



Remodelación  
y ampliación  
de la depuradora  
del Besòs  
(1.ª fase)



*Remodelling and  
Enlargement  
of the Besòs Water  
Sewage Works  
(Phase 1)*

© Infoenviro

La depuradora Besòs del área metropolitana de Barcelona, trata las aguas residuales de un ámbito territorial de 1.600.000 habitantes que comprende los municipios de Barcelona (75%), Sant Adrià de Besòs, Santa Coloma de Gramanet, Badalona, Montgat y Tiana. Se trata de una gran planta, a escala mundial, con un caudal de diseño de 590.625 m<sup>3</sup>/d y una población equivalente de más de 3.000.000 de habitantes. El efluente de la depuradora se vierte al mar a unos 45 m de profundidad a través de un emisario submarino de 2.900 m de longitud y 2,1 m de diámetro.

Es una depuradora del Plá de Sanejament de Catalunya, titularidad de la Entitat del Medi Ambient (EMSHTR). Esta Entitat es la titular del servicio de saneamiento en alta y depuración de los 33 municipios del ámbito metropolitano de Barcelona. El servicio lo presta en régimen de gestión directa mediante su sociedad Empresa Metropolitana de Sanejament S.A. (EMSSA).

Inicialmente la depuradora disponía de un antiguo tratamiento primario, de diseño convencional de tipo físico-químico, y de unas instalaciones de construcción reciente, que se mantienen actualmente, de deshidratación y secado térmico de los fangos con un sistema de cogeneración asociado a ellas. Su superficie era de unas 14 has. Recientemente la depuradora ha sido remodelada y ampliada para incorporar un tratamiento biológico con objeto de adecuar la calidad del efluente a la Directiva 91/271/CEE y normativa española. En estos momentos está en funcionamiento el nuevo primario. El biológico se encuentra con la obra civil prácticamente acabada y en fase de instalación de equipos.

EMSSA ha redactado el proyecto de la nueva depuradora, con la asistencia técnica principal de la ingeniería IBERINSA. Asimismo EMSSA ha gestionado las obras de primera fase, cuya construcción ha correspondido a:

- Remodelación de la elevación y del tratamiento preliminar y otras obras: UTE NECSO, INFILCO, PRIDESA
- Nuevo tratamiento primario: UTE FERROVIAL, AGROMAN, CADAGUA
- Electricidad y automatismos de la remodelación de la elevación y tratamiento preliminar y centro de control de la depuradora: UTE AGE

Estos contratos constituyen la parte fundamental de las obras de primera fase citadas. Las obras de segunda fase comprenden las de construcción del tratamiento biológico. Estas obras están cofinanciadas al 85% con fondos de la Unión Europea y su construcción está siendo gestionada por la empresa pública Depurbaix.

La inversión total en estas obras de primera fase ha sido de 64,2 millones de euros, siendo financiada en aproximadamente un 90% por la Agencia Catalana de l'Aigua (Generalitat de Catalunya) y el resto por Infraestructures de Llevant de Barcelona (Ayuntamiento de Barcelona) correspondiendo a determinadas obras de integración urbana.

**T**he Besòs sewage works for metropolitan of Barcelona treats the sewage water for an area with a population of 1,600,000, comprising the municipalities of Barcelona (75%), Sant Adrià de Besòs, Santa Coloma de Gramanet, Badalona, Montgat and Tiana. It is a very large plant (one of the biggest in the world), with a rated flow of 590,625 m<sup>3</sup>/day for an equivalent population of over 3,000,000. The effluent from the works flows into the sea at a depth of 45 m through a subsea pipeline 2900 m long and 2.1 m in diameter.

The works pertain to the Sanitation Plan of Catalonia, a department of the regional Environmental Agency, that runs the sanitation and sewage service of the 33 municipalities that make up metropolitan Barcelona. The service is managed by a firm belonging to that agency, the Metropolitan Sanitation Company (EMSSA).

Initially the sewage works had an older physical-chemical primary treatment system of a conventional design, and a more recently built facility to dehydrate and heat-dry the sludge, making use of an associated cogeneration system. The latter is still in operation. These facilities cover a surface area of around 14 hectares. Recently, the works have been remodelled and enlarged to include a biological treatment plant to meet the effluent quality standards required by EU Directive 91/271/CEE and the Spanish regulations. The new primary treatment plant is now in operation. The construction works for the biological treatment plant are practically finished and the equipment is being installed at this time.

EMSSA designed the new facilities with technical assistance principally from the engineering company IBERINSA. EMSSA also acted as project leader for the works of the first phase, that consisted of:

- Remodelling of the elevation and primary treatment plant and other works, carried out by Consortium NECSO, INFILCO, PRIDESA
- New primary treatment plant, by Consortium FERROVIAL, AGROMAN, CADAGUA
- Electricity and automatic systems of the remodelled elevation and preliminary treatment plant and the control centre, by Consortium AGE



These contracts make up the majority of the works of the above-mentioned first phase. Those of the second stage include construction of the biological treatment plant. The works of the second stage are financed 85% from European Union funds and are being constructed under the supervision of the government-owned company Depurbaix.

The total investment in the works of the primary stage are euro 64.2 million and are financed approximately 90% by the Catalonian Water Agency (of the Government of Catalonia) and the remainder, corresponding to certain urban integration works, by Infraestructures de Llevant de Barcelona (of the Municipal Government of Barcelona).

El diseño realizado de la depuradora ha permitido su encaje físico y ambiental en el nuevo entorno urbano sin suponer una barrera entre la ciudad y el mar, bien al contrario, la depuradora constituye un elemento de unión, facilita el acceso y ha permitido crear sobre la cubierta nuevos espacios de uso público, que se integran en la explanada de las culturas del Forum 2004.

Por distintas razones, como la falta de espacio para la ampliación, urbanísticas, medio ambientales, etc., la nueva depuradora, ha debido diseñarse y construirse sin salirse de los terrenos de la antigua depuradora, ocupando tan solo 11 ha, incluyendo las citadas instalaciones de fangos, de las cuales 8 ha se ubican bajo una gran plaza pública.

Los principales retos para la implementación, en estas circunstancias, de las nuevas instalaciones de depuración, han sido:

- La elección de sistemas muy compactos de tratamiento, para poder encajar la depuradora en tan solo 11 ha disponibles (una planta convencional de esta capacidad supera ampliamente las 30 ha), habiéndose empleado tecnologías innovadoras, como la decantación lamelar con espesamiento incorporado en la decantación primaria, y el sistema de doble piso en la decantación secundaria.
- Construcción de las nuevas instalaciones en el mismo espacio ocupado por las antiguas, sin interrupción del servicio de la depuradora.
- Lograr minimizar los impactos de olores, ruidos, así como los estéticos y visuales. Esto ha supuesto la cubrición de las instalaciones y una adecuada ventilación y desodorización

La complejidad del proyecto ha obligado a ejecutarlo por fases. Las obras de primera fase, objeto de este artículo, comprenden la remodelación de parte de las instalaciones existentes y la construcción de unas nuevas instalaciones de tratamiento preliminar y primario, así como de otras obras provisionales de bypass y auxiliares necesarias. Estas obras de primera fase han tenido un papel esencial en la realización de la nueva depuradora al haberse ejecutado manteniendo en funcionamiento la depuradora existente y haber permitido, mediante el empleo de tecnologías súper compactas, liberar los espacios necesarios para la construcción del tratamiento biológico.

Con el funcionamiento de la nueva depuradora se logrará disponer de unas aguas costeras más limpias, una ciudad más sostenible y unas playas de más calidad en todo el litoral norte de Área Metropolitana.



Antigua depuradora Besós



Obras 1ª fase. En primer término el nuevo tratamiento primario en ejecución



Explanada sobre la nueva depuradora durante la celebración del Forum

## PRETRATAMIENTO

Se ha mantenido la capacidad de diseño del tratamiento preliminar de la depuradora existente, que era de  $15 \text{ m}^3/\text{s}$ , es decir  $54.000 \text{ m}^3/\text{h}$ , tanto para la elevación como para el desbaste y el desarenado.

Estas obras e instalaciones se han realizado por fases para no interrumpir el servicio, lo que ha supuesto una ejecución compleja realizándose multitud de obras auxiliares, como tapes y desvíos, la mayoría de noche, aprovechando las instalaciones que en cada momento, de forma parcial, se podían dejar fuera de servicio.

### Elevación de agua bruta

La remodelación de la obra de llegada y de la elevación de agua bruta consistió en su cubrición y ventilación para posibilitar su desodorización, adecuándose a su vez las instalaciones, las cuales, en su mayor parte, se han mantenido. Incluye las siguientes actuaciones:

- Cubrición de la obra de llegada para permitir la desodorización de la zona.
- Sustitución de las 15 compuertas existentes en la obra de llegada por otras nuevas motorizadas complementadas con tajaderas de aislamiento, dispuestas de forma que facilitan las operaciones de mantenimiento.



Cubierta de los tornillos de Arquímedes

- Sustitución de la compuerta existente para interconexión de los cuencos de aspiración de las bombas de tornillo.
- Cubrición de los canales de los tornillos de Arquímedes para posibilitar la desodorización.
- Sustitución de los quince moto reductores y del sistema de engrase de los tornillos de Arquímedes así como la remodelación de las bancadas.
- Sustitución del puente grúa existente en la nave de motores
- Adecuación estética del edificio de motores de los tornillos de

### PRE-TREATMENT

*The rated capacity of the preliminary treatment plant of the existing sewage facility ( $15 \text{ m}^3/\text{s}$ , i.e.  $54,000 \text{ m}^3/\text{h}$ ) for elevation, rough filtering and desilting has been maintained.*

*The works and installations were carried out in stages so as not to interrupt the service. This required a multitude of auxiliary works, such as temporarily sealing off or diverting pipelines. Most of these works were performed at night and otherwise taking advantage of the best times to shutdown sections without undesired consequences.*

### Elevation of untreated water

*The remodelling of the untreated water intake section and elevation system consisted principally of covering and ventilating this area to eliminate odours. Other minor works to improve the facilities were also carried out.*

### Filtering

*The new rough filtering facilities are contained within a closed building. They comprise eight channels with a filtering grate and a series of sieves, grouped into two sets of four units in each. This process is carried out in two successive stages that eliminate the rough solids and fine particles respectively.*

*Each set of four filtering channels is equipped with a conveyor belt that collects the waste from the four grates. Each is also equipped with a spiral conveyor that removes the sludge deposited by the four*



Sala de motores de los tornillos de elevación de agua bruta

Dada la situación de la depuradora en plena zona urbana, para limitar los posibles impactos por olores se ha seguido el concepto esencial de "emisión cero de aire sin desodorizar". Este concepto supone que todas las áreas susceptibles de emitir olores deben estar en recintos o edificios cerrados y todo el aire que entre en ellos para ventilación o proceso, debe ser desodorizado antes de su emisión a la atmósfera. Esta emisión final se realiza mediante chimenea con la altura y condiciones necesarias de dispersión. Este concepto implica que los edificios se encuentren en ligera depresión.

Se exceptúan las salas de turbo soplantes, salas eléctricas y otras áreas dispuestas en recintos aislados de zonas de emisión, las cuales disponen de sistemas de ventilación independiente.

En el caso del **tratamiento preliminar** por la tipología de equipos y procesos, resulta muy difícil de aislar por completo las zonas de desprendimiento de olores del agua o de los residuos (de rejillas y desarenado) de las zonas de trabajo, por lo que todo caudal de aire de ventilación es enviado a desodorización. Dicho caudal es de 100.000 m<sup>3</sup>/h y una vez desodorizado es enviado a la atmósfera a través de una chimenea.

El número de renovaciones empleado en la ventilación del tratamiento preliminar varía entre 5,5 r/h en las zonas con menos concentraciones de olor como sala de desbaste y sala de desarenado, a 9 r/h para los recintos que cubren los tornillos de Arquímedes y los canales de rejillas y tamicos.

En el caso del **tratamiento primario** para reducir los importantes caudales movilizados y que después tendrían que ir a desodorización, se ha dispuesto una cubierta intermedia separando las áreas emisoras (lámina de agua de canales, de cámaras de mezcla y floculación y de decantación etc.) del resto de las salas, y asociado a esta cubierta, se ha introducido el concepto de recirculación y climatización del aire de ventilación.

Dicha cubierta es de PRFV y está separada de la lámina de

## Tratamiento de aires



Torres de lavado de la desodorización en tratamiento preliminar

agua entre 0,5 y 0,75 m. Su instalación ha permitido, en primer lugar, aislar dichas salas de las emisiones directas de gases, y en consecuencia reducir las tasas de renovación a valores entre 3 y 4,5 r/h, lo que ha supuesto reducir a prácticamente la mitad el caudal de aire de ventilación.

Por otro lado, la recirculación del aire permite reducir aún más los caudales por lo que respecta a los de toma exterior / desodorización. En este caso, se ha empleado una tasa de aire fresco del 17,25 %, es decir que del caudal total de ventilación únicamente dicho porcentaje corresponde a aire procedente del exterior, siendo el resto aire recirculado.

Siguiendo el criterio de emisión cero, un caudal equivalente al de aire fresco exterior es introduci-

do desde la sala superior a través de la cubierta intermedia. Este aire arrastra los gases desprendidos del agua residual hacia los sistemas de desodorización y, una vez desodorizado, es enviado al exterior mediante una chimenea.

Lógicamente, el valor del caudal de aire fresco tomado del exterior ha de ser coincidente con el de ventilación del recinto bajo la cubierta intermedia y, de hecho, aquel caudal se ha obtenido con esta condición. En ese recinto bajo la cubierta intermedia se requieren entre 4 y 9 r/h, dependiendo de la calidad y estado de agitación del agua.

De todo lo anterior, el caudal resultante de aire de toma exterior / desodorización, es de 43.800 m<sup>3</sup>/h. Este caudal repre-

senta del orden del 8 a 9 % del que sería necesario sin cubierta intermedia, lo que supone una reducción muy importante, con este sistema, de las necesidades de aire de ventilación y desodorización y del tamaño y coste de estas instalaciones.

### Desodorización

En el pretratamiento ha sido implantado un sistema de desodorización mediante lavado químico en tres torres independientes, las instalaciones incluyen los sistemas de captación y conducción del aire viciado y el tratamiento propiamente dicho de desodorización. En cuanto al tratamiento primario el sistema instalado consta de un lavado del aire por vía húmeda, en tres etapas mediante tres torres de 3,5 m de diámetro.

Las etapas del tratamiento son análogas en el pretratamiento y en el tratamiento primario:

- Etapa ácida, con solución de ácido sulfúrico. En esta etapa se eliminan aminas, amonio y esteres, entre otros compuestos.
- Etapa de oxidación-neutralización, con soluciones de hipoclorito sódico e hidróxido sódico. En esta etapa se eliminan SH<sub>2</sub>, CH<sub>3</sub>SH, (CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>S, (CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>S<sub>2</sub>
- Etapa de neutralización final, con solución de hidróxido sódico. En esta etapa se eliminan el cloro y el SH<sub>2</sub> residual procedentes de la etapa anterior.

Casals Cardona y Plectoquímica han sido las empresas encargadas de la instalación de los sistemas de desodorización.

### Climatización

La climatización del aire empleada en el sistema de ventilación de la decantación primaria consiste esencialmente en el filtrado de impurezas y en su deshumidificación para evitar condensaciones en los recintos ventilados. Esta deshumidificación es un aspecto importante ya que evita las condensaciones en los edificios y recintos cerrados, las cuales, además de ser desfavorables para las condiciones ambientales en general, pueden ser causantes de severas corrosiones en equipos y de la reducción de la vida útil de las instalaciones.



Torres de lavado de la desodorización en tratamiento primario

Arquímedes, para uniformizarlo con el resto de los edificios construidos.

## Desbaste

Las nuevas instalaciones de desbaste se han incorporado en un edificio cerrado, y se configuran en ocho canales con reja de desbaste y tamiz en serie, agrupándose en dos conjuntos de cuatro unidades cada uno. Cada uno de estos canales individuales dispone de su propio vaciado, equipado con su compuerta de vaciado manual. Quilton, S.A. ha sido la empresa encargada del suministro de los tamices.

Este sistema de desbaste, se realiza en dos etapas sucesivas, con eliminación de sólidos gruesos y finos respectivamente. El desbaste grueso se realiza mediante rejillas de 25 mm de luz de paso y de 2,5 m x 1,7 m, de limpieza automática. El desbaste fino se realiza mediante tamices autolimpiables de 6 mm de luz y de 2 m x 2 m.

El funcionamiento automático de los sistemas de desbaste, se realiza en primera instancia en continuo, siendo posible su temporización y de manera complementaria por control de nivel alto.

El automatismo de arranque y paro de rejillas, tamices, tornillos y cintas transportadoras y prensas, está sincronizado automáticamente por el sistema de control central. Existe un panel local de control y maniobra que permite pun-



Rejas y tamices de desbaste



Prensa de residuos



Cinta transportadora descargando en contenedor

tualmente desde la propia zona, dirigir los residuos extraídos a las prensas y contenedores que estén en situación de disponibilidad.

Cada conjunto de 4 canales de desbaste está equipado de una cinta transportadora, suministrada por Cintasa, que recoge los residuos de las cuatro rejillas y de un tornillo transportador que da servicio a los cuatro tamices.

Cada uno de los tornillos y cintas transportadoras descarga en una prensa de residuos, la cual descarga a su vez en un contenedor receptor. Con el fin de dar mayor flexibilidad al sistema se ha previsto que los tornillos y cintas transportadoras puedan también descargar en un tornillo reversible, común para cada conjunto, y de esta manera poder enviar los residuos a una sola prensa compactadora. Heron Ingenieros, S.A. ha sido la empresa suministradora de los transportadores de tornillo y las prensas de residuos.

En total se han instalado dos estaciones de prensado y contenedores. Cada estación consta de dos prensas de residuos. En total se dispone de dos tornillos transportadores, dos cintas transportadoras, dos tornillos reversibles y cuatro (2 + 2) prensas de residuos de 4 m<sup>3</sup>/h de capacidad mínima cada una y 50 % de sequedad del producto final.

Los residuos son recogidos finalmente en contenedores.

En los mismos recintos donde se sitúan los contenedores de recogida de los residuos del desbaste se han instalado dos contenedores adicionales, uno por estación, para la recogida de las arenas eliminadas en los desarenadores.

El desbaste se ha ubicado en el interior de un edificio formado por tres zonas independientes, una donde se sitúan las rejillas y tamicas y dos para la recogida de residuos. En la zona de rejillas y tamicas se ha instalado un puente grúa de 6,30 T de capacidad y un polipasto lateral suministrado por Cemvisa Vicinay.

En las zonas laterales para la recogida de residuos se han dispuesto cuatro polipastos, dos por zona, provistos de "switches" para cambio de dirección en el carril de traslación, tres en cada estación, con los cuales se pueden desplazar los contenedores y colocarlos en posición para poder ser retirados por camiones.

Al objeto de evitar la emisión de olores se ha previsto que todas las operaciones de carga y descarga de contenedores siempre se realicen con el camión dentro del recinto y con las puertas cerradas.

## Desarenado

Con el fin de reducir el espacio y las emisiones, las instalaciones de desarenado son no aireadas, de tipo "detrítus", de forma cuadrada de 10 m de lado y 1,5 m de altura útil y están compuestas por dos conjuntos de tres unidades. Cada conjunto



Desarenador tipo "detrítus" y rasquetas de arrastre

trata el agua procedente de un conjunto de cuatro canales de desbaste. Los dos conjuntos están interconectados a la entrada y a la salida.

Funcionalmente, cada desarenador presenta a la entrada unos deflectores al objeto de conseguir una óptima distribución del agua. Un sistema diametral de rasquetas giratorias de eje central conduce el material pesado sedimentado hasta una poceta, donde un tornillo helicoidal inclinado eleva y transporta al exterior las arenas sedimentadas que son vertidas en una cinta transportadora transversal común a tres desarena-

*sieves. Each of the spiral and belt conveyors unloads into a press that in turn unloads into a container.*

*Two press and container stations are installed, with two presses in each station. A total of two spiral conveyors, two conveyor belts, two reversible spiral conveyors and four (2 + 2) presses for solid waste are installed. Each press has a 4m<sup>3</sup>/h minimum capacity for material with 50% humidity. The waste is then collected in containers.*

## Desilting

*In order to reduce space and emissions, non-aerated, "detrítus" type desilting units are employed. Each unit treats the water from one of the four filtering channels. The two units are interconnected at the inlet and outlet.*

*Each desilter has deflectors at the inlet to achieve optimum water distribution. A diametral scraper system with scrapers that rotate on a central shaft conduct the settled heavy sediment to a sump, where a tilted spiral conveyor raises the sediment out of the plant where it is unloaded onto a flat conveyor belt common to three desilters, from where it is carried to a container located in the waste press zone.*

*The water treated in each unit is collected in a gutter that extends along the full width of the unit. The waste water is dumped from the gutters into a channel common to three desilters. Subsequently, it is carried to the primary treatment plant, via two interconnecting channels.*



Sala de desarenado

dores, para conducir las finalmente a un container situado en la zona de prensado del desbaste.

En cada unidad el agua tratada se recoge mediante un vertedero ubicado en toda la anchura, vertiendo en un canal común a tres desarenadores. Finalmente el agua es transportada hasta el tratamiento primario, mediante dos canales que a su vez pueden interconectarse.

La carga superficial a caudal punta es de 51 m/h y el tiempo de retención varía entre 1 minuto a caudal máximo y 2,2 minutos a caudal de diseño futuro de la depuradora.

Los seis desarenadores van cubiertos por un edificio que dispone a ambos lados de una zona de 4 m de anchura, para la descarga de los tornillos de los desarenadores. Se han instalado ocho polipastos (Cemvisa Vicinay) para el manejo de maquinaria, seis en la zona central y dos en las laterales, donde se han ubicado las cintas transversales de recogida de arenas.

### Canales de conexión del tratamiento preliminar

Las aguas procedentes del desbaste y desarenado son conducidas al tratamiento primario mediante dos canales de 2,50 m de ancho y 2,40 m de altura en la zona de desarenado. A partir de la confluencia de estos canales, se disponen uno por debajo del otro, con secciones en cajón de 2,50 m de ancho x 2,00 / 1,90 m de altura.



Toma de aire y chimenea de desodorización integrada en la Plaza del Fórum



Sala de decantación y espesamiento (vista general)

## TRATAMIENTO PRIMARIO

La instalación consta de 10 decantadores lamelares de configuración cuadrada, con una profundidad y sistema concentrador tales que permiten el espesamiento de los fangos dentro del mismo decantador.

Los decantadores van precedidos de unas cámaras de mezcla y floculación para permitir un tratamiento fisicoquímico equivalente al que disponía la antigua depuradora. Este tratamiento con reactivos dejará de emplearse cuando entre en servicio el tratamiento biológico.

Por todo ello las condiciones de diseño y operación de los decantadores, para el fisicoquímico son de un caudal medio de 33.333 m<sup>3</sup>/h y un caudal punta de 44.640 m<sup>3</sup>/h, este último equivalente a la capacidad del emisario principal de la depuradora.

Sin uso de reactivos, con el biológico, dichos caudales son de 24.609 m<sup>3</sup>/h y 34.453 m<sup>3</sup>/h, respectivamente, que corresponden al caudal de diseño de aguas residuales en tiempo seco para la fase futura de la depuradora.

Las concentraciones medias de diseño de entrada al tratamiento son de 325 mg/l de DBO<sub>5</sub>, 300 mg/l de MES y 725 mg/l de DQO.

Toda la zona de decantación primaria se encuentra en un edificio cerrado

cuya cubierta es la plaza que cubre la mayor parte de la nueva depuradora. Adosado y comunicado con el mismo, bajo la plaza, esta un edificio de servicios que contiene las instalaciones de dosificación de reactivos, de agua de servicios, de agua tratada, climatización, desodorización, centro de transformación y salas eléctricas del primario, así como las instalaciones de bombeo intermedio y estación de soplantes del biológico.

Los decantadores, al igual que las cámaras de mezcla y floculación y los canales de entrada y salida, disponen de cubiertas desmontables en PRFV, de forma que las salas queden aisladas de las zonas de emisión de gases y el aire en contacto con el agua residual pueda ser extraído y tratado directamente.

### Canales de llegada y by-pass

Cada uno de los dos canales de agua procedente del pretratamiento alimenta a cinco líneas de decantación.

Se ha previsto la interconexión de los canales y de las diferentes líneas, para lo cual la instalación dispone de las correspondientes compuertas. Igualmente, mediante un juego de compuertas, estos canales están también conectados con el by-pass general del tratamiento primario.

Se ha incluido también un sistema de bypass controlado, dada la mayor capacidad de pretratamiento que de tratamiento primario, diseñado para



una caudal entorno los 9.360 m<sup>3</sup>/h. Para su regulación se ha colocado una válvula de mariposa y un medidor de caudal en el tramo de tubería.

### Aireación de los canales de reparto

El agua que discurre por el canal de reparto de los decantadores primarios presenta velocidades en torno a los 0,5 m/s, al objeto de limitar las pérdidas de energía para lograr un fácil y correcto reparto del agua a los decantadores. Dicho canal presenta una dimensión de 3 metros de anchura con una lámina de agua entorno a 4.25 metros. Al objeto de evitar sedimentaciones dichos canales están aireados, por lo que se han incluido (2+1R) soplantes, dotadas de cabinas de insonorización individuales.

Cada una de las soplantes en servicio suministra aire a cinco líneas. Para cada línea existen dos bajantes con 19 difusores de burbuja gruesa, es decir, 380 difusores en total.

### Cámaras de mezcla y floculación

Existe una cámara de mezcla y floculación para cada uno de los diez decantadores. El agua se incorpora en las cámaras de mezcla desde los canales de reparto mediante una compuerta motorizada. La salida del agua de la cámara de mezcla se realiza mediante dos pasos sumergidos localizados en las paredes



© Infoenviro

Galería de servicios entre los decantadores y las cámaras de floculación

laterales de la citada cámara, ingresando directamente en la cámara de floculación.

El volumen unitario de cada cámara de mezcla es del orden de 37 m<sup>3</sup>/ud con un tiempo de retención del agua de 40 segundos a caudal de diseño y de 30 segundos a caudal máximo. Cada una de las cámaras dispone de su propio agitador.

El volumen unitario de cada cámara de floculación es del orden de 744 m<sup>3</sup>/ud con un tiempo de retención del agua de 13.4 minutos a caudal de diseño y de 10 minutos a caudal máximo. Cada una de las cámaras dispone de dos electro agitadores.

Los reactivos a dosificar son cloruro férrico y polielectrolito. Por lo que respecta al cloruro férrico existen dos tanques de almacenamiento de 272 m<sup>3</sup>/ud construidos en hormigón con recubrimiento interior contra la corrosión.

Para la dosificación del cloruro férrico se han instalado 12 (10+2R) bombas dosificadoras de pistón de membrana de doble regulación automática instaladas en dos grupos de 6 (5+1R) bombas, dotadas de variador de frecuencia.

Para el polielectrolito se han instalado 3 (2+1R) sistemas de preparación automáticos en bache, con una capacidad en torno a 13400 l/h/ud. Cada uno de ellos está constituido por un tanque de preparación, maduración y dosificación de 20000 l.

Han sido también incluidos sistemas automáticos de aspiración y traslado de polielectrolito desde los sacos de 500 Kg hasta las tolvas del sistema de preparación de la solución. Para la dosificación del reactivo se han instalado 12 (10+2R) bombas dosificadoras de tornillo helicoidal en dos grupos de 6 (5+1R) bombas, dotadas de variador de frecuencia.

### Decantación primaria y espesamiento de fangos primarios

Comprende 10 decantadores lamelares de geometría cuadrada, de solera inclinada y circular, con mecanismo de rasquetas concentradoras de fangos de accionamiento central. Las lamelas son pla-



© Infoenviro

Compuerta automática de los canales de reparto y bypass de los decantadores

*The water from the rough filtering and desilting plants is conducted to the primary treatment section through two channels.*

### PRIMARY TREATMENT

*This facility contains ten lamellar decanters in a square configuration of a depth and a concentrator system such that the sludge thickens in the clarifiers themselves.*

*Several mixing and flocculation chambers are installed in front of the clarifiers to submit the material to a physical-chemical process similar to that of the old sewage works. This treatment, with reactive agents, will be eliminated when the biological treatment plant goes into operation.*

*The clarifiers are dimensioned to obtain clarifying yields in the physical-chemical mode equal to, or higher than 35% in DBO5 reduction and 76% in the MES reduction.*

*The design and depth of the clarifiers enable them to carry out the functions of a built-in concentrator, and thereby to achieve the required sludge concentration.*

*The entire primary clarifying plant is housed in a closed building the roof of which forms an esplanade that covers most of the new sewage works.*

*The clarifiers, as well as the mixing and flocculation chambers and the inlet and outlet channels, are covered with removable GRP roofing. This isolates the rooms from the gas-emission zones, and the air in contact with the waste water can be removed and treated directly.*

cas de PVC con unas dimensiones de 1.23 x 2.65 metros, con un ángulo de inclinación de 55° y una superficie proyectada de 1.76 m<sup>2</sup>/placa. Se han dispuesto un total de 1.520 lamelas por decantador, es decir, un total de 15.200 lamelas.

Las placas lamelares no están completamente sumergidas y pueden extraerse individualmente para su limpieza sin necesidad de vaciar el decantador.

Las dimensiones de cada uno de los decantadores son de 17 x 17 metros, sin tener en cuenta el canal de entrada, y de 17 x 19.8 m de considerar el canal de entrada, con una profundidad de 8 metros en el punto más profundo sin incluir el concentrador. La longitud de vertedero es de 378 m.

El dimensionado de los decantadores permite obtener rendimientos de decantación en modo fisicoquímico iguales o superiores al 35% en reducción DBO<sub>5</sub> y al 76% en reducción de MES. Sin reactivos los anteriores rendimientos son 30 % y 60 %, respectivamente.

La concepción y profundidad del decantador permite la concentración necesaria de los fangos, realizando las funciones de un espesador incorporado al decantador. La concentración media de diseño de los fangos espesados, ampliamente lograda en la explotación, es de un 4% sin reactivos y de un 5,5% con reactivos, como límites mínimos.



**Moto-reductores de la cámara de mezcla y floculación**



**Canales de recogida del agua decantada en el sistema lamelar**

Cada uno de los decantadores al objeto de conocer el caudal de agua así como el nivel de fangos, dispone de la correspondiente instrumentación y medidores de nivel.

### **Bypass general / controlado del tratamiento biológico**

El agua decantada de las líneas 1 a 5 descarga en un canal, interconectándose con una compuerta tajadera con el otro canal de agua decantada de las líneas 6 a 10.

El canal de agua decantada de las líneas 1 a 5 discurre por debajo del otro canal. De esta forma, los dos canales conducen el agua decantada hasta las correspondientes cámaras de aspiración del bombeo, que en un futuro impulsará dicha agua al tratamiento biológico, pudiéndose interconectar de nuevo mediante una compuerta tajadera.

Mediante un juego de compuertas motorizadas, es posible conducir el agua al by-pass general. Este by-pass, hasta que entre en servicio el biológico, actúa de canal de transporte del efluente primario hasta la estación de bombeo del emisario submarino.

Se ha construido también un by-pass controlado del tratamiento biológico para un caudal de 14.375 m<sup>3</sup>/h. Con esta finalidad se ha incorporado una válvula de mariposa reguladora y un medidor magnético de caudal en la tubería que conecta el canal de agua con el canal de by-pass general.



**Lamelas de la decantación primaria**

## Eliminación y tratamiento de flotantes

En una primera etapa los flotantes son eliminados en los canales de reparto mediante dos tubos rasgados giratorios y motorizados. Además, se ha instalado también un eliminador de flotantes por decantador, del mismo tipo que los descritos anteriormente. Dichos equipos están ubicados a la entrada de los decantadores.

Los flotantes extraídos son conducidos a los pozos de bombeo integrados dentro de la geometría de las cámaras de mezcla y floculación. Hay diez pozos de bombeo de flotantes, uno por cada decantador. Cada uno de los pozos de bombeo cuenta con un agitador sumergible, con el fin de homogenizar los flotantes así como de una bomba sumergible. Tanto las bombas como el agitador tienen un equipo de reserva.

Los flotantes mediante dichas bombas son impulsados a cuatro concentradores de grasas con rasquetas superficiales de barrido, ubicadas en el edificio del tratamiento primario al nivel de la calle.

Estos concentradores están dispuestos en dos grupos de dos unidades y están aireados, disponiéndose de 2 (1+1R) soplantes, dotadas de cabinas de insonorización. A la entrada se han colocado dos difusores de burbuja fina. Los residuos resultantes son conducidos a contenedores dispuestos junto a los concentradores.

## Bombeo y recirculación de fangos primarios

Se han instalado para su bombeo 12 (10 + 2R) bombas de tornillo helicoidal. Dichas bombas se han emplazado junto a la galería en arquetas construidas para este fin, en cinco grupos de dos unidades, aspirando los fangos directamente del concentrador del decantador.

Se han interconectado las dos bombas de cada grupo mediante válvulas motorizadas, tanto en la aspiración como en la impulsión, de manera que cada bomba puede aspirar indistintamente de cada uno de los decantadores correspondientes dando por ello gran flexibilidad al sistema en caso de avería de una de las bombas.



**Bombas de extracción y recirculación de fangos primarios espesados**

Además, mediante válvulas motorizadas también es posible recircular el fango a las cámaras de mezcla y floculación.

Los fangos son impulsados a una estación de tamizado mediante dos colectores de impulsión donde se han instalado los correspondientes caudalímetros y medidores de sólidos en suspensión y desde allí se envían a la instalación de deshidratación de fangos existente.

## Estación de tamizado de fangos

En esta instalación se realiza el tamizado de los fangos primarios de la depuradora Besòs. Recibe también, en menor cantidad, fangos mixtos procedentes de la depuradora de

## Sludge straining station

*The primary sludge from the Besòs sewage works is strained in this facility, which consists of 6 (5+1 standby) Strainpress strainers, of a capacity of 60 m<sup>3</sup>/h.*

*The sludge is received in a load breaking and homogenising tank, from which it is impelled into the strainers. These are cylindrical stainless steel units on a horizontal shaft composed of intake, strainer, press, and unloading sections. The sludge is discharged from the outlet into a conical pressure-regulating tank.*

*The waste thus removed is sent through two spiral conveyors to two containers located inside of the building, and from there it is transported to the landfill. The thickened sludge is dropped into a tank located next to the dehydrating and thermal drying section of the old sewage work facilities.*

## Ventilation and odour removal

*Given the location of the sewage works, in the midst of a highly populated urban area, limiting the possible impact of odours has been considered essential. For that purpose the concept of "zero non-deodorised emissions" has been adhered to. This principle means that all the areas from which odours could be emitted must be contained inside closed structures and all the air that enters into those spaces for ventilation or processing must be deodorised before being released into the atmosphere. Once treated, this air is emitted through a stack of the necessary height and other specifications to meet the desired dispersion requirements. The concept also requires that the buildings be located slightly below ground level.*



**Equipos de tamizado de los fangos primarios**

Montcada, mediante tubería de 8,55 km de longitud. La instalación consta de 6 (5+1R) tamices tipo Strainpress, con capacidad unitaria de 60 m<sup>3</sup>/h. Estos equipos han sido suministrados por Huber Technology España.

Los fangos se reciben en un depósito de rotura de carga y homogeneización, desde el que se realiza la impulsión a los tamices. El equipo de tamizado consta de un tamiz cilíndrico de acero inoxidable de eje horizontal que dispone de una zona de entrada, una zona de tamizado, una zona de prensado y, finalmente, una zona de descarga a un depósito cónico de regulación de presión.

La alimentación es mediante 6 bombas, una por tamiz, dotadas de variador de frecuencia.

Los residuos retirados son enviados mediante 2 transportadores de tornillo a dos contenedores situados dentro del edificio, para su transporte posterior a vertedero. Los fangos espesados se conducen directamente por gravedad al depósito de fangos espesados de las instalaciones próximas de deshidratación y secado térmico de los fangos de la depuradora.

Las instalaciones de tamizado son un sistema cerrado compacto y en línea, que no requiere de un segundo bombeo para el fango tamizado y donde la extracción de sólidos se realiza de forma continua bajo presión, con una pérdida de carga de 0,4 a 0,6 bar.

La instalación se completa con dos polipastos y las correspondientes instalaciones eléctricas y de automatis-



Bombas de impulsión de fangos a tamizado



Sala de control

mo y control. Dispone de un sistema de eliminación de olores mediante carbón activo, que se integrará más tarde en el de las nuevas instalaciones, en construcción, de espesado de fangos biológicos.

### Sistemas auxiliares

Las unidades de tratamiento se completan con una serie de equipos auxiliares que incluyen: Red de vaciados y drenajes para canales desarenadores, cámaras de mezcla y floculación y decantadores; Red de agua potable alimentada por la red exterior; Red de agua de servicios alimentada con agua potable desde el sistema de almacenamiento (dos depósitos) y bombeo instalado en el edificio de tratamiento primario; Red de agua tratada alimentada desde el sistema de almacenamiento (dos depósitos) y bombeo de agua tratada instalado en el edificio de tratamiento primario; Red de aire para servicios auxiliares centrada en el edificio de tratamiento primario; Equipos contra incendios, incluyendo sistemas de detección y extintores; Equipos de seguridad (detectores de presencia, alarma por temperatura y detectores de humos o incendios, detectores de gases y detectores de nivel); Sistema comunicación por circuito cerrado de TV; Control accesos (depuradora y parking) a través de lectores de tarjetas

magnéticas; Megafonía; Telefonía; Comunicaciones vía radio con las estaciones de bombeo remotas de la red interceptora; Báscula para camiones; Sistema automático de toma de muestras.

### Instalaciones eléctricas

Las instalaciones ejecutadas comprenden la Media Tensión, Baja Tensión, Centros de Control y Protección de Motores (CCM), Alumbrado interior, Alumbrado exterior y Red general de tierras de la nueva depuradora.

Se ha previsto el suministro mediante dos líneas alternativas de 25 KV. Una preferente alimentada desde la compañía eléctrica y otra de emergencia alimentada desde la central de cogeneración de las instalaciones existentes de secado térmico de los fangos, capaz de suministrar 25 MVA.

Además se dispone de dos grupos electrógenos, ya existentes en la antigua depuradora, capaces de suministrar energía eléctrica para el tratamiento preliminar, el bombeo del emisario y parte del primario, en caso de fallo completo del suministro eléctrico exterior. Estos grupos están instalados en una sala adosada al edificio de tratamiento preliminar, convenientemente insonorizada, colindante con la sala del centro de recepción y medida.

**E**l aire de ventilación de las salas de decantación y anexas, susceptibles de recibir emisiones olorosas, se ha climatizado mediante la instalación de dos grupos frigoríficos de condensación por agua de 315 kWud, suministrados por Carrier, con circuitos primario-secundario y dos unidades climatizadoras de 132.000 m<sup>3</sup>/h cada una, a partir de las cuales se transporta el aire tratado. Toda esta instalación se ha ubicado en la planta superior del edificio de servicios del primario.

Los dos grupos frigoríficos de condensación por agua con recuperación del calor de condensación permiten mantener unos niveles apropiados de temperatura y humedad en las diferentes zonas al objeto de evitar condensaciones en el ambiente que podrían afectar a los equipos. La implantación de dos equi-



Grupos frigoríficos

## Ventilación en tratamiento primario

pos permite una cierta flexibilidad de funcionamiento, así como una mínima garantía en caso de avería de alguna unidad.

En el circuito primario se han dispuesto tres grupos de electro bombas, de forma que cada grupo dispone de su propia bomba y tiene una de reserva. El circuito secundario (agua enfriada) da servicio directo a los climatizadores, con dos equipos de bombeo existiendo una unidad de reserva. El circuito de condensación a alta temperatura (50/40°)

pasa por un intercambiador de placas y por la batería de calor de cada climatizador, y de esta forma lleva el agua de condensación al condensador a 40°C. Los intercambiadores permiten absorber en caso de necesidad toda la potencia de calor de condensación de cada grupo frigorífico.

Los grupos frigoríficos disponen de circuitos independientes de producción a caudal constante para los circuitos primario y secundario. La unión entre estos circuitos se produce en un colector

común, pudiéndose utilizar las enfriadoras, dependiendo de la demanda. Posteriormente a través de dos grandes climatizadores y por medio de conductos de chapa sin aislamiento se conduce el aire tratado independientemente hasta los distintos recintos. Dicho aire se impulsa y reparte a través de rejillas o toberas dependiendo de la zona. El retorno de dicho aire es también conducido.

Los conductos por los que se transporta el aire tratado se han proyectado al objeto de conseguir 4,5 renovaciones/hora en la galería de servicios y 3,0 renovaciones/hora en la sala de decantadores y en el resto del edificio. El caudal total de ventilación resultante es de 253.900 m<sup>3</sup>/h, de los que, como se ha dicho solo una pequeña parte, coincidente con el caudal de desodorización, es aire fresco exterior y el resto es aire recirculado.



Climatizadores