



## **La utilització d'aigües reciclades en jardineria**

**8è congrés de l'APEVC  
Cambrils, novembre de 2002**

### Aspectes reglamentaris de la reutilització d'aigües residuals

Miquel Salgot  
Laboratori d'Edafologia  
Facultat de Farmàcia  
Universitat de Barcelona

Joan XXIII s/n  
08028 Barcelona

[salgot@farmacia.far.ub.es](mailto:salgot@farmacia.far.ub.es)

Alba Pascual  
Servei de Sanitat Ambiental  
Direcció General de Salut Pública  
Generalitat de Catalunya

Travessera de les Corts, 131-159  
08028 Barcelona

## Introducció

Les necessitats creixents d'aigua, impulsades per la demanda associada al desenvolupament econòmic (turisme, conreus agrícoles, millor nivell de vida, etc.) fan que en molts llocs es trenqui l'equilibri entre oferta i demanda pel que fa als recursos hídrics.

En les zones àrides i semiàrides, aquest problema es fa més greu pel fet que la disponibilitat anual de recursos no és gens constant i depèn de factors aleatoris, principalment de la pluja. Per tal d'intentar reduir aquest problema a nivells acceptables, es pot recórrer als recursos no convencionals, com són les aigües residuals depurades (regenerades) o la desaliniació d'aigua de mar. En teoria, les administracions amb competències hidràuliques a l'estat espanyol estan potenciant la reutilització planificada de les aigües regenerades.

El desenvolupament dels plans de sanejament, que ha implicat la creació de nombroses estacions de tractament d'aigües residuals urbanes (EDAR), l'elevada demanda puntual d'aigua per a reg i d'altres usos estacionals, i la necessitat d'alliberar cabals de qualitat per a destinar-los a l'abastament públic estan afavorint el canvi de les pràctiques tradicionals, que consistien habitualment en el vessat al medi de les aigües residuals depurades i la seva posterior utilització, prèvia dilució teòrica i autodepuració (reutilització indirecta). En l'actualitat, les aigües tractades, prèvia regeneració, es reutilitzen principalment pel reg agrícola o per activitats relacionades amb el lleure, com el reg dels camps de golf.

Les possibilitats de reutilització directa, tal i com s'indica en la Taula 1, són molt nombroses i s'estenen pràcticament a tots els usos descrits per a l'aigua de primera ma. A Espanya, les possibilitats teòriques tan sols resten limitades per la prohibició d'ús pel consum humà, excepte en situacions catastròfiques o d'emergència (Llei d'Aigües, 2001).

Taula 1. Usos de l'aigua residual regenerada (Salgot, 2000)

Tipus de reutilització	Aplicacions		
<b>Usos urbans</b>	Sense restriccions (qualitat màxima)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reg de zones verdes</li> <li>• Altres usos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Parcs urbans</li> <li>• Jardins públics</li> <li>• Patis d'escola</li> <li>• Aire condicionat</li> <li>• Fonts ornamentals</li> <li>• Aigua per incendis</li> <li>• Jardins privats</li> <li>• Camps d'esport</li> </ul>
	Reg en zones d'accés restringit (control d'ús)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reg de zones en les que l'accés de públic és poc freqüent i controlat</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cementiris</li> <li>• Cinturons verds</li> <li>• Àrees residencials</li> <li>• Zones verdes en vies de comunicació</li> </ul>
	Altres usos sense qualitat màxima		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Neteja de vehicles</li> <li>• Neteja de carrers</li> <li>• Aigua per cisternes d'inodor</li> <li>• Construcció</li> </ul>

<b>Regs agrícoles</b>	Conreus per consum humà		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cultius per consum humà no processats</li> </ul>
	Conreus que no es consumeixen o que es consumeixen després de processar-los		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Farratges, Pastures</li> <li>• Fibra</li> <li>• Vivers, llavors</li> <li>• Aqüicultura</li> <li>• Silvicultura</li> <li>• Biomassa vegetal</li> </ul>
	Conreus amb reg localitzat superficial	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Possibilitats de contacte amb públic i treballadors</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sense limitació de qualitat per conreus aeris</li> </ul>
	Conreus amb reg localitzat subterrani	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sense possibilitats de contacte amb públic i treballadors</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sense limitació de qualitat per conreus aeris</li> </ul>
<b>Usos lúdics (de lleure)</b>	Sense restriccions (qualitat màxima)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Amb contacte aigua/usuari</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Natació</li> <li>• Fabricació de neu</li> </ul>
	Control d'ús	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Activitats sense contacte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Camps de golf</li> <li>• Pesca</li> <li>• Rem/Navegació</li> </ul>
<b>Millora ambiental</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Creació de corrents d'aigua o estanys</li> <li>• Creació de zones humides</li> <li>• Millora de paisatges</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zones humides per tractaments d'aigua</li> <li>• Recuperació/manteniment de zones humides</li> <li>• Implantació/canvis de vegetació</li> </ul>
<b>Recàrrega d'aigües subterrànies</b>	Qualitat d'aigua potable	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicació en profunditat</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recàrrega d'aqüífers explotats per abastament</li> </ul>
	Altres qualitats	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicació en superfície</li> <li>• Aplicació en profunditat</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lluita contra subsidència</li> <li>• Lluita contra intrusió</li> <li>• Tractament d'aigües residuals</li> </ul>
<b>Ramaderia</b>	Qualitat potable		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aigua de beguda</li> </ul>
	Qualitat no potable		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Netejes</li> <li>• Arrossegament de residus</li> </ul>
<b>Aqüicultura animal</b>			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Crià de peixos i mol·luscs</li> </ul>
<b>Reutilitzacions industrials</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aigua de procés</li> <li>• Aigua per neteja/rentat</li> <li>• Refredament</li> <li>• Obres públiques</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calderes</li> <li>• Aigua per a refrigeració</li> <li>• Aigua per a refredament</li> <li>• Control de la pols</li> <li>• Compactació de sòls</li> </ul>
<b>Reutilització potable</b>	Qualitat potable Concepte de barrera múltiple	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aigua d'abastament</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proveïment total</li> <li>• Barreja amb d'altres fonts</li> </ul>
<b>Masses d'aigua</b>	Cabal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aigües corrents</li> <li>• Aigües estancades</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Substitució d'aigües</li> <li>• Cabal mínim</li> <li>• Noves masses</li> </ul>

A Espanya, la normativa vigent (Llei d'Aigües, 2001 i RDPH, 1986), que exigeix un informe sanitari vinculant en tots els supòsits de reutilització directa d'aigües residuals depurades, comporta la implicació dels professionals de la administració sanitària en aquests projectes. En conseqüència, cal disposar d'una metodologia que permeti establir pautes i criteris per afavorir la pràctica de la reutilització d'aigües residuals amb el major grau possible de protecció de la salut de la població.

## Normativa existent

Les directrius i les normatives desenvolupades per diversos països han evolucionat sota la influència de les necessitats d'aigua, les condicions sanitàries i de depuració imperants i les consideracions de lleure i econòmiques. A principis del segle XX, les úniques normes existents, les de Califòrnia (2000) eren extremadament restrictives i sense una base epidemiològica ferma. En efecte, s'indicava una qualitat microbiològica de 2,2 coliformes totals/100 mL. El 1973, la USEPA recomanà que l'aigua utilitzada per a reg no superés els 1000 coliformes fecals/100 mL; norma molt menys exigent però que es considerà segura, ja que en aquella època la major part dels Estats de USA permetien la banyada amb aquest contingut de coliformes fecals.

El 1986 es publicaren els estudis del Banc Mundial i d'Engelberg corresponents aquests darrers a una iniciativa de l'OMS. En aquests, després d'una revisió bibliogràfica sobre els aspectes de microbiologia, epidemiologia, sociologia i tècniques d'ús de les aigües residuals, es donaren a conèixer els principals riscos sanitaris que podrien relacionar-se amb l'ús d'aigües residuals en agricultura. Es van establir recomanacions microbiològiques (menys de 1000 CF/100 mL), nematològiques (menys d'1 ou d'helmit/L) i tecnològiques (temps de retenció de 20-25 dies en sistemes de 4-5 llacunes d'estabilització).

El 1989 va aparèixer el document de l'OMS *Directrius sanitàries sobre l'ús d'aigües residuals en agricultura i acuicultura* que recull els criteris d'Engelberg, amb l'objectiu principal de combatre els riscos de les malalties transmissibles, tractant molt somerament els contaminants químics.

El 1992, la U.S. EPA va publicar el document *Manual: guidelines for water reuse* on s'exposen les línies bàsiques de reutilització aplicables als estats americans que no disposen de reglamentació pròpia: Les recomanacions de qualitat pels paràmetres microbiològics són molt estrictes, reduint considerablement els límits establerts per l'OMS i establint límits pels compostos inorgànics. S'indiquen per a cada tipus de reutilització el tractament demanat, la qualitat de l'aigua i la distància de seguretat a captacions d'aigua de consum o a zones d'accés públic.

A Espanya, la reglamentació sobre reutilització d'aigües residuals urbanes depurades és quasi inexistent. La legislació bàsica es redueix a l'article 109 del "Real Decreto Legislativo 1/2001", de 20 de juliol, pel que s'aprova el text refós de la Llei d'Aigües i al capítol III del Títol II del RD 849/1986, d'11 d'abril, que aprova el Reglament del Domini Públic Hidràulic. Ambdues normes indiquen que el Govern establirà les condicions bàsiques de la reutilització directa, en funció dels processos de depuració, la seva qualitat i els usos previstos.

Malgrat el temps transcorregut, no s'ha procedit a desenvolupar la normativa bàsica. A nivell autonòmic únicament la Comunitat Autònoma de les Illes Balears ha dictat normes específiques en el Decret 13/1992, de 13 de febrer, que regula l'evacuació dels vessats



líquids procedents de plantes de tractament d'aigües residuals urbanes. La preocupació pels aspectes relacionats amb la reutilització ja havia estat evident en normatives anteriors d'aquesta Comunitat Autònoma, especialment en el Decret 33/87, de 21 de maig, que declara d'utilitat pública a les Balears les actuacions encaminades a reordenar l'agricultura amb la utilització d'aigües residuals depurades i en la Llei 12/1988, de 17 de novembre, de camps de golf.

No obstant, el RD 849/1986 va establir que en tots els casos de reutilització directa d'aigües residuals, l'Organisme de Conca havia de demanar un informe de les autoritats sanitàries, amb caràcter vinculant.

Amb base en aquesta necessitat, algunes Comunitats Autònomes elaboraren diversos documents que fixaven, com a recomanacions provisionals, criteris d'avaluació sanitària dels projectes de reutilització d'aigües residuals depurades. Quasi simultàniament, el 1994, Andalusia i Catalunya publicaren els seus respectius manuals.

Des d'aquestes dates fins l'actualitat no s'ha desenvolupat la normativa prevista, si bé alguns plans hidrològics de conca incorporen criteris de qualitat per a la reutilització de les aigües residuals depurades (per exemple el de les Illes Balears) i el Ministeri de Medi Ambient està preparant una norma, basada en un estudi elaborat per un Comitè de Experts el 1999, i redactat finalment pel CEDEX el març de 2001, per a l'establiment de les qualitats mínimes exigides per la reutilització directa d'efluents depurats segons els diferents usos possibles, així com d'aspectes relatius a la metodologia, freqüència de mostreig i criteris de compliment dels controls analítics.

Independentment, cal considerar també, encara que tan sols sigui en alguns casos concrets de reutilització d'aigües residuals depurades en espais d'ús col·lectiu en establiments industrials, la publicació del RD 909/2001, de 27 de juliol, pel que s'estableixen els criteris higiènic-sanitaris per la prevenció i control de la legionel·losi.

Es pot consultar un estudi extens sobre la legislació en reutilització a nivell mundial a Salgot i Angelakis (2001).

Pel que fa als desenvolupaments futurs de la legislació en reutilització que ens poden afectar, és sabut que hi ha diversos contactes entre la Unió Europea i l'OMS per un desenvolupament conjunt de normativa mediterrània i europea i diverses iniciatives privades, entre les que destaca la liderada per l'IME i d'altres organismes, que pretén assolir un acord a nivell mediterrani. En el primer cas, OMS-UE, s'intenta d'una part establir criteris de qualitat per les aigües regenerades a reutilitzar en reg i per l'altra aconsellar sobre la recàrrega de aquífers amb aigües de diverses procedències, incloent les residuals regenerades.

De tota manera, és obvi que únicament amb la legislació no es pot regular un risc cert existent en la reutilització d'aigües residuals; són necessàries altres eines entre les que



destaquen les bones pràctiques d'ús de l'aigua regenerada i la determinació i gestió dels riscos sanitaris associats a la pràctica.

En tot cas, les tendències actuals en els països desenvolupats, com es a França (Brissaud, 2000) tendeixen a plantejar l'autorització dels projectes de reutilització cas per cas, considerant tots els aspectes tècnics, tecnològics, sanitaris i socials.

## **2. Autorització i revisió de projectes de reutilització directa d'aigües residuals depurades per a reg.**

Els projectes de reutilització s'haurien de plantejar en diverses etapes abans de ser presentats a les autoritats implicades en la seva aprovació. Els estudis inicials, denominats habitualment de factibilitat, comproven que no existeixin limitacions importants que obliguin a descartar els projectes en una fase primerenca (per exemple aqüífers molt somers, zones de protecció ambiental especial, etc.). Aquesta passa prèvia pot permetre l'estalvi de temps i diners en evitar moltes actuacions inútils.

Un cop s'ha comprovat que el projecte es factible, almenys pel que fa als seus indicadors més importants, s'ha de preparar un projecte avançat, que caldrà presentar a les autoritats implicades abans de procedir a l'elaboració del projecte constructiu. Tot seguint l'ordenament jurídic espanyol, s'haurà de presentar a les autoritats competents en matèria d'aigües que també hauran de sol·licitar l' informe vinculant de les autoritats sanitàries.

### **2.1. La revisió sanitària**

La revisió dels projectes de reutilització per part de les administracions sanitàries exigeix, inicialment, considerar els aspectes normatius d'aplicació en l'àmbit territorial específic i, complementàriament, valorar els possibles riscos sanitaris per les poblacions que directa o indirectament foren afectades per la reutilització de les aigües residuals depurades. Cal dir també que els informes sanitaris haurien de fixar les mesures correctores i preventives no previstes en el projecte i que permetin la reutilització directa amb les garanties màximes.

És evident que les activitats descrites anteriorment impliquen un cert risc sanitari, ja que les aigües residuals depurades poden acomboiar diversos contaminants potencialment perjudicials per la salut. Els contaminants d'interès sanitari presents en les aigües residuals depurades es poden classificar de forma general en agents biològics i agents químics i poden establir-se diferències en el seu temps d'acció (vegeu la Taula 2).

Pel que fa al risc microbiològic, el perill principal de l'ús d'aigües residuals depurades es l'adquisició d'infeccions o malalties transmissibles d'origen hídric, adquirides per inhalació, contacte o ingestió, directa o indirecta, de possibles organismes patògens presents en aigües, aerosols o conreus destinats al consum humà o animal.

Pel que fa als contaminants químics, la seva importància rau principalment en la possibilitat que puguin produir efectes tòxics perjudicials a llarg termini, ja sigui pel consum d'aigües contaminades per les aigües residuals reutilitzades, be per ingestió d'altres productes de consum en els que els contaminants poden haver patit un procés de bioacumulació.

S'ha de considerar que la reutilització genera un risc que s'ha d'assumir des del punt de vista sanitari. Es poden plantejar dues alternatives, el risc zero i el risc assumible o acceptable.

El concepte de risc zero no és real, sinó més exactament un intent que el risc tendeixi a ser nul. Aquest és el cas de la legislació tipus Califòrnia pel reg de conreus de consum, que exigeix uns nivells de qualitat de l'aigua regenerada pràcticament d'aigua potable. En el cas del risc assumible es treballa amb uns nivells de qualitat de l'aigua regenerada menys exigents, però que es considera que no tenen en la pràctica riscos per la salut, mitjançant la comparació amb d'altres estàndards relacionats amb l'aigua.

En aquest segon cas, i per tal de millorar el nivell de risc, es recorre a sistemes de gestió d'aquest, com poden ser les bones pràctiques de reutilització o els sistemes d'anàlisi del risc i control de punts crítics.

Taula 2. Fonts de risc associades amb la presència de patògens i components químics en l'aigua residual.

	Patògens	Components químics
Risc derivat de	"Consum" o contacte únic o repetit	"Consum" habitualment repetit
degut a	Bacteris Virus Helmints Protozous	Metalls pesants Nitrats i nitrats Microcontaminants orgànics
mitjançant	Beguda, Aerosols Consum de vegetals, marisc, etc. Contacte directe o indirecte, vectors	Beguda Consum de diversos tipus d'aliments
Si l'individu queda afectat	Normalment efectes immediats	Normalment efectes a mitjà i llarg termini

## 2.2. Avaluació del risc

Tota avaluació de risc s'ha de fonamentar en la informació existent i en raonaments lògics que permetin expressar la probabilitat de l'aconteixement i la gravetat de l'impacte sobre la salut de la població (determinació del risc). La caracterització o determinació del risc s'ha de basar en el coneixement de la relació entre la quantitat de substància perillosa o el



nombre de patògens present, i l'efecte que produeix; i en l'avaluació de la probabilitat d'exposició a l'agent estudiat; és a dir, aplicat al nostre cas, cal conèixer la qualitat de l'aigua usada i el grau d'exposició de les persones i els animals a l'aigua. Per últim, és extremadament important emprendre les actuacions adients per reduir el risc tant com sigui possible (gestió del risc). En conseqüència, s'han d'iniciar accions dirigides a la determinació i a la gestió del risc.

### Qualitat de l'aigua usada

És extremadament important tenir un coneixement com més exacte millor de la presència de contaminants biològics o químics en l'aigua residual destinada a ser reutilitzada. Aquesta presència depèn essencialment de:

1. L'origen de l'aigua residual, que afecta molt la seva composició. Malgrat els teòrics controls i reglaments de vessat, molt rarament un aigua residual te únicament vessats d'origen domèstic. Les aportacions a la xarxa de clavegueram acostumen a incloure, apart de les aigües de pluja i els que arrossegueu, una certa proporció d'aigua residual industrial més o menys tractada. En alguns casos també cal tenir present l'aportació de les aigües residuals procedents d'hospitals i la gestió intra-centre realitzada abans de la connexió a la xarxa de clavegueram.
2. El tractament de depuració i regeneració de les aigües residuals i la fiabilitat d'aquests processos. La majoria de les EDAR fa servir tractaments secundaris; en aquests tractaments s'aconsegueix una certa reducció de patògens en les aigües, però no es pot garantir la seva eliminació completa. El tractament secundari pot reduir en un 90% els continguts de bacteris i virus i es considera que els processos de sedimentació eliminen una part important dels quists/ooquists de protozous i dels ous d'helminth. No obstant, alguns tractaments terciaris (desinfecció, llacunes d'estabilització o instal·lacions d'infiltració-percolació) poden aconseguir efluents d'una qualitat microbiològica excel·lent per a reg o d'altres usos (Salgot, 2001).
3. L'eficiència dels tractaments en l'eliminació dels contaminants químics. Considerada la gran varietat de components químics presents en l'aigua residual, es fa difícil poder-los identificar i quantificar. Podem esmentar els metalls pesants, nutrients i microcontaminants orgànics com els més preocupants (Chang *et al.*, 1995) encara que Crook (1996) en descriu força més. Les seves vies d'entrada són els petits processos industrials associats a les activitats urbanes, els arrossegaments amb les aigües de pluja (Díaz-Fierros, 2000) i les entrades procedents de polígons industrials o grans indústries establertes en l'interior dels nuclis urbans. Els nutrients procedeixen de la descomposició de la matèria orgànica.

### Vies d'exposició



L'anàlisi de les situacions que permeten el contacte d'agents perjudicials per la salut amb la població no s'ha de centrar únicament en la ingestió d'aigua residual depurada, en el contacte amb pell i mucoses o en la inhalació d'aerosols. Els diferents tipus de reutilització poden provocar l'afectació de diverses matrius ambientals, entre les que podem destacar l'aire, les aigües naturals, el sòl i els vegetals:

#### - AIGÜES SUBTERRANIES I SUPERFICIALS

Poden ser afectades per percolació (subterrànies), per esorrentiu (superficials) o per aplicació directa (superficials per vessat i subterrànies per recàrrega directa). Les contaminacions poden ser de tipus microbiològic o químic, i tenen especial importància en el cas que les aigües naturals contaminades es facin servir pel consum humà. La possibilitat de contaminació dependrà de les característiques del contaminant o organisme pel que fa a la possibilitat de ser mobilitzat a través del sòl i, en el cas dels organismes patògens de les seves possibilitats de supervivència en el medi. Les característiques dels sòls i factors ambientals com són la radiació solar, la temperatura, la humitat relativa o la pluviometria, són aspectes que cal considerar per tal de valorar les possibilitats de supervivència i moviment dels contaminants.

#### - SISTEMES SÒL/PLANTA

Aquí cal establir una diferència en funció de que el sistema sòl/planta sigui únicament el receptor de l'aigua o es plantegi l'ús del sistema com a mètode de depuració addicional; o fins i tot una combinació dels dos usos.

Quan parlem de reg de conreus, primer cas, el mètode de reg condiciona les possibilitats de contaminació dels conreus; i són més recomanables aquells mètodes que impedeixen o redueixen el contacte de l'aigua amb el vegetal. El tipus de conreu també pot afectar la supervivència dels organismes, pel fet que la densitat i frondositat augmenten la supervivència en proporcionar més protecció contra la radiació i millorar les condicions d'humitat. Pel que fa als contaminants químics, els metalls pesants es poden considerar potencialment perillosos si s'introdueixen en els sòls de forma indiscriminada, especialment en conreus destinats al consum de les persones o a pastures, ja sigui per les seves possibilitats de bioacumulació en la cadena alimentària, o per la seva toxicitat pel bestiar.

Si es tracta de zones verdes d'accés públic o camps d'esports, s'ha de considerar el contacte directe i la possible entrada de microorganismes procedents de l'aigua en ferides.

#### - AEROSOLS

Els regs per aspersió poden produir aerosols que contenen contaminants biològics o químics. Les condicions ambientals com la humitat i la temperatura elevades, poden

afavorir la supervivència dels organismes i el regim de vents pot facilitar el transport dels contaminants cap a zones allunyades de la pròpia àrea de reutilització. En sistemes tancats com els hivernacles, aquest tipus de dispersió d'organismes pot tenir una importància sanitària més gran.

Aquestes consideracions ens situen en un complex sistema d'interrelacions en el que, independentment de les característiques de l'agent contaminant (capacitat infectiva del patògen, potencialitat tòxica del component químic...), els factors ambientals tenen un gran pes específic a l'hora de considerar els riscos per la salut de la població.

### **Persones i animals exposats**

La revisió dels estudis epidemiològics feta el 1986 per al Banc Mundial sobre els efectes sanitaris associats al reg amb aigües residuals sense tractar o parcialment tractades, identificava diversos grups de risc:

- les persones que consumien conreus o carn de bestiar que menjava pastures regades amb aigua residual,
- els treballadors de la zona, i
- les persones que residien prop de les àrees de reg.

Tot i que l'estudi es referia a l'ús d'aigües no depurades, es pot generalitzar i indicar que aquests grups de població s'haurien de considerar en qualsevol reutilització d'aigües residuals com els grups més susceptibles als possibles efectes perjudicials del reg.

Vistes les consideracions generals, una possible pauta per l'avaluació sanitària d'un projecte de reutilització requeriria disposar de la informació indicada en la Taula 3. En general, la part més gran de la informació forma part del projecte que ha d'aportar el peticionari conjuntament amb la sol·licitud de concessió administrativa que dirigeix a l'Organisme de Conca, d'acord amb l'establert en l'article 106.2 del RD 849/1986. En qualsevol cas, si la documentació aportada es considera insuficient, l'Administració pot sol·licitar la informació complementària necessària.

**TAULA 3: INFORMACIÓ NECESSÀRIA PER A L'AVALUACIÓ SANITÀRIA D'UN PROJECTE DE REUTILITZACIÓ D'AIGÜES RESIDUALS DEPURADES PER A REG**

QUALITAT DE L'AIGUA
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Origen del aigua residual i limitacions de vessat a la xarxa de clavegueram, si existeixen.</li> <li>• Tipus i fiabilitat dels tractaments de depuració existents /o previstos</li> <li>• Resultats analítics (paràmetres biològics i fisico-químics) de l'aigua residual depurada</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Programa d'autocontrol (manteniment d'instal·lacions i tipus i freqüència de controls analítics) que realitzarà el responsable de la reutilització</li> </ul>
<b>CARACTERISTIQUES DE LA ZONA DE REUTILITZACIÓ</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Descripció de la situació de la zona de reutilització (situació relativa d'aqüífers i masses d'aigua, distàncies a zones residencials i vies públiques, pendent del terreny, abast de la escorrentiu)</li> <li>• Estudi hidrogeològic que consideri les característiques de la zona d'aplicació i valori l'impacte de la reutilització sobre les aigües naturals, especialment aquelles susceptibles de ser utilitzades p el consum públic.</li> <li>• Fitxa de reg: tipus de vegetació o conreu, característiques del sistema de reg (material i instal·lacions), horaris o periodicitat de reg</li> </ul>
<b>EXPOSICIO DE POBLACIO I RAMADERIA</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mesures de limitació d'accés a la zona de reg de persones i animals de pastura (existència de tanques, horaris d' accés)</li> <li>• Mesures d'informació a la població i de formació dels treballadors</li> </ul>

### 2.3. Gestió del risc

Un cop determinat el risc cal procedir a la seva gestió. Tal com s'ha indicat anteriorment, existeixen diversos mètodes per això, basats en les pràctiques de bon ús i en la determinació de punts de risc i de control específic.

Tot projecte ha d'aportar una documentació específica en relació amb el risc, enfocada a fer mínimes, en tot el que es pugui, les conseqüències perjudicials per la salut; i amb aquest objectiu ha de ser avaluada. Per a això, s'aconsella que els tècnics responsables de fer els informes disposin d'unes directrius o recomanacions generals que garanteixin uns criteris uniformes, però que al mateix temps siguin prou flexibles per permetre que projectes no englobats en les definicions o atípics puguin ser avaluats de forma correcta.

Les recomanacions en vigor en la Comunitat Autònoma de Catalunya es van preparar amb aquest criteri, i es desglossen en unes recomanacions generals aplicables a qualsevol reutilització d'aigua residual com a aigua de reg (Taula 4) i en uns estàndards de qualitat fixats en funció de l'ús i de la població susceptible a l'exposició (Taula 5).

TAULA 4. RECOMANACIONS SANITÀRIES GENERALS EN REUTILITZACIÓ D'AIGÜES RESIDUALS DEPURADES COM A AIGÜES DE REG. DEPT. DE SANITAT I SEGURETAT SOCIAL. GENERALITAT DE CATALUNYA (1994, adaptat)

---

### 1. Qualitat de les aigües

- Preferiblement hauran ser de component domèstic
- No s'admetran les aigües residuals d'hospitals, sanatoris o escorxadors, sense dilució prèvia
- Qualitat química
  - B: menys d'1 ppm (màxim 2 ppm en conreus no sensibles)
  - Cd: menys de 0.01 ppm
  - Mo: menys de 0.01 ppm
  - Se: menys de 0.02 ppm

### 2. Condicions de la zona d'aplicació de les aigües residuals depurades

#### 2.1 Situació relativa a aquífers i masses d'aigua

- No es podran aplicar en terrenys de circulació preferencial, ni dins els límits dels perímetres de protecció de captacions d'aigua d'abastament.
- La profunditat mínima de l'aquífer serà d'1 m
- La distància a una massa d'aigua (riu, llac...) haurà de ser superior a 50 m

#### 2.2. Pendent del terreny

- Haurà ser menor del 15%, si es més gran hi haurà d'haver cobertura vegetal continua.

#### 2.3. Escorrentia

- Haurà d'estar confinada dins del perímetre de la zona autoritzada, fins i tot quan plou.

#### 2.4. tipus de reg

- Preferentment s'intentarà evitar la formació d'aerosols; es recomana l'ús de sistemes localitzats.
- Si el reg es per aspersió, els capçals hauran de ser baixa pressió i situats com més a prop possible de la superfície del sòl.

#### 2.5. Material i instal·lacions

- La planta de tractament o la instal·lació de reutilització haurà de tenir un sistema d'emmagatzematge d'una capacitat mínima equivalent a tres dies de producció.
- Les canalitzacions i el material de reg hauran d'estar senyalitzats convenientment per tal d'evitar confusions; sempre que es pugui s'evitaran conduccions obertes
- Si coexisteixen dos sistemes de distribució d'aigua en la zona d'aplicació hauran d'estar dissenyats de manera que sigui impossible l'entrada d'aigua residual en la xarxa d'aigua potable.

### **3. Exposició de la població general i ramadera**

- La zona d'aplicació haurà d'estar senyalitzada mitjançant cartells que indiquin l'origen de l'aigua de reg. En camps de deportes s'informarà als usuaris i es donaran les indicacions sanitàries oportunes
- Per evitar l'exposició a grups de població més susceptibles s'haurà de mantenir una distància mínima de 500 m a hospitals, escoles, etc.
- Si el reg es per aspersió s'haurà de mantenir una distància mínima de 100 m a àrees habitades i s'instal·laran pantalles de protecció contra els aerosols per evitar que assoleixin carreteres o d'altres vies de comunicació.
- Si el reg es per aspersió es realitzarà en presència d'un responsable i es suspendrà quan la velocitat del vent sigui superior a 0,5 m/s
- L'accés de persones a les zones de reg per aspersió tan sols serà permès quan no funcioni la instal·lació.
- La pastura de ramaderia de llet i carn es limitarà en funció de la qualitat de l'aigua utilitzada i de les condicions de reg

### **4. Exposició dels treballadors**

- Compliment de la normativa de prevenció de riscos laborals.

### **5. Autocontrol de la instal·lació**

- S'haurà de complimentar un registre d'incidències de la planta i de les mesures correctores adoptades
  - S'haurà de disposar d'un programa de manteniment de la instal·lació que pugui acreditar-se documentalment
  - S'haurà de disposar d'un programa de control analític de l'aigua utilitzada per a reg, que especifiqui el tipus de anàlisis i la seva freqüència, que pugui acreditar-se documentalment
-

**TAULA 5. ESTÀNDARDS DE QUALITAT D'AIGÜES RESIDUALS DEPURADES  
REUTILITZADES COM AIGÜES DE REG. DEPT. DE SANITAT I  
SEGURETAT SOCIAL. GENERALITAT DE CATALUNYA (1994)**

TIPUS D'AIGUA	A1	A2	B	C
<b>Qualitat de l'aigua</b>	<b>≤1 ou nematode/L</b> <b>≤200 CF/100 mL</b>	<b>≤1 ou nematode/L</b> <b>≤1000 CF/100 mL</b>	<b>≤1 ou nematode/L</b>	-
Tractament recomanat	Llacunes d'estabilització Temps de retenció ≥20-30 dies més desinfecció,  o tractament equivalent	Estanys d'estabilització Temps de retenció ≥20-30 dies  o tractament equivalent	Estanys d'estabilització Temps de retenció ≥8-10 dies  o tractament equivalent	Decantació primària (inclou físico-químico)
Tipus de reg permès	Localitzat  Superficial (inclòs el reg per aspersió)	Localitzat  Superficial (excepte el reg per aspersió)	Localitzat  Superficial (excepte el reg per aspersió)	Localitzat  Superficial
Tipus de vegetació regada	Vegetals de consum cru Camps esports Parcs públics amb contacte directe o possibilitat de producció de ferides)	Vegetals de consum no cru Camps de golf Parcs públics (sense contacte directe ni possibilitat de producció de ferides)	Fibra Farratge Arbres Prades	Fibra Farratge Arbres Prades
Pastura	Admès	Admès	Admès	Prohibit
Possibles poblacions exposades	Treballadors Consumidors Públic en contacte amb la gespa	Treballadors Consumidors Públic en contacte amb la gespa	Treballadors	-

Nota:

\* les espècies de nematodes que s'inclouen en aquestes normes son *Ascaris*, *Trichuris* i *Ancylostoma*.

\* els criteris de nematodes i de coliformes fecals es refereixen a mitjanes aritmètiques i geomètriques respectivament.

## Bibliografia



State of California (2000). Title 2000. Code of regulations. Division 4: Environmental Health. Chapter 3. Water recycling criteria. Dept. of Health Services. Sacramento, California.

Real Decreto legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de aguas (BOE nº 176, de 24 de julio de 2001).

SALGOT, M (2000). Normas de buena práctica en la reutilización de aguas. Tecno Ambiente, 98/99: 5-10.

Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, que aprueba el reglamento que desarrolla els Títols preliminar, I, IV, V, VI i VII de la Ley 29/85, de 2 de agosto, de aguas (BOE nº 103, de 30 de abril de 1986)

U. S. Environmental Protection Agency (1992). *Manual Guidelines for water reuse*. EPA/625/R-92/004. Technology Transfer. Environmental Protection Agency, Washington, D.C

H.I. SHUVAL, A. ADIN, B. FATTAL, E. RAWITZ, P. YEKUTIEL (1986). Wastewater irrigation in developing countries: health effects and technical solutions. World Bank Technical Paper Number 51, The World Bank, Washington, D.C.

Organización Mundial de la Salud (1989) Directrices sanitarias sobre el uso de aguas residuales en agricultura y acuicultura. Serie Informes Técnicos 778. Ginebra.

Llei 12/1988 , de 17 de desembre, de camps de golf (BOCAIB nº 145, de 3 de desembre de 1988).

Decret 33/1987, de 21 de maig, per el que es declara d'utilitat pública a les Balears les actuacions encaminades a reordenar l'agricultura amb la utilització d'aigües residuals un cop depurades (BOCAIB nº 69, de 2 de juny de 1987).

Decret 13/1992 , de 13 de febrer, per el que es regula la evacuació de vessats líquids procedents de plantes de tractament d'aigües residuals urbans. (BOCAIB nº 29, de 7 de març de 1992).

Consejería de Salud de la Junta de Andalucía- Fundación Empresa-Universidad de Granada (1994). Criterios para la evaluación sanitaria de proyectos de reutilización directa de aguas residuales urbanas depuradas. Granada.

Direcció General de Salut Pública. Departament de Sanitat i Seguretat Social. Generalitat de Catalunya (1994). Prevenció del risc sanitari derivat de la reutilització d'aigües





residuals depurades com a aigües de reg. Barcelona. Versió en castellà a <http://www.gencat.es/sanitat/es/csalutp.htm>

Propuesta de calidades mínimas exigidas para la reutilización directa de efluentes depurados según los distintos usos posibles, así como aspectos relativos a la metodología, frecuencia de muestreo y criterios de cumplimiento de los análisis establecidos, para incluir en una normativa de carácter estatal. CEDEX, marzo 2001.

Real Decreto 909/2001, de 27 de julio, per el que s'estableixen els criteris higiènic-sanitaris per la prevenció i control de la legionel·losi (BOE nº 180, de 28 de julio de 2001).

SALGOT, M., ANGELAKIS, A. (2001). Guidelines and regulations on wastewater reuse. Cap 23 a: Lens, P., Zeeman, G., Lettinga, G. (eds.). Decentralised sanitation and reuse: concepts, systems and implementation.. IWA Publishing, London.

BRISAUD, F. (2000). Comunicació personal.

SALGOT, M. (2001). Hygienic aspects of DESAR: water circuits. Cap. 24 a: Lens, P., Zeeman, G., Lettinga, G. (eds.). Decentralised sanitation and reuse: concepts, systems and implementation. IWA Publishing, London.

CHANG, A.C., PAGE, A.L., ASANO, T. (1995). Developing human health-related chemical guidelines for reclaimed wastewater and sewage sludge applications in agriculture. World Health Organization, Geneva.

CROOK, J. (1996). Water reclamation and reuse. Cap. 26 a: Mays, L.W. (ed.). Water Resources Handbook. McGraw-Hill.

DÍAZ-FIERROS, F. (2000). Tesi doctoral en Farmàcia. Universitat de Santiago de Compostela.

G.S. PETTYGROVE, T. ASANO, Eds. (1985). *Irrigation with Reclaimed Municipal Wastewater. A Guidance Manual*. Lewis Publishers, Inc. Chelsea, MI, USA. Edición traducida al castellano i editada por R. Mujeriego (1990).