

# BALANÇ DE L'EXPERIÈNCIA EN REUTILITZACIÓ D'AIGÜES REGENERADES A PORTAVENTURA

Vicenç Veses

Enginyer Industrial Universitat de Navarra,  
Master en Gestió Gerenal EADA  
Director de Serveis Tècnics de Port Aventura, SA  
E-mail: [vicenc.veses@portaventura.es](mailto:vicenc.veses@portaventura.es)

## RESUM

Quan mitjançant una Llei 2 del 1989<sup>1</sup>, la Generalitat de Catalunya anunciava la possibilitat de la creació de Centres Recreatius i Turístics al seu territori, fixava les bases de la planificació urbanística i la densitat de construccions dels centres, resultava, així, un gran espai enjardinat. El Decret 152<sup>2</sup> del mateix any que aprovà el centre recreatiu i turístic de Vila-seca i Salou ja va tenir en compte com a estímul per la seva construcció i explotació el subministrament d'aigua no potable.

PortAventura en aquells moments va tenir ben clar que un complex de les característiques que la llei demanava, situat a les comarques costaneres de Tarragona comportaria una disponibilitat de recursos hídrics de les que la zona hi mancava.

La construcció d'un sistema de tractament addicional a la planta depuradora d'aigües residuals, va ser un punt de partida fonamental per que els actuals jardins de Port Aventura siguin una realitat, i fer possible el queda pendent de desenvolupament.

La experiència del reg de tantes i tan diverses espècies ornamentals durant els darrers 10 anys, ha resultat molt positiva i es planteja aquí com un procés de benchmarking, amb la idea de que pugui ser imitat, exposant-ne els seus avantatges i inconvenients.

**Paraules Clau:** Centre Recreatiu i Turístic, Oci, Activitat lúdica, Paisatgisme, jardineria, espècies ornamentals, Aigua reutilitzada, Efectes dels Clorurs, Efectes del SAR, ET<sub>0</sub>

## EL CENTRE RECREATIU TURÍSTIC DE VILA-SECA/SALOU

La creació de grans espais lúdics a Catalunya per tal de dinamitzar el sector turístic, es quelcom que el seu Govern es va plantejar a finals de la dècada dels 1980, tot seguint

l'exemple, que no el patró, de la multinacional americana Disney, la qual havia decidit construir un complex a Marne-la Vallée prop de Paris.

En efecte en aquells dies l'activitat turística havia començat una certa recessió a la Costa Daurada. Les poques o nul·les alternatives, que es presentaven llavors al hipotètic viatger, pel sol i la platja, no eren prou engrescadores per que triés aquella destinació.

En un exemple de coordinació les administracions local i catalana, van treballar plegades per captar algun inversor que tingués vocació de quedar-se; no es volia fomentar l'arribada d'una operació financera lucrativa, sinó d'una empresa que es comprometés amb el país i ajudés a aixecar la que començava a ser una situació preocupant, en quant al turisme es referia.

Calia crear un espai amb prou atractiu per a què el turisme de la Costa Daurada tornés a ser el que era i encara més, esperonar a l'empresari a fer inversions de qualitat, atreure als tour-operadors, recuperar i engrandir la marca, col·laborar al creixement econòmic de la zona, crear llocs de treball, etc.

Doncs bé, la solució va ser la construcció d'un Centre Recreatiu i Turístic (CRT) de capital privat, que pogués fer realitat tot això, i per fer-lo calia aigua.

El projecte que va presentar PortAventura abastava un àrea geogràfica de 826 Ha, sobre la que s'havia de construir al llarg dels anys següents un gran Parc Temàtic que aportés anomenada i marca. Després seguirien inversions en hotels, zones esportives, camps de golf, centre de convencions, etc., moltes de les quals encara per realitzar.

Donat el petit índex d'ocupació del sòl i d'edificabilitat, el projecte havia de ser necessàriament un projecte de paisatgisme, respectant l'entorn amb criteris mediambientals i de desenvolupament sostenible. La conservació d'un paisatge en condicions idònies feia preveure la necessitat de l'aigua, i per tant planificar la seva obtenció i el seu ús.

No cal dir que a les converses inicials, es parlà de compromisos de inversió, de infraestructures com ara vies de comunicació, escomeses elèctriques,... i també de tractament i de recuperació d'aigües residuals.

En aquest breu document tractarem d'explicar còm va ser d'encertat aquell plantejament i quina ha estat l'experiència obtinguda.

## **LA CONCA RECEPTORA DE VILA-SECA I SALOU**

Els municipis de Vila-seca i Salou tenien, i tenen, una població estacional com a conseqüència dels visitants que venien especialment atrets per les seves extraordinàries platges. Es pot afirmar que les seves aigües residuals son de procedència urbana, ja que les indústries ocupaven una petita part dels seus termes municipals. A la dècada dels 80 no disposaven d'Estació Depuradora, les seves aigües eren abocades al mar i això comportava, segons els fluxos marítims, el deteriorament de l'aigua de les platges.

La instal·lació d'un Parc Temàtic, que aportés d'entrada un increment d'estacionalitat a la població i afegís un bon nombre de metres cúbics d'aigua residual al mar podia empitjorar les coses.

Era del tot necessari dotar als municipis d'una Estació Depuradora d'Aigües Residuals (EDAR), que tingués alhora capacitat pel tractament de les futures aigües del Centre Recreatiu i Turístic. L'EDAR tindria un tractament físic i un de biològic previs a l'abocament al mar, però se li havia d'afegir un tercer físic-químic que tractaria una fracció procedent del secundari, transformant-la en aigua apta pel reg. Aquesta decisió presa al decurs de les converses entre la Generalitat i PortAventura, era clau per possibilitar el projecte paisatgista del CRT.

## LES OBRES

El Parc Temàtic comença la seva construcció al Juny de 1992, un projecte conceptual de qualitat molt acurada ja havia estat desenvolupat prèviament, i el projecte de detall s'anava desenvolupant a mida que avançaven les obres. Les obres de l'EDAR començaren al 1993.

Al Abril de 1995 s'obrí el Parc en proves de càrrega, i pel Maig en operació regular, simultàniament l'EDAR entrà en funcionament, el terciari començà també a produir aigua apta pel reg. La financiació del terciari fou a càrrec de l'Agència Catalana de l'Aigua (ACA), però PortAventura acordà un pagament mensual en concepte d'amortització de les obres, a més de suportar els costos de producció.

## LA CONCESSIÓ I EL CONVENI, COMPROMISOS AMB L'ADMINISTRACIÓ

PortAventura obtingué de l'actual ACA una concessió de 1,8 Hm<sup>3</sup> per la utilització de les aigües regenerades provinents de l'EDAR de Vila-seca/Salou. Encara que la tramitació administrativa de la mateixa es va allargar en el temps, la utilització de l'aigua va fer-se des de bon principi.

La concessió regula administrativament els termes per emprar l'aigua, però pels aspectes tècnics es van acordar en un conveni que definia les qualitats de l'aigua i els compromisos adquirits per l'ACA i per PortAventura en quant a promotor del CRT.

La Conselleria de Sanitat va imposar una sèrie de condicions per l'ús de l'aigua reciclada, com ara:

- Separació física de xarxa, assegurant la impossibilitat de interconnexió per error
- Rècords diferents dels emprats a l'aigua potable
- Mai utilitzar aigua regenerada pels sistemes de pulverització
- Anàlisi bacteriològica periòdica
- La utilització i horari d'ús de l'aigua regenerada ha de ser de forma que impliqui el menor grau de contacte possible amb el públic, tenint especial cura amb els aerosols que es puguin produir
- Mai instal·lar aixetes exteriors a l'abast del públic que estiguin connectades a la xarxa d'aigua regenerada
- A prop de les zones d'ús i emmagatzematge de l'aigua regenerada s'ha de garantir que el públic no hi pugui accedir, en cas contrari s'ha d'indicar en llocs ben visibles que l'aigua no és potable i la destinació exclusiva que se li dona.

Donades aquestes restriccions es decidí de fer ús de l'aigua regenerada exclusivament per reg d'horticultura, en aplicació directa a les zones enjardinades. Calia veure, doncs, quina seria la qualitat real de l'aigua i quina l'experiència d'aquest reg.

## EXPERIÈNCIES PRÈVIES DE QUALITAT

En tractar-se d'aigua procedent de municipis no industrials, el contingut en sals i la presència de microorganismes eren els paràmetres que més calia controlar.

L'aigua regenerada conté més sals que l'aigua potable de la que procedeix. Atès que aquesta salinitat no és constant sinó que varia al llarg del temps, i en el cas que expliquem veurem que té molt a veure amb l'estacionalitat, convé conèixer-la i controlar-la mitjançant analítiques. Com a paràmetre de fàcil mesura s'utilitza la conductivitat elèctrica, ja que té una relació lineal amb el contingut de sals. En el nostre cas la mesurem en microsiemens per centímetre.

Com a expert en reutilització de l'aigua l'ACA i PortAventura, comptaren amb el Dr. Rafael Mujeriego, qui va adreçar els paràmetres de qualitat mínims exigibles, basats en els seus treballs com investigador a Califòrnia (Mujeriego, 1990). Aquests paràmetres mínims poden trobar-se a la Taula 1. Cal però indicar que aquells treballs de recerca es basaven en l'estudi d'espècies emprades a l'agricultura i no pas a la jardineria.

**Taula 1.** Criteris de qualitat de l'aigua regenerada (adaptat de Mujeriego, 1990).

Paràmetres compromesos

	<i>Unitat</i>	<i>Valors admissibles</i>	<i>Periodicitat</i>
Coliformes fecals	En 100 ml	Absència	Diària
Estreptococs fecals	En 100 ml	Absència	Diària
pH	Unitat pH	6-9	Continu
Terbolesa	UNF	<2-3	Continu
Matèries en suspensió	mg/l	<10	Diària
Clor residual	mg/l	>1	Continu
DBO <sub>5</sub>	mg/O <sub>2</sub>	<10	Diària

Paràmetres recomanats

Clorurs	mg/l Cl <sup>-</sup>	<350	Setmanal
Conductivitat	□S cm <sup>-1</sup> a 20°	<3000	Continu
Nitrogen total	mg/l	<30	Setmanal/Diari
Fòsfor soluble reactiu	mg/l	<15	Setmanal
Sodi	mg/l	<600	Mensual
Potassi	mg/l	<30	Mensual
Calci	mg/l	<400	Mensual
Magnesi	mg/l	<60	Mensual
Ferro total	mg/l	<5	Mensual
Manganès	mg/l	<0.2	Mensual
Cadmi	mg/l	<0.01	Mensual
Crom	mg/l	<0.1	Mensual
Coure	mg/l	<0.2	Mensual
Níquel	mg/l	<0.2	Mensual
Plom	mg/l	<5	Mensual
Zinc	mg/l	<2	Mensual
Mercuri	mg/l	<0.001	Mensual
Molibdè	mg/l	<0.01	Mensual
Seleni	mg/l	<0.02	Mensual
Bor	mg/l	<1	Mensual

La preocupació per l'alt contingut de sals de l'aigua regenerada ve donada per la presència de clorur sòdic en la mateixa, una problemàtica típica de les depuradores costeres. A grans trets,

l'alt contingut de clorur sòdic en l'aigua regenerada pel reg de jardins té un efecte negatiu sobre el creixement de les plantes i sobre el seu valor ornamental i també pel deteriorament de les condicions edàfiques del sòl. En quant al primer efecte, preocupa el que ve determinat per la presència de clorurs i en quant al segon per la de sodi.

Per evitar que l'EDAR aportés aigua amb alta salinitat, va instal·lar-se un mesurador de conductivitat en continu a la sortida del terciari, que controla la propia EDAR i un altre a l'entrada del dipòsit de aigua de reg de PortAventura, controlat per aquesta. Ambdós donen informació en temps real, i activen una alarma en passar del màxim tolerat, que és de 3000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , tot i que a umbrals menors els sistemes de control ja detecten pre-almes.

Per evitar la presència de microorganismes, l'aigua és clorada un cop ha passat pel terciari, i un lector de presència de clor lliure en l'aigua i un altre de pH, en continu, també per duplicat de la mateixa manera, a la sortida i a la arribada, detectaria qualsevol anomalia quan el nivell estigués fora de la concentració permesa: 1 ppm pel que fa al clor i pel que fa al pH 6,8- 7,8, encara que d'admissible es troba entre 6 i 9.

## **EXPERIÈNCIES PRÒPIES DESPRÉS DE 10 ANYS**

De forma general començarem per dir que l'experiència global és molt bona, l'aigua subministrada és d'una qualitat molt acceptable i que tan sols cal controlar de forma molt especial aquells paràmetres que podrien d'una manera accidental o per llarga durada causar danys a les persones, a les pròpies plantes i/o al terreny.

Tot i que es fan mensualment analítiques molt completes, ens centrarem en el grup de paràmetres abans esmentats i que són els que podrien causar aquests danys.

### **Cloració**

El nivell de 1 ppm és suficient, tot i que durant els primers minuts de la impulsio de l'aigua regenerada cap al dipòsit de PortAventura poden detectar-se nivells per sobre les 2 ppm, una manera de garantir la neteja biològica de la canonada de impulsio. Durant el temps restant de l'enviament es procura que les concentracions de clor lliure estiguin per sota 1 ppm. La fallida del sistema de cloracio es detecta per la lectura i registre de les sondes i els sistemes d'alarma establerts però en ser redundants, es molt improbable que això succeeixi.

El problema que podria presentar-se en cas de no tenir suficient nivell de clor a l'aigua, seria el de la possible i més que probable presència de coliforms o estreptococs, dels quals el requeriment és d'absència pels seus efectes nocius fàcilment deduïbles: per formació d'aerosols contaminats i per contaminació en sòls i a les pròpies plantes. El primer cas està contemplat i minimitzat el seu impacte ja que no es rega per aspersio (ni cap altra formació d'aerosols) en presència de visitants, pel que el risc quedaria pràcticament eliminat gràcies a un programa de reg automàtic.

### **Salinitat: Clorurs**

Com ja ha estat indicat l'aigua residual crua té un contingut de sals superior a l'aigua potable de la que prové. L'EDAR de la qual ens proveïm d'aigua regenerada no pot tractar les sals, pel que s'ha de tenir molt de compte amb els paràmetres de l'aigua entrant.

S'han presentat episodis de forta salinitat i aquests han vingut causats especialment per:

- Obres d'excavació prop de la línia de costa que en trobar-se aigua de mar al freàtic, es bombada a la xarxa de clavegueram en grans quantitats, elevant així el contingut salí. Aquesta circumstància es dona quasi exclusivament al hivern, quan el cabal recollit és més petit i per tant l'aigua de mar aportada n'és una part important. Per sort és també al hivern quan no són necessaris grans cabals de reg
- Llevantades que fan que l'aigua de mar arribi fins a terra inundant les recollides de pluvials que no sempre estan correctament separades de les residuals, a més de penetrar a través de les esclertes de les canonades soterrades de residuals. L'efecte és idèntic al descrit anteriorment

En aquests casos el reg amb aigua reciclada es suspèn fins que es restableixen els paràmetres de salinitat, comprovats per conductivitat i per analítica, que assegurin la qualitat de subministrament de l'aigua.

L'efecte continuat dels continguts de sal i concretament de clorurs sobre les plantes és quelcom que afecta a la jardineria, en quant el seu objectiu és l'efecte ornamental sobre el paisatge del CRT. Ja als primers anys es van apreciar danys a algunes espècies i PortAventura prengué la iniciativa d'encarregar treballs de recerca sobre els efectes dels clorurs en algunes espècies.

El primer treball es va fer durant els anys 1998 a 2000, va ser encarregat al IRTA i dirigit pel Dr. Joan Girona del centre de R+D de Lleida, estant esponsoritzat també per CESPÀ i la Fundació AGBAR. L'objecte d'aquesta recerca van ser les plantes ornamentals i es va tenir de definir quantitativament l'atribut "ornamental" per tal de poder estudiar la seva evolució. Les espècies seleccionades es sotmeteren a reg amb concentracions creixents de clorurs per estudiar els efectes osmòtics i la toxicitat; s'obtingueren interessants resultats de com aquests afecten al creixement i desenvolupament de la planta, anant des de la no afectació, passant per la necrosi de la massa foliar i assecament de branques, fins a la pràctica mort de certes espècies des del punt de vista ornamental. Com a conseqüència immediata PortAventura eliminà de les seves especificacions de compra una sèrie de plantes no aptes pel reg amb aigua regenerada de les característiques que subministra l'EDAR de Vila-seca / Salou.

El segon treball fet al decurs dels anys 2003-2004, va ser coordinat per CESPÀ, dirigit pel Dr. Miquel Salgot de la Facultat de Farmàcia de la UB i participat per nombrosos professionals dels espais verds, estant esponsoritzat també per CESPÀ, la Fundació AGBAR i l'empresa GP Resort. L'objecte van ser les espècies de gespa que es poden emprar en camps de golf. La metodologia va ser similar en quant al reg amb aigua amb diverses concentracions de clorurs, i els atributs a avaluar a més de l'ornamental, van ser els de resistència al trepig i baix cost de manteniment, entre d'altres. Els futurs camps de golf que es construiran al CRT tindran en compte els resultats d'aquest estudi per triar les espècies que seran regades amb aigua reciclada.

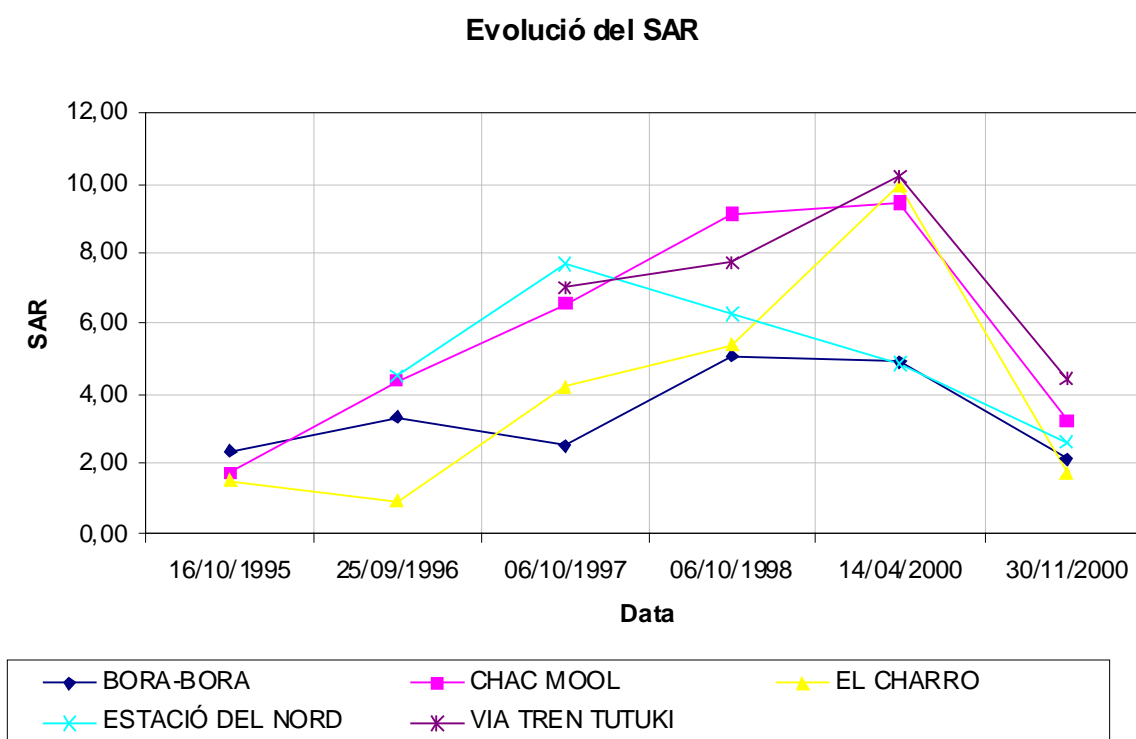
### **Salinitat: Sodi**

Cal tenir en compte que el sòl on es conreen les espècies de jardineria és sobreposat sobre uns terrenys que, tot i que adaptats a l'orografia original, van patir canvis en construir les plataformes pels futurs vials, edificis, infraestructures i jardins. Així ens trobem de forma general amb el terreny original no alterat, sobre el que s'hi ha afegit terra seleccionada, compactada en alguns casos, la qual ha estat excavada per afegir la terra vegetal apta pel cultiu. De forma general podem afirmar que els drenatges del reg són bons.

El indicador de la “salut” del sòl en quant al sodi es refereix es coneix en termes anglosaxons com SAR (Sodium Adsorption Ratio) o Taxa d'Adsorció de Sodi (TAS) en termes hispànics. En aquest indicador intervenen a més de la concentració del sodi, les del calci i del magnesi.

PortAventura des de el primer moment d'inici del reg amb aigua reciclada, ha pres mostres del sòl, mesurat, registrat i monitoritzat aquest indicador, per considerar-lo de gran importància.

El SAR és molt sensible a l'ús continuat de l'aigua salina, i com que es tracta d'una mesura de l'acumulació dels cations esmentats, la seva evolució és sempre creixent. Això va provocar una gran alarma en els primers mesos de registres. La solució que s'apuntava en aquell temps era de regar o “rentar” amb aigua potable amb la finalitat d'arrossegar el sodi cap al drenatge. Per fortuna una tardor i hivern plujós varen fer aquest rentat de forma natural, recuperant valors de SAR adequats per la jardineria, i a més aquests rentats naturals s'han anat repetint, -excepte aquest darrer hivern- mantenint valors per sota del límit considerat perillós. En la Figura 1 es pot observar l'evolució d'aquest indicador durant els anys 1995 a 2000.



**Figura 1.** Evolució del SAR en l'aigua de reg de PortAventura entre 1995 i 2000.

## Sistema de reg

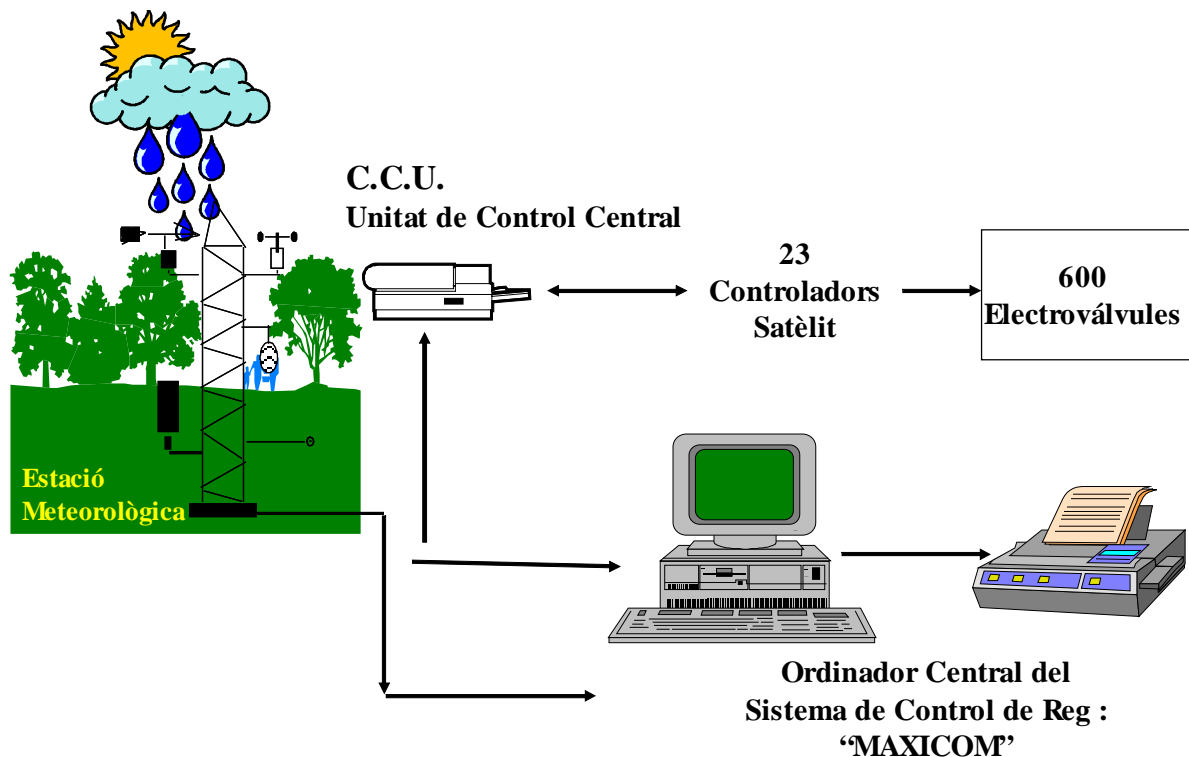
PortAventura disposa d'un sistema de reg automatitzat per tal d'optimitzar l'ús d'aigua reciclada i minimitzar així els riscos abans comentats.

Les dades proporcionades per l'estació meteorològica son registrades en un ordinador que calcula l'evapotranspiració potencial ( $ET_0$ ) i comptabilitza la pluja diàriament. Aquesta informació és la base pel càlcul de l'aigua necessària que cal aplicar amb el reg del dia següent.

Com que els jardins estan dividits en zones o parcel·les amb reg independent, i com que per cadascuna de les quals són conegudes la seva superfície, el cultiu particular i la intensitat del mateix, s'aplica un coeficient corrector als valors que permet l'optimització de la dosificació d'aigua.

El programa principal fa els càlculs totals de reg tenint en compte: la capacitat de bombament, l' $ET_0$  i la pluja, les característiques edàfiques de cada parcel·la i el temps de que es disposa pel reg. A continuació dona les ordres als programadors distribuïts pels jardins, els quals controlen les electrovàlvules que finalment donaran pas a l'aigua necessària.

D'aquesta manera l'ús de l'aigua es òptim, derivant-se estalvis en el cabal total d'aigua consumida i minimitzant el risc dels efectes de les sals sobre les pròpies plantes i sobre el sòl. Es pot veure l'esquema de funcionament d'aquest sistema a la Figura 2.



**Figura 2.** Esquema del funcionament del sistema de reg de PortAventura.

## PREU

Convé esmentar de passada les condicions econòmiques que comporta, en el cas exposat, el reg mitjançant aigua reciclada.

Com ja ha quedat dit, la construcció de l'EDAR va ser sufragada per la Generalitat a través de l'ACA, però Portaventura acordà unes tarifes de l'aigua que contemplaven una part fixa en concepte d'amortització del terciari, i una part variable que recollia les despeses d'exploració del mateix: energia, manteniment, operació, analítica, consumibles, etc.

L'ACA, dins la seva política de taxes o cànon, cregué oportú aplicar al aigua de reg el cànon específic i el general, ben igual que l'aigua potable de consum humà però tan sols quan el total de l'aigua de reg utilitzada no supera el 50% del total de l'aigua consumida a l'activitat. PortAventura presentà un recurs contra aquesta decisió, ja que considera la frontera del 50%

aleatòria, sense cap fonament, també perquè d'aquesta manera no es fomenta l'estalvi de l'aigua ni que sigui regenerada i finalment perquè l'aigua objecte de la taxa ja ha pagat la mateixa taxa en el seu primer ús com a aigua potable.

El recurs es troba actualment en tràmit, però cal dir que mitjançant el Decret 47/2005 de 22 de març<sup>3</sup>, l'ACA ja ha reconsiderat la seva postura i el cànon general ja no és d'aplicació tret de casos molt concrets de petits consumidors.

## **CONCLUSIONS**

La utilització pel reg que de l'aigua regenerada, procedent d'aigües residuals de les conques urbanes de Vila-seca, Salou i el propi CRT, s'està fent a PortAventura des de fa 10 anys no pot ser més favorable; acordada la seva qualitat i un cop definits i construïts els mecanismes de control de la mateixa, hom disposa d'una font de gran fiabilitat que ha permès incrementar la gran qualitat que els jardins tenien en origen.

El fet de que l'aigua no està ja subjecta al cànon general és quelcom que fa que el seu cost sigui avantatjós respecte a l'aigua potable.

La sequera que enguany pateix Espanya i l'Europa meridional i que incerts canvis climàtics poden agreujar en un futur, obliguen a pensar que no només l'ús d'aigua regenerada a l'agricultura sinó a d'altres aplicacions seran una exigència social i convé que el món empresarial i acadèmic hi treballin de valent per que sigui una realitat.

## **REFERÈNCIES LEGISLATIVES**

- 1) Llei 2/1989 de 16 de febrer, sobre centres recreatius i turístics. DOGC 1109 del 20.2.1989
- 2) Decret 152/1989 de 23 de juny, pel qual s'aprova la instal·lació d'un centre recreatiu i turístic a Vila-seca i Salou. DOGC 1164 del 5.7.1989
- 3) Decret 47/2005, de 22 de març, de modificació del Decret 103/2000, de 6 de març, pel que s'aprova el Reglament dels tributs gestionats per l'Agència Catalana de l'Aigua. DOGC 4350 del 24.3.2005

## **BIBLIOGRAFIA**

Mujeriego, R. (1990). Riego con Agua Residual Municipal Regenerada. Manual Práctico. Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona.

