

## *La recuperació del riu Besòs a la desembocadura*

*Antoni Alarcón*

### INTRODUCCIÓ



El Besòs és un dels dos rius que configuren l'àrea metropolitana de Barcelona. Es troba profundament alterat per l'acció humana, amb una conca de 1.039 Km<sup>2</sup>. que suporta una població de més de dos milions d'habitants, amb un elevat consum d'aigua, que principalment es destina a un ús industrial i urbà, ja que l'agricultura, sobretot en el tram inferior, ha anat perdent importància.

La conca, per la seva part, és deficitària, per la qual cosa des de fa anys han estat necessaris transvassaments d'altres conques per pal·liar l'enorme dèficit hídric. El més important ha estat el de la conca del riu Ter, encara que en determinades zones també el de la conca del riu Llobregat.

Això suposa que en períodes secs la pràctica totalitat de l'aigua que circula és aigua transvasada d'una altra conca, i ja utilitzada, per la qual cosa la seva capacitat depèn bàsicament dels processos de depuració. Aquest és un dels principals problemes que determinen l'estat actual de degradació del tram final de la llera (al 1999 totes les plantes depuradores de la conca disposaran de tractaments biològics, excepte la planta de Sabadell i la de St. Adrià del Besòs).

Un altre dels problemes de la conca del Besòs és el seu marcat caràcter torrencial, típicament mediterrani, com a conseqüència de la dimensió i del baix temps de concentració de la conca. L'hidrograma característic del riu té un tram exageradament ascendent en els moments inicials de la crescuda. És a dir, el riu passa d'estar pràcticament sec a portar un gran cabal en menys d'una hora, segons les inclemències meteorològiques. D'aquesta manera tenim que el cabal mig anual aproximat és de 3,9 m<sup>3</sup>/s, amb grans fluctuacions, ja que es tracta d'una conca petita i sense cap tipus de regulació. Per exemple, l'avinguda d'octubre de 1994 va sobrepassar els 1400 m<sup>3</sup>/s.

Degut a la forta densitat de població, la llera del riu s'ha anat reduint cada vegada més. Fa uns cent anys, en el tram final del riu, la plana d'inundació presentava, en alguns punts, una amplada d'uns 500 metres. La gradual urbanització de l'entorn de la llera i, per tant, la seva disminució, ha agreujat la capacitat hidràulica del riu.

Al setembre de 1962 una avinguda de més de 2.300 m<sup>3</sup>/s, va ésser la reponsable de nombroses pèrdues humanes i materials. Això va determinar la canalització del tram final, deixant una llera d'uns 130 metres d'amplada amb murs de formigó de gairebé 4 metres d'alçada i una canalització central d'aigües baixes, que ha incrementat encara més la marginalitat de la llera.

#### PROJECTE DE RECUPERACIÓ MEDIAMBIENTAL DE LA LLERA DEL RIU BESÓS

El Projecte de Recuperació Mediambiental del tram final de la llera del riu Besós, va ésser presentat el gener de 1996 pel Consorci per a la Defensa de la Conca del Riu Besós, en nom dels Ajuntaments de Barcelona, St. Adrià, Sta. Coloma de Gramenet, Montcada i Reixach, com un projecte dins dels Fons d'Infraestructures per la Millora del Medi Ambient (HMMA), finançat pels Fons de Cohesió de la Unió Europea. El pressupost total del projecte ascendeix a 3.325 milions de pts.

El 18 de desembre de 1996, la Comissió de les Comunitats europees va concedir una ajuda (núm. 96.11.61.027), que suposava la subvenció per part de la Comunitat Europea, del 80%, mentre que la resta és a càrrec de les administracions locals.

El projecte pretén abordar tres objectius:

- La millora des de Montcada i Reixac mitjançant la implantació a la llera de tractaments terciaris basats en la regeneració de zones humides.
- Millora de la capacitat hidràulica del riu.
- Aprofitament per l'oci de determinades zones de la llera del riu.

En total el projecte comprèn una longitud de 6,2 km., des de la confluència del riu Ripoll amb el Besós fins el pont del Molinet.

En un primer tram (sector 3), amb un entorn menys urbanitzat, s'implanten en els marges de la llera zones humides pel tractament de les aigües residuals procedents de la depuradora de Montcada (amb tractament biològic de fangs activats). Aquest tractament es realitza mitjançant un sistema de flux subterrani, és a dir, l'aigua residual circula per les zones

radiculars de les plantes on els microorganismes, mitjançant processos bioquímics, porten a terme la depuració de l'aigua.

Un substrat de graves de 8 - 25 mm. procedents del riu garanteix una determinada conductivitat hidràulica. Una vegada l'aigua ha travessat la parcel·la de tractament, s'incorpora a la llera central del riu. D'aquesta manera en cap moment l'aigua residual circula en superfície per evitar problemes de males olors o de mosquits.

La creació d'aquestes zones humides possibilita, a més, la recuperació ambiental i paisatgística de la llera.

En aquest tram, el canal central del riu s'ha meandrificat per tal de millorar la seva estabilitat davant de les avingudes ordinàries.

En un segon tram (sector 2), el canal d'aigües baixes ocupa una posició central. Al marge dret es construeixen cel·les de tractament terciari, mentre que en el marge esquerre (Can Zam) es planteja l'inici d'un parc fluvial accessible als ciutadans.

A partir del pont de la B-20 (sector 1) fins el final del projecte, un tram absolutament urbà, el projecte segueix amb la tipologia de parc fluvial, generant-se, en els dos marges, zones de gespa accessible mitjançant rampes d'accés (en el marge dret l'accessibilitat es concentra en els equipaments de Bon Pastor i Baró de Viver).

Per garantir la màxima freqüentació d'aquest parc fluvial, el canal central duplica la seva amplada permetent, d'aquesta manera, una menor inundabilitat de les zones de gespa i, per tant, un millor aprofitament del parc.

Per possibilitar aquest increment del canal central, mantenint les condicions hidràuliques, s'instal·len 5 preses inflables. En situacions de poc cabal, l'aigua del riu fluirà sobre les preses, mentre que en casos d'avingudes, les preses automàticament es desinflaran augmentant la secció de desguàs i permetent el pas dels sediments.

Per preveure les mesures de control i alerta necessàries per poder evacuar els usuaris del parc fluvial amb suficient antelació davant les avingudes, es preveu la instal·lació d'un sistema d'alerta. El sistema es basa en la captació a tota la conca de dades de pluja i de nivells de la làmina d'aigua en els diferents cursos fluvials de la conca, recepció de dades meteorològiques addicionals i en l'aplicació d'un macromodel hidrològic-hidràulic en temps real que simula el comportament de la conca, realitzant previsions de l'evolució de les diferents variables i, en especial, del nivell del riu en l'àrea del parc fluvial.

Finalment, en funció dels resultats del macromodel de simulació, el sistema d'alerta té la capacitat funcional d'establir uns estats d'alerta que siguin receptius per part dels usuaris, mitjançant diversos dispositius (alarms, alçaveus, etc...), i les administracions implicades, així com a les forces de l'ordre públic.

Així mateix, el projecte incorpora en el tram de Sta. Coloma de Gramenet, fora de la llera, un passeig fluvial amb plantació d'arbres i mobiliari urbà. També es reconstrueix la passarel·la del Molinet i es fa una nova passarel·la peatonal adossada al pont de Sta. Coloma.

En definitiva, es planteja la recuperació integral del tram final del riu Besòs, incrementant l'actual capacitat hidràulica, millorant la qualitat de les aigües de l'afluent de Montcada i Reixac, eliminació de residus inerts existents en la llera, recuperació dels marge del riu, creant nous hàbits i recuperació de la llera com a parc fluvial per l'oci ciutadà.

La finalització de les obres es va produir la primavera de 1999.

#### ESTUDIS I PROVES MEDIAMBIENTALS

Per l'execució d'aquest projecte de recuperació de la llera del riu Besòs han estat necessaris estudiar amb detall diferents aspectes mediambientals.

El principal objectiu del projecte, d'acord amb una clara política ambiental sostenible, ha estat la màxima utilització dels elements existents en el riu i la recuperació de tot el cycle hídric de la zona, amb l'aprofitament de les aigües subterrànies. Un exemple d'això és l'aprofitament de les graves existents a la llera com a substrat per les zones humides.

Per altra banda, el fet de projectar elements naturals en un entorn tan peculiar com una llera d'un riu de característiques mediterrànies, ha comportat l'execució d'estudis, de proves experimentals i la realització d'un model reduït.

En aquest sentit, un dels primers estudis que es varen abordar va ser la caracterització dels materials del riu i l'avaluació de la seva possible contaminació. Aquest estudi es va realitzar en col.laboració amb la Facultat de Geologia de la Universitat de Barcelona.

Per aquest estudi es van utilitzar diferents metodologies com ara: l'observació directa, la realització de sondeigs, analítiques de diferents mostres; també es van utilitzar mètodes indirectes de prospecció geofísica. Es va obtenir una visió de conjunt dels materials estudiats, al disposar de registres continus, complementada amb dades puntuals, que permeten una visió més detallada d'aquelles zones amb mostres localitzades.

Els resultats de primer estudi van demostrar la no presència de materials contaminants i només en determinades zones apareixien materials de reblert d'origen antròpic de caràcter inert; en la seva majoria es tracta d'enderrocs d'obra, plàstic, draps. La resta del sòl de la llera (majoritàriament) correspon a materials del mateix riu (àrids rebutjats o abocats de nou a la llera).

Altres estudis importants que s'han realitzat han estat, per una part, una prova experimental del tractament terciari i la realització d'un model físic reduït (maqueta a escala amb circulació real d'aigua) del tram 3 del riu (entre l'EDAR de Montcada i l'assut de ATLL).

En el primer cas, la prova ha permès escollir el millor tipus de substrat per les zones humides, garantint, no només el creixement òptim de la vegetació helofítica, sinó, a més, una certa conductivitat hidràulica que permetés la circulació del cabal a tractar, mantenint evidentment una certa depuració. Així mateix s'han realitzat anàlisis per l'avaluació del grau de sanejament. Aquesta prova experimental està ubicada en el recinte de l'EDAR de Montcada i Reixac.

El model reduït, realitzat pel Departament d'Enginyeria Hidràulica, Marítima i Ambiental de la UPC en col.laboració amb el CEDEX, s'ha construït a les instal.lacions de l'Escola d'Enginyers de Camins de Barcelona i ha permès, en primer lloc, estudiar el comportament del canyís (*Phragmites australis*) davant les avingudes i, en segon lloc, la capacitat de desguàs de la llera davant les noves condicions ambientals en comparació amb la situació anterior a les obres, així com l'efecte de l'erosió i de l'aportació dels sediments del riu.

Un altre dels aspectes que s'estan estudiant, és la relació del riu amb els seus aquífers. Un primer estudi ja ha determinat que el nou model de riu (amb les zones humides) no afecta els nivells freàtics.

Una segona part d'aquest estudi, encara no finalitzat, contempla la possibilitat d'utilitzar les aigües subterrànies de la zona pel reg del parc fluvial i com a increment del cabal del riu en èpoques d'estiatge.

Aquesta proposta parteix dels problemes que s'estan plantejant en les edificacions i estacions del metro, degut a la pujada dels nivells freàtics, com a conseqüència de l'abandonament de les explotacions subterrànies a partir dels anys 70. En l'actualitat s'estan bombejant, en alguns punts, més de 1,5 Hm<sup>3</sup> d'aigua a la xarxa de clavegueram.

Les anàlisis de què es disposen, mostren que aquesta aigua té una excel.lent qualitat pel reg.

Actualment, de cara a la posada en servei del Parc Fluvial i l'explotació de les zones humides, s'ha finalitzat la redacció del Pla d'Usos, el Pla d'Explotació, el Pla d'Emergència i el Pla de Manteniment.

## ZONES HUMIDES

Un dels components més importants del projecte és la construcció del tractament terciari mitjançant zones humides o "wetlands". El tipus de parcel.la és de flux horitzontal amb circulació subterrània. S'opta per

aquest tipus de tractament per tal d'evitar els possibles problemes de males olors i presència de mosquits, que es podrien donar en els tractaments de flux vertical (inundació periòdica).

El projecte incorpora la construcció de 60 parcel·les de la següent tipologia:

<b>Tipus 1:</b>	ample 50,4 m.	Longitud 19,1m.	39 parcel·les
<b>Tipus 2:</b>	ample 50,4 m.	Longitud 27,6m.	14 parcel·les
<b>Tipus 3:</b>	ample 50,4 m.	Longitud 34,6m.	3 parcel·les
<b>Tipus 4:</b>	ample 50,4 m.	Longitud 31,5m.	4 parcel·les

El cabal de disseny que està previst que tractin el conjunt de parcel·les serà entre 0,3-0,4 m<sup>3</sup>/s (dependrà de les condicions naturals de les zones humides).

Les parcel·les consten d'un mur de protecció perimetral de formigó (H-150) de 0,5 m d'ample i 1 m de profunditat. Posteriorment s'excava el material existent per procedir a la substitució per graves 8-25mm procedents del riu (que garanteixen una bona conductivitat hidràulica). Prèviament es realitzen els treballs d'impermeabilització de la parcel·la, anivellació i compactació del fons, a la realització d'assaigs de densitats i permeabilitats per a garantir l'estanqueïtat de les mateixes. Les parcel·les tenen un pendent del 0,5%, i el gruix mínim de substrat és de 0,6 m.

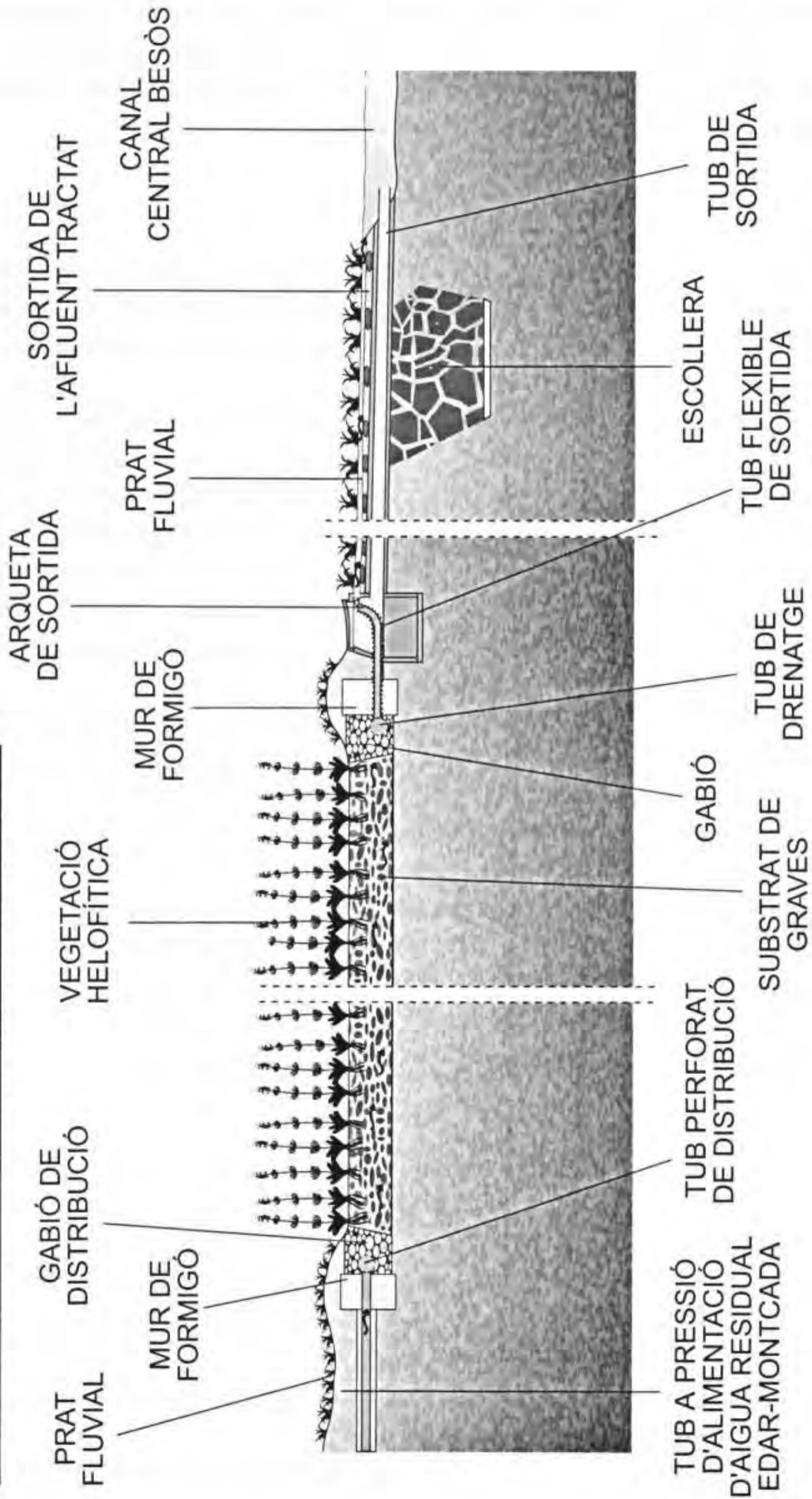
La distribució de l'aigua a l'interior de les parcel·les es realitzarà mitjançant un tub de 160 mm de diàmetre de PVC perforat que garanteixi el flux horitzontal.

La sortida d'aigua de les parcel·les es realitzarà mitjançant un tub de 160 mm de diàmetre de PVC, centrat a la part inferior de la parcel·la, que vessa a una arqueta que té una sortida inferior per poder realitzar el desguàs total de la parcel·la. La sortida s'efectua mitjançant un tub flexible que permetrà regular el grau d'inundabilitat de les parcel·les.

El material procedent de l'excavació de les parcel·les es garbella, sempre que sigui adequat per reutilitzar-ho com a substrat. L'afluent de les parcel·les s'utilitza per al manteniment de la vegetació en el marge de la llera.

La vegetació plantada ha estat vegetació helofítica. Aquesta tipologia de planta, donat les seves específiques característiques, no es troba habitualment en el mercat en quantitats tan importants. Per aquest motiu la planta s'ha produït en exclusivitat per aquesta obra. L'experiència s'ha aprofitat per realitzar un control de qualitat rigorós en la producció de la planta. Tota la planta s'ha produït a partir de llavor, controlant la procedència i qualitat de la mateixa, i garantint una variabilitat genètica adequada.

**Tractaments terciaris. Zones humides**



Les espècies que es planten a les parcel·les de tractament són: *Phragmites sp.*, *Typha angustifolia*, *Iris pseudacourus*. L'espècie majoritària és el canyís. Acompanyant a les zones de tractament terciari es plantarà també vegetació de transició amb *Juncus acutus*, *Carex pendula*, *Lythrum 5*, *Cyperus 1.*, *Scirpus m.*, etc.

#### SISTEMA DE REG

Al llarg de l'àmbit del projecte, trobem diferents tipus de vegetació potencial que són: gespa, prat fluvial, vegetació helofítica. Això genera una diversitat en el tipus de reg, ja que els requeriments hídrics són molt diferents per les distintes zones.

En el tram 3 bàsicament hi ha vegetació helofítica, tant en les parcel·les de tractament terciari com a l'entorn d'aquestes, generant-se una zona de vegetació de transició formada per *Juncus acutus*, *Carex pendula*, *Iris p.*, etc., totes elles espècies amb elevat requeriment hídric. Està previst que la vegetació de transició es regui amb aigua procedent de l'EDAR de Montcada; el reg es realitzarà subsuperficialment mitjançant una sèrie de canonades perforades embolicades en grava i una capa de terra vegetal, on s'implantarà la vegetació.

En el cas del prat fluvial està previst executar una xarxa de reg deixant boques cada 275 m, perquè en fase d'explotació es pugui regar en èpoques de baixa pluviometria quan la vegetació ho necessiti. Al principi de la plantació i, per garantir una bona germinació, el reg es realitzarà amb un sistema d'aspersors mòbils.

La zona de gespa és la que presenta majors requeriments hídrics; això suposa executar una instal·lació de reg de tipus permanent i que garanteixi un reg abundant i homogeni. El reg es realitzarà amb aigua del freàtic, ja que la zona presenta importants excedents en els pous, la qual cosa provoca en determinades èpoques problemes amb el metro i amb els pàrquings.

#### ESTACIÓ AUTOMÀTICA DE CONTROL DE QUALITAT D'AIGUA

El projecte contempla la instal·lació de dues estacions de control de qualitat de l'aigua, que van ubicades una a la EDAR de Montcada i l'altra a l'Avinguda de la Salzareda, a Santa Coloma de Gramenet, a l'alçada de la primera presa inflable.

Els objectius fonamentals de l'estació situada a l'EDAR de Montcada, seran els següents:

- Control de qualitat de l'afluent de l'EDAR de Montcada i de l'aigua tractada a la primera parcel·la.



- Transmetre informació en temps real i de forma continuada al centre de control.
- Alerta i prevenció, en especial en el context de la protecció de les instal·lacions de tractament terciari.
- Inferir un potencial de gestió de tot el sistema, d'acord amb la importància del mateix.
- Exercir la funció de centre de recepció de senyals representatives de l'estat de funcionament de tots els elements motoritzats constitutius del sistema d'alimentació als "wetlands" i de nucli remot d'automatització.

En definitiva, l'estació de control de qualitat haurà de complir una missió específica de vigilància, alerta i prevenció davant certs tipus de contaminació, els quals es quantifiquen per valors absoluts o concentracions.

Es fixaran determinats límits, màxims o mínims segons els paràmetres en qüestió, establerts en funció de les característiques dels "wetlands".

L'estació determinarà en temps real les situacions d'incompliment dels límits de qualitat establerts. Simultàniament, l'estació disposarà d'un sistema de presa, emmagatzemament i conservació de les mostres que presentin anomalies, ja sigui per a una comprovació en el laboratori o bé per efectuar altres determinacions complementàries.

Pel control de la qualitat de l'aigua del riu, en el Parc Pluvial s'instal·larà la segona estació automàtica de control de qualitat d'aigua que s'analitzarà en el primer estany del parc. Aquesta estació controlarà en continu el PH, conductivitat, turbiditat, temperatura, amoni i oxigen dissolt. A part, també tindrà una presa de mostres automàtic refrigerat, per a poder realitzar anàlisis més exhaustives en el laboratori.

#### PRESES INFLABLES

La solució adoptada en el tram 1 de l'origen del projecte fins al Pont de la Porta Nord, de caràcter molt urbà, consisteix en la instal·lació de 5 preses inflables, a distàncies aproximadament constants que creen estanys d'aigua en el canal central.

En situacions de cabal escàs, l'aigua fluirà per sobre de les preses pneumàtiques que donen lloc a la formació dels estanys, i en situació de cabals importants o avingudes, les preses es desinflen per recuperar al cent per cent la secció del cabal, mantenint així la capacitat de desguàs i permetent el pas dels materials d'arrossegament.

Les preses inflables a instal·lar a la llera del riu Besòs consisteixen en una sèrie de cinc cilindres de cautxú, inflats per aire, ancorats als corresponents fonaments de formigó, que constitueixen, per tant, una sèrie de

dics mòbils per retenir els volums necessaris per garantir una làmina d'aigua, inclòs amb cabals d'estiatge.

Aquestes preses tindran la propietat de ser desinflades per processos automàtics de forma que, abans que es produeixi el desbordament del canal d'aigües baixes, quedin totalment desinflades per recuperar la màxima capacitat hidràulica.

L'alçada de la presa sobre el canal central serà de 1,20 m (el canal central té una alçada de 1,80 m). L'altura real de l'element inflable serà de 1,34 m, ja que el nivell de l'ancoratge del mateix a la seva cimentació es troba 14 cm per sota de la solera, de forma que la presa, junt amb tots els accessoris, una vegada desinflats no deuen sobrepassar el nivell de solera, evitant qualsevol obstrucció tant a l'aigua com als sòlids que poguessin circular pel canal d'aigües baixes amb la presa desinflada.

#### SISTEMA D'ALERTA HIDROLÒGICA (SHABE)

Per preveure de forma continua el nivell de les aigües en el sector del Parc Pluvial i garantir la seguretat dels usuaris, s'ha projectat un sistema d'alerta hidrològica.

Aquest es basa en l'aprofitament dels sensors existents a la conca del riu Besòs (indicadors de la presència de pluja i del nivell dels cabals) complementant-los amb altres de nous instal·lats en les proximitats i a l'interior del Parc Fluvial.

Les dades recollides en temps real es transmeten al centre de control del SAHBE, on es concentren en una base de dades i la informació del qual es visualitza mitjançant un gran panell de seguiment informatiu.

El processament de les dades mitjançant un macromodel informàtic, hidrològic-hidràulic, permet, auxiliat per sistemes d'informació auxiliar (satèl·lits, radars meteorològics, etc.) i per un conjunt de càmeres de TV instal·lades en els marges de la llera, determinar diferents estats d'alerta, i transmetre a les institucions, autoritats i usuaris els avisos d'alerta correponents, mitjançant senyals òptics i acústics. En els accesos es disposarà de panells amb informació variable referent a l'estat del parc i a les previsions meteorològiques.

# Sistema d'alerta hidrològica (sahbe)

