

LA CONTAMINACION POR AGUAS RESIDUALES  
EN EL LITORAL NE DE LA CIUDAD DE LAS  
PALMAS DE GRAN CANARIA.

Leopoldo O'Shanahan Roca

# LA CONTAMINACION POR AGUAS RESIDUALES EN EL LITORAL NE DE LA CIUDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA.

Leopoldo O'Shanahan Roca, Biólogo del Centro de Tecnología Pesquera. Excmo. Cabildo Insular de Gran Canaria.

## INTRODUCCION

Es evidente la preocupación por el problema de la contaminación por aguas residuales del litoral marino. Autoridades políticas, sanitarias y científicas, además de la opinión pública, así lo manifiestan.

Esta preocupación, a nivel científico, se refleja en innumerables trabajos relativos al impacto ecológico y sanitario que este tipo de contaminación produce, lo que ha traído como consecuencia -- que entidades de rango internacional como la Organización Mundial de la Salud (OMS) y las Naciones Unidas a través del Programa para el Medio Ambiente (PNUMA) propicien la convocatoria de reuniones internacionales de expertos en la materia en las que se revisan los métodos microbiológicos de estudio del nivel de contaminación de -- las playas de baño y otros lugares de recreo y los métodos de tratamiento estadístico de los datos obtenidos en cada punto de estudio (estación de toma de muestras) durante un período de muestreo, con objeto de obtener diagnósticos fiables y duraderos del nivel de contaminación.

Es opinión generalizada que el mar, al recibir la descarga fecal de las aguas residuales urbanas se convierte de esta manera en un difusor y un reservorio de la amplia gama de microorganismos (virus, bacterias, levaduras, hongos y parásitos).

A pesar de los mecanismos de autodepuración de las aguas marinas y que se podrían definir brevemente como una serie de procesos biológicos y físico-químicos (depredación de los microbios fecales por bacterias marinas y animales filtradores, acción de los bacteriofagos, acción de la luz ultravioleta, dilución, dispersión, sedimentación, etc.) que tienden a la desaparición de la carga contaminante, los microorganismos poseen una cierta capacidad de supervivencia (Brisou & Denis, 1978). Así, cuando se produce la sedimentación mediante la adsorción de los microbios de origen fecal sobre partículas sólidas, estos no van a desaparecer, a ser eliminados, sino que quedarán en condiciones viables en el sedimento en donde se irán acumulando y del que podrán ser movilizados de nuevo hacia el



medio líquido.

Por lo tanto, una fuerte carga microbiológica constante puede llegar a superar la capacidad de autodepuración del mar. De esta manera, los microorganismos patógenos acceden a los lugares de baño, a los criaderos de mariscos, al ambiente aéreo de las poblaciones próximas al litoral contaminado a través de los aerosoles marinos ("spray"), retornando o pudiendo retornar a la cadena epidemiológica humana.

Trabajos de investigación han demostrado que algunos tipos de enfermedades infecciosas: hepatitis, afecciones gastroenterológicas, afecciones del área ORL y ocular, etc. pueden ser contraídas por el baño en sistemas acuáticos contaminados por aguas residuales y no solamente a través de la ingestión de moluscos contaminados. Los aerosoles de aguas fecales (por ejemplo los que se producen en zonas del litoral influidas por algún colector) contribuyen también a la transmisión de estas enfermedades.

Las formas de retorno de los patógenos contenidos en las aguas fecales vertidas al mar y de este hasta el huésped ideal (el ser humano) son, pues, claras: el baño, la permanencia sobre la arena húmeda de las playas contaminadas y la ingestión de seres marinos contaminados o insuficientemente depurados. La inhalación frecuente o constante de aerosoles contaminados podría ser otra de las vías.

Existe aún otro aspecto relacionado con lo que se acaba de exponer y que algunos autores han estudiado, el de las bacterias resistentes a los antibióticos que pasan al medio marino a través de las aguas residuales. Según Geldreich (1974-75), el aumento del uso intensivo de los antibióticos en clínica a lo largo de las últimas décadas, así como la utilización de pequeñas cantidades de antibióticos que se añaden a la dieta de animales con objeto de mejorar o acelerar el crecimiento, ha favorecido la aparición de una mayor proporción de bacterias coliformes fecales que han desarrollado resistencia a los antibióticos. Experimentalmente se ha demostrado que los coliformes fecales pueden transferir sus factores de resistencia (los llamados factores R) a las bacterias patógenas (Salmonella, Shigella) al coexistir en los medios naturales. Uno de los autores citado por Geldreich (Smith, 1970-71) ha demostrado que en las aguas del litoral contaminado de las grandes ciudades ha aumentado el número de bacterias resistentes a los antibióticos.

De esta manera, el no despreciable riesgo para la salud pública constituido por las bacterias patógenas vertidas a las aguas residuales y al litoral marino y que, por un mecanismo u otro, pueden

acceder de nuevo hasta el entorno humano, se ve aumentado por el hecho de que tales patógenos sean además resistentes a los antibióticos de uso común en clínica, con la consiguiente dificultad que ello acarrea para el tratamiento de las infecciones.

### Los vertidos de aguas residuales en el litoral NE de Las Palmas de Gran Canaria.

El municipio de Las Palmas de Gran Canaria, con unos 400.000 habitantes, vierte una considerable parte de sus aguas residuales urbanas de forma directa (sin emisario submarino) y sin tratamiento de depuración a través de una serie de vertidos situados a lo largo de la Avenida Marítima del Sur, entre las playas de Alcaravaneras y de La Laja (Fig.1).

En total, el Municipio consume diariamente unos 50.000 m<sup>3</sup> de aguas de abasto público y la Central Depuradora municipal situada en Barranco Seco, realiza el tratamiento de solamente unos 7.000 m<sup>3</sup> diarios.

Si se tiene en cuenta que los barrios periféricos (Tafira, Tamaraite, Marzagán, etc.) no vierten sus aguas residuales en el litoral NE de la ciudad y otros factores como pueden ser posibles pérdidas en la red de saneamiento, unos 30.000 m<sup>3</sup> de aguas sin depurar se vierten diariamente a través de los vertidos indicados, algunos de los cuales se pueden observar en las fotografías aéreas que se adjuntan.

Inclusive, a través del vertido situado en la desembocadura del antiguo Barranco de Guinguada se expulsan unos 1.700 m<sup>3</sup> diarios de lodos activados procedentes de la Central Depuradora, la cual realiza un drenaje constante de los mismos, al no tener capacidad suficiente para su tratamiento posterior. Es decir, que parte de los lodos activados obtenidos de la depuración de esos 7.000 m<sup>3</sup> diarios que la Central trata, son también vertidos al mar y al ser muchísimo más concentrados en cualquier contaminante que las propias aguas residuales, su impacto contaminante ecológico y sanitario es muchísimo mayor.

Como consecuencia de esta situación y como es fácilmente observable (ver Fotografías), toda la franja del litoral comprendida entre las playas de Alcaravaneras y La Laja se encuentra permanentemente contaminada por estas aguas residuales, con los consiguientes deterioro estético y riesgo sanitario, ambos conceptos considerados igualmente indeseables por la OMS (WHO, 1975).

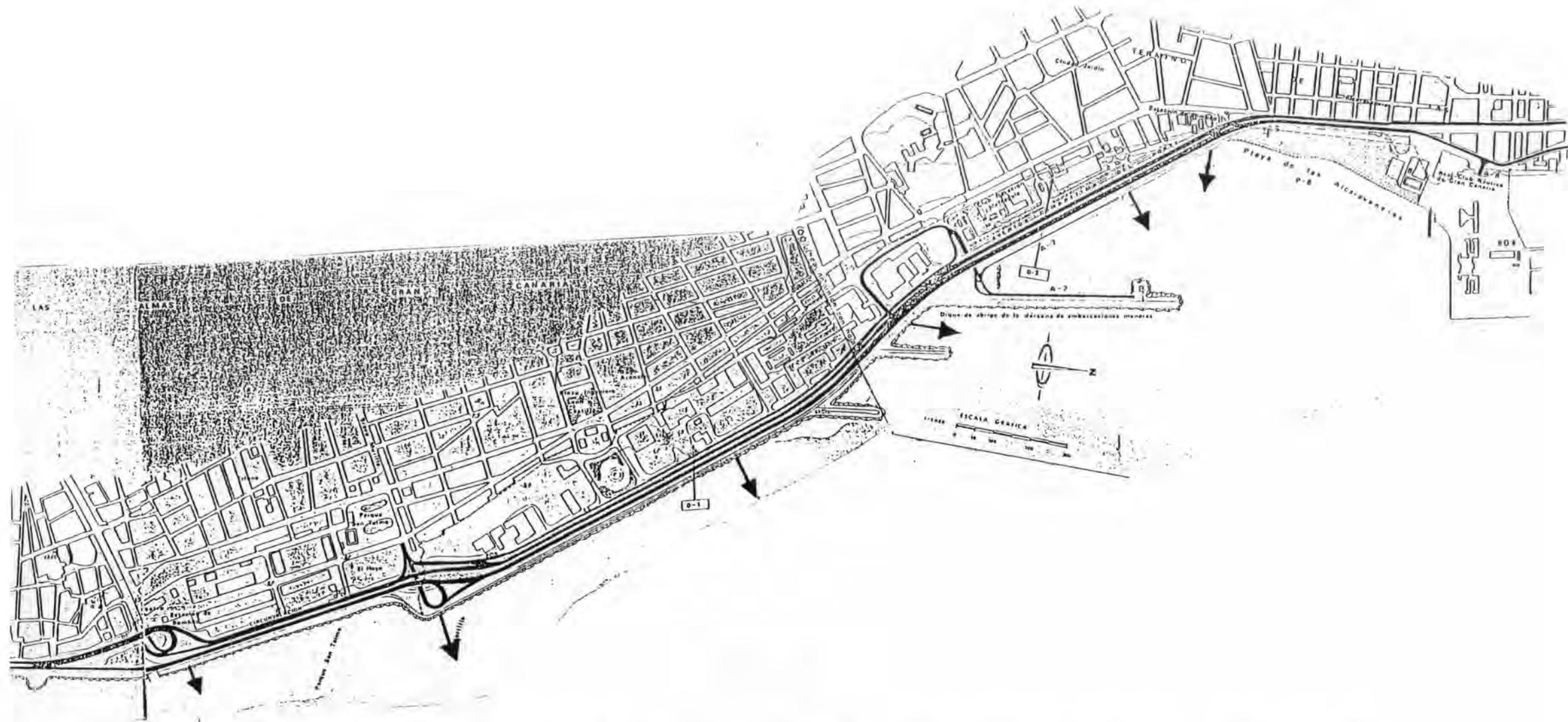


Figura 1. Situación de los vertidos de aguas residuales (flechas) en la Avenida Marítima de Las Palmas de Gran Canaria, en el sector comprendido entre la Playa de Alcaravaneras y Barranco de Guiniguada.

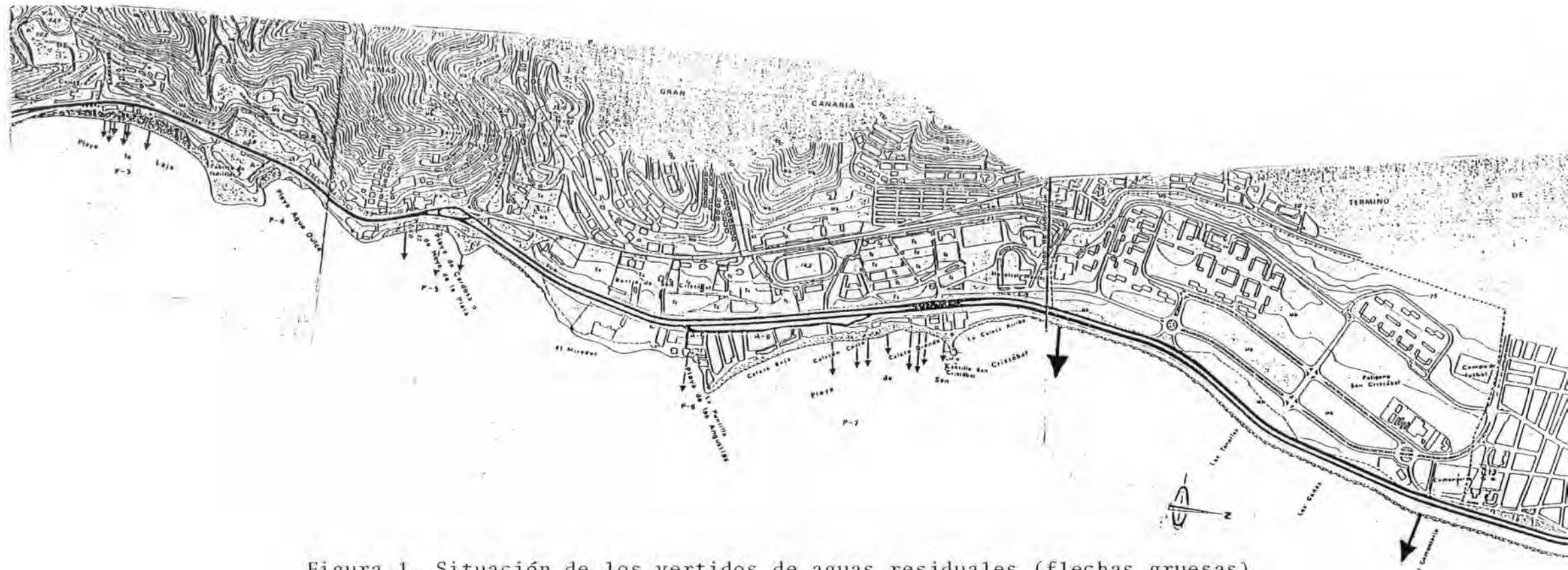


Figura 1. Situación de los vertidos de aguas residuales (flechas gruesas) en la Avenida Marítima de Las Palmas de Gran Canaria. Sector comprendido entre Barranco de Guinguada y playa de La Laja. Las flechas pequeñas corresponden a vertidos de menor entidad.

Toda la zona, cuyo límite continental está cubierto en gran parte por la Avda. Marítima, es muy habitada, muy transitada por paseantes, deportistas, ocupantes de automóviles y muy utilizada como zona recreativa. En este aspecto, los máximos exponentes son las dos playas citadas en las que la acción perjudicial de las aguas residuales vertidas se manifiesta, además de en el aspecto ecológico, en el aspecto sanitario ya que ambas playas son de gran utilización social y el recurso recreativo vacacional casi exclusivo de amplios sectores de la población.

Esta repercusión sanitaria negativa se puede extender a toda la longitud de la Avenida, en donde se ha constatado un determinado nivel de polución biótica aérea debido a los aerosoles que se producen por efecto del viento y del oleaje, aerosoles cuya fuente hídrica son las aguas marinas fuertemente cargadas de microbios fecales procedentes de las aguas residuales vertidas.

En cuanto hasta donde alcanzarían los efectos de la gran mancha contaminante, algunos indicios y casi de la observación visual se podría deducir, es posible que sea hasta la Central Potabilizadora de Jinámar, e inclusive más hacia el Sur.

#### Algunos aspectos sanitarios del vertido al mar de las aguas residuales urbanas.

Antes de entrar a exponer el resultado de algunos estudios realizados en la zona, es conveniente examinar brevemente algunos aspectos relativos al problema o riesgo sanitario que el vertido de las aguas residuales sin depurar induce en el entorno humano.

Según los ya citados Brisou & Denis (1978), las aguas residuales urbanas contienen todo lo que la "fantasía" de los habitantes de una población permite ser arrojado por los desagües de las viviendas, hospitales, industrias urbanas (tintorerías, imprentas, etc.), mercados, mataderos, gasolineras, etc. La carga exógena que los vertidos pueden aportar a los sistemas acuáticos receptores va desde detergentes, aceites, insecticidas, metales pesados, materia orgánica disuelta y particulada hasta todos los microorganismos representantes de la patología humana y la propia flora microbiana comensal.

Con respecto a los microorganismos, en las aguas residuales se pueden encontrar los cinco grandes grupos siguientes: Virus, Bacterias, Levaduras, Hongos y Parásitos (huevos, quistes y larvas).

Para los objetivos de este informe no es preciso entrar en detalles acerca de estos microorganismos. Piénsese que desde los virus de la hepatitis, de las enfermedades respiratorias, de los cuadros gastroenterológicos, hasta de las levaduras responsables de las candidiasis, vulvovaginitis, pasando por bacterias como Salmonella, Shigella, Vibrio, Mycobacterium, etc. caben un gran número, por no decir la totalidad de los microbios patógenos para el hombre y otros animales.

Los autores ultimamente citados desarrollan además un esquema sobre las enfermedades propias de la estación veraniega en los usuarios de las playas y otros ambientes recreativos del litoral. Las temporadas veraniegas son propicias de por sí al establecimiento de varios tipos de enfermedades en los veraneantes debido, y siempre según los autores, a que los individuos realizan un régimen de vida y alimentación hasta cierto punto diferentes a las habituales: baños e inmersiones prolongados, ingestión de alimentos poco comunes en la dieta habitual, etc. Esta situación se agrava si el entorno: el agua de la playa y la propia arena en la que se permanece mucho tiempo, están contaminados por vertidos de aguas residuales.

En muchos casos estas aguas y arenas van a ser el vehículo de inoculación o contagio de diversas enfermedades.

Brevemente, la clasificación establecida por Brisou & Denis es la siguiente:

1. Afecciones cutáneo-mucosas: enfermedades de la esfera ORL y ocular y afecciones genito-urinarias.
2. Enfermedades del aparato respiratorio.
3. Manifestaciones febriles polimórficas.
4. Hepatitis.
5. Afecciones gastroenterológicas.

No se entra en detalles sobre estos cinco puntos expuestos, pero sí es conveniente insistir en la idea de que se ha demostrado plenamente por numerosos trabajos científicos realizados durante varias décadas atrás, que a través del baño en aguas contaminadas por aguas residuales se puede adquirir enfermedades como la hepatitis o gastroenteritis.



Estudio de la contaminación en el litoral NE de Las Palmas de G.C.

A lo largo de los últimos años, el Laboratorio de Bacteriología del Centro de Tecnología Pesquera del Cabildo Insular de Gran Canaria ha realizado estudios sobre los efectos de los vertidos de aguas residuales en las playas de Alcaravaneras y La Laja, así como en el aire de la Avda. Marítima.

Entre Noviembre de 1978 y Octubre de 1979 se estudiaron por primera vez las dos playas citadas (Programa Básico de Litoral, 1980).

Durante 1981, se realizó un estudio de un ciclo anual completo en las playas de Alcaravaneras y La Laja cuyas conclusiones parciales se presentaron al VIII Congreso Nacional de Microbiología, Madrid, 1981 (O'Shanahan, 1981)

Entre 1982 y 1983 se continuó estudiando la zona de playa de Alcaravaneras y Muelle Deportivo en la que se estudiaron los parámetros clásicos de contaminación fecal, coliformes fecales (CF), estreptococos fecales (EF) y la presencia de patógenos Salmonella y Vibrio cholerae, cuyas conclusiones se presentaron en el X Congreso Nacional de Microbiología (Valencia, 1985). (O'Shanahan et al. 1985).

En 1984 se realizó un estudio bacteriológico de los aerosoles marinos que se producen por efecto del fuerte oleaje y el viento en un punto de la Avda. Marítima muy característico respecto de este fenómeno, a la altura de la c/ Bravo Murillo. (O'Shanahan et al., 1984).

Finalmente, durante todo el año anterior, 1985, se completó de nuevo un ciclo anual de estudio en la zona del Muelle Deportivo, en donde se determinaron CF, EF y Salmonella. Parte de la experimentación de este estudio está todavía en vías de realización.

Métodos analíticos.Análisis bacteriológicos.

Se ha seguido la metodología clásica de determinación de parámetros de contaminación fecal.

La valoración de coliformes totales y fecales mediante la técnica de los tubos múltiples -NMP según APHA (1975).

La valoración de coliformes fecales y totales y estreptococos fecales mediante la técnica de las membranas filtrantes según APHA (1975) y OMS-PNUMA (1983 a, b, c).

Salmonella se ha determinado mediante enriquecimiento en caldo RV (Vassiliadis et al., 1981) sin preenriquecimiento, seguido de si-

embra sobre agares de Bismuto Sulfito, Verde Brillante y Hektoen--Enteric, KIA y API 20E. Se realizaron pruebas serológicas según el esquema de Kauffmann en el Lab. de Microbiología de la Residencia Sanitaria N.S. del Pino.

Vibrio cholerae se determinó según el esquema de Müller (1980) mediante enriquecimiento en agua peptonada alcalina, agar de TCBS y KIA y determinación bioquímica mediante API 20E. Se realizaron pruebas de aglutinación en porta con antisueros específico en nuestro propio laboratorio.

#### Análisis estadístico de los datos bacteriológicos.

El estudio estadístico de los datos bacteriológicos se ha hecho según la metodología propuesta por Mujeriego et al. (1983) y WHO/UNEP (1983), que corresponde al modelo de la probabilidad logarítmico-normal a la que se ajustan un grupo de datos bacteriológicos.

El método consiste en , dado un grupo de datos, se agrupan de forma creciente y se asimila a cada uno de ellos el valor de una frecuencia acumulada (F) según la expresión:  $F=i.100/n+1$  (donde  $i$ = nº de orden del dato y  $n$ = número de datos). Con los pares de valores así obtenidos se obtiene una recta de regresión de la que se deducen los estadísticos siguientes: CF 50, CF 84 y CF 90; EF 50, EF 84 y EF 90 que son las concentraciones de coliformes fecales (CF) y estreptococos fecales (EF) no excedidas en el 50% (media), 84% y 90 % de las muestras. Los valores de CF 50 y CF 90 y los de EF 50 y EF 90 obtenidos para cada punto de muestreo se comparan con los límites de calidad bacteriológica establecidos por OMS-PNUMA para aguas de recreo para verificar si la estación estudiada satisface o no la calidad microbiológica. Además se obtiene la desviación típica de ese grupo de concentraciones mediante la fórmula:  $s=Ln CF 84 - Ln CF 50$ . Del valor de la desviación típica (s) se puede establecer si esta calidad bacteriológica es estable o variable, es decir si la estación de muestreo estudiada está sometida a fluctuaciones en su nivel de contaminación debido a la mayor o menor proximidad de los vertidos que la influyen, variación de la dirección del viento y por tanto de las corrientes superficiales marinas que alejan o acercan la contaminación fecal, variación en el caudal del vertido, etc.

#### Criterio de calidad microbiológica.

La OMS y PNUMA han adoptado para definir la calidad microbiológica de una estación de estudio, y es el criterio que hemos seguido; los siguientes límites que no deben sobrepasarse:

CF 50= 100 Coliformes Fecales/100 ml y CF90=1000 C.Fecales/100 ml

Resultados y Discusión.Zona de la playa de Alcaravaneras y Dársena de Embarcaciones Menores (Muelle Deportivo).

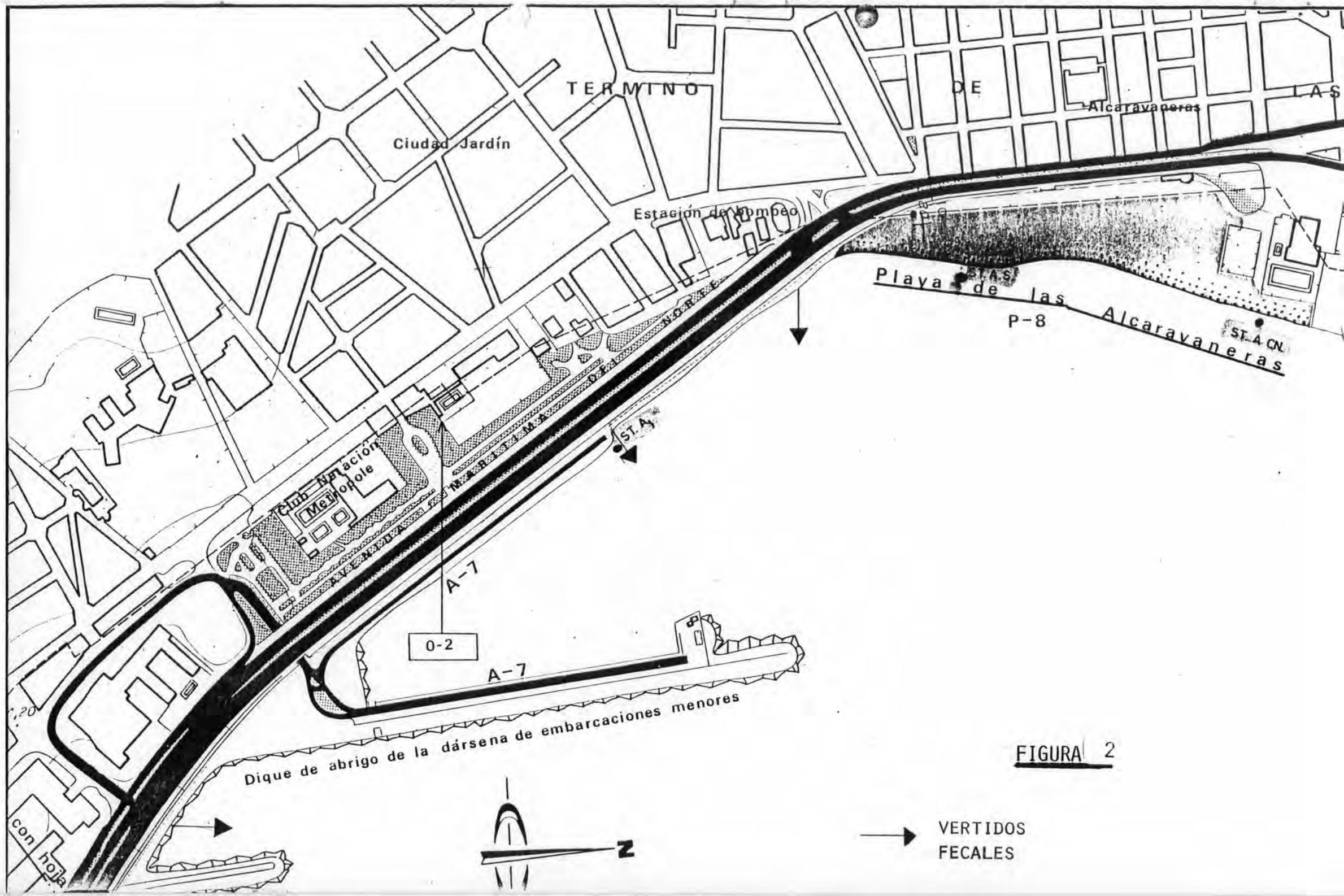
En la Figura 2 se observa la situación de los puntos de toma de muestra en la Playa de Alcaravaneras (St.A-S y St. A-CN) y en el interior del Muelle Deportivo (St. A<sub>1</sub>). Asimismo se puede observar la situación de los dos vertidos que más directamente afectan a esta zona.

A partir de los resultados que se expresan en el Cuadro I y en la Tabla 1 se puede deducir claramente la influencia de los vertidos situados al Sur de la Playa de Alcaravaneras en el nivel de contaminación fecal. Durante 1981 (Cuadro I) se detectaron niveles elevadísimos de Coliformes Fecales en toda la playa en el período Enero-Abril, en el que los límites de calidad microbiológica se rebasaron ampliamente, obteniéndose una CF 50 de 470 CF/100 ml y una CF 90 de 16.000 CF/100 ml en la ST.A-S y una CF 50 de 820 CF/100 ml y una CF 90 de 27.000 CF/100 ml para la ST.A-CN, coincidiendo con la aparición de temporales de viento de dirección SUR (DV).

Por el contrario, durante el período Abril-Diciembre de 1981 en todos los días de muestreo solamente se midieron vientos de componente Norte y, salvo alguna excepción, los valores de CF permanecieron bajos, de tal manera que los parámetros CF 50 (29 y 42) y CF 90 (220 y 400) se mantuvieron por debajo de los límites de calidad bacteriológica, lo que permitiría clasificar esta playa atendiendo al parámetro Coliformes Fecales como de Satisfactoria para el baño, durante este período del año.

Esta situación se repitió en los años siguientes. En 1982 se tomaron muestras durante el período Febrero-Julio en la ST.A-S y se obtuvo una CF 50 =57 CF/100 ml y una CF 90=370 CF/100 ml, similares a las obtenidas en el año anterior e inferiores a los límites e incluso en el estudio de patógenos no se obtuvo ningún aislamiento de Salmonella y Vibrio cholerae.

Sin embargo, ya dentro de 1983, y coincidiendo con la misma época estudiada en 1981 y en la que se suelen presentar los temporales de viento del Sur, se volvieron a obtener valores muy elevados de CF y en todos los casos en la zona de baños de la playa de Alcaravaneras se pudo detectar la presencia de diferentes serotipos de Salmonella ( S. arizona, S. infantis) y la presencia de Vibrio cholerae



**FIGURA 2**

→ VERTIDOS  
 FECALES

PLAYA DE ALCARAVANERAS: ST.A-S Y ST.A-CN, 1981

FECHA	DV*	COLIFECALES/100 ML				
		ST.A-S	ST.A-CN			
12.1	SE	...	1.100			
26.1	SE	...	2.100			
2.2	SE	2.900	14.830			
9.2	ENE	150	460			
16.2	SE	240	1.500		CF 50	470 820
2.3	ENE	4.600	2.240			
9.3	SSE	4.600	11.000		CF 90	16.000 27.000
16.3	N	3	15	D.TIPICA		S=2.39 S=2.74
24.3	N	150	240	VARIABILIDAD DE		
20.3	N	9,1	7,3	LA ESTACION <sup>(1)</sup>		VARIABLE VARIABLE
6.4	SSE	4.600	11.000			
27.4	NNW	75	21			
4.5	N	...	2.900			
18.5	NE	34	15			
27.5	NNE	23	9.1			
3.6	N	240	160			
10.6	N	15	15		CF 50	29 42
22.6	N	4	93		CF 90	220 400
1.7	N	460	460	D.TIPICA		S=1.46 S=1.78
8.7	N	43	23	VARIABILIDAD DE		
15.7	NNW	4	43	LA ESTACION		CONSTANTE NORMAL
21.7	NNW	1.100	43			
29.7	N	93	21			
10.8	N	93	43			
28.8	N	15	43			
28.9	N	9	9.1			
14.10	N	20	460			
28.10	NW	93	28			
9.11	NW	0	440			
18.11	NW	0	3,6			
10.12	N	29	93			

CUADRO I. COLIFORMES FECALES/100 ML EN RELACION CON LA DIRECCION DEL VIENTO (DV), EN EL PERIODO ENE-ABR, CON VIENTOS S Y E LOS CF SUPERAN AMPLIAMENTE LOS LIMITES RECOMENDADOS POR OMS/PNUMA. LO CONTRARIO SUCEDE CON VIENTOS N. EL AUMENTO DE CF Y LA APARICION DE SALMONELLA Y V. CHOLERAEE SE RELACIONA CON LO EXPUESTO (TABLA 3), (1); CRITERIO DE VARIABILIDAD DE UNA ESTACION OBTENIDO DEL VALOR DE LA DESVIACION TIPICA, SEGUN CASTELLÓN Y RIBAS, 1983.

ESTACION ST.A-S (PLAYA DE ALCARAVANERAS, LAS PALMAS DE G.C.)

<u>FECHA</u>	<u>SALMONELLA</u>	<u>V.CHOLERA</u>	<u>CF/100 ML</u>	<u>VIENTO</u>
1982				
20-2	NEGATIVO	NEGATIVO	150	NE
30-3	"	"	93	ESE
19-4	"	"	9.1	NNE
5-5	"	"	39	NW
25-5	"	"	460	NNE
14-6	"	"	93	NNE
23-6	"	"	23	NW
6-7	"	"	43	NE
18-10	"	"	3.6	NE
-----				
1983				
11-1	SALMONELLA SPP.	NAG	1.100	SSW
25-1	S.ARIZONA	NAG	1.100	S
1-3	S.INFANTIS	...	460	NE
22-3	SALMONELLA SPP.	NAG	460	SE
12-4	NEGATIVO	NAG	1.100	...
-----				

PERIODO FEB-JUL 1982: CF 90= 370 CF/100 ML | D.TIPICA: s=1.48  
CF 50= 57 CF/100 ML | VARIAB.= CONSTANTE

TABLA 1. PRESENCIA DE SALMONELLA Y V.CHOLERA EN RELACION CON LAS CONCENTRACIONES DE CF/100 ML. VIENTOS DE COMPONENTE NORTE (PERIODO 20.2-18.10 1982) COINCIDEN CON VALORES DE CF/100 ML BAJOS Y AUSENCIA TOTAL DE PATOGENOS EN EL AGUA DE MAR. SIN EMBARGO, VIENTOS DE COMPONENTE SUR GENERAN CORRIENTES SUPERFICIALES QUE APORTAN HASTA ESTA ZONA DE BAÑOS LA CONTAMINACION FECAL, ELEVANDOSE LOS CF Y APARECIENDO SALMONELLA Y VIBRIO NAG EN LAS MUESTRAS.

NAG (no aglutinable).

Al mismo tiempo se estudió la zona  $A_1$ , en las proximidades de uno de los vertidos situados dentro del Muelle Deportivo (Tabla 2) y se obtuvieron valores elevadísimos de los CF y la presencia continua de patógenos en el agua de mar, cuya salinidad (S‰) se presenta algo inferior a la típicamente marina (aprox. 36.5‰) debido a la mezcla con las aguas residuales. Se obtuvieron asimismo varios tipos de serotipos (S. montevideo, S. enteritidis, etc.) de Salmonella y de V. cholerae, destacándose el aislamiento de una cepa del serotipo OGAWA, es decir de las que aglutinan con los antisueros específicos.

Por todo lo anterior, está claro que la playa de las Alcaravaneras sufre la influencia de los vertidos situados al Sur. Existe una coincidencia notoria de los resultados de un año al siguiente, como si se presentara una estacionalidad en la que no influye las diferencias de temperatura atmosférica o del agua de mar, como podría suceder en otras latitudes. En este caso es muy evidente el factor dirección del viento como parámetro ambiental en estrecha correlación con el parámetro bacteriológico. Es notorio también como coincidiendo con la subida del nivel de CF se aíslan las bacterias patógenas en la propia zona de baños. Por el contrario, las bajas cifras de CF coinciden con la ausencia de patógenos en el agua de mar. De todo lo anterior cabe deducir, pues, que es la influencia de estos vertidos lo que produce la contaminación en la zona de baños de Alcaravaneras, como ya se ha dicho anteriormente y resulta además lógico. Es importante, por otra parte, insistir en la idea de que la presencia de patógenos en el agua de una zona de baños puede traer como consecuencia de al menos un importante riesgo epidemiológico para los usuarios de la playa.

La zona del muelle deportivo (ST.  $A_1$ ) se continuó estudiando durante el año 1985 (Tabla 3) completándose un ciclo anual. Se obtuvieron durante todo el año valores elevadísimos de CF y EF y la presencia de Salmonella fue constante, salvo en algunos días en que no se detectó coincidiendo casi siempre con que el vertido no emitía aguas. Justamente en estos días se suele observar la disminución de las cifras de CF y EF en algunos órdenes de magnitud. Los valores medios de CF y EF fueron de  $CF=2.00 \times 10^6/100 \text{ ml}$  y de  $EF=2.13 \times 10^5/100 \text{ ml}$ . En este caso se calculó el índice o relación CF/EF, obteniéndose  $I = 9.42$ , el cual según APHA (1975), siendo superior al valor  $I=4$  indica típicamente la presencia de aguas residuales domésticas, como en este caso cabía esperar.

ESTACION A<sub>1</sub>: MUELLE DEPORTIVO DE ALCARAVANERAS (LAS PALMAS DE G.C.)

<u>FECHA</u>	<u>SALMONELLA</u>	<u>V. CHOLERAЕ</u>	<u>CF/100 ML</u>	<u>S %</u>
(1982)				
26-7	S.MONTEVIDEO	NAG	4,600	34.0
16-8	NEGATIVO	NAG	4,600	34.0
26-10	S.MONTEVIDEO SALMONELLA SPP <sup>1</sup>	P.V.CHOLERAЕ <sup>2</sup> V.CH. OGAWA	11,000	34.5
10-11	S.MONTEVIDEO	NAG	≥24,000	34.0
30-11	S.MONTEVIDEO S. ENTERITIDIS SALMONELLA SPP.	(...)	≥24,000	23.0
13-12 -----	S.MONTEVIDEO	P.V.CHOLERAЕ	≥24,000	29.0
(1983)				
11-1	SALMONELLA SPP.	P.V.CHOLERAЕ	11,000	34.5
25-1	(...)	NAG	≥24,000	32.0
7-2	SALMONELLA SPP.	NAG	≥24,000	30.0
1-3	S.O:1,4,12 H:K-   SALMONELLA SPP.	P.V.CHOLERAЕ	2,100	32.0
22-3	S. ENTERITIDIS	NAG	≥24,000	30.0

TABLA 2. PRESENCIA DE SALMONELLA Y V.CHOLERAЕ EN RELACION CON LOS COLIFORMES FECALES.  
SE EXPRESAN LOS VALORES DE LA SALINIDAD (S% ; GRAMOS/L) MEDIDA EN LOS DIAS DE MUESTREO, LA CUAL INDICA UNA MEZCLA DE LAS AGUAS RESIDUALES Y LAS MARINAS. LA SALINIDAD DEL MAR EN ESA ZONA OSCILA ALREDEDOR DE 36.5 %.  
SE DESTACA LA PRESENCIA DE V. CHOLERAЕ OGAWA.

ESTACION A<sub>1</sub>: MUELLE DEPORTIVO DE ALCARAVANERAS (LAS PALMAS DE G.C.)

FECHA (1985)	CF/100 ML	EF/100 ML	SALMONELLA	VERTIDO
24-1	4.60 x 10 <sup>5</sup>	7.95 x 10 <sup>4</sup>	+	
5-2	2.40 x 10 <sup>6</sup>	4.10 x 10 <sup>5</sup>	+	
13-2	4.00 x 10 <sup>5</sup>	1.34 x 10 <sup>4</sup>	+	
5-3	2.50 x 10 <sup>6</sup>	3.25 x 10 <sup>5</sup>	+	
21-3	3.80 x 10 <sup>6</sup>	1.45 x 10 <sup>5</sup>	+	
9-4	4.20 x 10 <sup>6</sup>	---	+	
29-4	8.57 x 10 <sup>6</sup>	2.17 x 10 <sup>5</sup>	+	
14-5	9.20 x 10 <sup>6</sup>	5.64 x 10 <sup>5</sup>	+	
27-5	3.50 x 10 <sup>4</sup>	7.80 x 10 <sup>3</sup>	+	CERRADO
18-6	2.25 x 10 <sup>6</sup>	1.70 x 10 <sup>4</sup>	-	CERRADO ?
4-7	= 10 <sup>5</sup>	= 10 <sup>4</sup>	-	CERRADO
15-7	2.00 x 10 <sup>4</sup>	3.20 x 10 <sup>3</sup>	-	CERRADO
24-7	4.40 x 10 <sup>6</sup>	5.60 x 10 <sup>3</sup>	+	ABIERTO
29-7	1.45 x 10 <sup>5</sup>	1.38 x 10 <sup>4</sup>	+	ABIERTO
12-8	1.15 x 10 <sup>3</sup>	6.20 x 10 <sup>3</sup>	-	CERRADO
26-8	4.64 x 10 <sup>3</sup>	1.30 x 10 <sup>4</sup>	-	CERRADO
11-9	7.57 x 10 <sup>4</sup>	4.40 x 10 <sup>4</sup>	-	ABIERTO
30-9	3.30 x 10 <sup>6</sup>	2.10 x 10 <sup>6</sup>	-	
16-10	3.90 x 10 <sup>5</sup>	4.04 x 10 <sup>5</sup>	+	
28-10	6.60 x 10 <sup>3</sup>	3.80 x 10 <sup>3</sup>	+	
12-11	2.18 x 10 <sup>6</sup>	2.12 x 10 <sup>5</sup>	+	
25-11	4.40 x 10 <sup>5</sup>	9.00 x 10 <sup>4</sup>	+	
10-12	1.05 x 10 <sup>6</sup>	1.70 x 10 <sup>4</sup>	+	

---


$$\bar{x} = 2.00 \times 10^6 \quad \bar{x} = 2.13 \times 10^5$$

$$\text{INDICE CF/EF} = 9.4$$

TABLA 3. VALORES DE COLIFORMES FECALES (CF) Y ESTREPTOCOCOS FECALES (EF) OBTENIDOS DURANTE 1985 EN AGUAS DEL MUELLE DEPORTIVO DE LAS PALMAS DE G.C. OBSERVESE LA PRESENCIA CASI CONSTANTE DE SALMONELLA SALVO EN ALGUNAS OCASIONES EN QUE EL VERTIDO NO EMITIA AGUAS RESIDUALES, COINCIDIENDO ADEMÁS CON VALORES ALGO MÁS BAJOS DE LOS CF Y EF. EL ÍNDICE CF/EF ES SUPERIOR A 4, LO CUAL ES TÍPICO DE LAS AGUAS RESIDUALES.

Playa de La Laja.

De esta playa sólo contamos con datos de 1979 (PBL, 1980) y de 1981 (O'Shanahan, 1981). Durante este último año se realizó un estudio de un ciclo anual completo, cuyos resultados se exponen en la Tabla 4. El estudio estadístico de los datos reveló que durante todo el año se obtuvo una CF  $50 = 250$  CF/100 ml, que se sitúa 2.5 veces por encima del límite de calidad microbiológica preconizado por OMS-PNUMA, es decir que la calificación global de playa durante todo el año 1981 fue de Insatisfactoria.

Además, hemos hecho el estudio de la situación en el período Mayo-Octubre por ser esta la época de mayor uso de la playa y coincidir además con la mayor frecuencia e intensidad de los vientos alisios de componente N y que, a nuestro juicio, son los que condicionan el aporte de las aguas residuales arrojadas por los ocho grandes vertidos que se observan en la Fig.1 y en las fotografías y que se encuentran al N de esta playa.

En este período se observa una mayor frecuencia de valores elevados de CF que en el resto del año, lo que ha producido un valor de CF  $= 530$  CF/100 ml, superior por tanto al del año completo. Datos de los vientos medidos en el observatorio de Gando del Instituto Nacional de Meteorología y elaborados por Rueda y Llinás (1985), comprendiendo un período de cuatro años seguidos (Noviembre de 1974-Octubre de 1975) indican (Figura 3) que es en el período Mayo-Octubre cuando se presentan con mayor frecuencia e intensidad los vientos de componente N, es decir los alisios. Si se pueden extrapolar estos datos de los vientos medidos en Gando a la zona de Las Palmas (en donde suponemos un régimen de vientos paralelo o similar) se corrobora el hecho de que sea precisamente en esta época cuando la playa de La Laja ofrezca valores de CF más elevados.

En esta zona de La Laja se localizan vertidos de índole individual, que de existir aún serían de las casas que forman una línea aladaña al mar. En nuestra opinión estos no son los que influirían sobre la playa, sino los grandes vertidos de la Avda. Marítima cuya influencia alcanza hasta la zona de La Laja, y es posible que hasta la propia Central Desalinizadora de Jinámar.

PLAYA DE LA LAJA (LAS PALMAS DE G.C.) AÑO 1981.

<u>FECHA</u>	<u>CF/100 ML</u>	<u>DV</u>	
12-1	11.000	SE	<u>AÑO COMPLETO</u>
26-1	43	S	CF 90= 7,400 CF/100 ML
2-2	15	SE	CF 50= 250 CF/100 ML
9-2	93	NE	
16-2	93	S	s=2,67,- EST.VARIABLE
2-3	1.500	NE	
9-3	0	S	
16-3	23	N	
24-3	9,1	NE	
21-4	23	NE	
-----			
4-5	150	NE	
18-5	93	NE	<u>PERIODO MAYO-OCTUBRE</u>
27-5	2.100	NE	CF 90= 2.100 CF/100 ML
3-6	11	N	CF 50= 530 CF/100 ML
10-6	1.100	N	
22-6	23	N	
1-7	460	N	s=1,10,- EST. CONSTANTE
8-7	2.400	N	
15-7	2.400	N	
21-7	93	N	
29-7	1.100	N	
10-8	1.100	N	
26-8	460	N	
28-9	2.400	N	
14-10	460	N	
28-10	240	W	
-----			
9-11	93	NW	
18-11	36	N	<u>CRITERIO ADOPTADO (OMS/PNUMA)</u>
1-12	150	NE	LIMITES DE CALIDAD BACTERIOLOGICA
10-12	23	N	PARA AGUAS DE MAR COSTERA:
			CF50=100 CF/100ML CF90=1.000 CF/100 ML

TABLA 4. NIVELES DE CONTAMINACION FECAL OBTENIDOS DURANTE 1.981 EN RELACIÓN CON LA DIRECCIÓN DEL VIENTO (DV). EN EL PERIODO MAYO OCTUBRE SE OBTIENE UN VALOR MEDIO (CF 50) MUY SUPERIOR AL DEL AÑO COMPLETO COINCIDIENDO CON UNA MAYOR CONSTANCIA DE VIENTOS DEL N.

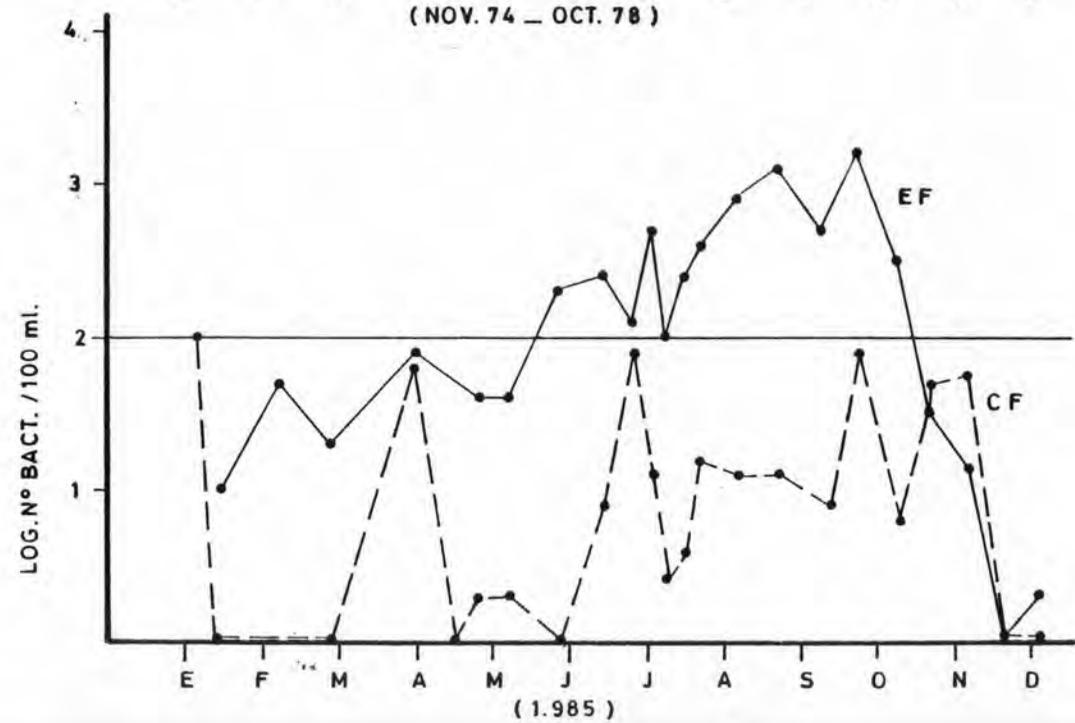
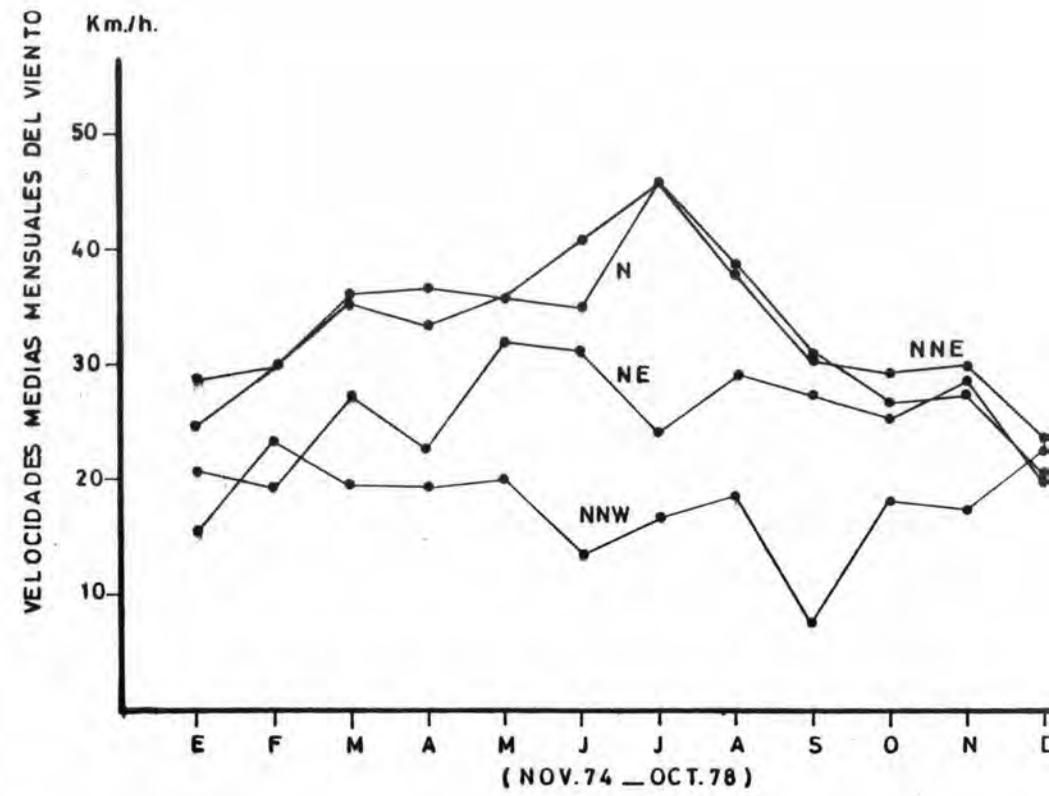
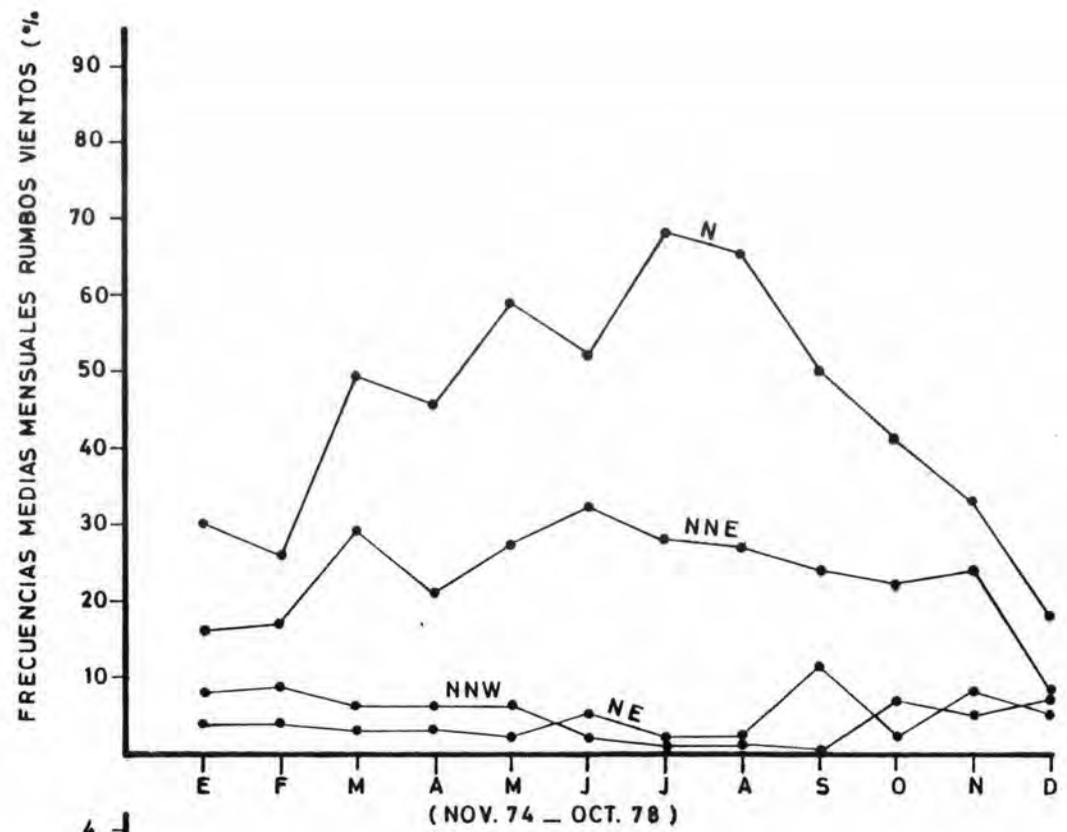


FIGURA 3.-

Estudio sobre los aerosoles marinos en la Avda. Marítima de Las Palmas de Gran Canaria.

Al observarse las fotografías aéreas del litoral de la Avda. Marítima se comprueba que en algunos casos las aguas residuales se extienden inmediatamente por la línea del litoral contiguo al rompeolas formando una franja de varias decenas de metros de anchura.

En otros casos se forma una "pluma" que se adentra en principio en el mar, pero al cabo de un cierto recorrido, la influencia de los vientos y frentes de oleaje, la hace retornar hacia el litoral extendiéndose igualmente por la zona inmediata al rompeolas.

A lo largo de la Avenida y en determinados días en los que se presentan olas de cierta entidad se puede observar la formación de aerosoles o "Spray" debido al estallar de las olas y al viento, que extiende este "spray" tierra adentro.

Con la intención de comprobar si estos aerosoles se encuentran cargados de microorganismos fecales, durante algunos días de 1984-- (O'Shanahan et al., 1984) se tomaron muestras de los mismos exponiendo placas de Petri llenas de un medio de cultivo apropiado sobre el muro del rompeolas, a la altura de la C/ Bravo Murillo, donde se encuentra un importante vertido.

Al estudiar las colonias bacterianas crecidas sobre las placas se obtuvo una alta proporción (entre el 70%-90%) de bacterias fecales (E.coli, Klebsiella pneumoniae, Citrobacter freundii, Enterobacter sp.), proporción similar a la obtenida por Cronholm (1980) en aerosoles de aguas residuales producidos en los tanques de aireación de una Planta Depuradora.

Se comprobó en la bibliografía relativa al tema de la difusión aérea de microorganismos procedentes de aguas residuales que existen antecedentes de estudios de este tipo en el litoral marino (Brisou & Denis, 1978; Contreras, 1977) y en aerosoles de aguas residuales en Plantas Depuradoras y en sistemas de riego por aspersión que utilizan estas aguas sin depurar.

Algunos autores han demostrado que los microorganismos procedentes de aguas residuales, al ser difundidos en el aire, pueden extenderse a distancias lejanas del foco de origen. Así, Teltsch et al. (1980) encontraron Salmonella a 60 metros y Enterovirus a 100 metros de un sistema de riego por aspersión en funcionamiento. Adams & Spence (1970) indican que han recogido coliformes a una distancia de 1.2 kilómetros de una Planta Depuradora que utiliza el sistema de filtros percoladores.

Otros autores, finalmente, han comprobado (Teltsch & Katzenelson, 1978) que la difusión de aerosoles a partir de sistemas de riego por aspersión que usan aguas fecales, produce en las poblaciones humanas próximas un aumento de 2 a 4 veces de la frecuencia de aparición de hepatitis y diarreas bacterianas, en comparación con otras poblaciones ("kibutz" en Israel) de características similares, pero sin la influencia de tales aerosoles.

En el litoral de la Avenida Marítima de Las Palmas de Gran Canaria se ha comprobado experimentalmente que se producen aerosoles fuertemente cargados de bacterias fecales y que pasan al ambiente aéreo inmediato. No se ha investigado sobre la frecuencia del fenómeno, distancia hasta la que llega su influencia ni la posible incidencia patológica en las poblaciones vecinas.

A nuestro juicio sería necesario que se acometan estudios de tipo epidemiológico (encuestas, por ejemplo) en esta zona de la ciudad y tratar de dilucidar de forma objetiva y científica hasta que punto existe una influencia del fenómeno descrito en la población.

### Conclusiones.

El vertido directo de las aguas residuales urbanas sin depurar que diariamente se realiza en el litoral de la Avenida Marítima de Las Palmas de Gran Canaria, con un volumen aproximado de  $30.000 \text{ m}^3$ , considerablemente superior al que la Central Depuradora Municipal es capaz de someter a tratamiento (solamente unos  $7.000 \text{ m}^3/\text{día}$ ), está produciendo, en primer lugar, un importante deterioro estético por el mal aspecto, olores nauseabundos, etc. que ofrece este importante sector de la ciudad.

En segundo lugar, playas de relevante importancia social por su intensiva utilización pública, tanto por el número de bañistas como porque pueden ser utilizadas durante gran parte del año debido a nuestras características climáticas, están siendo gravemente afectadas por la contaminación que estos vertidos producen.

En tercer lugar, prácticamente toda la longitud del litoral entre la Playa de Alcaravaneras y la de La Laja está cubierta por una ancha franja de aguas fecales, que puede influir negativamente desde el punto de vista higiénico-sanitario, en el entorno aéreo próximo y en las propias aguas, que son muy utilizadas para

finés recreativos: paseo, deporte, pesca de aficionados, competiciones deportivas náuticas, entrenamiento de niños en el deporte de la vela, etc.

En resumen, todo lo anteriormente expuesto implica un deterioro evidente de la calidad de vida de los ciudadanos, un riesgo higiénico-sanitario para los bañistas en las playas contaminadas y para los habitantes y usuarios de la zona, un deterioro estético frente a la industria turística.

La manera de solucionar este problema se sale de las atribuciones de la Biología Marina. El sentido común del ciudadano induce a pensar que la única manera es la de eliminar los vertidos directos de las aguas residuales no tratadas. La construcción de emisarios submarinos, la ampliación de la capacidad actual de depuración de la Central Depuradora Municipal o la combinación de ambas fórmulas constituyen la única solución.



A handwritten signature in dark ink, appearing to read "Leopoldo O'Shanahan Roca".

Leopoldo O'Shanahan Roca  
Biólogo del Laboratorio de Bacteriología  
del Centro de Tecnología Pesquera.  
EXCMO. CABILDO INSULAR DE GRAN CANARIA.



Bibliografía.

- Adams, A.P. & J.C. Spendlove. 1970.-Coliforms aerosols emitted by sewage treatment plants. Science , 169:1218-1220.
- APHA, AWWA, WPCF.- 1975. Standards Methods for the Examination of Water and Wastewater. 14 th Edition. 1193 pp.
- Brisou, J.-F. et F.A. Denis.- Hygiène de l'environnement maritime. Masson, Paris. 1978. 218 pp.
- Castellón, C. y F. Ribas.- 1983. Aplicación a la cuenca del Rio Llobregat de la mecanización de un método estadístico para la evaluación de la calidad microbiológica. IX Congreso Nacional de Microbiología. S.E.M., Valladolid, 1 (2): 923-924.
- Contreras, L.- 1977. Estudios sanitarios en la costa guipuzcoana. Tesis Doctoral. Ed. Publicaciones de la Caja de Ahorros de San Sebastián. 174 pp.
- Cronholm, L.S.- 1980. Potential health hazards from microbial aerosols in densely populated urban regions. Applied Environmental Microbiology, 39(1): 6-12.
- Geldreich, E.- 1974-75. Microbial criteria concepts for coastal bathing water. Ocean Management, 3:225-248.
- Müller, G.- 1980. Non-agglutinating cholera-like vibrios in sewage, surface waters and wastewater. Environmental International;3: 59-63.
- Mujeriego, R. y Primer Comité de Expertos en Vigilancia de la Calidad de las Aguas Litorales.- 1983. La Calidad de las Aguas Litorales. Generalitat de Catalunya, 75 pp.
- OMS-PNUMA.- 1983 a. Determination des coliformes totaux dans l'eau de mer par la methode de culture sur membranes filtrantes. Méthodes de Référence pour les études de pollution marine No.2.
- 1983 b. Determination des coliformes fécaux dans l'eau de mer par la méthode de culture sur membranes filtrantes. Méthodes de Référence pour les études de pollution marine NO.3.
- 1983 c. Detrmination des streptocoques fécaux dans l'eau de mer par la méthode de culture sur membranes filtrantes. Méthodes de Référence pour les etudes de pollution marine No.4.
- O'Shanahan, L.-1981. Contaminación del litoral de Las Palmas (I. Canarias) por aguas residuales. VIII Congreso Nacional de Microbiología. S.E.M. Madrid, p.259.

- O'Shanahan, L; J.M. Díaz, A. Lury y J.R. Santana.- 1984. Aislamiento de enterobacterias en los aerosoles de agua de mar producidos en el litoral de la Avda. Marítima de Las Palmas de Gran Canaria. Informe Técnico del Lab. de Bacteriología del C.T.P., I-84.
- O'Shanahan, L.; A. Medina y C. Santana.- 1985. Estudio sobre Salmonella y Vibrio cholerae en aguas de mar y residuales. X Congreso Nacional de Microbiología, S.E.M., Valencia.
- Programa Básico de Litoral.- 1980. Informes Administrativos del C.T.P., Nº 1.
- Rueda, M.J. y O. Llinás.- 1985. Criterios de control de calidad en aguas litorales de Lanzarote, Fuerteventura y Gran Canaria. Informes Administrativos del C.T.P. Nº 11.
- Smith, H.W.-1970. Incidence in river water of E.coli containing R-factor. Nature, 228 : 1286-1288.
- \_\_\_ .- 1971. Incidence of R<sup>+</sup>-E.coli in coastal bathing water of Britain. Nature, 234: 155-156.
- Teltsch, B. & E. Katzenelson.- 1978. Airborne enteric bacteria and viruses from spray irrigation with wastewater. Applied Environmental Microbiology, 35 (2): 1183-1190.
- Teltsch, B.; S. Kedmi, L. Bonnet, Y. Borenstajn-Rotem & E. Katzenelson.- 1980. Isolation and identification of pathogenic microorganism at wastewater irrigated fields: Ratios in air and wastewater. Applied Environmental Microbiology, 39(6):1183-1190.
- Vassiliadis, P.; V. Kalapothaki, D. Trichopoulos, C. Mavromatti & Ch. Serie.- 1981. Improved isolation of Salmonella from naturally contaminated meat products by using Rappaport-Vassiliadis Enrichment Broth. Applied Environmental Microbiology. 42(4): 615-618.
- WHO, 1975. Guides and Criteria for Recreational Quality of Beaches and Coastal Waters. EURO 3125(1). Copenhagen.
- WHO/UNEP.- 1983. Evaluation and Interpretation of Microbial Data from Coastal Recreational Waters. Report on a joint WHO/UNEP Meeting. Rome, 24-26 November, 1982. World Health Organization. Regional Office for Europe. Copenhagen, 109 pp.



FOTOGRAFIA 1.

Panorámica aérea general de la Avenida Marítima de Las Palmas de Gran Canaria. Se observan los vertidos situados en la C/ Carvajal, c/ Bravo Murillo, Teatro Perez Galdós y a la altura del Colegio de los Jesuitas.



FOTOGRAFIA 2.

Panorámica aérea de la Avda. Marítima de Las Palmas de Gran Canaria mostrando tres vertidos de aguas residuales: a) En el interior del Muelle Deportivo. b) Entre éste y el contradique y c) a la altura de la C./ Carvajal.

Obsérvese la trayectoria de la "pluma" de aguas residuales retornando hasta la orilla del rompeolas, en dirección Sur. (Fotografía tomada con viento de dirección Norte)



FOTOGRAFIA 3.

Panorámica similar a la de la FOTOGRAFIA 2. En este caso la "pluma" de aguas residuales se dirige hacia el Norte, al ser tomada la fotografía con viento de dirección Sur.



FOTOGRAFIA 4.

Aspecto de la mancha de aguas residuales en el vertido situado entre el Muelle Deportivo y el primer contradique.



FOTOGRAFIA 5.

Vertido situado a la altura de la C./ Bravo Murillo. La mancha de aguas residuales se extiende a lo largo del litoral formando una ancha franja de varias decenas de metros. La dirección del viento Norte impulsa la mancha hacia el Sur.



FOTOGRAFIA 6.

Vertido situado en la C./ Bravo Murillo. La mancha de aguas residuales se extiende en este caso hacia el Norte.



FOTOGRAFIA 7.

Vertido situado en la desembocadura del Barranco de Guiniguada. Por este vertido se arrojan "lodos activados" procedentes de la Central Depuradora municipal.



FOTOGRAFIA 8.

Vertido de aguas residuales situado en las proximidades del Colegio Universitario de Las Palmas y del Hospital Insular.