

LA CONTAMINACION DEL LITORAL MARINO

Por JOSE PAZ MAROTO
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
y Profesor de Ingeniería Sanitaria de la ETS

Presenta el autor una documentada e interesante reseña de los medios que actualmente se emplean para conocer y evitar la contaminación del litoral marino, y establece al final, a modo de conclusión, las investigaciones que a su juicio deberían realizarse.

Dese que CERTES publicó en 1884 en los Anales de la Academia de Ciencias, en París, las primeras investigaciones consagradas a la microbiología del medio marino y dejó en ellas bien sentado que las variaciones de las faunas microbianas eran función de las corrientes, de las mareas, de las profundidades y de los vientos, es decir, de los movimientos de las masas de agua, las investigaciones fueron continuadas por varios y beneméritos hombres de ciencias, hasta llegar con FISCHER a sentar la afirmación básica de que el número de bacterias en las costas está en relación directa con las causas de polución terrestre.

Pero ha sido en los últimos veinte años cuando los estudios de contaminación del litoral han tomado más incremento.

Quizá los trabajos recapitulativos de ZOBEL en 1946, de KRISS en 1950 y de BRISOU en 1955, han sido los determinantes de este avance, ayudados por los mejores datos estadísticos modernos al abarcar no sólo las bacterias, sino los parásitos y, recientemente, a ciertos virus.

Para el estudio de la contaminación de las aguas litorales conviene analizar cuanto hace referencia a:

- 1.º Las bacterias patógenas más interesantes a la salud.
- 2.º Los virus.
- 3.º Los parásitos vegetales y animales.
- 4.º Otros productos de origen mineral.

En cuanto a las primeras, se ha comprobado que los "Micrococos Gram positivos" son encontrados con gran frecuencia en las aguas litorales, y mucho más raramente en las profundas de alta mar.

Estos micrococos no son solamente los Estafilococos auténticos, es decir, los anaerobios facultativos de tipo fermentativo y hemolíticos, que son indiscutiblemente patógenos y directamente inoculables, sino los Estreptococos del grupo D pertenecientes al tipo *St. Fecalis*, que son, con los *Escherichia Coli*, los evidentes testigos de polución fecal.

Parece evidente, según los estudios actuales, que cuando se encuentran simultáneamente micrococcos (sobre todo estafilococos, *St. fecalis* y *coliformes*) los indicios de contaminación se refuerzan y complementan, y bien se mantiene el criterio de que el *Esch. coli.* sigue siendo el testigo por excelencia de la contaminación fecal.

Afortunadamente son menos frecuentes los encuentros de SALMONELLAS, agentes de las infecciones tifo-paratíficas, salvo en casos de endemias o epidemias en las zonas receptoras de alcantarillados o ríos contaminados.

Los portadores de gérmenes de estas peligrosas bacterias juegan un importante papel, ya que algunos especialistas llegan a calcular que ciertas cepas de enfermos pueden contener de 250.000 a varias decenas de millares por gramo. Y que estos portadores pueden eliminar tal peligro durante varios años con eclipses periódicos, aunque lo normal sea el eliminar 40.000 *Salmonellas* por litro de agua; y que alrededor de un 15 por 100 de enfermos son portadores durante algunos meses y eliminan de 500 a 12.000 bacterias patógenas por gramo de materia y por día.

Al lado de estas enterobacterias citadas se han encontrado en las costas europeas (según Brisou), otras proteiformes, tales como las *Hafnia*, *Cloaca*, *Klebrilla* y *Proteus*.

En cuanto a las del tipo *Shigella*, afortunadamente, son frágiles y no sobreviven mucho en las aguas: La *Sh. dysenteria* no dura más que de dos a cuatro días. Las *Sh. flexneri* y la *Sh. sonney* algo más.

El vibrión cólico tiene una supervivencia en el agua del mar que está sometida a numerosos factores ecológicos, lo cual explica la discordancia de cifras halladas por los investigadores en diversas costas, climas y épocas del año.

En efecto: el pH, la salinidad, la temperatura, la luminosidad, y sobre todo el contenido del medio en materias orgánicas y población microbiana total son decisivos.

Finalmente, hay ocasiones en que las microbacterias *Myc. tuberculosis*, responsables de la tuberculosis, pueden constituir problemas en las aguas de efluentes de sanatorios en los que la polución puede alcanzar, según los investigadores, 10 000 gérmenes/ml.; y llegar en los fangos a 100 000 gérmenes/ml. Tales gérmenes pueden sobrevivir en un medio marino contaminado.

Otras bacterias que pueden existir en las aguas litorales, permanente o esporádicamente son:

Las *Leptopires*, de la familia de las *Spheropharacae* anaerobias y agentes de las supuraciones pulmonares graves, que pueden contraer los bañistas o los marinistas si sus vías aéreas son accidentalmente invadidas por las aguas contaminadas.

Las anaerobias pútridas: *Welchia* y *Clostridiacae* que son extremadamente resistentes, y frecuentes en los fangos y en el plancton de las proximidades de puertos.

La *Pl. tetani*, responsable del tétano y gangrenas son también frecuentes en el litoral, sobre todo en los fangos.

Las: *Chromobacteriae*, el bacilo de Whitmore responsable de la melioidosis, las *Flavobacterium* y *Chromobacterium Violaceum*, que dan lugar a enfermedades septicémicas bien estudiadas en las regiones tropicales, y especialmente a las profesionales de pescadores consecutivas a inoculaciones accidentales en medio marino contaminado.

Y el *Cl. Botulinum*, E., extendido sobre todo en Suecia y las costas del Báltico, y que según Johammssen parece debido a una contaminación terrígena permanente causada por *stocks* de patatas.

En cuanto a los virus, son los trabajos muy recientes los que han demostrado la frecuencia de los *Enterovirus* en las aguas de alcantarilla así como su paso a las masas litorales receptoras.

Los principales de estos *Enterovirus* son: el *Poliovirus*, el *Coxsackie*, el *Reo Virus* y, finalmente, el grupo responsable de la hepatitis epidémica.

Y lo peor de este descubrimiento es que se ha llegado al convencimiento de que los tratamientos actuales de las aguas residuales son insuficientes para neutralizar, o eliminar, todos estos virus patógenos.

Además, todos estos virus son notablemente más resistentes al cloro que los *Escherichia*, y, además, según el especialista CLARKE y sus colaboradores, pueden llegar a la cifra de 5.000 virus/litro y estar en proporción de un virus por 65 000 coliformes.

El doctor COIN y sus colaboradores llegan a conclusiones parecidas.

La supervivencia de estos virus en las aguas marinas, mayor con temperaturas bajas, está ampliamente asegurada.

Los parásitos: animales o vegetales, y sus huevos también aparecen en las aguas litorales.

Especialmente los champignons inferiores de los que algunos son patógenos, tales como *Saccharomyces*, *Trichosporon*, *Trychophyton*, *Actinomyces* y *Blastomyces*.

Un especialista, SHINANO, ha demostrado en 1962 que algunas de estas levaduras se desarrollan mejor en medios marinos que en los de agua dulce.

Los parásitos animales: *Ascaris*, *Oxiuros*, *Quistes*, son más raros sobre todo en las costas atlánticas.

El proceso de autodepuración, que se hace mediante el estudio de las curvas de crecimiento de las bacterias heterotrofas, está influenciado por: la temperatura pH, iluminación y salinidad.

Esta última es la que corresponde a un medio diluido o pobre que está desprovisto de cualidades nutritivas (3,3 a 3,8 por 100), con excepción de ciertas zonas privilegiadas.

Las materias orgánicas en disolución o suspensión y que suelen medirse en nitrógeno pueden llegar a 0,30 mg./l.

Las aguas litorales contienen siempre más materia orgánica que las de alta mar y tienen variaciones estacionales con porcentajes más bajos en invierno.

Las moléculas de un diámetro inferior a 10^3 microns de dicha materia orgánica, y las soluciones coloidales integradas por partículas que oscilan entre 0,003 a 0,1 microns pasan a través de los filtros.

En general, el agua del mar es un medio diluido en el que las materias orgánicas no pueden pasar de 10 mg./l. Y se admite que el 40 por 100 de la masa disponible de esta materia orgánica participa solamente en el desarrollo del ataque microbiano, siendo oxidado el 60 por 100.

La reserva alimenticia del medio submarino que puede interesar al mundo microbiano está constituida por carbono, nitrógeno; proteico, amoniacal, de nitratos y de nitritos, así como compuestos ternarios variados.

Por consiguiente, la importancia de la población microbiana está forzosamente ligada a las cualidades nutritivas del medio receptor, por lo que si el agua del mar es suficientemente rica, puede permitir (aun filtrada) una rápida multiplicación de las bacterias.

No solamente cuenta la cantidad de sustancias nutritivas, sino su calidad, ya que cada especie microbiana requiere factores esenciales a su desarrollo. O sean las equivalentes a las vitaminas para el hombre.

Las bacterias pueden comportarse según las concentraciones salinas y pueden dividirse en: *Halófilas*, que no suelen prosperar por encima de un 2 por 100 de ClNa; las *Halófilas débiles*, que pueden admitir dosis entre 2 y 5 por 100; las *Halófilas moderadas*, que requieren de 5 a 20 por 100; y las *Hiperhalófilas*, que exigen de 20 a 30 por 100 de sal.

Las *Klebsiella*, los *Estafilococos fecalis*, y las *Clotridiacæ* se benefician de la salinidad, la cual no es un factor microbicida sino que juega un papel selectivo.

El pH marino, mantenido generalmente entre 7,5 y 8,8, es muy favorable al desarrollo de las bacterias patógenas y a la supervivencia de los enterovirus.

La temperatura juega también su papel según se trate de zonas templadas, con aguas entre + 13 y + 18° C. según las estaciones, o de zonas cálidas en que la temperatura oscila entre 23 y 25° C., o de zonas frías entre 4 y 1° C. y aun bajo cero. Pero tampoco ésta temperatura es un factor microbicida.

En cambio, la luz sí lo es si bien su actividad no se ejerce más que a débiles profundidades. A pocos centímetros de la superficie (teóricamente a 2,5 m. como máximo) puede provocar la desaparición de algunas bacterias.

Tan pronto como un agua residual llega a la costa empieza a sufrir una autodepuración por factores físicos: adsorción, sedimentación, dispersión, dilución, luz y temperatura. Y por otros químicos: salinidad, oxígeno y carencias. Y por factores biológicos: Predadores, Plancton y concurrencia vital.

La adsorción que pueden producir las partículas orgánicas o inorgánicas en suspensión, en proporción superior a 0,2 a 2 p.p.m., puede producir depósitos capaces de contener hasta 18 por 100 de materia orgánica, y en los que las bacterias encuentran los elementos necesarios a su multiplicación. Ésta adsorción puede llegar a 94 por 100 de media y las investigaciones señalan que la adsorción en los enterovirus puede llegar a 99 por 100.

Los fenómenos de dilución y dispersión son caprichosos como consecuencia de las diferencias de salinidad entre las aguas de los efluentes y las marinas, y el carácter irregular y cambiante de las corrientes, tanto superficiales como profundas, verticales u horizontales, vientos, evaporaciones y mareas que afectan a las masas oceánicas.

Hoy día se puede tener una idea bastante ajustada de esta irregularidad en la dispersión de las aguas mediante el empleo de trazadores coloreados o productos radiactivos.

Para el conocimiento y estudio de las corrientes marinas empieza a emplearse la fotografía aérea.

Con ella se consigue un verdadero dibujo de la situación de las tarjetas utilizadas en los ensayos dentro del área de la fotografía, que puede ser: o muy amplia, o reducida pero con períodos más cortos.

Tal es el sistema empleado en la costa del Pacífico del Canadá, según WALDICHUK (de la estación biológica de Nanaimo, en la Columbia Británica de aquel país) desde 1950 para el estudio de los vertidos residuales en la ciudad de Vancouver, con población vertiente de unos 500 000 habitantes. Los sólidos en suspensión de los efluentes aportados por el río Fraser, que oscilan entre 10 mg./l. en bajos caudales a 230 mg./l. en tiempo lluvioso y que están integrados por arenas finas y cieno en

suspensión coloidal con partículas de arcilla, han sido observadas por este sistema que demostró la necesidad de un dique al norte del Canal que lleva al estrecho de Georgia, desde la planta del tratamiento de Iona-Island. Los análisis periódicos realizados desde que comenzó a funcionar dicha planta en 1963, han demostrado que las altas concentraciones en *E. coli* (hasta 15 000 N.M.P. en 100 ml.) han quedado confinadas en el área sur (no recreativa) del dique y no son transportadas a las zonas de baños del puerto de Vancouver. El sistema se ha extendido a la bahía de Córdoba, al norte de la ciudad de Victoria, con el empleo de tarjetas de papel más consistentes espolvoreadas de aluminio y pintadas.

Como el porcentaje de materias flotantes en las costas viene a constituir uno de los más importantes criterios de evaluación de la eficacia de los tratamientos de los efluentes, es interesante estimular los procedimientos de determinación de estas materias flotantes, bien sea por el procedimiento desarrollado en California por SCHEFFIG y LUDWIG de Oakland, o por otros similares.

Y hasta los técnicos las han reflejado en fórmulas matemáticas a base de numerosos parámetros (MASCHE y THOMAS, principalmente, en 1962).

Otros, sin embargo, como FUKUDA en 1964, niegan que haya leyes generales aplicables, sino solamente casos particulares.

El efecto microbicida de la luz con sus radiaciones comprendidas entre 2.100 y 2.960 Å, solamente se ejerce en algunos centímetros de profundidad y contando que la turbiedad de las aguas puede absorber el 40 ó 50 por 100 de esas radiaciones.

Pero al propio tiempo la luz actúa directamente sobre el compartamiento del plancton y, por tanto, sobre la densidad microbiana ligada al mismo.

La temperatura es, en general, poco favorable al desarrollo de las bacterias patógenas pero permite su vida.

De la salinidad ya se ha dicho que no es un factor bactericida pero sí ecológico de selección.

La cantidad de oxígeno disuelto en el agua del mar varía, según las zonas, con una media de 8 ml. de O₂/litro. Y es diferente de día y de noche. En la superficie se está a saturación y la concentración disminuye con la profundidad y se estabiliza hacia los 1.500 metros.

Si hay fenómenos de fotosíntesis puede llegarse a la sobresaturación.

Pero las bacterias consumen mucho oxígeno (según JOHNSON, de 2,8 a 185×10^{12} miligramos por célula y hora a 25°). Y con la materia orgánica, se pasa de consumos de 10 a 378 por 100 del valor inicial.

Esta actividad microbiana empobrece el medio en O₂ y rebaja el potencial Redox. Ella es tributaria de la riqueza en materia orgánica y, a su vez, es tanto más abundante en cuanto la vida vegetal o animal es más intensa.

En algunos casos de vertidos industriales, tales como: detergentes, antisépticos, etcétera, puede aumentar la mortalidad de las bacterias; pero, por el contrario, estos productos son perjudiciales a la faunay flora marina.

A veces, se producen poluciones por causas específicas. Tal fue el caso de los desastres de la bahía de Minamata (Japón, en la isla de Kyuschu) con la epidemia de 1956, que se consideró producida por el consumo de los peces y moluscos pescados en dicha bahía.

KATSURO IRUKAYAMA ha dado a conocer los resultados de los estudios practicados antes y después de entrar en servicio la planta de tratamiento que en 1960 se obligó a construir a la Factoría, que en las proximidades de la bahía producía

clorovinilo, acetaldehído y ácido sulfúrico. Y que da lugar a concentraciones de mercurio de hasta 15 a 20 mg./l. en el efluente de la misma.

Este mercurio era el que se acumulaba directamente en los peces y moluscos de la bahía y causaba las epidemias con bastante mortalidad.

En cuanto a las "carencias", basta decir que tan pronto como el agua marina se enriquece de materia orgánica se acusa el crecimiento de las bacterias patógenas. Bastan dosis mínimas de 20 a 30 mg./litro.

Los Predadores son del grupo de animales micrófagos cuya alimentación, al menos en parte, está basada en los microbios que han transformado la materia orgánica, y en parte también en partículas varias cargadas de bacterias. Como filtran y absorben los sedimentos, se les llama también "limívoros", o comedores de fangos.

Son de dos tipos: el Benthos y el Pelagos.

El BENTHOS está siempre próximo al fondo sin separarse de él.

Los PELAGOS, por el contrario, están en plena masa acuática.

Los primeros (celentéreos y moluscos, principalmente), filtran cantidades considerables de agua y fango (30 a 40 l./día por cada individuo); se cargan de bacterias, algunas de las cuales consumen y otras conservan.

Tanto el Fitoplancton, que absorbe bacterias, como el Zooplancton, herbívoro que también absorbe las exoplanctónicas con su alimento, al desplazarse obedeciendo a las corrientes, mareas, etc., contribuyen a la dispersión de los agentes patógenos.

Este es el caso de la enorme producción causada en Groninga (en el norte de Holanda) con la descarga por canales en el estuario de Eems, de las aguas cargadas de tallos y restos de patatas procedentes de las grandes industrias agrícolas de la cuenca litoral, que equivale a 13 000 000 de habitantes (1 l.e. = 35 gr. de B.B.O.).

Después de seis años de investigaciones (según afirma EGGINH) se ha construido un modelo matemático, basado en el de STOMMEL, para hallar la difusión longitudinal y calcularla con ayuda de un computador y las cifras del contenido de cloruro.

La creencia de que en las áreas de los futuros puntos de descarga por tuberías submarinas el porcentaje de reacción sería más alto que el obtenido en los cálculos, han sido comprobados en laboratorio. Y hoy parece posible predecir el contenido de oxígeno en los puntos de descarga a prever calculando los coeficientes de difusión longitudinal, la reaireación y la degradación.

El empleo de los modelos hidráulicos reducidos para el estudio de los problemas de polución de los estuarios, aumenta rapidísimamente. Y ello pese a que siendo dichos estuarios unos complejos de voluble interrelación entre el no uniforme, flujo superficial, a causa del movimiento superficial, y el flujo fresco de los ríos afluentes, y a los importantes efectos viscosos que alteran las velocidades de distribución y los procesos de mezcla laterales y longitudinales, no es posible establecer una acertada semejanza, pues los factores de falseamiento pueden llegar, normalmente, de 10 a 1.

A veces es interesante estudiar la influencia de las fibras celulósicas que se depositan en el fango residual, en la demanda de oxígeno que puede llegar a producir muerte de peces o alteraciones bióticas del agua, tal como han hecho STRAIN y DENISON, en Hoodspout (Washington). Tal es el caso típico de la costa española en la playa de Suances (Santander), como consecuencia del vertido de fibras celulósicas de una gran factoría, y químicas de otra también importante.

Las investigaciones que actualmente se llevan a cabo para estudiar las relaciones entre el plancton y los virus platógenos, no permiten aún conclusiones acertadas.

Algunos autores americanos han descubierto una actividad antibacteriana de al-

gunas algas más evolucionadas que flotan en el mar de los Sargazos, y que llaman SARGASSUM al constatar que en sus niveles las poblaciones microbianas disminuyen mucho.

Se ha comprobado que un cierto número de elementos del fitoplancton producen sustancias que se oponen al cultivo de bacterias patógenas, tales como: ácido acrílico, terpenes, hidrocarburos y, a veces, derivados de la clorofila.

Hay algunas especies planctónicas que son tóxicas, especialmente la *Gonyaulax catalella*, que parasita los moluscos y los hace francamente peligrosos. Y, también, las especies *Taicontha*, *Digitale*, *Spinifera* y *Polyraunna* producen toxinas.

La concurrencia vital, a cargo de las especies privilegiadas de organismos que llegan a eliminar (o erradicar, como ahora se dice) las menos favorecidas, puede contribuir a la desaparición de las bacterias patógenas.

Los países van fijando cifras de salubridad, tratando de armonizar la opinión de los que ven exagerados los peligros de las poluciones y los que minimizan sus riesgos por hacer entrar en juego los procesos de la autodepuración y de la inmunidad, o no receptividad, de los bañistas.

Mientras en U.S.A. se exige que los coliformes no pasen de 700 por litro como cifra probable (N.P.M.), en Europa, menos exigentes, se admiten 7.000 col./l., o sea, diez veces más. Y solamente consideran peligrosa la zona de baños cuando la colimetría alcanza los 10 000 colis/litro.

Llaman, no obstante, mala, a la que contiene entre 5.000 a 10.000, y dudosa a la que oscila entre 500 y 5.000.

Se limita, no obstante, a 200 St. Fecalis por litro este testigo importante de contaminación fecal.

En general, en nuestro país y en otros muchos de Europa, la contaminación de playas y zonas litorales frecuentadas es muy superior a las normas americanas y europeas.

Baste examinar los estudios que viene haciendo Barcelona, cuyos interesantes trabajos realizados por su servicio sanitario, con la destacada intervención de nuestro compañero el Ingeniero JOSA CASTELLS, para estudiar la contaminación de la costa por las aguas residuales vertidas directamente y sin emisarios submarinos, y que han demostrado que para encontrar aguas libres de contaminación de *E. coli* es preciso alejarse 5 millas (8 Km.), pues a distancias de 2 millas (3,2 Km.) existe dicho coli en 10 ml., según SUÑER y PIÑOL.

Las especiales condiciones de la costa, falta de corriente muy uniforme en configuración y profundidad, lo que hace que a profundidades de unos 10 m. el fango depositado es muy estable y, relativamente, no afectado por los movimientos superficiales del agua, conducen a resultados difícilmente extrapolables a otros lugares costeros del país.

Modernamente, se están aplicando, también, trazadores de isótopos radioactivos. Especialmente en Dinamarca, los centros de isótopos daneses y suecos en colaboración, han empezado en 1964 a estudiar el resultado de vertidos por emisarios submarinos en el estrecho de Sund, que tiene una pronunciada densidad de gradientes en la transición entre el agua fresca del Báltico y las salinas del mar del Norte (Harremoes).

Y si ello es peligroso de un modo general, mucho más lo es en aquellos lugares de centros de cura heliomarina y de criaderos de moluscos destinados a ser comidos en crudo, que tan abundantes son en nuestro país.

La Talasoterapia, que hoy está tan extendida a una gran variedad de enfermedades y a la reeducación de enfermos e inválidos, bien merece una mayor atención a la pureza de las aguas.

Estos centros de cura están llenos, lógicamente, de enfermos y convalecientes, o sea, de portadores de virus. El peligro de contaminación está acrecido y es obligado prestar mucha más atención a tratamiento y vertido de sus aguas residuales.

Ello aparte de que, generalmente, los enfermos de estos centros suelen tener menos resistencia y mayor sensibilidad a las enfermedades microbianas, especialmente a las virosis.

La mayor parte de los estudios realizados los últimos treinta años sobre la peligrosidad del coquillaje y de los moluscos (los llamados "fruits de mer") no eximen de recalcarlas.

La opinión de LI, en 1960, de que las ostras, almejas y sus similares poseían propiedades bactericidas y virulicidas (aireadas por la gran Prensa), es hoy día refutada por la epidemiología.

Salmonellas, Enterobacterias de todas clases, *St. fecalis* y Vibriones coléricos han sido aislados con gran frecuencia en estos frutos del mar.

El Dr. BURTHAUX ha insistido en que, aun sin ser portadores de gérmenes patógenos auténticos, estos coquillajes pueden producir trastornos enteríticos si se pasa de los límites de tolerancia en la dosis de gérmenes ingeridos.

Y que, aun en sujetos vacunados, no se puede estar seguro de evitar la agresividad de los gérmenes cuando las barreras inmunizantes son sobrepasadas por las dosis infectantes.

Incluso se han producido, como en Suecia, en 1956, y en Alabama, en 1961, epidemias de Hepatitis, como consecuencia del consumo de ostras infectadas.

Y también se ha demostrado que el virus terrible de la Poliomiелitis se halla, y concentrado con todo su potencial patógeno, en los moluscos, destruyendo así la opinión sobre el poder bactericida de éstos.

Y aun contando con instalaciones depuradoras en ciertas áreas, como, por ejemplo, la de Los Angeles y su zona metropolitana, en la que, según HUMIE y GABER (de la instalación de Hyperion en dicha zona), la bahía de Santa Mónica recibe diariamente unos 295 000 Kg./día (650 000 libras/día) de sólidos digeridos, pueden presentarse problemas pese al tratamiento de digestión anaerobia, tamizado posterior y vertido en emisario submarino a 11,2 Km. (7 millas) de la costa, y a 92 metros (300 pies) de profundidad.

También es interesante prestar atención al procedimiento de la osmosis inversa, ya utilizada hace años en la desalinización del agua del mar para el tratamiento de aguas residuales, preconizado por MARTEN y BRAY, de la división atómica de San Diego de California.

En él, este agua filtrada es bombeada a presión de 14 a 35 Kg./cm.², a través de una membrana semipermeable.

Una de las principales ventajas del sistema es la de que los sólidos inorgánicos disueltos, y muchos orgánicos refractarios, quedan en el concentrado y el agua puede ser aprovechada mejor posteriormente que la obtenida de otros tratamientos.

No es frecuente el caso de pensar en un reciclaje de los efluentes marinos, tal como se practica en algunas zonas terrestres para realimentación de capas de agua subterránea.

No obstante, hay investigaciones, como la de SANKS y KAUFURAN, de la Universidad de Berkeley en California, a base del empleo de resinas macroreticulares que, por tener menor pérdida de capacidad de sus poros que las convencionales, pueden emplearse más económicamente en la desmineralización de las aguas residuales sometidas a tratamientos primarios y secundarios; los que, si bien efectúan una gran reducción en materias disueltas y en suspensión, pueden incrementar los contenidos inorgánicos.

Es, por tanto, cada día más necesario seguir realizando investigaciones prácticas en colaboración, pero al margen de los estudios de microbiología pura sobre:

1.º Difusión de las contaminaciones sobre el medio marino, tanto en alta mar como en los fondos; tanto en los animales como en el plancton, y tanto en cuanto a especies patógenas como en cuanto a virus.

2.º Es preciso intensificar la vigilancia y control de las estaciones depuradoras costeras, a medida que se vayan construyendo, para conocer en todo momento las calidades de los efluentes.

3.º Es conveniente una intervención de los Laboratorios en la vigilancia de los proyectos de instalaciones depuradoras, sobre todo en las de cura heliomarina.

4.º Es necesario realizar frecuentes encuestas epidemiológicas entre ingenieros e higienistas y microbiólogos experimentados, y desarrollar la difusión de las mismas a través de los organismos sanitarios nacionales e internacionales.

5.º Es necesario emplear los métodos más modernos contra los virus, aunque no sean los más económicos.