

Directrices sanitarias para uso seguro de aguas recreativas

(Resolución Ministerial 125/2016)

Módulo II: Directrices sanitarias para enteropatógenos y microorganismos oportunistas en agua ambiente

Aprobado por:
Comisión Permanente de Revisión Anual de Normas de Calidad
de Agua de Uso y Consumo Humano (COPERANCAUCH)
En diciembre 2017

DEPARTAMENTO DE SALUD AMBIENTAL

DIRECCIÓN NACIONAL DE DETERMINANTES DE LA SALUD

SUBSECRETARÍA DE RELACIONES INSTITUCIONALES

SECRETARÍA DE RELACIONES NACIONALES E INTERNACIONALES



Dirección Nacional de
Determinantes de la Salud



Ministerio de Salud
Presidencia de la Nación

DIRECTRICES SANITARIAS PARA USO SEGURO DE AGUAS RECREATIVAS

MÓDULO II:

DIRECTRICES SANITARIAS PARA ENTEROPATÓGENOS Y MICROORGANISMOS OPORTUNISTAS EN AGUA AMBIENTE

Índice

1	GLOSARIO	3
2	INTRODUCCIÓN	6
3	CALIDAD SANITARIA	6
4	ENTEROPATÓGENOS	7
4.1	FUENTES DE ENTEROPATÓGENOS EN AGUAS RECREATIVAS	7
4.2	EFFECTOS EN SALUD HUMANA ASOCIADOS A LA CONTAMINACIÓN FECAL	8
4.2.1	EXPOSICIÓN	8
4.2.2	VÍAS DE EXPOSICIÓN HUMANA SEGÚN EL NIVEL DE ACTIVIDAD RECREACIONAL	8
4.2.3	EFFECTOS ADVERSOS SOBRE LA SALUD	9
4.2.4	SEVERIDAD	10
4.2.4.1	INFECCIONES CON SÍNTOMAS AGUDOS POTENCIALMENTE GRAVES	10
4.2.4.2	EVIDENCIA DE SECUELAS DE ENFERMEDADES TRANSMITIDAS POR EL AGUA. EFFECTOS SEVEROS EN POBLACIONES ESPECIALES	11
4.2.4.3	RESISTENCIA DE LOS MICROORGANISMOS PATÓGENOS A LOS ANTIBIÓTICOS	12
4.3	INDICADORES DE CONTAMINACIÓN FECAL - RECREACIÓN DE CONTACTO PRIMARIO	13
4.3.1	<i>E. coli</i> y <i>Enterococcus</i> spp.	13
4.3.2	PRESENCIA DE INDICADORES EN ARENAS DE PLAYA	14
4.3.3	OTROS ORGANISMOS COMO INDICADORES POTENCIALES	14
4.3.4	VALORES GUIA (valores de referencia)	18
5	ORGANISMOS DE VIDA LIBRE	18
6	ENFOQUES PARA EVALUACIÓN Y MANEJO DE RIESGO	19
7	SISTEMA DE GESTIÓN DEL RIESGO EN PLAYAS URBANAS DE LA REPÚBLICA ARGENTINA	20
7.1	FUNDAMENTOS PARA EMITIR Y LEVANTAR ALERTAS DE SALUD PÚBLICA POR CONTAMINACIÓN BACTERIANA EN ÁREAS RECREATIVAS	21
7.1.1	NOTIFICACIÓN DE DIARREAS AGUDAS - VIGILANCIA DE SALUD - SNVS	21
7.2	VALORES GUIA PARA LA REPUBLICA ARGENTINA	22
7.3	NORMATIVAS BÁSICAS GENERALES. MEDIDAS PARA REDUCIR EL RIESGO EN PLAYAS URBANAS	23
8	MANEJO DE INFORMACIÓN SANITARIA	25
9	CONCIENTIZACIÓN PÚBLICA Y COMUNICACIÓN	26
10	EFFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO	26
11	APLICACIÓN DE LAS DIRECTRICES	28
	ANEXO II	29
	Tabla 1.- Ejemplos de patógenos y concentración de organismos indicadores en líquido cloacal crudo, OMS (2003)	29
	Cuadro 1: Secuelas asociadas a enfermedades transmitidas por patógenos presentes en aguas recreativas. OMS (2005)	30
	Tabla 2. Valores guía para calidad microbiológica de aguas recreativas. OMS (2003)	31

Tabla 3: Valores guía para concentración de indicadores en aguas dulces recreativas establecidas por otras organizaciones y países	33
Tabla 4: Guías para calidad de aguas recreativas – Canadá - 3ª edición. 2012	34
Ficha 1: Registro de caso probable de exposición recreativa a enteropatógenos en agua ambiente	34
ANEXO III:	
ENFOQUE PARA EVALUACIÓN Y MANEJO DE RIESGO: NIVELES DE INTERVENCIÓN	36
1. MONITOREO DE BACTERIAS INDICADORAS DE CONTAMINACIÓN FECAL	36
Cuadro 1: Niveles de competencia de monitoreo en relación con recursos disponibles	36
Cuadro 2: Ejemplos de resultados de clasificación de playas y las acciones de gestión y seguimiento asociadas	37
Figura 1: Ejemplo de protocolo de muestreo para la categorización microbiológica primaria	39
Cuadro 3: Etapas de categorización microbiológica primaria	40
Cuadro 4: Comparación de dos métodos de ensayo más utilizados en la vigilancia de la calidad microbiológica del agua	41
2.- ESQUEMA COMBINADO DE INSPECCIÓN SANITARIA Y CALIDAD MICROBIOLÓGICA DEL AGUA	41
Figura 2: Pasos a seguir para asignar una clasificación a una nueva playa o ubicación	42
Ficha 1: Formulario de inspección sanitaria	43
Figura 3: Esquema simplificado para evaluar ambientes de agua recreativas	46
Tabla 1: Ejemplo de matriz de clasificación para ambientes recreacionales con contaminación fecal	47
3. EVALUACIÓN Y MANEJO DEL RIESGO A TRAVÉS DE ANÁLISIS DE RIESGO Y CONTROL DE PUNTOS CRÍTICOS	48
Cuadro 5: Manejo de aguas recreativas mediante la implementación del Análisis de Riesgo y Control en Puntos Críticos	51
ANEXO IV:	54
DESARROLLOS DE NIVELES GUIAS NACIONALES DE CALIDAD DE AGUA AMBIENTE CORRESPONDIENTES A <i>ESCHERICHIA COLI</i>/ENTEROCOCOS	55
BIBLIOGRAFÍA	63
EQUIPOS DE REDACCIÓN Y DE EVALUACIÓN – COPERANCAUCH	65

DIRECTRICES SANITARIAS PARA USO SEGURO DE AGUAS RECREATIVAS

MÓDULO II

El objetivo principal del Módulo II es presentar las Directrices para el Área de Salud Pública informando sobre los riesgos potenciales para la salud, provenientes de la exposición de las personas a los organismos enteropatógenos (patógenos primarios y patógenos oportunistas) -bacterias y virus- y microorganismos oportunistas de vida libre presentes en aguas dulces y marinas, a través del contacto primario de cuerpo entero y en carácter recreativo (como ejemplo extremo: natación, inmersión, ingestión) así como el contacto con las arenas de playa, en la República Argentina.

DIRECTRICES SANITARIAS PARA ENTEROPATÓGENOS Y MICROORGANISMOS OPORTUNISTAS EN AGUA AMBIENTE

1.- GLOSARIO

Adenovirus: los adenovirus humanos forman una familia heterogénea de virus, constituida por 51 serotipos, distribuidos en 6 subgéneros (A-F). Son agentes etiológicos de un amplio espectro de enfermedades, que incluyen: gastrointestinales, respiratorias, urinarias y oculares. En particular, los serotipos 40 y 41 (género F), son agentes etiológicos de diarrea, y se los designa adenovirus entéricos.

Bacterias entéricas: bacterias que habitan en el intestino, comprenden enterobacterias y otras que no lo son: por ej. *Bacteroides*, *Clostridium*, etc.

***Bacteroides* spp.:** bacilo Gram negativo, no forma esporas, puede ser móvil con flagelos peritricos o inmóvil, anaerobio, lo cual impide su multiplicación en el medio ambiente. El género *Bacteroides* forma parte de la microbiota intestinal de humanos y animales.

***Clostridium perfringens*:** bacterias del género *Clostridium*, son bacilos Gram positivos, anaerobios y sulfitorreductores. Producen esporas excepcionalmente resistentes a las condiciones desfavorables en medios acuáticos, incluidas la irradiación UV, los extremos de temperatura y pH, y los procesos de desinfección, como la cloración.

La especie característica del género, *C. perfringens*, forma parte de la microflora intestinal normal de humanos y animales de sangre caliente, aunque este género también incluye otras especies cuyo origen no es exclusivamente fecal.

Colifagos: los bacteriófagos (fagos) son virus que sólo utilizan bacterias como hospedadores para la replicación. Los colifagos utilizan *Escherichia coli* y otras especies emparentadas con ella como hospedadores y, por lo tanto, pueden ser liberados desde estos hospedadores bacterianos a las heces humanas y de otros animales de sangre caliente.

Los colifagos que se utilizan en la evaluación de la calidad del agua se dividen en dos grupos principales: colifagos somáticos y colifagos RNA F- específicos. Una de las diferencias entre ambos grupos es la vía de infección.

Coliformes totales: bacterias que pertenecen a la familia *Enterobacteriaceae*. Son bacilos Gram negativos, aerobios y anaerobios facultativos, no esporulados. Pueden también ser encontradas en suelos, plantas o cualquier efluente conteniendo materia orgánica. El grupo coliformes está constituido por varios géneros: *Escherichia*, *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Citrobacter*, principalmente.

Coliformes fecales: muchos países siguen usando coliformes fecales para indicar contaminación de origen fecal, lo cual es menos específico que usar *E. coli*, dado que hay cepas de *Klebsiella* y otras coliformes de origen no fecal que crecen a 44° C.

Enterobacterias: bacterias de la familia *Enterobacteriaceae*. Muchas de ellas habitan el intestino humano (ej.: *E. coli*, *Proteus* spp., etc.) y otras son patógenos primarios (ej.: *Salmonella* spp., *Shigella* spp., etc.), es decir que al colonizar el intestino del humano o animales siempre causan infecciones gastrointestinales y son parte, muchas veces, de la microflora de aves y reptiles.

Enterococos (*Enterococcus*/*Streptococos* fecales): bacterias pertenecientes a la familia *Enterococcaceae*, considerados estreptococos del grupo D de Lancefield, que se caracterizan por la alta tolerancia a las condiciones adversas de crecimiento. La mayoría de las especies de *Enterococcus* son de origen fecal humano, aunque pueden ser aislados de heces de animales. Han sido utilizados en diferentes países para evaluar la calidad sanitaria de sus recursos hídricos, en especial, aguas marinas.

Enterovirus: el género *Enterovirus* (EVs), pertenece a la familia *Picornaviridae*. Está integrado por 13 especies denominadas Enterovirus A-J y Rinovirus A-C. Históricamente, los enterovirus humanos han incluido los **Poliovirus, Echovirus, Virus Coxsackie** A y B y nuevos enterovirus. Su principal vía de transmisión es la fecal-oral. Los enterovirus pueden causar brotes de meningitis asépticas, enfermedades exantemáticas y respiratorias y conjuntivitis hemorrágica aguda.

***Escherichia coli*:** pertenece al grupo de los coliformes fecales termotolerantes. Es el anaerobio facultativo predominante en el intestino, y parte de la microflora que mantiene la fisiología en el hospedador sano. Altamente específico de heces humanas y de animales de sangre caliente.

Hepatitis A y E: el Virus de Hepatitis A pertenece al género *Hepatovirus* de la Familia *Picornaviridae*. En Argentina ha disminuido su incidencia desde la introducción de la vacuna al calendario nacional de vacunación. El Virus de Hepatitis E fue recientemente reclasificado dentro del género *Orthohepevirus*, familia *Hepeviridae*. Ambos virus causan una infección hepática aguda y se transmiten por vía fecal-oral tanto por el consumo de agua y alimentos contaminados como por el contacto directo persona-persona.

Indicadores microbiológicos de contaminación fecal: microorganismos cuyas densidades o concentraciones en el agua pueden ser cuantitativamente relacionadas con el riesgo a la salud que esto implica. Su presencia en aguas recreativas nos evidencia una contaminación fecal con el potencial riesgo de la presencia de enteropatógenos.

Norovirus: el género *Norovirus* pertenece a la familia *Caliciviridae* y constituye la principal causa de los brotes de gastroenteritis no bacterianas. Se transmiten muy fácilmente a través del consumo de alimentos y agua contaminados, por contacto con personas infectadas o superficies contaminadas. Afectan tanto a niños como a adultos.

Patovar (ó patotipo): es una cepa bacteriana o grupo de cepas con características iguales o similares, que están diferenciadas a nivel genético de otras cepas de la misma especie o subespecie sobre la base de su patogenicidad (factores de virulencia) sobre los diferentes individuos susceptibles.

QMRA - Quantitative Microbial Risk Assessment: es la aplicación de los principios de evaluación de riesgos a la estimación de consecuencias de una exposición planificada o real a microorganismos infecciosos. La evaluación de riesgos microbianos es, por lo tanto, un proceso que nos permite estimar la probabilidad de infección, enfermedad o muerte después de la exposición a microorganismos patógenos presentes en agua, alimentos y aire. Al realizar el QMRA, se busca aportar la mejor información disponible para comprender la naturaleza del efecto potencial de una exposición microbiana.

Rotavirus: el género *Rotavirus* comprende 9 especies (A-H). Mientras que las especies A, B y C infectan al hombre y otros animales, las otras especies sólo infectan a animales. Los rotavirus causan diarrea y se

propagan fácilmente entre los bebés y los niños pequeños. Pueden causar diarrea acuosa grave, fiebre, vómitos y dolor abdominal y si la deshidratación es severa pueden requerir hospitalización.

Vibrio vulnificus: organismo de vida libre. Es una bacteria que se desarrolla naturalmente en aguas marinas o desembocaduras de ríos. Las infecciones del *V. vulnificus* no son transmisibles directamente de persona a persona, pero es una seria amenaza a la salud de personas con enfermedades subyacentes, tales como enfermedades hepáticas o con el sistema inmune comprometido.

2.- INTRODUCCIÓN

La presencia de enteropatógenos (patógenos primarios y patógenos oportunistas) -bacterias y virus- y microorganismos oportunistas de vida libre representa un riesgo a la salud humana por la exposición a aguas recreativas y a las arenas de playa.

A los fines de las presentes Directrices se introduce el concepto del **binomio playa**, constituido por la arena de playa más el agua de uso recreativo.

En la interfase de arena y agua se producen numerosos procesos, hidrológicos, físicos y químicos, los cuales condicionan, favorecen y mantienen una comunidad de organismos vivos con una interacción, interdependencia, depredación, intercambio genético, y adaptación a la vida libre.

Esta situación sienta un precedente para considerar un cambio de paradigma en cuanto al uso de indicadores tradicionales en la evaluación de calidad microbiológica de las aguas de uso recreativo en su relación con la salud.

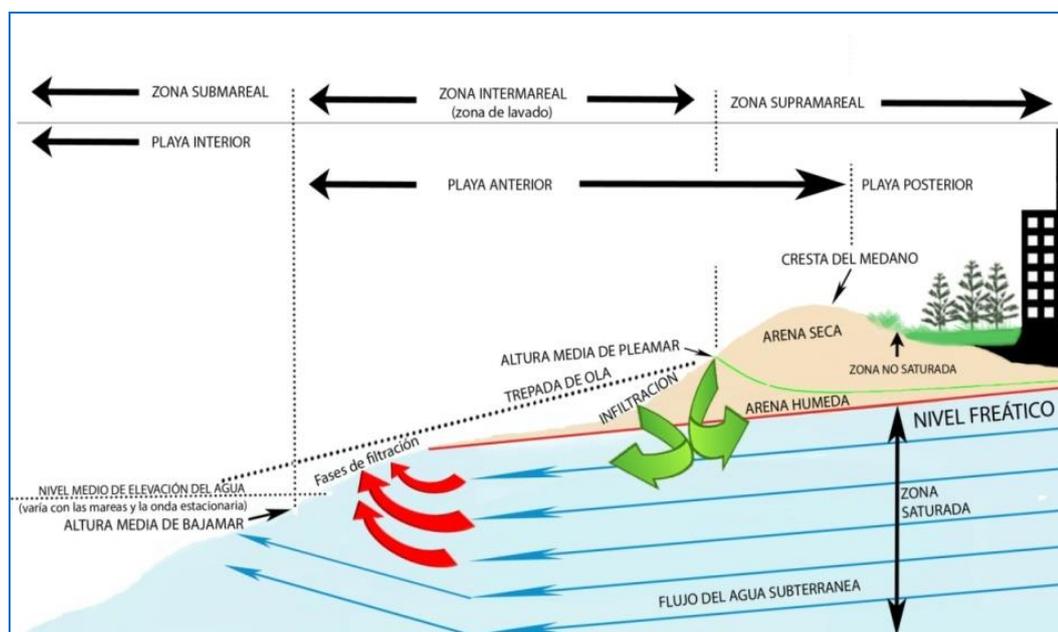
3.- CALIDAD SANITARIA

La **calidad sanitaria** de playas depende de:

1. la capacidad de carga ambiental contaminante del cuerpo de agua,
2. la capacidad de carga turística de la playa, y
3. la gestión llevada por el comité técnico de gestión, seguimiento y monitoreo de acción local según los ítems que se definen en el capítulo introductorio de las Directrices Sanitarias de uso seguro de aguas recreativas - *Resolución Ministerio de Salud de la Nación N° 125/2016. Ít. 3.- Definiciones; Ít.4.- Marco general de referencia sobre aguas recreativas.*

Los ambientes marinos difieren de las aguas dulces continentales en la dinámica de la interfase arena – agua de la playa, con régimen de mareas, como se presenta en la **Figura 1**.

Figura 1: Zonificación en la interfase agua - arena de playas



Adaptado de R. Whitman y col., 2015.

Fig. 1: La terminología difiere entre los sistemas marinos de mareas y los sistemas de agua dulce sin mareas. Las elevaciones medias de agua superficial para los sistemas marinos tienden a variar con las mareas.

Para los sistemas de agua dulce, en particular los lagos, la elevación de agua superficial tiende a variar con las ondas estacionarias.

Para los sistemas fluviales, las elevaciones medias de la superficie del agua varían con las elevaciones estacionales de la napa freática y las olas tienden a correr paralelas a la playa, en contraposición a la dirección perpendicular observada en la mayoría de las configuraciones marinas y de los lagos.

Hay dos tipos de zonas intermareales: la arenosa - playas (solapación de inclinación mayor de 1 m. por cada 3 m.) y la rocosa - acantilados. Es una zona constantemente influenciada por la acción abrasiva de las olas las que forman "terrazas de abrasión".

Investigaciones de los últimos 10 años presentan evidencias sobre la importancia de las arenas de playa como hábitat que soporta el desarrollo del micropsammon, comunidad biológica que incluye bacterias, virus, hongos, y protozoos.

Las arenas presentan un microambiente para la persistencia transitoria y replicación de microorganismos patógenos de origen entérico humano y animal, así como la adquisición de genes de multiresistencia a los antibióticos de algunas cepas bacterianas, presentes en el líquido cloacal crudo y/o la obtenida en el psammon en la arena.

Los factores que contribuyen a la aparición de estas comunidades prósperas son:

1. factores físicos: disponibilidad de agua y protección contra la insolación.
2. factores biológicos: competencia, depredación y formación de biofilm.
3. factores químicos: disponibilidad de nutrientes.

Las comunidades microbianas de arena incluyen especies autóctonas y alóctonas, como también las bacterias indicadoras de contaminación fecal y patógenos transmitidos por el agua, depositados por las olas, las escorrentías, el aire, los bañistas o los animales. El destino de estos microorganismos va desde la muerte hasta el establecimiento de poblaciones prósperas (naturalización) e integración a la comunidad autóctona.

Esta situación es preocupante, ya que estudios epidemiológicos recientes han encontrado evidencias de riesgos para la salud asociados a la exposición a la arena contaminada.

En particular, permite la persistencia considerable de importantes patógenos, como *E. coli* O157:H7, y la permanencia y el crecimiento de enterococos, entre otros microorganismos.

4.- ENTEROPATÓGENOS

4.1.- FUENTES DE ENTEROPATÓGENOS EN AGUAS RECREATIVAS

La presencia de los enteropatógenos en aguas recreativas es aportada por múltiples fuentes como:

- a) El vuelco puntual de desagües cloacales sin tratamiento, o tratamiento parcial, en los cuerpos receptores de agua dulce o marina.
- b) El aporte directo de desechos a la arena de playa por los bañistas y de desechos de animales presentes en las mismas (animales domésticos - ganado, animales de compañía - mascotas; silvestres - aves silvestres y sinantrópicos - roedores).
- c) Las descargas no puntuales, debido al arrastre por lluvias de materia orgánica proveniente de las prácticas agropecuarias, industrias farmacéuticas, efluentes domésticos, e industriales con descargas no habilitadas o difusas (de toda actividad humana y animal) con destino final en cuerpos de agua continentales y marinos.

- d) Otras fuentes de contaminación fecal de origen humano incluyen tanques sépticos cerca de la costa, que percolan directamente a napas freáticas y luego derivan en las aguas recreativas; y también desechos generados a partir de eventos deportivos acuáticos y navegación.

La Organización Mundial de la Salud - OMS (2003) provee **valores generales** del número de patógenos presentes en aguas residuales crudas, según **Anexo II - Tabla 1**.

4.2.- EFECTOS EN SALUD HUMANA ASOCIADOS A LA CONTAMINACION FECAL

El tipo y concentración de patógenos en líquidos cloacales variará dependiendo de la incidencia de la enfermedad (frecuencia), el estado del portador en las poblaciones humanas y animales que los aportan, y de la estacionalidad de la infección. La concentración puede variar mucho entre las diferentes partes del mundo y épocas del año.

La base ambiental de la transmisión de agentes infecciosos depende de las propiedades relacionadas a la supervivencia ambiental: latencia, dosis infectiva, supervivencia, persistencia, viabilidad y multiplicación.

Recientemente, los Centros para el Control de Enfermedades (CDC - EEUU) informaron que la incidencia de infecciones asociadas con el agua de recreación ha aumentado constantemente durante las últimas décadas, como resultado de patógenos emergentes, aumento de actividades acuáticas y mejor registro de la enfermedad.

4.2.1.- EXPOSICIÓN

Según la OMS (2003), la exposición a los agentes patógenos puede presentar las siguientes características:

- Puede ocurrir a través de una propagación desde el ambiente a la persona, pero también puede ocurrir debido a la propagación de persona a persona;
- La infección de una persona y el desarrollo de su enfermedad después de la exposición a un agente patógeno puede depender de la inmunidad preexistente de la persona. Esta condición implica que los eventos de exposición no son independientes;
- Los individuos infectados pueden ser sintomáticos o asintomáticos en la manifestación de la enfermedad;
- Diferentes cepas del mismo patógeno tienen una capacidad variable de causar enfermedad (diferente virulencia);
- Esta virulencia puede evolucionar y cambiar a medida que el patógeno pasa por varios individuos;
- Los patógenos generalmente no están uniformemente suspendidos en el agua.

4.2.2.- VÍAS DE EXPOSICION HUMANA SEGÚN EL NIVEL DE ACTIVIDAD RECREACIONAL

La exposición al agua recreativa tiene los siguientes patrones, según **Cuadro 1**:

Cuadro 1: NIVEL DE ACTIVIDAD RECREACIONAL Y PATRONES DE EXPOSICIÓN

Nivel de exposición potencial	Actividad recreacional	Patrón de exposición primaria
Alto	Natación, vadeo	Ingestión
	Buceo	Ingestión
	Esquí acuático/Surfeo	Ingestión/inhalación
	Surfeo a vela	Ingestión/inhalación
	Motos de agua	Ingestión/inhalación
Moderado	Consumo de pescado	Ingestión
	Canotaje	Ingestión/inhalación
	Remo	Ingestión/inhalación
	Navegación a vela	Ingestión/inhalación

	Práctica de Kayak Bote a motor	Ingestión/inhalación Inhalación
Bajo o ninguno	Pesca deportiva Picnic Caminata	Contacto dérmico No aplicable No aplicable

*Basado en Salud de Queensland, 2001 y Estado de Vermont - USA sobre Stone y Bress, 2007.
Ministerio de Salud de la Nación. DIRECTRICES SANITARIAS PARA USO SEGURO DE AGUAS RECREATIVAS.
(Resolución Ministerial 125/2016).*

Al **Cuadro 1** debemos agregar la exposición a la arena de playa, habida cuenta que los bañistas, que no practican deportes acuáticos, permanecen la mayoría del tiempo sobre la arena de playa, o en área de chapoteo, estando expuestos a los organismos del micropsammon.

Este espacio es favorito de infantes y niños para jugar en la arena (cavando, haciendo enterramientos) y de adultos mayores para descansar, así como de los amantes de deportes de playa (vóley, bochas, tejo, paleta). Las vías de exposición son contacto dérmico, ingestión, inhalación.

A la población expuesta debemos agregar a los trabajadores que por sus actividades están más expuestos que el público en general: guardavidas, prefectos, buzos tácticos, rescatistas, acuicultores, pescadores artesanales, personal de servicio en playas, otros.

4.2.3.- EFECTOS ADVERSOS PARA LA SALUD

La evidencia disponible según OMS (2003) sugiere que el efecto adverso para la salud asociado a la exposición a aguas recreativas con contaminación fecal más frecuente es la enfermedad entérica, como la gastroenteritis autolimitante, la cual puede generalmente ser de corta duración y no estar formalmente registrada por los sistemas de vigilancia de enfermedades. La transmisión de patógenos que puedan causar gastroenteritis por exposición a aguas recreativas es biológicamente factible y es análoga a la trasmisión de enfermedades por agua de bebida, la cual está bien documentada.

Estudios epidemiológicos específicos han demostrado que varios efectos adversos para la salud, incluyendo infecciones gastrointestinales y respiratorias, están asociados con la contaminación fecal de aguas recreativas, lo cual podría resultar en un aumento significativo de enfermedades y pérdidas económicas.

La concentración de microorganismos (dosis de infección) que puede causar enfermedades depende del patógeno en cuestión, la forma en la cual es contraído, las condiciones de exposición, la susceptibilidad del huésped y su estado inmune.

No se conocen lo suficiente los efectos de la exposición múltiple y simultánea a varios patógenos, como en caso de contacto directo de cuerpo entero por actividades recreativas.

La relación causa-efecto entre la contaminación fecal puntual (o derivada de capacidad de carga por bañistas) y la enfermedad respiratoria febril aguda y la enfermedad respiratoria general (sin fiebre) es también biológicamente factible.

Los principales síntomas de la enfermedad respiratoria febril aguda incluyen: fiebre, escalofríos, malestar general, tos seca, pérdida del apetito, dolores corporales y náuseas, típicamente en conexión con una aparición repentina de la enfermedad.

Este cuadro clínico puede manifestarse tanto con afectación de las vías aéreas superiores, caracterizado como catarro de vías altas (faringoamigdalitis), o bien de vías aéreas inferiores como una bronquitis aguda, o una neumonía adquirida en la comunidad (NAC).

Se ha reportado una significativa relación dosis-respuesta entre la enfermedad respiratoria febril aguda y los estreptococos fecales.

4.2.4.- SEVERIDAD

Según la OMS (2005), la enfermedad respiratoria febril aguda es más severa que los síntomas gastrointestinales autolimitantes tan comúnmente reportados.

A los efectos de las presentes Directrices, la consideración de si una enfermedad es grave o no, se basa en tres factores:

- a. Síntomas agudos de la enfermedad que son debilitantes.
- b. La capacidad y probabilidad de que la enfermedad conduzca a secuelas.
- c. El efecto de la enfermedad en ciertas subpoblaciones susceptibles.

Cada factor se puede considerar independientemente o en combinación con uno o ambos factores.

Los valores guía de indicadores microbiológicos de la OMS para ambientes acuáticos recreativos seguros se basan en la evidencia de la transmisión de enfermedades gastrointestinales relativamente leves y la enfermedad respiratoria febril aguda.

4.2.4.1.- INFECCIONES CON SÍNTOMAS AGUDOS POTENCIALMENTE GRAVES

Se presentan los síntomas de la enfermedad primaria causados por las infecciones, según los patógenos en el **Cuadro 2**.

Cuadro 2.- PATÓGENOS MÁS FRECUENTES QUE CAUSAN ENFERMEDAD AGUDA

Patógeno	Signos y Síntomas
<i>Campylobacter</i> spp.	Diarrea, ocasionalmente sanguinolenta y severa. Cólicos, dolor abdominal, fiebre, malestar. Síndrome Urémico Hemolítico (SUH).
<i>Salmonella typhi</i>	Tifoidea - fiebre, malestar, dolor abdominal diarrea o estreñimiento, delirio.
<i>Shigella dysenteriae</i>	Dolor abdominal severo, diarrea acuosa o sanguinolenta. Heces que contienen estrías de sangre. SUH.
<i>Leptospira</i> spp.	Fiebre alta, dolor de cabeza severo, escalofríos, dolores musculares y vómitos, y puede incluir Ictericia (piel y conjuntivas amarillas), ojos rojos (inyección conjuntival). Dolor abdominal, diarrea. Insuficiencia renal aguda. Erupción cutánea. SUH.
<i>Giardia</i> spp.	Aparición aguda de diarrea, calambres abdominales. Distensión abdominal y flatulencia, malestar, pérdida de peso.

<i>E. coli</i> O157:H7	Diarrea sanguinolenta severa y obstrucción abdominal. A veces la infección causa diarrea no sanguinolenta o ningún síntoma. SUH.
<i>Cryptosporidium</i> spp.	Diarrea, dolor abdominal leve, fiebre leve.
<i>Enterovirus</i>	Fiebre, náuseas, vómitos, dolor de cabeza, rigidez del cuello y sensibilidad a la luz brillante.
<i>Rotavirus</i>	Diarrea acuosa, vómitos, fiebre, principalmente en niños.
<i>Norovirus</i>	Diarrea acuosa, vómitos, fiebre.
Virus Hepatitis A y E	Hepatitis, malestar, lasitud, mialgia, artralgia, fiebre y algunas veces ictericia.
<i>Adenovirus</i>	Fiebre, diarrea acuosa y vómitos. Enfermedad respiratoria, conjuntivitis.
<i>Helicobacter pylori</i>	Náuseas, dolor abdominal, gastritis, Hipoclorhidria.
<i>Esquistosoma</i>	Erupción papular con picazón, otros síntomas dependen sobre el órgano en el que reside el organismo invasor.
<i>Naegleria fowleri</i>	Dolor de cabeza severo, fiebre, vómito, rigidez cuello.
<i>Legionella</i> spp.	Fiebre, tos, postración, diarrea, dolor pleural.

La evolución de *E. coli* desde comensal a patógena se relaciona con la adquisición de factores de virulencia mediante elementos génicos móviles (transferencia horizontal de genes).

Las cepas patógenas de *E. coli* se clasifican en diarreogénicas y extraintestinales. Cada grupo, a su vez, se clasifica en patovares en base al cuadro clínico y el perfil de virulencia de las cepas.

Se conocen 6 patovares diarreigénicos: *E. coli* enteropatógena (EPEC), *E. coli* enterotoxigénica (ETEC), *E. coli* enteroinvasiva (EIEC), *E. coli* productora de toxina Shiga (STEC) / *E. coli* enterohemorrágica (EHEC), *E. coli* enteroagregativa (EAEC), *E. coli* de adherencia difusa (ADEC).

De los patovares mencionados, la *E. coli* productora de toxina Shiga (STEC) está relacionada con la producción de brotes a través del uso de aguas de recreación. Por otra parte, *E. coli* O157:H7 es el más frecuente agente etiológico involucrado en el síndrome urémico hemolítico (SUH).

Por otro lado, *E. coli* enterotoxigénica (ETEC) está asociada a brotes de diarrea a partir de agua de consumo.

4.2.4.2.- EVIDENCIA DE SECUELAS DE ENFERMEDADES TRANSMITIDAS POR EL AGUA.

EFFECTOS SEVEROS EN POBLACIONES ESPECIALES

Los síntomas de las secuelas pueden ser completamente diferentes de los síntomas de la enfermedad aguda, y pueden ocurrir incluso si el sistema inmunológico logra eliminar la infección primaria. La acción del sistema inmune puede iniciar la enfermedad como resultado de una respuesta autoinmune. Sin embargo, también es posible que la infección inicial no haya desaparecido cuando los síntomas secundarios aparecen.

Las secuelas evidenciadas por OMS (2005) se presentan en el **Anexo II – Cuadro 1**.

4.2.4.3.- RESISTENCIA DE LOS MICROORGANISMOS PATÓGENOS A LOS ANTIBIÓTICOS

La resistencia a los antibióticos de los microorganismos patógenos es hoy una de las mayores amenazas para la salud mundial, la seguridad alimentaria y el desarrollo. Puede afectar a cualquier persona, sea cual sea su edad o el país en el que viva.

La resistencia a los antibióticos es un fenómeno natural, aunque el uso indebido de estos fármacos en el ser humano y los animales está acelerando el proceso por selección de las cepas.

Esta capacidad de los microorganismos prolonga las estancias hospitalarias de los pacientes, incrementa los costos médicos y aumenta la mortalidad.

La OMS (2015) aprobó el Plan de Acción Mundial sobre la Resistencia a los Antimicrobianos (*Global Action Plan on Antimicrobial Resistance - GAP on AMR*). Los elementos de resistencia antimicrobiana, incluyendo bacterias resistentes y genes de resistencia a los antibióticos, así como residuos de antibióticos, son comunes en agua ambiente, líquidos cloacales y heces. Por eso, en este momento, son considerados contaminantes emergentes en aguas. Es importante entender y abordar el papel del agua, el saneamiento y la higiene en la lucha contra la resistencia a antimicrobianos, incluida la resistencia a los antibióticos.

El aumento de la resistencia a los antimicrobianos causado por bacterias que producen beta-lactamasas de espectro extendido (ESBL) es particularmente preocupante debido a su resistencia a las cefalosporinas de tercera y cuarta generación, que se han considerado críticamente importantes para la medicina humana.

Las aguas costeras contaminadas por líquidos cloacales y /o materia fecal pueden ser el punto de contacto donde las personas están expuestas a bacterias resistentes a antibióticos, mientras participan en actividades deportivas o recreativas.

A efectos de estas Directrices, en el **Cuadro 3** podemos ver la resistencia a los antibióticos de los patógenos presentes en aguas recreativas contaminadas por efluentes cloacales

Cuadro 3: Microorganismos patógenos presentes en aguas recreativas y su resistencia a los antibióticos

Microorganismo	Resistencia a	Tipo de agua	País	Autor/año
<i>E. coli</i>	tetraciclina, ampicilina y sulfamethoxazol	Playas de agua dulce (lago)	Canadá	Turgeon P., Michel P. y col. 2012
<i>E. coli</i>	cefalosporinas de 3° generación	Playas marinas	Reino Unido (Gales e Inglaterra)	Leonard A. F., Zhang L. y col. 2015
<i>E. coli</i>	β-lactamasas de amplio espectro	Agua dulce	Holanda	Schijyen J. F., Blaak H. y col. 2015
<i>Enterococcus faecium</i>	vancomicina	Agua marina	USA	Roberts M. C., Soge O. O. y col. 2009
<i>E. coli</i>	cefalosporinas	Agua marina	Brasil	Andrade V. C.; Zampieri y col. 2015
Enterobacterias	Imipenen, carbapenemen (carbapenemasas)	Agua marina	Brasil	De Araujo, C. F., Silva D. M. y col. 2016
Bacilos Gram negativos	cefalosporinas (β-lactamasas)	Agua dulce	Argentina	Nuñez L., Puentes N. y col. 2013

<i>Salmonella enterica</i>	cefalosporinas ciprofloxacina	Agua dulce	Grecia	Economou V., Gousia P. y col. 2013
<i>Salmonella</i> y <i>Shigella</i> spp	ceftriaxona caftacidima, cefadroxil	Agua dulce	India	Kumar S., Tripathi y col. 2013
<i>Salmonella</i> spp	tetraciclinas	Agua dulce	Argentina	Nuñez L., Mantovano J. y col. 2017
<i>Escherichia coli</i> <i>Enterococos</i>	Ampicilina, Piperacilina	Arena y agua dulce	EEUU	Alm E. W., Zimble D. y col 2014
Coliformes fecales	Clindamicina y penicilina	Arena y agua marina (Mar Báltico)	Polonia	Mudryk Z. J., Perliński P. y col. 2016

Fuente: DINADESA-MSAL, Facultad de Farmacia y Bioquímica-UBA.

4.3.- INDICADORES DE CONTAMINACIÓN FECAL - RECREACIÓN DE CONTACTO PRIMARIO

El organismo indicador fecal ideal debería cumplir los siguientes requisitos (OMS – EPA - UE. J. Bartram y G. Rees. 2000):

- Se deben encontrar en alto número en heces de humanos como de animales de sangre caliente;
- Estar presentes en aguas contaminadas fecalmente, pero en mayor número que los patógenos;
- Ser incapaces de crecer en el medio acuático, pero capaces de sobrevivir más tiempo que los patógenos (no se cumple en la actualidad);
- Ser aplicables a todo tipo de aguas naturales recreativas (aguas dulces, de estuarios y marinas);
- Estar ausentes en aguas no contaminadas y exclusivamente asociado con heces animales y/o humanas;
- Responder a las condiciones del ambiente natural y a los procesos de tratamiento de manera similar que los microorganismos patógenos (no se cumple en la actualidad);
- Ser fáciles de aislar, identificar y enumerar por métodos convencionales.

Otras cualidades deseables para el organismo indicador incluyen:

- La concentración del indicador debe estar directamente correlacionada con el grado de contaminación fecal;
- La concentración del indicador debe estar cuantitativamente relacionada con las enfermedades asociadas con el nadador;

No existe un único microorganismo, ni grupo de microorganismos, que cumpla inequívocamente todos estos criterios.

4.3.1.- *E. coli* y *Enterococcus* spp.

Tradicionalmente, las bacterias coliformes han sido usadas como indicadores para monitorear la calidad de aguas recreativas. Desde hace más de una década, se cuestiona su robustez científica, particularmente para aguas recreativas marinas.

E. coli y los enterococos se consideran actualmente los mejores indicadores de contaminación fecal de animales de sangre caliente en aguas recreativas, ya que se ajustan mejor a las características anteriores.

Los estreptococos fecales han sido utilizados en diferentes países para evaluar la calidad sanitaria de sus recursos naturales, en especial, aguas marinas.

4.3.2.- PRESENCIA DE INDICADORES EN ARENAS DE PLAYA

Se ha detectado alta concentración de coliformes fecales, *E. coli*, y enterococos en arena de playa. Se explica esa abundancia por un incremento de supervivencia y de crecimiento en la arena en relación con el agua. La replicación de las bacterias fecales en la arena sugiere que ésta puede ser un reservorio importante para la actividad metabólica de los organismos atrapados en el mesocosmos natural o psammon. De ese sistema natural (endémico y originario) fueron mantenidas y recuperadas numerosas poblaciones de indicadores, en contraposición a la no supervivencia de organismos observada en agua.

De hecho, estudios moleculares demuestran que *E. coli* puede “naturalizarse” en el ambiente, obtener multiresistencia a antibióticos, y no necesariamente indicar contaminación fecal reciente.

Las bacterias indicadoras pueden lavarse de la arena e integrarse a las aguas de la costa marina durante los eventos climáticos, mareas y el oleaje. Por consiguiente, decrece la efectividad de esos indicadores como pronosticadores de riesgos para la salud y a los gestores se les complica la interpretación de la calidad de agua recreativa.

Un meta - análisis reciente realizado por E. Velonakis y col. (2014) ha evidenciado presencia de un número de géneros y especies de microorganismos patógenos potenciales en la arena, que pueden entrar en contacto con humanos a través del contacto primario. Se citan presencias de *Clostridium* spp., *Staphylococcus* spp., *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella* spp., *Campylobacter* spp., *Shigella* spp., *Vibrio* spp., y *Enterovirus*; y también presencia de indicadores *E.coli* y *Enterococcus* spp, hongos y parásitos.

4.3.3.- OTROS ORGANISMOS COMO INDICADORES POTENCIALES

La contaminación fecal de las aguas de recreación y el riesgo asociado para los usuarios de agua son una cuestión compleja. *E. coli* y enterococos son considerados los mejores indicadores disponibles de contaminación fecal en aguas recreativas. Sin embargo, ningún organismo es capaz de satisfacer todos los roles de un indicador ideal. Pueden ser necesarios varios indicadores para una comprensión más completa de este tema.

Entre los organismos bacterianos propuestos como indicadores potenciales de contaminación fecal en agua recreativa se encuentran *Bacteroides* spp y *C. perfringens*. Sin embargo, se ha comprobado que algunos indicadores fecales bacterianos no persisten en el ambiente ni a través de los tratamientos de desinfección tanto como los virus o parásitos, y no muestran correlaciones consistentes con la presencia de virus. En ese sentido, la EPA está evaluando la inclusión de los bacteriófagos como indicadores fecales, entre ellos, los colifagos de F + ARN y bacteriófagos que infectan *Bacteroides fragilis*.

Los criterios para la elección de indicador/es para cada cuerpo de agua ambiente se presentan en el

Cuadro 4:

Cuadro 4:-Características de los organismos indicadores recomendados e indicadores potenciales

Criterios	Organismos Indicadores					
	Indicadores recomendados		Indicadores potenciales			
	<i>E. coli</i>	Enterococos	<i>C. perfringens</i>	<i>Bacteroides</i> spp. (Marcador genético)	Colifagos F+ ARN	Fagos <i>B. fragilis</i>
Se encuentra dentro del tracto intestinal de humanos y animales de sangre caliente.	Presente en concentraciones altas en heces humanas y animales.		Concentraciones bajas en las heces humanas y animales (alto contenido en ciertas especies animales). Alto en líquido cloacal.	Concentraciones muy altas en heces humanas. Números bajos a altos en heces animales (dependientes de especies).	Concentraciones bajas y aislamiento variable entre las heces humanas y animales. Mayor en aguas cloacales.	
Presente en aguas contaminadas con heces cuando existen patógenos entéricos y en mayor número.	Buen indicador de todas las fuentes de contaminación fecal. Típicamente presente en la materia fecal en concentraciones más altas que los patógenos.		Depende de la fuente. Recuperación (recolección) difícil a niveles bajos de contaminación.	Depende de la fuente. Datos insuficientes sobre la correlación con patógenos.	Depende de la fuente. Recuperación (recolección) difícil a niveles bajos de contaminación.	
Incapaz de crecer en el medio acuático.	Generalmente cierto. Hay pruebas que sugieren que algunas cepas seleccionadas pueden ser capaces de crecer en el ambiente del suelo si se cumplen las condiciones adecuadas.		Bacteria anaerobia. No se puede replicar en el medio acuático.		Se cree que no es capaz de replicarse en el medio acuático.	Las bacterias huésped son anaeróbicas. Se cree que no es capaz de replicarse en el medio acuático.
Capaz de sobrevivir más tiempo que los patógenos.	Considerado un buen indicador de la supervivencia de bacterias entéricas patógenas, pero no de virus entéricos o protozoarios.		Las esporas muestran una extrema persistencia ambiental. Capaz de sobrevivir más tiempo que los patógenos transmitidos por el agua.	Datos insuficientes sobre la supervivencia en comparación con los patógenos. Los marcadores de ADN muestran una larga persistencia ambiental.	Se cree que es un buen modelo para la supervivencia de los virus entéricos. Los tipos de fago muestran una persistencia ambiental variable.	Se cree que son buenos modelos para la supervivencia de los virus entéricos.

Aplicable a todo tipo de agua (dulce, de estuario y marina).	Sí. Tiempo de supervivencia más corto demostrado en aguas marinas.	Sí. Demuestra tasas de supervivencia similares en aguas dulces y marinas.	Sí. Detección demostrada en aguas dulces y marinas.			
Ausente en aguas no contaminadas y exclusivamente asociada con heces animales y humanas.	Generalmente cierto. Existen evidencias de supervivencia en ambientes ricos en sustancias orgánicas no asociadas con la contaminación fecal.	No. Esporas capaces de persistir en suelos y sedimentos acuáticos.	Datos insuficientes. Los marcadores de ADN muestran una larga persistencia y pueden no ser indicativos de contaminación fecal reciente.	Sí. No se han reconocido fuentes no fecales significativas.		
La densidad se correlacionó directamente con el grado de contaminación fecal.	Considerado generalmente como cierto.		No. Depende de la fuente.			
Densidad cuantitativamente relacionada con las enfermedades asociadas al nadador.	Sí. Evidencias epidemiológicas que demuestran la mejor correlación como indicador con los resultados de salud para las aguas dulces.	Sí. Evidencias epidemiológicas que demuestran la mejor correlación como indicador con los resultados de salud para las aguas marinas y una buena correlación para las aguas dulces.	No. No se demuestra correlación con la enfermedad en las investigaciones epidemiológicas.	Datos insuficientes.	No. No se demuestra correlación con la enfermedad en las investigaciones epidemiológicas.	Datos insuficientes.
Métodos de detección y	Si. Métodos basados en cultivo, económicos, fáciles de realizar, relativamente rápidos (24	Si. Métodos basados en cultivo, económicos,	No. Métodos moleculares de	Métodos de recuperación	No. Metodología compleja.	

enumeración rápidos, fáciles de realizar, económicos, específicos y sensibles.	horas), específicos y sensibles.	fáciles de realizar, relativamente rápidos (24 horas), específicos y sensibles.	detección rápidos, pero técnicamente difíciles y costosos. La sensibilidad también es un problema.	económicos y fáciles de realizar	
Función sugerida actualmente:	Indicador primario de contaminación fecal.	Indicador patógeno; Indicador secundario de contaminación fecal.	Indicador secundario de contaminación fecal.	Indicador patógeno; Indicador secundario de contaminación fecal.	

Guidelines for Canadian Recreational Water Quality: Third Edition.2012.

Adaptación: Facultad de Farmacia y Bioquímica-UBA-2017.

4.3.4.- VALORES GUIA (valores de referencia)

Se presentan valores guía internacionales, extranjeros y antecedentes de la República Argentina:

- Valores guía para calidad microbiológica de aguas recreativas de la Organización Mundial de la Salud – OMS (2003): **Anexo II - Tabla 2.**
- Antecedentes de otros países y organizaciones: **Anexo II - Tabla 3.**
- Valores guías de Canadá para aguas recreativas: 3ª Edición. 2012. **Anexo II - Tabla 4.**
- Antecedentes en la República Argentina: **Anexo IV. Niveles Guía Nacionales de Calidad de Agua Ambiente correspondientes a *Escherichia coli* / Enterococos. (Capítulo VII-A) Niveles guía de calidad de agua ambiente para recreación humana con contacto directo correspondientes a *Escherichia coli* / Enterococos (interinos).** Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación (2003).

5.- ORGANISMOS DE VIDA LIBRE

Además de los microorganismos introducidos en aguas recreativas a través de contaminación fecal humana o animal, encontramos una serie de microorganismos patógenos autóctonos de cuerpos de aguas o que, una vez que se introducen, son capaces de colonizar el medio ambiente. Por ej: *Aeromonas*, *Vibrio*, *Acanthamoeba*, *Leptospira*, otros.

Actualmente, se sabe que 12 especies de *Vibrio* causan o están asociadas con infecciones humanas: *V. alginolyticus*, *V. carchariae*, *V. cholerae*, *V. cincinnatiensis*, *V. damsela*, *V. fluvialis*, *V. furnissii*, *V. hollisae*, *V. metschnikovii*, *V. mimicus*, *V. parahaemolyticus* and *V. vulnificus* (Kelly et al., 1991). Las infecciones se pueden clasificar como intestinales o extraintestinales, aunque esta división no es absoluta; se presenta en el siguiente Cuadro 5:

Cuadro 5: VIBRIO- especies que pueden encontrarse en muestras clínicas humanas

	Ocurrencia en muestras clínicas humanas	
	Intestinal	Extraintestinal
<i>V. alginolyticus</i>	-	++
<i>V. carchariae</i>	-	+
<i>V. cholerae</i> 01	++++	+
<i>V. cholerae</i> no- 01	++	+
<i>V. cincinnatiensis</i>	-	++
<i>V. damsela</i>	-	+
<i>V. fluvialis</i>	++	-
<i>V. furnissii</i>	++	-
<i>V. hollisae</i>	++	-
<i>V. metschnikovii</i>	+	+
<i>V. mimicus</i>	++	+
<i>V. parahaemolyticus</i>	++++	+
<i>V. vulnificus</i>	+	+++

- Modificado por OMS de Kelly y col. (1991).

- Los símbolos +, ++, +++ y ++++ dan la frecuencia relativa de cada organismo en especímenes de infecciones implicadas.

- = no encontrado.

La evidencia sugiere que, aunque la infección con microorganismos de vida libre o leptospiras patógenas a través del uso recreativo del agua puede ser potencialmente mortal, la incidencia de dicha infección es muy baja y, en muchos casos, se limita a áreas específicas.

Vibrio vulnificus

Aunque las especies de *Vibrio* patógenas humanas son comunes en las aguas marinas, su presencia representa sólo un riesgo menor de enfermedad gastrointestinal para las personas que se bañan o participan en otras actividades recreativas en el agua.

Sin embargo, pueden ocurrir infecciones extraintestinales potencialmente mortales con especies de *Vibrio*, y los médicos deben considerar este diagnóstico cuando las personas que han tenido contacto reciente con agua de mar presentan una infección en una herida u oído.

Se presenta el *Vibrio vulnificus* como uno de los principales microorganismos de vida libre que provocan preocupación creciente, por presentar desde síntomas de enfermedad hasta casos fatales, en particular en inmunodeprimidos y personas adultas mayores, asociados con el uso recreativo del agua.

Las infecciones causadas por *V. vulnificus* en las heridas preexistentes deben ser tratadas con atención máxima, no solo localmente sino también por otras vías (en ocasiones es necesaria la amputación del miembro afectado). La infección con *V. vulnificus* es una enfermedad aguda, pero en pacientes que se recuperan no se han de esperar consecuencias a largo plazo.

El cambio climático, a través del aumento de temperatura del agua marina, presenta, a su vez, una situación favorable para la presencia del *V. vulnificus*, en particular en temporada estival.

6.- ENFOQUES PARA EVALUACION Y MANEJO DE RIESGO

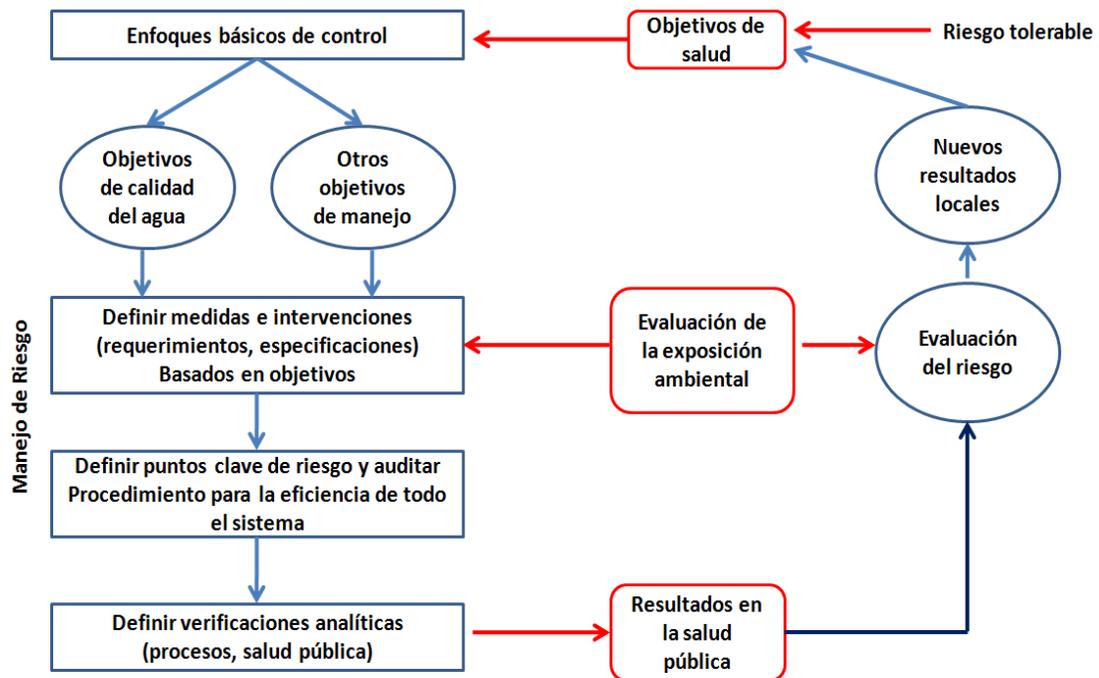
Los esquemas regulatorios para evaluar la calidad microbiológica de aguas recreativas se han basado en indicadores de contaminación fecal encontrados bajo las siguientes restricciones (OMS 2003).

- a) En muchas situaciones, el riesgo para la salud es considerado en primer lugar por exposición a las excretas humanas, aunque los indicadores tradicionales de polución fecal derivan también de otras fuentes.
- b) Las playas se clasifican como seguras o no seguras, aunque hay un gradiente creciente de variedad y frecuencia de efectos en la salud con el aumento de contaminación fecal de origen humana y animal.

Las acciones de manejo son retrospectivas y sólo se pueden realizar después de exponerse al peligro.

Se presenta una aproximación armonizada a la evaluación y manejo del riesgo para aguas recreativas relacionada con la exposición a patógenos en la **Figura 2**.

Figura 2: Aproximación armonizada a la evaluación y manejo del riesgo para aguas recreativas relacionada con la exposición a patógenos



OMS- 2003- Adaptado de J. Bartram (2001).

Se presentan tres niveles de intervención: ver Anexo III.

- 1.- Monitoreo de bacterias indicadoras de contaminación fecal.
- 2.- Esquema combinado de inspección sanitaria y calidad microbiológica del agua.
- 3.- Evaluación y manejo del riesgo a través de análisis de riesgo y control de puntos críticos.

7.- SISTEMA DE GESTIÓN DEL RIESGO EN PLAYAS URBANAS DE LA REPÚBLICA ARGENTINA

En la República Argentina se observa un crecimiento de la población cercana a costas marinas o a cuerpos de agua dulce, así como un incremento sostenido del uso deportivo y recreativo de aguas continentales y marinas, en coincidencia con el crecimiento del **producto turístico playa**.

A efectos del presente Módulo II, se consideran **playas urbanas** las definidas en las Directrices Sanitarias de uso seguro de aguas recreativas - Resolución Ministerial Nº 125/2016, Ministerio de Salud de la Nación, comprendiendo playas de aguas continentales y playas de costas marinas.

Actualmente no existe un registro centralizado sobre presencia de indicadores de contaminación fecal humana y animal en playas urbanas - **binomio playa** (arena-agua) en la República Argentina.

Los datos de monitoreos existentes corresponden al sector extra salud, ya sea a nivel regional, provincial o local, o como resultado de investigaciones científico - técnicas con iniciativas del ámbito universitario cuyo objetivo primario no necesariamente puede orientarse a efectos en salud, y los métodos de muestreo y/o análisis utilizados pueden no ser comparables.

7.1.- FUNDAMENTOS PARA EMITIR Y LEVANTAR ALERTAS DE SALUD PÚBLICA POR CONTAMINACIÓN BACTERIANA EN ÁREAS RECREATIVAS

La exposición al binomio **playa urbana** (arena y agua) puede representar un riesgo para la salud.

Las descargas puntuales de líquidos cloacales pueden clasificarse en tres tipos principales:

- Descargas directamente sobre la playa (por encima del nivel más bajo de agua en las zonas de marea).
- Descargas en el cuerpo de agua a poca distancia de la costa, existiendo la posibilidad de que el agua contaminada con líquidos cloacales contamine el área de recreación sobre la playa.
- Descargas en el cuerpo de agua a mayor distancia de la costa, donde los líquidos cloacales se diluyen y dispersan.
- Descargas sobre la costa aguas arriba de la zona de balneario.

De lo investigado hasta el presente surge la necesidad de prevenir, en primera instancia, el riesgo por exposición de los bañistas a **vertidos puntuales** en zonas costeras, en particular en áreas deterioradas en cuanto a la calidad microbiológica.

En caso de que no existan vertidos puntuales en zona costera, pero el análisis microbiológico en la pretemporada arroje presencia de microorganismos indicadores de contaminación fecal a niveles por encima de los recomendados, debe extremarse la higiene de la playa en el sector de la arena, y advertir al público que no se exponga al agua y extreme su higiene personal al dejar la zona del balneario. Proceder a un nuevo muestreo en el sitio hasta que los valores arrojen datos apropiados para levantar las alertas en la arena y en el agua. Esta contaminación puede ser muy dinámica y puede variar en muy pocas horas.

7.1.1.- NOTIFICACIÓN DE DIARREAS AGUDAS - SISTEMA NACIONAL DE VIGILANCIA DE SALUD - SNVS

La diarrea aguda es un evento de notificación obligatoria (ENO). Todos los casos deben notificarse en los servicios de atención médica de salud. La vigilancia epidemiológica de diarreas SNVS tiene dos modalidades:

Vigilancia Clínica (SNVS-C2): identificación y notificación de los casos por semana epidemiológica y por edad

Vigilancia Laboratorial SNVS-SIVILA:

- **Diarreas agudas Bacterianas:** de pacientes estudiados por coprocultivo: se identifican *Bacillus* grupo cereus, *Campylobacter coli*, *Campylobacter jejuni*, *Campylobacter* spp., *E. coli* O157, *E. coli* no - O157 (STEC) productor de toxina Shiga, *E. coli* enteroinvasivo (EIEC), *E. coli* enteropatógeno (EPEC), *Salmonella* spp., *Salmonella* Newport, *Salmonella typhimurium*, *Salmonella enteritidis*, *Shigella flexneri*, (1, 2, 3, y 6), *Shigella sonnei*, *Shigella* spp., *Vibrio cholerae* no-O1, *Vibrio cholerae* O1.

- **Diarreas agudas Virales:**
 - Por Notificación agrupada: *Adenovirus* 40-41 y *Rotavirus* en pacientes internados y ambulatorios.
 - Por Notificación individual: casos positivos para *Rotavirus*, derivados al Laboratorio Nacional de referencia para su posterior notificación.

La distribución del Agente etiológico de Diarreas Bacterianas notificadas por SNVS_SIVILA por semana, durante el período 2012-2016, se presenta a continuación:

Tabla 1: DIARREAS BACTERIANAS. AGENTES ETIOLÓGICOS DE MUESTRAS POSITIVAS. ARGENTINA. 2012-2016. SNVS -MSAL-2017

Género y especie	%
<i>Shigella</i> (<i>flexneri</i> 1, 2, 3, 6, AA479, sin especificar, <i>sonnei</i> , <i>dysenteriae</i> , <i>boydii</i> y spp.)	64
<i>Salmonella</i> (<i>Newport</i> , <i>typhimurium</i> , <i>enteritidis</i> y spp.)	14
<i>Campylobacter</i>	12,49
<i>E. coli</i> total (O157-STEC-ETEC)	9.20
<i>Yersinia</i>	0.32
<i>Vibrio cholerae</i>	0.20
<i>Bacillus</i> grupo <i>cereus</i>	0.09

Sistema Nacional de Vigilancia de la Salud, Dirección Nacional de Epidemiología. MSAL. 2017.

Tabla 2: DIARREAS VIRALES. AGENTES ETIOLÓGICOS DE MUESTRAS POSITIVAS. ARGENTINA. 2012-2016.

<i>Rotavirus</i>	73.6
<i>Adenovirus</i> 40-41	26.4

Laboratorio Nacional de Referencia. INEI-ANLIS Malbrán. MSAL. 2017.

Si bien las diarreas por Norovirus no son de notificación obligatoria, los mismos son los agentes más importantes de brotes de gastroenteritis epidémica a nivel mundial. En la Argentina, en el período 2004-2013 produjo el 76% de los brotes analizados en el Laboratorio Nacional de Referencia del Ministerio de Salud de la Nación.

7.2.- VALORES GUÍA PARA LA REPÚBLICA ARGENTINA

Adaptación de valores guía a circunstancias provinciales/regionales/locales.

Según OMS (2003): “Las evaluaciones sobre calidad de agua recreativa deben ser interpretadas o modificadas a la luz de factores regionales o locales. Tales factores incluyen la naturaleza y la gravedad de las enfermedades endémicas locales, los hábitos de la población, patrones de exposición y aspectos socioculturales, económicos, ambientales y técnicos, como así también los riesgos para la salud que competen a otras enfermedades incluyendo aquellas que no están asociadas a las aguas recreativas”.

“Desde el punto de vista estrictamente de la salud, muchos de los factores que pueden ser tenidos en cuenta en esta adaptación, generalmente se dirigen a la consideración de estándares más estrictos que aquellos presentados en el **Anexo II-Tabla 2**”.

Un riesgo es aceptable o tolerable no solamente a nivel de un problema local o regional, ya que en una región o localidad es esperable mayor riesgo en los más sensibles y vulnerables: los niños, los adultos mayores y las personas en contexto social desfavorable.

Los valores guía dados en el **Anexo II-Tabla 2** surgen de los estudios extranjeros, realizados sobre bañistas adultos saludables nadando en aguas marinas impactadas por efluentes cloacales en un clima templado.

Esas guías no hacen referencia específicamente a niños, mayores o inmunocomprometidos, quienes pueden tener una menor inmunidad y pueden requerir un mayor grado de protección.

En áreas con alta incidencia de enfermedades potencialmente transmitidas a través del contacto con aguas recreativas, los riesgos probablemente sean mayores, en respuesta a mayor concentración y/o diferentes patógenos.

A fin de relevar los casos de enfermedad con nexo epidemiológico de exposición a aguas recreativas contaminadas, se considera la necesidad de uso de una herramienta metodológica obligatoria cuyo objetivo será, en un futuro cercano, reunir información suficiente que permita hacer una asociación con la vía de la exposición específica.

La existencia de datos de monitoreo y/o vigilancia microbiológica de aguas recreativas, con proyectos diseñados acorde con la situación global de uso del recurso agua y calidad de playa, requiere, como contraparte y simultáneamente, el relevamiento de casos de enfermedad asociados al uso recreativo y establecer los coeficientes de correlación asociados a recreación humana con contacto directo.

Por lo antedicho y hasta tanto el país no cuente con la información suficiente para construir guías a partir de monitoreos estandarizados de aguas recreativas, asociados a registros de casos de pacientes a nivel local, se sugiere:

- Evaluar las condiciones ambientales de las aguas recreativas (con intervención de nivel de jurisdicción pertinente) y establecer el programa de evaluación y manejo de riesgo que corresponda.
- Establecer mecanismos de alerta conjunta entre los administradores del recurso agua y el sistema de salud a nivel provincial/regional y/o local.
- En carácter provisorio, adoptar las guías de la OMS o las que se asemejen a las condiciones geográficas y parámetros hidrológicos basales locales, según figuran en el **Anexo II y Anexo IV**, y enlistados como valores de referencia en el ítem 4.3.4.
- Implementar normativas básicas generales para optimizar condiciones de higiene y seguridad en el binomio playa urbana, como se presenta en el ítem a continuación.

7.3.- NORMATIVAS BÁSICAS GENERALES. MEDIDAS PARA REDUCIR EL RIESGO EN PLAYAS URBANAS

Ante la falta o insuficiencia de información sobre la calidad microbiológica del recurso agua ambiente a nivel local, se debe prevenir el riesgo extremando la higiene de la playa, informando a los usuarios sobre la necesidad de atender su higiene personal, y proveer para ello de fuente de agua segura durante su estadía.

Se recomienda al **Comité de gestión, seguimiento y monitoreo de playa**, a nivel local (definido en las Directrices Sanitarias de uso seguro de aguas recreativas, Res. Min. 125/2016) elaborar un **Manual de Uso**

Seguro de Playa que contenga las consideraciones que se presentan a continuación, en función de la categorización global de la playa, y su reclasificación cuando las condiciones locales mejoren.

En todos los casos, las playas urbanas con instalaciones y servicios como oferta turística deberán cumplir las directrices o guías nacionales, internacionales, normativas y/o leyes nacionales, provinciales o de la jurisdicción local.

- a. Recurso hídrico:** monitoreo y reporte de la calidad microbiológica del agua y, en lo posible, de la arena de acuerdo a la situación regional/local, a través de organismos responsables de la administración del recurso agua.

Categorización de la calidad de agua en zona de bañistas, nadadores y deportistas (física, química y biológica). Aspectos estéticos: olor, color, etc.

- b. Higiene y descontaminación de playas:**

1. Saneamiento de playa húmeda y seca por medio de rastrillaje y volteo mecánico o manual, a profundidad necesaria, para reducir la carga microbiana patógena (por rotura del biofilm y exposición a la luz solar) y para aumentar la oxigenación de la arena. Equipo y protocolo conforme a las características de playa y capacidad de carga de usuarios.
2. Gestión de residuos: equipamiento adecuado para limpieza de playa y descarte de residuos de acuerdo con categorías:
 - Comunes y/o reciclables: restos de alimentos, papeles, etc. Excrementos humanos y animales.
 - Peligrosos: derrames de sustancias químicas tóxicas, corrosivas, etc.
 - Envases contaminados, elementos corto - punzantes, de metal o vidrio, contaminados o no.
 - Desechos orgánicos naturales de algas, peces muertos y otros.
3. Manejo y restricción del acceso de mascotas en playas urbanas con concurrencia masiva de personas.

- c. Seguridad sanitaria en zona de bañistas:** servicios de primeros auxilios, enfermería u otro tipo de gabinete de atención sanitaria deberán ajustarse a la normativa del Ministerio de Salud de la Nación.

- d. Servicios higiénicos adecuados a la carga turística:** baños con instalaciones sanitarias sin descarga directa en zona de playa; disponibilidad de bebederos con agua potable para beber, canillas para lavado de manos y duchas con agua segura.

- e.** El número de guardavidas proporcional con la superficie de playa y número de usuarios. Caseta de guardavidas con elementos de rescate, banderas de advertencias y señalética y cartelería apropiada a la entrada al predio y en la playa seca.

- f.** Accesibilidad y adaptación para personas con dificultades o discapacidades funcionales.

- g.** Diseño, operación y mantenimiento de infraestructura edilicia de instalaciones: gastronómicas, deportivas y de esparcimiento general (piletas, spa, canchas de juegos, guarderías náuticas, embarcaderos), estacionamientos, accesos y otros.

- h. Emisión de alertas:** comunicación e información sobre estado del recurso hídrico y playa en general en tiempo real por las autoridades competentes. Planes de contingencia. Reducción del uso recreativo después de tormentas fuertes hasta la valoración de la calidad de agua de baño.

- i. **Educación sanitaria, ambiental, turística y gestión de riesgos**, para la población local, operadores turísticos, turistas y deportistas. Uso de estrategias educativas culturales, artísticas y /o deportivas a cargo del Estado, clubes, ONGs, o empresas privadas.
- j. **Salud del Trabajador**: seguridad, higiene, prevención y protección de la salud para todos los trabajadores que desempeñen sus tareas en la playa, sea personal de guardavidas, de limpieza, de entrenamiento deportivo, cuerpos de buzos, piscicultura, pesca artesanal, u otros. Cumplimiento de la legislación laboral vigente.
- k. **Recursos Humanos**: el personal afectado a cada tarea específica en área destinada a playa urbana y de acuerdo con su nivel de responsabilidad deberá contar con el certificado que acredite su capacitación, especialización, y/o actualización según la tarea a desempeñar.
- l. **Recursos paisajísticos y naturales**: evaluación y preservación por la autoridad competente que corresponda.

8.- MANEJO DE INFORMACIÓN SANITARIA

Al evaluar los riesgos asociados con los peligros de la calidad del agua recreativa, las autoridades sanitarias locales deben, siempre que sea posible, establecer la vigilancia de las enfermedades o lesiones de los nadadores, deportistas y concurrentes a las playas.

Esto puede establecerse consultando los mecanismos de vigilancia de salud pública actualmente en operación o realizando investigaciones específicas.

Las fuentes de información incluyen:

- Las jurisdicciones provinciales o locales que cuentan con programas de vigilancia epidemiológica o sistemas de presentación de informes;
- Los informes clínicos de los Centros de Atención Primaria, o Guardias Hospitalarias;
- La Ficha de registro de caso probable de exposición recreativa a enteropatógenos en agua ambiente: los informes de accidentes o incidentes de proveedores de servicios de aguas recreativas;
- Notificaciones de Aseguradoras de Riesgos del Trabajo sobre enfermedades profesionales por exposición de trabajadores a actividades en un binomio playa urbana con carga microbiana patogénica;
- Las investigaciones epidemiológicas;
- Otros posibles mecanismos de vigilancia (por ejemplo, el monitoreo de las ventas de medicamentos sin receta en las farmacias).
- Se presenta la herramienta metodológica básica para relevamiento de casos: **Anexo II - Ficha 1.**

9.- CONCIENTIZACIÓN PÚBLICA Y COMUNICACIÓN

Para participar en actividades seguras y agradables en aguas recreativas, el público necesita acceso a información sobre la calidad del área y sus instalaciones, así como la notificación de cualquier peligro existente de calidad del agua y arena.

Los operadores de playa, los proveedores de servicios y las autoridades sanitarias responsables, tienen la responsabilidad de informar y educar al público y proporcionar advertencias adecuadas sobre cualquier peligro relacionado con sus áreas de agua de recreo.

Los esfuerzos para mejorar la conciencia pública y la comprensión de la calidad del agua pueden tener numerosos beneficios. Las herramientas de comunicación se pueden utilizar para:

- Reducir el riesgo potencial de enfermedad o lesión del nadador, trabajador, deportistas y concurrentes a las playas;
- Mejorar la calidad del agua;
- Corregir las ideas erróneas del público sobre la calidad del agua;
- Mejorar la confianza del público;
- Aumentar la asistencia a la playa.

La información proporcionada en la señalética y cartelería de advertencia debe incluir, como mínimo:

- Una declaración que identifique el riesgo para la salud o la seguridad;
- Acciones recomendadas a tomar;
- Nombre de la autoridad responsable de la emisión de las alertas (advertencia);
- Información de contacto de la autoridad emisora.

10.- EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

En las aguas recreativas, las características del microorganismo patógeno, tales como el número, el tipo, la virulencia y la infectividad, se verán afectadas por las condiciones climáticas, dando como resultado la muerte, inactivación o, alternativamente, su supervivencia y crecimiento.

El comportamiento de los patógenos en las aguas recreativas puede impactar en enfermedades transmitidas por el agua bajo nuevas presiones ambientales como la temperatura, los patrones de precipitación y la disponibilidad de agua, como también otras condiciones, como la disponibilidad de nutrientes y minerales, el pH, la fuerza y composición iónica, el contenido de humedad y la luz ultravioleta solar.

Como resultado, se puede alterar el número de casos de enfermedades infecciosas resultante de la exposición de las personas a patógenos transmitidos por el agua recreativa.

El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) evalúa la información científica, técnica y socioeconómica pertinente para la comprensión del riesgo del cambio climático inducido por el ser humano.

Los cambios climáticos relacionados con el ciclo del agua que afectan el medio ambiente, y el destino y comportamiento de los patógenos transmitidos por el agua recreativa en una medida variable, dependiendo del patógeno y del tipo de agua, se presentan en el **Cuadro 6**:

Cuadro 6: Efecto ambiental del cambio climático en el destino y conducta de los microorganismos patógenos transmitidos por las aguas recreativas

CAMBIO CLIMÁTICO	EFFECTO AMBIENTAL	DESTINO Y CONDUCTA DE MICROORGANISMOS PATÓGENOS (MO) TRANSMITIDOS POR LAS AGUAS RECREATIVAS	EJEMPLOS DE MICROORGANISMOS PATÓGENOS TRANSMITIDOS POR LAS AGUAS RECREATIVAS	TIPO DE AGUA RECREATIVA AFECTADA
Aumento de temperatura	Aumento en la temperatura del agua	Crecimiento de MO	<i>Acanthamoeba</i> , <i>Aeromonas</i> , <i>Cyanobacteria</i> , <i>Naegleria fowleri</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Trichobilharzia</i> , <i>Vibrio</i>	Agua superficial libre (continental y marina) y piletas
	Aumento en la temperatura y flujo del agua	Inactivación / muerte de MO	Adenovirus, <i>Cryptosporidium</i> , <i>E. coli</i> O157, <i>Enterovirus</i> , <i>Giardia</i> , virus Hepatitis A, <i>Leptospira</i> , norovirus, rotavirus, <i>Shigella</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> ,	Agua superficial libre (continental y marina) y piletas
Cambio en la intensidad y frecuencia de las lluvias	Inundaciones y movimientos en masa	Concentración elevada de MO en las aguas superficiales	Adenovirus, <i>Cryptosporidium</i> , <i>E. coli</i> O157, enterovirus, <i>Giardia</i> , virus Hepatitis A, norovirus, rotavirus, <i>Shigella</i>	Agua superficial libre (continental y marina)
	Resuspensión de sedimentos fluviales	Cambios en la intensidad y frecuencia de las concentraciones máximas de MO en las aguas superficiales	Adenovirus, <i>Cryptosporidium</i> , <i>E. coli</i> O157, enterovirus, <i>Giardia</i> , virus Hepatitis A, norovirus, rotavirus, <i>Shigella</i>	
Disponibilidad de agua	Disminución del volumen de agua	Concentración de MO	<i>Acanthamoeba</i> , <i>Aeromonas</i> , Adenovirus, <i>Cryptosporidium</i> , <i>Cyanobacteria</i> , <i>E. coli</i> O157, enterovirus, <i>Giardia</i> , virus Hepatitis A, <i>Leptospira</i> , norovirus, rotavirus, <i>Shigella</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Trichobilharzia</i> , <i>Vibrio</i>	Agua superficial libre (continental y marina) y piletas
		Inactivación/muerte de MO	<i>Acanthamoeba</i> , <i>Aeromonas</i> , Adenovirus, <i>Cryptosporidium</i> , <i>Cyanobacteria</i> , <i>E. coli</i> O157, enterovirus, <i>Giardia</i> , virus Hepatitis A, <i>Leptospira</i> , norovirus, rotavirus, <i>Shigella</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Trichobilharzia</i>	
	Cambios en la composición físico - química del agua (por ej. salinidad)	Crecimiento de MO	<i>Vibrio</i>	
		Reducción en la disponibilidad de espacios con aguas recreativas		

Fuente: RIVM- Report 330400002/2010 - A.M. de Roda Husman - The Netherlands.

11.- APLICACIÓN DE LAS DIRECTRICES

Se recomienda la incorporación de las presentes Directrices Sanitarias al ordenamiento legal de las diferentes jurisdicciones, correspondiendo a la autoridad competente el reconocimiento en su territorio de nuevas modalidades de uso del agua con similar objetivo, que no se halle descripta en el presente documento, a fin de proceder a su encuadre jurídico.

ANEXO II

Tabla 1.- Ejemplos de patógenos y concentración de organismos indicadores en líquido cloacal crudo^a, OMS (2003).

Patógenos/organismos indicadores	Enfermedad/rol	Número por 100 ml
Bacterias		
<i>Campylobacter</i> spp.	Gastroenteritis	10 ⁴ - 10 ⁵
<i>Clostridium perfringens</i> esporas	Organismo indicador	6 x 10 ⁴ – 8 x 10 ⁴
<i>Escherichia coli</i>	Organismo indicador	10 ⁶ - 10 ⁷
Enterococos fecales	Organismo indicador	4,7 x 10 ³ – 4 x 10 ⁵
<i>Salmonella</i> spp.	Gastroenteritis	0,2 - 8000
<i>Shigella</i> spp.	Disenteria bacilar	0,1 -1000
Virus		
Enterovirus	Sistema nervioso central, ocular e infecciones respiratorias	0 – 3,7 x 10 ^{3c}
Adenovirus	Infecciones respiratorias y urinarias, gastroenteritis, problemas oculares	4,76 x 10 ⁴ - 1,16 x 10 ^{7d}
Norovirus	Gastroenteritis	4,6 x 10 ¹ - 7,1 x 10 ^{6d}
Rotavirus	Gastroenteritis	4,0 x 10 ² – 8,5 x 10 ⁴
Protozoos parásitos^b		
<i>Cryptosporidium parvum</i> (oocistos)	Diarrea	0.1 - 39
<i>Entamoeba histolytica</i> (quistes)	Disentería amebiana	0.4
<i>Giardia lamblia</i> (quistes)		12,5 – 20 000
Helminthos^b (huevos)		
<i>Ascaris</i> spp.	Ascariasis	0,5 - 11
<i>Ancylostoma</i> spp. y <i>Necator</i> spp.	Anemia	0,6 - 19
<i>Trichuris</i> spp.	Diarrea	1 - 4

a.- Höller (1988); Long & Ashbolt (1994); Yates & Gerba (1998); Bonadonna et al. 2002.

b.- El número de parásitos varía mucho debido a los niveles de enfermedades endémicas en diferentes regiones.

c.- Unidades formadoras de placas (UFP).

d.- Copias genómicas.

Modificado por: Bofill-Mas, et al., 2006; Costán-Longares et al., 2008; Iwai et al., 2009.

Addendum to the WHO–Guidelines for safe recreational water environments, Volume 1, Coastal and Fresh Waters. 2009.

Cuadro 1: Secuelas asociadas a enfermedades transmitidas por patógenos presentes en aguas recreativas. OMS (2005)

Organismo	Secuela
<i>Salmonella</i> spp.	Artritis séptica, Síndrome de Reiter Lesiones piógenas Absceso intracraneal Osteomielitis
<i>Campylobacter</i> spp.	Síndrome de Guillain-Barré Neuropatía motora aguda Oftalmoplegia Síndrome de Reiter Infección de varios órganos y la sangre
<i>Shigella dysenteriae</i>	Artritis aséptica o reactiva Encefalopatía fulminante
<i>S. flexneri</i>	Síndrome de Reiter
<i>Giardia duodenalis</i>	Artritis inflamatoria Intolerancia a los disacáridos Malabsorción
<i>Mycobacterium avium</i> complex	Podrían generar Enfermedad de Crohn y Colitis ulcerosa Sarcoidosis Osteomielitis
<i>E. coli</i> O157:H7	Síndrome urémico hemolítico Púrpura trombocitopénica
<i>Schistosoma</i> spp.	Cáncer de vejiga Enfermedad del riñón Coma hepático
<i>Naegleria fowleri</i>	Anomalías cardíacas Convulsiones Letargo
Hepatitis A	Hepatitis aguda autolimitada
Enterovirus	Parálisis flácida aguda
<i>Helicobacter pylori</i>	Gastritis aguda que conduce a la mucosa gástrica a atrofia, metaplasia intestinal y estenosis gástrica, cáncer
<i>Leptospira</i> spp.	Cefalea, secuelas oftálmicas Colecistitis alitiásica, pancreatitis. Hiperamilasemia Síndrome antifosfolípido
<i>Cryptosporidium</i> spp.	Pérdida de líquidos, anorexia, malabsorción de nutrientes Déficit de crecimiento y aumento de peso
<i>Legionella</i> spp.	Pericarditis, insuficiencia respiratoria, artritis, convulsiones Pancreatitis y abscesos hepáticos, Trombocitopenia Absceso cerebral

WHO-EPA – Kathy Pond - *Water Recreation and Disease. Plausibility of Associated Infections: Acute Effects, Sequelae and Mortality (2005).*

Tabla 2. Valores guía para calidad microbiológica de aguas recreativas. OMS (2003)

Valor del Percentil 95 de enterococos intestinales/100 ml (valores redondeados)	Bases para establecer los valores	Riesgo estimado por exposición
≤ 40 A	Este rango está por debajo del NOAEL en la mayor parte de los estudios epidemiológicos	<p><1% Riesgo de enfermedad de gastroenteritis</p> <p><0.3 % Riesgo de Enfermedad Respiratoria Febril Aguda</p> <p>El valor del percentil 95 de 40/100 ml relaciona una probabilidad promedio de menos de un caso de gastroenteritis por cada 100 exposiciones. El peso del Riesgo de Enfermedad Respiratoria Febril Aguda sería despreciable</p>
41-200 B	El valor 200/100 ml por encima del umbral de transmisión de enfermedad reportado en la mayor parte de los estudios epidemiológicos que han intentado definir el NOAEL o el LOAEL para enfermedades Gastrointestinales o Enfermedades Respiratorias Febriles Agudas	<p>1-5 % Riesgo de enfermedad gastrointestinal</p> <p>0,3-1,9 % Riesgo de enfermedades respiratorias febriles agudas</p>
201-500 C	Este rango representa una elevación sustancial en la probabilidad de todos los sucesos adversos de salud para los cuales hay disponibles datos de dosis-respuesta	<p>5-10 % Riesgo de enfermedad gastrointestinal</p> <p>1,9-3,9 % Riesgo de enfermedades respiratorias febriles agudas</p> <p>Este rango de percentil 95 representa la probabilidad de 1/10 a 1/20 de gastroenteritis para una exposición simple. Las exposiciones en esta categoría también sugieren un riesgo de enfermedades respiratorias febriles agudas en rango de 10-30/1000 exposiciones, o un rango de aproximadamente 1/50 a 1/25 exposiciones</p>
> 500 D	En este nivel puede haber un riesgo significativo de altos niveles de transmisión de enfermedades menores	<p>> 10 % Riesgo de enfermedad gastrointestinal</p> <p>> 3,9 % Riesgo de enfermedades respiratorias febriles agudas</p> <p>Hay una oportunidad mayor al 10% de gastroenteritis por exposición simple.</p> <p>La tasa de riesgo de enfermedades respiratorias febriles agudas en el percentil 95 del punto >500/100 ml sería mayor al 39/1000 exposiciones, o mayor de aproximadamente 1 en 25</p>

		exposiciones
--	--	--------------

Referencias:

1. *Abreviaturas utilizadas: A-D son las correspondientes categorías de evaluación de la calidad microbiológica del agua, usadas como parte del procedimiento de clasificación; LOAEL = nivel de efecto adverso observado más bajo; NOAEL = ningún nivel observado de efectos adversos.*
2. *La "exposición" en los estudios clave fue un mínimo de 10 minutos de natación con tres inmersiones en la cabeza. Se prevé que esto sea equivalente a muchas actividades de inmersión de duración similar, pero puede subestimar el riesgo de períodos prolongados de contacto con el agua o de actividades que impliquen mayores riesgos de ingestión de agua (véase también el ítem 8).*
3. *El "riesgo estimado" se refiere al exceso de riesgo de enfermedad (en relación con un grupo de no bañistas) entre un grupo de bañistas que han estado expuestos a agua recreativa contaminada por heces en condiciones similares a las de los estudios clave.*
4. *La forma funcional utilizada en la curva dosis-respuesta no supone ninguna enfermedad adicional fuera del intervalo de los datos (es decir, a concentraciones superiores a 158 enterococos intestinales / 100 ml). Por lo tanto, es probable que las estimaciones de la tasa de enfermedad reportadas por encima de este valor sean subestimaciones de la incidencia real de la enfermedad atribuible a la exposición al agua recreativa.*
5. *Los riesgos estimados se derivaron de las aguas marinas afectadas por los líquidos cloacales. Diferentes fuentes de contaminación y ambientes más o menos agresivos pueden modificar los riesgos.*
6. *Esta tabla se deriva del riesgo para los bañistas adultos sanos expuestos a las aguas marinas en las aguas templadas del norte de Europa.*
7. *Esta tabla puede no estar relacionada con niños, mayores o inmunocomprometidos, quienes pueden tener menor inmunidad y podrían requerir un mayor grado de protección. No hay ahora adecuados datos con los cuales cuantificar esto, y no se aplican factores de corrección.*
8. *Datos epidemiológicos de agua dulce o exposición diferente de la natación (actividades de alta exposición como surf, navegación en bote, canotaje en aguas agitadas) son inadecuadas para realizar un análisis paralelo para un riesgo definido. Así, una sola serie de valores microbiológicos es propuesta para todos los usos recreativos del agua, porque existen insuficientes evidencias en la actualidad para hacer otra cosa. Sin embargo, se recomienda que el largo y la frecuencia de la exposición llevada a cabo por grupos de interés especial, (como surfistas, windsurfistas, buceadores, canoístas y marineros de bote) sean tenidos en cuenta.*
9. *Donde se use desinfección para reducir la densidad del índice de organismos en efluentes y residuos, la relación presupuesta entre enterococos intestinales (como un índice de la contaminación fecal) y la presencia de patógenos puede ser alterada. Esa alteración es, en la actualidad, pobremente comprendida. En aguas que reciben estos efluentes y residuos, la cuenta de enterococos intestinales puede no dar una estimación exacta del riesgo de sufrir de síntomas gastrointestinales o enfermedad respiratoria febril aguda.*
10. *El riesgo atribuible a la exposición a aguas recreativas se calcula por el método Wyer y col. (1999), en el cual se asume el \log_{10} del desvío standard de 0,8103. Si el desvío standard real para una playa es menor que ese número, entonces este enfoque tenderá a sobreestimar el riesgo para la salud para gente expuesta por sobre ese límite, y viceversa.*
11. *Nótese que los valores presentados en esta tabla no toman en cuenta de daños para la salud distintos de gastroenteritis y enfermedad respiratoria febril aguda. Donde ocurran otros daños para la salud pública, entonces el riesgo debería también ser testeado y tomarse las acciones correspondientes.*
12. *Los valores de referencia deberían aplicarse a aguas usadas recreativamente y en momentos de uso recreativo. Eso significa cuidado en el diseño de programas de monitores para asegurar que se obtengan muestras representativas.*

Tabla 3: Valores guía para concentración de indicadores en aguas dulces recreativas establecidas por otras organizaciones y países

País/organización	Indicador para agua dulce	Formato y valores guía	Referencias
U.S. EPA ^a	<i>E. coli</i>	Media geométrica concentración: 126/100 mL Muestra simple concentración máxima: ^b 235/100 mL	U.S EPA, 2002
	Enterococos	Media geométrica concentración: 33/100 mL Muestra simple concentración máxima: ^b 62/100 mL	U.S EPA, 2002
OMS	Enterococos intestinales ^c	95th percentil/100 mL: A: ≤40 B: 41-200 C: 201-500 D: >500	OMS, 2003 ^a
Australia	Enterococos intestinales ^c	95th percentil/100 mL: A: ≤40 B: 41-200 C: 201-500 D: >500	NHMRC, 2008
Unión Europea	Enterococos intestinales	95th percentil/100 mL: Excelente: 200 /100 mL Bueno: 400/100 mL 90th percentil/100 mL: Suficiente: 330/100 mL	UE, 2006
	<i>E. coli</i>	95th percentil/100 mL: Excelente: 500 /100 mL Bueno 1000/100 mL 90th percentil/100 mL: Suficiente: 900/100 mL	

Adaptado de Guías para calidad de aguas recreativas. Canadá. 2012.

a - Tenga en cuenta que en la actualidad se están elaborando nuevos criterios que podrían estar disponibles en 2012.

b - Zona de playa designada (nivel de confianza del 75%)

c - Recomienda que se utilicen directrices para las aguas costeras hasta que se disponga de más datos sobre el agua dulce.

Tabla 4: Guías para calidad de aguas recreativas – Canadá – 3ª edición. 2012.

Parámetro	Consideraciones	Valor Guía*
<i>Escherichia coli</i> (Recreación Primario) Contacto	Concentración media geométrica (mínimo 5 muestras) Concentración máxima de muestra simple	≤ 200 <i>E. coli</i> /100 mL ≤ 400 <i>E. coli</i> /100 mL
Enterococos (Recreación Primario) Contacto	Concentración media geométrica (mínimo 5 muestras) Concentración máxima de muestra simple	≤ 35 Enterococos /100 mL ≤ 70 Enterococos /100 mL

* Técnica de filtración por membrana.

FICHA DE REGISTRO DE CASO PROBABLE DE EXPOSICIÓN RECREATIVA A ENTEROPATÓGENOS EN AGUA AMBIENTE
Ministerio de Salud de la Nación – DINADESA - Departamento de Salud Ambiental - INE "J. H. Jara". 2017.

DATOS DEL DECLARANTE				
Provincia:			Localidad:	
Establecimiento notificante:			Fecha:	
Profesional responsable:				
Nº teléfono:			E-Mail:	
IDENTIFICACIÓN DEL PACIENTE				
Nombre y Apellido:				
Fecha de nacimiento/...../.....		Edad meses.....años.....		Sexo: M <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/>
Talla (kg):	Altura (cm):	DNI:		
Domicilio de residencia:				Tel.:
Localidad de residencia:				Provincia
DATOS CLÍNICOS				
Fecha de consulta:				
¿Cuánto tiempo transcurre desde la exposición y el inicio de los síntomas? Horas.....Días:.....				
Signos y síntomas generales:	Fiebre <input type="checkbox"/>	Astenia <input type="checkbox"/>		
Nivel Digestivo: Náuseas	Vómitos <input type="checkbox"/>	Diarrea <input type="checkbox"/>	Sanguinolenta <input type="checkbox"/>	Dolor abdominal <input type="checkbox"/>
Nivel de piel o mucosa:	Eritema <input type="checkbox"/>	Exantema <input type="checkbox"/>	Prurito <input type="checkbox"/>	Inyección conjuntival <input type="checkbox"/>
Nivel respiratorio:	Tos <input type="checkbox"/>	Rinitis <input type="checkbox"/>	Disnea <input type="checkbox"/>	Dolor torácico <input type="checkbox"/>
Nivel Neurológico:	Debilidad muscular <input type="checkbox"/>		Parestesias <input type="checkbox"/>	Rigidez <input type="checkbox"/>
	Alteración estado de conciencia <input type="checkbox"/>			
Otros:				
¿Tuvo episodios anteriores? Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>				
Patología Crónica y/u otros antecedentes:				
Requiere: Internación <input type="checkbox"/> Seguimiento ambulatorio <input type="checkbox"/>				
DATOS EPIDEMIOLÓGICOS				
¿Concurrió a zona de playa, lago, río o laguna? SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>				
Lugar:				
¿En qué fecha?			¿Por cuántos días?	
¿Es usted residente de la zona? Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>				
¿Es usted turista de la zona? Frecuente <input type="checkbox"/> Ocasional <input type="checkbox"/>				
Estuvo en contacto con aguas recreativas por: Trabajo <input type="checkbox"/> Recreación <input type="checkbox"/>				
¿Qué actividades desarrolló?				
Natación <input type="checkbox"/>	Buceo <input type="checkbox"/>	Esquí acuático <input type="checkbox"/>	Surf <input type="checkbox"/>	Moto de agua <input type="checkbox"/>
Canotaje <input type="checkbox"/>	Remo <input type="checkbox"/>	Navegación a vela <input type="checkbox"/>	Bote a motor <input type="checkbox"/>	Pesca <input type="checkbox"/>
Otra:				
¿Hay algún otro integrante de la familia afectado?				
Otros datos de interés				

ANEXO III

ENFOQUE PARA EVALUCION Y MANEJO DE RIESGO: NIVELES DE INTERVENCIÓN

1. MONITOREO DE BACTERIAS INDICADORAS DE CONTAMINACIÓN FECAL

Las áreas recreativas tendrán características y consideraciones operacionales únicas. Las autoridades competentes (locales, regionales, provinciales, y de cuencas, según corresponda) deben tomar decisiones sobre el diseño específico del programa de monitoreo de las aguas recreativas, en función de las condiciones del área, tipos de usuarios y actividades recreativas practicadas, y cualquier información histórica relevante.

Existe una serie de factores que pueden influir en la calidad microbiológica de un cuerpo de agua de recreación en un momento dado. Estos pueden incluir el tipo y periodicidad de los eventos de contaminación (fuentes puntuales), la hora del día, las condiciones climáticas recientes, el número de usuarios que frecuentan la zona de baño y las características físicas de la zona.

Las directrices de la Agencia de Protección Ambiental de EEUU -USEPA- aconsejan que las zonas de aguas recreativas, que se utilizan habitualmente para la recreación de contacto primario, se supervisen como mínimo una vez por semana; asimismo se recomienda un mayor monitoreo de aquellas playas que experimentan altas densidades de usuarios.

De manera similar, en ciertos escenarios puede justificarse una reducción de la frecuencia de muestreo recomendada.

A modo de ejemplo, en los pasos iniciales de categorización de playa y su seguimiento posterior se presentan, según niveles de competencia del monitoreo y los recursos disponibles, las acciones a seguir en cada caso:

Cuadro 1: Niveles de competencia de monitoreo en relación a recursos disponibles

Nivel	Parámetros microbiológicos
Local: (Acciones iniciales de organización, todavía sin intervención de niveles superiores de la jurisdicción)	Acción local comparable al nivel básico de monitoreo en algunos puntos solamente
Básico: (Recursos locales de equipamiento y recursos humanos técnicos y profesionales)	Inspección de contaminación fecal y/u olor a aguas residuales; delimitación de zonas de alto riesgo; barrido (cribado) inicial de estreptococos fecales (marinos o de aguas dulces) y <i>E. coli</i> (agua dulce) para una clasificación primaria; control interno de calidad en laboratorios; al menos una muestra por mes durante la temporada, una vez que la

	playa esté clasificada
Intermedio: (Hay acceso limitado a los recursos a nivel local, provincial y otros)	Identificación y catalogación de posibles fuentes de contaminación; todas las playas con la clasificación primaria; muestreo mensual; remuestreo e investigación de valores pico inesperados; plan de reclasificación iniciado; investigación de efectos de lluvia y diseño de medidas preventivas; control interno de calidad en laboratorios; estudios ocasionales de comparación interlaboratorios
Completo: (Sin limitaciones significativas de recursos; de acuerdo con las características propias de la playa, la infraestructura y el entorno)	Parámetros microbiológicos adicionales, si es necesario; posible reclasificación donde la investigación lo indique; controles de calidad internos y externos regularmente operados; convergencia entre los laboratorios participantes: laboratorios en red

Adaptado de Jamie Bartram and Gareth Rees. (OMS-EPA-UE- E & FN SPON - 2000).

Las playas pueden ser reclasificadas una vez que se han mejorado los requisitos sanitarios y el monitoreo correspondiente:

Cuadro 2: Ejemplos de resultados de clasificación de playas y las acciones de gestión y seguimiento asociadas

Clasificación Primaria	Reclasificación	Declaración genérica para el público (no verificable, acción pasiva)	Asesoramiento genérico de gestión ¹ (acción verificable, activa)	Requisitos de supervisión ²
Muy buena		Excelente playa.	Ninguna acción.	Inspección sanitaria anual para verificar la inexistencia de cambios o novedades. Evaluación de la calidad microbiológica (análisis cuantitativo) cada cinco años para verificar el estado de la playa.
Buena	Muy Buena ³	Esta playa es de buena calidad	No se requiere acción por motivos de salud. La acción puede ser justificada para la promoción turística local.	Ídem anterior.
Regular	Bueno ⁴	Informar al público a través de avisos y consejos en lugares turísticos y de playa, desalentando tomar	Cartelería en playa (por ej.: se desalienta bañarse entre puntos especificados). Restringir el acceso (no permitir estacionamiento).	Inspección sanitaria anual para verificar que no haya cambios. Evaluación de la calidad microbiológica de nivel bajo (4 muestras en 5 ocasiones,

		baño en la ubicación X de la playa (X= sitio con resultados de análisis deficientes).	Desalentar prestación de servicios y perimetrar el área. Fomentar destinos alternativos (a través de estacionamiento, paradas de autobús y servicios de playa).	igualmente espaciadas a lo largo de la temporada de baño). Las muestras con niveles anormalmente altas necesitan una verificación y un seguimiento adicional, y una posible revisión de la zona afectada. Verificación anual de la efectividad de la intervención de la gerencia
Regular	Bueno ⁵	Informar al público a través de avisos y consejos en la playa y lugares turísticos que el baño se desalienta después de períodos de lluvias fuertes.	Carteles con indicaciones sobre aguas de baño. Usar salvavidas para avisar a los bañistas. Cerrar estacionamientos cercanos y servicios. Desviar los autobuses turísticos. Fomentar el uso de playas alternativas proporcionando	Ídem anterior.
Pobre	Bueno/ Razonable	Esta área es de mala calidad periódica y el baño es desalentado en ciertos lugares y/o épocas.	Asesoramiento similar a la clasificada como regular.	Como en la regular.
Muy pobre	La solución no depende de la gestión local, pues trasciende su responsabilidad y posibilidades.	Esta área puede estar contaminada con (Y= determinada naturaleza de la contaminación) de (Z = tipo de fuente). Esto puede ser desagradable para los bañistas y presenta algún riesgo para la salud humana.	Avisos de advertencia post-genéricos similares a la "declaración de riesgo" en los puntos de acceso a la playa. Utilice carteles para informar sobre lugares alternativos. No permita el desarrollo de prestación de servicios. Dificultar el acceso (por ej.: estacionamientos). Fomentar el uso de zonas de baño alternativas. Alentar la presión para acciones correctivas a nivel global y local.	Inspección sanitaria anual para confirmar que no hay cambios en la fuente de contaminación primaria. Evaluación de la calidad microbiológica cada cinco años para verificar el estado de la playa.

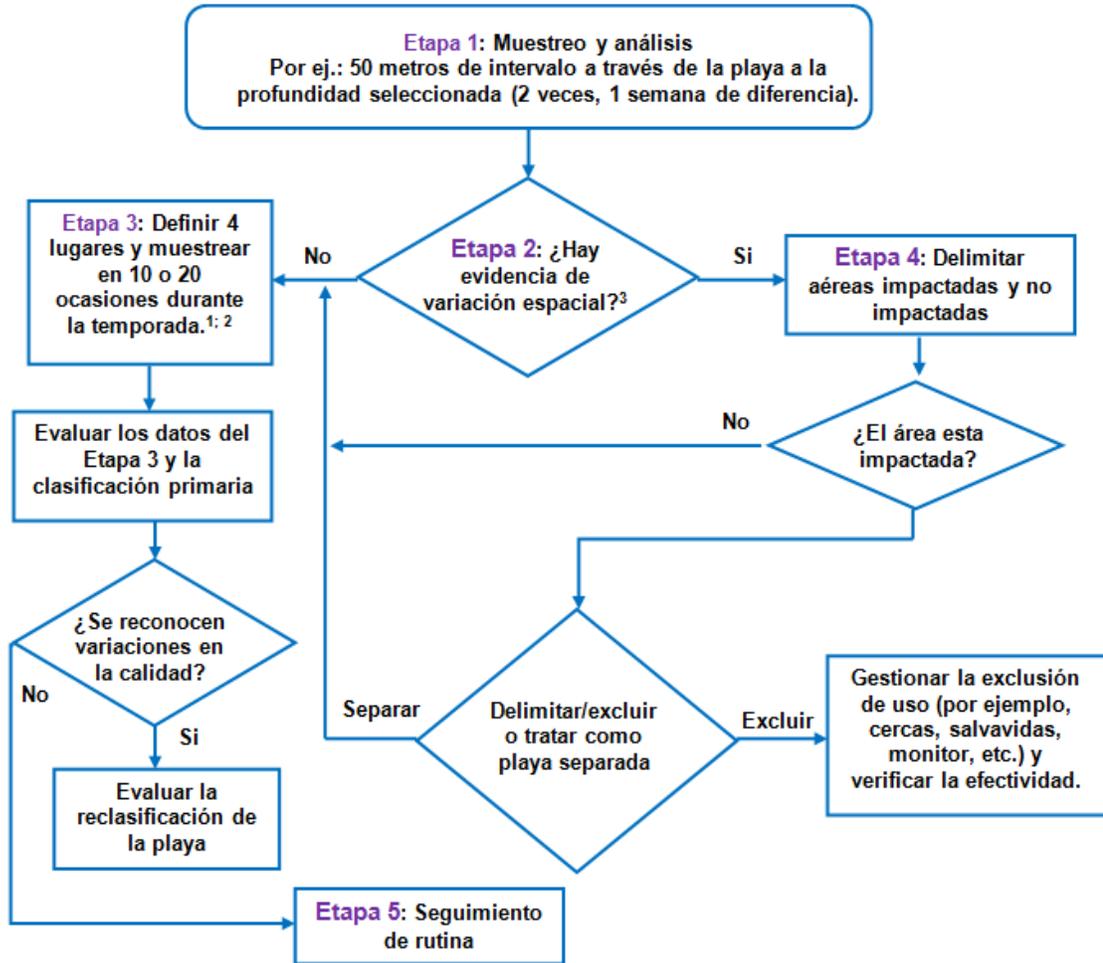
Adaptado de Jamie Bartram and Gareth Rees. (OMS-EPA-UE- E & FN SPON - 2000).

- 1.- El nivel de acción depende del posible impacto del evento en la salud
- 2.- Incluye requisitos para inspecciones sanitarias y evaluaciones de calidad microbiológica
- 3.- Según lo definido por las condiciones de contaminación
- 4.- Según se define por el área de contaminación
- 5.- El aumento de la contaminación se produce bajo ciertas condiciones

Si no existen datos históricos que sirvan para la categorización de la playa desde el punto de vista microbiológico, debe seguirse un protocolo para fijar los puntos de muestreo, y la modalidad del procedimiento de acuerdo con estándares de calidad internacionales de muestreo y análisis.

Se presenta a continuación como ejemplo un protocolo de muestreo para la categorización microbiológica primaria: **Figura 1**.

Figura 1: Ejemplo de protocolo de muestreo para la categorización microbiológica primaria



1. Menos, si la base de datos histórica es grande

2. Modificada, por inspección sanitaria

3. Por ej.: A través del ancho de banda completo de la categoría microbiológica.

Adaptado de Jamie Bartram and Gareth Rees. (OMS-EPA-UE- E & FN SPON - 2000).

Se detalla un ejemplo de cada una de las etapas de categorización microbiológica primaria y su secuencia en el **Cuadro 3**.

Cuadro 3: Etapas de categorización microbiológica primaria.

Ejemplo de la aplicación práctica de la categorización microbiológica primaria	
ETAPA 1	<ol style="list-style-type: none"> 1. Delimitar ancho total de la playa para uso recreativo. 2. A lo largo de este ancho total, recoja las muestras a una profundidad seleccionada a intervalos de 50 m, en dos ocasiones con una semana de diferencia, al comienzo de la temporada de baño. El momento del muestreo debe tener en cuenta el período probable de contaminación máxima de las descargas locales de aguas residuales y el desprendimiento de bañistas (es decir, el día después del número máximo de visitantes). 3. Recopilar simultáneamente los datos de inspección sanitaria.
ETAPA 2	<ol style="list-style-type: none"> 1. Utilice los datos de la Etapa 1 para evaluar la variación espacial. 2. Si no hay variación espacial significativa, pasar a la Etapa 3. 3. Si la variación espacial indica, pasar a la Etapa 4.
ETAPA 3 (si no se observa variación espacial en la Etapa 2)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Seleccione cuatro lugares de muestreo distribuidos uniformemente a intervalos no mayores de 500 m. Si la playa tiene más de 2 km de longitud, incluya otros lugares de muestreo. 2. Realizar el muestreo microbiológico en cada uno de los cuatro lugares, en 10-20 ocasiones a intervalos de tiempo iguales, a lo largo de una temporada de baño. 3. Al final del año, evaluar los datos de la Etapa 3 junto con los datos de la Etapa 2 más los resultados de las evaluaciones sanitarias, para determinar si hay alguna variación significativa (por ejemplo, en respuesta a la lluvia). 4. Si hay una variación significativa, entonces evalúe la posibilidad de reclasificación. De lo contrario, confirmar la clasificación primaria y proceder a la vigilancia de rutina (Etapa 5).
ETAPA 4 (si se encuentra la variación espacial en la Etapa 2)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Si se exhibe la variabilidad espacial, las zonas afectadas y no afectadas deben tratarse como zonas de baño separadas y cada una debe clasificarse por separado. 2. Determinar la fuente potencial y la extensión de la zona afectada. 3. Delimitar la zona no afectada; tratar la zona no afectada como en la Etapa 3, con una de las cuatro localizaciones de muestra identificadas en el límite más pobre de la zona afectada. 4. Para la zona afectada: <ol style="list-style-type: none"> a. • Un régimen de monitoreo para una zona que exhiba variabilidad espacial y que probablemente se verá afectada por la contaminación de las aguas residuales depende de la extensión de la zona. b. • Puede ser que la zona afectada tenga que ser manejada por exclusión y que no se requiera monitoreo, particularmente si la zona es pequeña en extensión. Se aplicaría la acción de gestión de exclusión donde el mayor riesgo se limita a un área específica. Esto implica, por ejemplo, cercas combinadas con avisos de advertencia general y de sitio o avisos de advertencia general y de sitio, además de asesoramiento individual proactivo (como de guardias de seguridad) para no usar áreas. Habría que verificar la eficacia de dicha gestión. c. • Si la zona afectada garantiza el monitoreo, el proceso de la Etapa 3 debe ser replicado. En tal caso, si la zona es relativamente pequeña en área, se pueden seleccionar menos lugares de muestreo, pero se muestrean con mayor frecuencia, para proporcionar un mínimo de 20 puntos de datos. d. Al final del año, todos los datos de una zona determinada se utilizan para determinar la clasificación primaria que se aplicará

Adaptado de Jamie Bartram and Gareth Rees. (OMS-EPA-UE- E & FN SPON - 2000).

Para el análisis de laboratorio de los indicadores primarios, *E. coli* y enterococos, se recomienda usar métodos estandarizados, según la situación local del cuerpo de agua lo requiera y según el equipamiento disponible a nivel local.

Se presenta la comparación de dos métodos de ensayo más utilizados en la vigilancia de la calidad microbiológica del agua en **Cuadro 4:**

Cuadro 4: Comparación de dos métodos de ensayo más utilizados en la vigilancia de la calidad microbiológica del agua

<i>E. coli</i> y Enterococos	
Técnica de tubos múltiples Expresados en NMP/100 mL	Técnica de Filtración por membrana Expresados en UFC/100 mL
Más lenta, requiere 48 hs para observar la positividad	Más rápida, resultados cuantitativos o presuntivos alrededor de 8 hs
Más laborioso	Menos laborioso
Requiere más medio de cultivo	Requiere menos medio de cultivo
Requiere más material de vidrio	Requiere menos material de vidrio
Los resultados son obtenidos indirectamente por aproximación estadística (baja precisión)	Los resultados son obtenidos directamente por conteo de colonias (alta precisión)
No se puede adaptar a trabajo de campo	Capaz de ser adaptado a campo
Aplicable a todo tipo de agua	No es aplicable a aguas turbias
Los insumos están disponibles en la mayoría de los países	El costo de los insumos es alto en algunos países
Podría ser mejor la recuperación de microorganismos dañados o estresados en algunas circunstancias	

Adaptado de: WHO-UNEP . Water quality monitoring. A practical guide to design and implementation of freshwater quality studies and monitoring programmes. 1996.

APHA (2012) Standard methods for the examination of water and waste water, 22st ed. American Public Health Association, Washington, DC.

2.- ESQUEMA COMBINADO DE INSPECCIÓN SANITARIA Y CALIDAD MICROBIOLÓGICA DEL AGUA

La calidad o seguridad del agua se describe mejor mediante la **combinación de la inspección sanitaria y la evaluación de la calidad microbiológica del agua**. Este abordaje provee datos sobre posibles fuentes de contaminación en cuerpos de agua recreativa, como también información numérica sobre el nivel real de contaminación fecal. La combinación de estos elementos proporciona la base para una clasificación robusta con distintas gradaciones (OMS 2003).

Los desarrollos más importantes recomendados en el “*Protocolo Annapolis*” fueron (OMS-2003):

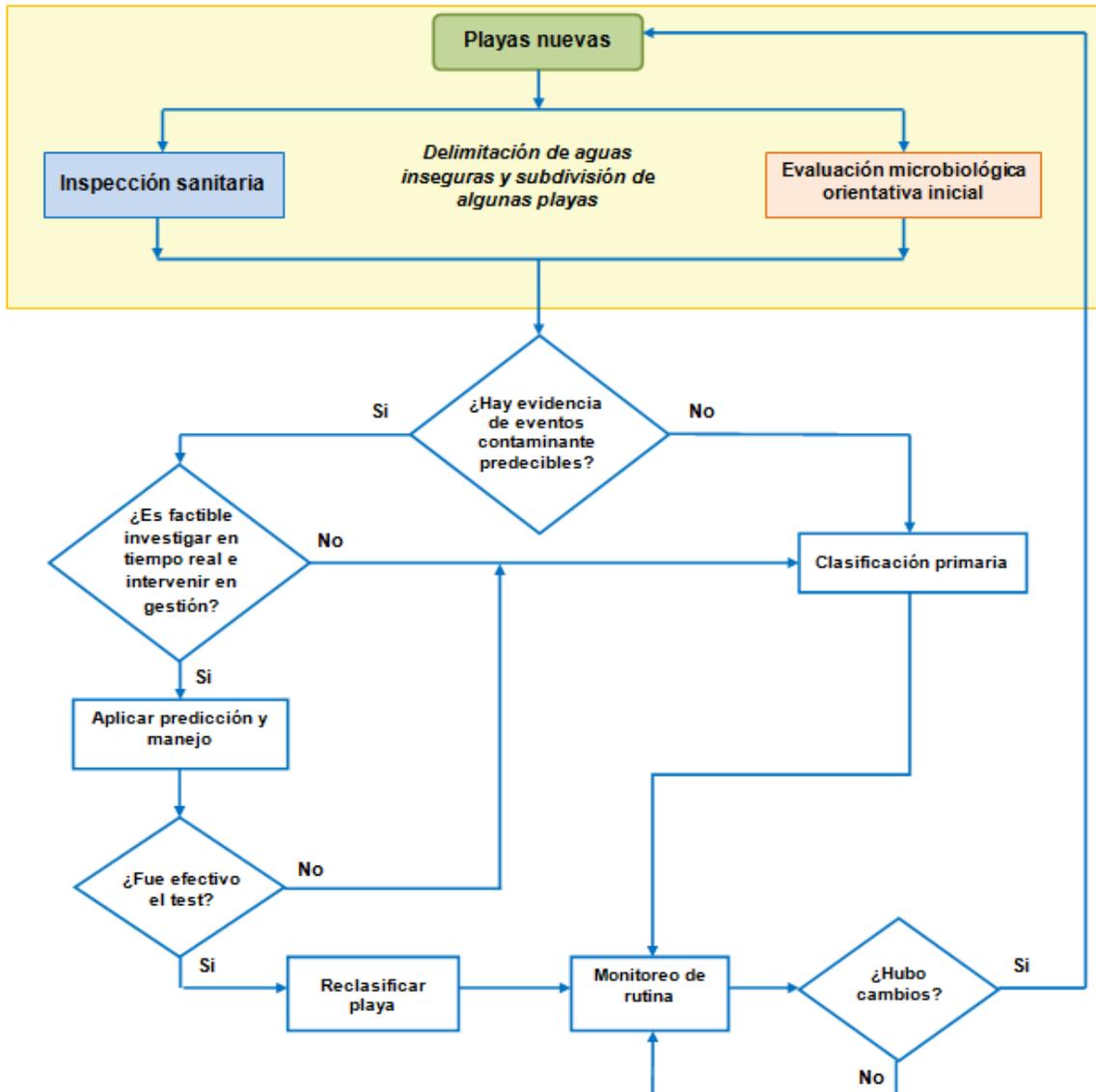
1. Abandonar la dependencia de los valores numéricos de índices de bacterias fecales como único criterio de cumplimiento, para el uso de una clasificación cualitativa de dos componentes de carga fecal en ambientes de aguas recreativas, apoyados por la medición directa de índices fecales apropiados;

2. Realizar acciones para desalentar el uso del agua durante los períodos, o en áreas, de mayor riesgo.

Se presenta un esquema -**Figura 2**- para evaluar ambientes de aguas recreativas en función de:

- a) Las categorías de inspección sanitaria
- b) Los recuentos de bacterias fecales según indicadores (índices) adecuados

Figura 2: Pasos a seguir para asignar una clasificación a una nueva playa o ubicación



Adaptado de Jamie Bartram and Gareth Rees. (OMS-EPA-UE- E & FN SPON - 2000).

La información a recolectar durante las inspecciones sanitarias debe al menos contener lo detallado en **Ficha 1**.

Ficha 1: Formulario de inspección sanitaria

Identificación de Playa Urbana

Nombre de la playa: _____ Inscripción: N° de código: _____

Dirección: _____ Localidad _____ Provincia _____

Tipo de agua: dulce _____ marina _____ estuario _____

Autoridad responsable: _____

Dirección: _____

Tel.: _____ Fax: _____ E-mail: _____

Laboratorio de análisis:

Nombre: _____

Dirección: _____

Distancia desde sitio de muestreo: _____ Tiempo de transporte: _____

Persona responsable de las muestras durante el transporte: _____

Persona que ejecuta el estudio:

Nombre: _____

Fecha: _____ Hora: _____

Información de antecedentes

Uso del suelo y actividad humana de los alrededores de la playa:

Urbano Rural Agricultura (especificar): _____

Residencial Bosque Comercial (especificar): _____

Campo Colinas Industrial (especificar): _____

Marisma/pantano Relleno Puerto Aeropuerto

Rio/Arroyo Hotel: Autopista

Otro: _____

Sitio de descarga residuos:

¿La zona que rodea el área de baño es urbana?

Detalles adicionales (información histórica, motivo de la evaluación, otros contactos, etc.):

Dimensiones de la playa: Superficie (m²) _____ Largo (m): _____ Ancho (m): _____

Dimensiones del área de nado: Largo (m): _____ Ancho (m): _____ Área: _____

Cantidad de sitios de muestreo: _____

Para playa marina:

Ancho (m) en marea alta _____ Ancho (m) en marea baja _____

Agregar mapa o foto aérea incluyendo los sitios de muestreo:

Temperatura del agua Max/Min (°C): _____ Promedio (°C): _____

Dirección de los vientos predominantes en tierra: _____ Veloc. Prom (km/h): _____

Dirección de las corrientes de agua predominantes: _____ Veloc. Prom (m/seg): _____
Lluvia estacional total (mm): _____ Máxima de 24-h (mm): _____
Altura promedio de las olas (m): _____ Rango (m): _____
Configuración de línea de costa: _____ Presencia de bancos de arena _____
Precipitación: Total anual _____ Patrones estacionales _____
Temperatura: °C _____
T. Agua: Promedio °C _____ Anual (min) _____ Anual (max) _____
T. Aire: Promedio °C _____ Anual (min) _____ Anual (max) _____

Servicios públicos: Número de toilets _____ Duchas _____
Bebedores / Fuentes de agua potable _____
Contenedores de basura _____ ¿Son a prueba de aves y animales? _____
¿Existen métodos para advertir al público de los peligros?
¿Son adecuadas las instalaciones anteriores para discapacitados?
Accesibilidad:
Carreteras: _____ camino _____ sin acceso: _____
¿Hay un área de estacionamiento adecuada? _____
Información adicional _____

Peligros microbiológicos Fuentes potenciales de contaminación fecal

Descarga de efluentes industriales Sistemas de efluentes sépticos
Drenajes pluviales Descarga de efluentes combinados Desechos de
operaciones de alimentación de animales _____
Otras descargas conteniendo contaminación fecal (enumerar): _____
Otros colectores de efluentes/Sistemas de tratamiento (enumerar): _____

¿Son las descargas continuas o esporádicas?
¿Es probable que las aguas residuales de los servicios de playa: baños, duchas, etc. contaminen el área de baño?
Las densidades de los bañistas en la playa: ¿afectarán la calidad del agua?

Escorrentía pluvial proveniente de:

Esguerramiento del agua de tormenta: ¿Está afectada la calidad del agua de baño? _____
¿O es probable que se vea afectada por descargas no puntuales? _____
¿Desagües pluviales municipales o desbordamientos combinados de alcantarillado? _____
Campos Agrícolas Áreas que reciben lodos de plantas de tratamiento.
Playas de estacionamiento y aledaños Otros: _____
¿Es probable que las corrientes transporten agua contaminada hacia el área de baño? _____
¿Es probable que los vientos en tierra lleven agua contaminada al área de baño? _____
¿Las mareas pueden afectar la calidad del agua en el área de baño? _____
Datos microbiológicos sobre la calidad del agua o información adicional: _____

Nota: cualquiera de los anteriores con una respuesta "sí" requiere una investigación detallada y análisis de riesgo.

La investigación debe incluir:

Proximidad de la posible fuente de contaminación del área de baño.

Antecedentes y tasas de flujo incidente de contaminación.

Pluviosidad efectiva que desencadena eventos de contaminación (y duración típica de la contaminación).

Para las descargas de los sistemas de alcantarillado o instalaciones de tratamiento, incluya qué tipo de tratamiento se utiliza, la capacidad del sistema, los caudales y la variabilidad, y las normas de los indicadores.

Para los animales / aves, las densidades de población y los tipos de animales, los datos de los indicadores serán necesarios para complementar esta información.

Peligros químicos y otros peligros

Calidad de Aguas

Es probable que el agua se vea afectada por:

¿Descargas de fuentes industriales?

¿Drenaje agrícola? _____ ¿Uso de embarcaciones? _____

¿Escorrentía urbana superficial?

¿Es probable que los vientos en tierra lleven agua contaminada al área de baño?

¿Es probable que las corrientes transporten agua contaminada hacia el área de baño?

¿Las mareas pueden afectar la calidad del agua en el área de baño?

Calidad de Arena

Es probable que la arena se vea afectada por:

¿Descargas de fuentes industriales? _____

¿Drenaje agrícola? _____ ¿Uso de embarcaciones? _____

¿Escorrentía urbana superficial?

¿Hay residuos de plástico? _____ ¿Existen residuos de alquitrán? _____

¿Hay algas presentes? _____ ¿Existen otros residuos? _____

Datos auxiliares sobre la calidad química del agua

O comentarios adicionales: _____

Nota: cualquiera de los anteriores con una respuesta "sí" requiere una investigación detallada y análisis de riesgo.

La investigación debe incluir:

Proximidad de la posible fuente de contaminación del área de baño.

Embarcaciones, descargas y bombeos (densidad)

Para el escurrimiento superficial urbano, la precipitación efectiva.

Para la descarga de sitios industriales, el tipo de descarga, el tratamiento que se utiliza, los caudales y la variabilidad, la capacidad del sistema y los estándares químicos / indicadores.

Por favor, adjunte un mapa de la zona de playa incluida en esta inspección sanitaria, con posibles fuentes de contaminación (ríos, desagües pluviales, emisarios, descargas, etc.).

Si es posible, también deben adjuntarse mapas de toda la zona de captación que indiquen el uso del suelo, la topografía y las redes de infraestructura (p.ej.: los sistemas de aguas residuales y drenaje de tormentas, etc.).

Otros peligros biológicos que afecten áreas recreativas

Su presencia puede ser continua, esporádica o estacional

Floración de Cianobacterias

Esquistosomiasis

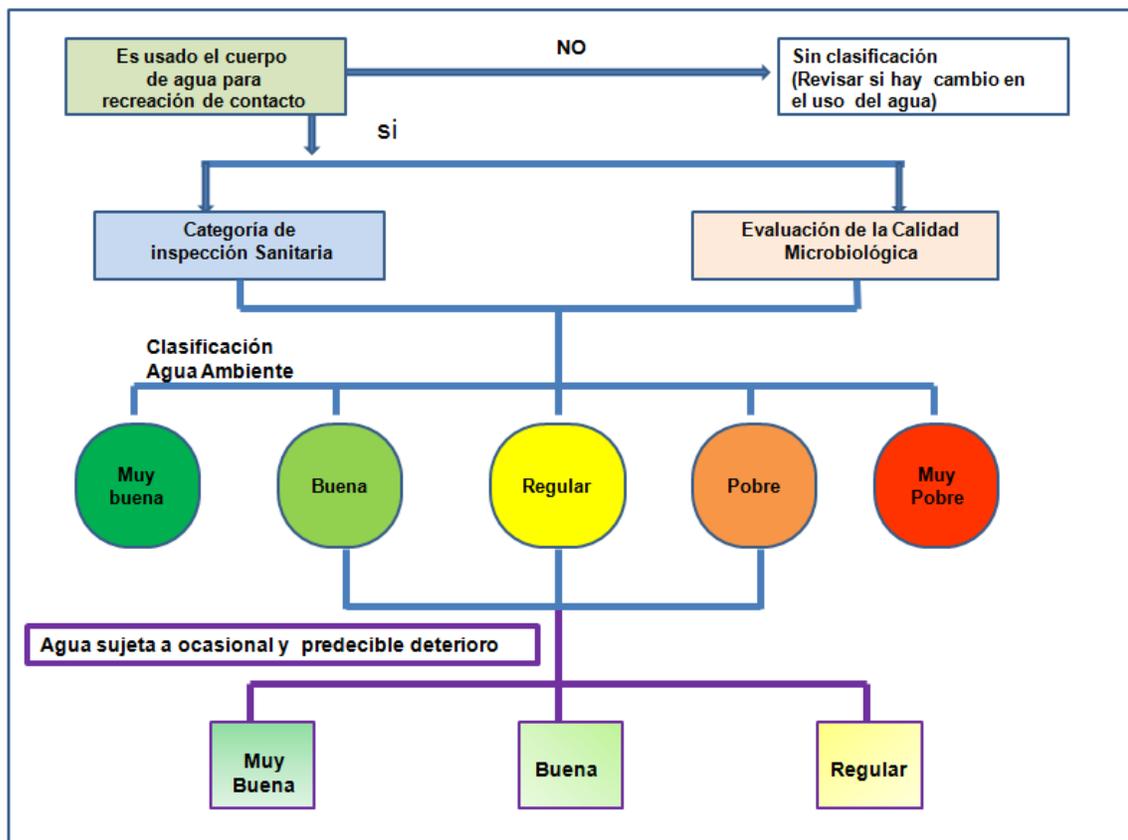
Gran número de plantas acuáticas

Otros: _____

Adaptado de Jamie Bartram and Gareth Rees. (OMS-EPA-UE- E & FN SPON - 2000).

La clasificación que resulta de la inspección sanitaria y la evaluación de la calidad del agua microbiana, permite clasificar las aguas recreativas en cinco niveles de ambiente: **muy bueno, bueno, regular, pobre y muy pobre**, tal como se muestra en la **Figura 3**.

Figura 3: Esquema simplificado para evaluar ambientes de agua recreativas¹



1.- Cuando se comprueba que los usuarios efectivamente fueron disuadidos de ingresar al cuerpo de agua después del deterioro ocasional o predecible (ligado por ej.: a la lluvia), puede elevarse la categoría del área para reflejar la calidad del agua a la que están expuestos los usuarios, pero sólo si va acompañado de material explicativo.

Adaptado de Jamie Bartram and Gareth Rees. (OMS-EPA-UE- E & FN SPON - 2000).

Puede haber discrepancia entre los resultados de la evaluación de la calidad microbiana del agua y la inspección sanitaria.

Si la evaluación de la variación espacial muestra que los niveles más altos de contaminación microbiana se limitan sólo a una parte del entorno de aguas recreativas, se requiere gestión y evaluación por separado.

En los casos en los que existan múltiples fuentes de contaminación, se utilizará la fuente más significativa para determinar la susceptibilidad a la influencia fecal.

Las condiciones hidrológicas locales y las contribuciones de las descargas fluviales son las que permiten ajustar las densidades de bañistas con acceso a la playa.

La evaluación combinada de categorías de la calidad microbiológica del agua y la categoría de inspección sanitaria de la playa se presentan en una matriz de clasificación para ambientes recreativos en la **Tabla 1**.

Tabla 1: (OMS 2003) Ejemplo de matriz de clasificación para ambientes recreacionales con contaminación fecal ^{3,4}

		Evaluación de categorías de calidad microbiológica de aguas (percentil 95 de enterococos intestinales/100 ml)				Circunstancias excepcionales
		A ≤ 40	B 41-200	C 201-500	D > 500	
Categoría de inspección sanitaria (susceptibilidad a influencia fecal)	Susceptibilidad:	Muy bueno	Muy bueno	Continuar ¹	Continuar ¹	Acción
	Muy baja					
	Baja	Muy bueno	Bueno	Regular	Continuar ¹	
	Moderada	Bueno ²	Bueno	Regular	Pobre	
	Alta	Bueno ²	Regular ²	Pobre	Muy Pobre	
	Muy alta	Continuar ²	Regular ²	Pobre	Muy Pobre	
Acción						

1.- Implica que no hay fuentes de efluentes con indicadores fecales (por ej. ganado) y esto debe ser verificado.

2.- Indica la posibilidad de contaminación esporádica/discontinua (debida a eventos como lluvia). Esto está más comúnmente asociado a la presencia de efluentes combinados. Estos resultados deben ser investigados en detalle y la continuación de este trabajo debe incluir la verificación de la categoría de la inspección sanitaria y las muestras de seguridad tomadas deben incluir periodos de los eventos (lluvias). Confirmar los resultados analíticos. Revisar posibles errores analíticos.

3.- En ciertas circunstancias, puede haber un riesgo de transmisión de patógenos asociados con efectos más graves para la salud por el uso recreativo del agua. El riesgo para la salud humana depende en gran medida de circunstancias específicas (a menudo locales). Las autoridades sanitarias deberían participar en la identificación e interpretación de esas condiciones.

4.- En ciertas circunstancias relacionadas con periodos de alto riesgo, como durante un brote de un patógeno que puede ser transportado por el agua, la ruptura de un conducto de efluentes en un área recreativa, etc. Bajo tales circunstancias la matriz de clasificación puede no representar fielmente el riesgo/seguridad.

Los indicadores de densidad de organismos en aguas recreativas pueden incrementarse a niveles elevados luego de una lluvia, porque las plantas de tratamiento pueden desbordar (causando que los efluentes cloacales no tengan tratamiento o se lo salteen), o también por el lavado de residuos animales provenientes de tierras forestales, de pastoreo y de asentamientos urbanos.

Por efecto de la lluvia ocurre la resuspensión de patógenos atrapados en sedimentos, particularmente en cuencas de ríos de agua dulce. En todos los casos, el efecto de la lluvia puede ser altamente variable en la calidad de las aguas recreativas, pero con las características propias de cada área.

En la adaptación de las Directrices, la información de las circunstancias locales debe ser tomada en cuenta y pueden conducir a variaciones.

Por ejemplo, aguas residuales que se descargan en un estuario con un pequeño movimiento de agua (intercambio de marejadas) puede tener un efecto diferente a aquellas que se vierten en un estuario con gran intercambio de marejada y con la misma cantidad de descarga de aguas residuales.

De modo similar, un río que descarga en una bahía cerrada puede presentar un mayor riesgo que aquél que descarga directamente en mar abierto.

En muchas circunstancias varias fuentes de contaminación podrían ser significativas en una única localidad; el ambiente de aguas recreativas debe ser categorizado, en términos de su inspección sanitaria, de acuerdo con su fuente de contaminación más importante o destacada.

Los primeros pasos hacia el establecimiento de un programa de muestreo de arena de playa incluyen la identificación de puntos de muestreo apropiados mediante uso de evaluaciones sanitarias iniciales. Se recomienda un enfoque escalonado para el monitoreo de indicadores fecales, mientras que la prueba para patógenos específicos e indicadores de segunda línea deberá realizarse en sitios de alto riesgo.

3. EVALUACIÓN Y MANEJO DEL RIESGO A TRAVÉS DE ANÁLISIS DE RIESGO Y CONTROL DE PUNTOS CRÍTICOS

MARCO PARA EVALUACIÓN CUANTITATIVA DEL RIESGO MICROBIOLÓGICO RELACIONADO CON EL AGUA (QMRA - Quantitative Microbial Risk Assessment) – OMS - 2016.

Las directrices de calidad del agua de la Organización Mundial de la Salud (OMS) recomiendan un enfoque preventivo y basado en el riesgo, para la gestión de la calidad del agua desde la fuente hasta la exposición, para el manejo de peligros microbianos. Este marco implica una evaluación sistemática de los riesgos, la definición de objetivos de gestión de riesgos basados en la salud y la planificación de la respuesta de gestión de riesgos adecuada.

Se ha presentado y aplicado una variedad de marcos diferentes para realizar QMRA en entornos de exposición relacionados con el agua. Los primeros estudios se basaron principalmente en el marco desarrollado para las evaluaciones de riesgos químicos (NRC, 1983); el trabajo posterior se llevó a cabo para desarrollar un marco que fuera específicamente adecuado para los riesgos microbianos (Soller, Eisenberg y Olivieri, 1999; Teunis & Havelaar, 1999; ILSI, 2000; USDA / USEPA, 2012).

Existen algunas diferencias en la terminología, el orden y el detalle del contenido; sin embargo, las actividades y componentes esenciales son equivalentes. Se han presentado diferentes marcos en cada una de las guías relacionadas con el agua. Por lo tanto, ahora se presenta un marco único para armonizar a través de estas pautas.

La aplicación de QMRA para evaluar los riesgos asociados con patógenos fecales a través de agua potable, aguas residuales y aguas recreativas implica la aplicación de cuatro pasos:

1) Formulación del problema; 2) Evaluación de la exposición; 3) Evaluación de los efectos sobre la salud; y 4) Caracterización del riesgo.

1.- Formulación del problema

El primer paso en cualquier QMRA es definir el propósito y el alcance de la investigación. El propósito dependerá del contexto de gestión de riesgos más amplio, la pregunta específica que el QMRA pretende abordar y el nivel requerido de certeza para una gestión de riesgos adecuado. El alcance del QMRA se define por los peligros identificados, las vías de exposición y los resultados de salud que se deben considerar:

Identificación de peligros:

No es posible considerar todos los patógenos humanos relacionados con el agua en una QMRA; por lo tanto, se eligen patógenos de referencia que, si se controlan, idealmente garantizarían el control de todos los patógenos de interés. Los agentes patógenos de referencia deberían seleccionarse teniendo en cuenta las condiciones locales, incluida la relevancia para la (s) vía (s) de exposición, las características del agua de origen y la incidencia y gravedad de las enfermedades transmitidas por el agua.

Identificación de las vías de exposición:

La ruta general desde la aparición del patógeno hasta la exposición humana se identifica con miras a determinar la evaluación del riesgo y determinar qué se incluirá y excluirá. Se identifican eventos peligrosos específicos (es decir, un incidente o situación que puede conducir a la presencia del peligro) o escenarios que deben incluirse dentro de la evaluación para cumplir con los objetivos de gestión de riesgos.

Identificación de los resultados de salud:

Se identifican los resultados de salud humana que son de interés. Dependiendo del propósito de la evaluación, los resultados de salud humana pueden incluir infección, enfermedad, enfermedad y secuelas, o una medida de la carga de la enfermedad que agrega el impacto de todos estos resultados.

2.- Evaluación de la exposición

El objetivo de la evaluación de la exposición es estimar la magnitud y frecuencia de la exposición a patógenos, a través de las vías de exposición identificadas y durante los eventos peligrosos definidos en la formulación del problema.

La evaluación de la exposición implica los siguientes pasos:

Definir en detalle las vías de exposición identificadas durante la formulación del problema, incluidos los puntos de cuantificación de las fuentes de patógenos; reducción (o recontaminación) a través de medidas / barreras de control naturales, de ingeniería y regulatorias; y mecanismos de exposición, generalmente como un conjunto de escenarios de exposición. Este enfoque facilita la armonización de la interpretación de los datos y los métodos estadísticos en las vías de agua potable, aguas recreativas y reutilización de aguas residuales.

Cuantificar cada componente de la vía de exposición utilizando la mejor evidencia científica disponible y una comprensión de la variabilidad e incertidumbre esperada asociada a cada variable del modelo.

Caracterizar la exposición mediante la cuantificación de la magnitud y la frecuencia de la exposición para el rango de escenarios que se considerarán en el QMRA.

3. Evaluación de los efectos de la salud

En la evaluación de efectos sobre la salud, se recopilan los datos de impacto en la salud de los peligros identificados y la población de estudio específica. Es posible que se deba prestar especial consideración a las partes vulnerables de la población (niños, mujeres embarazadas, ancianos y personas inmunocomprometidas) y a la fracción de personas expuestas en la población total. Dependiendo de los resultados de salud requeridos

para la evaluación (identificados durante la formulación del problema), los siguientes componentes pueden necesitar ser considerados:

Dosis-respuesta: la aplicación de un modelo de dosis-respuesta es el vínculo crítico entre la exposición al patógeno y los resultados de salud estimados (ya sea infección o enfermedad). Se debe seleccionar un modelo de la literatura publicada que sea apropiado para el estudio particular.

Probabilidad de enfermedad: no todas las personas infectadas desarrollarán síntomas. Cuando se usa un modelo de dosis-respuesta basado en infección, puede ser necesario estimar la probabilidad de enfermedad una vez infectada

Probabilidad de secuelas: las secuelas son efectos de salud graves, secundarios y / o crónicos que pueden ocurrir después de la infección inicial. La cuantificación de la carga total de la enfermedad implica tener en cuenta la probabilidad y las consecuencias de estos resultados de salud más graves para la población determinada.

Carga de la enfermedad: el DALY (Disability Adjusted Life Years) o AVAD –Años de vida ajustados por discapacidad- es la medida utilizada en las directrices de la OMS para la carga general de salud de la comunidad. Un DALY expresa años de vida perdidos por muerte prematura (tomando la mayor expectativa de vida de una población modelo estandarizada – Japón) y años vividos con una discapacidad de una severidad y duración específica. Así un DALY es un año perdido de vida saludable.

Para las enfermedades asociadas al agua, incorpora el impacto total de todos los resultados de salud enumerados anteriormente en la población expuesta. La ventaja de usar DALY es que permite la consideración de diferentes impactos tanto en la cantidad como en la calidad de vida. Se ha adoptado para las pautas de agua potable y de líquidos cloacales como la medida para establecer objetivos de tratamiento basados en la salud. Para obtener más información se deben consultar las directrices de la OMS para el agua potable (OMS, en preparación), el agua recreativa (OMS, 2003) y las aguas residuales (OMS, 2006), y de la carga mundial de enfermedades transmitidas por los alimentos (OMS, 2015)

Transmisión secundaria e inmunidad: la transmisión secundaria (casos adicionales en la comunidad debido al contacto de persona a persona) y la inmunidad (incapacidad de una persona para infectarse debido a la protección a través de su sistema inmune) son importantes para la evaluación general de los impactos de salud. Estos factores se pueden evaluar dentro de QMRA usando lo que se llama modelos de riesgo dinámico.

4. Caracterización del riesgo

Las evaluaciones de exposición y efectos a la salud se combinan y se realizan cálculos para cuantificar y caracterizar el riesgo. El contenido de la caracterización del riesgo es conducido por:

Propósito de la evaluación de riesgos, tal como se definió durante la formulación del problema; el propósito determinará qué condiciones del modelo se simularán y se ejecutarán para los cálculos. En un modelo muy simplista, esto puede requerir solo una cuantificación lineal del riesgo. En un modelo más complejo, se deben seleccionar escenarios y condiciones específicos para los cálculos, a fin de cumplir con el propósito de la evaluación.

Medidas cuantitativas de riesgo: el riesgo puede cuantificarse en diferentes unidades de medida, desde la información recopilada durante la exposición y las evaluaciones de efectos sobre la salud, incluida la probabilidad de infección, la probabilidad de enfermedad, el número esperado de casos de enfermedad y DALYs. La escala de tiempo de riesgo puede ser para una sola exposición, una serie de exposiciones independientes o un año. La población puede ser la población total o la fracción expuesta de la población.

Variabilidad e incertidumbre: dependiendo del alcance de la evaluación de riesgos, el riesgo puede caracterizarse por una estimación puntual única, como el promedio, el mínimo o el peor caso, o por una distribución de probabilidad (distribución que toma en consideración el rango de valores probables y la probabilidad de que ocurra cada uno de esos valores). Cuando la incertidumbre (falta de conocimiento) y la variabilidad (cómo varía un valor o atributo) se han cuantificado explícitamente para las entradas del modelo, la caracterización del riesgo implicará la cuantificación de la distribución del riesgo.

Análisis de sensibilidad: el análisis de sensibilidad (la investigación de cómo la variabilidad e incertidumbre en los parámetros de entrada influyen en el resultado de riesgo) puede usarse para explorar cómo los componentes o variables del modelo, como las concentraciones de patógenos, la eficacia de las medidas de intervención, los parámetros de dosis-respuesta, la tasa de morbilidad, etc., interactúan y lo que es más importante para el resultado. En particular, el análisis de sensibilidad permite identificar las fuentes más importantes de variabilidad e incertidumbre, que pueden utilizarse para identificar dónde la administración debe enfocar las medidas de control y la recopilación de datos adicionales.

Se presenta en el **Cuadro 5** la descripción de los pasos a seguir para implementar el Análisis de Riesgo y Control en Puntos Críticos según la OMS (2009):

Cuadro 5: Manejo de aguas recreativas mediante la implementación del Análisis de Riesgo y Control en Puntos Críticos

PASOS INICIALES	IMPLEMENTACION
Conformación del Equipo de Análisis de Riesgo y Puntos Críticos de Control	Este equipo se forma para dirigir la totalidad del proceso. La composición del equipo debe ser tal que represente a todos los tomadores de decisión y cubra todos los campos de experiencia. Representantes de agencias de salud, grupos de usuarios, industria turística, empresas de agua y saneamiento, comunidad, autoridades, contaminadores potenciales, especialistas en análisis de riesgo, deben ser considerados (ver glosario -playas urbanas- Directrices Sanitarias de uso seguro de aguas recreativas, Resolución Ministerio de Salud N° 125/2016).
Cotejar información histórica	<ul style="list-style-type: none"> - Resumir datos previos de investigaciones sanitarias, pruebas de cumplimiento, mapas de drenaje, cañerías pluviales y de agua potable. - Determinar las fuentes de contaminación fecal de origen animal para adaptación de agua para recreación. - Recolectar datos básicos para suplir el faltante si no hay datos históricos

	<p>disponibles,</p> <ul style="list-style-type: none"> - Referenciar las aplicaciones de desarrollo y los requerimientos legales apropiados.
<p>Producir y verificar los diagramas de flujo</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Producir y verificar planos con flujos de contaminación fecal desde las fuentes hasta el área de exposición recreativa para cada captación de agua. Esto puede requerir un estudio sanitario nuevo. - Los planos con flujos deben ilustrar qué le sucede al agua entre la captación y la exposición, con un detalle suficiente para que los puntos de entrada de diferentes fuentes de contaminantes fecales sean marcados y cualquier contaminación sea trazada.
Principios esenciales	
<p>Análisis de riesgo</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Identificar fuentes de contaminación fecal humana vs. diferentes tipos de animales y los lugares potenciales de entrada a aguas recreativas - Determinar la significación de los posibles riesgos de exposición (basándose en juzgamiento y en evaluaciones de riesgo cualitativas y cuantitativas si es apropiado). - Identificar medidas preventivas (puntos de control) para todos los riesgos de significación.
<p>Puntos de control críticos</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Identificar puntos o localidades en los cuales se puedan aplicar acciones de manejo para reducir la presencia de, o la exposición a riesgos a límites aceptables. Los ejemplos incluyen puntos de descarga de efluentes municipales, descarga de efluentes combinados, conexiones ilegales a conductos de efluentes combinados.
<p>Limites críticos</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Determinar parámetros de control medibles y sus límites críticos. Idealmente, asignar objetivos y límites de acción para evaluar tendencias por sobre los límites críticos (por ej.:> 10-20 mm de lluvia en el período de 24 hs previas o notificación de un exceso de caudal en el conducto por parte de la agencia responsable)
<p>Monitoreo</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Establecer un régimen de monitoreo para tener una alerta temprana si se superan los límites críticos. Aquellos responsables del monitoreo deben estar incluidos en el desarrollo del monitoreo y en los procedimientos de

	<p>respuesta. Tener en cuenta que el monitoreo no está limitado al muestreo y análisis de agua, y puede también incluir inspección visual de fuentes potenciales de contaminación en estaciones de medición de caudal.</p>
Acciones de manejo	<ul style="list-style-type: none"> - Preparar y probar acciones para reducir la exposición en la eventualidad en que los límites críticos sean excedidos. Los ejemplos deben incluir el diseño de un sistema apropiado de tratamiento o disposición, entrenamiento del personal, desarrollo de un sistema de alerta, emitir comunicación a los medios y clausurar el área recreativa,
Validación/verificación	<ul style="list-style-type: none"> - Obtener evidencia objetiva que las acciones de manejo seleccionadas asegurarán que la calidad de agua deseada será obtenida o, que la exposición humana a recreación será evitada. Esto se puede obtener de literatura o de experiencias de validación. - Obtener datos objetivos de acciones de manejo auditadas que muestren la calidad de agua deseada o el cambio en la exposición humana son obtenidas, y que las buenas prácticas operacionales, monitoreo y acciones de manejo se cumplen en todo el tiempo.
Conservación de registros	<ul style="list-style-type: none"> - Asegurar que los registros de monitoreo sean conservados en un formato que permita la auditoría externa y la compilación de estadísticas anuales. Este debe ser diseñado en estrecha relación con los usados en documentos y registros.

*Guidelines for Safe Recreational Water Environments - Vol. I - Coastal and fresh water (WHO - 2003).
Addendum WHO Vol. I (2009).*

ANEXO IV

**DESARROLLOS DE NIVELES GUÍA NACIONALES DE CALIDAD
DE AGUA AMBIENTE CORRESPONDIENTES A
ESCHERICHIA COLI/ENTEROCOCOS**

Diciembre 2003

ÍNDICE

VII.A) Niveles guía de calidad de agua ambiente para recreación humana con contacto directo correspondientes a *Escherichia coli*/ enterococos (interinos)

VII.A.1) *Introducción*

VII.A.2) *Derivación del nivel guía para *Escherichia coli* /enterococos para recreación humana con contacto directo en agua dulce*

VII.A.2.1) *Fundamentación de la elección de *Escherichia coli*/enterococos como parámetros microbiológicos de calidad de agua dulce en relación a recreación humana con contacto directo*

VII.A.2.2) *Análisis de criterios de aceptabilidad de densidades de *E. coli* y enterococos*

VII.A.2.3) *Especificación del nivel guía de calidad de agua ambiente para recreación humana con contacto directo en agua dulce correspondiente a *E. coli*/enterococos*

VII.A.3) *Derivación del nivel guía para enterococos para recreación humana con contacto directo en agua de mar*

V

II.A.3.1) *Fundamentación de la elección de enterococos como parámetro microbiológico de calidad de agua de mar en relación a recreación humana con contacto directo*

VII.A.3.2) *Análisis de criterios de aceptabilidad de densidades de enterococos*

VII.A.3.3) *Especificación del nivel guía de calidad de agua ambiente para recreación humana con contacto directo en agua de mar correspondiente a enterococos*

VII.A.4) *Limitaciones de los niveles guía establecidos para agua dulce y agua de mar*

Niveles Guía Nacionales de Calidad de Agua Ambiente

VII.A) NIVELES GUÍA DE CALIDAD DE AGUA AMBIENTE PARA RECREACIÓN HUMANA CON CONTACTO DIRECTO CORRESPONDIENTES A *ESCHERICHIA COLI*/ENTEROCOCOS (INTERINOS)

VII.A.1) *Introducción*

La sobrevivencia de las bacterias coliformes en agua de mar y en agua dulce fue estudiada por Chamberlin y Mitchell (1978), quienes hallaron que el tiempo en que el 90% de las bacterias mueren (T_{90}) era igual a 2,2 h para agua de mar, mientras que para agua dulce era igual a 57,6 h (Dufour, 1984).

Otros investigadores comprobaron que, en condiciones de laboratorio, los enterococos presentaban un T_{90} igual a 47 h en agua de mar y a 71 h en agua dulce, mientras que la *Escherichia coli* presentaba un T_{90} igual a 18 h en agua de mar y a 110 h en agua dulce (Dufour, 1984).

Las observaciones mencionadas explican, en parte, la diferencia apreciada en las tasas de enfermedades gastrointestinales en bañistas de agua dulce y agua marina, poniendo de manifiesto la necesidad de contar con pautas diferenciadas de calidad microbiológica para recreación humana en ambientes de agua dulce y de agua de mar.

En función de lo expuesto, se desarrollan a continuación niveles guía de calidad para *Escherichia coli* y enterococos, realizándose especificaciones por separado para agua dulce y agua marina.

Debido a que actualmente no se cuenta en nuestro país con información epidemiológica que permita establecer correlaciones entre densidades de microorganismos patógenos y/o microorganismos indicadores y efectos sobre la salud de los individuos que utilizan el agua con fines recreativos, las elaboraciones conducentes a la elección de estos parámetros microbiológicos de calidad y al establecimiento de niveles guía para ellos se basan en información proveniente del exterior.

VII.A.2) *Derivación del nivel guía para Escherichia coli /enterococos para recreación humana con contacto directo en agua dulce*

VII.A.2.1) *Fundamentación de la elección de Escherichia coli/enterococos como parámetros microbiológicos de calidad de agua dulce en relación con recreación humana con contacto directo*

Los organismos coliformes totales incluyen cuatro géneros de la familia *Enterobacteriaceae*: *Escherichia*, *Klebsiella*, *Citrobacter* y *Enterobacter*. De estos organismos, sólo *Escherichia coli* se encuentra exclusivamente en heces (Cabelli, 1983), constituyendo casi el 97% de las especies coliformes en las heces humanas; *Klebsiella* aporta un 1,5%, mientras que *Enterobacter* y *Citrobacter* aportan el 1,7% (Dufour 1977). El género *Klebsiella* no es un buen indicador de contaminación fecal pues podría estar presente en niveles elevados en residuos industriales, por ejemplo, de plantas de producción de pulpa de papel y plantas procesadoras de alimentos.

Estudios epidemiológicos realizados por la Agencia de Protección Ambiental de los E.E.U.U. (U.S. EPA) con relación a la casuística de gastroenteritis en individuos expuestos recreativamente con contacto directo

aportaron información sobre cuáles indicadores de calidad de agua correlacionaban mejor con el efecto sobre la salud citado. En la Tabla VII.A.1 se presentan los coeficientes de correlación resultantes de vincular los datos de densidad de diversos parámetros microbiológicos y las tasas de gastroenteritis.

7.6.1 TABLA VII.A.1 - COEFICIENTES DE CORRELACIÓN ASOCIADOS A RECREACIÓN HUMANA CON CONTACTO DIRECTO

**7.6.1.1 Relación entre Gastroenteritis y la Densidad Media del Indicador en agua de mar
7.6.1.2 y agua dulce (U.S. EPA, 1986)**

<i>Tipo de agua</i>	Indicador	Coeficientes de correlación	
		Datos por el verano	Datos por grupo de pruebas (1)
Mar (2)	enterococos	0,75	0,96
	<i>E. coli</i>	0,52	0,56
	<i>Klebsiella</i>	0,32	0,61
	<i>Enterobacter/Citrobacter</i>	0,26	0,64
	Bacterias coliformes totales	0,19	0,65
	<i>C. perfringens</i>	0,19	0,01
	<i>P.aeruginosa</i>	0,19	0,59
	Bacterias coliformes fecales	(-0,01)	0,51
	<i>A. hydrophila</i>	(-0,09)	0,60
	<i>V. parahemolyticus</i>	(-0,20)	0,42
	<i>Staphylococcus</i>	(-0,23)	0,60
Dulce (3)	enterococos	0,74	
	<i>E. coli</i>	0,80	
	Bacterias coliformes fecales	(-0,08)	

Notas: (1): Grupos de pruebas (días) con similar densidad media del indicador durante un mismo verano

(2): Datos de pruebas realizadas en las playas de la ciudad de New York. (Cabelli, V.J. 1976. Indicators of Recreational Water Quality. In: Bacterial Indicators Health Hazards Associated with Water. Eds. A. W: Hoadley and B. J. Durtka. ASTM, Philadelphia, PA.).

(3): Datos de Cabelli, V.J. 1982. Microbial Indicator Systems for Assessing Water Quality. Antonie van Leeuwenhoek. 48:613

Como puede observarse, en agua dulce, *E. coli* resultó el mejor indicador disponible de contaminación fecal por animales de sangre caliente, incluyendo al hombre. Sin embargo, las

correlaciones entre enfermedades gastrointestinales y densidad del indicador para *E. coli* y para enterococos no demostraron ser significativamente diferentes.

VII.A.2.2) Análisis de criterios de aceptabilidad de densidades de *E. coli* y enterococos

A partir de estudios epidemiológicos realizados en distintas playas de los lagos Erie y Keystone, y asumiendo una tasa de gastroenteritis aceptable asociada al baño igual a 8/1000 individuos, la U.S. EPA estimó en 126 colonias/100 ml el valor de la densidad media geométrica de *E. coli* en agua dulce correspondiente a tal condición sanitaria (U.S. EPA, 1986). Este valor está asociado a determinaciones analíticas basadas en el método de filtración por membrana desarrollado por Dufour et al (1981).

Sobre la base de los estudios antedichos, para la misma tasa de gastroenteritis citada como aceptable, la U.S. EPA estimó en 33 colonias/100 ml el valor de la densidad media geométrica de enterococos en agua dulce correspondiente a esa condición sanitaria. Tal valor está asociado a determinaciones analíticas basadas en el método de filtración por membrana desarrollado por Levin et al. (1975).

En adición a los valores correspondientes a las densidades medias geométricas máximas para *E. coli* y enterococos, corresponde efectuar algunas consideraciones relacionadas con la variabilidad de los resultados de determinaciones en muestras aisladas de un área recreativa.

En este sentido, deben ser señaladas, por una parte, la imprecisión de las técnicas de recuento bacteriano y, por otra, las variaciones temporales y espaciales de las densidades bacterianas promovidas por condiciones ambientales como lluvia, viento y temperatura. Esto hace que, para decidir la inhabilitación de un área recreativa sobre la base de resultados analíticos pertenecientes a muestras aisladas, se requiere evaluar, mediante la construcción de un intervalo de confianza, la superación de las antes mencionadas densidades medias geométricas máximas por parte de los resultados antedichos. Tales intervalos de confianza se deben construir teniendo en cuenta la frecuencia de uso de las áreas recreativas, aumentando el nivel de confianza de manera inversamente proporcional a la intensidad de uso. La U.S. EPA sugiere a tal efecto la aplicación de los niveles de confianza expuestos en la Tabla VII.A.2 (U.S. EPA, 1986)

TABLA VII.A.2 - NIVELES DE CONFIANZA PARA LA EVALUACIÓN DE RESULTADOS AISLADOS DE DETERMINACIONES DE *ESCHERICHIA COLI* Y ENTEROCOCOS

Tipo de Uso	Nivel de Confianza
Áreas altamente frecuentadas con contacto directo	75 %
Áreas moderadamente frecuentadas con contacto directo	82 %
Áreas escasamente frecuentadas con contacto directo	90%
Áreas de uso infrecuente con contacto directo	95%

Para la construcción del intervalo de confianza, se necesita conocer la desviación estándar de los logaritmos decimales de las densidades bacterianas registradas históricamente en cada área recreativa (sD).

Las determinaciones en los sitios estudiados por la U.S. EPA (1986) indicaron una desviación estándar de los logaritmos decimales de las densidades de *E. coli* (sEc) próxima a 0,4. Este valor resultó ser el mismo para la desviación estándar de los logaritmos decimales de las densidades de enterococos (se).

VII.A.2.3) Especificación del nivel guía de calidad de agua ambiente para recreación humana con contacto directo en agua dulce correspondiente a *E. coli*/enterococos

Asumiendo los criterios expuestos precedentemente, se especifica para *Escherichia coli*/enterococos el nivel guía para recreación humana (NGR) con contacto directo detallado a continuación.

NGR (*E.coli*/enterococos): para un número de muestras estadísticamente suficientes (no menos de cinco muestras igualmente espaciadas durante un período de treinta días) la media geométrica de la densidad bacteriana no deberá exceder uno u otro de los siguientes valores límite alternativos:

***Escherichia coli*: 126 colonias/100 ml**
Enterococos: 33 colonias/100 ml

Dado que este nivel guía se basa en criterios resultantes de estudios efectuados en áreas recreativas de E.E.U.U., por no disponerse de evaluaciones en condiciones locales, se les asigna un carácter interino.

Ninguna muestra individual deberá exceder el límite de confianza superior (LCS) calculado utilizando las siguientes confiabilidades:

75%	(Uso altamente frecuente)
82%	(Uso moderadamente frecuente)
90%	(Uso escasamente frecuente)
95%	(Uso infrecuente)

según la expresión:

$$\text{LCS} = \text{antilog} (\log_{10} \text{MGI} + z * \text{sD})$$

donde:

z: factor determinado a partir del área bajo la curva de probabilidad de Distribución Normal para el nivel de confianza asumido (z = 0,674, para 75% de confiabilidad; z = 0,915, para 82% de confiabilidad; z = 1,282, para 90% de confiabilidad; z = 1,645, para 95% de confiabilidad)

MGI: media geométrica de la densidad del indicador especificada como valor límite (126 colonias/100 ml para *Escherichia coli* o 33 colonias /100 ml para enterococos).

sD: desviación estándar de los logaritmos decimales de las densidades del indicador, registradas históricamente en cada área recreativa (sEC, para *Escherichia coli*, o se, para enterococos). En caso de datos insuficientes para establecer la desviación estándar se utilizará provisoriamente el valor 0,4 para ambos indicadores. Para tal situación, resultan los LCS correspondientes a muestras aisladas que se exhiben en la Tabla VII.A.3, los cuales deben ser interpretados estrictamente como de uso provisorio, hasta que se disponga de datos locales consistentes para el cálculo de la desviación estándar.

TABLA VII.A.3 – LÍMITES DE CONFIANZA SUPERIORES PROVISORIOS CORRESPONDIENTES A MUESTRAS AISLADAS

Indicador	Tasa de Gastroenteritis aceptable cada 1000 individuos	Media geométrica de la densidad del indicador (MGI) [colonias /100 ml]	Límite de confianza superior provisorio para una muestra aislada [colonias/100 ml]			
			LCS (75%) Uso altamente frecuente	LCS (82%) Uso moderadamente frecuente	LCS (90%) Uso escasamente frecuente	LCS (95%) Uso infrecuente
Enterococos	8	33	61	77	107	150
<i>Escherichia coli</i>	8	126	235	293	410	573

VII.A.3) Derivación del nivel guía para enterococos para recreación humana con contacto directo en agua de mar

VII.A.3.1) Fundamentación de la elección de enterococos como parámetro microbiológico de calidad de agua de mar en relación con recreación humana con contacto directo

Los enterococos, que constituyen un subgrupo de estreptococos fecales que incluye a especies tales como *Streptococcus faecium* y *Streptococcus faecalis*, se encuentran significativamente en heces humanas y animales.

Como puede observarse en la Tabla VII.A.1, los estudios epidemiológicos desarrollados por la U.S. EPA en agua de mar arrojaron mayores coeficientes de correlación entre las densidades medias de enterococos y la tasa de gastroenteritis asociada a recreación, que los ofrecidos por otros indicadores microbiológicos.

VII.A.3.2) Análisis de criterios de aceptabilidad de densidades de enterococos

Sobre la base de estudios epidemiológicos realizados en distintas playas de New York, Lake Pontchartrain y Boston Harbor y asumiendo una tasa de gastroenteritis aceptable asociada al baño igual a 8/1000 individuos, la U.S. EPA estimó en 35 colonias /100 ml el valor de la densidad media geométrica de enterococos en agua de mar correspondiente a dicha condición sanitaria (U.S.EPA, 1986). Este valor está asociado a determinaciones analíticas realizadas según en el método de filtración por membrana desarrollado por Levin et al. (1975).

En adición al valor correspondiente a la densidad media geométrica máxima para enterococos en agua de mar, corresponde tener en cuenta las mismas consideraciones expuestas para *E. coli*/enterococos en agua dulce en relación con la variabilidad de los resultados de determinaciones en muestras aisladas de un área recreativa.

VII.A.3.3) Especificación del nivel guía de calidad de agua ambiente para recreación humana con contacto directo en agua de mar correspondiente a enterococos

En función del criterio expuesto precedentemente, se especifica para enterococos el nivel guía para recreación humana (NGR) con contacto directo detallado a continuación.

NGR (enterococos): para un número de muestras estadísticamente suficientes (no menos de cinco muestras igualmente espaciadas durante un período de treinta días) la media geométrica de la densidad de enterococos no deberá exceder el valor límite igual a 35 colonias /100 ml.

Dado que este nivel guía se basa en criterios resultantes de estudios efectuados en áreas recreativas de E.E.U.U., por no disponerse de evaluaciones en condiciones locales, se le asigna un carácter interino.

Ninguna muestra individual deberá exceder el límite de confianza superior (LCS) calculado utilizando las siguientes confiabilidades:

75%	(Uso altamente frecuente)
82%	(Uso moderadamente frecuente)
90%	(Uso escasamente frecuente)
95%	(Uso infrecuente)

según la expresión:

$$\text{LCS} = \text{antilog} (\log_{10} \text{MGe} + z * \text{se})$$

donde:

z: factor determinado a partir del área bajo la curva de probabilidad de Distribución Normal para el nivel de confianza asumido (z = 0,674, para 75% de confiabilidad; z = 0,915, para 82% de confiabilidad; z = 1,282, para 90% de confiabilidad; z = 1,645, para 95% de confiabilidad)

MGe: media geométrica de la densidad de enterococos especificada como valor límite (35 colonias/100 ml).

se: desviación estándar de los logaritmos decimales de las densidades de enterococos registradas históricamente en cada área recreativa. En caso de datos insuficientes para establecer la desviación estándar se utilizará provisoriamente el valor 0,7, que es el valor de la desviación estándar de los logaritmos decimales de las densidades de enterococos indicadas por las determinaciones en los sitios estudiados por la U.S. EPA (1986). Para tal situación, resultan los LCS correspondientes a muestras aisladas que se exhiben en la Tabla VII.A.4, los cuales deben ser interpretados estrictamente como de

uso provisorio hasta que se disponga de datos locales consistentes para el cálculo de la desviación estándar.

**TABLA VII.A.4 – LÍMITES DE CONFIANZA SUPERIORES PROVISORIOS
CORRESPONDIENTES A MUESTRAS AISLADAS**

Indicador	Tasa de Gastroenteritis aceptable cada 1000 individuos	Media geométrica de la densidad de enterococos (MGe) [colonias /100 ml]	Límite de confianza superior provisorio para una muestra aislada [colonias/100 ml]			
			LCS (75%) Uso altamente frecuente	LCS (82%) Uso moderadamente frecuente	LCS (90%) Uso escasamente frecuente	LCS (95%) Uso infrecuente
Enterococos	8	35	104	153	276	496

VII.A.4) Limitaciones de los niveles guía establecidos para agua dulce y agua de mar

Los criterios que sirven como base para los niveles guía establecidos asumen la existencia de fuentes de contaminación fecal. Cuando el número de individuos que contribuyen a la fuente de contaminación fecal disminuye, la relación microorganismo indicador/microorganismo patógeno puede variar. Por otro lado, en condiciones de epidemia se produce una alteración inversa de la relación microorganismo indicador/microorganismo patógeno. En ambas situaciones, la media geométrica de la densidad del indicador establecida como valor límite podría no corresponder a una tasa de riesgo para la salud aceptable. Luego, se deberían examinar rutinariamente en el agua densidades de microorganismos patógenos para verificar la relación de éstas con las del indicador.

Los virus entéricos constituyen un factor de riesgo asociado al uso del agua con fines recreacionales. En general, se encontró que la mayoría de los indicadores bacterianos no correlacionan bien con la presencia de estos virus. De tal manera, si bien la ocurrencia elevada de bacterias coliformes puede indicar la presencia de virus entéricos, la situación inversa no puede asegurarse (Berg and Metcalf, 1978).

BIBLIOGRAFÍA

- Bartram J y Rees G (eds) (2000). *Monitoring Bathing Waters - A Practical Guide to the Design and Implementation of Assessments and Monitoring Programmes*. London: WHO-EPA-UE. Disponible en: http://www.who.int/water_sanitation_health/bathing/monbathwat.pdf
- Bécares Mantecón E, Martín Villacorta J, Hijosa Valsero M y Sidrach-Cardona Martínez R. (2011) Bacterias resistentes a antibióticos en medios acuáticos. *Universidad de Almería-Fundación Mapfre*. Año 31. N°124-4.
- Cuvelier ML (2004). Enhanced Survival of *Escherichia coli* in Subtropical Beach Sand and Implications for Water Quality Managers. *Nova Southeastern University Oceanographic Center*.
- de Roda Husman AM y Schets FM (2010). *Climate change and recreational water related infectious diseases*. Bilthoven, The Netherlands: National Institute for Public Health and the Environment.
- European Center for Disease Prevention and Control (ECDC) (2011). *Antimicrobial resistance surveillance in Europe 2011. Annual Report of the European Antimicrobial Resistance Surveillance Network (EARS-Net)*. Stockholm. Disponible en: <https://ecdc.europa.eu/sites/portal/files/media/en/publications/Publications/antimicrobial-resistance-surveillance-europe-2011.pdf>
- European Center for Disease Prevention and Control (ECDC) (2017). *Antimicrobial resistance (AMR) reporting protocol 2017. European Antimicrobial Resistance Surveillance Network (EARS-Net) surveillance data for 2016*. Stockholm. Disponible en: <https://ecdc.europa.eu/sites/portal/files/documents/EARS-Net-reporting-protocol-2017.pdf>
- Fujioka RS, Solo-Gabriele HM, Byappanahalli MN y Kirs M. U.S. Recreational Water Quality Criteria: A Vision for the Future. *Int. J. Environ. Res. Public Health*; 12(7): 7752–7776. doi: 10.3390/ijerph120707752
- Hartz A, Cuvelier M, Nowosielski K, Bonilla TD, Green M, Esiobu N., Mc Corquodale DS y Rogerson A (2008). Survival potential of *Escherichia coli* and Enterococci in subtropical beach sand: implications for water quality managers. *J Environ Qual*. May 2;37(3):898-905. doi: 10.2134/jeq2007.0312
- Health Canada (2012). *Guidelines for Canadian Recreational Water Quality*. Ottawa: Third Edition. Disponible en: http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/alt_formats/pdf/pubs/water-eau/guide_water-2012-guide_eau/guide_water-2012-guide_eau-eng.pdf
- Kumar S, Tripathi VR y Garg SK (2013). Antibiotic resistance and genetic diversity in water-borne *Enterobacteriaceae* isolated from recreational and drinking waters sources. *Int. Journal of Env. Science and Technology*. 10:789–798.
- Mena KD y Gerba CP (2009). Waterborne Adenovirus. *Reviews of Environmental Contamination and toxicology*; 198: 133-67. doi: 10.1007/978-0-387-09647-6_4.
- Ministerio de Salud de la Nación (2016). Resolución N° 125/2016. Directrices Sanitarias para uso seguro de Aguas Recreativas. Capítulo introductorio y Módulo I: Directrices sanitarias para cianobacterias en agua ambiente.
- Organización Mundial de la Salud (OMS) (2003). *Guidelines for Safe Recreational Water Environments*. Volume 1: Coastal and fresh waters. Disponible en: <http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/42591/1/9241545801.pdf>

- Organización Mundial de la Salud (OMS) (2016). *Quantitative Microbial Risk Assessment: Application for Water Safety Management*. Geneva. Disponible en: http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/qmra/en/
- Pond, K. (2005). *Water Recreation and Disease. Plausibility of Associated Infections: Acute Effects, Sequelae and Mortality*. Cornwall, UK: World Health Organization. Disponible en: http://www.who.int/water_sanitation_health/bathing/recreadis.pdf
- Richard Whitman R, Harwood VJ, Edge TA, et al. (2014) Microbes in Beach Sands: Integrating Environment, Ecology and Public Health. *Reviews in Environmental Science and Biotechnology*. 1;13(3):329-368.
- Sabino R, Rodrigues R, Costa I, Carneiro C, et. AL (2014). Routine screening of harmful microorganisms in beach sands: implications to public health. *Science of the Total Environment* 15; 472: 1062-9. doi: 10.1016/j.scitotenv.2013.11.091.
- Solo-Gabriele HM, Harwood VJ, Kay D et al. (2015). Beach sand and the potential for infectious disease transmission: observations and recommendations. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 96(1), 101–120.
- United States Environmental Protection Agency (EPA) (1986). *Ambient Water Quality Criteria for Bacteria*. EPA 440/5-84-002. Washington D.C. Disponible en: <http://www.ugra.org/pdfs/EPA1986.pdf>
- United States Environmental Protection Agency (EPA) (2012). *Recreational Water Quality Criteria*. Office of Water 820-F-12-058. Disponible en: <https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-10/documents/rwqc2012.pdf>
- United States Environmental Protection Agency (EPA) (2012). *Recreational Water Quality Criteria*. Office of Water 820-F-12-061-4305T. Disponible en: <https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-10/documents/rec-factsheet-2012.pdf>
- United States Environmental Protection Agency (EPA) (2015). *Review of Coliphages. As Possible Indicators of Fecal Contamination for Ambient Water Quality*. Office of Water, Office of Science and Technology y Health and Ecological Criteria Division. 820-R-15-098. Disponible en: https://www.epa.gov/sites/production/files/2016-07/documents/review_of_coliphages_as_possible_indicators_of_fecal_contamination_for_ambient_water_quality.pdf
- van Elsas JD, Semenov AV, Costa R y Trevors JT.(2011). Survival of Escherichia coli in the environment: fundamental and public health aspects. *Multidisciplinary Journal of Microbial Ecology*; 5(2):367.
- Velonakis E, Dimitriadi D, Papadogiannakis E y Vatopoulos A (2014). Present status of effect of microorganisms from sand beach on public health. *Journal of Coastal Life Medicine* 2(9): 746-756.
- Wuijts S, van den Berg HH, Miller J, Abebe L, Sobsey M, Andremont A, Medicott KO et al. (2017). Towards a research agenda for water, sanitation and antimicrobial resistance. *Journal of Water and Health*;15(2): 175-184. doi: 10.2166/wh.2017.124.
- Yamahara KM, Sassoubre LM, Goodwin KD y Boehm AB (2012). Occurrence and Persistence of Bacterial Pathogens and Indicator Organisms in Beach Sand along the California Coast. *Applied and Environmental Microbiology*. p. 1733–1745.
- Yamahara KM, Walters SP y Boehm AB (2009). Growth of Enterococci in Unaltered, Unseeded Beach Sands Subjected to Tidal Wetting. *Applied and Environmental Microbiology*; 75(9): 2997.

EQUIPO DE REDACCIÓN

Tatiana Petcheneshky	Departamento de Salud Ambiental, Dirección Nacional de Determinantes de la Salud -DINADESA-, Ministerio de Salud de la Nación.
Ricardo O. Benitez	
Pablo Ivaldi	
Francisco Chesini	
Luisa Brunstein	
Ana Laura Parenti	
Eduardo Rodríguez	
Daniel M. Cisterna	Servicio de Neurovirosis, Instituto Nacional de Enfermedades Infecciosas, ANLIS "Dr. Carlos G. Malbrán", Ministerio de Salud de la Nación.
María Isabel Farace	Servicio de Bacteriología Sanitaria, Instituto Nacional de Enfermedades Infecciosas, ANLIS "Dr. Carlos G. Malbrán". Ministerio de Salud de la Nación.
Lidia Nuñez	Universidad de Buenos Aires, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Cátedra de Salud Pública e Higiene Ambiental.
José Lobos	Instituto Nacional del Agua, Ministerio del Interior, Obras Públicas y Vivienda.
Laura Pertusi	Dirección Nacional de Conservación y Protección de los Recursos Hídricos, Subsecretaría de Recursos Hídricos, Ministerio del Interior, Obras Públicas y Vivienda.
Silvia De Simone	

EQUIPO DE REVISIÓN: COPERANCAUCH

José M. Regueira	Dirección de Agua Potable y Saneamiento, Subsecretaría de Recursos Hídricos, Ministerio del Interior, Obras Públicas y Vivienda.
María J. Fioritti	Dir. Nac. de Conservación y Protección de los Recursos Hídricos, Ministerio del Interior, Obras Públicas y Vivienda.
Marina Jakomin	
Viviana Mbayed	Universidad de Buenos Aires, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Cátedra de Virología.
Adriana Bentancor	Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Veterinarias, Cátedra de Microbiología.
Carlos Brodersen	Hospital Gral. de Agudos "C. G. Durand", Unidad de Gastroenterología, CABA.
Paula Carfagnini	
Luis Higa	CTUA, Instituto Nacional del Agua, Ministerio del Interior, Obras Públicas y Vivienda.
Graciela Sanguinetti	Universidad Nacional de Rosario, Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, Centro de Ingeniería Sanitaria.
Alicia Folabella	Universidad Nacional de Mar del Plata, Departamento de Biología, Laboratorio.
Alberto Cicerán	Asociación Asma, Alergia e Inmunología Buenos Aires (AAIBA).
Luis Ignacio Eizaguirre	Dirección Nacional de Determinantes de la Salud-DINADESA-, Ministerio de Salud de la Nación.
Ernesto de Titto	
Marcelo Hansen	
Silvina Lavayen	Instituto Nacional de Epidemiología "J. H. Jara", Ministerio de Salud de la Nación.
Guillermo Saucedo	Hospital "D. Masvernat", Concordia, Pcia. de Entre Ríos.



Dirección Nacional de
Determinantes de la Salud



Ministerio de Salud
Presidencia de la Nación