

1.- ANTECEDENTS

El conjunt de poblacions que conformen l'Àrea Metropolitana de Barcelona és abastida per a tres aportacions d'aigua potable.

- La primera, que tracta aigua del Llobregat, és l'E.T.A.P. de Sant Joan Despí.
- La segona és la Planta Pilot de nanofiltració que capta aigua de l'aqüífer del riu Besós, i de moment no dona més de 100 l/s.
- La tercera prové de l'Estació de Tractament d'Aigües Potables de Cardedeu, que tracta aigua del riu Ter.

El cabal donat per aquestes tres aportacions satisfà la demanda global de la zona, que suposa uns 750.000 metres cúbics diaris d'aigua. Els cabal de consum puntual és d'uns 8.6 metres cúbics per segon.

Quasi la meitat d'aquest cabal prové de l'ETAP de Sant Joan Despí.

Aquesta Planta, construïda en una primera fase el 1955, va ser ampliada set anys més tard per doblar la seva capacitat de tractament.

La Planta té una capacitat de tractament de 5.3 l/s i pot captar aigua superficial del riu Llobregat o aigua subterrània del seu aqüífer.

Aixó és possible gracies a la xarxa de pous d'aqüífer que hi ha repartits per la conca.

En alguns casos, l'aigua és impulsada directament a xarxa. En d'altres (Pous de "Finques" i Riuet") l'aigua és impulsada cap a l'E.T.A.P. de Sant Joan Despí, on passa el procés de postractament (filtració per carbó i ozonització).

Els pous que impulsen directament a xarxa tenen un equip de dosificació d'hipoclorit automàtic, que preserva la qualitat de l'aigua en el seu recorregut fins a ser consumida.



En la Planta de Sant Joan Despí tenent lloc diferents processos fisico-químics de tractament de l'aigua.

Aquestes són les etapes per les que passa l'aigua:

- Captació.
- Precloració.
- Desarenat.
- Bombament primari riu.
- Dosificació reactius.
- Decantació.
- Filtració per sorra.
- Bombament intermedi.
- Ozonització.
- Filtració per carbó actiu granular.
- Postcloració.
- Impulsió final.

Aquests processos que pateix l'aigua en el seu tractament comporten, en alguns casos, una sèrie de residus que han d'ésser gestionats adequadament.

Fins l'any 2000, els residus líquids provinents de la purga de decantadors i de neteja de filtres de sorra de la Central, així com els provinents del transport de C.A.G. eren abocats al riu. Amb la nova legislació, aquests residus passen a ser considerats abocaments i Aigües de Barcelona comença la recerca d'alternatives a l'abocament, per tal d'optimitzar el procés de tractament, respectant el medi ambient.

Després de la realització de diversos estudis i havent tingut en compte diferents alternatives, es porta a terme dins la mateixa E.T.A.P. de Sant Joan Despí, el projecte de **“Reutilització dels fangs per a la fabricació d'un producte atomitzat per a la Indústria Ceràmica”**.



El projecte consistí en la posada en marxa d'una nova Planta de Tractament de fangs que, amb l'aportació del fang provinent de la purga de decantadors i del rentat de filtres de sorra, inclou un procés de espessiment, deshidratació i mes tard, d'atomització d'aquest fang, que sortirà amb un tant per cent d'humitat molt reduït. Aquest fang atomitzat, degut a les propietats argiloses del riu Llobregat, es bona materia primera per la Indústria Ceràmica.

Des de finals dels anys vuitanta i arran de l'última gran ampliació, les diferents instal·lacions de l'E.T.A.P. de Sant Joan Despí van patir un procés d'automatització que ha portat una especialització estricta del personal.

Abans d'això, totes les maniobres de la Planta eren realitzades per operaris situats en cadascuna de les diferents etapes per les que pasava l'aigua (bombament primari, precloració, coagulants...). Amb aquest procés d'automatització, l'explotació de la Planta de Tractament, de la Central d'impulsió de Cornellà i dels pous de l'aqüífer de Cornellà, passà a ser portada per un Tècnic d'Explotació, un Encarregat d'Explotació, dos o tres conductors d'instal·lacions (segons sigui el torn) i un analista de laboratori.

Això mostra el grau de fiabilitat del control a distància que es fa de les instal·lacions.

La Planta de Tractament de Fang és portada per mateix personal encarregat de l'explotació de l'E.T.A.P. i, per tant, és necessari el mateix règim d'automatització.

Aquest proporcionarà el control a distància les diferents instal·lacions que componen el tractament dels fangs, de manera que, amb el mateix grau de fiabilitat, el hardware necessari serà implantat i passarà a ser part del conjunt d'equips que controlen i regulen la manipulació en mode remot de les instal·lacions de tractament i impulsió.



2.- OBJECTIUS

L'objectiu d'aquest projecte és l'automatització dels equips i instal·lacions que formen part de la Planta de Tractament de Fangs de l'E.T.A.P. de Sant Joan Despí.

La línia seguida en els últims anys i l'especialització del personal fan molt viable aquesta automatització.

Aquesta suposarà el comandament a distància i la regulació dels processos que tenen lloc en les diferents etapes que conformen el Tractament dels fangs, des de diferents PLC's que en tot moment portaran el control de les instal·lacions.

Qualsevol moviment realitzat en la Planta serà detectat o maniobrat des d'aquests quatre PLC's o Estacions Remotes.

Diferents aplicacions del programa SCABAR faran possible, des del Telecontrol de l'E.T.A.P, tenir monitorització de les instal·lacions i visualització de les incidències i alarmes que es produeixin en la Planta.

Al llarg d'aquesta memòria s'explicaran els diferents modes de treball a distància que es podran dur a terme, ja sigui segons les ordres del Tècnic d'Explotació, o seguint consignes de regulació comandades des dels PLC's.



3.- L'AQUÍFER DEL RIU LLOBREGAT

L'aquífer del delta del riu Llobregat, primer element clau de l'abastament a Barcelona, és una formació hidrogeològica unitària que s'esten pràcticament des del congost de Martorell fins el mar, i s'eixampla progressivament en una extensió total d'uns 110 km². Per la seva estructura hidrogeològica, es distingeix clarament l'aquífer superficial, ubicat a la zona deltaica pròpiament dita, de l'aquífer profund que s'esten per tot l'àmbit delimitat.

L'aquífer profund és lliure en la zona de la vall baixa, d'uns 17 km de llargada, compresa entre Martorell i Sant Joan Despí, amb una amplada creixent que arriba als 2.100 metres entre Sant Boi i Cornellà. L'espessor dels sediments permeables augmenta progressivament fins de 30 a 35 metres.

A partir de la zona de Cornellà l'aquífer és captiu, ja que queda confinat per un sostre impermeable format per una falca de llims argilosos de gruix creixent fins al mar, on arriba a tenir un espessor d'uns 40 metres. La profunditat d'aquest aquífer oscil·la dels 20 a 25 metres a la zona de Cornellà, i dels 10 a 15 metres a la línia de la costa.

Pel que fa al funcionament hidràulic de l'aquífer profund, que és l'únic utilitzat per a l'abastament, cal distingir clarament la zona de captació i emmagatzematge que correspon a l'aquífer lliure de la vall baixa. En aquesta zona, els nivells de la capa freàtica responen fonamentalment al volum d'aigua emmagatzemada i es controlen habitualment a la zona de Cornellà, on l'aquífer comença a ésser captiu. Els controls de nivells fets a les zones de Pallejà i Sant Feliu posen de manifest el gradient hidràulic produït pel trànsit de l'aigua pel medi porós que constitueix l'esmentat aquífer de la vall baixa, on la velocitat mitjana de desplaçament és d'uns 10 metres cada dia.

La resta de l'aquífer que s'esten per tot el delta pròpiament dit, és confinat i la seva morfologia, força uniforme, permet, mitjançant els pous, de disposar d'aigua en qualsevol punt del territori, des de Castelldefels fins a la Zona Franca de Barcelona.



Per gestionar l'aigua de l'aqüífer que utilitza el sistema d'abastament de l'àmbit de Barcelona, Aigües de Barcelona disposa de la zona de captació de Sant Feliu, amb sis pous amb una capacitat total d'1 m³/s, i la zona de captació i recàrrega de Cornellà, on hi ha 25 pous amb una capacitat global d'extracció de 4 m³/s i de recàrrega de 0,8 m³/s. La capacitat útil de l'aqüífer, considerat com a dipòsit de regulació i reserva, òbviament hiperanual, és d'uns 100 hm³.

4.- ESTACIÓ DE TRACTAMENT D'AIGUA POTABLE DE SANT JOAN DESPÍ

4.1. Introducció i Descripció general de la Planta

L'Estació de Tractament de les aigües superficials del riu Llobregat, situada a Sant Joan Despí i segon element clau de l'abastament de Barcelona, és un conjunt d'instal·lacions que va entrar en servei en tres etapes: l'any 1955, any en el qual va entrar en servei la Planta, durant el 1962, any en el que s'amplià la concessió per captar aigua del riu Llobregat i es posa en marxa la Central II del Pretractament de la Planta i, finalment en 1992 es va fer l'última gran ampliació que va afegir el procés de postractament a l'aigua.

Per al tractament de l'aigua superficial, inicialment s'empràvem únicament mètodes convencionals clàssics, que poden resumir-se en: precloració, seguida de coagulació-floculació, sedimentació, filtració ràpida per sorra i postcloració final.

Des que va a començar a funcionar aquesta instal·lació, la contaminació del riu Llobregat ha augmentat progressivament. Tot i això, durant aquest últims anys, la tecnologia per al tractament de les aigües fa servir també mètodes més complexos i efectius per tal d'aconseguir eliminar o disminuir, fins on és possible, els components solubles i insolubles, orgànics i inorgànics que hi ha a l'aigua.

Aquestes tècniques s'han anat incorporant al tractament de les aigües del riu Llobregat, a Sant Joan Despí. Així, s'hi afegeixen coadjuvants de floculació (primer fou la sílice activada, després els polielectròlits), que faciliten l'eliminació d'un major nombre de components insolubles en l'aigua. L'any 1968 es va incorporar al tractament l'addició de carbó actiu en pols, per a disminuir la quantitat de productes orgànics solubles, i s'aconseguí millorar el gust i l'olor de l'aigua.



Des del principi de l'any 1977, s'utilitza el procés de filtració a través de llits de carbó actiu granular, en substitució dels antics llits de sorra . La regeneració cada sis o vuit mesos, del carbó actiu ja saturat, s'ha fet des de 1978 a la mateixa Estació de Tractament , en unes instal·lacions l'element principal de les quals és un forn de llar múltiple, escalfat per gas natural. Actualment també es regenera carbó per a tercers en un segon forn horitzontal que treballa des del 1999.

Finalment, i partint dels resultats de nombrosos assaigs fets a l'antiga Planta Pilot durant la segona meitat dels anys vuitanta, s'inicià a partir de l'any 1990 el projecte i la construcció d'una important ampliació de la línia de tractament, que està en funcionament des del mes d'abril de 1992.

Aquesta ampliació ha consistit , fonamentalment, a introduir el procés de tractament de l'aigua amb ozó, juntament amb una doble filtració d'aquesta aigua per sorra i per carbó actiu granular. Amb aquesta finalitat, ha calgut construir un nou bombament intermedi, unes instal·lacions d'ozonització, un conjunt de 20 filtres de carbó actiu, un nou dipòsit de 10.000 m³ i les canonades necessàries per a la interconnexió de les instal·lacions antigues amb les noves.

4.2. Pretractament

4.2.1. Captació

L'aigua del riu travessa unes reixes formades per un conjunt de barres paral·leles de formigó armat, la part superior de les quals queda a nivell del llit del riu. Aquestes reixes tenen un espaiat de 2 cm per tal d'evitar l'entrada a la planta d'elements no desitjats.

Sota les reixes hi ha una galeria de secció variable per a conduir l'aigua captada cap a les cambres desarenadores. Tant les reixes com la separació entre barres i les seccions de la galeria de conducció, han estat projectades acuradament per tal d'evitar la sedimentació de les partícules menors de 8 mm que travessin les esmentades reixes.

Les característiques de les reixes són les recollides en la taula 4.1.



CARACTERÍSTIQUES DE LES REIXES	
Amplària de les barres	159 mm
Separació entre les barres	8 mm
Amplària de la galeria	2 m
Primera secció de la galeria sota la reixa (rectangular)	0,2 x 2
Última secció de la galeria sota la reixa (rectangular)	1,2 x 2
Longitud de la zona de reixa	22,5 m
Nombre de reixes	6
Cabal per galeria	3,3 m ³ /s

Taula 4.1. Característiques de les reixes de captació

Al peu de la captació de riu hi ha instal·lat un mesurador de cabal d'ultrasons que dona el cabal instantani de riu. Aquest cabalímetre i la càmera de video situada en l'edifici de la captació donen al Tècnic d'Explotació de l'E.T.A.P. la informació de cabal i estat general del riu.



En aquest punt hi ha instal·lat un grup submergit que envia mostres les 24 hores del dia cap al laboratori on periòdicament és analitzada l'aigua crua. En cas que aquesta aigua sobrepassés algun dels paràmetres extrems de qualitat de l'aigua de riu, la Planta deixaria de captar aigua superficial.

Al final del tram exterior de les galeries per on entra l'aigua hi ha situades les sis comportes de captació, una per cada galeria. Aquestes permetran, en cas d'ésser necessari, aïllar la Planta de possibles riades o inclús tallar el pas a l'aigua en condicions deficientes.

El pretractament de l'E.T.A.P. és format per dues centrals. Les quatre primeres comportes de captació alimenten la Central I. Les dues restants, la Central II. Aquestes dues canalitzacions però, estan comunicades a través de la canonada d'unió de pous on, la vàlvula d'unió de pous permet el pas de cabal de la Central I cap a la Central II.

4.2.2. Precloració

El clor s'afegeix al principi del tractament, abans de la sedimentació (precloració), i al final, abans dels dipòsits d'aigua tractada (postcloració).

A l'Estació de Tractament hi ha tres instal·lacions de cloració amb deu aparells cloradors, adequats per a realitzar tant la precloració com la postcloració final del tractament. La capacitat màxima és de 600 kg/h de clor.

En la precloració s'afegeix clor en una dosi específica que assegura la qualitat de l'aigua durant el procés de tractament. Les seves funcions principals són:

- Eliminar la major part de l'amoniac present a l'aigua en forma de cloramines.
- Desinfecció de l'aigua crua per garantir que durant la seva permanència a la Planta no es puguin produir colònies de microorganismes que serien difícilment eliminades i complicarien el tractament.



La dosi de clor la determina el laboratori per mitjà de l'anàlisi del break-point. Així es dosificarà la quantitat de clor que eliminarà tot l'amoníac de l'aigua mes un residual entre 1 i 2 ppm.

Actualment, a la Central I, hi ha una segona alternativa de precloració. Es la utilització de diòxid de clor. Aquest reactiu només s'empra quan el nivell d'amoníac de l'aigua crua està per sota d'1 ppm. Per altra banda, si l'oxidació amb diòxid de clor impliqués una potència d'ozonització superior a la capacitat de producció d'ozó, el tractament amb diòxid s'aturaria per passar a tractar l'aigua amb clor.

També, i degut al menor poder oxidant respecte del clor, el tractament amb diòxid obliga a mantenir els decantadors tapats per evitar el desenvolupament bacteriològic en ells.

A causa de la poca estabilitat del diòxid de clor, aquest és fabricat en la mateixa E.T.A.P. El formen aigua clorada procedent de la Sala de cloració de la Central I i clorit sòdic impulsat per les bombes que aspiren dels tancs d'emmagatzematge existents.

El major avantatge que presenta el tractament amb diòxid de clor respecte el clor molecular és la disminució en la concentració de trihalometans en l'aigua tractada, fet que justifica la seva utilització.

Ara per ara, només és possible la dosificació de diòxid de clor en la Central I. El projecte d'implantació del tractament amb diòxid en la Central II està en fase d'instal·lació i en breu es portarà a terme la posada en marxa.

Tant la dosificació de Clor en la precloració, com la de diòxid de clor en els vessadors es fa de manera automàtica i a distància. Des del Telecontrol de l'E.T.A.P. el Tècnic d'Explotació enviarà les ordres pertinents via mòdem, o l'E.R. seguint la consigna per ppm que tingui, anirà ajustant el cabal de clorit per seguir el setpoint desitjat.

4.2.3. Desarenat

Les galeries de conducció d'aigua preclorada, en arribar als pous de bombament d'aigua crua, s'eixamplen a les cambres desarenadores. D'aquesta manera augmenta la seva secció de pas i el cabal circul·lant d'aigua disminueix la seva velocitat propiciant la sedimentació de les arenes fins a un tamany de partícula de 0,5 mm.



Les dragues situades en aquestes cambres permeten l'extracció de les partícules que han precipitat.

4.2.4. Bombament de l'aigua crua

Un primer bombament de l'aigua crua es fa en dipòsits semblants a pous de gran diàmetre emplaçats al costat de les cambres desarenadores.

Hi ha dos pous, un per cada Central i l'objecte d'aquest bombament és assegurar que l'aigua travessa tot el procés de Pretractament fins arribar al Bombament Intermedi.

El Pou d'elevació 1 està equipat amb cinc grups motobomba d'un cabal de 700 l/s i un grup de 200 l/s. En el pou 2, n'hi ha quatre de 700 l/s i dos de 200 l/s. Tots els grups són verticals, alguns axials i d'altres semiaxials. L'alçada manomètrica d'elevació és d'11 m. Aquest grups d'impulsió estan agrupats de tres en tres de manera que cada bloc de tres alimenta a un vessador d'aigua. Hi ha quatre vessadors, dos per Central.

La referència del regim d'explotació d'aquests dos pous és la seva alçada d'aigua. Segons sigui aquesta es posen en marxa o s'aturen els grups. La consigna és captar el màxim cabal d'aigua possible de riu però sense fer treballar els grups a un rendiment massa baix. A més a més, l'alçada dels pous també és la referència per saber si hi ha cabal sobrant de riu.

4.2.5. Emmagatzematge i dosificació de reactius

L'aigua impulsada pels grups de la primera elevació arriba a les cambres de mescla (dues per central), on es dosifiquen els productes coagulants i coadjuvants de l'aigua.

La materia sòlida en suspensió que arrosega l'aigua està constituïda bàsicament per argiles i partícules col·loïdals. Aquestes últimes no poden sedimentar sense l'acció d'un reactiu coagulant (sals d'alumini), que neutralitzi la càrrega elèctrica d'aquestes partícules i formi un precipitat. Per augmentar la seva velocitat de sedimentació s'acostuma a afegir altres productes coadjuvants de la floculació (polielectròlits catiónics).



4.2.5.1 Coagulants 1-2

Existeixen dues instal·lacions dosificadores de coagulants. Cadascuna d'elles pot subministrar producte a les dues centrals mitjançant bombes que impulsen a la càmbra de mescla corresponent.

Com a reactius floculants s'empren, segons les circumstàncies, el sulfat d'alumini o l'Alba-18. Per tal d'emmagatzemar d'aquests productes es disposa de cinc dipòsits soterrats amb una capacitat aproximada de 80 m³ cada un.

La dosificació d'aquests productes és automàtica i variable ja que depèn del cabal que s'hagi de tractar i de la dosi desitjable. La dosificació la realitzen de manera automàtica les bombes dosificadores. Aquestes són bombes volumètriques amb variador de velocitat i variador de cursa.

Segons quines siguin les ordres comandades des del Telecontrol la bomba donarà, a distància, una quantitat fixa de cabal o si la consigna son ppm's de floculant, l'Estació Remota, coneixent el cabal d'aigua que circula per cada vessador farà el càlcul del cabal que haurà de donar la bomba per ajustar-se al valor de la consigna. D'aquesta manera, en cas de variacions en el règim de cabals d'aigua, la Remota adaptarà a l'instant el cabal de la dosificadora per que el règim de ppm's es mantingui. Aquesta adaptació es fa a través de la senyal que la Remota envia al variador i que varia la seva velocitat i, per tant, el cabal d'impulsió.

4.2.5.2. Polielectròlit

S'utilitzen també, com a coadjuvants de floculació, els polielectròlits, que van substituir la sílice activada, que va ser utilitzada fins el 1973.



Aquests reactius químics afavoreixen la precipitació de substàncies que arriben dissoltes a l'aigua com poden ser els col·loides. Al voltant de les partícules d'alúmina s'aglutinen les diferents partícules que no ho podrien fer per càrregues electronegatives i gràcies al catió metàl·lic aquestes són eliminades.

La preparació de la solució de polielectròlit es fa de manera automàtica en el Polypack. És una instal·lació formada per tres tancs de tres metres cúbics. El primer és el tanc de preparació, el segon, el de maduració i el tercer, el de dosificació.

Unes sondes de nivell baix i nivell alt de solució situades en el tanc de dosificació posen en marxa i aturen un cargol dosificador i una electrovàlvula d'aigua. El cargol aporta el polielectròlit en pols cap el raig d'aigua d'entrada al tanc de preparació. Un agitador assegurarà l'homogeneïtat de la barreja. La solució preparada passarà d'aquest tanc al de maduració on també hi ha una agitació i d'aquest al d'aspiració. Finalment, i no abans d'una hora, la bomba de polielectròlit aspirarà d'aquest tanc per impulsar a vessador.

Aquesta bomba té un motor i quatre pistons amb variador motoritzat de cursa. Cada pistó impulsa a un dels vessadors d'aigua crua. S'adapta la cursa de cada pistó a la dosi corresponent segons el cabal d'aigua que és impulsada a cada vessador.

4.2.6.- Decantació o sedimentació

El procés de decantació té per finalitat eliminar més del 90% de partícules sòlides en suspensió que porta l'aigua crua.

L'aigua impulsada des dels pous d'elevació arriba als vessadors on s'incorporen els productes químics (floculant, coagulant i coadjuvants) en les cambres de mescla. Aquestes estan proveïdes d'agitació hidràulica per tal de produir la barreja íntima de l'aigua i els esmentats productes químics.



A continuació, l'aigua entra en un sistema de canals distribuïdors anomenats canals d'aigua crua, que alimenten els tancs de sedimentació estàtica. Tenen forma tronco-piramidal i en la seva part inferior hi ha emmagatzemada una capa de fangs que fa el filtratge de l'aigua.

L'aigua entra des dels canals d'aigua crua per la part inferior del decantador, travessa els mantell de fang, puja verticalment, surt per la part superior i és recollida en els canals d'aigua decantada.

Com he anomenat anteriorment hi ha dues Centrals de decantació. La Central I té 48 decantadors i la seva capacitat de tractament en règim normal és d'uns 2,9 m³/s, mentre que la Central II en té 40 i té una capacitat de tractament de 2,6 m³/s.

En la taula 4.2. es recullen les característiques genèriques de la instal·lació de decantació.

DECANTACIÓ	
Nombre de tancs	88
Superfície de la planta d'un tanc	10 x 10 m ²
Velocitat ascensional de l'aigua en la part prismàtica de tanc, per al cabal de concessió de 5,3 m ³ /s	2,16 m/h
Volum total de sedimentació	42.680 m ³
Temps de retenció de l'aigua en els tancs per al cabal de 5,3 m ³ /s	2h 14 min

Taula 4.2. **Característiques de la instal·lació de sedimentació**

4.2.7.- Filtració per sorra

Després del tractament de floculació i sedimentació, l'aigua acaba el seu procés de clarificació, tot passant a través d'un llit de sorra, d'un espessor i granulometria creixent en sentit descendent i circulant a una velocitat apropiada.

La seva funció és retenir en els intersticis entre els grans de sorra aquelles partícules que pel seu petit tamany no han estat retenides en el mantell de fangs dels decantadors.



Dels canals d'aigua decantada l'aigua va a parar als canals d'alimentació dels filtres de sorra. Hi ha 10 filtres per central.

Cada filtre consta de dos costats i cadascun d'ells conté una capa filtrant de sorra comú de platja de 60 cm de gruix, seguida d'una sèrie de capes de graves i pedres de grandària superior, la missió de les quals és evitar el pas de sorra amb l'aigua filtrada.

El pas de l'aigua a través dels filtres comporta que la pèrdua de càrrega provocada en ell augmenti paulatinament a causa de les partícules de brutícia que allà hi són retenides. El règim de cabal i la terbolesa de l'aigua decantada incidiran directament en el temps de colmatació dels filtres. Per evitar aquesta colmatació els filtres són rentats amb aire comprimit primer, i aigua a contracorrent després.

El règim de rentats, per tant, també depèn del cabal de tractament i de la terbolesa de l'aigua decantada. En règim normal es renten 12 filtres de sorra per dia.

El procés de rentat es fa de manera automàtica les quatre Estacions Remotes de filtres de sorra.

El cabal de filtratge es regula a través d'una vàlvula reguladora de cabal, situada a la sortida de cada filtre. La regulació es fa automàticament amb l'alçada del canal d'alimentació de filtres. Des del Telecontrol es fixa una consigna d'alçada i les Estacions Remotes comparen el valor d'aquesta consigna amb l'alçada real del canal, i maniobren les vàlvules per mantenir aquest setpoint.

En la taula 4.3. es mostren les característiques generals de la instal·lació de filtres de sorra.

CARACTERÍSTIQUES DELS FILTRES DE SORRA	
Extensió total de la superfície filtrant	2000 m ²
Nombre de filtres (dobles)	20
	2 x 50 = 100 m ²
Velocitat de filtració amb el cabal normal de 5,3 m ³ /s	9,5 m/h
Velocitat de filtració amb el cabal normal i un filtre fora de servei per neteja	10 m/h
Pèrdua de càrrega màxima en el llit filtrant	2,5 m.c.a.
Espessor del llit filtrant	0,6 m

Taula 4.3. Característiques generals de la instal·lació dels filtres de sorra



4.3.- Postractament

El cabal d'aigua filtrada en cadascuna de les dues Centrals del pretractament de l'E.T.A.P. és recollit per dues canonades de diàmetre 1.600 mm i per vasos comunicants arriba al dipòsit d'aspiració dels cargols d'Arquímedes.

La canonada provinent de la Central II però, abans d'arribar al Bombament Intermedi, recull també l'aigua provinent dels pous d'aqüífer que venen a Planta, en cas que aquests estiguin en marxa. Aquesta aigua, a causa de la seva millor qualitat, només és postractada.

4.3.1.- Bombament intermedi

La incorporació de noves fases a la línia de tractament, com l'ozonització, la filtració per carbó actiu granular en segona etapa i les canonades d'enllaç entre les instal·lacions antigues i les noves, introdueixen pèrdues de càrrega addicionals, variant per tant la línia piezomètrica de la planta. Això, fa indispensable un bombament intermedi que permeti compensar les pèrdues de càrrega addicionals, per tal que l'aigua pugui recórrer totes les fases de l'ampliació i arribar als dipòsits d'aigua tractada amb la mateixa cota piezomètrica actual.

Per al bombament de l'aigua s'utilitzen quatre cargols d'Arquímedes amb una capacitat d'elevació teòrica de 2 m³/s cadascun. Els cargols tenen l'avantatge que poden funcionar independentment de l'aigua que arriba a la seva boca d'aspiració, i poden, per tant, treballar en buit. És per això que no cal ni dipòsit regulador ni mecanismes complexos per a la regulació del cabal.

Sí hi ha però, una regulació de posades en marxa i aturades d'aquests cargols. Cadascun d'ells té un mesurador de cabal. L'Estació Remota que els controla, amb la suma dels quatre cabalímetres i el nombre de cargols que hi ha en funcionament, fa un càlcul del cabal unitari que està elevant cada cargol. Si aquest està per sobre de 1.400 l/s, posarà un altre cargol en marxa. Si està el cabal unitari està per sota de 750 l/s, n'aturarà un.



4.3.2.- Ozonització

És una etapa intermitja en el procés de millora del tractament a què es sotmet l'aigua, després d'haver passat pel tractament convencional. A l'aigua, tractada en el procés de coagulació-floculació, sedimentació i filtració per sorra, s'hi afegeix el tractament amb ozó, seguit de la filtració de carbó actiu. La combinació d'aquests dos processos dona molt bons resultats a l'hora d'aconseguir una aigua sense color i amb nivells de gust i olor baixos, a conseqüència d'una disminució general del contingut de productes orgànics dissolts a l'aigua.

L'ozó que oxida l'aigua pretractada es produeix a l'E.T.A.P. gràcies a un complex procés de tractament d'aire; A través dels compressors s'impulsa aire de l'atmosfera cap a les **Unitats de Tractament d'Aire** (U.T.A.'s). En elles l'aire es prepara per ser enviat cap als **ozonitzadors** on es produeix l'ozó. Aquest ozó és enviat cap a les **cambres de contacte** on es dosifica a l'aigua. Sempre hi ha un ozó residual que és conduït cap als **destructors d'ozó** abans de ser enviat de nou cap a l'atmosfera.

Els elements fonamentals de la instal·lació d'ozonització són els següents:

- Circuit de refrigeració primari
- Circuit de refrigeració secundari
- Compressors d'aire
- Unitats de Tractament d'aire (U.T.A.'s)
- Ozonitzadors
- Cambres de contacte
- Destructors d'ozó



4.3.2.1. Circuits de refrigeració.

Existeixen dos circuits de refrigeració en la instal·lació d'ozonització. Hi ha un primer circuit de refrigeració (circuit primari) format per quatre bombes submergides en la cambra de recollida d'aigua elevada pels cargols d'Arquímedes, que refrigeren mitjançant un bescanviador de calor, l'aigua provinent del circuit secundari que refrigera directament les U.T.A.'s i els ozonitzadors. Aquest segon circuit de refrigeració està format per quatre bombes centrífugues que impulsen a un circuit tancat.

4.3.2.2. Unitats de Tractament d'Aire

L'element base que es fa servir per la producció d'ozó a l'E.T.A.P. de Sant Joan Despí és aire atmosfèric. Aquest pot ser recollit per quatre compressors de cargol que l'impulsaran cap a les U.T.A.'s que donaran a l'aire les condicions necessàries per que la producció d'ozó sigui òptima.

Les Unitats de Tractament d'Aire estan formades per una Unitat Refredadora i una Unitat Assecadora. La Unitat Assecadora és simplement un bescanviador de calor que refreda l'aire. Amb aquesta disminució de temperatura l'aire està preparat per ser tractat en l'assecadora. Aquesta consta de dos columnes que contenen esferes d'alúmina que absorbeixen la humitat de l'aire. Sempre hi ha una columna activa. Mentre aquesta treballa, la contigua és purgada i assecada amb el pas d'aire atmosfèric. Quan, després de vuit hores la columna activa és a prop del punt de saturació, es produeix el canvi de columna i s'inverteix l'estat d'aquestes.

4.3.2.3. Ozonitzadors

L'aire que es fa passar pels ozonitzadors ha de tenir unes condicions mínimes per tal que els ozonitzadors treballin a un règim normal. Es mesuren aquestes condicions a partir del punt de rosada de l'aire que surt de les U.T.A.'s. La temperatura de rosada ha de ser com a mínim de $- 55 \text{ }^{\circ} \text{C}$, i el règim de treball és d'uns $- 80 \text{ }^{\circ} \text{C}$.



Mentre les condicions de rosada no siguin aquestes, la U.T.A. estarà retornant l'aire a l'atmosfera. Quan les condicions siguin les idònies, es comença a enviar l'aire cap els ozonitzadors.

Els ozonitzadors son caixes cilíndriques de metall que contenen infinitat de condensadors cilíndrics. Es fa passar l'aire a través dels dos cilindres que formen el condensador. Es fa passar una diferència de potencial de 12.000 Volts amb una freqüència variable entre 500 i 800 hz. Això provoca un augment brusc de la temperatura de l'aire i una part de l'oxigen contingut en ell es transforma en ozó.

L'aire resultant conté aleshores entre un 4 i un 5 % d'ozó i la resta de gasoso es comporten com a inerts.

Es disposa de tres ozonitzadors en paral·lel. Cadascun d'ells pot donar una potència als condensadors de quasi 500 kW. La capacitat de producció d'ozó màxima és d'uns 96 kg d'O₃/h.

4.3.2.4. Cambres de contacte

Després de passar pels ozonitzadors, l'aire, ara amb ozó, és conduït cap a les cambres de contacte.

Hi ha quatre cambres de contacte, en principi una per cada cargol d'Arquímedes, encara que a l'entrada de les cambres l'aigua està comunicada.

Les cambres no son mes que dipòsits per on es fa passar l'aigua i des d'on es dosifica l'aire amb ozó. Cada cambra està formada per tres sots-cambres i en la solera d'aquestes estan situats els difusors, per on surt l'aire amb ozó. D'aquesta manera, en el recorregut ascensional de les bombolles d'aire, es produeix l'oxidació i, per tant, l'eliminació dels productes orgànics.

El règim de producció d'ozó ve donat pel valor d'ozó residual que hi ha a les cambres, després del contacte amb l'aigua. Un valor raonable d'ozó residual en l'aire de les cambres és 0,2 ppm. La producció d'ozó buscarà aquest setpoint.



4.3.2.5. Destructors d'ozó

L'aire residual procedent de les cambres de contacte, que encara conté una dosi d'ozó residual, és conduït cap als destructors d'ozó. Aquest és el pas previ abans de retornar l'aire, ja sense ozó, de nou a l'atmosfera.

Hi ha tres destructors d'ozó que amb grans descàrregues elèctriques fan pujar la temperatura de l'aire, tornant la mol·lècula d'O₃ a O₂.

Sempre que ha hagi producció d'ozó, els destructors (un per línia) han d'estar en marxa. Existeix, també, l'anomenada vàlvula de by-pass, que comunica la canonada d'impulsió d'aire ozonitzat que va cap a difusors, directament amb la d'ascensió cap els destructors d'ozó. És un element de protecció dels difusors. No tot l'aire inicial ozonitzat va cap a difusors en l'inici de la maniobra i així no es produeix sobrepressió en aquests.

4.3.2.6. Funcionament global de la instal·lació a distància

Per poder iniciar la seqüència de marxa de la instal·lació d'ozonització, és necessari que la taula d'estar atur sigui verificada, o sia, que els elements que formaran part de la seqüència (bomba del circuit primari, bomba del circuit secundari, compressor d'aire, U.T.A., ozonitzador, vàlvula de by-pass i destructor) estiguin aturats i sense alarmes. La vàlvula de by-pass haurà d'estar oberta i l'Estació Remota de la instal·lació d'ozonització no haurà de tenir cap alarma.

Si es compleixen aquestes condicions, des del telecontrol es donarà l'ordre de "control per potència" i es donarà una consigna de 50 kW. Aquesta és la potencia que es dona a l'ozonitzador i a la vegada és l'ordre de marxa de la instal·lació.

Tot seguit la Remota posa en marxa una bomba del circuit primari; quan rep la confirmació de marxa d'aquesta bomba, posa en marxa una bomba del circuit secundari. Com abans, després de rebre la confirmació de marxa, posa en marxa l'UTA que, una vegada entri en funcionament, permetrà la posada en marxa d'un dels compressors d'aire que l'alimentaran.



En aquest moment la Remota haurà de decidir si l'aire de sortida de l'UTA te les condicions adients per poder pasar a través de l'ozonitzador. La senyal que donarà l'O.K. serà la del punt de rosada del mateix aire de sortida. Aquest haurà d'estar per sota de - 55 °C. Mentre no sigui així, l'UTA enviarà l'aire de sortida cap a l'exterior.

A partir del moment en que les característiques de l'aire siguin les adients, la remota obrirà les vàlvules d'entrada i sortida d'aire i d'aigua de refrigeració d'un ozonitzador i quan detecti que la posició d'aquestes és l'esperada, posarà en marxa l'ozonitzador.

Com la vàlvula de by-pass està oberta, part de l'aire ozonitzat s'en va cap a les cambres de contacte i la resta cap a destructors. D'aquesta manera l'inici de la dosificació de l'aire ozonitzat a través dels difusors de les cambres de contacte no és tan brusc i assegura el seu bon funcionament.

Quan l'ozonitzador ja estigui treballant, la remota obrirà les vàlvules d'entrada i sortida d'aire amb ozó residual provinent de les cambres de contacte i de refrigeració d'aigua, del destructor, i en rebre la confirmació de que la posició d'aquestes vàlvules és correcta, posarà en marxa el destructor.

Quan té la certesa que aquest últim element està en funcionament, comença la maniobra de tancament de la vàlvula de by-pass, fet que fa que tot el cabal d'aire ozonitzat residual passi pels destructors.

Aquesta maniobra dura uns minuts per assegurar que l'augment de cabal d'aire ozonitzat cap a les cambres de contacte és gradual i progressiu i no malmetrà els difusors.

Una vegada la vàlvula de by-pass està tancada, ja es pot pujar la potència d'ozonitzador gradualment i de 50 en 50 kW fins tenir l'ozo residual.

Quan assolim la potència desitjada si l'ozó residual és l'adequat, també es pot regular la instal·lació a través de l'ozó residual en alguna de les quatre cambres de contacte (hi ha un mesurador d'ozó residual en cada cambra). El tècnic fixa una consigna d'ozó residual i la remota regula la potència d'ozonitzador per assolir el setpoint.



En la taula 4.4. es mostren les característiques de la instal·lació d'ozonització.

CARACTERÍSTIQUES INSTAL·LACIÓ D'OZONITZACIÓ	
Cabal màxim d'aigua a tractar	6 m ³ /s
Cabal nominal d'aigua a tractar	5,3 m ³ /s
Dosi màxima d'ozó a cabal màxim	4 ppm
Nombre d'ozonitzadors	3 unitats
Producció màxima d'ozó per cada ozonitzador	32 kg O ₃ /h
Producció màxima d'ozó a la instal·lació	96 kg O ₃ /h
Nombre de compressors	4 unitats
Nombre d'unitats de tractament d'aire	2 unitats
Nombre de cambres de contacte ozó/aigua	4 unitats
Nombre de destructors d'ozó	3 unitats

Taula 4.4. Característiques de la instal·lació d'ozonització.

4.3.3. Filtració per carbó actiu

L'aigua procedent de les cambres d'ozonització arriba als filtres per quatre canonades que desguassen a uns canals perimetrals que reparteixen els cabals a cada filtre a través de vàlvules de comporta. Tots els filtres funcionen en paral·lel. Els filtres de carbó actiu granular son practicament idèntics als filtres de sorra i, enlloc de les diferents capes de grava i sorra contenen entre 1,30 i 1,50 metres de carbó.

La filtració per carbó actiu realitza tres funcions:

- Retenció mecànica similar a la que fa un filtre de sorra.
- Adsorció de compostos com virus, matèries orgàniques, etc. (degut a l'alta porositat del carbó actiu)
- Digestió de la matèria orgànica per part de bacteris que viuen a l'interior del carbó actiu.

La recollida de l'aigua filtrada es fa mitjançant un fons de col·lectors ramificats i perforats, a través dels quals a més de captar-se l'aigua, pot projectar-se l'aigua i l'aire per al rentat dels filtres a contracorrent.



Les característiques dels filtres de carbó actiu es mostren en la taula 4.5.

CARACTERÍSTIQUES FILTRES DE CARBÓ	
Superfície total filtrant	2.000 m ²
Nombre de filtres (dobles)	20
Superfície de cada filtre 2x50	100 m ²
Velocitat de filtració amb el cabal màxim de 6 m ³ /s	10,8 m/h
Velocitat de filtració amb un filtre fora de servei per neteja	11,4 m/h
Medi filtrant	CAG
Pèrdua de càrrega màxima en el llit filtrant	3 m.c.a.
Grandària efectiva CAG	0,55-0,65 mm
Coefficient d'uniformitat CAG	

Taula 4.5. Característiques dels filtres de carbó actiu

El règim de rentat dels filtres de carbó és una mica diferent al del filtre de sorra. En règim normal es renten 4 filtres durant el dia i 4 mes durant la nit. D'Aquesta manera es renten els filtres una vegada cada tres dies.

Per altra banda el carbó dels filtres necessita ser regenerat. Aquesta regeneració es duu a terme en els forns de regeneració de carbó de la Planta. Aquests forns també poden regenerar carbó d'altres indústries.



4.3.4. Postcloració

L'aigua provinent de filtres de carbó entra en el dipòsit 3 de la Planta on és postclorada. Amb aquesta postcloració es busca mantenir un clor residual en l'aigua per assegurar la bona qualitat d'aquesta fins que sigui consumida. L'aigua d'aquest dipòsit és analitzada en continu, al igual que la d'altres punts diferents de la Planta, pel laboratori i en cas que el residual varii, es variarà la dosificació de clor de la "post" per mantenir la consigna.

D'aquest dipòsit 3 de 10.000 m³ de capacitat, l'aigua passa a dos dipòsits mes petits on l'aigua pot ser clorada de nou. Aquestes dues postcloracions addicionals son anomenades postcloracions d'emergència i són utilitzades en cas que la postcloració del dipòsit 3 no sigui suficient per mantenir la consigna de clor residual.

4.4. Impulsions

A la Planta hi ha dues Centrals d'impulsió d'aigua i des d'elles s'impulsa a tres punts diferents de la xarxa d'aigües.

Des del dipòsit 3 l'aigua és repartida cap a les dues sales d'impulsió.

4.4.1. Sala 1 (Impulsió a Central Cornellà – Cota 10)

En la Sala 1 hi ha sis grups d'impulsió axials, quatre de grans i dos de petits. Els grans donen 1000 l/s i els petits 400 l/s. Aspiren del dipòsit 1 d'uns 2.000 m³ de capacitat i impulsen a Cota 10, a la **Central de Cornellà**, a una pressió de 5,5 m.c.a.

La capacitat màxima d'impulsió d'aquesta sala és d'uns 3 m³/s.



4.4.2. Sala 2

4.4.2.1. Impulsió a Central Relleu

Des del dipòsit de la Sala 2, d'uns 2.200 m³, s'impulsa, per una banda, a la Central Relleu a través de tres bombes centrífugues horitzontals, de cabal nominal 900 l/s, a una pressió de 54 m.c.a. (cota 50). La capacitat màxima d'impulsió a Central Relleu és de 2.500 l/s.

4.4.2.2. Impulsió a Cota 70

Per altra banda, també s'impulsa directament a xarxa (cota 70) a través de dues bombes centrífugues verticals, que donen uns 200 l/s cadascuna a una pressió de 70 m.c.a.

