarios de la región costera central del estado de Veracruz, México. Dissertation. Institute of Ecology A.C., Mexico

RAMSAR (2005). Herramientas de Evaluación contenidas en el Marco Integrado de Inventario de Humedales, Evaluacióny Monitoreo (IF-WIAM). Documento 24 de Discusión.Convención Ramsar COP9. Kampala, Uganda.RAMSAR (2018) http://www.worldwetlandsday.org/

Rosenberg D. O. y T. C. Winter. 1997. Dynamics of water-table fluctuations in an upland between two prairie-pothhole wetlands in Norh Dakota. Journal of Hydrology 191: 266-289.

Spellerberg, I. F. 1991. Monitoring Ecological Change. Cambridge. University Press, New York. 374 p.