

5. CICLO DEL AGUA

5.1. ANÁLISIS DESCRIPTIVO

El ciclo del agua en las ciudades se inicia muy lejos de las mismas, tal y como está planteado hoy en día. Por lo general, a medida que las ciudades han ido creciendo los recursos de su entorno próximo han sido insuficientes para abastecer a la población, las industrias, agricultura etc.

La dinámica del Campo de Gibraltar, con una población aproximada de 250.000 habitantes, de los que unos 210.000 se concentran en los términos de Algeciras, Los Barrios, San Roque y La Línea, una producción industrial que la sitúa entre las más importante de España, uno de los puertos con más movimiento de Europa y un turismo que continúa desarrollándose, exige unos servicios urbanos acordes con su situación actual y potencial.

En este contexto, el ciclo del agua en lo que se refiere a su captación, tratamiento, distribución y saneamiento, se constituye en un elemento básico de la estructura socio-económica de la Comarca. La situación privilegiada de la Comarca del Campo de Gibraltar le permite obtener un aporte abundante del recurso agua, tanto de lluvia como de los acuíferos de la zona, gracias a las condiciones meteorológicas que propician las abundantes lluvias repartidas a lo largo del año.

Al igual que en el resto del territorio andaluz es cerca de las montañas donde se localizan las principales reservas de agua. A su vez la base de esas montañas en determinadas ocasiones acoge acuíferos que pueden ser utilizados como reservorios para abastecer la demanda en caso de necesidad.

La red de transporte de aguas es descrita en este epígrafe, el abastecimiento en alta desde la planta potabilizadora, los depósitos de gran capacidad desde donde la red se diversifica para llegar a domicilios particulares, comercios o industrias. De igual modo, una vez utilizadas

son conducidas por redes de saneamiento hasta estaciones depuradoras donde son tratadas para ser reutilizadas o regeneradas para regadíos apropiados (agrícola, zonas verdes).

Finalmente las aguas son vertidas a los cauces públicos, con la adecuada calidad, para mantener los ecosistemas acuáticos y asegurar los procesos naturales con lo que se cierra el Ciclo del Agua.

5.1.1. MARCO LEGISLATIVO DE APLICACIÓN EN ÁMBITO ESTATAL Y AUTONÓMICO

La política del agua no debe ser tratada como una intervención sectorial desligada de los procesos reales y de las expectativas de transformación del territorio, de tal forma que en la gestión de este recurso se deben tener como marco previo de referencia las estrategias de desarrollo económico, equilibrio ambiental y ordenación territorial, marcos a los que, el agua como recurso, debe adecuarse en su planificación.

Para que se pueda llevar a cabo una adecuada gestión del agua, se debe conocer toda la legislación vigente actualizada referente a este tema, ya que con cierta frecuencia se aprueban nuevas normas, ya que es de bastante importancia por ser un recurso escaso en determinadas épocas del año en estas latitudes.

En el ámbito local, la Ley 7/1985, de 2 de abril, reguladora de las bases del Régimen Local, establece que son los municipios los que ostentan la competencia en materia de abastecimiento de agua potable a la población. En el artículo 26.1 aparece el abastecimiento domiciliario de agua potable como uno de los servicios mínimos que el Municipio debe cumplir.

A continuación, se recoge la legislación estatal y autonómica más destacable sobre las aguas de uso público.

5.1.2. LEGISLACIÓN ESTATAL DE AGUAS

En el estado español existe una amplia normativa referente a aguas, que se muestra ordenada por orden de antigüedad:

- **Real Decreto 849/1986**, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, que desarrolla los Títulos Preliminar, I, IV, V, VI y VII de la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas.
- Orden de 23 de Diciembre de 1986, por la que se dictan normas complementarias en relación con las autorizaciones de vertidos de aguas residuales.
- Orden de 11 de mayo de 1988, "sobre las características básicas de calidad que deben ser mantenidas en las corrientes de agua superficiales cuando sean destinadas a la producción de agua potable".
- **Real Decreto 734/88**, de 1 de julio de 1988. por el que se establecen las normas de calidad de las aguas de baño.
- **Real Decreto 927/1988** de 29 de Julio, por el que se aprueba el Reglamento de la Administración Pública del Agua y de la Planificación Hidrológica.
- **Real Decreto 1138/1990**, de 14 de septiembre, que aprueba la "Reglamentación Técnico-Sanitaria para el abastecimiento y control de calidad de las aguas potables de consumo público".
- **Orden Ministerial de 15 de octubre de 1990**, por la que se modifica la Orden de 11 de mayo de 1988, sobre características básicas de calidad que deben ser mantenidas en las corrientes de agua superficiales cuando sean destinadas a la producción de agua potable.
- **Real Decreto 1310/90, de 29 de octubre de 1990**, por el que se aprueba la utilización de los lodos de depuración en el sector agrario.
- **Real Decreto 419/1993** de 26 de Mayo, por el que se modifica parcialmente el Reglamento del Dominio Público Hidráulico y se actualiza el importe de las sanciones establecidas en el artículo 109 de la Ley 29/85 de Aguas.
- **Real Decreto 1541/1994** de 8 de Julio, por el que se modifica el anexo 1 del Reglamento de la Administración Pública del Agua y de la Planificación Hidrológica.
- **Real Decreto 1771/1994** de 5 de Agosto, por el que se modifican algunos artículos del Reglamento del Dominio Público Hidráulico.
- **Resolución de 28 de abril de 1995**, por la que se dispone la publicación del Acuerdo del Consejo de Ministros de 17 de febrero de 1995, por el que se aprueba el Plan Nacional de Saneamiento y Depuración de Aguas Residuales.
- **Real Decreto-Ley 11/1995**, de 28 de Diciembre, por el que se establecen las normas aplicables al tratamiento de las aguas residuales urbanas.
- **Real Decreto 261/1996**, de 16

BLOQUE 3: INDICADORES AMBIENTALES. LEVANTAMIENTO DE INFORMACION PARA CONTROL, MEDICIÓN Y EVALUACIÓN

Ilustre Ayto. de San Roque



- de febrero, sobre protección contra la contaminación producida por los nitratos procedentes de fuentes agrarias.
- **Real Decreto 509/1996** de 15 de Marzo, sobre tratamiento de aguas residuales urbanas.
- **Resolución de 25 de mayo de 1998**, por la que se declaran las "zonas sensibles" en las cuencas hidrográficas intercomunitarias.
- **Real Decreto 1664/1998** de 24 de Julio, por el que se aprueban los Planes Hidrológicos de cuenca.
- **Real Decreto 2116/98**, de 2 de octubre de 1998, por el que se modifica el Real Decreto 509/96, de 15 de marzo, de desarrollo del Real Decreto-Ley 11/95, de 28 de diciembre, por el que se establecen las normas aplicables al tratamiento de las aguas residuales urbanas.
- **Real Decreto 995/2000**, de 2 de junio, por el que se fijan objetivos de calidad para determinadas sustancias contaminantes y se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril.
- **Ley 10/2001, de 5 de julio**, del Plan Hidrológico Nacional.
- **Real Decreto Legislativo 1/2001**, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas.
- **Real Decreto 140/2003**, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano.

- **Real Decreto 606/2003**, de 23 de mayo, por el que se modifica el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, que desarrolla los Títulos preliminar, I, IV, V, VI y VIII de la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas.

El Real Decreto Legislativo 1/2001, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas, tiene por objeto regular el Dominio Público Hidráulico y el uso del agua referido a las aguas interiores continentales. Lleva a cabo una regulación íntegra de las aguas continentales, tanto superficiales como subterráneas, partiendo de la unidad del Ciclo Hidrológico.

Esta norma realiza un reparto competencial, en materia de aguas, entre el Estado y las Comunidades Autónomas, debiendo uno y otro órgano someterse en el ejercicio de sus funciones, a los principios expresamente recogidos en la misma. Otros órganos con competencia en materia de agua son el Consejo Nacional del Agua y los organismos de cuenca o Confederaciones Hidrográficas.

5.1.3. LEGISLACIÓN AUTONÓMICA DE AGUAS

En la Comunidad Autónoma de Andalucía la normativa existente es fruto de la transposición de la legislación nacional según las competencias autonómicas. A continuación se presenta de forma ordenada por orden de antigüedad como ocurriera con la estatal:

- **Decreto 334/1994**, de 4 de octubre, por el que se regula el procedimiento para la tramitación de autorizaciones de vertido al dominio público marítimo terrestre y de uso en zona de servidumbre de protección.
- **Decreto 202/1995**, de 1 de agosto,

to, por el que se crea el Consejo Andaluz del Agua.

- Orden de 24 de julio de 1997 por la que se aprueba el Pliego de Condiciones Generales para el otorgamiento de autorizaciones de vertido al dominio público marítimo terrestre.
- **Decreto 194/1998**, de 13 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento sobre vigilancia higiénico-sanitaria de las aguas y zonas de baño de carácter marítimo.
- **Decreto 54/1999**, de 2 de marzo, por el que se declaran las zonas sensibles, normales y menos sensibles en las aguas del litoral y de las cuencas hidrográficas intracomunitarias de la Comunidad Autónoma de Andalucía.
- **Decreto 103/2001**, de 24 de abril, por el que se crea el Instituto del Agua de Andalucía y la Comisión Interdepartamental del Agua.
- Orden de 27 de junio de 2001, conjunta de la Consejerías de Medio Ambiente y de Agricultura y Pesca, por la que se aprueba el Programa de Actuación aplicable en las zonas vulnerables a la contaminación por nitratos procedentes de fuentes agrarias designadas en Andalucía.
- **Decreto 310/2003**, de 4 de noviembre, por el que se delimitan las aglomeraciones urbanas para el tratamiento de las aguas residuales de Andalucía y se establece el ámbito territorial de gestión de los servicios del ciclo integral del agua de las Entidades Locales a los efectos de actuación prioritaria de la Junta de

Andalucía.

5.2. ABASTECIMIENTO DE SAN ROQUE

El agua bruta suministrada por la Confederación desde los embalses de Guadarranque y Charco Redondo es potabilizada en tres plantas de tratamiento situadas en Castellar de la Frontera, San Roque y la de "El Cañuelo" (Tabla 5.1.). La más importante, está situada en el límite oriental del término de Los Barrios y próxima a la Estación de San Roque. En esta planta es donde se trata el agua destinada a Algeciras, La Línea, Los Barrios y San Roque, además de a las grandes industrias de la Comarca. El proceso de distribución se efectúa a través de conducciones de gran diámetro, con un doble ramal a Este y Oeste de la Bahía, que suponen una longitud total aproximada de 40 Km.

La Planta de Tratamiento de El Cañuelo se dimensionó de acuerdo con los crecimientos previstos por los PGOU de los cuatro municipios a los que debía abastecer (Algeciras, La Línea, Los Barrios y San Roque). Para ello, la Planta dispuso de una capacidad de depuración de 3.000 l/s, en dos módulos simétricos de 1.500 l/s cada uno, con lo que se podía hacer frente no solo a los crecimientos de demanda urbana e industrial posibles sino también los aumentos de consumo estivales.

Planta de Tratamiento de El Cañuelo

Población abastecida	225.000 habitantes
Consumo en poblaciones	20 Hm ³ /año
Consumo en industrias	12 Hm ³ /año
Total consumo	32 Hm ³ /año
Total consumo programado	90 Hm ³ /año

*datos de Marzo 2002

Tabla 5.1.: Consumo de agua potable cubierto por la Planta de Tratamiento de El Cañuelo. Fuente: Dirección General de Servicios de la

Mancomunidad de Municipios del Campo de Gibraltar.

El Término de San Roque, con una extensión de 145,4 km² que supone el 9,5% de la total del Campo de Gibraltar, tenía en el año 2002 una población de derecho de 23.981 habitantes, cifra que supone un incremento de la población del 11,8% en el periodo comprendido entre 1986 y 2002.

Esta población produjo un consumo de agua para uso urbano en el año 2002 de 2,94 Hm³, mientras que en el conjunto de los Términos de San Roque, La Línea, Los Barrios y Algeciras se consumieron 15,94 Hm³ para uso industrial y 4,46 Hm³ para uso agrícola (datos del año 2002). En los meses de verano en San Roque se produce un aumento de la población que casi llega a duplicarla, incrementándose el consumo de agua para uso urbano en un 84%.

5.2.1. SISTEMA DEL SERVICIO

Debido a que en el Término Municipal la población se asienta en diversas barriadas distantes entre sí en varios kilómetros, los núcleos con abastecimiento común se agrupan en las siguientes zonas:

- Zona 1.1. San Roque casco
- Zona 1.2. Guadalquítón
- Zona 2. Estación - Taraguilla - Ensenada
- Zona 3. Campamento - Puente - Guadarranque
- Zona 4. Guadiaro
- Zona 5. San Enrique - Torreguadiaro

Todas las captaciones, excepto las que abastecen

a San Enrique de Guadiaro y Torreguadiaro, son propiedad de la C.H.S. y las que abastecen a Guadiaro son propiedad de Financiera Sotogrande S.A. Las que abastecen a San Enrique de Guadiaro y Torreguadiaro son captadas por un pozo de tipo Ranney.

El tratamiento de las aguas suministradas a los depósitos reguladores gestionados por ACGISA corresponde a la Mancomunidad, excepto las aguas suministradas a Guadiaro que corresponde a Financiera Sotogrande S.A.

Existen once depósitos reguladores en el Término (Tabla 5.2.), más uno que está fuera de servicio en Campamento, con una capacidad total de almacenamiento de 32.050 m³ y un total de seis estaciones elevadoras distribuidas por todo el Término Municipal, que en total suponen 2.374 CV de potencia.

La red de distribución en todos los núcleos es de tipo mixto con una variación de diámetros entre 50 y 300 mm.

Zona	Unidades	Capacidad total (m ³)
San Roque	4	5.500
Guadalquítón	1	10.000
Estación - Taraguilla	2	13.100
Guadiaro*	2	500
San Enrique**	1	1.550
Torreguadiaro**	1	1.400

Campamento se suministra desde el depósito de La Línea gestionado por Aqualia.
 * en ocasiones, fundamentalmente en verano, el suministro se realiza desde el depósito regulador de Guadalquítón.
 ** proceden de un pozo de captación propio ubicado en el margen del río Guadiaro en San Enrique, que en caso de averías o falta de agua también es realizado desde el depósito de Guadalquítón.

Tabla 5.2.: Capacidad de almacenamiento en el Término Municipal de San Roque. Fuente: ACGISA.

En las Mesas de Trabajo se comentó el problema de las excesivas pérdidas de agua en la red de abastecimiento en el municipio. Además se hizo hincapié en la necesidad de dimensionar las acometidas que se construirán en un futuro, en

BLOQUE 3: INDICADORES AMBIENTALES. LEVANTAMIENTO DE INFORMACION PARA CONTROL, MEDICIÓN Y EVALUACIÓN

Ilustre Ayto. de San Roque



función del crecimiento urbano.

El riego de los campos de golf fue otro tema analizado, con opiniones diversas pero predominando la idea de que las instalaciones de golf son un motor económico para el municipio y se debe reconducir su crecimiento. También se mencionó que los campos de golf no usan apenas agua potable y que en el riego se debería mejorar el sistema para ahorrar hasta un 30% de agua tratada.

Respecto al consumo del agua del campo de golf, se equiparó con una hectárea de cultivo agrícola pero genera 40 veces más puestos de trabajo.

5.2.2 MEMORIA TÉCNICO SANITARIA

5.2.2.1. PUNTOS DE CAPTACIÓN

Anteriormente se ha indicado que la mayoría de las captaciones son propiedad de la C.H.S., excepto la que abastece a Guadiaro propiedad de Financiera Sotogrande S.A. y la que abastece a San Enrique y Torreguadiaro propiedad del Ayuntamiento de San Roque y cuya explotación la realiza actualmente Aguas del Campo de Gibraltar S.A. (ACGISA).

Para su captación, la C.H.S. dispone de dos embalses: Embalse del Guadarranque (Castellar) de 87 Hm³ de capacidad y 143 km² de superficie de la cuenca de captación, y el Embalse de Charco Redondo (Los Barrios) de 82 Hm³ y 136 km² de superficie.

La Financiera Sotogrande S.A. dispone de un pozo situado en los márgenes del río Guadiaro. Para el abastecimiento de San Enrique y Torreguadiaro existe un pozo colector Ranney con drenes horizontales, de 3,5 m de diámetro y 10,9 m de profundidad.

Para casos de sequía se dispone del trasvase Guadiaro – Arenilla de 780 l/s de caudal, con estación de elevación directa desde el río, cinco pozos de 800-850 l/s en San Enrique, y unos 32 pozos entre el Pinar del Rey y Guadarranque de unos 1.000-1.100 l/s de caudal.

Las captaciones responsabilidad de ACGISA están protegidas con el fin de evitar una posible contaminación de las aguas, y los contactos con residuos, suciedad o presencia de animales.

La preocupación por las tomas de emergencia en la zona de Pinar del Rey y su consecuencia en el nivel del acuífero fue otra de las apreciaciones de los asistentes a las Mesas de Trabajo. Según los asistentes, una sobreexplotación del mismo no es deseable por el problema que puede suponer su agotamiento en las épocas de escasez. Además se mencionó la contaminación de los mismos en el valle del Guadiaro por nitratos y fosfatos por la agricultura de la zona, por lo que se deben tomar precauciones en su utilización para agua de consumo.

También se mencionó la posible contaminación del acuífero subyacente en Albarracín. Debido a la falta de sistema de saneamiento de aguas residuales, éstas son vertidas a los arroyos y han contaminado el Arroyo Madre Vieja.

5.2.2.2. RESERVAS

Depósitos	Días
San Roque casco	1,5
Guadalquitón	1 - 5
Estación - Taraguilla – Polígono Guadarranque	3 - 4
a) depósito SEPES	0,5
b) depósito Zahonera	
Campamento - Puente Guadarranque*	0,5
Guadiaro	0,5
San Enrique	0,5 - 1
Torreguadiaro	2 - 3
*fuera de servicio desde el año 2003	

Tabla 5.3.: Reservas de los depósitos de San Roque en días. Fuente: ACGISA.

5.2.2.3. TRATAMIENTO

La captación ubicada en el río Guadiaro que abastece a San Enrique y Torreguadiaro que es competencia de ACGISA, incorpora una filtración natural seguida de una desinfección con adición

BLOQUE 3: INDICADORES AMBIENTALES. LEVANTAMIENTO DE INFORMACION PARA CONTROL, MEDICIÓN Y EVALUACIÓN

Ilustre Ayto. de San Roque



de cloro gas en el depósito regulador, mediante clorador de baja presión marca OSSA PEC, medida por sistema Rotámetro con rango de 0 a 200 g/hora regulado en función al volumen de agua entrante, con utilización de hidróxido amónico para la detección de fugas.

- Coagulación – Floculación
- Decantación y purga de fangos
- Filtración

- Post-cloración
- Corrección del pH (adición de cal)
- Eliminación de hierro y manganeso
- Recuperación del agua de lavado de filtros

La limpieza de los depósitos se realiza con una periodicidad anual - bienal en condiciones normales (Tabla 5.4).

Las muestras de agua son enviadas al Laboratorio Municipal de Aguas y Alimentos de Palmones (Los Barrios) para los análisis organolépticos y al Laboratorio de ANAYCO (Málaga) para los análisis de control, completos y plaguicidas.

5.2.2.4. CONDUCCIÓN DEL AGUA POTABLE

Zona	Situación de la toma	m ³ /día	Análisis control/año	Análisis completo/año
1	Salida depósito San Roque	2.331	6	1
	Salida depósito Guadalquivir	1.893	6	1
	Salida depósito cola Estación	-	6	1
	Salida depósito Estación	2.210	6	1
	Red de distribución	8.082	10	2
2	Salida depósito San Jorge	-	1	*
	Salida depósito Alto	-	1	*
	Red de distribución	443	2	1
3	Salida depósito La Cañada	-	6	1
	Salida depósito Torreguadiaro	-	6	1
	Red de distribución	1.131	2	1

Zona 1: San Roque, Campamento, Puente Mayorga, Guadarranque, Estación de San Roque, Taraguilla y Guadalquivir
 Zona 2: Guadiaro
 Zona 3: San Enrique – Torreguadiaro.* a criterio de la Autoridad Sanitaria.

Tabla 5.4.: Frecuencia analítica implantada según zonas. Fuente: ACGISA

El agua bruta procedente de los embalses de Guadarranque y Charco Redondo es tratada en la ETAP de “El Cañuelo” gestionada por la Mancomunidad de Municipios del Campo de Gibraltar mediante el siguiente proceso:

- Precloración

La conducción es propiedad de la Mancomunidad, con una capacidad de transporte para 550 l/s y longitud total de 10 km. Esta conducción que finaliza en el depósito regulador de La Línea (de 48.000 m³ de capacidad) da servicio a San Roque y La Línea, así como a las industrias ubicadas en estos Términos municipales. De la red de alta de San Roque – La Línea salen dos tomas que conducen el agua a dos estaciones elevadoras situadas en el cruce de El Toril que la bombean a los depósitos reguladores de San

Roque y Guadalquivir, y de este último parte una conducción hasta Pueblo Nuevo de Guadiaro y hasta el depósito regulador de San Enrique.

De la conducción San Roque – La Línea deriva la salida capaz para 17,4 l/s con el depósito regulador de SEPES, y la salida capaz para 28 l/s para el abastecimiento a Campamento - Puente – Guadarranque.

5.2.2.5. RED DE ALCANTARILLADO

La red de alcantarillado en general discurre por debajo de la red de agua potable, aunque se presupone que existen zonas puntuales en las que el trazado de la red de saneamiento se sitúa por encima de la de abastecimiento. No obstante, en la actualidad todos los proyectos relacionados de nueva ejecución son supervisados por ACGISA de manera que se cumplen las reglamentaciones y normativas vigentes al respecto, tomando como norma general que la red de abastecimiento discurrirá siempre sobre la de saneamiento.

El saneamiento de las poblaciones utiliza sistemas de recogida unitaria, empleando mayoritariamente las mismas canalizaciones para las aguas fecales y de lluvia. Los vertidos de agua residual son conducidos a la red de saneamiento a través de las acometidas particulares, y las aportaciones de agua de escorrentía superficial mediante los sumideros.

Lo normal es encontrar una alcantarilla en cada calle, enlazándose los diferentes ramales formando una red. Para su trazado se aprovecha la pendiente de la propia calle, confluyendo todas en colectores perimetrales normalmente, que conduce las aguas residuales a la Estación de tratamiento E.D.A.R.U. por gravedad o bombeadas.

Los sistemas de recogida y depuración utilizados en las poblaciones se agrupan en las siguientes redes que conducen las aguas residuales a las EDAR indicadas a continuación:

- a) Red de saneamiento de Guadarranque (EDAR Guadarranque)
- b) Red de saneamiento de Torreguadiaro (EDAR Sotogrande)
- c) Red de saneamiento de Puente Mayor (EDAR La Línea)
- d) Red de saneamiento de Campamento (EDAR La Línea)
- e) Red de saneamiento de San Roque (EDAR San Roque)
- f) Red de saneamiento de Estación –Taraguilla (EDAR San Roque)
- g) Red de saneamiento de Guadiaro (EDAR Guadiaro)
- h) Red de saneamiento de San Enrique (EDAR San Enrique)
- i) Red de saneamiento de Sotogrande (EDAR Sotogrande)

Los asistentes a las Mesas de Trabajo recordaron que debido a la falta de sistema de saneamiento de aguas residuales en Albarracín, éstas son vertidas a fosas sépticas o directamente a los cauces y han contaminado el Arroyo Madre Vieja. En otros lugares ocurre algo parecido (parte alta de Guadiaro y San Enrique).

5.2.2.6. AGUAS RESIDUALES

Tras la recogida de las aguas residuales en los colectores principales, éstos las conducen hasta las estaciones depuradoras donde sufrirán diversos procesos que modificarán sus características físico-químicas y microbiológicas, antes de ser vertidas a los cauces o al mar, según el caso.

En cuanto a los sistemas de tratamiento, la depuradora de la CN-340 (San Roque) recoge los vertidos de San Roque, Miraflores, Taraguilla

y Estación. En esta planta tiene lugar un proceso continuo en el que el agua residual se estabiliza biológicamente en tanques o balsas de activación, en las que se mantienen condiciones aerobias.

El agua residual de llegada, tras pasar por un pretratamiento en el que se separan las partículas más gruesas y las arenas, pasa a balsas de fangos activos donde se proporciona el oxígeno necesario para la acción metabólica de los microorganismos. Este aporte se efectúa mediante dos turbinas. El sistema consiste en desarrollar un cultivo bacteriano disperso en forma de flóculo alimentado con el agua a depurar. La agitación evita sedimentos y homogeneiza la mezcla de los flóculos bacterianos y el agua residual. Después de un tiempo de contacto suficiente, el licor de mezcla se envía a un clarificador, destinado a separar el agua depurada de los fangos. Un porcentaje de estos últimos se recirculan al depósito de aireación y otra parte es estabilizada y deshidratada en eras de secado.

Los núcleos de Puente Mayorga y Campamento bombean sus vertidos a la E.D.A.R.U de la Línea de la Concepción en donde tiene lugar un tratamiento primario de las aguas recibidas y su envío mediante emisario submarino al mar.

Guadarranque tiene una pequeña depuradora para aproximadamente 200 h.e, también de fangos activos, con reactor biológico, decantador y recirculación de lodos.

El mismo sistema de depuración por fangos activos, de la depuradora de la CN-340, se utiliza en las depuradoras de San Enrique y Guadiaro aunque con procesos modificados y diseños diferentes. Tanto la EDAR de San Enrique como Guadiaro son circulares y en ambas están separadas por compartimentos interiores los procesos de síntesis y decantación. En la primera las separaciones son radiales y el clarificador se encuentra en la zona central,

mientras en la segunda los compartimentos son concéntricos con el decantador en el círculo más externo. El modelo de proceso que siguen es de contacto-estabilización y de aireación prolongada respectivamente.

La pedanía de Torreguadiaro bombea sus vertidos hasta la EDARU de Puerto Sotogrande, de características similares a la de Guadiaro.

El caudal de aguas residuales producidas en el Término de San Roque en el año 2002 fue de 5.894.244 m³. Para su depuración el Término dispone de cinco plantas de tratamiento cuya localización, capacidad y funcionalidad se resume en la Tabla 5.5.

EDAR – localización	capacidad (h-e)	funcionalidad
EDAR San Roque	10.000	inadecuada (1)
EDAR San Enrique	1.500	inadecuada (2)
EDAR Guadiaro	4.000	inadecuada (3)
EDAR Sotogrande	10.000	inadecuada (4)
EDAR Guadarranque	200	adecuada

(1) los valores de los parámetros analizados del efluente superan los mínimos exigidos en la normativa vigente
 (2) en verano los valores de materia orgánica y sólidos en suspensión del efluente superan los límites exigidos en la normativa vigente
 (3) la calidad del efluente es mala, posiblemente debido a fallos en el tratamiento primario
 (4) la calidad del efluente es mala algunos meses

Tabla 5.5.: Algunas características de las E.D.A.R. de San Roque, respecto a capacidad y funcionalidad. Fuente: Estudio de la Calidad Ambiental del Campo de Gibraltar, Universidad de Cádiz.

Los datos proceden de un muestreo mensual a lo largo del año 2002. Los análisis señalan que los efluentes de las cuatro EDAR no se adecuan a los requisitos mínimos de calidad establecidos en el Real Decreto 509/1996 de 15 de Marzo.

Las mediciones realizadas en 2003 señalan que la calidad del efluente de la EDAR Sotogrande

cumple en la mayoría de los casos la legislación vigente.

Los habitantes-equivalentes (h-e) calculados para el municipio de San Roque son superiores que los calculados para el diseño de las EDAR conjuntamente, por lo que en unos pocos años la capacidad de depuración actual sería insuficiente.

Emplazamiento	Volumen en m ³
San Roque	650.198
Guadalquítón	1.112.709
Estación – Taraguilla	618.882
Campamento - Puente - Guadarranque	445.010
Guadiaro	122.057
San Enrique – Torreguadiaro	274.613
Total	3.223.469

Tabla 5.6.: Volumen de agua consumido por cada abonado. Fuente ACGISA, 2003.

	Consumo	Procedencia del agua			
		1	2	3	4
Valderrama	317.000				
Almenara	396.500	+			
San Roque Club	450.000				
Sotogrande	500.000	+	+		
La Cañada	240.000	+		+	

1: lago de captación, 2: pozo, 3: aguas reutilizadas de la EDAR, 4: red general. + mayoritario sobre +

Tabla 5.7.: Consumo y procedencia del agua en los campos de golf del Término de San Roque. Fuente: Estudio de la Calidad Ambiental del Campo de Gibraltar, Universidad de Cádiz (2002).

Elemento muy importante en el consumo de

agua en el Término de San Roque es el golf (Tabla 5.7.). Aquí se concentran cinco de los seis campos existentes en el Campo de Gibraltar. El principal consumo de estos campos se dedica al riego y los factores implicados en que este consumo sea mayor o menor son los siguientes:

- la evapotranspiración, calculada para la zona en 4 mm/día
- eficiencia del sistema de riego
- tipo de césped
- geomorfología del terreno
- grado de urbanización de las instalaciones

Los campos de golf (incluyendo a La Alcaidesa que pertenece a La Línea) consumen aproximadamente un 20% del agua para riego en el Campo de Gibraltar.

Los productos fitosanitarios utilizados en estos campos presentan distinta agresividad sobre aves, mamíferos y peces. Dos de estos productos resultan inocuos, siete son moderadamente peligrosos y cuatro muy peligrosos.

La preocupación mostrada por los asistentes a las Mesas de Trabajo se centró en el mal funcionamiento de las depuradoras en general, la falta de mantenimiento de las mismas, su mal dimensionamiento y la inexistencia en Guadiaro de una EDAR.

Como aportación optimista, se comentó la existencia de un proyecto de construcción de una EDAR que beneficiaría a Estación de San Roque, Taraguilla y Miraflores. Además existe otro proyecto que se pondrá en marcha en breve para la recuperación ambiental del Arroyo Madre Vieja.

5.3. CONTAMINACIÓN

5.3.1. ORIGEN

El mar es el receptor final de gran parte de los residuos generados por el hombre. Estuarios y proximidades a los litorales están sujetos a los procesos de contaminación en mayor medida que las aguas oceánicas.

La contaminación por sustancias vertidas al medio acuático se define como “vertido de sustancias o de energía efectuado por el hombre en el medio acuático directa o indirectamente, que tenga consecuencias que puedan poner en peligro la salud humana, perjudicar los recursos vivos y el sistema ecológico acuático, causar daños a los lugares de recreo u ocasionar molestias para otras utilidades legítimas de las aguas” (Directiva 76/464/CEE, tomado del Plan de Policía de Aguas del Litoral Andaluz).

La contaminación que llega a los sistemas acuáticos se produce tanto en tierra como en el propio mar. Las fuentes contaminantes en tierra tienen su origen en:

1. actividades industriales:

- Composición química muy variable (sales minerales, metales, compuestos orgánicos) dependiendo del tipo de industria.

2. actividades agrícolas:

- Producen básicamente un aumento de nutrientes (nitratos y fosfatos) a consecuencia de los fertilizantes, además de pesticidas, herbicidas y otros productos fitosanitarios.

3. actividades urbanas:

- Nitrógeno reducido (nitritos y amonio) procedente de las aguas fecales.

- Contaminantes bacteriológicos (coliformes y estreptococos).
- Materia orgánica.
- Detergentes.
- Otros tóxicos procedentes de industrias que vierten al alcantarillado.

Esta variedad de contaminantes llega al litoral a través de los ríos (por canalización o escorrentía) y de vertidos directos.

En el mar serían:

- actividades de los buques
- catástrofes o accidentes
- explotaciones de hidrocarburos mar adentro

5.3.2. EL MEDIO ACUÁTICO MARINO

PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS Y METALES PESADOS

En la Bahía de Algeciras se dan importantes vertidos, destacando los procedentes de las grandes poblaciones (Algeciras, La Línea y Gibraltar), los aportes de los ríos Palmones y Guadarranque, y de su área industrial, en las que se encuentran industrias petroquímicas y de refino, de producción de acero, papel y energía, además de un importante tráfico marítimo.

No obstante, las aguas de la Bahía tienen una alta tasa de renovación y fuertes corrientes que minimizan los efectos contaminantes de la zona industrial, pese a ello aquí se alcanzan las mayores concentraciones medias de nitratos, nitritos, amonios y fosfatos de todo el litoral (datos del año 2003, Fuente: Plan de Policía de Aguas del Litoral Andaluz).

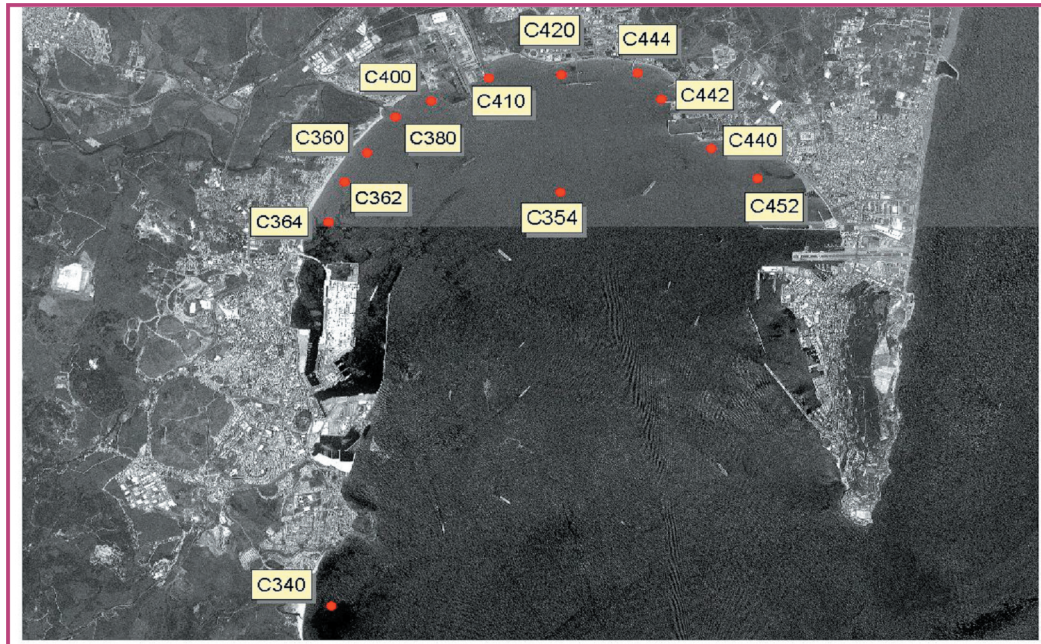


Figura 5.1.: Puntos de muestreo en la Bahía de Algeciras según el Plan de Policía de Aguas del Litoral Andaluz. Fuente: Informe del Consejo Provincial de Medio Ambiente, 2002.

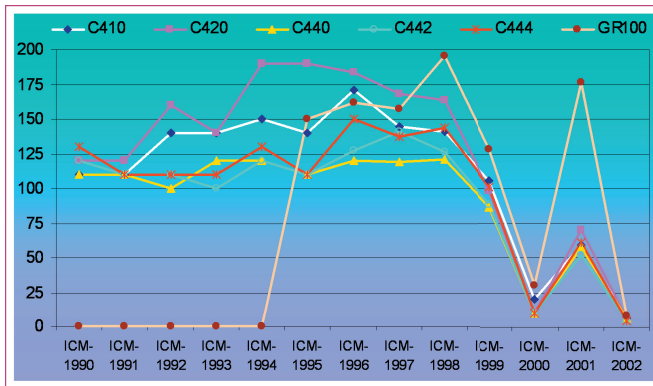
Los datos procedentes del Plan de Policía de Aguas del Litoral Andaluz tomados en diferentes puntos de la Bahía de Algeciras (Figura 5.1.) y en la desembocadura del río Guadarranque muestran las variaciones en los Índices de Contenido Metálico (Índice de Contenido Metálico responde a la siguiente expresión $ICM = (CM_1 * CM_2 * \dots * CM_9)^{1/9}$, siendo CM_i la concentración de los nueve metales siguientes: Cu, Zn, Ni, Cr, Cd, Pb,

As, Hg y Mn) de las aguas, de los sedimentos, niveles de amoníaco, nitratos y fosfatos.

Los puntos de muestreo reflejados son los correspondientes al litoral de San Roque, es decir el C410, C420, C440, C442 y C444, mientras que el de la desembocadura del río Guadarranque corresponde al GR100.

BLOQUE 3: INDICADORES AMBIENTALES. LEVANTAMIENTO DE INFORMACION PARA CONTROL, MEDICIÓN Y EVALUACIÓN

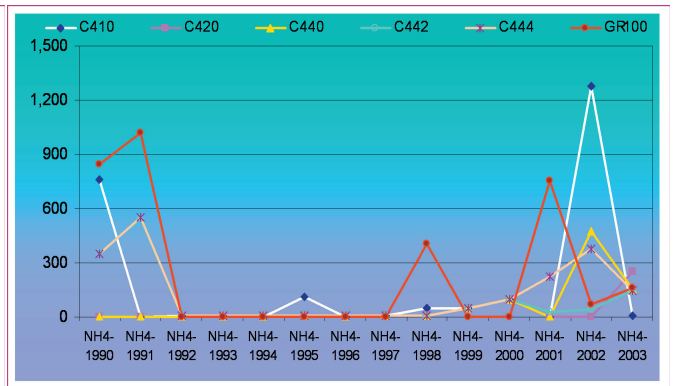
Ilustre Ayto. de San Roque



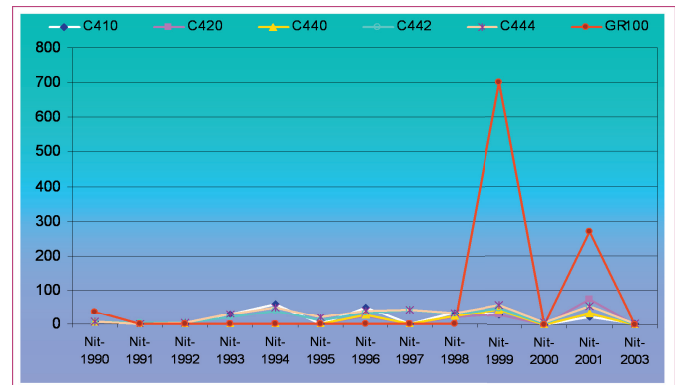
Gráfica 5.1.: Evolución del Índice de Contenido Metálico en las aguas de los diferentes puntos muestreados en el litoral de San Roque en la Bahía de Algeciras. Fuente: IMA 2003, Consejería de Medio Ambiente.

En general, los niveles de concentración de la mayor parte de los constituyentes estudiados, son similares a los obtenidos en otras zonas del litoral. Son superiores las concentraciones medias obtenidas para nitritos y fosfatos. Las muestras tomadas en las aguas de los puntos C420, C410 y C444 (próximo a vertidos industriales) son las que presentan los más elevados valores de ICM (Gráfica 5.1.). A su vez son destacables los altos valores de ICM obtenidos en el agua de la desembocadura del río Guadalranque en los últimos años. Los niveles de concentración de metales de este río (ICM medio 1,92), son ligeramente superiores a los encontrados en otros ríos estudiados (ICM medio 1,88) (exceptuando el río Tinto, el río Odiel y el canal del Padre Santo que se caracteriza por tener los mayores ICM medios).

Las concentraciones medias de amoníaco vienen sufriendo un aumento paulatino en las estaciones C410, C444 y C440 durante los últimos años, al igual que ocurre en la estación GR100 (Gráfica 5.2.).



Gráfica 5.2.: Evolución de la concentración media de amoníaco (mg/l) en el agua de los diferentes puntos muestreados en el litoral de San Roque en la Bahía de Algeciras. Fuente: IMA 2003, Consejería de Medio Ambiente.

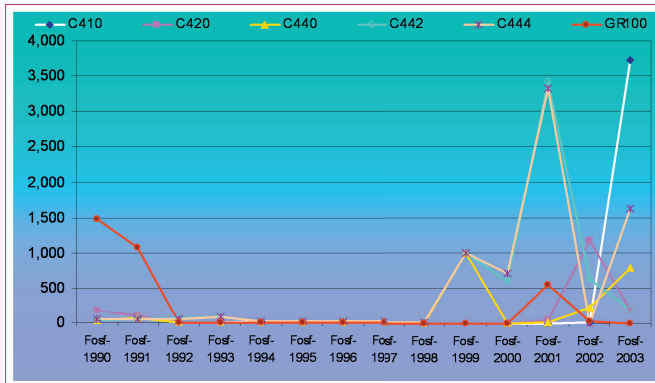


Gráfica 5.3.: Evolución de la concentración media de nitratos (mg/l) en el agua de los diferentes puntos muestreados en el litoral de San Roque en la Bahía de Algeciras. Fuente: IMA 2003, Consejería de Medio Ambiente.

Los niveles más altos de nitratos se suelen encontrar en la zona comprendida entre los puntos C360 y C410 (Gráfica 5.3.), situados próximos a las desembocaduras de los ríos Palmones y Guadalranque. La alta concentración de nitritos en la desembocadura del Guadalranque parece seguir una pauta puntual que se repite en los últimos años, con concentraciones muy superiores a las de las demás estaciones de muestreo.

BLOQUE 3: INDICADORES AMBIENTALES. LEVANTAMIENTO DE INFORMACION PARA CONTROL, MEDICIÓN Y EVALUACIÓN

Ilustre Ayto. de San Roque

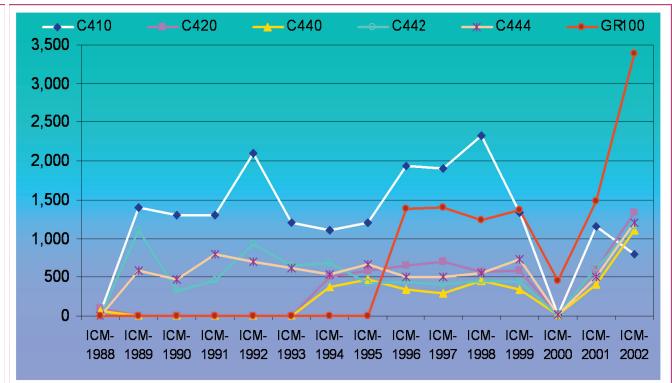


Gráfica 5.4.: Evolución de la concentración media de fosfatos (mg/l) en el agua de los diferentes puntos muestreados en el litoral de San Roque en la Bahía de Algeciras. Fuente: IMA 2003, Consejería de Medio Ambiente.

Las estaciones C442, C444 y C410 son las que presentan unos valores más elevados de fosfatos en las aguas analizadas en los últimos años (Gráfica 5.4.). La tendencia generalizada es a aumentar en todas las estaciones de muestreo de aguas abiertas, aunque no de una forma regular con el paso del tiempo.

En general, las mayores concentraciones de metales se alcanzan en la zona comprendida entre los puntos C452 y C400 (área industrial). Destaca en el muestreo del año 2002 la alta concentración detectada en el punto GR100, del río Guadarranque, en el que existe una tendencia a aumentar la concentración con el paso del tiempo, al igual que ocurre con el punto C410, aunque este se mantiene en valores más elevados de forma estable (Gráfica 5.5.).

En referencia a los sedimentos del río Guadarranque, cabe señalar que los niveles de concentración de los metales analizados (ICM 25.4), son superiores a los encontrados en los otros ríos estudiados (ICM medio 17.3) del litoral andaluz. Es de señalar que en este río se obtienen los mayores valores medios de cromo y níquel. La muestra GR100 (tomada en las proximidades de la desembocadura) tiene los mayores niveles de cromo y níquel.



Gráfica 5.5.: Evolución del Índice de Contenido Metálico en los sedimentos de los diferentes puntos muestreados en el litoral de San Roque en la Bahía de Algeciras. Fuente: IMA 2003, Consejería de Medio Ambiente.

El río Guadiaro también es muestreado en dos puntos de su tramo bajo, uno situado bajo el puente de hierro que comunica Guadiaro con San Enrique de Guadiaro (GI060) y otro en la desembocadura a la altura de la urbanización del Puerto de Sotogrande (GI100).

Los muestreos realizados en 2003 muestran que los niveles de concentración de la mayoría de los metales analizados en el agua, son bajos (presenta el menor ICM medio, 1'74 en 2003, de todos los ríos estudiados).

Los ICM obtenidos en el año 2003 (GI060 = 1.72, GI100 = 1.77) son superiores a los años 2001 (valor medio 1'47) y 2002 (valor medio 1'49), además de observarse un incremento de los valores medios de cobre, zinc, manganeso, nitrógeno amoniacal y fosfatos, en relación con los años 2001 y 2002. Sin embargo descienden los valores medios de nitritos.

Los valores medios de otros parámetros no metálicos son bajos, como los de nitratos, nitrógeno amoniacal, fosfatos, COT, sólidos en suspensión y sílice, pero los niveles de oxígeno disuelto son muy elevados (el mayor valor medio de todos los ríos, 8'5 mg/l).

BLOQUE 3: INDICADORES AMBIENTALES. LEVANTAMIENTO DE INFORMACION PARA CONTROL, MEDICIÓN Y EVALUACIÓN

Respecto a los sedimentos, los muestreos permiten afirmar que el río Guadiaro tiene un ICM (valor medio 17'6) ligeramente inferior al de otros ríos estudiados (valor medio 18'6). El ICM obtenido en 2003 (valor medio 17'0; ICM de los puntos de muestreo: GI060 = 17'2, GI100 = 18) es similar a los de años anteriores (2001 valor medio de ICM = 17'1, 2002 valor medio de ICM = 17'6).

Las muestras de sedimentos del río Guadiaro han aportado bajos contenidos medios de arsénico, cinc, mercurio y plomo, siendo elevadas las concentraciones medias de manganeso, cromo, níquel y aluminio. Las máximas concentraciones de plomo y aluminio se alcanzaron en ese año, así como las menores de níquel. El resto de parámetros presentan valores similares en los tres últimos años.

Las grandes industrias de la Bahía se concentran entre los términos municipales de Los Barrios y San Roque, franja que no supera el 25% del litoral de la Bahía.

Respecto al grado de cumplimiento de los límites de vertido recogidos en las autorizaciones concedidas así como en la normativa vigente (Decreto 14/1996) de los nueve parámetros (aceites y grasas, amonio, COT, fenoles, fluoruros, hidrocarburos no polares, pH, sólidos en suspensión y sulfuros) controlados en el afluente de la Refinería Gibraltar – CEPSA ninguno cumplía en un 100% con los límites de vertido de la autorización en los años 2000 a 2002.

Tabla 5.8.: Incidencia de diversos parámetros en la carga contaminante que afecta a la Bahía de Algeciras y origen de los mismos. Fuente: Estudio de la Calidad Ambiental del Campo de Gibraltar, Universidad de Cádiz, actualización Enero 2004.

En el Término de San Roque se localizan cinco polígonos industriales que vierten indirectamente a través de colectores municipales:

- P. I. de Campamento en Campamento
- P. I. de El Cañuelo en Guadiaro
- P. I. de Guadarranque en Guadarranque
- P. I. de La Pólvora en Taraguilla
- P. I. de San Roque en San Roque

La información con respecto a las características de estos vertidos es prácticamente inexistente. Las aguas residuales del P. I. Campamento van a la EBAR de Puente Mayorga y de ahí a la EDAR de La Línea; las del Polígono de El Cañuelo van a la EDAR Guadiaro, y las de La Pólvora a la EDAR San Roque. No hay información sobre los otros dos polígonos industriales.

PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS

Gracias a la información facilitada por el Servicio de Salud Pública (Sección de Sanidad Ambiental) de la Consejería de Salud, podemos exponer los datos analíticos de aguas de mar correspondientes a los puntos de muestreo oficiales establecidos en las playas del municipio de San Roque.

Como se puede comprobar, los parámetros analizados son los Coliformes fecales, Coliformes Totales y los Estreptococos, por ser éstos los microorganismos con mayor potencial contaminante de las aguas de baño (Tabla 5.9.).

Parámetro	Contaminante Porcentaje sobre el total	Origen
Nitratos	> 50	Efluente de Acerinox
DQO	8,6	Torraspapel
Cloro libre residual	1,2	Centrales Térmicas
COT, amonio, hidrocarburos, aceites y grasas, sólidos en suspensión	36,1	Aguas residuales de CEPSA

BLOQUE 3: INDICADORES AMBIENTALES. LEVANTAMIENTO DE INFORMACION PARA CONTROL, MEDICIÓN Y EVALUACIÓN

Ilustre Ayto. de San Roque



Lugar de muestreo	Coliformes fecales	Coliformes totales	Estreptococos
Torreguadiaro (Patricia)	4,3 (0-40) ⁽¹⁾	21,7 (0-190) ⁽²⁾	12,4 (0-100) ⁽³⁾
Torreguadiaro (Torreguadiaro)	15,2 (0-190) ⁽⁴⁾	59,1 (0-640) ⁽⁴⁾	29,3 (0-300) ⁽⁵⁾
Sotogrande (Sotogrande)	28,1 (0-600) ⁽¹⁾	89,3 (0-2300) ⁽¹⁾	18,4 (0-230) ⁽¹⁾
Puente Mayorga (Campamento)	17,8 (0-120) ⁽⁶⁾	95,4 (0-630) ⁽⁷⁾	21,9 (0-210) ⁽¹⁾
Puente Mayorga	96,7 (0-1500) ⁽⁸⁾	195,2 (0-2700) ⁽⁸⁾	86,9 (0-2000) ⁽⁸⁾
Guadarranque	134 (0-1500) ⁽¹⁾	359 (0-4200) ⁽¹⁾	72,1 (0-1000) ⁽¹⁾

Fechas de las máximas medidas: (1) abril 2003, (2) junio 2003, (3) junio 2002, (4) marzo 2003, (5) abril 2002, (6) septiembre 2001, (7) mayo 2001, (8) julio 2003. Media quincenal y mínimo-máximo del periodo mayo 2001 – septiembre 2003

Las zonas más conflictivas desde el punto de vista de la calidad microbiológica de las aguas de baño son las playas de Guadarranque y Puente Mayorga por ese orden. En el primer caso se superaron los valores medios quincenales en años anteriores por una concentración superior a la permitida. De echo esta playa ha tenido una calificación “no apta” para el baño en 1999, ya que incumplía los valores imperativos, y durante los años 1998, 2000 y 2002 tan sólo cumplió los valores imperativos pero no los valores guía (aguas aptas para el baño, de buena calidad).

Tabla 5.9.a: Análítica microbiológica del agua de mar en el litoral de San Roque. Fuente: Consejería de Salud, Delegación Provincial de Cádiz.

En la Tabla 5.9.b. podemos apreciar los valores guía e imperativos para las aguas de baño en el litoral de Andalucía. Los valores guía son las referencias máximas para poder considerar las aguas como aptas para el baño, pero deben ser controladas periódicamente para observar la evolución de la concentración de los microorganismos. Los valores imperativos son los deseables para poder afirmar que la calidad de las aguas de baño es óptima.

Así se establece una clasificación en la que “0” significa la recomendación de no bañarse, “1” se cumplen los valores imperativos, pero no los valores guía y “2” en los que se cumplen ambos.

En los años 1998 y 2003 fue la playa de Puente Mayorga la que obtuvo esa calificación de aguas aptas para el baño, de buena calidad, al cumplir los valores imperativos pero no los valores guía establecidos por la reglamentación de aguas de baño. En 1999 el baño fue desaconsejado en esta playa por no cumplir los valores imperativos siquiera. Lo mismo ocurrió en la playa de Campamento en 1998 y 1999, recuperándose posteriormente ya que en 2000 fue apta para el baño.

5.3.3. EL MEDIO ACUÁTICO DULCE

En el Término de San Roque se encuentran los ríos Guadarranque y Guadiaro. Aguas arriba, antes de entrar en el Término, el río Guadarranque se encuentra embalsado y en su tramo medio-

Parámetros	Guía	Imperativos	Frecuencia mínima de muestreo
Coliformes totales /100 ml	500	10	bimensual
Coliformes fecales /100 ml	100	2	bimensual
Estreptococos fecales /100 ml	100	-	bimensual

Tabla 5.9.b: Valores guía e imperativos para el agua de mar en el litoral de Andalucía. Fuente: Consejería de Salud, Delegación Provincial de Cádiz.

bajo actúa como límite natural de los términos municipales de Los Barrios y San Roque, recibiendo en las proximidades de su desembocadura las aguas del Arroyo de Madre Vieja.

Las Sierras de Almenara y del Arca separan la cuenca del río Guadarranque de la del río Guadiaro, límite natural por el Este del Término, y del Campo de Gibraltar, con la provincia de Málaga. Como río mediterráneo tiene un caudal irregular, caudaloso en la época de lluvias y escaso en el estiaje, con una aportación media al mar de 581 Hm³/año. Afluentes de cierta importancia son los arroyos de Viñuela, del Chino, Micaela y Mantilla. El final de su recorrido se convierte en el Paraje Natural del estuario del río Guadiaro de 27 Ha.

Otros cauces del Término son los arroyos de las Canteras, de la Mujer y de la Doctora, que vierte en el Arroyo Guadalquitón, que desemboca en la Playa del Guadalquitón, entre Punta Mala y Sotogrande.

La red hidrográfica del Término de San Roque queda completa en la Cartografía militar de España, hoja 14-47 (San Roque) a escala 1:50.000.

Debido a las concentraciones urbanas y, especialmente, de industrias el río Guadarranque en su tramo bajo representa en su imagen "paisajística" la realidad que muestran los análisis de sus aguas y sedimentos: contaminación.

Sin embargo, en el río Guadiaro las fuentes de contaminación son menores, consistente básicamente en los vertidos urbanos de poblaciones pequeñas (como San Enrique y Guadiaro) y la propia de las actividades agrícolas, que principalmente le llegan por escorrentía. No se encuentran actividades industriales importantes en su área de drenaje.

Sobre los cauces de menor entidad como los mencionados anteriormente, no existe ningún tipo de información. No obstante, de su observación no se intuye que sus aguas estén contaminadas, al menos por materia orgánica

(más fácil de detectar a simple vista que la contaminación química), observándose que son muchos los cauces con agua permanente, es decir, que tienen corriente durante el estiaje.

Sí se ha observado, por el contrario, que algunos cauces marcados en la cartografía, físicamente no se encuentran por lo que sospechamos que hayan sido soterrados o desviados, principalmente por obras de infraestructuras o urbanizaciones. Algunos casos se pueden encontrar en la carretera de San Enrique a San Martín del Tesorillo.

5.3.3.1. EL RÍO GUADARRANQUE

Las precipitaciones como en el resto de la Comarca, son en general muy abundantes aunque muy desigualmente repartidas, con una estación húmeda entre Noviembre y Marzo, otra marcadamente árida durante el verano, y semiárida el resto del año. Es el factor más importante a considerar como aporte de agua dulce en el Término y por su efecto de dilución de la carga contaminante de los cauces.

Para hacer una aproximación de este valor en el área correspondiente a la cuenca del río Guadarranque se ha tenido en cuenta las mediciones realizadas por la C.H.S. en la estación meteorológica de San Roque:

Código estación	Situación	Altitud
170	Latitud 36°12'55'' Longitud W 01°44'50''	50 m

A) PLUVIOMETRÍA

Años	PTA	MD	Días sin lluvia
1979-80	769,9	95,5	312
1980-81	386,6	51,7	324
1981-82	771,8	87,1	319
1982-83	480,8	89	330
1983-84	932,4	67	307
1984-85	785,9	87,6	320
1985-86	707,8	98,5	315
1986-87	798,6	112	327
1987-88	852,5	132	303
1988-89	867,3	76,8	309
1989-90	1452,3	138	300
1990-91	952,2	75	309
1991-92	853,3	80	312
1992-93	870,5	127	317
1993-94	673,2	49,6	326
1994-95	253,2	38	339
1995-96	1043,3	143	262
1996-97	1337,5	112	317
1997-98	1134,7	150	310

Tabla 5.10.: Precipitación total anual (PTA) y máxima diaria (MD) en l/m² medida en San Roque (estación 170) en el periodo 1979 – 1998. Fuente: C.H.S.

B) SITUACIÓN DE LAS AGUAS Y SEDIMENTOS: (Fuente: AICIA, Plan de Policía de Aguas del Litoral Andaluz).

1) De los resultados de las mediciones realizadas en el año 2003 se concluye para las aguas:

- los niveles de concentración de metales (ICM medio = 2,17) son superiores a los encontrados en el resto de ríos estudiados del litoral andaluz (ICM medio = 2.05). El valor medio medido en este año (2,17) es mayor de los medidos en años anteriores (1,92 y 1,84 para los años 2001 y 2002 respectivamente).
- el pH es ligeramente superior a los valores neutros (7 a 7,8).
- se encuentran los medias más altas

de aceites y grasas de todos los ríos estudiados (1,2 mg/l frente a 0,1 mg/l)

2) De los resultados de las mediciones realizadas en el año 2003 se concluye para los sedimentos:

- los niveles de concentración de los metales analizados (ICM medio = 28) son notablemente superiores a los valores medios encontrados en los otros ríos estudiados del litoral (ICM medio = 18,6).
- Los ICM obtenidos en este año son similares a los del 2002 (28,4) y superiores a los del año 2001 (25,4). En este año se dio un incremento en las concentraciones medias de arsénico, litio y aluminio.
- Próximo a la desembocadura se encuentran los valores más altos de cromo y níquel (500 y 190 mg/kg de peso seco para cromo y níquel respectivamente).

5.3.3.2. EL RÍO GUADIARO

A) PLUVIOMETRÍA

Años	PTA	MD	Días sin lluvia
1979-80	999,5	91,2	327
1980-81	396,6	40,5	328
1981-82	555,7	48	326
1982-83	355,5	87	339
1983-84	977,4	84,3	314
1984-85	821,1	112,9	318
1985-86	670,3	74	311
1986-87	798,6	110	328
1987-88	1032,3	151,9	303
1988-89	1143,6	195	113
1989-90	1866,4	89,1	299
1990-91	1521,9	176,2	310
1991-92	1080,8	132	320
1992-93	774,7	121	171
1993-94	405,7	43,4	310
1994-95	370,4	44	341
1995-96	1217,1	144	294
1996-97	1179,7	84,2	310
1997-98	917,4	128,6	306
1998-99	327	39,3	339

Tabla 5.11.: Precipitación total anual (PTA) y máxima diaria (MD) en l/m² medida en San Martín del Tesorillo (estación 168) en el periodo 1979 – 1999. Fuente: C.H.S.

Para hacer una aproximación de este valor en el área correspondiente a la cuenca del río Guadiaro se ha tenido en cuenta las mediciones realizadas por la C.H.S. en la estación meteorológica de San Martín del Tesorillo (Tabla 5.11.).

Código estación	Situación	Altitud
168	Latitud 36°20'26'' Longitud W 01°38'00''	24 m

B) SITUACIÓN DE LAS AGUAS Y SEDIMENTOS: (Fuente: AICIA, Plan de Policía de Aguas del Litoral Andaluz).

1) De los resultados de las mediciones realizadas en el año 2003 se concluye para las aguas:

- los niveles de concentración de la mayoría de los metales analizados son bajos (ICM medio = 1,74). Este ICM es superior al medido en 2002 (1,49) y 2001 (1,47).
- el pH es ligeramente superior a la neutralidad (8,1).
- aumentan con relación a los dos años anteriores los valores medios de cobre, zinc, manganeso, nitrógeno amoniacal y fosfatos, y disminuyen conductividad y nitritos.
- se encuentra el valor más alto de oxígeno disuelto de todos los ríos estudiados del litoral (8,5 mg/l).

2) De los resultados de las mediciones realizadas en el año 2003 se concluye para los **sedimentos**:

- el valor medio del ICM (17,6) es algo inferior a la media de los otros ríos (18,6).
- se encontraron bajos valores de arsénico, zinc, mercurio y plomo, y elevadas concentraciones de manganeso, cromo, níquel y aluminio.

5.3.4. INDICADORES BIOLÓGICOS DE LA CALIDAD DEL AGUA DULCE

Cuando un curso de agua es perturbado por la emisión de una carga contaminante cualquiera (aguas residuales urbanas,

desechos industriales, etc.) ve alterada sus características físico-químicas que se manifiestan, dependiendo del tipo de emisión, en un descenso en la concentración de oxígeno disuelto, aumento del contenido de nutrientes (nitratos, nitritos, amonios y fosfatos), variaciones del pH, aumento de los sólidos en suspensión, sales, metales,

etc. Cuando estas emisiones son puntuales, la capacidad autodepuradora del río hace que éste recupere sus condiciones anteriores a la emisión.

Un control analítico rutinario de las aguas posiblemente no detecte la emisión contaminante debido a esta autodepuración, pero la biocenosis del río sufre modificaciones en su composición en un grado proporcional a la intensidad de la emisión contaminante, que se recuperará en un tiempo mayor que lo hacen los parámetros físico-químicos. Si las emisiones se van repitiendo puntualmente, la comunidad biocenótica cambiará a especies tolerantes al tipo de carga contaminante, mientras que entre las emisiones la analítica mostrará unas aguas libres de contaminación.

Este concepto es el que ha llevado desde hace varias décadas al uso de la biocenosis como indicador biológico de la calidad del agua, siendo los macroinvertebrados, por su biología y ecología, los organismos utilizados con preferencia para ello. En España se utiliza con la recomendación de la Asociación Española de Limnología el Iberian Biomonitoring Working Party (IBMWP de Alba Tercedor y Sánchez Ortega).

Para la aplicación del IBMWP es básica la elaboración de la lista de familias de macroinvertebrados que constituye la comunidad establecida en el punto del río del que se quiere conocer su calidad del agua. Los cauces del Término Municipal de San Roque prácticamente no han sido estudiados en este sentido, por lo que la aplicación de este índice biológico por el momento es imposible. A este respecto, en la literatura solo se encuentran datos del río Guadiaro en la localidad de San Martín del Tesorillo (Fuente: García de Jalón y González del Tánago (1986):

Insecta

Ephemeroptera:

- *Baetis fuscatus*
- *Baetis pavidus*
- *Baetis rhodani*
- *Ecdyonurus sp.*
- *Caenis luctuosa*
- *Caenis rhenicola*
- *Ephoro virgo*

Trichoptera:

- *Hydropsyche exocellata*

No existe ningún dato del río Guadarranque en los límites de San Roque.

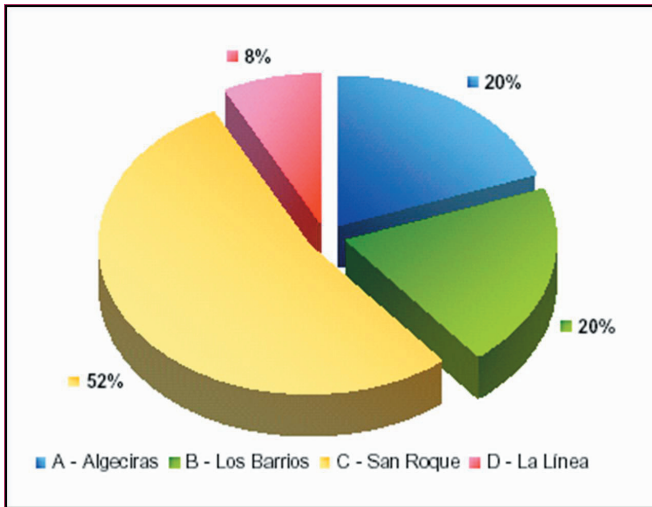
La información existente sobre las comunidades de macroinvertebrados acuáticos que habitan en los cauces del Término de San Roque es tan escasa que resulta imposible el cálculo del IBMWP o cualquier otro índice biológico.

5.3.5. INCIDENCIAS AMBIENTALES

En el Término de San Roque se detectaron el 52% del total de los incidentes ambientales registrados en la Bahía de Algeciras durante los años 2000, 2002 y 2003 (Gráfica 5.6.), según los informes proporcionados por el Laboratorio de Vigilancia y Control de la Contaminación de Palmones (Consejería de Medio Ambiente). Entre la desembocadura del río Guadarranque y la playa de Puente Mayorga el número de incidentes estuvo relacionado principalmente con la proliferación de algas y otros de naturaleza desconocida.

BLOQUE 3: INDICADORES AMBIENTALES. LEVANTAMIENTO DE INFORMACION PARA CONTROL, MEDICIÓN Y EVALUACIÓN

Ilustre Ayto. de San Roque



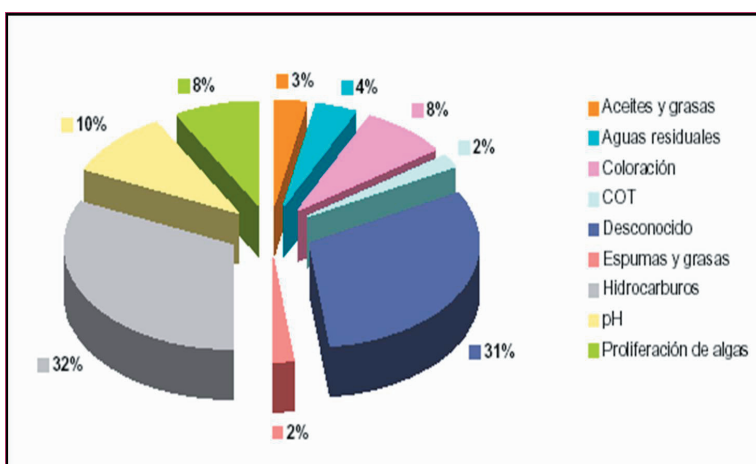
Gráfica 5.6.: Incidencias ambientales registradas en la bahía de Algeciras durante el periodo 2000-2002. Fuente: "Estudio de la calidad ambiental del Campo de Gibraltar: Medio Ambiente Acuático y Contaminación Acústica. Segundo Informe" (Universidad de Cádiz). 2003.

En los últimos años son numerosos los casos de denuncias registradas por los medios de comunicación y que proceden de los grupos ecologistas de la zona. Por otra parte, el Laboratorio de Vigilancia y Control de Palmones ha registrado otros casos que incluyen vertidos blanquecinos al río Guadarranque desde el Polígono, presencia de hidrocarburos sobrenadantes, manchas oleosas en el agua en Puente Mayorga, hidrocarburos en las playas, etc. (Gráfica 5.7.).

Gráfica 5.7.: Naturaleza de los incidentes ambientales registrados en la bahía de Algeciras durante el periodo 2000-2002. Fuente: "Estudio de la calidad ambiental del Campo de Gibraltar: Medio Ambiente Acuático y Contaminación Acústica. Segundo Informe" (Universidad de Cádiz). 2003.



Figura 5.2.: Vista aérea del asentamiento de las grandes industrias en la Bahía de Algeciras. A la derecha se observa el Polígono Guadarranque en el término de San Roque, separado por el río del mismo nombre del municipio de Los Barrios y el Polígono Industrial Palmones. Fuente: "Cádiz desde el cielo" (Diputación Provincial de Cádiz, 2003).



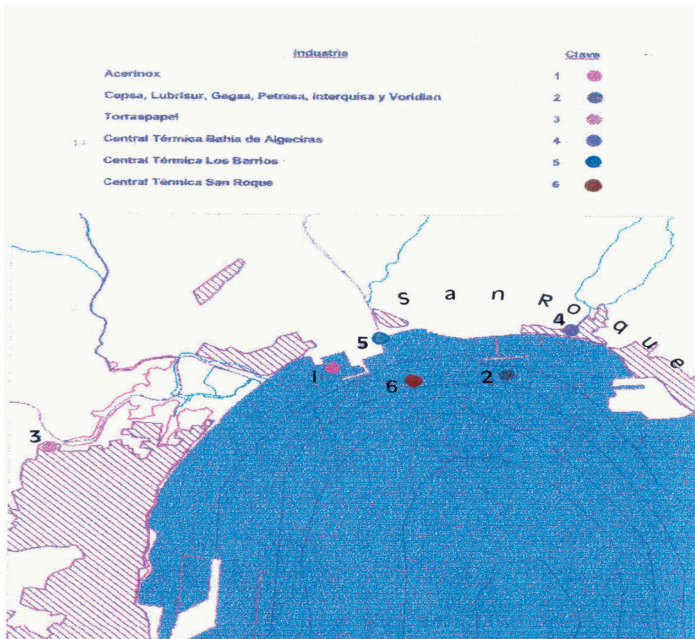


Figura 5.3.: Localización de los vertidos procedentes de las industrias más importantes enclavadas en la Bahía de Algeciras (Modificado del Estudio de la Calidad Ambiental del Campo de Gibraltar, Universidad de Cádiz).



Figura 5.4: Red hidrográfica del Término de San Roque (E. 1:100000). Exceptuando a los ríos principales (Hozgarganta, Guadarranque y Guadiaro), la cartografía representa el resto de los cauces con líneas discontinuas, indicando su temporalidad. Sin embargo, en todos los casos en los que se ha realizado una observación *in situ* se ha comprobado que se trata de cauces con corriente incluso durante el estiaje.

El asterisco señala el único punto de toda la red del que existe alguna información sobre la comunidad de macroinvertebrados (datos de Ephemeroptera y Trichoptera procedentes del estudio realizado por García de Jalón y González del Tánog en 1986).



Figura 5.5: El arroyo Guadalquítón a su paso por el Km. 128 de la E15 durante el estiaje. En este punto, el arroyo tenía una velocidad de la corriente bastante considerable, aunque poca profundidad. En un estudio que está realizándose en la actualidad, la comunidad de macroinvertebrados establecida presenta una biodiversidad muy alta.

5.4. DIAGNÓSTICO SECTORIAL

5.4.1. EXPLICACIÓN Y COMENTARIOS

Una vez revisado el ciclo del agua en San

BLOQUE 3: INDICADORES AMBIENTALES. LEVANTAMIENTO DE INFORMACION PARA CONTROL, MEDICIÓN Y EVALUACIÓN

Roque pasamos a realizar un resumen de las principales incidencias que influyen en él.

- El tratamiento y abastecimiento de agua en alta es competencia de la Mancomunidad de Municipios del Campo de Gibraltar.
- El agua bruta suministrada por la Confederación desde los embalses de Guadarranque y Charco Redondo es potabilizada en tres plantas de tratamiento situadas en Castellar de la Frontera, San Roque y la de "El Cañuelo".
- San Roque produjo un consumo de agua para uso urbano en el año 2002 de 2,94 Hm³, mientras que las industrias localizadas en el término municipal consumieron un total de 3,22 Hm³. El conjunto de los Términos de San Roque, La Línea, Los Barrios y Algeciras consumieron 15,94 Hm³ para uso industrial y 4,46 Hm³ para uso agrícola (datos del año 2002).
- Todas las captaciones, excepto las que abastecen a San Enrique de Guadiaro y Torreguadiaro, son propiedad de la C.H.S. y las que abastecen a Guadiaro pertenecen a la Financiera Sotogrande S.A. Las que abastecen a San Enrique de Guadiaro y Torreguadiaro son captadas por un pozo de tipo Ranney.
- Existen once depósitos reguladores en el Término con una capacidad total de almacenamiento de 32.050 m³ y un total de seis estaciones elevadoras distribuidas por todo el Término Municipal, que en total suponen 2.374 CV de potencia.
- La C.H.S. dispone del embalse del

Guadarranque (Castellar) de 87 Hm³ de capacidad y 143 km² de superficie de la cuenca de captación, y el embalse de Charco Redondo (Los Barrios) de 82 Hm³ y 136 km² de superficie. Para el abastecimiento de San Enrique y Torreguadiaro existe un pozo de 3,5 m de diámetro y 10,9 m de profundidad.

- En casos de sequía se dispone del trasvase Guadiaro – Arenilla de 780 l/s de caudal, cinco pozos de 800-850 l/s en San Enrique, unos 32 pozos entre el Pinar del Rey y Guadarranque de unos 1.000-1.100 l/s de caudal.
- La red de alcantarillado discurre por debajo de la red de agua potable; en la actualidad todos los proyectos de nueva ejecución son supervisados de manera que se cumplen las reglamentaciones y normativas vigentes.
- Reservas de los depósitos de San Roque en días vienen reflejadas en la siguiente tabla:

Depósitos	Días
San Roque casco	1,5
Guadalquitón	1 - 5
Estación - Taraguilla – Polígono	
Guadarranque	3 - 4
a) depósito SEPES	0,5
b) depósito Zahonera	
Campamento - Puente	- 0,5
Guadarranque*	
Guadiaro	0,5
San Enrique	0,5 - 1
Torreguadiaro	2 - 3
*fuera de servicio desde el año 2003	

- El caudal de aguas residuales producidas en el Término de San Roque en el año 2002 fue de 5.894.244 m³. Estas cifras se corresponden aproximadamente con el consumo

BLOQUE 3: INDICADORES AMBIENTALES. LEVANTAMIENTO DE INFORMACION PARA CONTROL, MEDICIÓN Y EVALUACIÓN

Ilustre Ayto. de San Roque



- total del municipio, tan solo se ven alteradas por las pérdidas existentes en la red de abastecimiento que suponen el 5% del total aproximadamente.
- Los habitantes-equivalentes (h-e) calculados para el municipio de San Roque son superiores que los calculados para el diseño de las EDAR conjuntamente, por lo que en unos pocos años la capacidad de depuración actual sería insuficiente.
 - En San Roque se concentran cinco de los seis campos existentes en el Campo de Gibraltar. Los campos de golf (incluyendo a La Alcaidesa que pertenece a La Línea) consumen aproximadamente un 20% del agua para riego en el Campo de Gibraltar.
 - De los nueve parámetros controlados en el afluyente de la Refinería Gibraltar – CEPESA (aceites y grasas, amonio, COT, fenoles, fluoruros, hidrocarburos no polares, pH, sólidos en suspensión y sulfuros) ninguno cumplía en un 100% con los límites de vertido de la autorización en los años 2000 a 2002.
 - Los niveles de concentración de metales en el río Guadarranque son superiores a los encontrados en el resto de ríos estudiados del litoral andaluz. El pH es ligeramente superior a los valores neutros (7 a 7,8) y se encuentran las medias más altas de aceites y grasas de todos los ríos estudiados.
 - Respecto a los sedimentos, los niveles de concentración de los metales analizados son notablemente superiores a los valores medios encontrados en los otros ríos estudiados del litoral. En este año se dio un incremento en las concentraciones medias de arsénico, litio y aluminio. Próximo a la desembocadura se encuentran los valores más altos de cromo y níquel.
 - La calidad del agua del río Guadiaro presenta bajos niveles de concentración de la mayoría de los metales analizados. Este ICM es superior al medido en 2002; el pH es ligeramente superior a la neutralidad, aumentan con relación a los dos años anteriores los valores medios de cobre, zinc, manganeso, nitrógeno amoniacal y fosfatos, y disminuyen conductividad y nitritos, y se encuentra el valor más alto de oxígeno disuelto de todos los ríos estudiados del litoral.
 - En los sedimentos el valor medio del ICM es algo inferior a la media de los otros ríos, los valores de arsénico, zinc, mercurio y plomo fueron bajos, pero por contra, fueron elevadas las concentraciones de manganeso, cromo, níquel y aluminio.
 - Para conocer el estado de las aguas se utilizan indicadores biológicos, que en España es el Iberian Bio-monitoring Working Party (IBMWP de Alba Tercedor y Sánchez Ortega).
 - La información existente sobre las comunidades de macroinvertebrados acuáticos que habitan en los cauces del Término de San Roque es tan escasa que resulta imposible el cálculo del IBMWP o cualquier otro índice biológico.
 - En el Término de San Roque se detectaron el 55% del total de los

vertidos incontrolados de la Bahía. El número de incidentes estuvo relacionado principalmente con la proliferación de algas, los vertidos blanquecinos al río Guadarranque desde el Polígono, la presencia de hidrocarburos sobrenadantes, manchas oleosas en el agua en Puente Mayorga, hidrocarburos en las playas, etc.

5.4.2. MATRIZ DAFO

DEBILIDADES

- Excesivo incremento del consumo del agua en los meses estivales debido a la afluencia masiva de turistas.
- Los efluentes de cuatro de las EDAR del término no se adecuan a los requisitos mínimos de calidad establecidos en el Real decreto 509/1996 de 15 de Marzo.
- Los campos de golf (incluyendo a La Alcaidesa que pertenece a La Línea) consumen aproximadamente un 20% del agua para riego en el Campo de Gibraltar.
- La información existente sobre las comunidades de macroinvertebrados acuáticos que habitan en los cauces del Término de San Roque es tan escasa que resulta imposible el cálculo del IBMWP o cualquier otro índice biológico.
- Falta de divulgación y deficiencias en el acceso a la información de los resultados que se van obteniendo en los estudios parciales del Plan de Calidad Ambiental del Campo de Gibraltar

AMENAZAS

- En unos pocos años la capacidad de depuración actual será insuficiente ya que los habitantes-equivalentes (h-e) calculados para el municipio de San Roque son superiores que los calculados para el diseño de las EDAR conjuntamente.
- De los nueve parámetros controlados en el afluente de la Refinería Gibraltar – CEPSA ninguno cumplía en un 100% con los límites de vertido de la autorización en los años 2000 a 2002.
- Los niveles de concentración de metales en las aguas y sedimentos del río Guadarranque son superiores a las medias de otros ríos andaluces.
- En el Término de San Roque se detectaron el 55% del total de los vertidos incontrolados de la Bahía.
- Las playas de Guadarranque y Puente Mayorga han sido calificadas como “no aptas” para el baño en varias ocasiones por la Consejería de Salud.

FORTALEZAS

- El abastecimiento de agua en San Roque está garantizado gracias a la capacidad de embalse de los pantanos de los que se nutren las estaciones potabilizadoras de agua.
- En casos de sequía se dispone del trasvase Guadiaro – Arenilla y numerosos pozos en San Enrique y entre el Pinar del Rey y Guadarranque.
- La calidad del agua del río Guadiaro presenta bajos niveles de concentración de la mayoría de los metales analizados, así como los sedimentos.

OPORTUNIDADES

- Sería posible conocer el estado de las aguas gracias a indicadores biológicos, usando el ***Iberian Biomonitoring Working Party***.
- La futura conexión entre el embalse de Guadarranque y el Pantano del Charco Redondo supondrá una mejor regulación de la cuenca ante épocas de sequía.
- Los resultados de las investigaciones del Plan de Calidad del Campo de Gibraltar pueden servir para mejorar la calidad de las aguas fluviales y litorales.
- Puesta en marcha de los Planes de Acción de la Agenda 21.

Debilidades: aquellos aspectos en los que el sistema resulta deficiente para atender a objetivos de mejora.

Fortalezas: pone de relieve aspectos en los que el sistema resulta competitivo.

Amenazas: suponen una retrospectiva de futuro basada en las tendencias y previsiones observadas a partir de las debilidades.

Oportunidades: identifican aspectos de los que puede beneficiarse el sistema.

