



## IL RIUSO POTABILE DELLE ACQUE REFLUE, FRA UTOPIA E REALTÀ

**Paolo Roccaro**

Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura. Università di Catania

“Si può fare molto, perfino produrre acqua potabile dall’acqua reflua” è la risposta che ho dato ad alcuni studenti che mi chiedevano quali misure si potessero adottare per contrastare i problemi relativi alla crisi idrica. Tuttavia, la domanda necessita di una risposta più articolata che tiene conto dei diversi fattori (tecnici, sociali, culturali, economici e politici) che illustro in questa sede.

### Fattori economici e politici

Le scelte politiche sono spesso guidate dal denaro e dal *momentum*. Pertanto, il riuso delle acque reflue torna in primo piano solo quando si presenta una crisi idrica. D’altronde, ci sono tante notazioni storiche sull’argomento come quella di Thomas Fuller (1608-1661) “We never know the worth of water till the well is dry”. È infatti noto che il riuso delle acque reflue è

praticato in modo strutturato solo negli Stati dove la carenza di risorsa idrica è persistente (Texas, California, Singapore, Namibia, Florida, etc.). Mi colpì molto il caso del Queensland (Australia), dove, a causa di una lunga siccità, il governo decise di investire sul riuso delle acque reflue, realizzando rilevanti infrastrutture (Western Corridor Recycled Water Project). Era il 2009, quando partecipando ad un convegno a Brisbane, visitammo questi impianti e incontrammo diversi ricercatori internazionali che lavoravano presso centri di ricerca a supporto delle attività governative australiane. Un esempio virtuoso, penserete! Non tanto! Dopo qualche anno, passata la siccità, il sistema di riuso è stato abbandonato per ridurre i costi di gestione, non tenendo conto degli ingenti costi capitali affrontati per fronteggiare la crisi idrica e per garantire l’uso sostenibile dell’acqua.

### Fattori culturali e sociali

Il problema è quindi anche culturale, oltre che politico ed economico! Non è sostenibile usare acqua potabile per lo sciacquone del WC, per lavare le auto, per irrigare i campi agricoli, etc. Né tantomeno miscelare pochi grammi di feci e urine con diversi litri di acqua per poi cercare di separarli negli impianti di depurazione. Pertanto, mentre nei contesti industrializzati i sistemi centralizzati di depurazione evolvono verso le “bioraffinerie” per il recupero di risorse nell’ottica dell’economia circolare, nei nuovi insediamenti abitativi, specialmente in contesti di nuova realizzazione delle infrastrutture, si suggeriscono approcci diversi orientati verso i concetti di segregazione e di sistema decentralizzato che mirano all’uso sostenibile delle acque (SgROI et al., 2018; Tchobanoglous, 2020).

Tornando ai sistemi centralizzati (municipali o urbani), una delle limitazioni al riuso delle acque reflue è certamente la percezione pubblica. Molti progetti di riuso sono falliti per l’opposizione dei consumatori. È pertanto fondamentale lavorare con l’ausilio di professionisti della comunicazione per sensibilizzare la popolazione. D’altronde, poiché diverse fonti di approvvigionamento idrico convenzionali (acque superficiali e sotterranee) sono contaminate da reflui a causa del cosiddetto riutilizzo *de facto* (Rice et al., 2013), ovvero di un riuso non pianificato o accidentale, sarebbe più

logico per la popolazione accettare il riuso controllato e normato. Pertanto, il riuso indiretto non pianificato e non controllato, ampiamente diffuso in agricoltura, non può essere considerato una buona pratica. Di contro, per garantire un uso sicuro dell’acqua recuperata, è necessario implementare sistemi di riutilizzo pianificati e autorizzati secondo la normativa vigente. Spesso si dice che il regolamento sul riuso in Italia (DM 185 del 2003) sia molto stringente e quindi scoraggi l’implementazione di progetti di riuso dei reflui. Oggi vi sono molte aspettative nei confronti dell’implementazione del nuovo Regolamento (UE) 2020/741 che propone un approccio basato su pochi requisiti minimi di qualità delle acque e sull’analisi di rischio. Tuttavia, a parere dello scrivente, gli aspetti economici, sociali, culturali e politici, accennati in precedenza, potrebbero continuare ad avere il sopravvento sull’aspetto normativo. Sarà la carenza di risorsa idrica il principale driver del riuso delle acque reflue.

### Fattori tecnologici

Gli aspetti tecnologici e impiantistici non sono un fattore limitante per il riuso. Al fine di riutilizzare le acque reflue, sono disponibili numerose tecnologie di trattamento terziario, la cui combinazione garantisce il rispetto di elevati standard di qualità dell’acqua. Ad esempio, negli Stati Uniti sono in funzione, da un paio di decenni, diversi impianti di recupero dell’acqua

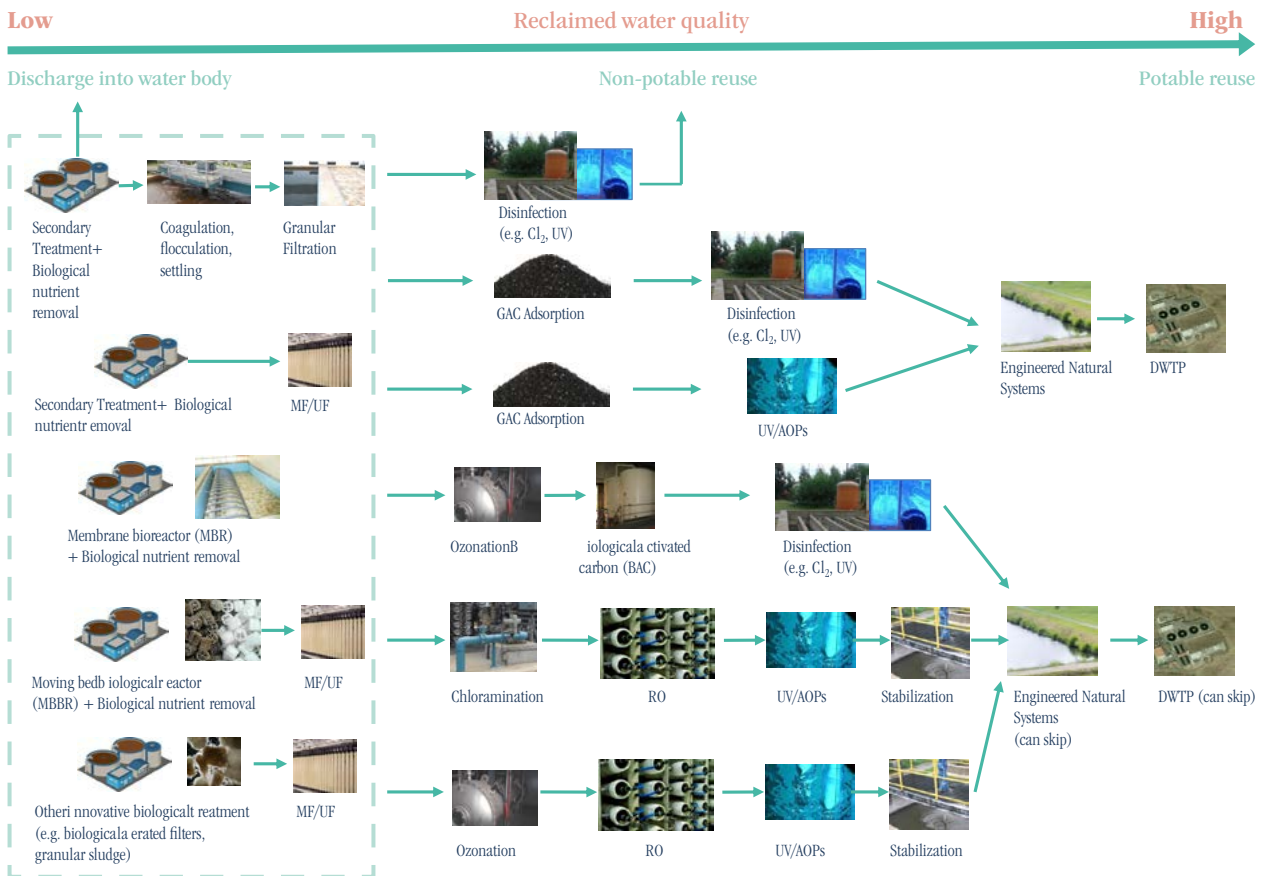
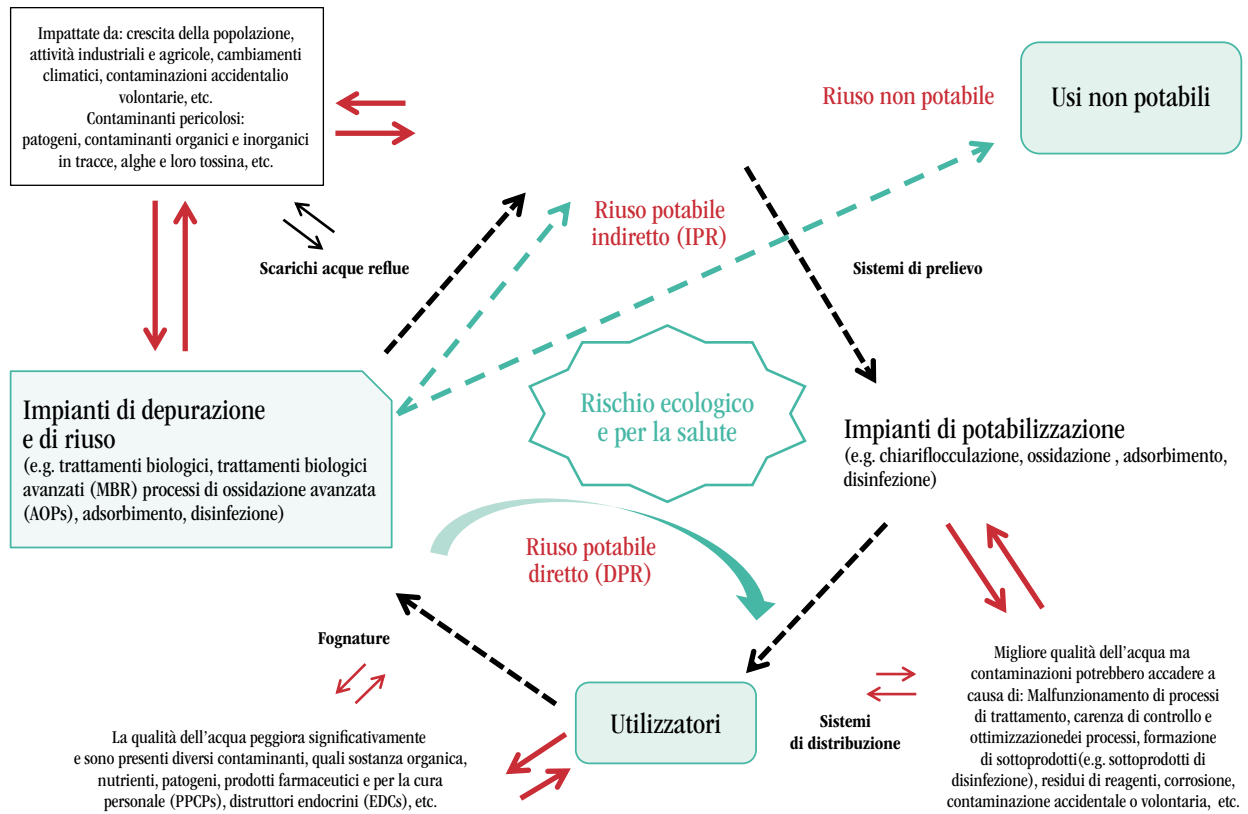


Figura 1. Filieri di recupero dei reflui per diverse opzioni di riuso (Roccaro, 2018).



**Figura 1.** Qualità delle acque nel ciclo idrico ingegnerizzato e ruolo del Riuso Potabile Diretto e Indiretto (Roccaro, 2018).

che impiegano la cosiddetta “gold technology”, ovvero lo schema MF+RO+UV/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (microfiltrazione (MF) seguita da osmosi inversa (RO) e ossidazione avanzata tramite UV/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>). Questi impianti hanno prodotto acqua di qualità elevata, rendendola adatta praticamente a qualsiasi scopo, incluso il riutilizzo potabile (WHO, 2017). Sebbene gli impianti MF+RO+UV/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> siano efficienti, presentano costi di gestione elevati per l’energia necessaria per i processi UV/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ed RO e per il trattamento e smaltimento del concentrato della RO. Di conseguenza, gli impianti di ultima generazione utilizzano anche processi di adsorbimento, di ozonizzazione, spesso seguita da filtrazione biologica (ozono+BAC, biological activated carbon), e processi di tipo naturale (buffer naturali o ingegnerizzati, Managed Aquifer Recharge (MAR), etc.) combinati secondo un approccio multi-barriera (Figura 1).

### Il problema dei contaminanti emergenti

Uno dei problemi che maggiormente impegna i tecnici e i ricercatori del settore è la presenza dei contaminanti emergenti (contaminants of emerging concern, CEC) (Verlicchi, 2018) che possono essere rimossi tramite processi avanzati, tipicamente adsorbimento su carboni attivi (GAC), processi di ossidazione avanzata (AOPs) e processi a membrana (nanofiltrazione (NF) e/o RO). Questi processi, sebbene efficaci ed efficienti hanno dei limiti. Ad esempio, si osserva un rapido bre-

akthrough dei CEC più idrofili nei processi di adsorbimento; l’ozonizzazione e gli AOPs possono generare sottoprodotti più tossici dei CEC in ingresso, mentre le membrane sono costose e producono importanti volumi di concentrato da smaltire (Roccaro, 2018). Ad esempio, in uno studio sulla filiera di trattamento MF+RO+UV/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> è stata scoperta la formazione della N-nitrosodimetilammina (NDMA), un sottoprodotto di disinfezione potenzialmente cancerogeno la cui formazione cresceva utilizzando l’ozono (Sgroi et al., 2014). Di conseguenza, l’uso di questi processi deve essere combinato con un rigoroso controllo della formazione di sottoprodotti e/o della tossicità nell’acqua prodotta.

### Riuso potabile indiretto e diretto

Diverse esperienze di riuso potabile nel mondo (Windhoek, Namibia; Big Springs, Texas; Orange County, California; Singapore; Perth, Australia; Wulpen, Belgium) impiegano sistemi indiretti (Indirect Potable Reuse – IPR) (WHO, 2017). In questi impianti, l’acqua trattata con tecnologie avanzate viene inviata/accumulata in un buffer ambientale, un serbatoio superficiale o un acquifero sotterraneo, prima di essere utilizzata per scopi potabili. Vi sono invece pochissimi impianti di riuso potabile diretto (Direct Potable Reuse – DPR), come quelli di Windhoek e Big Springs, nei quali le acque reflue recuperate sono inviate direttamente al sistema di approvvigionamento idrico municipale senza passare da un buffer ambientale o



ingegnerizzato. Il DPR (Figura 2) offre diversi vantaggi, fra i quali la riduzione delle distanze di trasferimento della risorsa idrica tramite condotte forzate e il riutilizzo a ciclo chiuso dell'acqua purificata utilizzando le reti idriche già esistenti e riducendo i costi legati alla realizzazione di nuove infrastrutture (Leverenz et al., 2011). Pertanto, negli ultimi anni diversi Stati come la California hanno investito ingenti risorse per l'implementazione del DPR.

È da sottolineare che per controllare la rimozione di un'ampia gamma di contaminanti nei sistemi IPR e DPR, dovrebbe essere adottato l'approccio multi-barriera, descritto in precedenza (Figura 1). Ad esempio nel caso più complesso (DPR), si suggerisce un sistema di trattamento basato sulle 3R (TWDB, 2015): *Ridondante*: più processi possono rimuovere lo stesso contaminante in modo che in caso di malfunzionamento di un processo, il sistema continua a funzionare efficacemente; *Robusto*: composto da una combinazione di tecnologie di trattamento per rimuovere un'ampia gamma di CEC; *Resiliente*: si applicano protocolli e strategie per affrontare i guasti e riportare velocemente i sistemi di trattamento in funzione. Inoltre, poiché la differenza sostanziale tra IPR e DPR è legata al tempo di intervento necessario a risolvere un caso di malfunzionamento o contaminazione, sono necessarie strategie di gestione affidabili e un efficace monitoraggio real-time in aggiunta alle 3R (Roccaro, 2018).

“Si può fare molto, perfino produrre acqua potabile dall'acqua reflua”, ovvero quando si decide di intervenire gli impianti di riuso delle acque reflue contribuiscono significativamente a contrastare la carenza idrica e diventano un'eccellenza dell'Ingegneria Sanitaria Ambientale. ■

## Riferimenti bibliografici

- Leverenz H.L., Tchobanoglous G., Asano T. (2011). Direct potable reuse: a future imperative. *J. Water Reuse Desal.*, 1:2–10.
- Rice J., Wutich A., Westerhoff P. (2013). Assessment of de facto wastewater reuse across the U.S.: trends between 1980 and 2008. *Environmental Science Technology*, 47:11099-11105.
- Roccaro P. (2018). Treatment processes for municipal wastewater reclamation: the challenges of emerging contaminants and direct potable reuse. *Current opinion in Environmental Science & Health*, 2:46-54.
- Sgroi M., Roccaro P., Oelker G.L., Snyder S.A. (2014). N-nitrosodimethylamine formation upon ozonation and identification of precursors source in a municipal wastewater treatment plant. *Environmental Science and Technology*, 48 (17), 10308-10315.
- Sgroi M., Vagliasindi F. G.A., Roccaro P. (2018) Feasibility, sustainability and circular economy concepts in water reuse, *Current Opinion in Environmental Science & Health*, 2:20-25.
- Tchobanoglous G. (2020). Gestione integrata delle acque reflue: il futuro del riutilizzo dell'acqua nelle grandi aree metropolitane, *Ingegneria dell'Ambiente* Vol. 7 n. 4/2020.
- TWDB (2015). Direct potable reuse resource document, final report. Texas Water Development Board (TWDB) Contract No. 1248321508 Volume 1 of 2. April 2015.
- Verlicchi P. (2018). I contaminanti emergenti nelle acque: a che punto siamo arrivati?, *Ingegneria dell'Ambiente* Vol. 5 n. 3/2018.
- WHO-World Health Organization (2017). Potable reuse: guidance for producing safe drinking-water. WHO Document Production Service, Geneva.

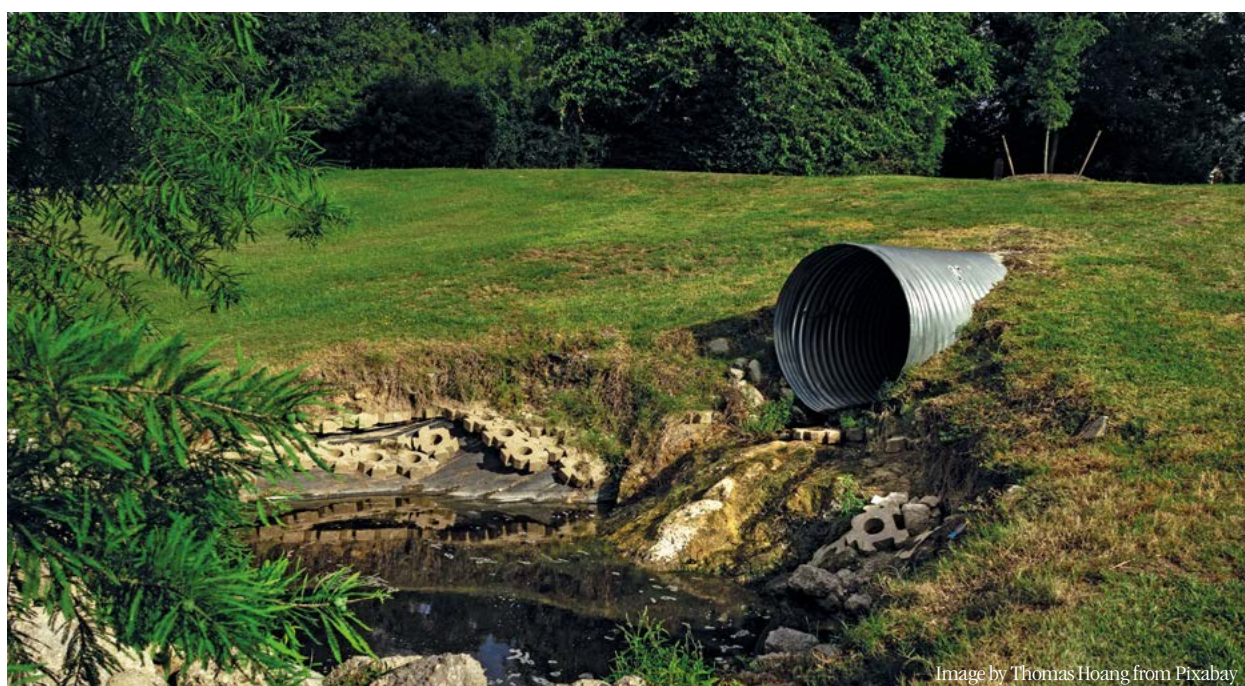


Image by Thomas Hoang from Pixabay