

Quaderns  
de Difusió  
Mediambiental  
Grup Agbar

11



# La reutilització de l'aigua



## Introducció

La reutilització és un concepte clau en el medi ambient. La manca o escassetesa de recursos ha esdevingut un problema la solució del qual és un repte constant per a la consecució del desenvolupament sostenible. La reutilització de l'aigua és una de les actuacions que contribueixen a l'ús raonable d'aquest recurs tan preuat.

Les aigües residuals generades en l'activitat humana i industrial són recollides pels diversos sistemes de clavegueram i aconduïdes a una EDAR (estació depuradora d'aigües residuals) per ser depurades. Allí se les sotmet a diversos tractaments primaris i secundaris i s'obté una qualitat perfectament adequada per al seu abocament a les aigües naturals, però en general, insuficient per a reutilitzar-les directament.

Els anomenats tractaments terciaris, dissenyats en funció de l'ús posterior i consistents principalment en processos de filtració i desinfecció, permeten obtenir una aigua regenerada d'alta qualitat, que podrà ser reutilitzada sense cap risc per als usuaris.



*Aigua reciclada per a font ornamental*

El principal ús actual de l'aigua regenerada és el reg, tant en agricultura com en espais d'oci (golf, parcs i jardins, complexos esportius). És important assenyalar que dia a dia en va augmentant la reutilització en indústries (refrigeració, neteges), en espais urbans (neteja de carrers i de cotxes), en la conservació i regeneració de maresmes o espais naturals i, en certs casos, en la recàrrega d'aqüífers (capes

litorals per limitar la intrusió marina i aquífers per a l'ús de reg).

En definitiva, la reutilització de l'aigua regenerada permet reservar les aigües dolces naturals, superficials o subterrànies, per a la producció d'aigua potable, constitueix una font alternativa de recursos hídrics i contribueix a utilitzar-los planificadament, en especial en una regió deficitària com és la mediterrània.

## El marc de la reutilització

De manera resumida, podríem afirmar que la reutilització directa d'aigües residuals a Espanya s'ha desenvolupat activament a conseqüència de:

- L'augment de la demanda d'aigua.
- L'increment del nombre de depuradores d'aigües residuals construïdes i en funcionament.
- L'escassetat de recursos hídrics.
- Les noves polítiques de sanejament (establiment de zones sensibles, aplicació de la nova normativa sobre els abocaments d'aigües residuals a les zones de bany, desenvolupament dels cultius de mol.luscos, etc.).
- El deteriorament de la qualitat de les aigües superficials i subterrànies.
- La preocupació per reduir els riscos sanitaris causats pels abocaments d'aigües residuals tractades i sense tractar.



*Reg de jardins amb aigua regenerada*

Aquest desenvolupament s'ha plantejat amb l'objectiu de subministrar aigua per a usos que no necessiten una gran qualitat del recurs; protegir la qualitat del medi receptor controlant els abocaments i buscar nous recursos alternatius, no convencionals.

La reutilització ha de definir-se quasi exclusivament en els llocs en què existeix la necessitat d'augmentar la dotació d'aigua per als usos que sostenen el desenvolupament econòmic, no tan sols per a l'abastament a poblacions, sinó també per a la indústria, l'agricultura i els recur-

sos paisatgístics destinats a millorar la imatge del país.

Des del punt de vista de qualitat i de sostenibilitat, podem afirmar que demanda i recursos estan estretament relacionats, ja que resulta difícil mantenir la qualitat dels recursos quan n'hi ha poca quantitat.

En altres paraules, hem de protegir els recursos naturals de bona qualitat i destinar-los prioritàriament als usos que presenten més exigència qualitativa (abastament d'aigua potable) i quantitativa (cabals ecològics

imprescindibles); i alhora considerar les aigües regenerades no solament com un recurs alternatiu, sinó també com un nou producte, matèria primera o recurs dins el mercat global de l'abastament i sanejament de les aigües. Aquest producte haurà de competir amb els recursos tradicionals als quals hem de reconèixer i donar de manera oficial un valor econòmic.

### Projectes de reutilització

En el moment de decidir sobre la viabilitat d'un projecte de reutilització cal tenir en compte:

- El cost d'altres alternatives.
- El benefici social o menor risc per a l'usuari de les aigües de menor qualitat, que es deriva de l'alliberament de cabals naturals per a l'abastament de les poblacions.
- La viabilitat tècnica i socio-econòmica del projecte.
- L'optimització dels recursos disponibles.

Per altra part, és necessari valorar els aspectes sociològics que intervenen en la presa de decisions de projectes com els que ens ocupen. Així, caldrà desenvolupar una sèrie d'aspectes que augmentaran les possibilitats d'èxit d'un projecte de reutilització. Per exemple, s'hauria de fomentar:

- El concepte d'aigua regenerada com a producte, recurs o matèria primera, i no pas com a residu depurat.
- L'acceptació de l'usuari de l'aigua: l'agricultor (o un altre usuari).
- El coneixement del recurs: la seva qualitat i les limitacions.
- Una bona política de comunicació.
- El bon ús del recurs.
- Una bona identificació dels punts febles dels sistemes de regeneració (fiabilitat).
- Una legislació clara, que estableixi el marc d'actuació (vegeu més endavant, en aquest document, la situació a Espanya).

En els llocs on els recursos d'aigua no són escassos (com França, nord d'Itàlia i Grècia continental) els beneficis de la reutilització de les aigües residuals han d'integrar-se en un esquema de protecció del medi i de la salut pública, i incorporar-se als estudis econòmics com a eina de solució d'un problema puntual.

El desenvolupament econòmic basat en el turisme, i la seva conseqüència, la necessitat d'estendre la depuració, han conduït a l'escassetat d'aigua sense tractar i a l'aparició d'un nou recurs, l'aigua amb tractament secundari. Consecutivament, i un cop establerts els tractaments secundaris, s'han començat a desenvolupar els terciaris i els de regeneració. Actualment, s'investiguen els tractaments de desinfecció més adequats per a les aigües residuals regenerades (taula 1).

Tipus	Mètode	Observacions
Químic	Clor (gas o líquid)	Mètode de referència Formació important de subproductes en presència de matèria orgànica i nitrogen amoniacal
	Biòxid de clor	El $\text{ClO}_2$ no forma cloramines ja que no reacciona amb el $\text{NH}_4$
	Àcid peracètic	Pocs resultats en desinfecció d'aigües residuals La formació de subproductes no es coneix molt bé
	Ozó	Pocs resultats en desinfecció d'aigües residuals Es generen menys subproductes que amb el clor
Físic	Tecnologies de membrana	La grandària de porus estableix la capacitat de desinfecció Les més usades són UF (ultrafiltració) i MF (microfiltració) Cost elevat La capacitat de desinfecció és independent de la qualitat de l'efluent i del cabal
	Radiació ultraviolada	Interferències amb sòlids en suspensió Necessita manteniment (neteja dels llums)
Biològic	Llacunatges	Problemes de qualitat final (generació d'algues)
	Aiguamolls ( <i>wetlands</i> )	Elegir bé el tipus de macròfits
	Emmagatzemaments interestacionals	Per a sistemes de reg agrícola Possibles problemes de qualitat final (temps d'estada molt llargs, contingut en algues)
Físic, químic i biològic	Infiltració-percolació	Combina filtració física amb acció d'una biopel·lícula Modifica les formes del nitrogen

Taula 1: Mètodes de desinfecció més usats per a aigües residuals i algunes de les seves principals característiques (modificació de Salgot et al., 1996)

# Les aigües residuals com a font alternativa de recursos

En situacions d'escassetesa d'aigua, les alternatives que es presenten per satisfer la demanda d'una regió són de tres tipus:

1. *Aportació de nous recursos hídrics convencionals*, construint grans infraestructures hidràuliques o incrementant les extraccions del medi.
2. *Reducció de la demanda*, recorrent a una gestió racional d'aquesta i potenciant l'estalvi i el reciclatge.
3. *Augment dels recursos disponibles*, reutilitzant planificadament per a diferents usos les aigües residuals regenerades. Altres alternatives en aquest sentit són la desalinització d'aigua de mar o la captació d'aigües atmosfèriques o d'escolament.

Aquest document tracta sobre la tercera alternativa, i en particular, sobre la reutilització planificada d'aigua residual.



Vista general de la planta de tractament terciari per infiltració-percolació a Sant Lluís (Balears)

## La reutilització d'aigua residual regenerada

La reutilització es consolida cada cop més com una font alternativa de recursos per diverses causes:

- *Estat actual de les tecnologies de depuració i regeneració.* Les depuradores proporcionaran el recurs bàsic, l'aigua residual depurada. En principi, les tecnologies de regeneració són les que s'utilitzen exclusivament per produir aigua que es reutilitzarà, amb posterioritat als tractaments convencionals de depuració (secundaris), que generaran el recurs aigua residual depurada.
- *El creixement relatiu i el canvi de característiques de la demanda d'aigua potable.* A Espanya, malgrat que en els últims anys no ha augmentat sensiblement el nombre d'habitants, el consum unitari d'aigua per habitant i dia sí que es va incrementar en el passat decenni, per efecte de la millora de qualitat de vida. Per altra part, assistim a una concentració espacial de la demanda a causa de la urbanització.
- *Augment del cost de potabilització.* Les actuals exigències de qualitat, i el cost de les noves tecnologies per

potabilitzar una aigua que cada cop és de menor qualitat en origen, impliquen aquest augment de cost.

- *Fort creixement de la demanda en aigua no potable.* L'actual política de subvencions europees a l'agricultura i les demandes d'aigua de reg per a zones verdes i usos lúdics afavoreixen el creixement de la demanda d'aigua no potable. Per altra part, cal plantejar que la demanda de la major part d'aquests usos és estacional i coincideix amb la demanda de l'època turística en la Mediterrània.

### **La reutilització i el cicle antròpic de l'aigua**

Tradicionalment, s'ha considerat que l'ús de l'aigua extreta del cicle natural per utilitzar-la en els usos antròpics és absolutament lineal. Si hi ha prou quantitat de recursos, l'ús seguirà sent lineal; en cas d'escassetesa d'aigua, la pressió social i la política actual en potencien tant el reciclatge com la reutilització.

En els últims anys també s'ha degut prestar un interès adequat a les necessitats de cabals mínims (ecològics) que garanteixin la continuïtat dels ecosistemes associats als recursos d'aigua.



*Detall d'un dispositiu d'irrigació*



*Arqueta de mostreig*



*Bassa d'infiltració-percolació, arqueta de mostreig i arqueta de recollida*



*Bassa d'infiltració-percolació*

# Els diferents usos

En el moment en què l'aigua residual depurada es recupera i se sotmet a tractaments de regeneració (taula 2) deixa de ser un residu per esdevenir una matèria primera o un recurs.

És important realitzar la distinció, és a dir, diferenciar clarament els conceptes de depuració i regeneració.

L'objectiu de la depuració és l'obtenció d'un efluent que compleixi una normativa relativa a la qualitat de l'aigua (matèria orgànica, sòlids en suspensió i ocasionalment nutrients) per al seu abocament al medi.

En el cas de la regeneració, l'objectiu és obtenir una qualitat d'aigua específica a la seva reutilització (ús) posterior. Aquest ús determinarà:

- Els criteris de qualitat exigibles.
- El procés o processos de regeneració.
- La viabilitat econòmica de la reutilització (tenint en compte els criteris socioeconòmics de l'entorn).

Els principals usos de reutilització a Espanya es resumeixen a la taula 3.

## Tractaments de filtració terciària

- Infiltració-percolació modificada
- Filtració per sorra
- Filtració multicapa

## Tractaments de desinfecció

- **Físics:** ultraviolat
- **Químics:** ozó, clor, àcid peracètic
- **Físic, químic, biològic:** infiltració-percolació
- **Biològic:** llacunatge, aigüamolls

## Tècniques de membrana

- Microfiltració
- Ultrafiltració
- Osmosi inversa
- Electrodiàlisi reversible

## Altres tractaments d'interès

- Desinfecció per biòxid de clor
- Tractament extensiu per llacunatge
- Tractament extensiu per zones humides (aigüamolls)



Tipus de reutilització	Qualitat	Aplicacions	
Usos urbans	Sense restriccions (qualitat màxima)	- Reg de zones verdes - Altres usos	- Parcs urbans - Jardins públics - Patis d'escola - Aire condicionat - Fonts ornamentals - Aigua per a incendis - Jardins privats - Camps d'esport
	Reg a zones d'accés restringit (control d'ús)	- Reg a zones en què l'accés de públic és poc freqüent i poc controlat	- Cementiris - Cinturons verds - Àrees residencials - Zones verdes en vies de comunicació
	Altres usos sense qualitat màxima		- Neteja de vehicles - Neteja de carrers (baldeo) - Aigua per a cisternes de lavabo - Construcció
Regs agrícoles	Conreus per al consum humà		- Conreus per a consum humà no processats
	Conreus que no es consumeixen o que es consumeixen després de processar-los		- Farratges, pastures - Fibra - Vivers, llavors - Aqüicultura - Silvicultura
	Conreus amb reg localitzat superficial	- Amb possibilitats de contacte amb públic i treballadors	- Sense limitació de qualitat per a conreus aeris
	Conreus amb reg localitzat subterrani	- Sense possibilitats de contacte amb públic i treballadors	- Sense limitació de qualitat per a conreus aeris
Usos lúdics (de lleure)	Sense restriccions (qualitat màxima)	- Amb contacte aigua/usuari	- Natació - Fabricació de neu
	Control d'ús	- Activitats sense contacte	- Camps de golf - Pesca - Rem/navegació
Millora mediambiental		- Creació de corrents d'aigua o basses - Creació de zones humides	- Zones humides per a tractament d'aigua - Recuperació/manteniment de zones humides
Recàrrega d'aigües subterrànies	Qualitat d'aigua potable	- Aplicació en profunditat	- Recàrrega d'aqüífers explotats per a abastament
	Altres qualitats	- Aplicació en superfície - Aplicació en profunditat	- Lluita contra la subsidència - Lluita contra la intrusió - Tractament d'aigües residuals
Ramaderia	Qualitat potable		- Aigua de beguda
	Qualitat no potable		- Neteges - Arrossegament de residus
Aqüicultura animal			- Crià de peixos i mol·luscos
Reutilitzacions industrials		- Aigua de procés - Aigua per a neteja/rentatge - Refredament - Obres públiques	- Calderes - Aigua per a refrigeració - Aigua per a refredament - Control de la pols - Compactació de sòls
Reutilització potable	Qualitat potable	- Aigua d'abastament	- Subministrament total
	Concepte de barrera múltiple		- Mescla amb altres fonts
Masses d'aigua	Cabal	- Aigües corrents - Aigües estancades	- Substitució d'aigües - Cabal mínim - Noves masses

Taula 3: Tipus de reutilització de l'aigua residual (modificació d'Asano, 1998 i Crook, 1998)



## Antecedents legals i normatives

Com és lògic, abans d'iniciar qualsevol projecte de reutilització, és imperatiu plantejar quin és el marc legal aplicable a cada circumstància.

És important remarcar que a Espanya es produeix una absència de normativa nacional pel que fa a l'ús de l'aigua residual regenerada. Tampoc no existeix cap normativa per a les aigües de reg en general, encara que cal indicar que a la data de redacció d'aquest document, s'està elaborant una reglamentació de reutilització.

Aquesta inexistència de lleis generals, juntament amb la manca temporal de recursos, actual o prevista, i a la pressió per iniciar projectes de reutilització, han aconduït al fet que algunes comunitats autònomes adoptin normatives provisionals i desenvolupin els seus propis criteris per satisfer les demandes d'aigua residual regenerada.

- A les illes Balears es va promulgar el Decret 13/1992 que regula els mètodes d'eliminació de les aigües residuals, inclòs el reg. Per a la reutilització com aigua de reg, el

decret és gairebé una referència exacta a les recomanacions de l'OMS. Hi ha dues disposicions legals a les Balears: la primera (33/1987) i la segona (Llei 12/1988 dels camps de golf).

- Els governs d'Andalusia i Catalunya van prendre un altre tipus d'iniciativa i van publicar els seus propis criteris, també basats en els dos casos en els criteris de l'OMS. A Andalusia van publicar *Reutilització d'aigües residuals: criteris per a l'avaluació sanitària de projectes de reutilització directa d'aigües residuals urbanes depurades*, i d'altra banda, a Catalunya, unes recomanacions, l'any 1994, recollides en dos llibres que segueixen una metodologia diferent. El primer llibre català es titula *Prevenició del risc sanitari derivat de la reutilització de les aigües residuals com a aigües de reg*, i el segon, *Guia per al disseny i el control sanitari dels sistemes de reutilització d'aigües residuals*.

Finalment, ressenyem que les illes Canàries tenen un règim d'aigües diferent de la resta de l'Estat. En aquesta comunitat autònoma, l'aigua no és de domini públic, i en aquests moments l'aigua residual ja està en el mercat i es ven.

### La posició del Grup Agbar

En la gran majoria dels casos, els projectes de reutilització d'aigües residuals desenvolupats pel Grup Agbar s'han dut a terme basant-se en les recomanacions de l'OMS. Després d'analitzar el context sociocultural i econòmic d'Espanya, el nostre Grup aposta per una filosofia basada en els criteris de l'OMS, que consoliden la gran tendència generada pels exemples de les illes Balears, Andalusia i Catalunya, i per una política que integri els conceptes de "Bones Pràctiques de Reutilització" i d'"Anàlisi de Riscos i Punts Crítics".

En el nostre país, concretament, a les instal·lacions gestionades pel Grup Agbar, el volum de reutilització d'aigües depurades assoleix el 35%. Els objectius que ens plantejem en aquest camp es resumeixen en:

- El millorament del balanç hidrològic de les zones deficitàries.
- La gestió d'un risc associat a la utilització d'un producte vector de malalties i que pot contenir elements no desitjables per a la seva aplicació.
- La utilització de les millors tecnologies disponibles, amb la finalitat de minimitzar els riscos sanitaris.

Concloem aquest document amb dos exemples de recerca i desenvolupament en reutilització d'aigües depurades que es duen a terme amb l'impuls decidit del nostre Grup: programa DEREÀ i programa DRAC.

El primer, desenvolupat a Canàries i fruit d'un acord entre el govern espanyol i la Fundació Agbar, es basa en procediments intensius: microfiltració, físico-

químic, osmosi inversa, electrodiàlisi reversible.

En el programa DRAC participa el govern de la comunitat autònoma de Catalunya, les universitats de Barcelona i de Montpeller, el CIRSEE (Centre Internacional de Recerca de l'Aigua i el Medi Ambient) i la Fundació Agbar. Es treballa amb procediments intensius i extensius.



Vista general de la bassa d'infiltració-percolació i detall dels aspensors de la planta de tractament terciari de Piera (Barcelona)

## Water reuse

### Introduction

Reuse is a key concept in the environment. The lack or scarcity of resources has become a problem whose solution is a constant challenge to attain sustainable development. Water reuse is one of the actions contributing to the reasonable use of such a valuable resource.

The wastewaters generated in the human and industrial activity are collected by several sewer systems and led to a WWTP (wastewater treatment plant) in order to be purified. There they are submitted to several primary and secondary treatments, thus attaining a perfectly adequate quality to dump them in natural waters but, in general, insufficient to directly reuse them.

The so-called tertiary treatments, designed according to the later use and mainly consisting of filtration and disinfection processes, make it possible to obtain high quality regenerated water, which can be reused with no risk for users.

The main current use of regenerated water is irrigation, both in agriculture and leisure areas (golf, gardens and parks, sports centres). It is important

to highlight that day by day it is increasingly reused in industries (cooling, cleaning), in urban areas (street and car cleansing), in the conservation and regeneration of swamps or natural areas and, in some cases, in the recharge of aquifers (littoral layers to limit seawater intrusion and aquifers intended for irrigation).

In short, the reuse of regenerated water makes it possible to reserve natural fresh waters, surface waters or ground waters to produce drinking water, constitutes an alternative source of water resources and contributes to use them in a planned way, in particular in a region lacking such resources as the Mediterranean.

### The framework of reuse

In a summarised way, we could state that the direct reuse of wastewaters in Spain has actively developed as a result of:

- The increase in water demand.
- The rise in the number of wastewater treatment plants built and in operation.
- The scarcity of water resources.
- The new sanitation policies (establishment of sensitive areas, application of the new regulation on dumping of wastewaters in bathing areas, development of mollusc cultures, etc.)
- The deterioration of the quality of surface and ground waters.
- The concern for the reduction of health risks caused by the dumping of treated and untreated wastewaters.

This development has been planned with the aim of supplying water for uses that do not need a high quality of the resource; protecting the quality of the receiving body of water by controlling dumping and looking for new alternative, nonconventional resources.

Reuse must be defined almost exclusively in places where there is a need to increase the amount of water for uses sustaining economic development, not only for municipal supply, but also for industry, agriculture and landscape resources intended to improve the country's image.

From the point of view of quality and sustainability, we can state that demand and resources are closely related, because it is difficult to maintain the quality of resources when there is a small amount of them.

In other words, we have to protect natural resources of good quality and intend them mainly for uses presenting the highest qualitative (drinking water supply) and quantitative (essential ecological flows) requirements; and, at the same time, consider regenerated waters not only an alternative source but also a new product, raw material or resource within the global market of water supply and sanitation. This product will have to compete with the traditional resources to which an economic value must be recognised and officially given.

### Reuse projects

When it comes to decide about the feasibility of a reuse project, the following points should be taken into account:

- The cost of other alternatives.
- The social benefit or lower risk for the user of waters of lower quality, resulting from the release of natural flows for municipal supply.

- The technical and socioeconomic feasibility of the project.
- The optimisation of the resources available.

On the other hand, it is necessary to assess the sociological aspects intervening in the decision-making of projects as the ones we are dealing with. Thus, it will be necessary to develop a series of aspects that will increase the chances of success of a reuse project. For example, the following points should be encouraged:

- The concept of regenerated water as a product, resource or raw material, and not as purified waste.
- The acceptance of the water user: the farmer (or another user).
- The knowledge of the resource: its quality and limitations.
- A good communication policy.
- The good use of the resource.
- A good identification of the weak points of regeneration systems (reliability).

- A clear legislation, establishing the framework for action (see further on, in this document, the situation in Spain).

In places where water resources are not scarce (such as France, north of Italy and continental Greece) the benefits of reusing wastewaters must be integrated in a scheme for the protection of the environment and public health, and be incorporated in economic studies as a tool for solving a specific problem.

Economic development based on tourism, and its consequence, the need to extend purification, have led to the scarcity of untreated water and to the appearance of a new resource, water with a secondary treatment. Consecutively, and once secondary treatments were established, tertiary and regeneration treatments have started to be developed. At present, research is being conducted on the most adequate disinfection treatments for regenerated wastewaters (table 1).

Type	Method	Observations
Chemical	Chlorine (gas or liquid)	Reference method Important formation of by-products in the presence of organic matter and ammoniacal nitrogen
	Chlorine dioxide	The ClO <sub>2</sub> does not form chloramines because it does not react with NH <sub>4</sub>
	Peracetic acid	A few results in wastewater disinfection The formation of by-products is not very well known
	Ozone	A few results in wastewater disinfection Less generation of by-products than with chlorine
Physical	Membrane technologies	The pore size establishes the capacity of disinfection The most used are UF (ultrafiltration) and MF (microfiltration) High cost The disinfection capacity is independent of the quality of the affluent and the flow
	Ultraviolet radiation	Interferences with suspended solids It needs maintenance (lamp cleaning)
Biological	Lagooning	Problems of final quality (algae generation)
	Wetlands	To choose well the type of macrophytes
	Interseasonal storages	For agricultural irrigation systems Possible problems of final quality (very long residence times, algae content)
Chemical, physical and biological	Infiltration-percolation	It combines physical filtration with the action of a biofilm It modifies the forms of nitrogen

Table 1: Most common disinfection methods for wastewaters and some of their main characteristics (modified from Salgot et al., 1996)

## Wastewaters as an alternative source of resources

In situations of water scarcity, the alternatives available, to satisfy the water demand in a region are of three types:

1. *Provision of new conventional water resources*, by building big water infrastructures or increasing the extractions from the environment.
2. *Reduction in demand*, through a rational use of it and encouraging saving and recycling.
3. *Increase in the resources available*, by reusing regenerated wastewaters for different uses in a planned way. Other alternatives in this respect are desalination of sea water or catchment of atmospheric or runoff waters.

This document deals with the third alternative and, particularly, on planned wastewater reuse.

### Regenerated wastewater reuse

Reuse increasingly consolidates as an alternative source of resources due to several reasons:

- *Current state of purification and regeneration technologies.* Wastewater treatment plants will furnish the essential resource, purified wastewater. In principle, regeneration technologies are exclusively used to produce water that will be reused after the conventional purification treatments (secondary), which will produce the purified wastewater resource.
- *The relative growth and the change of characteristics in drinking water demand.* In Spain, even though the number of inhabitants has not perceptibly increased in the last few years, the unit water consumption per inhabitant and day did increase in the last decade, thanks to the better quality of life. On the other hand, we are attending a spatial concentration of demand owing to urbanisation.
- *Increase in the potabilisation cost.* The current quality requirements, and the cost of the new technologies to potabilise a water of increasingly lesser quality at source, result in this cost increase.
- *Strong growth of nondrinking water demand.* The current policy of European subsidies to agriculture and irrigation

requirements for green areas and leisure uses favour the increase in nondrinking water demand. On the other hand, it is necessary to consider that the demand for most of these uses is seasonal and coincides with the demand of the tourist period in the Mediterranean.

### Reuse and the anthropic water cycle

Traditionally, the use of water extracted from the natural cycle intended for anthropic uses has been considered absolutely linear. If there are enough resources, its use will continue to be linear; in case of water scarcity, the social pressure and the current policy favour both recycling and reuse.

In the last few years, it has also been necessary to show an adequate interest in the needs of minimum (ecological) flows guaranteeing the continuity of ecosystems linked to water resources.

<b>Tertiary filtration treatments</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Modified infiltration-percolation</li> <li>■ Sand filtration</li> <li>■ Multilayer filtration</li> </ul>
<b>Disinfection treatments</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>Physical:</b> ultraviolet</li> <li>■ <b>Chemical:</b> ozone, chlorine; peracetic acid</li> <li>■ <b>Physical, chemical, biological:</b> infiltration-percolation</li> <li>■ <b>Biological:</b> lagooning, wetlands</li> </ul>
<b>Membranes techniques</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Microfiltration</li> <li>■ Ultrafiltration</li> <li>■ Reverse osmosis</li> <li>■ Reversible electrodialysis</li> </ul>
<b>Other interesting treatments</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Chlorine dioxide disinfection</li> <li>■ Lagooning extensive treatment</li> <li>■ Wetland extensive treatment</li> </ul>

Table 2: Possible classification of wastewater regeneration treatments

## The different uses

When purified wastewater is recovered and submitted to regeneration treatments (table 2), it is not waste any more and becomes raw material or a resource.

It is important to make a distinction, that is to say, clearly differentiate between the concepts of purification and regeneration.

The aim of purification is to obtain an effluent obeying the regulations concerning the quality of water (organic matter, suspended solids and occasionally nutrients) in order to dump it in the environment.

In the case of regeneration, the aim is to obtain a water quality specific to its later reuse (use). This use will determine:

- The requirable quality criteria.
- The regeneration process or processes.
- The economic feasibility of reuse (taking into account the socioeconomic criteria of the environment).

The main uses of reuse in Spain are summarised in table 3.



Type of reuse	Quality	Applications	
Urban uses	No restrictions (maximum quality)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Irrigation of green areas</li> <li>- Other uses</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Municipal parks</li> <li>- Public gardens</li> <li>- School playgrounds</li> <li>- Air conditioning</li> <li>- Ornamental fountains</li> <li>- Fire water</li> <li>- Private gardens</li> <li>- Sport grounds</li> </ul>
	Irrigation in areas of restricted access (use control)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Irrigation of areas where the access of public is rare and controlled</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cemeteries</li> <li>- Green belts</li> <li>- Residential areas</li> <li>- Green areas in communication routes</li> </ul>
	Other uses without maximum quality		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Car cleaning</li> <li>- Street cleansing (flushing)</li> <li>- Flushing water</li> <li>- Construction</li> </ul>
Agricultural irrigation	Crops intended for human consumption		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Unprocessed crops intended for human consumption</li> </ul>
	Crops that are not consumed or that are consumed after being processed		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Forages, pastures</li> <li>- Fibre</li> <li>- Nurseries, seeds</li> <li>- Aquaculture</li> <li>- Sylviculture</li> </ul>
	Crops with drip surface irrigation	<ul style="list-style-type: none"> <li>- With chances of contact with public and workers</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Without quality limitation for surface growing</li> </ul>
	Crops with drip underground irrigation	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Without chances of contact with public and workers</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Without quality limitation for surface growing</li> </ul>
Leisure uses (recreational)	No restrictions (maximum quality)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- With contact water/user</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Swimming</li> <li>- Snow production</li> </ul>
	Use control	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Activities without contact</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Golf courses</li> <li>- Fishing</li> <li>- Rowing/navigation</li> </ul>
Environmental improvement		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Creation of water courses or ponds</li> <li>- Creation of wet areas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Wet areas for water treatments</li> <li>- Recovery/maintenance of wet areas</li> </ul>
Groundwater recharge	Quality of drinking water	<ul style="list-style-type: none"> <li>- In-depth application</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Recharge of aquifers exploited for supply</li> </ul>
	Other qualities	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Surface application</li> <li>- In-depth application</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fight against subsidence</li> <li>- Fight against intrusion</li> <li>- Wastewater treatment</li> </ul>
Livestock	Potable quality		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Drinking water</li> </ul>
	Nonpotable quality		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cleanings</li> <li>- Waste transport</li> </ul>
Animal aquaculture			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fish and mollusc breeding</li> </ul>
Industrial reuse		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Process water</li> <li>- Cleaning/washing water</li> <li>- Cooling</li> <li>- Public works</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Boilers</li> <li>- Refrigeration water</li> <li>- Cooling water</li> <li>- Dust control</li> <li>- Soil compaction</li> </ul>
Drinking reuse	Potable quality	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Supply water</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Total supply</li> </ul>
	Multiple barrier concept		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Blend with other sources</li> </ul>
Water masses	Flow	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Running waters</li> <li>- Stagnant waters</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Water replacement</li> <li>- Minimum flow</li> <li>- New masses</li> </ul>

Table 3: Types of reuse of wastewater (modified from Asano, 1998 and Crook, 1998)



## Legal background and regulations

Obviously, before starting any reuse project, it is imperative to consider what the legal framework applicable to each circumstance is.

It is important to emphasise that in Spain national rules on the use of regenerated wastewater are lacking. There are no regulations either for irrigation waters in general, even though it is important to highlight that at the date of redaction of this document, reuse regulations are being prepared.

This nonexistence of general laws, together with the temporary lack of resources, current or expected, and the pressure to start reuse projects, have led some autonomous regions to adopt provisional regulations and develop their own criteria to satisfy regenerated wastewater demands.

- In the Balearic Islands, Decree 13/1992, regulating the methods for wastewater removal, including irrigation, was promulgated. As for reuse as irrigation water, the decree is almost an exact reference to the WHO recommendations. There are two legal provisions in the Balearics: the first one (33/1987) and the second one (Law 12/1988 of golf courses).

- The governments of Andalusia and Catalonia took another type of initiative and published their own criteria, also based in both cases on the WHO criteria. In Andalusia, they published *Wastewater reuse: criteria for health assessment of projects for direct reuse of purified urban wastewaters*, and, on the other hand, in Catalonia, some recommendations, in 1994, included in two books following a different methodology. The first Catalan book is entitled *Prevention of the health risk resulting from the reuse of wastewaters as irrigation waters*, and the second, *Guide for the design and health control of wastewater reuse systems*.

Finally, let us indicate that in the Canary Islands, the water system is different from the rest of the State. In this autonomous region, water is not of public property, and at this moment wastewater is already in the market and being sold.

### **The Agbar Group's position**

In most cases, the projects for the reuse of wastewaters developed by the Agbar Group have been carried out on the basis of the WHO recommendations. After analysing the sociocultural and economic context in Spain, our Group advocates a philosophy based on the WHO criteria, which consolidate the big trend generated by the examples of the Balearic Islands, Andalusia and Catalonia, and a policy integrating the concepts of "Good Practice in Reuse" and "Analysis of Risks and Critical Points".

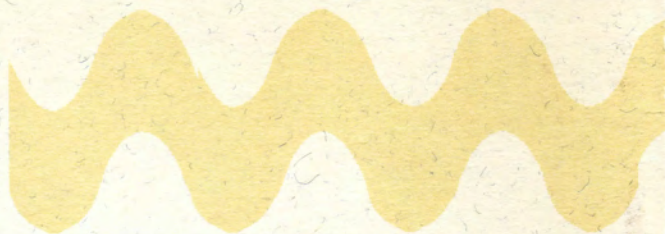
In our country, in particular at the facilities managed by the Agbar Group, the volume of reuse of purified wastewaters amounts to 35%. The targets we consider in this field can be summed up in:

- The improvement of the water balance in deficient areas.
- The management of a risk linked to the use of a disease vector product that may contain undesirable elements for its application.
- The use of the best available technologies, with the aim of minimising health risks.

We conclude this document with two examples of research and development in reuse of purified wastewaters that are being carried out with the decided impulse of our Group: DEREA programme and DRAC programme.

The first one, developed in the Canary Islands and resulting from an agreement between the Spanish government and the Agbar Foundation, is based on intensive procedures: microfiltration, physicochemical, reverse osmosis, reversible electro dialysis.

The participants in the DRAC programme are the government of the autonomous region of Catalonia, the universities of Barcelona and Montpellier, the CIRSEE (Water and Environment International Research Centre) and the Agbar Foundation. They work with intensive and extensive procedures.



Juny 2002



Domicili Social  
Passeig de Sant Joan 39 -43  
08009 Barcelona - España  
Tel. 93 342 20 00 - Fax: 93 342 26 70

Editat per la Direcció de Coordinació  
Mediambiental i Institucional  
d'AGBAR

