



RIDAA
Repositorio Institucional
Digital de Acceso Abierto de la
Universidad Nacional de Quilmes



Universidad
Nacional
de Quilmes

Balsamello Valdez, Carlos Daniel

Diagnóstico de la calidad del agua para uso recreacional del balneario Arroyo Pareja de la Ciudad de Punta Alta



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Argentina.
Atribución - No Comercial - Sin Obra Derivada 2.5
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/ar/>

Documento descargado de RIDAA-UNQ Repositorio Institucional Digital de Acceso Abierto de la Universidad Nacional de Quilmes de la Universidad Nacional de Quilmes

Cita recomendada:

Balsamello Valdez, C. D. (2025). Diagnóstico de la calidad del agua para uso recreacional del balneario Arroyo Pareja de la Ciudad de Punta Alta. (Trabajo final integrador). Universidad Nacional de Quilmes, Bernal, Argentina. Disponible en RIDAA-UNQ Repositorio Institucional Digital de Acceso Abierto de la Universidad Nacional de Quilmes <http://ridaa.unq.edu.ar/handle/20.500.11807/5783>

Puede encontrar éste y otros documentos en: <https://ridaa.unq.edu.ar>

Diagnóstico de la calidad del agua para uso recreacional del balneario Arroyo Pareja de la Ciudad de Punta Alta

Trabajo final integrador

Carlos Daniel Balsamello Valdez

danielbalsamello@live.com

Resumen

Dada la creciente conciencia social y gubernamental respecto de los efectos antrópicos sobre el medio ambiente, surge la necesidad de investigar y monitorear los cambios temporales en las matrices ambientales, particularmente en los cuerpos de agua destinados a la recreación.

En el tramo medio del Estuario de Bahía Blanca a la altura de la ciudad de Punta Alta, provincia de Buenos Aires, existen serios problemas en el sistema de saneamiento de la localidad, con múltiples implicancias ambientales que se manifiestan en la contaminación de los cauces de arroyos, y el Estuario propiamente dicho.

En el presente trabajo integrador final se evaluó la incidencia de las descargas cloacales de la localidad de Punta Alta en la calidad del agua para uso recreativo del balneario Arroyo Pareja, donde la metodología empleada incluyó el relevamiento y análisis de la información antecedente, y posteriormente en mayo del año 2024 la realización de un muestreo en la zona contigua a la descarga cloacal y en el balneario Arroyo Pareja para determinar la carga bacteriana de *Enterococcus spp*, efectuando los análisis de las muestras en el Departamento Científico Pericial de la Prefectura Naval Argentina.

Los análisis bacteriológicos presentaron valores de *Enterococcus spp* por encima de la normativa vigente en la totalidad de los sitios. Estos valores fueron más elevados en pleamar, por lo cual se podría concluir que la descarga cloacal tendría una influencia diferencial sobre el balneario dependiendo de la marea, produciéndose en el momento de pleamar el arrastre de la descarga de Arroyo Pareja hacia la zona de balneario, llevando consigo la carga bacteriana proveniente de los efluentes cloacales. Por lo mencionado en el párrafo anterior; el balneario no presenta una calidad óptima para la recreación

Índice

Introducción.....	2
Pregunta de investigación... ..	4
Objetivos del trabajo	4
Antecedentes	5
Marco Teórico	7
Área de estudio	10
-Descripción de área de estudio	10
-Características generales del medio físico	13
Materiales y métodos	15
Resultados	24
Discusión y conclusiones.....	26
Bibliografía.....	29

Introducción

Las playas costeras de recreación veraniega son zonas de esparcimiento muy concurridas en los meses de verano, en donde las actividades acuáticas brindan beneficios importantes para la recreación, salud y bienestar de las personas. No sólo benefician a los lugareños, también atraen a numerosos turistas cuyos desembolsos favorecen a las economías locales. Sin embargo, el baño en el agua de mar puede representar riesgos para la salud de los usuarios, debido a que las aguas pueden estar contaminadas con excretas humanas; las cuales pueden contener agentes patógenos causantes de infección, enfermedad y muerte (Fleisher, 1985; Pruss, 1998; PAHO, 2003).

El balneario Arroyo Pareja forma parte del estuario de Bahía Blanca, el cual está ubicado en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina. El estuario tiene un canal principal y varios canales secundarios que separan extensas planicies de marea e islas. Las principales vías de acceso de materiales y sustancias de origen antrópico al estuario son los efluentes de los núcleos urbanos y de origen industrial pertenecientes al partido de Bahía Blanca y a la ciudad de Punta Alta, que en total suman más de 400.000 habitantes (Marcovecchio *et al.*, 2001). En el sector sur de la ciudad de Punta Alta se produce el vertido de efluentes cloacales en el cauce Arroyo Pareja, el cual descarga sus aguas en el Estuario de Bahía Blanca. El intercambio de agua en dicho estuario está influenciado por un régimen de mareas semi diurno, siendo dos veces al día el ingreso de agua al mismo (Calvo-Marcilese y Pratolongo, 2009), por lo cual arrastra la esorrentía proveniente de la zona de descarga cloacal hacía el balneario Arroyo Pareja (Foto 1), en donde se llevan a cabo actividades de recreación a lo largo de todo el año, entre las cuales podemos mencionar: travesías en kayak, pesca deportiva, pesca artesanal, competencias de natación en aguas abiertas, kite surf, windsurf y bañistas (Montivero, A., 2023).



Foto 1: Intercambio de aguas en zona de estudio. Fuente: propia.

Por otro lado, la transmisión de la bacteria *Enterococcus spp* a humanos generalmente ocurre por **contacto directo con superficies contaminadas**, siendo relevante por todo lo mencionado anteriormente. Cabe mencionar que esta área es carente en su totalidad de un sistema de vigilancia y control que informe la calidad del agua a la población.

Preguntas de investigación

- ¿Cuáles son las características bacteriológicas del balneario? ¿son aceptables para su uso?
- Dependiendo de la marea del área, ¿la descarga cloacal de Punta Alta influye en el balneario?

Objetivos del trabajo

Diagnosticar la situación ambiental de Arroyo Pareja destinado al uso recreativo en la ciudad de Punta Alta, para brindar pautas que orienten el manejo del sistema a una gestión sustentable.

Objetivos Específicos.

- Determinar la *carga microbiana* para conocer la **calidad del agua** en relación a uso recreativo.
- Analizar la incidencia de la descarga cloacal aledaña al balneario.

Antecedentes

- En el estudio realizado por Baldini en el año 2008, encontró que la Ría de Bahía Blanca alberga una gran diversidad de especies de Enterococos, algunas de las cuales son resistentes a antibióticos
- Un hecho preocupante desde el punto de vista ambiental que no puede dejar de señalarse en relación a esta problemática es que las pequeñas embarcaciones que prestan servicios de apoyo a los barcos petroleros amarrados a las monoboyas de Punta Ancla y Punta Cigüeña ingresan al muelle de Puerto Rosales a través de un canal que es mantenido por el drenaje de los desechos cloacales de la ciudad de Punta Alta y la marea de flujo y reflujo que se encauza. Esta situación reviste suma gravedad, si se tiene en cuenta que en Puerto Rosales se llevan a cabo actividades pesqueras, cuya producción es consumida por la población local (Omar, D. H., 2012).
- En el trabajo realizado por Noceti en el año 2014, se realizaron entrevistas anónimas a los pescadores de la zona, destacando los siguientes aportes: "*En la zona de las cloacas, tirábamos la red y sacamos de todo eh, tampones, pañales, toallitas higiénicas, plástiquito de fiambres, bolsas de todo tipo. Es que al inodoro no solo va la materia fecal, va de todo, y nosotros lo encontramos acá navegamos entre todo eso en zonas de la ría*"; "*Ahí en Arroyo Pareja teníamos una lancha y una vuelta la ubicamos cerca de la salida de la cloaca, y cuando cambio el viento, nos trajo todo eso, y veíamos mojarritas nadar en superficie con la boca abierta (boqueando)*". Por otro lado, los pescadores señalaron que los desechos cloacales sin tratamiento son la principal fuente de contaminación en el estuario. A pesar de esto, los municipios de Coronel Rosales y de Bahía Blanca no han tomado medidas concretas para abordar esta problemática.
- Streitenberger (2016), realizó una investigación con el objetivo de determinar el estado sanitario de los principales afluentes que recibe el estuario de Bahía Blanca, donde cuantificaron las poblaciones de bacterias heterótrofas mesófilas aerobias (BH), *Escherichia coli* (EC) y *Salmonella spp.*, para establecer el impacto que ejercen sobre el estuario. Llegaron a la conclusión que el estuario de Bahía Blanca está impactado por la actividad antrópica, que mantiene elevadas concentraciones de bacterias de origen fecal en determinadas zonas. Este problema persistirá si no se controlan los volcados

cloacales clandestinos que llegan a través de cursos de agua dulce.

- En el estudio llevado a cabo por Díaz Pérez *et al.* en el año 2014, se compararon dos métodos utilizando los medios m-CromoCen ENT y agar BEA, dando como resultado que la eficiencia y exactitud de ambos métodos fue similar y se obtuvo una concordancia entre ellos casi perfecta ($\kappa = 0,96$) con el total de las muestras de aguas ensayadas.
- Un estudio relacionado con nuestro universo de interés, fue el realizado por Badilla (2019), describiendo los niveles de contaminación fecal entre las arenas y el agua de mar de dos playas del pacífico de Costa Rica. Utilizaron técnicas para la detección de coliformes fecales, *E. coli* y *Enterococcus spp.*, determinando niveles más altos de *Enterococcus spp.* en la arena seca, con respecto al agua de mar y la arena húmeda.
- Concejales de Punta Alta presentaron un proyecto del Ordenanza por el que se solicita la creación del "Programa Municipal de Monitoreo Ambiental del Agua en los balnearios de Arroyo Pareja y Villa del Mar", a partir de los cuales se podría determinar oficialmente las posibilidades del uso recreativo de las playas cuidando la salud de quienes concurren. Este proyecto quedó desaprobado a fines del año 2020 en una reunión del Consejo Deliberante. (Vía País, 2020).

Marco teórico

El análisis de la calidad del agua para uso recreativo es crucial para garantizar la salud de las personas que disfrutan de ambientes acuáticos como playas y balnearios. Una de las principales preocupaciones en este contexto es la presencia de bacterias patógenas que puedan representar un riesgo para los usuarios, siendo Enterococcus uno de los indicadores más comúnmente utilizados para evaluar la seguridad microbiológica del agua (World Health Organization, 2003).

Aguas de recreación

Las aguas de recreación son todas aquellas en las que se dan actividades primarias, como natación, windsurf, ski acuático, etc. El término "uso recreacional" se refiere a cualquier actividad que involucre la inmersión del cuerpo, incluyendo la cabeza, en aguas naturales. Se define agua natural como cualquier cuerpo de agua ya sea marino o dulce (Minister of National Health and Welfare of Canadá, 1992).

Un agua segura es aquella que está sujeta a inspecciones sanitarias y a evaluaciones de la calidad microbiológica, y cuyos resultados presentan valores acordes a la normativa vigente. Las inspeccionares y evaluaciones de calidad proporcionan datos sobre las posibles fuentes de contaminación en un cuerpo de agua utilizado para fines recreacionales, así como información numérica sobre el nivel real de la contaminación fecal (World Health Organization, 2001).

Un criterio para evaluar la calidad del agua en usos recreativos se entiende como una relación medible entre la exposición y sus efectos, fundamentada en investigaciones científicas, que conecta el nivel de un indicador de la calidad del agua con los riesgos para la salud que implica su uso recreativo (Salas, 2000).

Aguas residuales

Las aguas residuales son particularmente ricas en bacterias domésticas, las cuales constan en gran parte de deyecciones, aguas sucias resultantes de lavados y restos de comida (Rheinheimer, 1987). Entre los microorganismos que afectan la calidad de las aguas costeras se encuentran bacterias, virus y parásitos de origen alóctono, fundamentalmente procedentes de las aguas servidas. La transmisión de microorganismos patógenos está estrechamente asociada a la alteración de los ecosistemas costeros naturales (Cuitiva, 2012).

Asociados a las aguas residuales podemos mencionar a los *Enterococcus spp*, los cuales suelen considerarse buenos indicadores de contaminación fecal debido a que son muy resistentes a condiciones adversas como la congelación y la desecación (Larrea *et al.*, 2012). Las tres fuentes más importantes de contaminación fecal humana en aguas de recreación son: aguas residuales; descargas de ríos, cuando este es un receptor de aguas residuales y desemboca directamente cerca de una costa o lago destinado para recreación; y contaminación por parte del bañista cuando realiza necesidades fisiológicas dentro del agua (World Health Organization, 2001).

Indicadores microbiológicos

Los *Enterococcus spp* son un indicador bacteriológico para aguas marinas o salobres, ya que son más tolerantes a la salinidad, a su temperatura, y tienen relación con enfermedades gastrointestinales, respiratorias y dermatológicas (Cuitiva, 2012). En el 2006 la Comisión Europea, pone en relevancia el parámetro microbiológico *Enterococcus spp* en los monitoreos de playas; ya que en los últimos años, ha habido una tendencia a reducir el número de pruebas de laboratorio que se realizan durante el monitoreo de playas (Hung, 2007).

Enterococos

Los *Enterococcus spp* son cocos gran positivos, catalasa negativa, inmóviles, anaerobios facultativos y no forman endosporas ni cápsulas. Entre las características fisiológicas que distinguen al género *Enterococcus spp*, es que están adaptados a desarrollarse en concentraciones de 6,5 % de (NaCl); a temperaturas entre 10°C y 45° C, y valores de pH del orden de 9,6.

Los *Enterococcus spp* se encuentran formando parte del tracto intestinal del hombre y en los animales de sangre caliente; son excretados en sus heces, de ahí que su presencia en el ambiente indique contaminación de origen fecal y el riesgo de aparición de gérmenes patógenos (Jackson, 2008). Son capaces de sobrevivir a temperaturas de 60°C por al menos 30 minutos (Minister of National Health and Welfare, Canadá, 1992).

La detección de estos organismos es relevante en el control de calidad sanitaria de los recursos del ambiente, llevada a cabo por la enumeración de bacterias o grupos de bacterias indicadoras de contaminación fecal.

Los *Enterococcus* pueden estudiarse utilizando métodos estandarizados de filtración de

membrana para evaluar aguas de origen ambiental. A pesar de no contar con una estandarización a nivel global para uso en aguas ambientales, los medios de cultivo utilizados son lo suficientemente selectivos como para asegurar la inhibición de la microbiota acompañante de la muestra que podría interferir con el recuento de colonias del microorganismo estudiado (Cambuzzi, 2016).

Influencias sobre la salud humana

La Organización Mundial de la Salud estima que cada año a nivel mundial más de 120 millones de casos de gastroenteritis y más de 50 millones de casos de enfermedades respiratorias agudas son asociadas con la recreación en aguas costeras contaminadas con material fecal (Cromar, 2007).

Área de estudio

Descripción del área de estudio

El área estudiada en el presente trabajo final integrador está localizada al sur del la provincia de Buenos Aires (Argentina) en el estuario de Bahía Blanca. El principal acceso al estuario lo conforma el Canal Principal, tiene forma de embudo cuya longitud es de 70 km y su ancho varía desde menos de 50 m en su cabecera a 10 km en su desembocadura (Melo et al. 2008). El Canal Principal (Foto 2) posee un sector comprendido desde Ingeniero White hasta la altura de Puerto Belgrano (Severo, 2018).

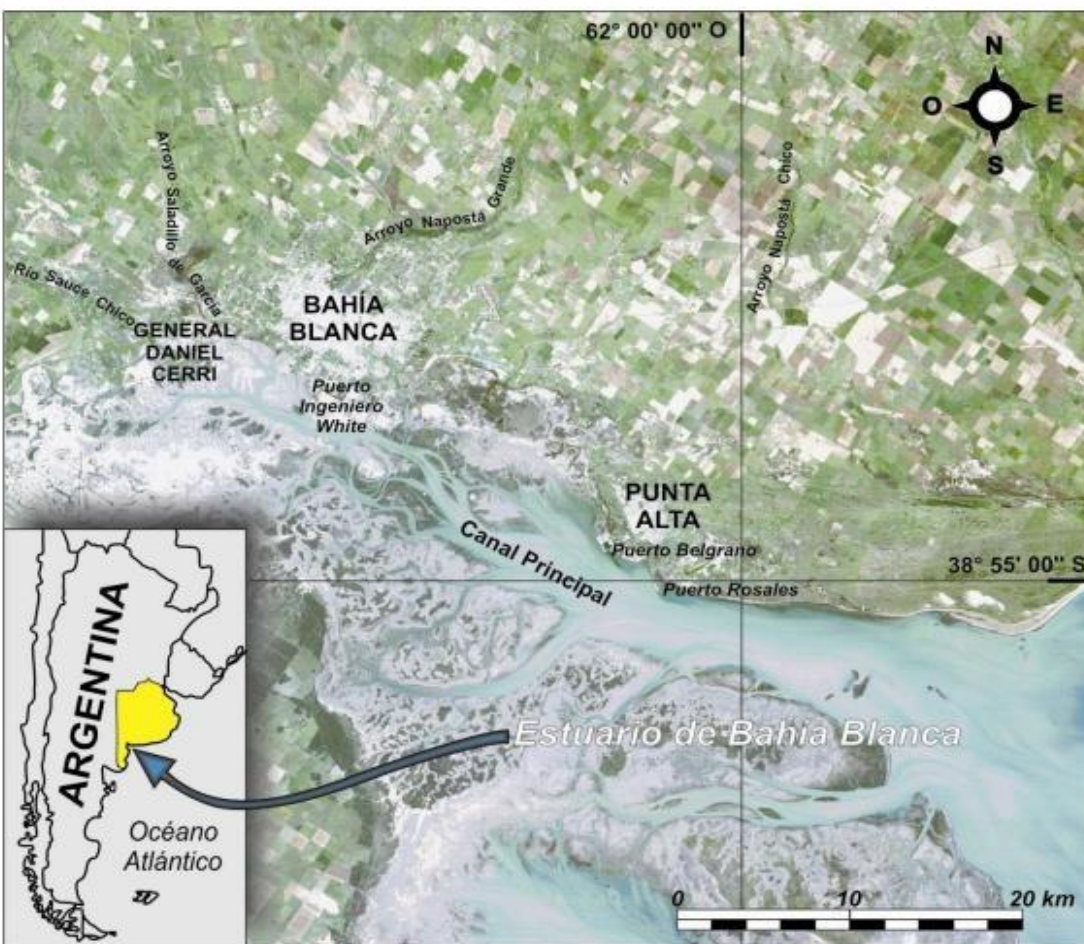


Foto 2: Mapa del área de estudio. Fuente: Severo, 2018.

Contiguo a Puerto Belgrano se encuentra el balneario Arroyo Pareja y el puerto comercial de Coronel Rosales, los cuales se posicionan en el sector Sur de la ciudad de

Punta Alta. Los efluentes cloacales (Foto 3) de la ciudad poseen su descarga hacia Arroyo Pareja; el cual desemboca en el Estuario Bahía Blanca.



Foto 3: Zona descarga cloacal de la ciudad de Punta Alta. Fuente: propia.

Cabe mencionar que el cauce de agua Arroyo Pareja, fue el que dio origen al nombre de la playa recreativa de la ciudad de Punta Alta, llamado por sus fundadores como “**Balneario Arroyo Pareja**” (Foto 4).



Foto 4: Balneario Arroyo Pareja. Fuente: propia.

Características generales del medio físico

Clima: El clima local corresponde al templado de transición, en el que se transfiguran los rasgos clave de la región pampeana a la patagónica, con una temperatura media anual de 15,3 °C y bajas precipitaciones (cercasas a los 540 mm anuales). Hay un predominio de los vientos del norte y noreste, y en el orden físico, el mar modera las tempestades dependientes de los encuentros frontales de masas de aire frío del sur y cálidas del norte. Existe una transición, entre los rasgos climáticos templados húmedos del este bonaerense al frío seco del sur, con temperaturas que oscilan entre 23,4°C en el mes de enero y 7,9°C en julio. El territorio rosaleño presenta alternancia de períodos húmedos y secos, con una concentración de lluvias en primavera y verano, que decrecen en otoño, para ser mínimas en invierno (Diana, 2016).

Topografía: El relieve del territorio rosaleño se caracteriza por constituir una llanura sedimentaria (marina, fluvial y eólica) baja y escalonada, cuya altura (que varía entre los 80 y los 2 m sobre el nivel del mar) declina hacia la bahía con una pendiente en sentido Norte-Sur, hasta las planicies de marea del ambiente litoral. La zona cuenta con diversas unidades de paisaje, destacándose por su extensión los ambientes: de nivelación general, litoral y la zona anegable (Diana, 2016).

Mareas: Las mareas son la principal fuente de energía del estuario y se caracteriza por un régimen semidiurno, lo que implica que grandes extensiones de planicies de marea se encuentren expuestas a la atmósfera durante 20 horas del día (Fernández, E. M., 2017).

Medio biológico: En la zona de estuario se han registrado hasta el momento 81 especies, que habitan el ambiente marino-costero, además de las aves terrestres que se localizan en los sectores más elevados de vegetación arbustiva y pastizales. Entre las marinas se destacan las gaviotas, gaviotines, petreles, chorlos playeros, garzas, patos y flamencos y otras que se localizan en las líneas de costa, los canales mayores y canales de marea, la zona intermareal, las desembocaduras de ríos, arroyos y las marismas. En bajamar, muchas aves se acercan a alimentarse de los pequeños invertebrados que se encuentran en los sedimentos. Asimismo, arriban a esta rica zona especies de aves playeras migratorias durante la primavera que proceden de Canadá; mientras otras lo

hacen desde la Patagonia en invierno (Petracci. Delhey, 2005).

Emplazamiento y población: El partido de Coronel de Marina Leonardo Rosales se localiza en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, a unos 670 km al sur de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Limita al noreste con el partido de Coronel Dorrego, al este con el de Monte Hermoso, al norte con el distrito de Coronel Pringles, al noroeste con el municipio de Bahía Blanca y al sur con el estuario de Bahía Blanca. La ciudad de Punta Alta es el principal centro urbano del partido por el tamaño y las funciones que cumple dentro del mismo, y constituye la ciudad cabecera de Coronel Rosales por ser sede del gobierno municipal y organizar administrativamente el distrito (1968). Posee un equipamiento comercial diversificado, centros educativos de nivel inicial, primario, secundario y terciario; asistencia hospitalaria de mediana complejidad, e instituciones culturales de diferente tipo. En cuanto a su estructura económica, cuenta con escasa actividad industrial y ha sido desde sus mismos orígenes un centro proveedor de servicios y mano de obra a la Base Naval de Puerto Belgrano, situación que la expone a una gran vulnerabilidad dado el elevado grado de dependencia que existe en relación al asentamiento militar. Según los datos proporcionados por el Censo 2001 realizado por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC), el municipio posee 67.503 habitantes (Omar, D. H., 2012).

Materiales y métodos

En este apartado se describen las actividades realizadas, así como las técnicas y los métodos empleados para el desarrollo de la investigación.

1. Muestreo: Los sitios de muestreo (Foto 5) fueron seleccionados en base a la zona de recreación del balneario (**1B**, **2B**, **3B**) (Foto 6), y al sector contiguo a la descarga cloacal de la ciudad (**4DC**) (Foto 7). Se realizó la toma de muestras para el análisis biológico en cada coordenada geográfica seleccionada, para lo cual fueron previamente grabadas con un geoposicionador satelital (GPS) (Tabla 1).

<i>Localización geográfica de los sitios de muestreo</i>		
Sitio	Latitud	Longitud
(1B)	38°54'58.61"S	62° 4'30.03"O
(2B)	38°55'1.74"S	62° 4'29.74"O
(3B)	38°55'4.97"S	62° 4'29.51"O
(4DC)	38°54'32.35"S	62° 3'49.55"O

Tabla 1: Localización geográfica de los puntos de muestreo.

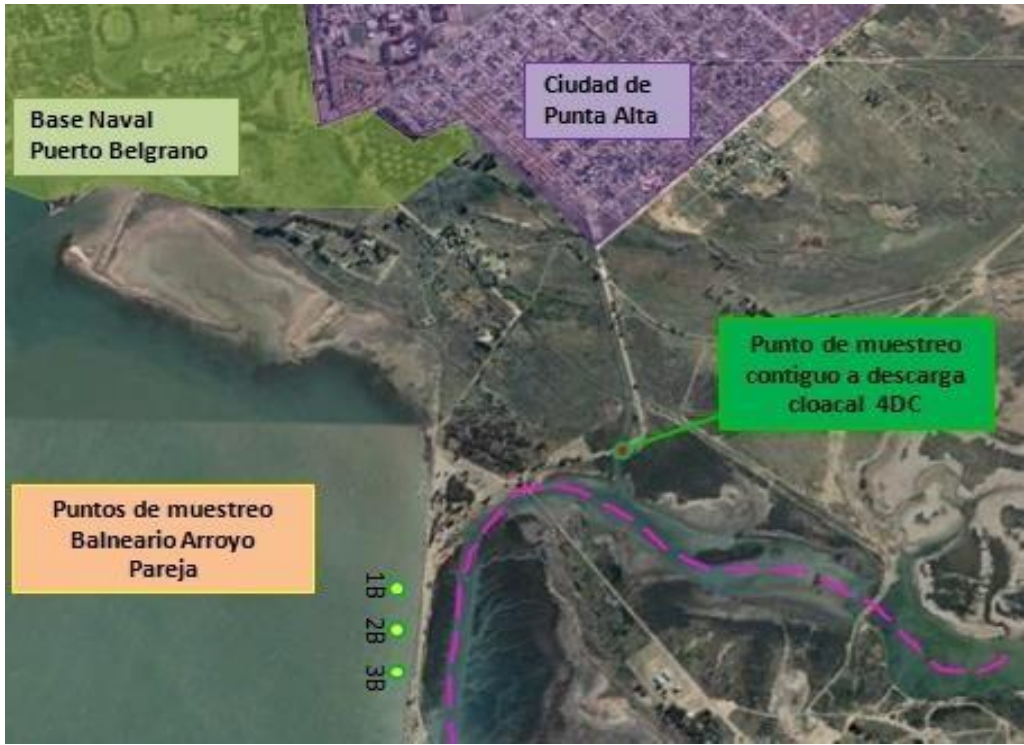


Foto 5: Puntos de muestreo. Fuente: propia.



Foto 6: Balneario Arroyo Pareja, puntos de muestreo: 1B, 2B y 3B. Fuente: propia.

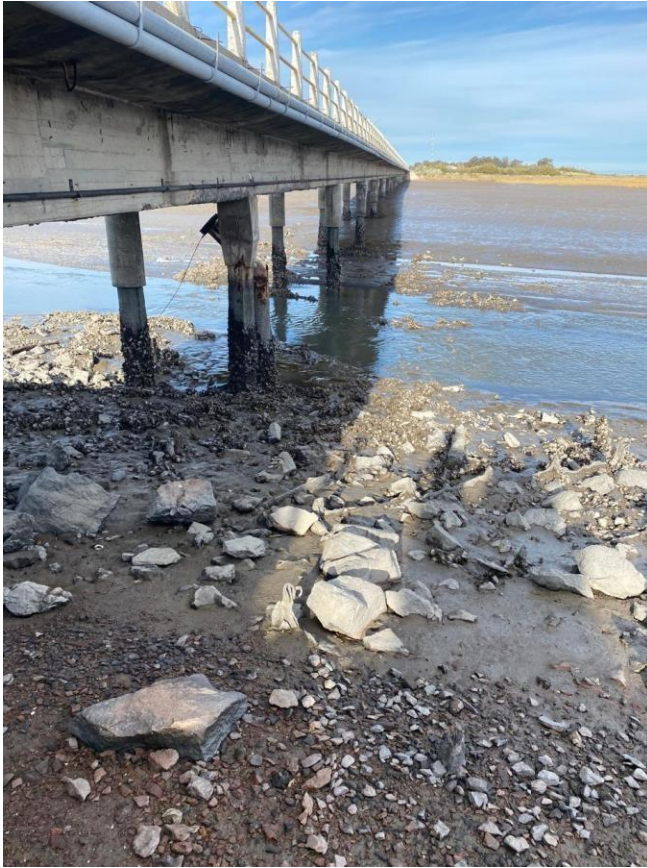


Foto 7: Sector contiguo a la descarga cloacal, punto muestreo **4DC**. Fuente: propia.

El muestreo sobre el balneario fue realizado en bajamar y altamar en los horarios 14:30 y 20:30 hs respectivamente. La toma de muestra en el punto **4DC** se realizó en el horario de baja mar. Se utilizaron envases estériles de 500 ml llevándose a cabo el protocolo correspondiente para conservación de muestras en donde se guardaron refrigeradas respetando los tiempos de conservación para el análisis a realizar.

En este estudio se evaluaron 5 puntos de muestreo en un único día, lo que permite obtener una visión general del área de estudio en ese momento específico. Sin embargo, esta limitación temporal podría no reflejar adecuadamente la variabilidad de las condiciones ambientales o de los factores evaluados a lo largo del tiempo. Para lograr una evaluación más representativa y robusta, se recomienda ampliar el número de puntos de muestreo y realizar las mediciones en diferentes momentos y días, abarcando diferentes condiciones climáticas, estacionales o cualquier otro factor que pueda influir en los resultados. Esto no solo proporcionaría una visión

más completa de la dinámica en el área de estudio, sino que también permitiría identificar patrones y tendencias que no serían evidentes en una única evaluación puntual.

2. Análisis de las muestras: Se realizó por medio de filtración por membrana para la detección y recuento de *Enterococcus spp*, de acuerdo a lo indicado en el Standard ISO 7899-2:2000(E).

Procedimiento: El recuento está basado en la filtración de un volumen específico de muestra de agua a través de la filtración por membrana con un tamaño de poro 0,45µm suficiente para retener la bacteria. Luego en presencia de un mechero, el filtro es colocado sobre el medio selectivo sólido **Slanetz and Bartley** conteniendo azida de sodio (la misma suprime el crecimiento de las bacterias Gram negativas) y cloruro de 2,3,5-trifenil tetrazolio (tetrazolio), como indicador, el cual al ser reducido por los *Enterococcus spp*, se convierte en formazán pasadas las 48 horas a 35°C en estufa de cultivo, donde posteriormente se da la aparición de colonias típicas rojas, o de color marrón o rosa, en el centro de la colonia o a lo largo de la misma (Foto 8).

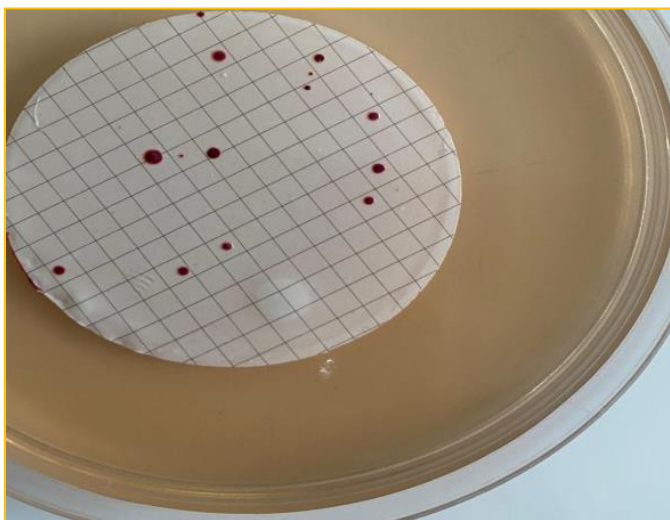


Foto 8: Colonias típicas rojas/bordo. Fuente: Propia.

Una vez observadas las colonias típicas, una etapa de confirmación es necesaria, por lo cual se realiza la transferencia de la membrana con todas las colonias hacia las placas conteniendo el medio de cultivo **BEA** (Agar bilis-esculina-azida) (Foto 9).

Los *Enterococcus spp* hidrolizan la esculina en 2:00 hs a 44 °C en estufa de cultivo (Foto 10), dando como producto final 6,7 dihidroxicumarina, la cual se combina con el ion férrico, para dar la coloración típica difusa negra en el medio (Foto 11, 12).



Foto 9: Transferencia de membrana con colonias hacia las placas conteniendo el medio de cultivo **BEA**. Fuente: Propia.



Foto 10: Estufa de cultivo a 44 °C. Fuente: Propia.

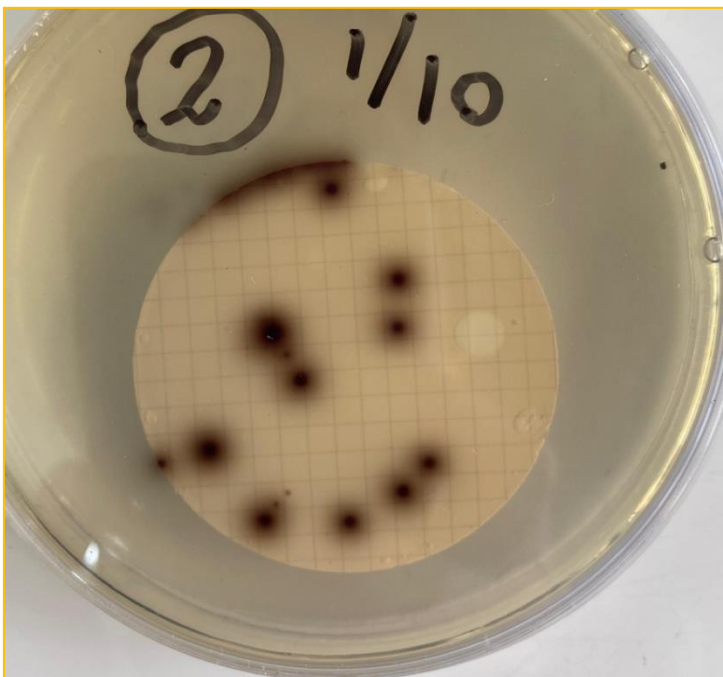


Foto 11: Coloración típica difusa negra en el medio (Cultivo muestra **2B-bajamar**). Fuente: Propia.

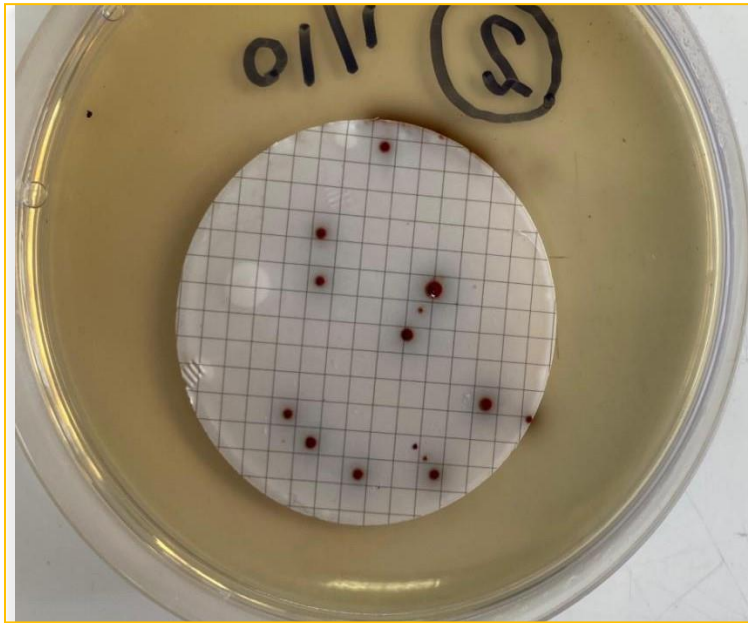


Foto 12: Coloración típica difusa negra en el medio (Cultivo muestra **2B-bajamar**), colocada del lado opuesto para realizar el recuento. Fuente: Propia.

La filtración por membrana es el mecanismo mediante el cual se atrapan en la superficie de la membrana microorganismos cuyo tamaño es mayor que el tamaño del poro $0,45 \mu\text{m}$, esto gracias a que una bomba eléctrica ejerce una presión diferencial sobre la muestra de agua haciendo que se filtre. Los contaminantes de tamaño menor que el específico del poro atraviesan la membrana o se quedan retenidos en su interior, las bacterias que dan en la superficie de la membrana y luego está es llevada a un medio de enriquecimiento selectivo.

Cultivo de referencia: Paralelamente al procesamiento de las muestras se realizó un control positivo del ensayo (Foto 13, y foto 14). Para ello, se empleó una cepa de *Enterococcus faecalis* provista por una colección de cultivos de referencia. A partir de la cepa de trabajo, conservada por congelación a -20 grados en caldo tripteína soya adicionado con glicerol (10% v/v) como agente crioprotector, se realizó un cultivo fresco en agar nutritivo de no más de 18 hs. A partir de este cultivo se preparó una suspensión en solución fisiológica de densidad óptica

equivalente al tubo 0,5 de la escala de Mac Farland. La suspensión fue diluida en solución fisiológica hasta alcanzar una concentración de bacterias de aproximadamente 100 UFC en 100 ml y fue procesada del mismo modo que las muestras.

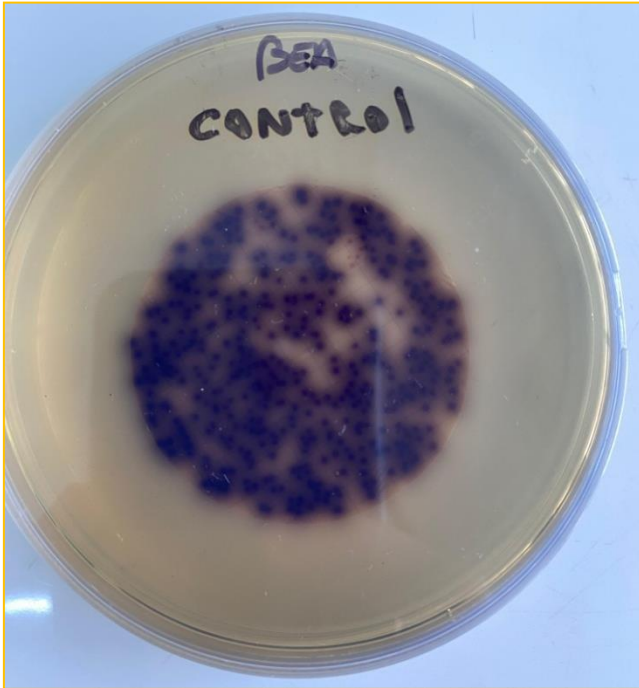


Foto 13: Coloración típica difusa negra en el medio (Cultivo muestra control).

Fuente: Propia.

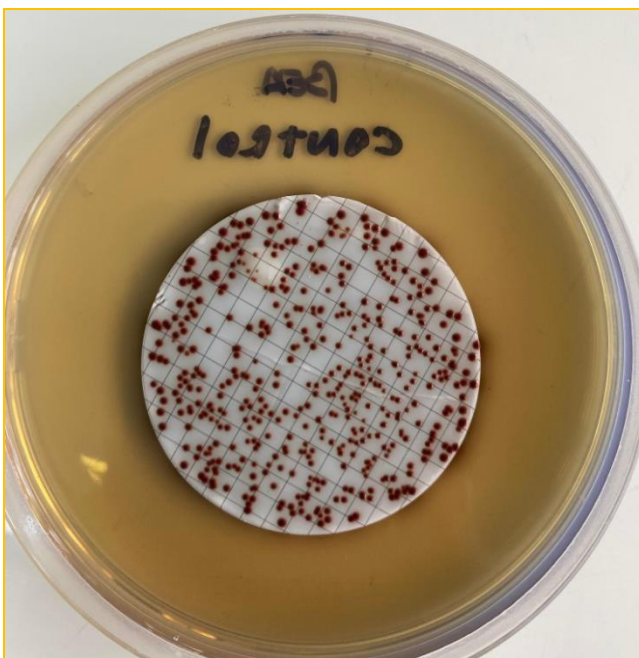


Foto 14: Coloración típica difusa negra en el medio (Cultivo muestra control), colocada del lado opuesto para realizar el recuento. Fuente: Propia.

3. Evaluación de la calidad del balneario: Para evaluar la calidad microbiana del agua de mar, existen guías y normas de calidad que utilizan microorganismos indicadores, los cuales indirectamente sugieren la presencia potencial de microorganismos patógenos (Cortés-Lara, 2003); una guía es la concentración máxima sugerida del indicador, que está asociada con riesgos inaceptables para la salud. Una norma es una guía establecida por ley (Salas, 1989). Por lo cual se realizó una comparación de los valores obtenidos en los análisis con los niveles guía establecidos por la Resolución 42/2006 del ADA de la provincia de Buenos Aires.

Resultados

La tabla 2 muestra los resultados de los análisis bacteriológicos de *Enterococcus spp* obtenidos con los métodos antes mencionados.

Puntos de muestreo	<i>Enterococcus spp</i>	
	• Bajamar	• Pleamar
Punto 1B	150	400
Punto 2B	170	250
Punto 3B	110	190
Punto 4DC	52.800	-

Tabla 2. Recuento de UFC/100 ml de *Enterococcus spp*.

El Gráfico 1 muestra los valores de *Enterococcus spp* obtenidos para cada sitio de muestreo. El mismo fue llevado a cabo en el mes de mayo del año 2024 en el balneario Arroyo Pareja y en la zona contigua a la descarga cloacal. En bajamar se encontró un valor mínimo de 110 UFC/100ml en el punto 3B, y un valor máximo de 170 UFC/100ml para el punto 2B. Para Pleamar el valor mínimo hallado fue 190 UFC/100ml en el punto 3B, y en el punto de muestreo 1B se obtuvo un máximo de 400 UFC/100ml.

Para la zona de balneario en bajamar se obtuvo un promedio de: 143,3 UFC/100 ml, y para pleamar un promedio de: 280 UFC/100 ml.

En el punto de muestreo contiguo a la descarga cloacal 4DC se dio un valor de 52.800 UFC/100 ml, obtenido en el momento de bajamar.

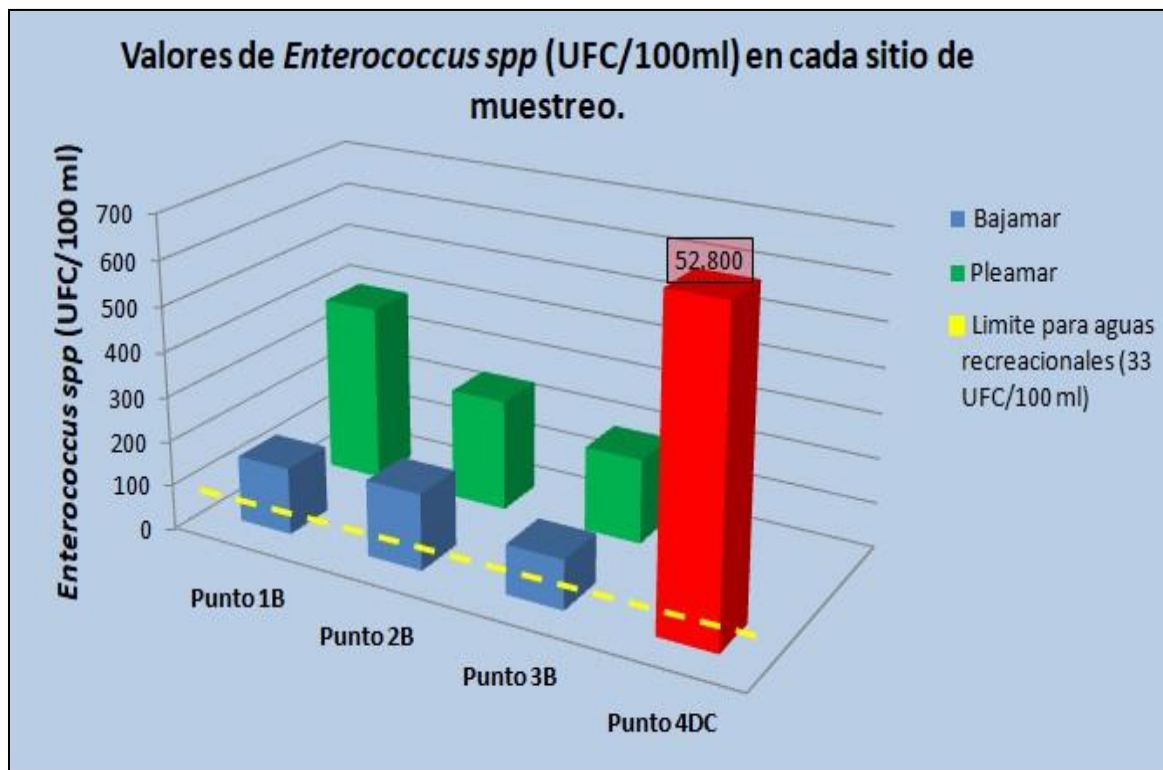


Gráfico 1: Valores de *Enterococcus spp* (UFC/ 100ml) en cada sitio de muestreo.

Discusión y conclusiones

En este estudio se ha considerado uno de los indicadores de contaminación fecal más importantes, debido a que los *Enterococcus spp* son los responsables de más del 10% de todas las infecciones adquiridas en los hospitales como afirma Acosta, (2005).

En el punto de muestreo **4DC** se obtuvo un valor de 52.800 UFC/100 ml el cual sobrepasa al límite permisible por la Resolución 42/2006 del ADA (33 UFC/ 100ml), lo que constituye un riesgo para la salud humana. Este elevado valor bacterial posiblemente este influenciado por el ingreso de aguas residuales urbanas sin previo o escaso tratamiento de la ciudad de Punta Alta (Buzzi et al., 2019).

Los estudios realizados en el año 2021 por Gentile *et al.*, en donde se llevo a cabo un muestreo en Arroyo Pareja (específicamente aguas abajo al punto de muestreo **4DC**) observaron una alta concentración de nutrientes; determinando una posible relación con la descarga cloacal de la ciudad, siendo concordante con el hallazgo de alto valor de bacterias obtenido en este estudio aguas arriba a este punto.

Se debe destacar que Arroyo Pareja es una cuenca hidrográfica de 85 km² que tiene una conexión libre con el Estuario de Bahía Blanca (EBB) (Perillo *et al.*, 1999), y descarga sus aguas en cercanías al Puerto de Coronel Rosales y al balneario Arroyo Pareja (Aliotta *et al.*, 2009).

La calidad del agua en el punto de muestreo **4DC** arrojó un valor de *Enterococcus spp* superior en comparación a los hallados en la zona de balneario (puntos: **1B**, **2B** y **3B**) los cuales fueron más elevados en el momento de pleamar, y más bajos en bajamar. Se podría estimar que en el momento de pleamar se produce el arrastre de la descarga de Arroyo Pareja hacia la zona de balneario, llevando consigo la carga bacterial proveniente de los efluentes cloacales, siendo esta situación causante de valores de *Enterococcus spp* obtenidos, los cuales fueron mayores en pleamar (Media: 280 UFC/100 ml) comparados con los valores de bajamar (Media: 143,3 UFC/100 ml). Por lo cual se concluye que la descarga cloacal tendría una influencia diferencial sobre el balneario, dependiendo de la marea.

Entre las características fisiológicas que distinguen a los *Enterococcus spp* se encuentra la habilidad para crecer en presencia de temperaturas entre 10 °C - 45 °C y con pH de hasta 9,6 (Suárez Pita M., 2002). Inherente a estos valores, un estudio llevado a cabo por Carbone *et al.* (2019) en el canal principal del EBB obtuvo valores de pH entre

7,2 y 8,6 en los años 2006 y 2007.

En los sitios de muestreo **1B**, **2B** y **3B** el valor máximo en pleamar fue de 400 UFC/100 ml, y en bajamar se obtuvo la cifra máxima de 170 UFC/100 ml, estando los mismos muy por encima de lo establecido por la Resolución 42/2006 del **ADA** de la provincia de Buenos Aires, donde estipulan un máximo de 33 UFC/ 100ml para aguas de uso recreativo. El estudio realizado por Cabelli (1983) concluye que la especie *Enterococcus spp* como organismo indicador, mostró la mejor correlación con síntomas gastrointestinales (Vómitos, diarreas, náuseas o dolor de estómago) atribuidos a natación en aguas contaminadas de playas de Nueva York. Por otro lado, una revisión de estudios epidemiológicos realizados entre 1953 y 1996 en playas del mundo, sugiere una fuerte relación dosis-dependiente causal entre los síntomas gastrointestinales y la calidad del agua de uso recreativo medidos por conteo de bacterias indicadoras fecales entre ellas los *Enterococcus spp* (Prüss, 1998). En relación a los resultados obtenidos y a los estudios mencionados en los párrafos anteriores, se podría concluir que el balneario no presenta una calidad óptima para la recreación.

Sin embargo, teniendo en cuenta la posible influencia de la descarga cloacal de la ciudad de Punta Alta sobre el balneario Arroyo Pareja, en el trabajo de investigación llevado a cabo por Spetter *et al.*, en el año 2020, menciona que el EBB puede recibir contaminación biológica aportada por la descarga cloacal de la ciudad de Bahía Blanca, lo cual podría impactar en el balneario Arroyo Pareja ya que el mismo se encuentra aguas abajo de esta zona, formando parte del EBB.

En relación a los resultados hallados se puede tener en cuenta el posible deterioro de nuestra zona de estudio, ya que coincidentemente con la bibliografía internacional se evidencia la tendencia a la acumulación de *Enterococcus spp* en sedimentos, debido a que estas partículas tienen un efecto protector, prolongando la persistencia de los microorganismos en ellos. Un efecto similar tienen las partículas en suspensión que no sólo actúan como microambientes favoreciendo la supervivencia de las bacterias en el medio, e incluso sustentando un lento crecimiento, sino también como vectores, al permitir el transporte de las células bacterianas hacia los sedimentos (Baldini, Streitenberger, 2013)

En el año 2018 el Comando de Prevención Rural de Bajo Hondo secuestró 1,5

Toneladas de mejillones (valuado en 20.000 dólares) que eran transportadas desde el balneario Arroyo Pareja hacia el Gran Buenos Aires para ser comercializados en restaurantes y supermercados de la zona de La Matanza (La Nueva, 2018). En relación a esta situación es fundamental destacar que esta clase de especies tienen la capacidad de concentrar contaminantes presentes en la columna de agua en la que crecen, lo que puede representar un riesgo para la salud pública, especialmente si son consumidos sin un adecuado control de la calidad del agua en que se crían (Lee *et al.*, 2010).

En un estudio realizado sobre una especie de mejillón, se demostró que son capaces de acumular casi la totalidad de bacterias de *Escherichia coli* y *Enterococcus spp* a los que fueron expuestos en 24 horas (Abadias, 2013). Cabe aclarar que esta situación no es objetivo de este trabajo, pero es importante el aporte para conocimiento de las influencias que puede tener los *Enterococos spp* en la calidad del agua.

Bibliografía

- Abadias, J. 2013. Presencia y acumulación de microorganismos potencialmente patógenos en el mejillón cebra de aguas superficiales de Aragón. Universidad de Zaragoza, Escuela de Ingeniería y Arquitectura, Departamento de Ingeniería Química y Tecnologías del Medio Ambiente, Área de Tecnologías del Medio Ambiente (Trabajo fin de Máster).
- Acosta, S. 2005. [En línea] Enterococcus. Control de Infecciones y Epidemiología (CODEINEP). Disponible en: <http://www.codeinep.org/control/Enterococcus.pdf>
- Aliotta, S.; Spagnuolo, J. O.; Farinati, E. A. 2009. Origen de una roca de playa en la región costera de Bahía Blanca, Argentina. *Pesquisas em Geociências* 36(1): 107-116
- Badilla-Aguilar, A., y Mora-Alvarado, D. A. (2019). Análisis de la calidad bacteriológica de dos playas tropicales: relación de indicadores de contaminación fecal entre el agua de mar y las arenas. *Revista Tecnología en Marcha*, g-37.
- Baldini, M., & Selzer, P. (2008). Patrones de resistencia a antibióticos de enterococos aislados de aguas estuarinas. *Revista argentina de microbiología*, 40(1), 48-51.
- Buzzi, N. S., Fernández Severini, M., Truchet, D. M., Villagrán, D. M., Fernández, E. M., & Spetter, C. V. (2019). Metales pesados en el estuario de Bahía Blanca y su relación con los niveles de metalotioneínas en neohelicegranulata. In *V Reunión Argentina de Geoquímica de la Superficie (RAGSU)(La Plata, 12 al 14 de junio de 2019)*.
- Cabelli, V.J. 1983. Health effects criteria for marine recreational waters. EPA-600/1-80-031. US Environmental Protection Agency. Research Triangle Park. 98 pp.
- Calvo-Marcilese L. y Pratolongo P. (2009). Foraminíferos de marismas y llanuras de marea del estuario de Bahía Blanca, Argentina: distribución e implicaciones ambientales. *Rev. Esp. Micropal.* 41, 315-332.
- Cambruzzi, N. (2016). Indicadores de contaminación microbiológica en el estuario de Río Negro (Doctoral dissertation).
- Carbone, M.E.1,2; Spetter C.V.1,3; Buzzi N 1,4 ; Marcovecchio J.E. 1,5,6 (2019) Interrelación de las variables ambientales y los macronutrientes en el canal principal del estuario de Bahía Blanca
- Cortés-lara M. del C. (2003). “Importancia de los Coliformes fecales como

indicadores de contaminación en la Franja Litoral de Bahía de banderas Jalisco-Nayarit”. Rev. Biomed. 14: 121-123.

- Cromar Nancy, 2007. *Using health risk assessment in the development of guidelines for recreational coastal waters: A real attempt to protect the public's health or just going through the motions?*. Public Health Bulletin, Volume 4, Number 2.
- Cuitiva, D. E. R. (2012). Distribución de Enterococcus como indicadores de contaminación fecal en aguas de la Bahía de Tumaco, Pacífico colombiano. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, 50(2), 136-148.
- Díaz Pérez, M., Zhurbenko, R., Lobaina Rodríguez, T., Quiñones Pérez, D., & Rodríguez Martínez, C. (2014). Determinación cuantitativa de enterococos en aguas utilizando un método cromogénico alternativo. *Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas*, 33(1), 1-11.
- D. Baldini, Streitenberger. 2013 - Monitoreo bacteriano en aguas y sedimentos del estuario, en inmediaciones del balneario Maldonado, y en el efluente de la planta depuradora de líquidos cloacales de la 3ª cuenca de Bahía Blanca.
- Diana Durán (2016). CAPÍTULO i. el territorio Rosaleño: rasgos clave de su geografía. *Punta Alta y Coronel Rosales: geografías para construir el territorio desde la perspectiva local*, 219.
- Diario digital *Vía País* (15 de Octubre, 2020), Piden realizar control de bacterias en el agua de Arroyo Pareja y Villa del Mar. <https://viapais.com.ar/punta-alta/2060406-piden-realizar-control-de-bacterias-en-el-agua-de-arroyo-pareja-y-villa-del-mar/>
- Fernández, E. M. (2017). Dinámica de Nutrientes, Materia Orgánica y Clorofila a en planicies de marea cubiertas por matas microbianas. (Tesis Doctor en Química). Universidad Nacional del Sur.
- Fleisher, J.M. (1985). “Implications of Coliform variability in the assessment of Sanitary quality of recreational waters”. *J. Hyg.* 94: 193-200.
- Gentile, M. B., Fernández, E. M., Martínez, A. M., & Spetter, C. V. (2021). Caracterización de la materia orgánica sedimentaria en la planicie de marea de Puerto Rosales (Estuario de Bahía Blanca, Argentina).
- Hung Lui Edwin Kon, Cathie Show Wu Kueh and Edmond Ka Man Ho (2007).

monitoring and managing beach waterquality in hong-48- kong. Universiti Sains Malaysia and the Institute on Global Conflict and Cooperation, University of California, in cooperation with the World Bank.

- Jackson Montaña, A. D., & Campo Mendoza, J. I. (2008). Determinación de la calidad sanitaria de las aguas de uso recreacional de la bahía de Taganga utilizando Indicadores microbiológicos (coliformes totales, termotolerantes y enterococos fecales).
- Jeng H.A.C., Englande A.J., Bakeer R.M. y Bradford H.B. (2005). Impacto furbanstorm wáter run off on estuarine environmental quality. *Estuar. Coast. Shelf S.* 63, 513-526.
- Larrea-Murrell, J. A., Rojas-Badía, M. M., Romeu-Álvarez, B., Rojas-Hernández, N. M., & Heydrich-Pérez, M. (2013). Bacterias indicadoras de contaminación fecal en la evaluación de la calidad de las aguas: revisión de la literatura. *Revista CENIC. Ciencias Biológicas*, 44(3), 24-34.
- Lee R, Lovatelli A, Ababouch L. 2010. Depuración de bivalvos: aspectos fundamentales y prácticos. FAO Documento Técnico de Pesca y Acuicultura. No. 511.
- Marcovecchio J.E., Andrad L.D., Ferrer R.O., Asteasuain S.G., De Marco M.A., Gavio N.A., Scarlato R.H., Freije A.E. y Pucci A.E. (2001). Mercury distribution in estuarine environments from Argentina: the detoxification and recovery of salt-marshes after 15 years. *Wetlands Ecol. Manage.* 9, 317-322.
- Minister of National Health and Welfare of Canada, 1992. *Guidelines for Canadian Recreational Water Quality.*
- Montivero, A. (2023). El patrimonio industrial-ferroviario como potencial atractivo turístico en el partido de Coronel de Marina Leonardo Rosales. (Tesis de grado). Universidad Nacional del Sur.
- Noceti, M. B. (2014). Lecturas antropológicas en torno a la problemática ambiental en el humedal de Villa del Mar. In *XI Congreso Argentino de Antropología Social "Edgardo Garbulsky". Perspectivas críticas en Antropología Social Construcciones teóricas y prácticas desde América Latina.*
- Omar, D. H. (2012). *Las perspectivas de desarrollo de Puerto Rosales en el sistema productivo del sudoeste bonaerense, Argentina* (Master's thesis, Universidad

Internacional de Andalucía).

- Perillo, G.M.E. y M.C. Piccolo, 1999. Geomorphologic and physical characteristics of the Bahía Blanca Estuary. Argentina. En G.M.E. Perillo, M.C. Piccolo y M. Pino Quivira, (Eds.) *Estuaries of South America: their geomorphology and dynamics*.
- Environmental Science Series, Springer-Verlag, 195-216, Berlín Prüss, A. 1998. Review of epidemiologic studies on health effects from exposure to recreational Water. *Int. J. Epidemiol.* 27(1):1-9.
- Rheinheimer, G. (1987). *Microbiología de las Aguas*. Zaragoza: ACRIBIA S.A.
- Salas Henry J. (2000). Historia y aplicación de normas microbiológicas de calidad de agua en el medio marino. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS), División de Salud y Ambiente.
- Salas, H. (1989). "Calidad del agua en el medio marino. Historia y Aplicación de Normas microbiológicas". *Bol. Of. Sanit. Panam.* 107(3):226- 237.
- Severo, A. (2018). Condiciones ambientales en el estuario de Bahía Blanca: ¿Factores forzantes del sistema planctónico?. (Tesis de grado). Universidad Nacional del Sur.
- Spetter, C.V.; Fernández, E.M.; Abasto, B.; Pérez, A.C.; Cuadrado, D.G. & Freije, R.H. (2020) "Primer estudio sobre fraccionamiento de fósforo en sedimentos supramareales del estuario de Bahía Blanca (Argentina)", *Revista del Museo de La Plata* 5(2), pp. 486-499. <https://doi.org/10.24215/25456377e121>
- Streitenberger, M. E., & Baldini, M. D. (2016). Aporte de los afluentes a la contaminación fecal del estuario de Bahía Blanca, Argentina. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 32(2), 243-248.
- World Health Organization, 2001. *Bathing water quality and human health: Faecal pollution*.
- Yates Marylynn V, 2007. Classic al indicator in the 21st century - far and beyond the coliform. *Water Environment Research* pg. 279.