

## **Monitoreo de indicadores de calidad de agua: Programa de monitoreo bacteriológico y notificación pública**

Por  
Jorge F. Bauzá-Ortega<sup>1</sup> y Rebecca Rivera<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Director Científico Estuario, <sup>2</sup>Coordinadora Montitoreo de Calida del Agua Estuario

Semanalmente, personal de Estuario colecta muestras en aguas estuarinas para determinar la presencia del grupo de bacterias fecales de nombre enterococos (nombre científico, *Enterococcus*). A base de los resultados, se generan notificaciones públicas con el fin de promover el uso recreativo saludable del ecosistema y promover la salud pública. La Agencia de Protección Ambiental (EPA) recomienda el uso de los *Enterococcus sp.* como indicador de calidad del agua en ecosistemas marinos. Este grupo de bacterias se encuentra naturalmente en el intestino humano. No obstante, su presencia en cuerpos de agua es indicador de aguas sanitarias sin tratar, con potencial de contener patógenos que podrían poner en riesgo la salud humana.

Las muestras colectadas se preparan y procesan mediante el método IDEXX's QuantiTray. Este método consiste en incubar la muestra de agua en un medio nutritivo selectivo. Después de 24 horas de incubación a 41°C, se cuentan las colonias positivas a enterococos y el resultado se presenta en la cantidad de colonias (CFU) presentes en 100 mililitros de muestra. Para determinar la calidad de las aguas comparamos estos resultados con el estándar de calidad de agua conocido como el *Beach Action Value* de 70 CFU/100 mililitros. Las muestras deben presentar valores por debajo del 70 CFU/100m para considerarse que el agua es apta para bañistas y para el contacto directo con las personas.

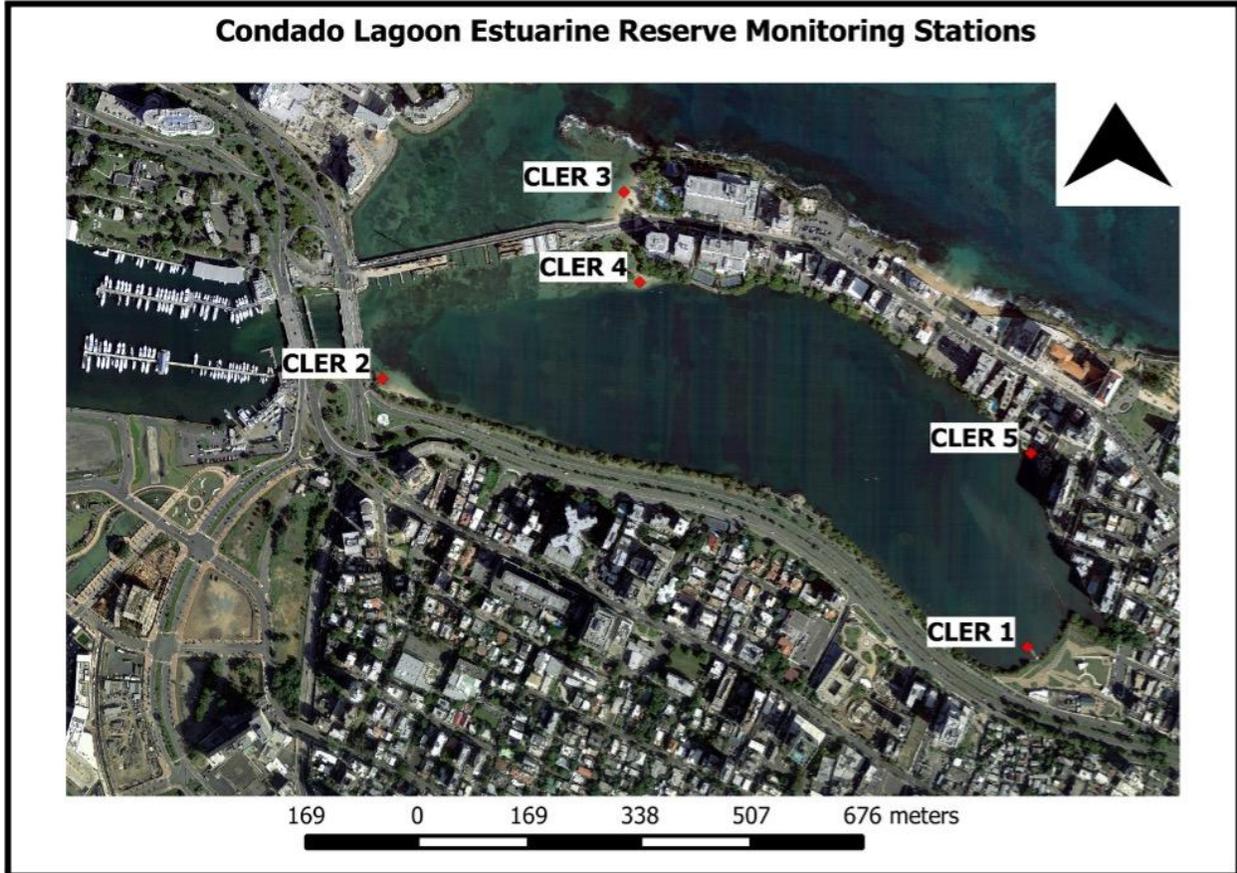


**Figura 1.** Voluntarios realizando los muestreos y análisis para el conteo de enterococos. Los voluntarios se capacitan previamente a través del programa de Certificación de Ciudadanos Científicos.

El novedoso programa de monitoreo y notificaciones públicas comenzó en el 2014, en el área de la Reserva Natural de la Laguna del Condado (Reserva). Luego del paso del huracán María, se extendió a todo el litoral norte de la cuenca hidrográfica del Estuario de la Bahía de San Juan. Desde entonces, voluntarios (**Figura 1**) bajo el liderazgo de un coordinador de Estuario recolecta y analiza muestras de agua semanalmente para evaluar la presencia de bacterias fecales en cinco estaciones de alto uso recreativo en la Reserva (**Figura 2**). Las estaciones se ubican frente al parque Jaime Benítez, playita de la Baldorioty, playa del Condado, parque San Gerónimo y la calle Aguadilla.

Tras el paso del huracán María en septiembre de 2017, ampliamos nuestros esfuerzos incorporando seis estaciones de monitoreo localizadas en playas del litoral norte de la cuenca hidrográfica del Estuario. La acción se tomó a raíz de la emergencia sanitaria ocasionada por el colapso de la infraestructura sanitaria y pluvial luego del evento atmosférico.

Las estaciones de playa se ubican frente a las calles Nirm, Serra y Cervantes, en Ocean Park; en Vacía Talega, playa de Pine Grove y balneario El Escambrón (**Figura 3**).



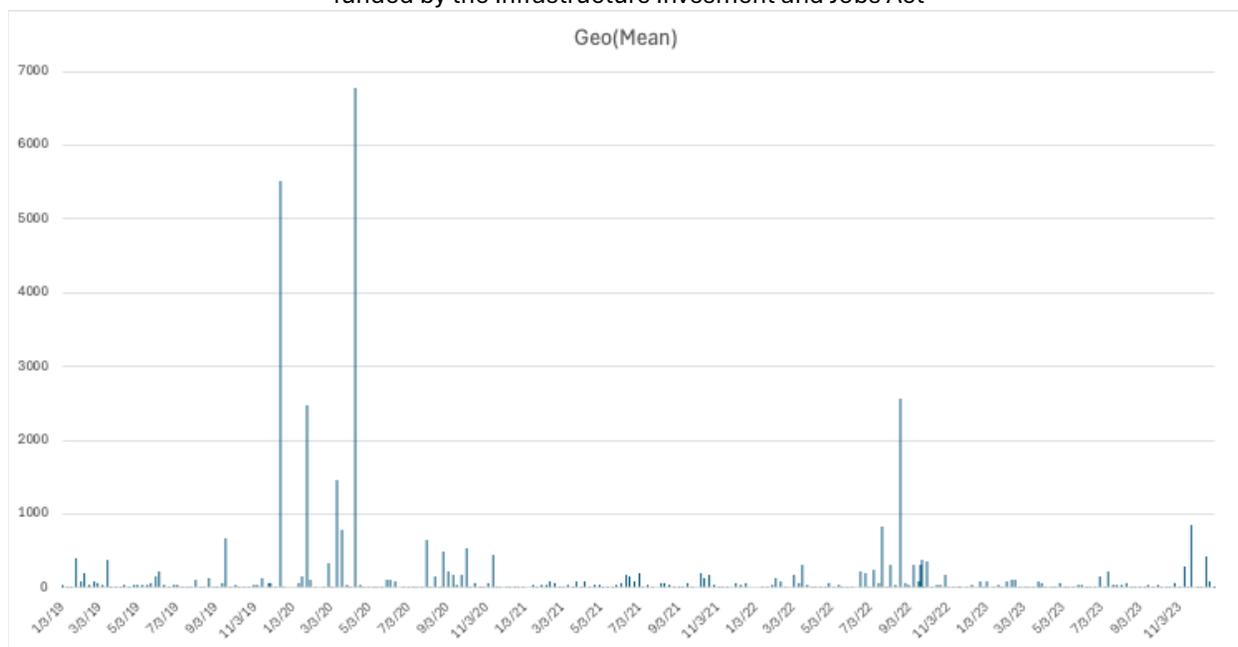
**Figura 2.** Estaciones de muestreo para enterococos en la Reserva Estuarina Laguna del Condado y playas del litoral de la cuenca. Estas estaciones se monitorean todas las semanas.

Los resultados del análisis de las muestras se informan al público a través de las redes sociales de Estuario, el portal web ([estuario.org](http://estuario.org)) y mediante un sistema de banderas que se izan en la inmediaciones de la Reserva. Cuando el cuerpo de agua excede el *Beach Action Value* se presenta una bandera de color rojo en la estación de medición. Cuando sí cumplen (resultados por debajo del *Beach Action Value*) se coloca una bandera de color verde.



**Figura 3.** Sistema de aviso de resultados de los monitoreos de enterococos en la playas . Las estaciones que no cumplen con el *Beach Action Value* (70 CFU en 100 mililitros) se identifican con una bandera roja para indicar que el agua no es apta para contacto directo con las personas. Las que cumplen y son aptas para bañistas se identifican con una bandera verde.

Para la Reserva se calcula la media geométrica de todas la estaciones y este valor se compara con el *Beach Action Value*. La **Figura 4** presenta la media geométrica de los conteos de enterococos para el total de eventos (250 en total) en la Laguna del Condado. El 70 % del tiempo la Laguna del Condado cumplió con este estándar y estuvo apta para bañistas para el parámetro monitoreado.



**Figura 4** presenta la media geométrica de los conteos de enterococos para el total de eventos (250 en total) en la Reserva Estuarina Laguna del Condado.

La **Tabla 1** exhibe la frecuencia de cumplimiento por estación en la Reserva. La que menos cumplió con el *Beach Action Value* para el periodo de observación fue la Estación Calle Aguadilla (20 %) y, por el contrario, la que más cumplió fue la de la Playa del Condado (95 %).

Definitivamente, hay que explorar qué ocurre en la calle Aguadilla para determinar la fuente de estos enterococos pues, de existir descargas de aguas sanitarias, estas pasan desapercibidas a simple vista. Es decir, no son descargas sanitarias de aguas superficiales, por lo que existe la posibilidad de que fluyan a través de las aguas subterráneas.

**Tabla 1.** Estaciones de muestreos en la Laguna del Condado y frecuencia de eventos en cumplimiento con el *Beach Action Value*, entre el 2019 y el 2023.

Estación Laguna del Condado	Cantidad de eventos en cumplimiento de un total de 250	Porcentaje del tiempo en cumplimiento
Parque Jaime Benítez (CLER 1)	168	67
Playita de la Baldorioty (CLER 2)	194	78
Playa del Condado (CLER 3)	238	95
Parque San Gerónimo (CLER 4)	157	63
Calle Aguadilla (CLER 5)	49	20

Con relación a las playas (**Tabla 2**), observamos que la playa ubicada cerca de la calle Cervantes es la que menos cumple con el *Beach Action Value* (cumplió con este valor apenas 22 % del tiempo) dentro del periodo de estudio. En este punto ocurren consistentemente descargas de aguas sanitarias a través de una cuneta que forma parte del sistema de alcantarillado pluvial.

**Tabla 2.** Estaciones de muestreos en la playas monitoreadas y frecuencia de eventos en cumplimiento con el *Beach Action Value*, entre el 2019 y el 2023.

<b>Estación</b>	<b>Cantidad de eventos en cumplimiento de un total 252</b>	<b>Porcentaje del tiempo en cumplimiento</b>
Calle Nirm	198	79
Calle Serra	235	94
Calle Cervantes	54	22
Ocean Park	247	99
Pine Grove	244	98
Vacía Talega	235	94
Balneario El Escambrón	228	91

Esta observaciones nos permiten identificar los lugares con mayores problemas de contaminación para enfocar los esfuerzos y eliminar las fuentes de aguas sanitarias sin tratar.