

"LA GESTIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES EN LOS MUNICIPIOS PEQUEÑOS DE LA PROVINCIA DE CASTELLÓN"

*Fernando Marcos Sanz
Departamento de depuración de aguas
residuales de municipios pequeños (FACSA)*

ÍNDICE

- 1.- PREÁMBULO
- 2.- RESEÑA HISTÓRICA DE FACSA
- 3.- ANTECEDENTES/CONSIDERACIONES
 - 3.1.- INTRODUCCIÓN
 - 3.2.- SITUACIÓN EN NUESTRA PROVINCIA
 - 3.3.- ANTECEDENTES HISTÓRICO/LEGALES
 - 3.4.- ANTECEDENTES HISTÓRICOS DE PUESTA EN MARCHA DE LAS DEPURADORAS POR PARTE DE FACSA
- 4.- CARACTERÍSTICAS DE LAS AGUAS RESIDUALES
 - 4.1.- ORIGEN DE LAS AGUAS RESIDUALES
 - 4.2.- ALGUNAS CONSIDERACIONES
 - 4.2.1.- Caudales
 - 4.2.2.- Cargas contaminantes
 - 4.3.- CONCEPTOS DE ALGUNOS PARÁMETROS DE CONTROL
- 5.- INFORMES HISTÓRICOS DE CAUDALES Y ANALÍTICA DE CARGA CONTAMINANTE (Periodo julio 1994 a octubre 1999)
- 6.- PROCESOS DE TRATAMIENTO
 - 6.1.- OPERACIONES Y PROCESOS DE TRATAMIENTO
 - 6.2.- TRATAMIENTO SECUNDARIO BIOLÓGICO – FANGOS ACTIVOS
 - 6.3.- LECHOS BACTERIANOS
 - 6.4.- CONTACTORES BIOLÓGICOS ROTATIVOS. BIODISCOS
 - 6.5.- LECHOS DE TURBA

- 7.- INFORMES HISTÓRICOS DE RENDIMIENTOS POR SISTEMAS DE DEPURACIÓN (Periodo junio 1994 a octubre 1999)
- 8.- COSTES, MANTENIMIENTO, ORGANIZACIÓN, Y CONTROL DE LAS EXPLOTACIONES
 - 8.1.- CONSIDERACIONES ECONÓMICAS
 - 8.2.- MANTENIMIENTO, EXPLOTACIÓN Y CONTROL
 - 8.2.1.- Control de los procesos
 - 8.2.2.- Trabajos de explotación
 - 8.2.3.- Trabajos de mantenimiento
 - 8.2.4.- Seguridad en las instalaciones
 - 8.2.5.- Formación técnica del personal
 - 8.2.6.- Relación con los usuarios
 - 8.2.7.- Control económico – administrativo
 - 8.3.- ORGANIZACIÓN DE FACSA
 - 8.4.- PLANES DE MANTENIMIENTO
 - 8.5.- SISTEMA INFORMÁTICO DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO (MEDAR)
 - 8.5.1.- METODOLOGÍA
 - 8.5.2.- FUNCIONAMIENTO DEL MEDAR
 - 8.5.3.- VALIDACIÓN DE ÓRDENES DE TRABAJO
 - 8.6.- INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN
- 9.- MEJORAS TÉCNICAS Y AMPLIACIONES EN LAS DEPURADORAS
- 10.- TRATAMIENTO Y GESTIÓN DE LODOS O FANGOS
 - 10.1.- INTRODUCCIÓN
 - 10.2.- REUTILIZACIÓN AGRÍCOLA DE FANGOS
- 11.- VERTIDOS Y SU CONTROL
- 12.- TABLAS DE N° 1 A N° 8

1. PREÁMBULO

En esta conferencia se pretende presentar la experiencia de la Empresa Fomento Agrícola Castellonense (FACSA), en el campo de la explotación de estaciones de depuración de aguas residuales (EDAR's) de municipios de la Provincia de Castellón, en general, de municipios de menos de 5.000 habitantes.

Haremos una pequeña reseña histórica del nacimiento de FACSA, y su dedicación al campo de las aguas.

Hablaremos de la necesidad de depurar las aguas residuales.

Nos situaremos en el contexto de la problemática de la depuración de aguas residuales, presentando los antecedentes histórico/legales que inciden en los avances de este tema, y nos ubicaremos en el marco de la Comunidad Valenciana en cuanto a las medidas adoptadas.

Describiremos cuáles son las características de la materia objeto del problema, las aguas residuales que nos vamos a encontrar y que tenemos que tratar. Es decir, la materia prima objeto de transformación industrial en un producto acabado de acuerdo con unas especificaciones, con mención de los resultados de la composición año por año de la entrada y salida de las aguas residuales y depuradas.

Haremos un pequeño desarrollo de los sistemas de tratamiento que estamos empleando para depurar las aguas residuales, y los resultados obtenidos año por año en estos procesos.

Hablaremos de las "Mejoras, Acondicionamientos, y Ampliaciones" que se han llevado a cabo en este periodo, con objeto de mejorar y optimizar los procesos y la gestión de las Plantas.

Describiremos y desarrollaremos someramente, cuáles son, las áreas y tareas fundamentales, la forma organizativa de recursos humanos y materiales de FACSA para poder llevar a cabo la gestión del tratamiento y depuración de aguas residuales en estos municipios.

Trataremos de dos temas, que a mi me parece que van a estar de mucha actualidad durante los próximos años, como son: "El tratamiento y gestión de lodos o fangos", y "los vertidos a la red de alcantarillado y su control".

2. RESEÑA HISTÓRICA DE FACSA

SOCIEDAD DE FOMENTO AGRÍCOLA CASTELLONENSE, S.A. (FACSA), fue fundada en el año 1873, lo que la califica como la más antigua de España, excepción hecha de la Sociedad Estatal “Canal de Isabel II” de Madrid, que es ligeramente anterior.

Sus empresas filiales **FOBESA, RENOS, S.L., CASTELLONENSE DE CONTADORES, S.A., e INVESTIGACION Y PROYECTOS DE MEDIO AMBIENTE S.L.** por citar solamente las que dedican su actividad al agua potable, y a las aguas residuales, tienen una actividad de alrededor de 30 años.

Se trata por lo tanto de una empresa dedicada al **AGUA**, y muy especialmente a su depuración y tratamiento. Actualmente depura diariamente más de 85.000 m³ de agua, lo que representa un total de 35.000.000 de m³ al año.

3. ANTECEDENTES HISTÓRICO/LEGALES

3.1. Introducción

La degradación de la calidad de las aguas fluviales y subterráneas, y la progresiva concienciación de la necesidad de mejora, han llevado el establecimiento de una legislación en sus defensa, que se traduce tanto en medidas de planificación (establecimiento de planes de saneamiento) como de seguimiento (legislación referida al delito ecológico).

En el primer caso, la aplicación en nuestro país de la normativa 91/271 de la CEE, está llevando a un espectacular aumento del número de estaciones depuradoras de aguas residuales (EDAR's). Aumento que se mantendrá en los próximos años, teniendo en cuenta el horizonte del año 2005 que fija la propia directiva en cuanto a la necesidad y obligación de depurar aguas residuales.

Asociado a este aumento del número de plantas, se ha producido una mejora apreciable de la sensibilidad respecto a la gestión y control.

El mantenimiento de la calidad del agua tratada, así como, los importantes costos asociados a la explotación de las plantas, está llevando a un cambio de mentalidad de la explotación de este tipo de plantas. Así, de forma cada vez más amplia, dicha explotación se lleva a cabo con criterios de optimización de su funcionamiento, que permitan asegurar la calidad del agua con el mínimo coste.

El objetivo principal de una estación depuradora de aguas residuales (EDAR), es conseguir unos rendimientos en el tratamiento de las mismas, que sean acordes con la legislación vigente, y a unos costes, económicos, sociales y medio ambientales mínimos.

3.2. Situación en nuestra provincia

Si la protección y recuperación de los recursos hídricos, tanto superficiales como subterráneos, debe ser uno de los principales objetivos de una política de saneamiento de las aguas residuales generadas en el territorio, este problema se agrava en la Comunidad Valenciana, y en la Provincia de Castellón por las siguientes razones:

- Los ríos son poco caudalosos y además están fuertemente aprovechados, por lo que su caudal no es capaz de diluir los vertidos que reciben.
- Hay muchas actividades potencialmente contaminantes (textil, cerámica, almazara, matadero, restauración, etc.), que dificultan la aplicación de los tratamientos.
- El déficit hídrico nos obliga a realizar el máximo aprovechamiento posible de nuestras aguas, entre ellas las depuradas.

Por lo tanto, la descontaminación de las aguas residuales es una vía fundamental para preservar la calidad de los recursos hídricos superficiales y subterráneos y, en consecuencia, sus usos potenciales abren la posibilidad de su reutilización con un aumento importante de los recursos disponibles.

3.3. Antecedentes histórico/legales

Sin retornar mucho más allá de los años 80, y coincidiendo con la conformación de las primeras instituciones democráticas locales de esta época (Ayuntamientos y Diputaciones) año 1979, es cuando se empieza a tener por parte de estas instituciones una cierta conciencia del deterioro del medio ambiente, y en concreto del deterioro de las aguas fluviales y subterráneas.

La Diputación Provincial de Castellón, por medio de sus Planes Provinciales de Obras y Servicios empieza a poner en marcha una línea de ayudas, subvenciones, y créditos a los municipios medianos y pequeños de la Provincia, con objeto de paliar este déficit de infraestructuras de saneamiento de aguas, y se empezaron a construir las primeras depuradoras de aguas residuales.

En esa época , las obras de infraestructura hidráulica, y las cuestiones relativas al saneamiento eran competencia de la Administración Central en cuanto a Planificación, siendo responsabilidad de los Entes Locales, el Control, y la Gestión.

Mencionaremos solamente a título informativo entre la legislación estatal más destacada que: El 2 de agosto de 1985 se aprobó la Ley de Aguas (Ley 29/1985), que el 11 de abril de 1986 se aprobó el Reglamento de Dominio Público Hidráulico, que desarrollaba el Preámbulo, y los Títulos I-IV-V- y VII de la Ley 29/1985 (R.D. 849/1986), y que posteriormente en el año 1988 se aprobó el Reglamento de la Administración Pública del Agua y de la Planificación Hidrológica que desarrolló los Títulos II y III de la Ley de Aguas

A partir del año 1985, la Generalitat asume las competencias en materia de saneamiento, en virtud de las transferencias efectuadas por el Estado a la Comunidad Valenciana, y por lo que se atribuyen a la Administración Autonómica, la función de ayuda técnica y financiera a los Entes Locales (Ayuntamientos y Diputaciones) para las obras de infraestructura hidráulica.

Con estos antecedentes, la Generalidad Valenciana elaboró un documento “Libro Blanco del Agua en la Comunidad Valenciana”, que se proponía hacer un diagnóstico del estado de la infraestructuras de saneamiento de la Comunidad, y en cuyo documento se ponía de manifiesto el grado de precariedad de las infraestructura de tratamiento de aguas residuales, indicándose que en los municipios de menos de 5.000 habitantes, solamente el 12% de la población disponía de servicio de tratamiento de aguas residuales, y que en los municipios menores de 5.000 habitantes donde había infraestructuras de depuración, el 90% de estas infraestructuras no funcionaban correctamente, debido tanto a limitaciones de equipaje de las Plantas Depuradoras para una correcta depuración, como a la falta de personal adecuado e infraestructura de mantenimiento de los Entes Locales para poder llevar a cabo estas funciones, lo que evidenciada las dificultades tanto técnicas como económicas de los municipios.

En vista de la situación, la Comunidad Valenciana elabora unos Planes Comarcales, que sirvieran para corregir estas situaciones de déficit de mal funcionamiento de las infraestructuras de depuración de aguas existentes, y posteriormente y en base a estos Planes se pondría en marcha el Plan Director de Saneamiento de la Comunidad Valenciana. Simultáneamente a la elaboración de estos Planes se acomete un Plan Urgente de Actuaciones.

Pero la puesta en marcha de este Plan, puso en evidencia algunos problemas durante los primeros años (1988-1989), y debido a dos causas fundamentalmente:

- Puesto que las competencias de la Generalitat se ceñían únicamente a la ayuda técnica y financiera de los municipios, esto limitaba la posibilidad de una actuación más rápida y eficaz por parte de la Administración Autonómica.
- La capacidad de gestión de las instalaciones por los municipios fue un problema importante, ya que en la mayor parte, y especialmente en los de pequeño tamaño, no contaban con los medios técnicos y financieros para explotar adecuadamente las instalaciones.

Paralelamente, en mayo de 1991, sale la Directiva del Consejo de la CEE (91/271) sobre el TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES, la cual, pretende proteger el medio ambiente de los efectos negativos de las aguas residuales, en la Directiva se puede contemplar :

La obligatoriedad y según las circunstancias y población de los Estados miembros de la CEE de :

- Construir colectores de saneamiento
- El tratamiento que se debe dar a las aguas residuales, y los plazos de construcción de depuradoras.
- La definición de zonas sensibles y menos sensibles a efectos de vertidos
- Los requisitos de vertido que se tienen que cumplir, en cuanto a analítica y rendimientos
- La posible reutilización de las aguas depuradas y los lodos

En vista de todo ello, el Gobierno Valenciano elaboró un proyecto de ley que daría lugar a la Ley de 20 de marzo de 1992, de Saneamiento de las Aguas Residuales de la Comunidad Valenciana que se aprobó en las Cortes Valencianas.

La Ley constituye el marco normativo orientador de la política de saneamiento, y proporciona un nuevo sistema de relaciones administrativas en la materia, debiendo resaltarse:

- Declara el interés comunitario de saneamiento y depuración de aguas residuales, dando entrada a la Generalitat en la distribución de competencias existentes hasta ese momento. De este modo, corresponden a la Generalitat y a

las Entidades Locales idénticas atribuciones en cuanto a la redacción de proyectos, ejecución de obras, y gestión de las instalaciones, al tiempo que el organismo autonómico asume también la planificación global y la aprobación definitiva de los proyectos, a fin de garantizar la coherencia de las actuaciones que se lleven a cabo. Por otra parte, asigna competencias exclusivas a los Ayuntamientos en la ejecución y gestión de las redes municipales de alcantarillado, así como el control de vertidos a las mencionadas redes.

- La Ley atribuye a la Generalitat la competencia en la planificación general del saneamiento, y prevé para ello unos instrumentos (Plan Director de Saneamiento y Depuración de la Comunidad Valenciana, y Planes Zonales de Saneamiento) en cuyo proceso intervienen las entidades locales y cuya aprobación vincula tanto a la Administración como a los particulares. Estos Planes se configuran como el elemento básico para coordinar de manera eficaz las actuaciones de las diferentes administraciones en la materia.
- Se crea una Entidad de Derecho Público (Entidad Pública de Saneamiento de la Comunidad Valenciana) que tiene como cometidos principales ayudar a la Generalitat, y a las Entidades Locales a gestionar y explotar las instalaciones de saneamiento y a recaudar y distribuir el canon de saneamiento que genera la Ley.
- La Ley establece un régimen económico-financiero basado en la instauración del canon de saneamiento que se exige en toda la Comunidad Valenciana, y cuyos rendimientos se destinan a asegurar el funcionamiento de las instalaciones de saneamiento y depuración que existan en la Comunidad Valenciana, así como contribuir a la financiación de nuevas instalaciones.

Como consecuencia del primer apartado mencionado anteriormente, la Diputación Provincial de Castellón de acuerdo con Ayuntamientos pequeños de la Provincia asume las competencias y funciones de dirigir y coordinar por sí sola, y junto con los Ayuntamientos e Instituciones Públicas y Privadas de:

- Confección de Planes anuales de construcción, ampliación y/o acondicionamiento de depuradoras.
- Redacción y licitación de proyectos.
- Ejecución de obras.
- Gestión y mantenimiento de las instalaciones.

3.4. Antecedentes históricos de puesta en marcha de las depuradoras por parte de FACSA

Para situarnos en el estudio del tema que hoy nos ocupa, desarrollaremos cronológicamente la puesta en marcha de las distintas depuradoras por parte de FACSA:

El día 1 de junio de 1994, FACSA empezó la concesión, por parte de la Diputación Provincial de Castellón, del servicio de Explotación y Mantenimiento de 22 depuradoras de pequeños municipios de la Provincia de Castellón, aunque en ese momento FACSA ya llevaba la explotación de las depuradoras más grandes de la Provincia (Castellón, Vall d'Uxó, Burriana...), y otras de tamaño medio (Vinaroz, Almazora, Chilches, Benicasim,...)

De las 22 depuradoras:

- 6 estaban en construcción (Atzeneta, Catí, Forcall, Morella, Rosildos, Vilafranca)
- 2 ya estaban en servicio, y las llevaba FACSA (Cuevas de Vinromá, y Moncófar)
- 6 eran nuevas, y/o a punto de terminarse la construcción (Cinctorres, Culla, Lucena, Vall d'Alba, La Barona, y Vistabella)
- El resto 8 fueron recuperadas y puestas en servicio por parte de FACSA (Alfondeguilla, Borriol, Cervera, Figueroles, Sant Mateu, Serra Engarceran, Ibarsos, y Vilanova d'Alcolea).

Este servicio se amplió con otras 4 depuradoras el día 1 de octubre de 1995 (San Juan de Moró, Poble Tornesa, Vilafamés, y Chert).

El día 2 de septiembre de 1996 se incorporaron otras 9 depuradoras, de las cuales:

- 7 eran de nueva construcción (Albocácer, Artana, Benasal, Canet lo Roig, Traiguera-La Jana, Les Useres, Villahermosa)
- 2 fueron recuperadas por FACSA (Rossell y Casas del Río)

El día 1 de septiembre de 1997 se pone en marcha un nuevo contrato de concesión de depuradoras con un total de 41 (las mencionadas anteriormente), a las que se agregan en el año 1998 otras 8 depuradoras (Eslida, Fanzara, Montan, Montanejos, Vilar de Canes, y Torre Endomenech, todas ellas de nueva construcción), lo que hace un total de 50, aunque alguna de ellas todavía no se han puesto es servicio y/o están en fase de ampliación.

Por lo tanto, los datos, análisis, e información que se expongan en adelante, ya que figurarán años y/o fechas, será con referencia a estas Plantas Depuradoras y en la medida que estuvieran en servicio.

4. CARACTERÍSTICAS DE LAS AGUAS RESIDUALES

4.1. Origen de las aguas residuales

Como consecuencia de la actividad humana (urbana e industrial) se produce un aporte de materias contaminantes al agua.

El origen de los contaminantes que se encuentran en el agua puede ser:

- Procedentes de los distintos usos domésticos (lavado de ropa y vajilla, cocción y limpieza de alimentos, etc.): “aguas grises.
- Procedentes de los excrementos producidos por la persona humana: “aguas negras”.
- Procedentes de las limpiezas de calles y zonas públicas: “aguas de escorrentías urbanas”
- Procedentes de la atmósfera y que pueden ser arrastrados por las aguas de lluvia: “aguas pluviales”.
- Procedentes de los productos utilizados en agricultura para incrementar las cosechas (abonos, plaguicidas, etc): “aguas residuales de escorrentías agrícolas”.
- Procedentes , como desechos, de las distintas industrias: “aguas residuales industriales”.

La mayoría de estos contaminantes son eliminados de la actividad humana utilizando el agua como vehículo constituyendo las aguas residuales de las distintas actividades. Por lo tanto, el agua natural más aportes constituye el agua residual.

Todas estas sustancias contaminantes, y a efectos de tratamiento de aguas residuales (tratamiento biológico), pueden catalogarse en dos grandes grupos:

a) Sustancias biodegradables.- Que son las constituidas por sustancias orgánicas, que se oxidan mediante la acción de determinados microorganismos (biodegradación) obteniendo como productos finales, los elementos componentes de la molécula en su grado máximo de oxidación, y que por esto se denominan sustancias biodegradables.

b) Sustancias biorresistentes.- Que son las constituidas por sustancias inorgánicas, y por algunas orgánicas, que no pueden ser atacadas por ningún microorganismo, y que por tanto permanecen en el medio ambiente.

Las aguas residuales procedentes de las actividades domésticas, en la limpieza de locales comerciales, así como, las aguas pluviales y/o de lavado de calles (cuando los colectores son de tipo unitario y no separativo) están constituidas por una mayoría de sustancias biodegradables, es decir, se pueden tratar y depurar por los medios tradicionales.

Las aguas residuales industriales presentan características distintas de las aguas residuales domésticas, ya que si estas varían muy poco en su composición dependiendo básicamente de la alimentación de la población que las genera, de su nivel de vida, higiene,...; las aguas industriales presentan unas características muy diversas dependiendo, no solo de las distintas clases de industrias que las generan, sino que varia incluso en el mismo tipo de industria de acuerdo con los procesos de fabricación, con la recuperación de sus productos, con la época del año. etc. Pudiendo ser, tanto biodegradables, como biorresistentes

4.2. Algunas consideraciones

Para el control del proceso y explotación de una estación depuradora hemos de conocer la más exactamente posible la distribución de caudales y cargas contaminantes a lo largo del día

4.2.1. *Caudales*

El volumen de aguas residuales domésticas que se generan en los pueblos de la provincia de Castellón de menos de 5.000 habitantes como media a lo largo del año está entre los 150 y los 200 l/hab/día.

Por otra parte, también hay otros factores de aportación unitaria de caudales y de contaminación, como pueden ser los servicios de:

- Hospitales (300 a 500 l/cama/día)
- Hoteles (200 a 400 l/cama/día)
- Campings (100 a 300 l/plaza/día)
- Restaurantes (50 a 150 l/plaza/día)
- Comercios (15 a 25 l/empleado/día)
- Centros docentes (10 a 20 l/plaza/día)
- Cines/teatros (5 a 15 l/plaza/día)

Sin embargo estos caudales urbanos que se aportan como aguas residuales, no son regulares ni a lo largo del día, ni a lo largo del año, presentando a lo largo del día tres puntas de caudal (de 7:00 a 10:00; de 13:00 a 16:00; de 20:00 a 22:00), y a lo largo del año puede presentar importantes variaciones estacionales en verano, llegando en algunos pueblos de la provincia a quintuplicarse la población en el mes de agosto como puede ser el caso de Montanejos.

En general, y por los estudios que tenemos de la variación de caudales en los pueblos de la provincia de Castellón y considerando un caudal medio anual determinado, el caudal según los meses vendría determinado por el producto de los siguientes coeficientes por el caudal medio considerado.

- ENERO-----0,70
- FEBRERO-----0,70
- MARZO-----0,80
- ABRIL-----0,90
- MAYO-----1,10
- JUNIO----- 1,25
- JULIO-----1,30
- AGOSTO-----1,30
- SEPTIEMBRE----1,25
- OCTUBRE-----1,15
- NOVIEMBRE---- 0,85
- DICIEMBRE-----0,75

Por otra parte, la cantidad de aguas residuales producidas por una población está relacionada directamente con la cantidad de agua consumida en el abastecimiento de dicha población.

En concreto y para las depuradoras descritas en este estudio, los caudales tratados anualmente se pueden ver en la TABLA 2. El total de m³ tratados durante este periodo asciende a 17.902.516.

4.2.2. Cargas contaminantes

La contaminación que contiene las aguas residuales urbanas es también muy variable.

De los estudios realizados, se desprende la gran variación que existe al valorar la carga contaminante que se aporta en núcleos de diferente población, desarrollo, costumbres,....

La materia orgánica contaminante de las aguas residuales domésticas está constituida por proteínas, carbohidratos, grasas y aceites, urea y otras pequeñas cantidades de materia orgánica.

Como datos orientativos de la carga contaminante por habitante que se vierte al día se estiman los siguientes valores:

- Sólidos en suspensión.....75 a 90 gr/h/día
- Demanda biológica de oxígeno..... 60 a 75 “
- Nitrógeno amoniacal..... 3 a 10 “
- Nitrógeno total.....6,5 a 13 “
- Fósforo total.....4 a 8 “
- Detergentes7 a 12 “
- Cloruros5 a 10 “

Además, en las aguas residuales urbanas van numerosas microorganismos.

En cuanto a las aguas residuales industriales, su variabilidad tanto desde el punto de vista de caudales, como de carga contaminante es muy amplia, derivada de los sectores de actividad.

En las aguas residuales urbanas, fundamentalmente domesticas, los parámetros básicos para el diseño y control de una estación depuradora son los sólidos en suspensión (S.S.), la demanda química de oxígeno (DBO5), y la demanda química de oxígeno (DQO). También son importantes tener en consideración la relación DBO/DQO, el nitrógeno, el fósforo, el pH, la conductividad, y la toxicidad. Estos parámetros nos van a indicar la carga contaminante del agua y lo mismo que el caudal está irregularmente repartido a lo largo del día y a lo largo del año.

Composición típica de un agua residual doméstica: Ver TABLA 1

No obstante cuando sea necesario definir los valores de caudal y carga contaminante para el dimensionamiento de una planta depuradora, hay que realizar un estudio concreto, ya que puede haber variaciones significativas de calidad y cantidad de agua, aún en municipios de igual población.

4.3. Conceptos de algunos parámetros de control

4.3.1. *Sólidos en suspensión (S.S.)*

Es la cantidad de materias orgánicas o minerales, en suspensión en el agua. Generalmente los valores de SS que podemos encontrar se sitúan en el intervalo entre 100 y 500 mg/l. Dentro de los sólidos en suspensión hay que distinguir los sólidos sedimentables o decantables que generalmente se encuentran entre unos valores de 5 a 15 ml/l. Cuando no

se conoce la cantidad de sólidos presentes en el agua mediante los muestreos, a efectos de cálculo se estima en función de unas aportaciones medias por habitante y día , siendo en este caso entre 75 y 90 gr/hab/día.

4.3.2. Demanda biológica de oxígeno (DBO5)

Es la cantidad de oxígeno consumida durante 5 días por bacterias aerobias para asegurar la degradación de las materias orgánicas biodegradables. Se elige el intervalo de 5 días para reducir el periodo de control, puesto que una degradación completa de la materia orgánica supondría un periodo superior a las 3-4 semanas.

4.3.3. Demanda química de oxígeno (DQO)

Es la cantidad de oxígeno consumida por las materias oxidables presentes en el agua, es decir, la mayor parte de los compuestos orgánicos, y una pequeña cantidad de sales minerales.

Los resultados de un ensayo de DQO se pueden obtener en un periodo de tiempo de aproximadamente 3 horas, frente a los 5 días de la DBO5.

4.3.4. Relación DQO/DBO5

Expresa la biodegradabilidad de un agua residual. Para un efluente predominantemente doméstico, esta relación está generalmente comprendida entre 2 y 3. Para los efluentes de industrias alimentarias es inferior, del orden de 1,5 a 2 que indica una mejor biodegradabilidad. Una relación superior a 3 indica la existencia de un aporte industrial al efluente, más o menos biodegradable.

4.3.5. Nitrógeno

En las aguas residuales urbanas se presenta bajo la forma de nitrógeno orgánico y amoniacal, con general ausencia y/o muy poca presencia de nitritos y nitratos. Con el análisis de nitrógeno Kjeldhal (NK) medimos conjuntamente el nitrógeno orgánico y el amoniacal.

4.3.6. Fósforo

Por lo general , cuando nos referimos al fósforo, se habla de fósforo total (PT) que es la suma del fósforo orgánico (residuo de materia viva) y fósforo mineral, constituido

esencialmente de los ortofosfatos que provienen de los detergentes. Los ortofosfatos, junto con los nitratos, constituyen un agente fertilizante, susceptible de provocar el fenómeno de eutrofización.

4.3.7. pH

Nos permite determinar el carácter ácido o básico del agua. El pH de las aguas urbanas suele estar entre 6,5 y 8,5 unidades de pH.

Conductividad

Es la medida de la capacidad de una solución para dejar pasar la corriente eléctrica, que depende de las sales solubles en el agua, y de la temperatura de la medida. Se mide en Siemens/cm o mhos/cm. Para las aguas residuales domésticas los valores oscilan normalmente entre 900 y 1500 micromhos/cm.

4.3.8. Toxicidad

Puede ser directa (mortalidad inmediata) o indirecta como resultado de la acumulación en el organismo.

La toxicidad se puede evaluar atendiendo a distintos parámetros:

* Materias inhibidoras.- Mide la toxicidad directa sobre una población de Daphnias o sobre la *Phosfobacterium phosforeum*. Presenta N equitox si es necesario diluirlo N veces para provocar la inmovilización en 24 horas del 50 % de la población de Daphnias o una inhibición del 50% en 15 minutos de la luminescencia de *Photobacterium P* (CE 50). Se define una unidad de toxicidad (U.T.) como la inversa de la dilución del agua residual (expresada como partes por uno) para provocar los resultados mencionados. Cuando la toxicidad es menos de 3 se tomará para este parámetro el valor cero.

$$\text{Equitox/m}^3 = 1/\text{CE50} \times 100 = \text{U.T.}$$

*Los METOX.- Se determinan por la suma de los elementos metálicos o metaloides en gramos, ponderados por los coeficientes multiplicativos siguientes:

- Arsénico = 10
- Cadmio = 50
- Cromo = 1
- Cobre = 5

- Mercurio = 50
- Niquel = 5
- Plomo = 10
- Zinc = 1

* Los AOX.- Son los compuestos absorbibles sobre el carbón activo

4.3.9. Carbono orgánico total (COT)

Es aplicable a la medida de la materia orgánica en el agua, en muestras con bajas concentraciones de esta materia.

El ensayo se lleva a cabo inyectando una cantidad conocida de muestra en un horno a alta temperatura. El carbono orgánico se oxida a anhídrido carbónico en presencia de un catalizador. El anhídrido carbónico es medido cuantitativamente con un analizador de infrarrojos. Para eliminar los posibles errores en la valoración por la presencia de carbono inorgánico se deben acidificar y airear las muestras antes de su análisis.

5. INFORMES HISTÓRICOS DE CAUDALES Y ANALÍTICA DE CARGA CONTAMINANTE (Periodo desde julio 1994 a octubre 1999)

Se adjuntan las siguientes Tablas:

- **Evolución caudales tratados (Tabla 2)**
- **Comparativa de concentraciones de materia contaminante y rendimientos de depuración-media global de depuradoras(Tabla 3)**
- **Comparativa de materia contaminante eliminada (Tabla 8)**

6. PROCESOS DE TRATAMIENTO

6.1. Para depurar las aguas residuales existen numerosos sistemas de tratamiento, pero todos ellos suelen ser la combinación de los siguientes grupos:

- Operaciones y procesos de tratamiento
 - Medición de caudal
 - Debaste y tamizado
 - Dilaceración
 - Homogenización de caudal
 - Mezclado

- Floculación
- Decantación/sedimentación
- Flotación
- Filtración
- Procesos químicos unitarios
 - Precipitación química
 - Adsorción
 - Desinfección
- Procesos biológicos aerobios
 - Fangos activos
 - Lechos bacterianos
 - Contactores biológicos rotativos (biodiscos, biocilindros...)
 - Lechos de turba
 - Lagunaje
 - Digestión/estabilización de fangos
- Procesos biológicos anaerobios
 - Digestión/estabilización de fangos

Las depuradoras objeto de esta conferencia pertenecen a uno u otro de los primeros 4 grupos de tratamientos biológicos aerobios.

Describiremos someramente en lo que consiste cada uno de estos procesos, y los rendimientos conjuntos y por proceso que se vienen dando año por año.

6.2. Tratamiento secundario biológico - fangos activos

El tratamiento secundario biológico, tiene por objeto la oxidación y eliminación de las sustancias disueltas y coloidales, transformándolas por la acción de los microorganismos (bacterias, protozoos, ...) en sustancias sedimentables que pueden ser separadas del agua mediante decantación.

La oxidación de la materia orgánica es un fenómeno complejo que genera la energía necesaria para la vida de los microorganismos, y sus manifestaciones (reproducción, crecimiento, movimiento, ...)

Para un buen control del proceso biológico de tratamiento de las aguas residuales es necesario conocer los principios básicos que gobiernan el crecimiento y nutrición de los microorganismos causantes de la oxidación biológica de la materia orgánica.

En el proceso de tratamiento biológico tienen lugar diferentes fases en el crecimiento y desarrollo de las colonias de microorganismos, en presencia de:

- Materia orgánica
- Elementos nutrientes
- Oxígeno

para dar lugar a unos productos finales, materia orgánica parcialmente oxidada, CO₂, H₂O, NH₃, PO₄, SO₄.

Atendiendo al medio donde se desarrollan los microorganismos, los sistemas de tratamiento biológico los podemos clasificar en dos grupos:

- a) Biomasa suspendida o soporte líquido
- b) Biomasa fija o soporte sólido

El sistema de tratamiento biológico de biomasa suspendida es lo que se conoce normalmente como tratamiento por “**FANGOS ACTIVOS**”, que consiste en una acumulación de microorganismos que se mantienen en suspensión en una masa de agua a tratar “**LICOR MEZCLA**” (reactor biológico) y se muevan libremente bajo la forma de pequeñas aglomeraciones de 1 a 5 mm. de diámetro, llamados flóculos, y a los que se tiene que ir aportando oxígeno para que vivan y se desarrollen.

Según la acumulación/concentración de microorganismos en el licor mezcla, tienen lugar diversas variantes de tratamiento:

- Sistema convencional, que puede ser a su vez de:
 - Fuerte carga $CM > 0,5$
 - Media carga $0,2 < CM < 0,5$
 - Baja carga $0,08 < CM < 0,2$
- Aireación prolongada $CM < 0,08$

Para la aportación de oxígeno y mantener en suspensión los microorganismos, se utilizan diversos elementos mecánicos:

- Turbinas (superficiales y sumergidas)
- Soplantes
- Depósitos de oxígeno líquido, y gasificación del mismo

La depuración de un agua residual mediante el proceso de fangos activados se desarrolla en tres etapas:

- Adsorción y absorción de la materia orgánica por los flóculos biológicos.

- Oxidación y degradación de la materia orgánica, y síntesis de nuevos microorganismos

Hay una variante de fangos activos que es el **PROCESO ORBAL**

El PROCESO ORBAL es un sistema multireactor, y está constituido por una serie de canales concéntricos en los que la cantidad de oxígeno necesario es introducido por medio de unos aireadores de disco movidos por una turbina, y que varían en su número de un canal a otro, con objeto de mantener zonas con oxígeno libre y sin oxígeno libre, y por lo tanto zonas de nitrificación y de desnitrificación

Para conseguir la eliminación de fósforo, es necesario una condición de fuerte déficit de oxígeno libre en el canal exterior (zona de desnitrificación)

6.3. Lecho bacteriano o filtro percolador

Consiste en hacer pasar el agua residual sobre un material de gran superficie específica, produciéndose de esta forma el crecimiento de los microorganismos en la superficie del mismo.

Este material puede ser plástico, piedras silíceas, coque metalúrgico, etc.

El principio de funcionamiento del lecho bacteriano consiste en que la materia orgánica es absorbida por la película biológica o biofilm, en cuya capa externa es oxidada por los organismos aerobios.

Al ir creciendo la biopelícula, la materia orgánica no puede llegar hasta los microorganismos situados cerca del medio soporte, entrando entonces dichos microorganismos en la fase de auto-oxidación, perdiendo la capacidad de adhesión al medio, produciéndose el desprendimiento de la biopelícula, el arrastre con el agua, y el inicio del crecimiento de una nueva biopelícula.

La película biológica contiene: Bacterias, protozoos, hongos, algas, y nematodos.

Los lechos bacterianos los podemos clasificar atendiendo a su carga orgánica en lechos de: baja carga, carga intermedia, y alta carga.

6.4. Contactores biológicos rotativos (c.b.r.) biodiscos

Es una variante de los lechos bacterianos.

Consiste en un material soporte plástico que gira alrededor de un eje horizontal. Este está parcialmente sumergido en un depósito/reactor por el que circula el agua residual.

El material plástico suele estar conformado como discos de 2 a 4 m. de diámetro, con una determinada forma para aumentar su rigidez, y al mismo tiempo su superficie específica (superficie de contacto).

El principio de funcionamiento se basa en el desarrollo de un biofilm o biomasa activa que se adhiera al medio soporte, que en este caso está en movimiento al contrario que en los filtros percoladores que está estático.

El movimiento de rotación de los discos da lugar a una alternancia en la absorción de materia orgánica disuelta en el agua residual, y a la absorción del oxígeno atmosférico por parte de la biomasa activa.

Cuando la biopelícula no está sumergida, absorbe el oxígeno atmosférico, mientras que cuando lo está absorbe la materia orgánica del agua residual.

El movimiento giratorio del medio soporte da lugar a otros fenómenos que diferencian los biodiscos de los lechos bacterianos, como son:

- Se produce un contacto homogéneo entre la biomasa y el agua residual
- Es un medio muy eficaz para mantener el espesor de la biomasa gracias al rozamiento hidráulico, separándose el exceso de biomasa, y evitándose así la colmatación o taponamiento del medio soporte
- Mantiene en suspensión el exceso de biomasa desprendido, evitando la sedimentación de la misma en el depósito/reactor
- Se produce un sistema de aireación que garantiza la no existencia de zonas de anoxia (es decir, ausencia de oxígeno libre)

6.5. Lechos de turba

La turba es un conjunto de fibras vegetales que sufrieron una degradación o descomposición biológica en condiciones anaeróbicas y en exceso de agua. La calidad de las aguas en las que se acumularon estas masas vegetales originan los distintos tipos de turba.

En Torreblanca (zona anegada junto al mar) se produce turba, la cual ha sido usada en la mayoría de las depuradoras de la provincia que tienen este proceso.

El sistema de tratamiento de aguas residuales mediante lechos de turba o lagunaje sobre turbas, como también se le conoce, aprovecha las condiciones y cualidades que presenta la turba para el desarrollo en su superficie de una biopelícula, así como, ser un medio de filtración de sólidos en suspensión muy eficaz.

Una instalación de depuración de lechos de turba es una variante de los filtros intermitentes de arena, con la ventaja de que el medio filtrante, la turba, es un soporte excelente para el desarrollo de bacterias y microorganismos que favorecen la depuración biológica.

Esquemáticamente el sistema consiste en una capa de turba de 30 a 40 cm. de espesor que descansa sobre una capa de arena, soportada a su vez por una o varias capas de grava. Por la parte inferior de estos áridos hay un sistema de drenaje que recoge el agua tratada.

Para la alimentación de agua residual a los lechos existen varios dispositivos de distribución que tienen el objetivo de evitar caminos preferenciales del agua a través del paquete de turba, que reducirían notablemente el rendimiento obtenido.

En cuanto al tratamiento y depuración, en los lechos de turba se producen:

- Fenómenos físicos de adsorción y filtración
- Fenómenos químicos de oxidación-reducción, y
- Fenómenos biológicos de desarrollo de la biomasa sobre un soporte fijo

En resumen, se produce un fenómeno biológico de degradación de la materia orgánica, y un fenómeno físico de filtración y adsorción de materias contaminantes.

Los lechos de turba no pueden, como en otros procesos, funcionar continuamente por mucho espacio de tiempo, normalmente funcionan de forma continua y dependiendo del grado de inundación por espacio de 15 a 30 días, posteriormente se deja el lecho en “descanso” con objeto de limpiar la costra superficial que se forma, su rastrillado y/o volteo (a mano y/o con medios mecánicos) con objeto de oxigenar y homogeneizar la turba, digerir la materia orgánica (digestión aerobia) y así lograr una regeneración de las características y poder de filtración y capacidad de adsorción del material, para un nuevo ciclo de depuración.

7. INFORMES HISTÓRICOS DE RENDIMIENTOS POR SISTEMAS DE DEPURACIÓN (Periodo desde julio 1994 a octubre 1999)

Se adjuntan las siguientes Tablas:

- **Comparativa de concentraciones de materia contaminante y rendimientos de depuración – LECHOS DE TURBA - (Tabla 4)**
- **Comparativa de concentraciones de materia contaminante y rendimientos de depuración – FANGOS ACTIVOS - (Tabla 5)**
- **Comparativa de concentraciones de materia contaminante y rendimientos de depuración – LECHOS BACTERIANOS - (Tabla 6)**
- **Comparativa de concentraciones de materia contaminante y rendimientos de depuración – BIODISCOS - (Tabla 7)**

8. COSTES, MANTENIMIENTO, ORGANIZACIÓN Y CONTROL DE LAS EXPLOTACIONES

8.1. Consideraciones económicas

Los diversos conceptos que componen la estructura de costes de un “Plan de Depuración de Aguas Residuales” son:

- Coste de implantación y construcción (terrenos, proyecto, obra, equipaje, ...)
- Mantenimiento y explotación
- Mejoras y ampliaciones
- Financiación

8.2. Mantenimiento, explotación y control

Con el fin de optimizar una planta depuradora, el gestor de las mismas tiene que conocer y emplear técnicas multidisciplinarias (química, biología, electricidad, electrónica, mecánica, contabilidad, informática, ...)

Esta serie de tecnologías han de ponerse en juego, en mayor o menor grado, según el tamaño y las características propias de cada instalación, y de los objetivos básicos que se ha de tender a alcanzar.

Las áreas y tareas fundamentales que se deben llevar a cabo en las mismas son:

- a) Control del proceso y del rendimiento de cada fase del proceso, referidos a las líneas de agua, de fangos, y de gas.
- b) Explotación de esos equipos e instalaciones para alcanzar los objetivos previstos.
- c) Mantenimiento y conservación de equipos e instalaciones, tanto electromecánicas, como de obra civil, y de servicios complementarios (pintado, jardinería, estructuras metálicas, ...)
- d) Control y seguimiento de la marcha económica administrativa, y del resto de los aspectos generales de la planta.

8.2.1. Control de los procesos

Una estación depuradora de aguas residuales es una instalación industrial donde la materia prima (el agua bruta) no tiene siempre la misma calidad. El sistema de tratamiento, excluyendo los tratamientos químicos, depende de la vida de unos seres microscópicos que pueden ser afectados por las características del medio ambiente.

Por otra parte, hay que tener en cuenta que una depuradora está concebida para trabajar sin interrupción, al contrario de la mayoría de las industrias, y que una parada que no esté prevista, por corta que sea, puede arruinar el trabajo de mucho tiempo por preservar la vida en el cauce receptor de las aguas que no pueden ser depuradas.

Para conseguir los resultados óptimos que se pretenden, es necesario adaptar las características de funcionamiento a la calidad de las aguas que llegan a la depuradora, y corregir lo más rápidamente posible los desajustes que se puedan producir.

El control de una estación depuradora consiste en registrar y analizar:

- Las características de las aguas que llegan
- Los datos de funcionamiento del proceso y los resultados obtenidos

de esta forma se podrán tomar decisiones y corregir en el caso de que sea necesario, el funcionamiento de la instalación. Estos registros sirven, además, de banco de datos para acumular experiencia que nos ayude, no solo para hacer funcionar y mejorar la planta en el futuro, sino para proyectar nuevas instalaciones.

8.2.2. Trabajos de explotación

En este apartado se agrupan dos tareas fundamentales. Por una parte los trabajos elementales como la limpieza de una reja, funcionamiento de una turbina, desatasco de una bomba..., junto a otros trabajos más específicos como el rastrillado y/o volteado de un lecho de turba, sacar el fango de una era de secado,... Por otra parte la coordinación de todos estos

trabajos de manera que ambos cometidos unidos permitan solucionar tanto las situaciones de rutina como las especiales e inesperadas.

8.2.3. *Trabajos de mantenimiento*

Estos trabajos tienen por objeto asegurar el correcto funcionamiento, tanto de los equipos electromecánicos, como de obra civil y estructura metálica, además, de trabajos complementarios de pintura, jardinería, ...

Además de estos trabajos fundamentales para el funcionamiento de la instalación, el gestor debe hacer frente a otros que, aunque no estén tan unidos al funcionamiento, son igualmente importantes

8.2.4. *Seguridad en las instalaciones*

En una depuradora, tanto por el tipo de trabajo, como por el producto que se trata, existen riesgos muy variados: daños físicos, contagio de enfermedades, existencia de atmósfera contaminada, descargas eléctricas, reactivos almacenados, ruidos,

Es labor del gestor, prever todos estos riesgos, poner todos los medios y dar al operario toda la información necesaria para que pueda realizar su trabajo con seguridad.

8.2.5. *Formación técnica del personal*

El personal que hace funcionar una depuradora, generalmente, proviene de otros campos de actividad, y llega a su trabajo sin formación específica. Por tanto debe ser formado técnicamente, y sensibilizado en la importancia de su trabajo que por ser repetitivo, encierra el peligro de la rutina.

8.2.6. *Relación con los usuarios*

Es labor del gestor atender al ciudadano, en este caso representado por los Ayuntamientos, y que su relación no se limite al cobro del servicio, sino que esté abierto a informarle de la marcha de la planta depuradora, y en algunos casos a pedirle colaboración por circunstancias que afectan al normal funcionamiento de la planta (vaciado de piscinas, limpieza de fosas sépticas, desembocado de colectores, vertidos, ...)

Por lo mismo, y en el caso de las industrias que tengan vertidos al colector general de aguas residuales, es también, importante mantener una relación con dichas industrias

para que en el caso se produzcan vertidos muy contaminantes, se pueda estudiar, en cada caso y de común acuerdo, adoptar la solución más adecuada al problema presentado.

También, en el caso de usuarios domésticos, es conveniente mantener una relación directa con ellos y/o con asociaciones locales y colegios, propiciada por los Ayuntamientos, fomentando las visitas en grupos para mostrarle las instalaciones y los diversos cometidos que se efectúan en ellas. De esta manera, no solo se atenderá a aumentar la formación ciudadana en este campo, evitando por ejemplo que se tiren al alcantarillado residuos muy molestos a la hora de separarlos del agua, sino que además se informara al contribuyente de como se gasta su dinero.

8.2.7. Control económico - administrativo

Uno de los objetivos de la gestión, como de cualquier otra actividad industrial, es la de conseguir un coste ajustado a los trabajos que se realizan.

En el coste de gestión, presentado como resultados reales de explotación de la empresa, se incluyen:

- La mano de obra , que tiene un peso muy importante en el coste total
- La energía, cuya influencia depende del tipo de depuración elegido
- La conservación y el mantenimiento, que son proporcionales al tamaño de las instalaciones, también del tipo de depuración escogido
- El transporte de los residuos retirados del agua, y por tanto de la Planta (basuras, arenas, fangos, ...)
- El coste de los reactivos que se emplean en la depuración (coagulantes, floculantes, ...)
- Otros gastos como: Equipamiento del personal, materiales de seguridad, pequeña herramienta, reactivos y equipos de laboratorio y de control de la explotación,...)

La experiencia nos demuestra que la influencia del tamaño de la depuradora en el coste de depuración se eleva significativamente al disminuir el tamaño del núcleo urbano, es decir, el coste de depuración por metro cubico de agua tratada es mucho mayor en los núcleos pequeños, que en núcleos grandes. Además, en los núcleos pequeños es mucho más difícil disponer de servicios técnicos y personal especializados, y medios de equipos adecuados.

Para solventar ambos problemas, es preciso considerar soluciones que compatibilicen, por una parte, que disminuyan el coste de gestión, y por otra, se disponga de los servicios técnicos adecuados.

Todas estas áreas, deben estar supervisadas y controladas por el Jefe de Planta.

En las plantas pequeñas y medianas, el control de las tareas caerán bajo la responsabilidad de una persona, y que, en general atenderá a varias plantas.

A medida que aumenta el tamaño de la planta las responsabilidades comienzan a repartirse, llegando en las plantas muy grandes a formarse verdaderos equipos dedicados en exclusiva a cada uno de estos temas.

Todas las tareas descritas son necesarias para la marcha de la planta. Todas son importantes sin una cualquiera de ellas, la planta no funcionaría en condiciones óptimas, sin embargo, está generalmente admitido que la EXPLOTACION es la actividad que debe primar sobre el resto, ya que en definitiva es el FIN a alcanzar, y para conseguirlo han de colaborar el resto de actividades.

8.3. Organización de FACSA

En los municipios pequeños y medianos, el gestor se enfrenta a un desafío permanente para conseguir optimizar sus resultados, empleando para ello de todas las técnicas de que puede disponer, teniendo en cuenta de que la principal característica de su trabajo es la agilidad. En efecto, agilidad, para:

- Disponer del personal adecuado con la dedicación precisa
- Hacer frente a trabajos difícilmente programables, y que se pueden presentar normalmente en los momentos más inoportunos
- La toma de decisiones que no soportan pesados sistemas burocráticos (compras, contrataciones, ...)

Naturalmente, esta agilidad debe ir acompañada de una organización que prevea todos los trabajos que se deben efectuar, y un control y seguimiento sin los cuales se corre el riesgo de un absoluto desorden.

La gestión de una depuradora obliga a realizarla con espíritu de sacrificio y servicio, impuesto por las características del trabajo. Cuando los resultados no son óptimos, parece que es siempre responsabilidad del “Explotador” y el Jefe de Explotación es el “chivo expiatorio”, cuando la causa real hay que buscarla en la concepción del:

- Proyecto
- La construcción
- Los vertidos
- O simplemente en el terreno de lo imponderable

En el caso que nos ocupa, depuradoras pequeñas y medianas diseminadas por la Provincia de Castellón, FACSA está aplicando los siguientes criterios organizativos:

- **Personal Técnico de Explotación.**- Centralizado en el Centro de Investigación de Aguas Residuales (C.I.A.R.) que está en Castellón capital, con asignación a cada Técnico de Explotación (Jefe de Planta) de un grupo de 5 o 6 depuradoras (ruta del Técnico), dependiendo de la dedicación que tenga la depuradora y de la distancia de Castellón (tiempo de traslado), y bajo un Coordinador General En estos momentos, y dado que los tiempos de traslado son cada vez más importantes, se está analizando la conveniencia de descentralizar de alguna manera la forma de llevar este servicio.

- **Personal de Mantenimiento General.**- Centralizado parte en Castellón, Burriana, Vall d'Uxo y San Mateo, en lo que respecta a dar servicio a las depuradoras más cercanas a estos Municipios, y una zona hasta Albocacer y Cuevas de Vinromá al norte de la Provincia distribuidos en rutas, y por otra parte descentralizada en aquellos municipios más lejanos y que tienen que tener presencia de este tipo de Mantenimiento y según las circunstancias lo más pronto posible (por ejemplo lluvias, heladas, tormentas, fallo de energía eléctrica...)

- **Personal de Mantenimiento Preventivo.**- Independientemente, de que parte del personal de Mantenimiento General puede efectuar algunas tareas de Mantenimiento Preventivo, este servicio está centralizado en Castellón, y consta de tres equipos de Mantenimiento, que coordina un Jefe de Mantenimiento, los cuales tienen distribuidas todas las depuradoras en rutas.

- **SopORTE técnico**

- Personal especializado en campos como: Ingeniería de cálculo y construcción de depuradoras, Microbiología
- Laboratorio para análisis
- Plantas piloto para simular procesos de depuración

- **Personal administrativo.**- Para control, puesta al día e información, de todas los datos y actividades, problemas e incidencias que se presenten en general, con confección de informes mensuales y anuales.

8.4. Planes de mantenimiento

FACSA para el Mantenimiento y de las pequeñas y medianas depuradoras tiene programados y efectúa los siguientes PLANES:

- Plan de Mantenimiento General y Específico (“Cuadro General de Actividades”, Libros de Mantenimiento)
- Plan de Mantenimiento Preventivo Electromecánico (“Manual General”, Libros de Mantenimiento y MEDAR)
- Plan de Mantenimiento de Obra Civil y Estructuras metálicas
- Plan de Mantenimiento de Pintura
- Plan de Mantenimiento de Jardinería

8.5. Sistema informático del mantenimiento preventivo (MEDAR)

8.5.1. *Metodología*

Debido al elevado número de elementos a controlar, FACSA ha creado un completo sistema informático con el fin de controlar y gestionar la ejecución del “Mantenimiento preventivo”. MEDAR (Mantenimiento de EDAR) es el nombre de dicho sistema, y será el encargado de generar todas las:

- Fichas
- Relación de actividades diarias, y
- Programa por equipo,

con lo cual, los responsables tienen definidas las tareas a realizar diariamente y entre fechas.

MEDAR será el encargado de generar una ficha de control de cada equipo rotativo “FICHA HISTORIAL DE MAQUINA”, de forma que queden especificadas las características de la máquina, y se vayan reflejando los trabajos, averías, anomalías, e incidencias que vayan surgiendo.

Dentro del MEDAR hay un “Plan de lubricación y engrase” con una planificación en el tiempo de los equipos rotativos y elementos que lo necesitan

8.5.2. *Funcionamiento del MEDAR*

El funcionamiento del Programa de Mantenimiento se estructura de la siguiente forma:

- Personalización de la EDAR y sus equipos
 - Codificación
 - Personalización de la EDAR
 - Fichas técnicas
 - Plan de Actividades Temporales
- Trabajo diario de mantenimiento
 - Generación de ordenes de trabajo
 - Validación de ordenes de trabajo
- Partes e informes a realizar

En cuanto a esta última estructura, el programa MEDAR aporta una serie de facilidades a la hora de generar los partes de trabajo, permitiendo seleccionar la información a mostrar de acuerdo con los siguientes filtros:

- Por fechas: tareas a realizar entre dos fechas
- Por equipos: muestran las tareas asignadas a un determinado equipo, a los equipos de una zona, a los equipos de una EDAR, ...
- Por operarios: tareas asignadas a un operario o a un grupo de operarios
- Por tareas: mostrar solamente las tareas de un determinado tipo (pintar, cambio de aceite, ...)
- Por tipos de actuación: mostrar solo las actuaciones eléctricas programadas, o solo las mecánicas.
- Por el tipo de Plan: mostrar las mejoras programadas a un equipo, o el preventivo programado.
- Por rutas: el Plan permite generar los partes de trabajo de acuerdo con rutas preestablecidas entre EDAR's. Primero se genera una o varias rutas cualesquiera, y después se piden las tareas programadas para las depuradoras de dichas rutas.

8.5.3. Validación de ordenes de trabajo

Una vez se hayan realizado las tareas indicadas en los partes de trabajo, estos serán revisados por el Encargado de Mantenimiento, y remitidos al Jefe de Mantenimiento, el cual deberá dar el visto bueno a todos los trabajos realizados.

Posteriormente todos estos trabajos serán validados en el programa. A través del número de trabajo especificado en la orden se accede a la orden de trabajo del programa desde la cual se validará, anotando además de los datos del equipo y la tarea:

- Fecha y hora de parada
- Fecha y hora de puesta en marcha
- Incidencias aparecidas durante la realización de la tarea

El hecho de validar un trabajo realizado, implica añadirlo automáticamente de la ficha de “Historial de máquina” del equipo sobre el que se ha actuado, así como en el resto de partes e informes de mantenimiento que deberán ser enviados al Jefe de Planta, el cual los remitirá a su vez a la Dirección y Administración para su información y control

8.6. Información y documentación

Además, de las incidencias y problemática que se genera día a día, y de la cual, se informa puntualmente al ENTE de Saneamiento de la Comunidad Valenciana, a la Diputación Provincial de Castellón, y/o a la Empresa Controladora de las Explotaciones dependiente del ENTE de Saneamiento, según normas y canales de comunicación establecidos, hay una sistemática mensual y anual de información escrita con la siguiente estructura de información:

A) PARTES E INFORMES MENSUALES

Todos los meses se efectúan sistemáticamente y se remiten a: Ente de Saneamiento de la Comunidad Valenciana, a la Diputación Provincial de Castellón, y a la Empresa Controladora dependiente del Ente de Saneamiento, los siguientes partes/informes por cada planta depuradora:

- **Hoja mensual de paradas**
- **Energía eléctrica consumida en Planta y/o los bombeos exteriores a Planta**
- **Cantidad de reactivos que se han usado**
- **Cantidad de residuos que se han generado**
- **Parte de averías y mantenimiento de equipos**
- **Hoja de análisis y parámetros efectuados**

B) INFORME TÉCNICO ANUAL DEL FUNCIONAMIENTO DE LAS EDAR´s

Al final de cada año de explotación, FACSA elabora un informe técnico detallado del funcionamiento de todas las depuradoras.

La estructura de este informe es la siguiente:

- **Breve descripción de las instalaciones**
- **Organización de los recursos técnicos y humanos destinados por FACSA a la prestación del servicio (horarios de trabajo, personal asignado a cada explotación, rutas y programa de visita de los técnicos, del personal de mantenimiento general, y del personal de mantenimiento preventivo)**
- **Datos generales sobre el funcionamiento de las depuradoras (caudales, rendimientos de eliminación de materia contaminante, etc.)**
- **Datos agrupados según los diferentes sistemas de depuración, y localización en un mapa de la ubicación de los diferentes sistemas**
- **Comparativas analíticas y de rendimientos respecto al año anterior de explotación, para comprobar la evolución de los parámetros en todas las instalaciones.**
- **Análisis exhaustivo particularizado de cada depuradora: Fotografías; hoja de datos técnicos y relación de elementos de planta; historial de planta con sus incidencias, mejoras realizadas en el proceso y equipos, y recomendaciones de mejoras; rendimientos y gráficas de eliminación de S.S., DBO5, DQO; y comentarios técnicos sobre el funcionamiento.**
- **Cálculos de cada instalación efectuados con programa informático.**
- **Inspecciones efectuadas en el colector general de llegada de agua residual a cada planta depuradora.**

9. MEJORAS TÉCNICAS Y AMPLIACIONES EN DEPURADORAS

Uno de los cometidos que tiene FACSA es el de “Optimizar” y “Mejorar”, tanto los procesos, como las instalaciones y equipos.

Cuando las depuradoras presentan problemas tanto desde el punto de vista funcional, como del proceso que no necesiten Proyecto y que pueda solventar FACSA. Se acometerán los mismos de forma personal, y dentro de sus posibilidades y medios.

También, hemos recuperado Plantas Depuradoras que estaban fuera de servicio (algunas más de 5 años), y en general en unas condiciones muy precarias como son: Alfondeguilla, Artana, Borriol, Casas del Rio, Cervera, Els Ibarsos, Figueroles, Rossell, San Mateo, Sierra Engarcerán, y Vilanova d’Alcolea

FACSA, desde el 2º semestre de 1994 hasta final del año 1998 ha efectuado “Mejoras y acondicionamientos” en plantas depuradoras, y por el siguiente montante económico:

- Año 1994 (2 Sem.) obras en 19 depuradoras por un importe total de 9.115.444 pts
- Año 1995, obras en 19 depuradoras por un importe total de 6.618.106 pts
- Año 1996, obras en 28 depuradoras por un importe total de 8.741.364 pts
- Año 1997, obras en 27 depuradoras por un importe total de 8.475.531 pts
- Año 1998, obras en 33 depuradoras por un importe total de 5.544.792 pts
- Año 1999, obras en 25 depuradoras por un importe total de 4.000.000 pts (cantidad estimada hasta octubre).

Todo lo cual, hace que se hayan acometido obras de mejora en depuradoras por un importe total de aproximadamente 42,5 millones de pesetas.

Sin embargo en aquellas depuradoras que haya que ampliar y que la envergadura de la obra sea importante, FACSA hará un estudio y realizará una MEMORIA de lo que deberá ser el PROYECTO, si esta fuese conforme por los técnicos de Diputación, para su posterior realización, prestando en este sentido FACSA, la ayuda técnica, tanto para el cálculo de procesos, como de selección de equipos, y su posterior construcción y puesta en marcha.

Es por ello que se han acometido y/o se están acometiendo obras de “Ampliación” en las siguientes plantas depuradoras: Albocacer, Alфондеguilla, Atzeneta, Borriol, Catí, Cervera del Maestre, Chert, Cinctorres, Culla, Els Ibarsos, Figueroles, Forcall, La Barona, La Pobla Tornesa, Cuevas de Vinroma, Lucena, Moncófar, Morella, Ribesalbes, San Juan de Moro, San Mateo, Sierra Engarcerán, Santa Magdalena de Pulpis, Vall d’Alba, Vilanova d’Alcolea, Vilafranca y Vistabella.

También, se ha asesorado a la Diputación, y se ha prestado ayuda técnica, para el cálculo, y construcción de nuevas Plantas como son: Albocacer, Atzeneta, Artana, Benasal, Benlloch, Canet lo Roig, Catí, Chert, Culla, Eslida, Fanzara, La Llosa, Les Useres, Montanejos, Salsadella, San Jorge, Soneja, Tirig, Torre Endomenech, Traiguera - La Jana, Vilafamés, Vilar de Canes, Vilafranca, Villahermosa y Vistabella.

10. TRATAMIENTO Y GESTIÓN DE LODOS O FANGOS

10.1.- Introducción

A una EDAR, le entra una materia prima (agua residual), y se produce un producto acabado (agua depurada), y unos subproductos (fangos o lodos).

Por lo tanto, los fangos o lodos de depuración es la materia contaminante desechable del agua residual, que tras un proceso de depuración ha sido transformada en unos sólidos, y que estos sólidos deben tener un tratamiento y disponerse de ellos de la manera más adecuada dentro de las disponibilidades existentes.

Por ello, un faceta fundamental del tratamiento de las aguas residuales es la correcta gestión de los lodos producidos. Durante los procesos de depuración se transforman en lodos todos los sólidos suspendidos sedimentados, así como, una parte importante de la DBO5 eliminada del agua (aproximadamente entre un 70 y un 95%). Lo cual, llega a producir, y dependiendo del tipo tratamiento de proceso primario y secundario que haya en la planta depuradora entre 0,1 y 0,2 kg de materia seca por m³ de agua residual tratada.

Teniendo en cuenta los datos del año 1998, al final del cual FACSA gestionaba 43 depuradoras, que trataron anualmente 3.825.111 m³ de agua, se produjeron 574 Tm/año de lodos.

Existen diversas posibilidades de evacuar los lodos producidos en las EDAR's, las más comúnmente utilizadas son:

- Vertidos al mar
- Incineración
- Vertedero
- Aplicación al terreno
- Compostaje

Respecto al vertido directo al mar, la directiva CEE 91/271 a partir del 31 de diciembre de 1998 limitó el cese de vertidos de lodos a las aguas superficiales por medio de barcos, emisarios u otros medios.

Cada alternativa tiene sus ventajas e inconvenientes, si bien, dado el déficit en materia orgánica de los tierras de la Provincia de Castellón, la utilización de lodos en agricultura debería ser una práctica conveniente, tanto desde el punto de vista medioambiental, como del enriquecimiento de los terrenos agrícolas, siempre y cuando se respete la legislación vigente.

FACSA, para el Mantenimiento de las depuradoras de los pequeños municipios viene utilizando las evacuaciones de lodos, o bien a vertederos, o bien aplicación directa al terreno (utilización agrícola de fangos), según las circunstancias y las posibilidades de la zona donde se produce el lodo.

10.2. Reutilización agrícola de fangos

Este tipo de evacuación de fangos creo que merece, dadas la circunstancias, una mención y desarrollo especial.

Los fangos de las depuradoras contienen entre un 35, y un 75% de sólidos suspendidos volátiles, es decir, de materia orgánica sobre materia seca (sólidos suspendidos totales). Además los fangos de depuradora contienen nutrientes como el nitrógeno y fósforo, así como, potasio, hierro, cobre, en pequeñas cantidades.

Por otra parte, los fangos es un excelente corrector, acondicionando el suelo, favoreciendo la estructuración del mismo, aumenta la porosidad y su capacidad de retención hídrica, interviniendo en los ciclos nutrientes del suelo, y evitando su lixiviación.

Dependiendo del grado de tratamiento que se le haya dado al fango la utilización en agricultura en las depuradoras que gestiona FACSA, puede ser mediante:

- 1.- Fangos secados en eras de secado, con una textura sólida y muy esponjosa, y
- 2.- Fangos deshidratados mecánicamente, y/o fangos frescos, con una contextura plástica y/o líquida.

La utilización agrícola de los fangos está regulada mediante el Real Decreto 1310/1990. Este R.D. obliga a efectuar análisis periódicos de los fangos, indicando los límites de su utilización por metales pesados, teniendo en cuenta:

- Las cantidades de estos metales pesados en la muestra del fango.
- Las cantidades máximas de estos elementos que se pueden verter a un terreno agrícola concreto, y durante un tiempo determinado.
- Las características analíticas y de pH del suelo del terreno agrícola donde se va a verter el fango.

Todo ello para evitar y/o preservar las siguientes causas:

- Las sustancias ácidas o básicas pueden afectar al pH del suelo.
- Concentraciones de metales pesados que pueden contaminar el suelo, y las aguas subterráneas, e incluso acumularse en los tejidos vegetales, introduciéndose en las cadenas tróficas del ecosistema.

- Excesivo contenido de materia orgánica asimilable, que puede causar un agotamiento del oxígeno en el suelo, y la muerte de las raíces de las plantas no adaptadas.

Por todo ello, FACSA realiza los análisis periódicos, lleva un control de los terrenos agrícolas y/o vertederos en donde se evacua el fango y las cantidades que se vierten en ellos, y confecciona unas fichas depuradora por depuradora para información de la Administración.

En la medida que algunos de los parámetros y/o análisis del fango se sale de especificaciones en aplicación del citado Decreto, se toman las medidas oportunas de cara a la administración y tratamiento de los mismos. Los fangos que se salen de especificaciones y si se consideran Residuos Tóxicos y Peligrosos (R.T.P.) deberán ser tratados en Plantas especialmente diseñadas para este tipo de residuos.

11. VERTIDOS Y SU CONTROL

Con el fin de garantizar un correcto funcionamiento de las depuradoras de aguas residuales, es conveniente controlar y asegurarse de que el agua que llega a las mismas es fundamentalmente de naturaleza urbana.

Sin embargo, por distintos motivos no siempre es así, y a las depuradoras llegan vertidos de procedencia industrial que repercuten en el funcionamiento de las mismas, llegando en ocasiones a provocar la parada de las Plantas, e incluso su vaciado para posteriormente poder restablecer su funcionamiento.

Los vertidos se deben controlar a dos niveles:

- a) En las redes de alcantarillado del municipio.
- b) En el colector general de llegada a planta, y en la propia depuradora.

En el primer caso, corresponde a los Ayuntamientos velar por la vigilancia de los vertidos, que se producen en las redes de alcantarillado, mediante la redacción y aplicación de la “Ordenanza de vertidos” que debe ser aprobada por los propios Ayuntamientos, así como, el control de su cumplimiento a través de un plan de vigilancia o “Policía de vertidos”

En el segundo caso, corresponde a la empresa explotadora, en este caso FACSA, velar por la vigilancia de los vertidos en el colector general, y en la propia planta, aplicándose un procedimiento, según el siguiente esquema de análisis y control:

- Detección del vertido industrial
- Toma de muestras

- Realización de los primeros estudios y parámetros
- Analizar a posteriori la influencia sobre el proceso
- Caracterización del vertido
- Información a las Instituciones implicadas

Por otra parte, se debe tener un conocimiento de las actividades industriales/empresas de cada municipio, que están conectadas a la red de colectores, con objeto de poder identificar, en un principio, el posible origen del vertido con la actividad industrial.

En la provincia de Castellón y en cuanto a las depuradoras que explota FACSA se han detectado vertidos de actividades como:

ACTIVIDAD	ELEMENTOS/PARAMETROS PERJUDICIALES
Cerámica	S.S., metales pesados, boro
Textil	PH, colorantes
Papelera	pH, pasta de papel
Curtidos	Cromo, cloruros, grasas
Madera y mueble	Pinturas, barnices y colas
Pinturas	Pinturas, s.s
Alimentarias:	
* Almazaras	Alpechín
* Queseras	Elevada carga orgánica, s.s., y aceites y grasas
* Mataderos y cárnicas	Despojos y sangre
* Pelado de almendra	S.S., M.O. biorresistente, temperatura.

Estas industrias, si están enganchadas a la red de colectores, y no disponen de un tratamiento en origen y/o este no funciona adecuadamente, pueden producir graves problemas en las instalaciones, e incluso puede ocurrir y de hecho ocurre que el fango producido en la planta depuradora no puede ser evacuado por el sistema tradicional, debido a que puede llegar a ser un R.T.P. (residuo tóxico y peligroso).

En general, todas las plantas depuradoras de los pequeños municipios que está gestionando FACSA en algún momento han recibido -en cantidades más o menos significativas- uno u otro vertido de alguna de las industrias mencionadas anteriormente, si bien en muchos casos no ha afectado decisivamente al proceso de planta por el efecto dilución que pueden haber ejercido las aguas domésticas, si que de alguna u otra manera origina algunos problemas más o menos importantes en las plantas como pueden ser los de:

- Colmatación de las rejillas y/o tamices de desbaste del agua, con el consiguiente aliviado de agua sin tratar.
- Acumulación de sólidos en colectores con atasco de los mismos.
- Aumento de la producción de fangos, y posible contaminación de los mismos.
- Incremento de los costes de explotación : operaciones de emergencia, aumento del consumo de energía eléctrica, mayor presencia humana y de medios materiales en labores técnicas y de mantenimiento.
- Efluente de baja calidad.

Por todo ello, es necesario tomar conciencia de la necesidad de tratar las aguas industriales en origen, según la legislación vigente, y que se viertan al colector en condiciones de ser depuradas en las instalaciones públicas.

12. TABLAS DE Nº 1 A Nº 8

TABLA 1

COMPOSICIÓN TÍPICA DE LAS AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS

CONSTITUYENTE	CONCENTRACIÓN		
	FUERTE	MEDIA	DÉBIL
Sólidos totales	1.200	700	350
Disueltos	850	500	250
- Fijos	525	300	145
- Volátiles	325	200	105
Sólidos en suspensión totales	350	220	100
En suspensión fijos	75	55	20
En suspensión volátiles	275	165	80
Sólidos sedimentables (ml/l)	20	10	5
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5)	400	220	110
Carbono orgánico total (COT)	290	160	80
Demanda química de oxígeno (DQO)	1.000	500	250
Nitrógeno total como N	85	40	20
Nitrógeno orgánico	35	15	8
Nitrógeno amoniacal	50	25	12
Nitritos	0	0	0
Nitratos	0	0	0
Fósforo total como P	15	8	4
Fósforo orgánico	5	3	1
Fósforo inorgánico	10	5	3
Cloruros	100	50	30
Alcalinidad como CaCO3	200	100	50
Grasas y aceites	150	100	50

(Todos los valores están en mg/l, excepto los sólidos sedimentables)

Los valores deberían incrementarse en la cantidad correspondiente contenida en el agua de suministro

DEPURADORAS DIPUTACIÓN

TABLA 2
EVOLUCION CAUDALES TRATADOS

AÑO	CAUDALES (m3/año)
1994 (2º semestre)	952.947
1995	2.298.373
1996	3.205.369
1997	3.908.698
1998	3.825.111
1999 (hasta Octubre)	3.712.018

TABLA 3

**COMPARATIVA DE CONCENTRACIONES DE MATERIA CONTAMINANTE Y
RENDIMIENTOS DE DEPURACION (media del global de depuradoras)**

AÑO	DBO5			DQO			SS		
	Entrada (mg/l)	Salida (mg/l)	Rend. %	Entrada (mg/l)	Salida (mg/l)	Rend. %	Entrada (mg/l)	Salida (mg/l)	Rend. %
1994(2º Semestre)	546	163	67	834	253	67	313	88	70
1995	663	173	72	1.028	273	71	390	109	71
1996	500	115	76	864	199	76	361	77	79
1997	472	71	82	1.064	197	79	435	66	84
1998	551	74	85	1.025	184	81	419	60	85
1999(Hasta octubre)	602	65	86	1.080	164	82	397	44	85

TABLA 4

**COMPARATIVA DE CONCENTRACIONES DE MATERIA CONTAMINANTE
Y RENDIMIENTOS (por sistemas de depuración)
LECHOS DE TURBA (media del global de depuradoras)**

AÑO	DBO5			DQO			SS		
	Entrada (mg/l)	Salida (mg/l)	Rend. %	Entrada (mg/l)	Salida (mg/l)	Rend. %	Entrada (mg/l)	Salida (mg/l)	Rend. %
1994 (2º semestre)	556	127	77	820	195	76	276	61	78
1995	644	110	72	938	274	71	378	89	76
1996	496	131	74	871	209	76	362	58	84
1997	388	101	74	898	254	72	404	71	83
1998	510	123	76	966	268	72	399	75	81
1999 (hasta octubre)	560	114	77	1.012	252	73	386	65	79

TABLA 5

**COMPARATIVA DE CONCENTRACIONES DE MATERIA CONTAMINANTE Y
RENDIMIENTOS (por sistemas de depuración)
FANGOS ACTIVOS (media del global de depuradoras)**

AÑO	DBO5			DQO			SS		
	Entrada (mg/l)	Salida (mg/l)	Rend. %	Entrada (mg/l)	Salida (mg/l)	Rend. %	Entrada (mg/l)	Salida (mg/l)	Rend. %
1994 (2° semestre)	456	137	70	730	215	71	319	90	72
1995	583	110	81	903	184	80	375	93	75
1996	396	56	86	682	108	84	312	65	79
1997	415	39	90	1.023	107	89	432	44	89
1998	526	36	93	1.017	102	90	424	40	91
1999 (hasta octubre)	599	26	94	1.081	82	90	398	24	92

TABLA 6

**COMPARATIVA DE CONCENTRACIONES DE MATERIA CONTAMINANTE Y
RENDIMIENTOS (por sistemas de depuración)
LECHO BACTERIANO (media del global de depuradoras)**

AÑO	DBO5			DQO			SS		
	Entrada (mg/l)	Salida (mg/l)	Rend. %	Entrada (mg/l)	Salida (mg/l)	Rend. %	Entrada (mg/l)	Salida (mg/l)	Rend. %
1994 (2° semestre)	932	249	73	1.295	397	69	450	130	71
1995	1.110	301	73	2.103	511	76	522	265	49
1996	678	163	76	1.154	288	75	409	143	65
1997	698	72	90	1.466	217	85	498	94	81
1998	662	62	91	1.204	171	86	464	71	85
1999 (hasta octubre)	738	65	91	1.271	179	86	428	56	87

TABLA 7

**COMPARATIVA DE CONCENTRACIONES DE MATERIA CONTAMINANTE Y
RENDIMIENTOS (por sistemas de depuración)
BIODISCON (media del global de depuradoras)**

AÑO	DBO5			DQO			SS		
	Entrada (mg/l)	Salida (mg/l)	Rend. %	Entrada (mg/l)	Salida (mg/l)	Rend. %	Entrada (mg/l)	Salida (mg/l)	Rend. %
1994 (2° semestre)	No estaba ninguno en servicio								
1995	437	99	77	751	197	74	444	37	92
1996	585	142	76	848	248	71	391	61	85
1997	431	101	77	1002	302	70	534	69	87
1998	502	82	84	955	241	75	466	44	91
1999 (hasta octubre)	472	49	89	927	161	82	359	26	92

TABLA 8

**COMPARATIVA DE MATERIA CONTAMINANTE ELIMINADA
(total del global de depuradoras)**

AÑO	DBO5 (Tm)	DQO (Tm)	SS (Tm)
1994 (2º semestre)	245	403	177
1995	838	1.275	552
1996	1.087	1.881	864
1997	1.237	2.702	1.236
1998	1.627	2.871	1.259
1999 (hasta octubre)	1.993	3.403	1.308
TOTALES	7.027	12.535	5.396