

PLANTA DE TRATAMIENTO DEL RIO LLOBREGAT EN SANT JOAN DESPÍ



SOCIEDAD GENERAL DE AGUAS DE BARCELONA, S.A.

EL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE A BARCELONA Y OTROS MUNICIPIOS DE SU ENTORNO URBANO

Barcelona y sus alrededores se abastecieron, hasta 1955, exclusivamente con agua de origen subterráneo y en el año 1954 se llegó a distribuir una media diaria de 275.000m³.

El incremento de consumo por año fué muy notable, si tenemos en cuenta que hasta el año 1940 la cantidad media distribuida era solo de 170.000 m³/día.

El abastecimiento se hacía con agua subterránea, mayoritariamente de los pozos situados en el valle bajo de cada uno de los ríos más próximos a Barcelona: el Llobregat y el Besós. También se utilizaban, representando una pequeña proporción del consumo total, antiguas captaciones en galería de la comarca de Dosrius y del Vallés, que llegaban a Barcelona mediante sendos acueductos.

A consecuencia del ritmo de crecimiento acumulativo de la demanda de agua, fué indispensable -para poder atenderla correctamente- recurrir al aprovechamiento de los caudales superficiales del río Llobregat. Por esta razón, la Sociedad General de Aguas de Barcelona solicitó una concesión de 2,2 m³ por segundo, que obtuvo del Ministerio de Obras Públicas el 24 de junio del año 1953, y entre 1953 y 1954 construyó la Planta de Tratamiento de Sant Joan Despí.

Posteriormente, la Sociedad solicitó dos nuevas concesiones, una de 1,1 m³ y la otra de 2,0 m³ por segundo, que obtuvo respectivamente el 13 de marzo del año 1957 y el 25 de mayo de 1960. La Planta de Tratamiento inicial ha pasado por sucesivas ampliaciones, con el fin de poder tratar los nuevos caudales

concedidos con una capacidad total de 5,3 m³ por segundo, que corresponden a la suma de las tres concesiones.

El incremento de la demanda de agua durante los años sesenta, fué también muy notable y en 1966 se llegó a suministrar un caudal medio diario de casi 400.000 m³, llegándose en 1968 al máximo suministro en un solo día: 500.000 m³. Era necesario, pues, aprovechar nuevos recursos, lógicamente muy lejanos, por lo que el Ministerio de Obras Públicas, preveyendo las nuevas necesidades, inició, por medio de la Confederación Hidrográfica del Pirineo Oriental, la construcción, que puso en marcha en 1967, de una canalización que podía conducir desde el río Ter hasta Barcelona 6,5 m³ por segundo. Esta importante obra incluía también la Planta de Tratamiento que se situó en el municipio de Cardedeu.

Gracias a las dos Plantas de Tratamiento y conjuntamente con los pozos de los acuíferos de los ríos Ter y Besós, fué posible, durante todos los años 80 y hasta hoy, suministrar cada año volúmenes de agua potable cercanos a los 300.000.00 de m³, con caudales máximos diarios de casi 1.000.000 de m³. Estos caudales han procedido, aproximadamente un 59% del río Ter, un 36% del río Llobregat, un 4,5% de los pozos de los acuíferos del Llobregat y un 0,5% de los pozos del Besós y de los acueductos.

A continuación se describe la Planta de Tratamiento de aguas superficiales del río Llobregat en Sant Joan Despí, donde se tratan anualmente más de 120.000.000 m³. Este volumen valora, sin duda, la importante contribución de dicha Planta de Tratamiento al abastecimiento de agua a Barcelona y las poblaciones de su alrededor.

EL TRATAMIENTO DE AGUA EN LA PLANTA DE SANT JOAN DESPÍ

La Planta de Tratamiento de las aguas superficiales del río Llobregat es un conjunto de instalaciones que entró en servicio en tres etapas: en el año 1955, en 1962 y en 1992.

Inicialmente, para el tratamiento del agua superficial se utilizaban únicamente métodos convencionales clásicos, que pueden resumirse en: precloración, seguida de coagulación-floculación, sedimentación, filtración rápida por arena y postcloración final.

Desde que empezó a funcionar esta Planta de Tratamiento, la contaminación del río Llobregat ha aumentado considerablemente. Sin embargo, durante estos últimos años, la tecnología para el tratamiento de las aguas empleó también métodos mas complejos y efectivos con el fin de conseguir eliminar o disminuir, hasta donde es posible, los componentes solubles e insolubles, orgánicos e inorgánicos que hay en el agua.

Estas técnicas se han ido incorporando al tratamiento de las aguas del río Llobregat, en la Planta de Sant Joan Despí. Así, se están usando coadyuvantes de flouración (primero fué la sílice activada, después los polielectrolitos) que facilitan la eliminación de un mayor número de componentes insolubles en el agua. En 1968, se incorporó al tratamiento la adición del carbón activo en polvo, para disminuir la cantidad de productos orgánicos solubles, y se consiguió mejorar el gusto y el olor del agua.

Desde principio del año 1977 se utilizó el proceso de filtración a través de lechos de carbón activo granular, en sustitución de los antiguos lechos de arena. La regeneración, cada seis u ocho meses, del carbón activo ya saturado, se ha hecho, desde 1978, en la misma Planta de Tratamiento, en unas instalaciones cuyo elemento principal es un horno de quemador múltiple, calentado por gas natural.

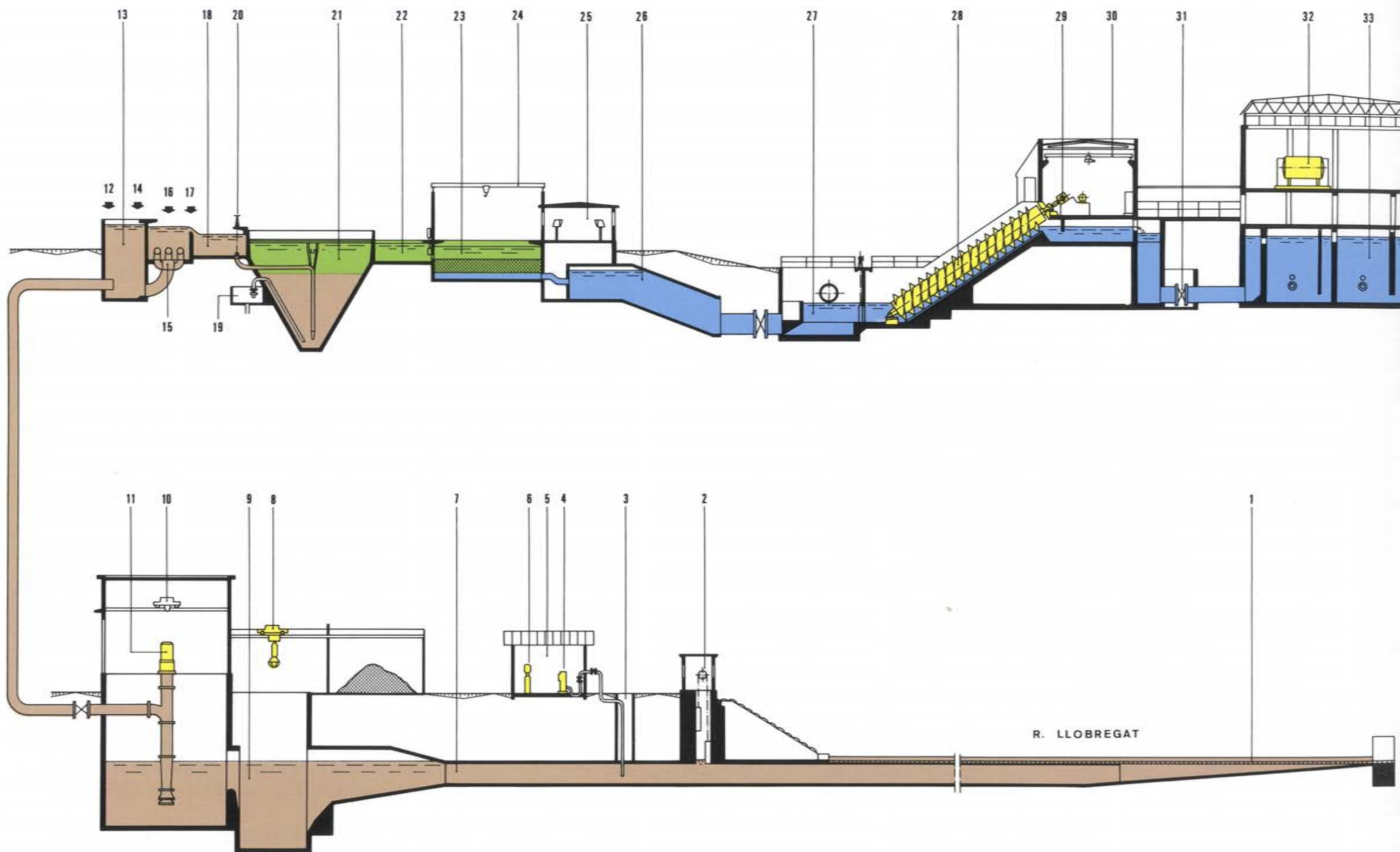
Finalmente, y a partir de los resultados de numerosos ensayos hechos en la Planta Piloto durante la segunda mitad de los años 80, se inició, en 1990, el proyecto y la construcción de una importante ampliación de la línea de tratamiento que está en funcionamiento desde el mes de abril de 1992.

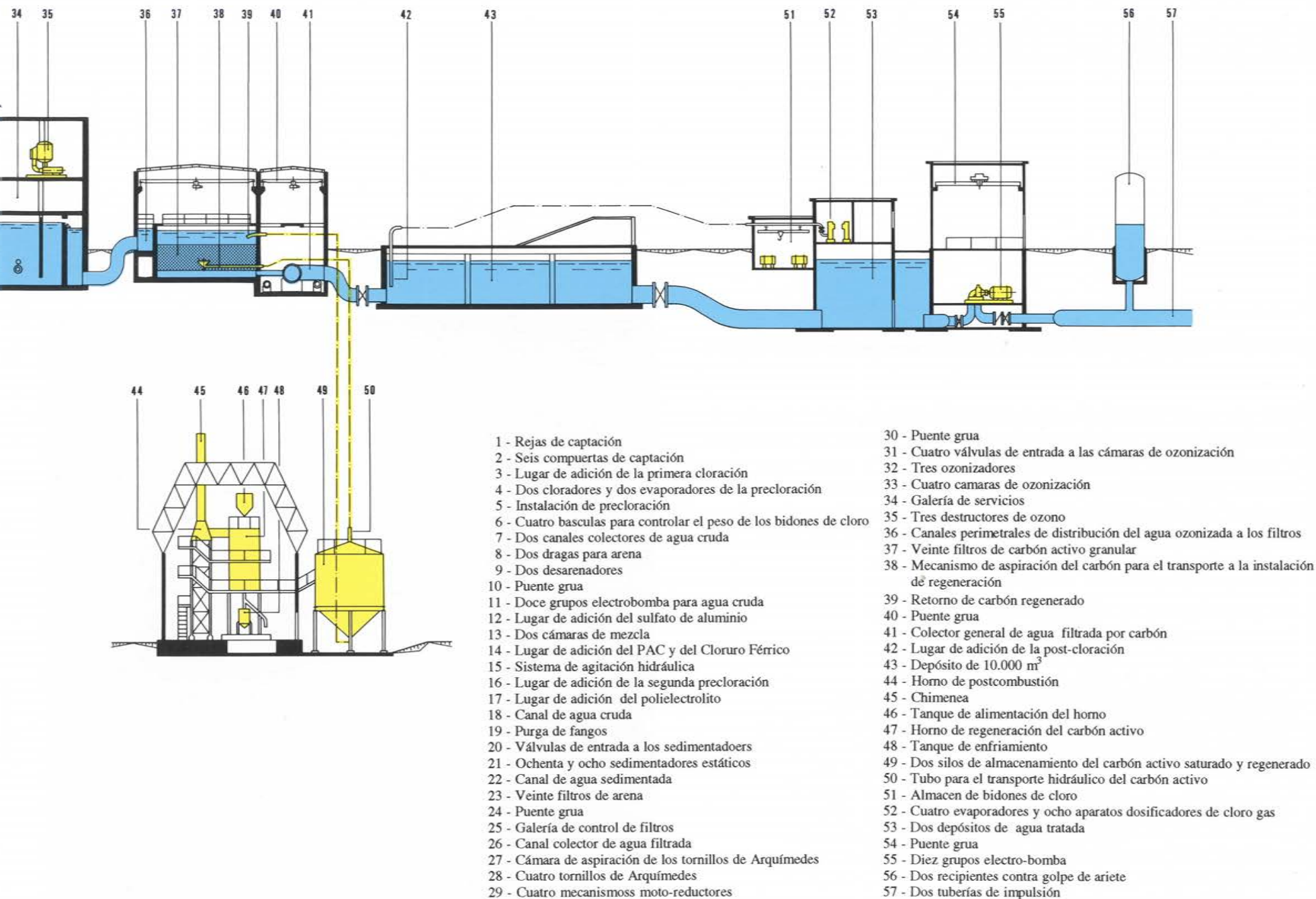
Esta ampliación ha consistido, fundamentalmente, en introducir el proceso de tratamiento de agua con ozono, juntamente con un doble filtrado de esta agua por arena y por carbón activo granular. Con esta finalidad ha sido necesario construir un nuevo bombeo intermedio, unas instalaciones de ozonización, un conjunto de 20 filtros de carbón activo, un nuevo depósito de 10.000 m³ y las tuberías necesarias para interconexión de las antiguas instalaciones con las nuevas.



1. Captación
2. Bombeo del agua cruda
3. Cloración
4. Almacenamiento y dosificación de reactivos
5. Sedimentadores
6. Filtros de arena
7. Bombeo intermedio

8. Instalaciones para la ozonización del agua
9. Filtros de carbón activo
10. Regeneración del carbón activo
11. Depósito de agua tratada
12. Bombeo final
13. Laboratorio
14. Centro de telecontrol





DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES

1. LA CAPTACIÓN

El agua del río atraviesa unas rejillas formadas por barrotes de hormigón armado, cuya parte superior queda al nivel del cauce. Bajo las rejillas hay una galería de sección variable para conducir el agua captada. Tanto las rejillas como la separación entre barras y las secciones de la galería de conducción, han sido proyectadas cuidadosamente para evitar la sedimentación de las partículas menores de 8 mm. que atraviesen las mencionadas rejillas.

Las características de las rejillas son las siguientes:

- Anchura de los barrotes.....	159 mm
- Separación entre los barrotes.....	8 mm
- Anchura de la galería.....	2 m
- Primera sección de la galería bajo la reja.....	0,2 x 2 m (rectangular)
- Última sección de la galería bajo la reja.....	1,2 x 2 m (rectangular)
- Longitud de la zona de rejillas.....	22,5 m.
- Número de rejillas.....	6
- Caudal por galería.....	3,3 m ³ /s

Captación en el río Llobregat



2. EL BOMBEO DEL AGUA CRUDA

Un primer bombeo de agua cruda se realiza en depósitos parecidos a pozos de gran diámetro, después de haberla hecho pasar por las correspondientes cámaras desarenadoras, en las cuales, a causa del ensanchamiento del canal de conducción, se produce una pérdida de velocidad que propicia la sedimentación de las arenas. Estas cámaras desarenadoras están provistas de equipos electromagnéticos para extraer la arena y la gravilla que se ha depositado.

Uno de los pozos de elevación de agua cruda está equipado con cinco grupos motor-bomba de un caudal de 700 l/s. y un grupo de 250 l/s. En el otro, hay otro de 700 l/s. y dos de 250 l/s. Todos los grupos son verticales con bomba centrífuga sumergida. La altura manométrica de elevación es de 11m.



3. LA CLORACIÓN

El cloro se añade al principio del tratamiento, antes de la sedimentación (precloración), y al final, antes de los depósitos de agua tratada (postcloración).

En la Estación de Tratamiento hay tres instalaciones de cloración con diez aparatos cloradores, adecuados para realizar la precloración y la postcloración. La capacidad máxima de cloración es de 600 kg. de cloro por hora.

Instalación para dosificar el cloro. Cloradores y evaporadores



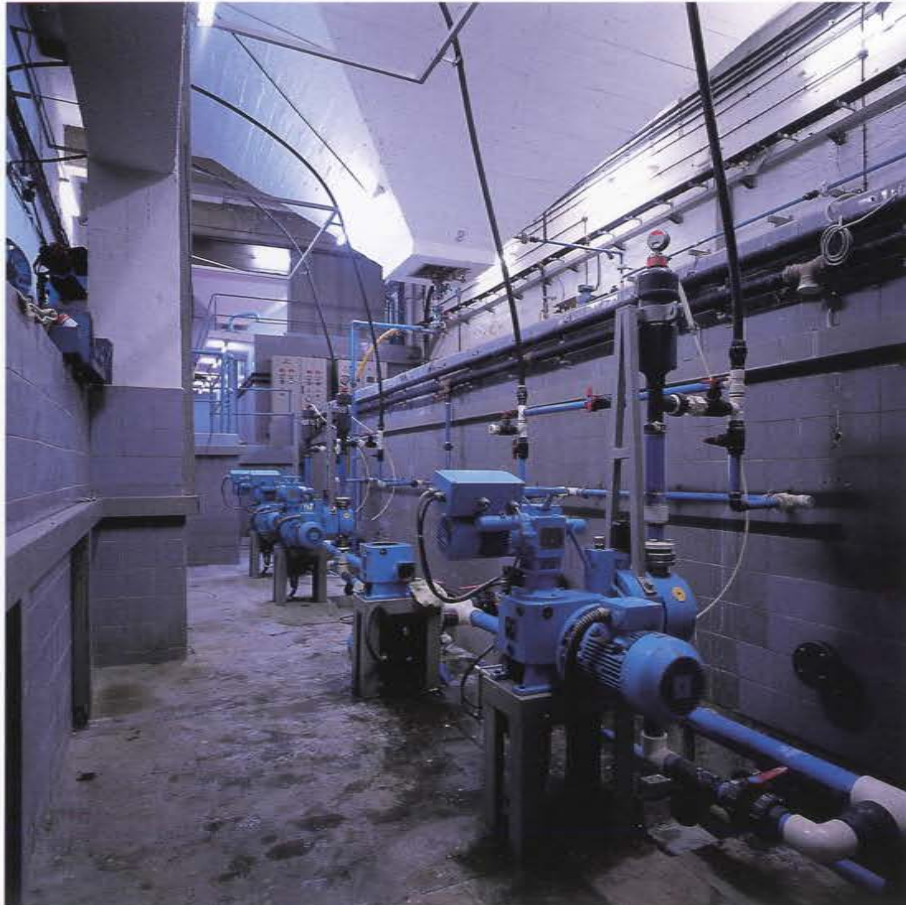
4. ALMACENAMIENTO Y DOSIFICACION DE REACTIVOS

Se utilizan como reactivos floculantes, según las circunstancias, el sulfato de alúmina, el policloruro de aluminio (PAC) y el cloruro férrico. Para almacenar estos productos se dispone de cinco depósitos enterrados con una capacidad aproximada de 80 m³, cada uno de ellos.

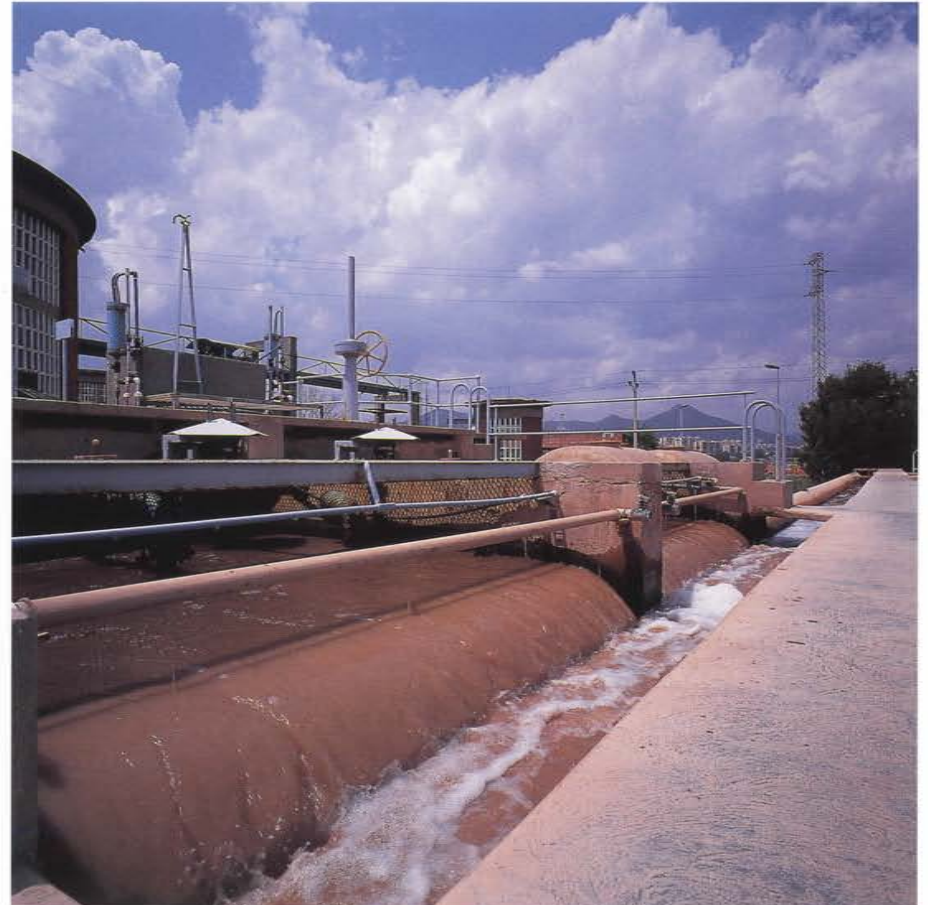
La dosificación de estos productos es automática y variable ya que depende del caudal que se deba tratar y de la dosis deseable. Los elementos principales de esta dosificación automática son bombas volumétricas dosificadoras en las que se puede variar, automáticamente y según una consigna externa, la velocidad de los motores y la longitud del recorrido del pistón.

Se utilizan también, como coadyuvantes de floculación, los polielectrolitos, que sustituyeron a la sílice activada, que fué utilizada hasta el año 1973.

Instalación para dosificar sulfato de aluminio



Cámaras de mezcla para la adición de los reactivos



5. LOS SEDIMENTADORES

El agua cruda que proviene de la captación y ha sido impulsada por bombas, llega a las instalaciones de tratamiento donde se incorporan los productos químicos, el coagulante y el cloro, en una de las cámaras de mezcla provistas de agitación hidráulica de modo que se produce la íntima mezcla del agua y los mencionados productos químicos.

A continuación, el agua entra en un sistema de canales distribuidores que alimentan los tanques de sedimentación. Estos tanques son del tipo conocido como de sedimentación estática con manto de fangos y dentro de ellos el agua sigue un recorrido vertical ascendente. Los procesos de floculación y de sedimentación se realizan simultáneamente.

La instalación de sedimentación responde, en conjunto, a las siguientes características:

- Número de tanques.....	88
- Superficie de la planta de un tanque.....	$10 \times 10 = 100\text{m}^2$
- Superficie total.....	8.800m^2
- Velocidad ascensión del agua en la parte prismática del tanque, para el caudal de concesión de $5,3\text{ m}^3/\text{s}$	$2,16\text{ m/hora}$
- Volumen interior de un tanque.....	485 m^3
- Volumen total de sedimentación.....	42.680 m^3
- Tiempo de retención del agua en los tanques para el caudal de $5,3\text{ m}^3/\text{s}$	2h. 14 min

Vista general de los sedimentadores



6. LOS FILTROS DE ARENA

Una vez realizado el tratamiento de floculación y sedimentación, el agua acaba su proceso de clarificación, pasando a través de un lecho de arena, de un espesor y granulometría adecuados y a una velocidad apropiada.

Las características generales de la instalación de filtros, son las siguientes:

- Extensión total de la superficie filtrante.....	2.000 m ²
- Número de filtros (dobles).....	20
- Extensión superficial de un filtro.....	2 x 50 = 100 m ²
- Velocidad de filtración con el caudal normal de 5,3 m ³ /s.....	9,5 m/h.
- Velocidad de filtración con el caudal normal y un filtro fuera de servicio por limpieza.....	10 m/h.
- Pérdida de carga máxima en el lecho filtrante.....	2,5 m.c.a.
- Espesor del lecho filtrante.....	0,6 m

7. EL BOMBEO INTERMEDIO

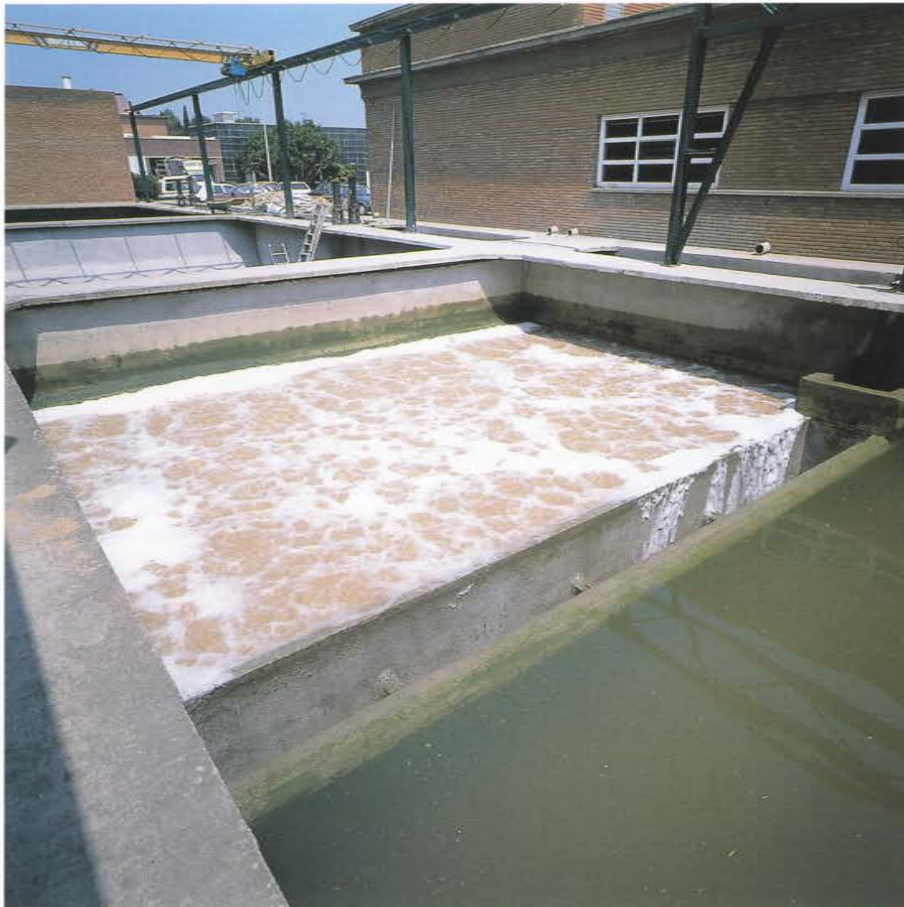
La incorporación de nuevas fases a la línea de tratamiento, como la ozonización, la filtración por carbón activo granular en segunda etapa y las tuberías de enlace entre las instalaciones antiguas y las nuevas, introducen pérdidas de carga adicionales y varían, por tanto, la línea piezométrica de la planta. Es por ello que se hace indispensable un bombeo intermedio que permita compensar las pérdidas de carga adicionales, de modo que el agua pueda correr todas las fases de la ampliación y llegar a los depósitos de agua tratada con la misma cota piezométrica actual.

Para el bombeo se utilizan cuatro tornillos de Arquímedes con una capacidad de elevación de 2m³ por segundo cada uno. Los tornillos presentan la ventaja de elevar a cada instante el agua que llega a su boca de aspiración, tanto si es poca como si es mucha, Es por esta razón que no se necesita, ni depósito regulador, ni mecanismos complejos para la regulación del caudal, ya que el principio de funcionamiento de los tornillos hace que la regulación se produzca sola.

Vista aérea de los filtros de arena



Detalle de un filtro de arena durante el proceso de lavado



Bombeo intermedio. Tornillos de Arquímedes



8. LAS INSTALACIONES PARA LA OZONIZACIÓN DEL AGUA

La ozonización del agua es una etapa intermedia en el proceso de mejora del tratamiento al que se somete el agua, después de haber sufrido el tratamiento convencional. Al agua, tratada en un proceso de coagulación-floculación, y filtración por arena, se le añade el tratamiento de afinado por ozono, seguido de la filtración a través de carbón activo. La combinación de estos dos procesos da muy buenos resultados, con el fin de conseguir un agua sin color y con niveles muy bajos de gusto y olor, gracias a una disminución general del contenido de productos orgánicos disueltos en el agua.

Las instalaciones para ozonizar el agua tienen las características generales siguientes:

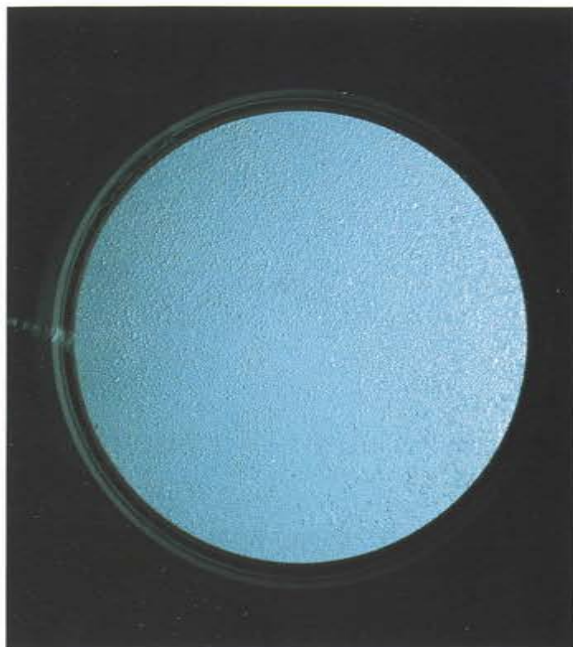
- Caudal máximo de agua a tratar.....	6 m ³
- Caudal nominal de agua a tratar.....	5,3 m ³ /s
- Dosis máxima de ozono a caudal máximo.....	4 ppm
- Número de ozonizadores.....	3 unidades
- Producción máxima de ozono en cada ozonizador.....	32 kg O ₃ /h
- Producción máxima de ozono en la instalación.....	96 kg O ₃ /h
- Número de compresores.....	4 unidades
- Número de unidades de tratamiento de aire.....	2 unidades
- Número de cámaras de contacto ozono/agua.....	4 unidades
- Número de destructores de ozono.....	3 unidades

Los principales elementos que constituyen la instalación son los siguientes:

- Filtración previa del aire.
- Compresión del aire antes del tratamiento.
- Preenfriamiento del aire a la salida de los compresores.
- Enfriamiento final con presecado simultáneo.
- Secado del aire con alúmina.
- Filtración del aire después del secado.
- Reparto del aire en los ozonizadores.
- Generación de ozono propiamente dicha.
- Enfriamiento de los generadores de ozono.
- Reparto del aire ozonizado en cuatro cámaras de contacto.
- Sistema de ozonización del agua.
- Destrucción del ozono no utilizado antes de devolverlo a la atmósfera.

Vista exterior del edificio de ozonización





Burbujas de aire ozonizado en las cámaras de contacto



Sala de aparatos ozonizadores

Vista de los dialéctricos en el interior del aparato ozonizador



Aparatos secadores de aire



9. LOS FILTROS DE CARBÓN ACTIVO

El agua procedente de las cámaras de ozonización llega a los filtros por cuatro tuberías que desaguan en unos canales perimetrales que reparten los caudales a cada filtro, a través de válvulas de compuerta. Todos los filtros funcionan en paralelo. La recogida del agua filtrada se hace mediante un fondo de colectores ramificados y perforados, protegidos por capas de gravas de granulometrías progresivas, a través de los cuales, además de captarse el agua, puede proyectarse el agua y el aire a presión para el lavado de los filtros a contracorriente.

Las características generales de estas instalaciones de filtración, son las siguientes:

- Superficie total filtrante.....	2.000 m ³
- Número de filtros (dobles).....	20
- Superficie de cada filtro 2 x 50.....	100 m ³
- Velocidad de filtración con el caudal máximo de 6 m ³ /s.....	10,8 m/h
- Velocidad de filtración con un filtro fuera de servicio por limpieza.....	11,4 m/h
- Medio filtrante.....	C.A.G.
- Pérdida de carga máxima en el lecho filtrante.....	3 m.c.a.
- Granulometría del C.A.G.	
Tamaño efectivo.....	0,55-0,65 mm
Coeficiente de uniformidad.....	1,9 o menos

Los filtros tienen una capa de C.A.G. de 1,5 m de espesor, pero están preparados para que, sin ninguna modificación substancial, esta capa pueda ser ampliada a 2m.

Por tanto, el tiempo de contacto mínimo del agua con el carbón es de 8,3 minutos, cuando el caudal tratado es de 6 m³/s. Para el caudal medio, que es el 70% del caudal máximo, el tiempo de contacto llega a ser de 12 minutos. Si la capa de C.A.G. se aumentase hasta 2 m. el tiempo de contacto mínimo y el correspondiente al caudal medio serían, respectivamente, de 11 y 16 minutos.



Galería de mando de los filtros de carbón activo

Vista exterior del edificio de filtros de carbón activo



Detalle de un filtro de carbón activo



Galerías de servicio de los filtros de carbón activo



10. LA REGENERACIÓN DEL CARBÓN ACTIVO

Cada seis a diez meses se ha de regenerar el carbón activo de los filtros, operación que se efectúa en unas instalaciones que están en funcionamiento desde el año 1978, y tienen una capacidad de regeneración de 8 toneladas de carbón activo cada día.

La regeneración se realiza en un horno de hogar múltiple, con seis so-leras. El carbón circula por el horno de arriba a abajo arrastrando

Horno de regeneración de carbón activo



por unos brazos barredores que se mueven por un eje central refrigerado por aire. Las condiciones adecuadas de temperatura, atmósfera oxidante y bajo nivel de oxígeno que hay dentro del horno, permiten obtener un carbón regenerado capaz de realizar la misma función que realizaba el carbón nuevo.

Para trasladar el carbón desde los filtros a la instalación de regeneración, y viceversa, se dispone de un sistema fijo de tuberías y eyectores, que aspiran el carbón de los filtros y, casi sin intervención humana, permiten transportar fácilmente los 3.000 m³ de carbón que han de manipularse en cada ciclo de regeneración.

Detalle de los ventiladores de aire de combustión y de refrigeración del eje



11. EL DEPÓSITO DE AGUA TRATADA

Este depósito tiene dos finalidades: la de regular el caudal tratado variable, para conseguir un bombeo final constante, y la de dar un tiempo de contacto adecuado a la postcloración, con el fin de asegurar un residuo de cloro correcto en el agua final tratada en la Planta.

El depósito de 10.000 m³ dispone de paredes entre las columnas que obligan al agua a hacer un largo recorrido sin zonas muertas, cosa que asegura una retención mínima de 32 minutos más del tiempo que se disponía hasta ahora, con los depósitos que tenía la Planta de Tratamiento. Por tanto, teniendo en cuenta la capacidad global de todos los depósitos de agua tratada, el tiempo mínimo de retención del agua, para un caudal de 5,3 m³/s, antes de ser bombeada a la red de distribución, es de 50 minutos.



Vista exterior del nuevo depósito de agua
Estación de bombeo en Central Relevo



12. EL BOMBEO FINAL

Acabado el tratamiento, los caudales se acumulan en dos depósitos, de una capacidad total de 4.000 m³, que sirven para alimentar dos estaciones de bombeo, que impulsa el agua, una de ellas a la Central de Cornellá con un caudal de 3.300 l/s y una altura manométrica de 5.5 metros, y la otra a la Central de Relevo con un caudal de 2.600 l/s y una altura manométrica de 54 metros.

Tanto el agua que va a la Central de Cornellá (cota 10) como a la Central de Relevo (cota 50) es bombeada nuevamente hasta los depósitos principales de distribución (cota 100), situados en Esplugues.

13. EL LABORATORIO

La Planta de tratamiento de Sant Joan Despí se completa con un moderno Laboratorio, especialmente bien equipado, en el que se pueden practicar determinaciones y análisis físicos, químicos, bacteriológicos y biológicos que permiten, no solo tener un control permanente, sino también llevar a cabo trabajos de investigación, a fin y efecto de perfeccionar los procesos actuales de tratamiento.

Sala de espectrometría de absorción atómica



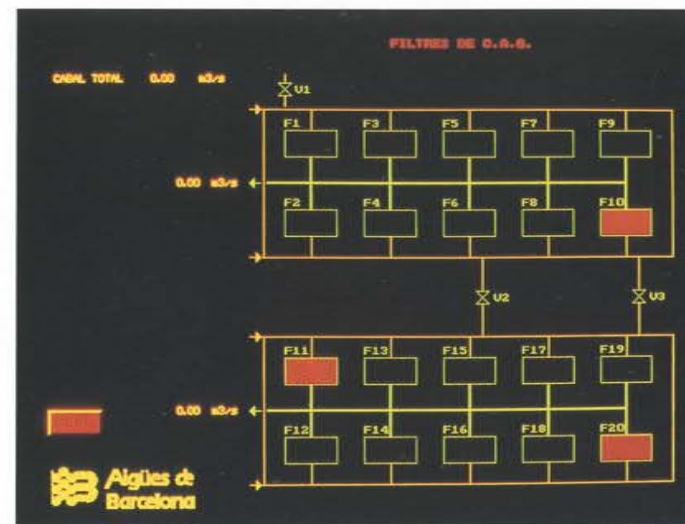
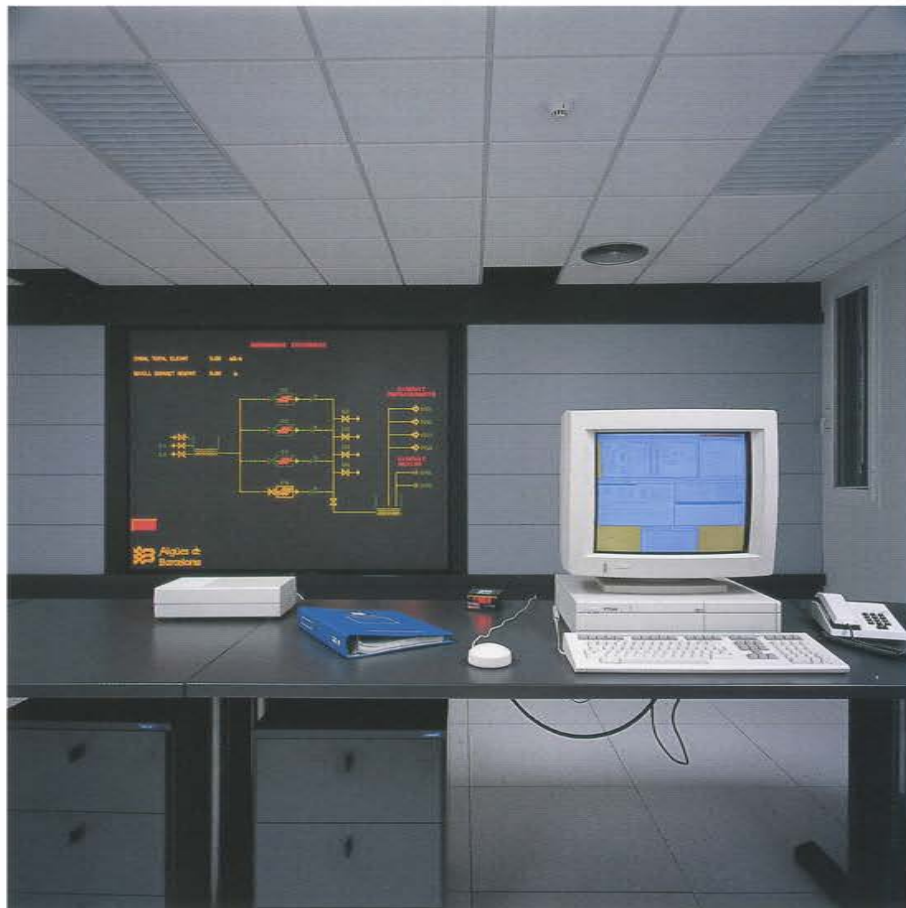
Sala de control del tratamiento



14. EL CENTRO DE TELECONTROL

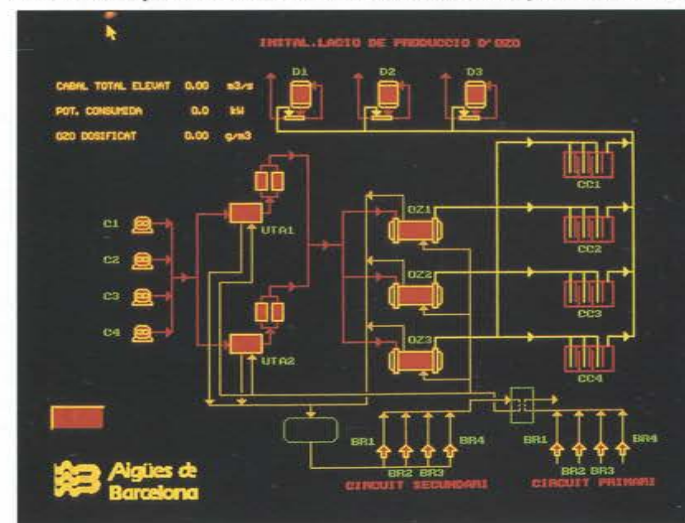
La Planta de Tratamiento dispone de un Centro de Telecontrol, desde donde se gobierna el funcionamiento automático de todas las instalaciones de la línea de tratamiento.

Sala de telecontrol



Detalle de la pantalla de control de filtros de carbón activo

Detalle de la pantalla de control de la instalación de producción de ozono



L'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE DE BARCELONE ET DES COLLECTIVITÉS VOISINES

Les sources d'approvisionnement en eau de Barcelone et des collectivités de son voisinage étaient, jusqu'en 1955, d'origine souterraine. En 1954, la moyenne d'eau fournie par jour s'élevait à 275.000 m³.

On s'aperçoit que la consommation annuelle a augmenté considérablement si nous rapportons surtout aux données de 1940, selon lesquelles le volume moyen distribué n'atteignait que 170.000 m³/jour.

L'eau souterraine utilisée pour l'approvisionnement provenait essentiellement des puits situés en aval des bassins des deux fleuves aux environs de Barcelone: le Llobregat et le Besòs. Un faible pourcentage de la consommation totale correspondait aussi à d'anciens captages en galerie des régions de Dosrius et du Vallès; dans ce cas, deux aqueducs conduisaient l'eau jusqu'à Barcelone.

En raison du rythme croissant de la demande d'eau, il a été nécessaire -en vue de satisfaire correctement les besoins -de recourir à l'utilisation de l'eau de surface du Llobregat. La Societat General d'Aigües de Barcelona a donc demandé une concession de 2,2 m³ par seconde, qui lui a été accordée par le Ministère des Travaux Publics le 24 Juin 1953; c'est en 1953-1954, qu'elle a finalement construit l'Usine de Traitement de Sant Joan Despí.

La Société a plus tard demandé deux autres concessions, de 1,1 m³ et 2,0 m³ par seconde, qu'elle a obtenues respectivement le 13 Mars 1957 et le 25 May 1960. L'usine de traitement construite initialement a subi des transformations et extensions successives afin de pouvoir traiter les nouveaux débits, dont le volume total de 5,3 m³ correspond à la somme des trois concessions.

L'accroissement de la demande d'eau au cours des années soixante a été considérable: en 1966, la moyenne fournie par jour s'élevait à 400.000 m³ pour atteindre, en 1968, le volume maximum d'eau distribué en un seul jour: 500.000 m³. Il fallait donc exploiter de nouvelles ressources, évidemment plus éloignées. En prévision des nouveaux besoins et à travers l'Agence de Bassin des Pyrénées Orientales, le Ministère des Travaux Publics a donc entrepris la construction

d'une canalisation, mise en oeuvre en 1967, qui conduisait 6,5 m³ d'eau par seconde du Ter jusqu'à Barcelone. Cet important ouvrage comprenait aussi l'Usine de Traitement située dans la municipalité de Cardedeu.

Durant les années 80 et jusqu'à présent, les deux usines de traitement et les puits des nappes souterraines du Llobregat et du Besòs ont permis de distribuer des volumes annuels d'eau potable approchant des 300.000.000 m³ avec des débits maximums par jour de l'ordre de 1.000.000 m³. Les principales sources étant: le Ter, 59%; le Llobregat, 36%; les puits des nappes aquifères du Llobregat, 4,5%, et les puits du Besòs et les aqueducs, 0,5%.

Nous décrivons ci-après l'Usine de traitement des eaux de surface du Llobregat située à Sant Joan Despí, où sont traités annuellement plus de 120.000.000 m³. Ce volume met sans doute en évidence l'importante contribution qu'apporte cette usine de traitement à l'approvisionnement en eau de Barcelone et des collectivités de son voisinage.

LE TRAITEMENT DE L'EAU A L'USINE DE SANT JOAN DESPÍ

L'Usine de Traitement des eaux de surface du Llobregat compren un ensemble d'installations qui ont été mises en service en trois temps: 1955, 1962 et 1992.

Pour le traitement de l'eau de surface, on employait à l'origine uniquement des méthodes classiques conventionnelles qui peuvent se résumer comme suit: préchloration, coagulation-floculation, sédimentation, filtration rapide au sable et postchloration finale.

Le niveau de pollution a augmenté considérablement depuis la date de mise en service de cette usine de traitement. Malgré tout, pendant ces dernières années, les techniques appliquées au traitement des eaux emploient d'autres méthodes plus complexes et efficaces visant à éliminer ou réduire au maximum les constituants solubles et insolubles, organiques et inorganiques, contenus dans l'eau.

Ces techniques ont été graduellement incorporées au traitement des eaux du Llobregat à l'usine de Sant Joan Despí. L'addition de coadjuvants de floculation (à l'origine la silice activée, puis les polyélectrolytes) facilite l'élimination d'un plus

grand nombre de constituants insolubles dans l'eau. Le charbon actif en poudre est introduit en 1968 dans le processus de traitement en vue de diminuer la teneur de l'eau en produits organiques solubles et améliorer ainsi le goût et l'odeur de l'eau.

Dès le début de l'année 1977, les lits de charbon actif granulaire ont remplacé les anciens lits de sable dans le processus de filtration de l'eau. Depuis 1978, le charbon actif saturé est régénéré tous les six ou huit mois à l'usine de traitement, dans des installations dont l'élément principal est un four à foyers multiples chauffé au gaz naturel.

Finalement, par suite des résultats obtenus des nombreuses expériences faites en usine-pilote pendant la seconde moitié des années 80, la Société entreprend en 1990 le projet et la construction d'une importante extension de la ligne de traitement, qui fonctionne déjà depuis le mois d'Avril 1992.

Cette extension a consisté principalement à introduire le traitement de l'eau à l'ozone, simultanément à la double filtration de l'eau au sable et au charbon actif granulaire. Ce projet a exigé la construction d'un nouveau pompage intermédiaire, d'installations d'ozonisation, d'un ensemble de 20 filtres de charbon actif, d'un nouveau réservoir de 10.000 m³ et des conduites nécessaires à l'interconnexion des anciennes et des nouvelles installations.

- 1 - Grilles de captage
- 2 - Six vannes de captage
- 3 - Adjonction de chlore: première pré-chloration
- 4 - Deux appareils de chloration et deux évaporateurs de la préchloration
- 5 - Installation de préchloration
- 6 - Quatre bascules pour contrôler le poids des bidons de chlore
- 7 - Deux canaux collecteurs d'eau crue
- 8 - Deux dragues pour le sable
- 9 - Deux dessableurs
- 10 - Pont-grue
- 11 - Douze groupes électro-pompe pour l'eau crue
- 12 - Adjonction du sulfate d'aluminium
- 13 - Deux chambres de mélange
- 14 - Adjonction du PAC et du chlorure ferrique
- 15 - Système de brassage hydraulique
- 16 - Adjonction de chlore: deuxième préchloration

- 17 - Adjonction du polyélectrolyte
- 18 - Canal d'eau crue
- 19 - Purge des boues
- 20 - Vannes d'entrée aux décanteurs
- 21 - Quatre-vingt-huit décanteurs statiques
- 22 - Canal d'eau sédimentée
- 23 - Vingt filtres de sable
- 24 - Pont-grue
- 25 - Galerie de contrôle des filtres
- 26 - Canal collecteur d'eau filtrée
- 27 - Chambre d'aspiration des vis d'Archimède
- 28 - Quatre vis d'Archimède
- 29 - Quatre mécanismes moto-réducteurs
- 30 - Pont-grue
- 31 - Quatre vannes d'entrée aux chambres d'ozonisation
- 32 - Trois ozoniseurs
- 33 - Quatre chambres d'ozonisation
- 34 - Galerie de services
- 35 - Trois destructeurs d'ozone
- 36 - Canaux de distribution de l'eau ozonisée aux filtres
- 37 - Vingt filtres de charbon actif granulaire
- 38 - Mécanisme d'aspiration du charbon pour le transport à l'installation de régénération
- 39 - Retour du charbon régénéré
- 40 - Pont-grue
- 41 - Collecteur général d'eau filtrée au charbon
- 42 - Adjonction de chlore: postchloration
- 43 - Réservoir de 10.000 m³
- 44 - Four de post-combustion
- 45 - Cheminée
- 46 - Tank d'alimentation du four
- 47 - Four de régénération du charbon actif
- 48 - Tank de refroidissement
- 49 - Deux soutes à charbon actif saturé et régénéré
- 50 - Tube pour le transport hydraulique du charbon actif
- 51 - Magasin pour les bidons de chlore
- 52 - Quatre évaporateurs et huit appareils de dosage du chlore-gaz
- 53 - Deux réservoirs d'eau traitée
- 54 - Pont-grue
- 55 - Dix groupes électro-pompe
- 56 - Deux récipients contre le coup de bélier
- 57 - Deux conduites d'impulsion

1. LE CAPTAGE

L'eau du fleuve traverse des grilles à barreaux parallèles en ciment armé, dont la partie supérieure est au niveau du lit. Sous les grilles, une galerie, à section variable, conduit l'eau captée du fleuve. On a dressé avec soin le projet des grilles, la séparation entre les barreaux et les sections de la galerie de conduite en vue d'éviter la sédimentation des particules inférieures à 8 mm. qui traversent les grillages.

Les grilles présentent les particularités suivantes:

- Largeur des barreaux	159 mm
- Séparation entre les barreaux	8 mm
- Largeur de la galerie	2 m
- Première section de la galerie sous la grille (rectangulaire)	0,2 x 2m
- Dernière section de la galerie sous la grille (rectangulaire)	1,2 x 2m
- Longueur du grillage	22,5 m
- Nombre de grilles	6
- Débit par galerie	3,3 m ³ / s

2. LE POMPAGE D'EAU CRUE

Dans une première étape, l'eau crue est pompée dans des réservoirs comparables à des puits de grand diamètre après être passée par les chambres de dessablement où l'élargissement de la section du canal de conduite provoque une perte de vitesse qui facilite la sédimentation du sable. Ces chambres de dessablement sont munies d'équipements électromécaniques pour l'extraction des dépôts de sable et des graviers de petite dimension.

Un des puits d'extraction d'eau crue est équipé de cinq groupes motopompe avec un débit de 700 l/s et d'un groupe à 250 l/s. Le second puits dispose de quatre groupes à 700 l/s et deux à 250 l/s. Tous les groupes sont verticaux à pompe centrifuge submergée. La hauteur manométrique de pompage est de 11 m.

3. LA CHLORATION

Le chlore s'ajoute au début du traitement, avant la sédimentation (préchloration), puis à la fin de l'opération, avant l'arrivée aux réservoirs d'eau

traitée (postchloration).

L'usine de traitement se compose de trois installations de chloration munies de dix appareils chlorateurs qui s'ajustent à la pré-et postchloration. La capacité maximale de chloration est de 600 kg. de chlore par heure.

4. LE STOCKAGE ET LE DOSAGE DES RÉACTIFS

Les réactifs de floculation utilisés selon les circonstances sont le sulfate d'aluminium, le polychlorure d'aluminium (PAC) et le chlorure ferrique. Ces produits sont stockés dans cinq réservoirs enterrés, chacun d'eux ayant une capacité de l'ordre de 80 m³.

Le dosage des produits est automatique et variable en raison du débit à traiter et de la dose qui convient à chaque cas. Les principaux éléments de ce dosage automatique sont des pompes volumétriques de dosage où l'on peut faire varier automatiquement, selon une consigne externe, la vitesse des moteurs et la longueur du parcours du piston.

L'utilisation des polyélectrolytes comme coadjuvants de floculation a remplacé depuis 1973 la silice activée.

5. LES DÉCANTEURS

L'eau crue, captée et impulsée par les pompes, arrive aux installations de traitement et, plus concrètement, aux chambres de mélange où l'on obtient, grâce au brassage hydraulique, un mélange homogène de l'eau et des produits chimiques, du coagulant et du chlore ajoutés.

L'eau passe ensuite par un système de canaux distributeurs qui alimentent les tanks de sédimentation. Ces tanks, où l'eau suit un parcours vertical ascendant, sont à sédimentation statique avec une couche de boues. Les processus de floculation et de sédimentation ont lieu simultanément.

L'installation de sédimentation répond globalement aux caractéristiques suivantes:

- Nombre de tanks	88
- Surface de la base d'un tank	10x10=100m ²
- Surface totale	8.800m ²
- Vitesse ascensionnelle de l'eau dans la partie du tank en forme de prisme, pour un débit de concession de 5,3 m ³ /s	2,16 m/heure
- Volume interne d'un tank	485m ³
- Volume total de sédimentation	42.680m ³
- Temps de rétention de l'eau dans les tanks pour le débit de 5,3 m ³ /s	2 h 14 min

6. LES FILTRES DE SABLE

Après le traitement par floculation et décantation, l'eau est finalement clarifiée par filtration, à une vitesse déterminée, à travers un lit de sable, d'une épaisseur et granulométrie adéquates.

Caractéristiques générales de l'installation des filtres:

- Surface totale de filtration	2.000m ²
- Nombre de filtres (doubles)	20
- Surface d'un filtre	2x50= 100m ²
- Vitesse de filtration avec un débit normal de 5,3 m ³ /s	9,5m/h
- Vitesse de filtration avec le débit normal et un filtre hors de service pour nettoyage	10 m/h
- Perte de charge maximale du lit filtrant	2,5 m.c.a.
- Épaisseur du lit filtrant	0,6 m

7. LE POMPAGE INTERMÉDIAIRE

L'introduction de nouvelles phases dans le processus de traitement, telles que l'ozonisation, la filtration au charbon actif granulaire en seconde étape et les conduites de connexion entre les anciennes et nouvelles installations, provoque des pertes de charge additionnelles qui font varier la ligne piézométrique de l'usine. Il est donc indispensable de procéder à un pompage intermédiaire qui compense les pertes de charge additionnelles; l'eau pourra ainsi parcourir tout le trajet et atteindre les réservoirs d'eau traitée avec la même cote piézométrique actuelle.

On utilise pour le pompage quatre vis d'Archimède, dont chacune a une capacité d'élévation de 2 m³ par seconde.

Les vis présentent l'avantage de pomper continuellement les différents volumes d'eau qui arrivent à leur bouche d'aspiration. Le réglage du débit n'exige donc pas la présence de réservoir régulateur ou de mécanismes complexes, car ce réglage automatique est à la base du fonctionnement des vis.

8. LES INSTALLATIONS D'OZONISATION DE L'EAU

L'ozonisation est une étape intermédiaire dans le processus de perfectionnement du traitement auquel l'eau est soumise après le traitement par des méthodes conventionnelles. L'eau traitée par coagulation-floculation, décantation et filtration au sable, est aussi soumise à un traitement d'affinage à l'ozone puis à filtration à travers le charbon actif. La combinaison de ces deux procédés donne de très bons résultats pour ce qui est de la couleur, du goût et de l'odeur de l'eau, par suite de la diminution générale de la teneur de l'eau en produits organiques dissous.

Caractéristiques générales des installations d'ozonisation de l'eau:

- Débit maximum d'eau à traiter	6 m ³
- Débit nominal d'eau à traiter	5,3 m ³ /s
- Dose maximale d'ozone pour un débit maximum	4 ppm
- Nombre d'ozoniseurs	3 unités
- Production maximale d'ozone dans chaque ozoniseur	32 kg O ₃ /h
- Production maximale d'ozone de l'installation	96 Kg O ₃ /h
- Nombre de compresseurs	4 unités
- Nombre d'unités de traitement d'air	2 unités
- Nombre de chambres de contact ozone/eau	4 unités
- Nombre de destructeurs d'ozone	3 unités

Principales étapes du fonctionnement de l'installation:

- Filtration préalable de l'air
- Compression de l'air avant le traitement
- Pré-refroidissement de l'air à la sortie des compresseurs
- Refroidissement final et pré-séchage simultané
- Séchage de l'air à l'alumine
- Filtration de l'air après le séchage
- Distribution de l'air dans les ozoniseurs
- Génération d'ozone proprement dite
- Refroidissement des générateurs d'ozone
- Distribution de l'air ozonisé dans quatre chambres de contact
- Système d'ozonisation de l'eau
- Destruction de l'ozone non utilisé avant son retour à l'atmosphère

9. LES FILTRES DE CHARBON ACTIF

Quatre canalisations conduisent l'eau provenant des chambres d'ozonisation jusqu'aux filtres et la déversent dans des canaux qui distribuent les débits à chaque filtre à travers des robinets-vannes.

Tous les filtres fonctionnent en parallèle. L'eau filtrée est recueillie par un fond de collecteurs ramifiés et perforés, protégés par des couches de graviers de granulométries progressives, servant non seulement à capter l'eau, mais à projeter sous pression l'eau et l'air pour le lavage des filtres à contre-courant.

Caractéristiques générales des installations de filtration:

Surface filtrante totale	2.000 m ²
Nombre de filtres (doubles)	20
Surface de chaque filtre	2 x 50 = 100 m ²
Vitesse de filtration avec débit maximum de 6 m ³ /s	10,8 m/h
Vitesse de filtration avec un filtre hors de service pour nettoyage	11,4 m/h
Milieu filtrant	CAG
Perte de charge maximale du lit filtrant	3 m.c.a.
Granulométrie du CAG	
Dimension effective	0,55 - 0,65 mm
Coefficient d'uniformité	1,9 ou moins

Les filtres ont une couche de CAG dont l'épaisseur, de 1,5 m., peut atteindre 2 m. sans y introduire des modifications importantes.

Le temps minimum de contact de l'eau avec le charbon est donc de 8,3 minutes lorsque le débit traité est de 6 m³/s. Pour un débit moyen - 70% du débit maximum - , le temps de contact s'élève à 12 minutes. Si la couche de CAG augmente à 2 m., les temps de contact minimum et celui correspondant au débit moyen s'élèveraient, respectivement, à 11 et 16 minutes.

10. LA RÉGÉNÉRATION DU CHARBON ACTIF

Le charbon actif des filtres doit être régénéré tous les six à dix mois; cette opération s'effectue dans des installations, en service depuis 1978, dont la

capacité de régénération est de 8 tonnes de charbon actif par jour.

La régénération s'effectue dans un four à foyer multiple et six soles. Le charbon circule de haut en bas du four, poussé par des bras de balayage qui se déplacent grâce à un axe tournant réfrigéré par air. Les conditions adéquates de température, atmosphère oxydante et faible niveau d'oxygène à l'intérieur du four permettent d'obtenir un charbon régénéré pouvant remplir les mêmes fonctions que le charbon neuf.

Le charbon est transporté des filtres à l'installation de régénération, et vice-versa, au moyen d'un système fixe de canalisations et d'éjecteurs qui aspirent le charbon des filtres et permettent, presque sans intervention de l'homme, de conduire facilement les 3.000 m³ de charbon que l'on doit manipuler à chaque cycle de régénération.

11. LE RÉSERVOIR D'EAU TRAITÉE.

Ce réservoir a une double finalité: régler le volume variable d'eau traitée de façon à obtenir un pompage final constant, et donner le temps de contact nécessaire à la post-chloration pour garantir que l'eau finale traitée à l'usine contient la dose correcte de chlore résiduel.

Le réservoir de 10.000 m³ comporte des parois de séparation entre les colonnes; l'eau est ainsi obligée à effectuer un long parcours sans zones mortes, ce qui garantit une rétention minimale qui exède en 32 minutes le temps dont disposaient jusqu'à présent les réservoirs de l'usine de traitement. Par conséquent, si nous tenons compte de la capacité globale de tous les réservoirs d'eau traitée, le temps minimum de rétention de l'eau, pour un débit de 5,3 m³/s, avant le pompage au réseau de distribution, est de 50 minutes.

12. LE POMPAGE FINAL

Après le traitement, l'eau est emmagasinée dans deux réservoirs, dont la capacité totale est de 4.000 m³, qui alimentent deux stations de pompage; celles-ci impulsent l'eau, l'une à la Centrale de Cornellà, avec un débit de 3.300 l/s et une hauteur manométrique de 5,5 mètres, et l'autre à la Centrale de Relleu, avec un débit de 2.600 l/s et une hauteur manométrique de 54 m.

L'eau de la Centrale Cornellà (cote 10) et celle de la Centrale de Relleu (cote 50) sont pompées de nouveau jusqu'aux réservoirs principaux de distribution (cote 100) situés à Esplugues.

13. LE LABORATOIRE

L'usine de traitement de Sant Joan Despí dispose d'un laboratoire moderne, très bien équipé, où l'on procède aux déterminations et analyses physiques, chimiques, bactériologiques et biologiques, qui permettent non seulement d'exercer un contrôle permanent, mais encore de faire des travaux de recherches tendant à perfectionner les méthodes actuelles de traitement.

14. LE CENTRE DE TÉLÉCOMMANDE

L'Usine de traitement comprend un Centre de Télécommande qui contrôle automatiquement le fonctionnement de toutes les installations de la ligne de traitement.



SOCIEDAD GENERAL DE AGUAS DE BARCELONA, S.A.