

# GESTIONE INTEGRATA DELLE ACQUE REFLUE: IL FUTURO DEL RIUTILIZZO DELL'ACQUA NELLE GRANDI AREE METROPOLITANE

George Tchobanoglous\*

**Ripensare il trattamento delle acque reflue e le strategie di gestione nelle grandi città è fondamentale per la sostenibilità a lungo termine delle risorse idriche**

In tutto il mondo, molte grandi aree metropolitane sperimentano carenze idriche, dovute alla limitazione delle fonti di approvvigionamento idrico, alla crescita della popolazione e ai cambiamenti climatici. Per ridurre i problemi attuali e futuri della scarsità d'acqua, devono essere sviluppati programmi integrati di gestione sostenibile delle risorse idriche a livello regionale. Nuove strategie integrate e sostenibili di gestione delle risorse, che prevedono varie forme di riutilizzo dell'acqua, compreso il riutilizzo potabile pianificato, possono svolgere un ruolo vitale e cruciale nell'aiutare ad alleviare i problemi di scarsità d'acqua.

Sebbene la maggior parte delle grandi città abbia riconosciuto i vantaggi del riutilizzo delle acque reflue, devono comunque affrontare anche alcuni aspetti, non immediatamente evidenti, derivanti dal trattamento centralizzato delle acque reflue, paradigma degli ultimi 100 anni. Ad esempio, in molti ca-

si i sistemi di collettamento centralizzato delle acque reflue convogliano le acque reflue verso impianti di depurazione situati lontano dai siti adatti per il riutilizzo. Le possibilità di riutilizzo sono limitate dai costi delle infrastrutture per il trasporto e lo stoccaggio dell'acqua recuperata verso i punti di utilizzo (ovvero, tipicamente, dalla distanza dall'impianto di trattamento). Per massimizzare i potenziali benefici del riutilizzo delle acque reflue, è necessario ripensare il trattamento delle acque reflue e le strategie di gestione in alcune città metropolitane.

**Le opportunità del riutilizzo delle acque depurate nelle città metropolitane**

Prima di considerare la gestione integrata delle acque reflue, è opportuno esaminare quali opportunità di riutilizzo dell'acqua sono disponibili per l'uso nelle aree metropolitane (vedi Tabella 1 a pagina seguente).

Storicamente la principale applicazione per il riutilizzo dell'acqua depurata è stata l'irrigazione agricola. Sfortunatamente, nella maggior parte delle aree metropolitane le opportunità di riutilizzo per uso agricolo sono limitate, senza contare che anche il fatto che la domanda agricola sia stagionale costituisce un limite importante. Nell'esaminare le altre opportunità di riutilizzo dell'acqua elencate nel-

\* *Department of Civil and Environmental Engineering, University of California, Davis, California USA  
E-mail: gtchobanoglous@ucdavis.edu*



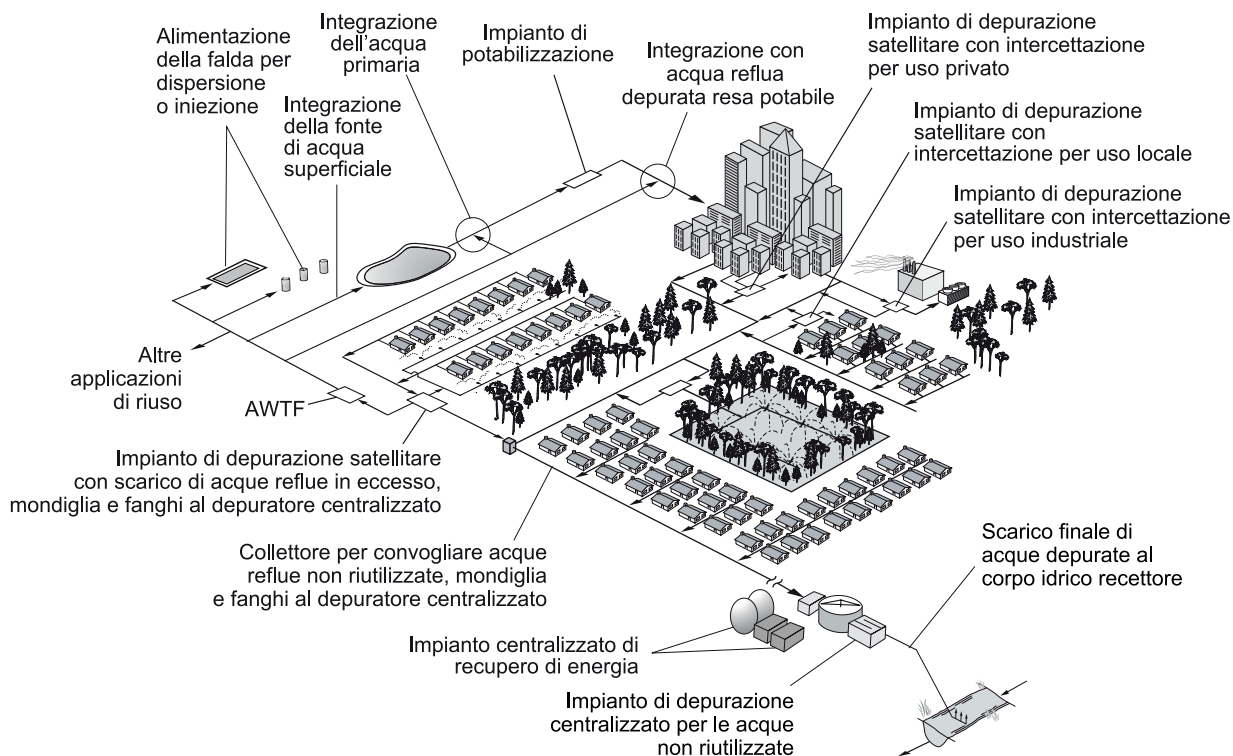
**Table 1 – Applicazioni di riuso dell’acqua depurata in città metropolitane, esempi tipici, vincoli e controindicazioni (adattato da Angelakis et al., 2018)**

Applicazioni	Esempi tipici	Vincoli e controindicazioni
Uso irriguo in agricoltura	Irrigazione di colture agricole; vivai e floricoltura	Aree limitate per l’irrigazione agricola all’interno delle città metropolitane; domanda stagionale; necessità di stoccaggio invernale; costi infrastrutturali e di pompaggio
Altri usi Irrigui	Parchi; aiuole spartitraffico, campi da golf, campi sportivi	Punti di utilizzo spesso lontani dagli impianti di produzione dell’acqua da riutilizzare; necessità di reti separate; domanda variabile
Riciclo e riuso industriale	Acque di raffreddamento, acque di reintegro per caldaie, acque di processo, acqua di elevata qualità per l’industria delle componenti elettroniche	Domanda costante; requisiti specifici di qualità dell’acqua diversi da sito a sito
Usi ricreativi ed ambientali	Laghi e stagni, integrazione delle portate di corsi d’acqua, Produzione di neve artificiale per stazioni sciistiche; utilizzo per sgombero neve in città	Requisiti diversi da sito a sito; domanda spesso stagionale
Usi urbani non potabili	Antincendio; autolavaggi; lavaggio strade; acque di cacciata in reti fognarie; cacciate per WC, acque di raffreddamento, irrigazioni di grandi giardini condominiali	Uso discontinuo; domanda ridotta; reti idriche separate per l’uso come acque di cacciata nei WC: fattibili in edifici nuovi, molto costoso l’adeguamento in edifici vecchi
Controllo dell’intrusione salina	Introduzione di ATW (Advanced Treated Water) in acquiferi per tenere sotto controllo l’intrusione salina dal mare	Limitato a zone costiere; costi per il trattamento e le infrastrutture
Incremento dei livelli di falda	Introduzione di ATW in acquiferi per la reintegrazione delle acque di falda (utilizzo potabile indiretto)	Disponibilità di acquiferi idonei; costi per il trattamento e le infrastrutture
Incremento di disponibilità di acque superficiali	Introduzione di ATW in acque superficiali (riutilizzo potabile indiretto)	Disponibilità di adeguati volumi di stoccaggio di acque superficiali; costi per il trattamento e le infrastrutture
Incremento di disponibilità di fonti di acqua primaria	Miscelazione di ATW con acqua da alter fonti prima dell’impianto di potabilizzazione (riuso potabile diretto)	Assenza di norme specifiche, qualità variabile dell’effluente, diluizione disponibile variabile
Incremento di disponibilità di acqua potabile	Introduzione di ATW direttamente nella rete di distribuzione (riuso potabile diretto)	Assenza di norme specifiche; timori da parte degli utenti; regolamenti attuativi inadeguati dove esistenti; accettabilità sociale

la Tabella 1, le applicazioni relative al riutilizzo potabile, comprese l’utilizzo indiretto attraverso le acque sotterranee, di superficie e l’aumento dell’acqua grezza, stanno attualmente ricevendo la massima attenzione. L’interesse per il riutilizzo potabile si basa sui seguenti fattori: (1) l’approvvigionamento di acque reflue è sostenibile, (2) sono disponibili tecnologie di trattamento appropriate che possono essere utilizzate per produrre acqua ad alto livello qualitativo (Advanced Treated Water, ATW), (3) ATW può essere utilizzata tutto l’anno, (4) il costo di ATW è competitivo con altre fonti di approvvigionamento idrico alternative, ove disponibili, e (5) le quantità di acque reflue sono sufficienti per garantire anche una scala adeguata per la redditività economica. Si stima che dei circa 8,7 milioni di metri cubi di acque reflue trattate giornalmente e scaricate nell’oceano in California, poco meno della metà (4,15 milioni di metri cubi al giorno) potrebbero essere recuperati per il loro riutilizzo (Raucher e Tchobanoglous, 2014; Tchobanoglous et al., 2015).

### Una strategia per una gestione integrata delle acque di rifiuto

L’alternativa più fattibile al trattamento centralizzato delle acque reflue per ottenere un maggiore riutilizzo dell’acqua nelle applicazioni citate nella tabella 1 è una strategia di gestione integrata delle acque reflue che utilizzi strutture decentralizzate di gestione delle acque reflue (Decentralized Wastewater Management Facilities, DWWMF). I DWWMF sono ubicati lungo i collettori di fognatura, in corrispondenza o vicino ai punti di confluenza di aree scolanti. I DWWMF a monte di un depuratore centralizzato possono assumere due forme: impianti di trattamento delle acque reflue satellitari o autonomi (Wastewater Treatment Facilities, WWTF). Gli impianti satellitari di trattamento delle acque reflue (Satellite WWTF, SWWTF) possono assumere una varietà di forme, tra cui: (1) impianti di trattamento per sottobacini scolanti, porzioni di una comunità o un’intera comunità afferente a uno stesso



**Figura 1 – Vista schematica di un sistema di gestione delle acque reflue decentralizzato integrato che utilizza impianti satellitari di trattamento delle acque reflue per applicazioni di riutilizzo locale e potabile (adattato da Gikas e Tchobanoglous, 2009). WWTF = Impianti di trattamento di acque di rifiuto; AWTF = Impianto di depurazione di acque di rifiuto con trattamenti avanzati per la produzione di acqua depurata di alta qualità**

bacino; (2) impianti di trattamento di tipo estrattivo, in cui quantità variabili di acque reflue vengono estratte da un sistema di raccolta delle acque reflue, trattate e utilizzate per specifiche applicazioni locali; e (3) impianti di trattamento del tipo ad intercettazione per il riciclaggio interno agli edifici, in cui le acque reflue da trattare e riutilizzare vengono intercettate prima di raggiungere un sistema di raccolta.

I diversi tipi di impianti di trattamento satellitare SWWTF sono illustrati nella Figura 1. Una caratteristica unica degli SWWTF, come mostrato nella Figura 1, è il fatto che sono tutti collegati al sistema centralizzato di raccolta delle acque reflue, che raccoglie e convoglia al depuratore centralizzato il flusso di acque reflue in eccesso, i residui e i fanghi di supero. Non dovendo trattare questi flussi, e considerando il fatto che gli SWWTF possono funzionare con portata costante, le loro prestazioni possono essere ottimizzate, producendo un effluente di qualità superiore per applicazioni di riutilizzo non potabili e potabili. Le strutture di trattamento autonome (individuali), non mostrate nella Figura 1, non sono collegate alla struttura di trattamento centralizzata. In genere, le strutture autonome (note anche come distribuite) vengono uti-

lizzate per comunità più piccole e / o isolate all'interno di un ambito territoriale.

Oltre ai vantaggi derivanti dal riutilizzo dell'acqua, i SWWTF possono essere utilizzati per ridurre i flussi di acque reflue verso strutture centralizzate, molte delle quali hanno raggiunto la loro capacità di trattamento idraulico e organico o potrebbero dover ridurre o eliminare gli scarichi nei corpi idrici interessati. In alcuni casi, gli standard di scarico sono diventati così rigorosi che è più economico riutilizzare gli effluenti altamente trattati. Collocando un impianto di trattamento avanzato dell'acqua (Advanced Water Treatment, AWTF) accanto o vicino a un SWWTF (come in Figura 1), l'ATW può essere prodotta per una varietà di applicazioni di riutilizzo potabile.

### Esempi di sistemi di gestione integrata delle acque reflue

L'utilizzo di SWWTF a monte di un impianto centralizzato di depurazione è una pratica consolidata in California, nella città di Los Angeles, nei distretti sanitari della contea di Los Angeles County (CSDLAC) e nella città di San Diego. L'impianto di recupero dell'acqua Donald C. Tillman di Los Angeles, messo in funzione nel 1985, è usato per



irrigare un giardino giapponese di 2,6 ettari famoso in tutto il mondo e per alimentare un laghetto di 1,11 ettari all'interno dello stesso giardino, oltre a garantire una portata minima nel fiume di Los Angeles (City of Los Angeles, 2018).

La contea di Los Angeles pratica dal 1962 il rifornimento delle acque sotterranee prelevando acqua di fiume, integrata con acque piovane locali e con acqua di recupero da uno degli impianti satellite (County Sanitation Districts of Los Angeles County 2018). A San Diego, il North City Reclamation Plant, anch'esso un impianto satellite, è stato costruito per migliorare il riutilizzo locale degli effluenti trattati, principalmente campi da golf (City of San Diego 2018).

### I passi futuri

Per massimizzare il riutilizzo dell'acqua in futuro nelle aree metropolitane, è necessario prendere in seria considerazione lo sviluppo di strategie di gestione sostenibile delle acque reflue che implicano quanto segue: (1) uso di impianti di depurazione satellitari (SWWTF) per massimizzare il riutilizzo dell'acqua locale; (2) uso di impianti di produzione di acqua depurata di alta qualità (AWTF) insieme a SWWTF; e (3) l'aggiunta di impianti di trattamento dell'acqua potabile adiacenti o in prossimità di SWWTF. L'efficacia della prima di queste opzioni è ormai pratica consolidata, come descritto al capitolo precedente. Anche la collocazione di impianti di trattamento delle acque reflue a monte degli impianti di trattamento delle acque reflue è stata già ampiamente sperimentata. Forse l'esempio più famoso di strutture collocate è nel sud della California, dove si trova l'Orange County Water District Advanced Water Treatment Facility. Si tratta di un impianto, vicino alla Orange County Sanitation District Water Wastewater Treatment Facility, che attualmente produce circa 380.000 metri cubi al giorno di acqua depurata di alta qualità per l'alimentazione della falda che assicura l'approvvigionamento idrico a 800.000 persone nella contea di Orange.

In un futuro più lontano, con le nuove tecnologie e una maggiore esperienza, un'altra possibilità per il riutilizzo dell'acqua potabile sarebbe quella di costruire un AWTF autorizzato come impianto di potabilizzazione, adiacente o vicino a un impianto di trattamento satellitare a monte di un impianto di depurazione centralizzato. Con un controllo adeguato, l'acqua ATW potrebbe essere introdotta direttamente nel sistema di distribuzione dell'acqua potabile. Se ricorressero le condizioni, la collocazione di un AWTF presso un impianto di dissala-

zione dell'acqua di mare, autorizzato come impianto di trattamento dell'acqua potabile, consentirebbe un risparmio significativo nei costi di investimento per la distribuzione dell'acqua.

### Considerazioni conclusive

In futuro, il riutilizzo dell'acqua deve essere considerato un elemento chiave nello sviluppo di programmi di gestione integrata sostenibile delle risorse idriche, soprattutto per le grandi aree metropolitane. Per massimizzare i vantaggi del riutilizzo dell'acqua, le grandi città stanno iniziando a riconoscere la necessità di decentralizzare i propri sistemi di gestione delle acque reflue. Nel pensare e pianificare la gestione decentralizzata delle acque reflue è importante notare che possono essere impiegate per massimizzare il riutilizzo dell'acqua una serie di strategie diverse. È fondamentale che tutte le opportunità di riutilizzo dell'acqua siano prese in seria considerazione sia nella pianificazione di nuove strutture che nell'ammodernamento degli impianti di trattamento delle acque reflue esistenti, nonché nello sviluppo di programmi e strategie regionali integrati di gestione sostenibile delle risorse idriche a lungo termine.

### Riferimenti bibliografici

- Angelakis AN, Asano T, Bahri A, Jimenez B, Tchobanoglous G. (2018) Water reuse: from ancient to modern times and the future. *Front Environ. Sci.* 6:26.
- City of Los Angeles (2018) Donald C. Tillman water reclamation plant.
- City of San Diego (2018) Water and wastewater facilities. [www.sandiego.gov/public-utilities/customer-service/water-wastewater-facilities](http://www.sandiego.gov/public-utilities/customer-service/water-wastewater-facilities)
- County Sanitation Districts of Los Angeles County (2018). Recycled water. [www.lacsd.org/waterreuse/aboutrecycled-water.asp](http://www.lacsd.org/waterreuse/aboutrecycled-water.asp)
- Gikas P, Tchobanoglous G. (2009) The role of satellite and decentralized strategies in water resources management. *J Environ. Manag.* 90:144–152.
- Raucher RS, Tchobanoglous G. (2014) Raucher RS, Tchobanoglous G. 2014. The opportunities and economics of direct potable reuse. Washington (DC): WateReuse Research Foundation.
- Tchobanoglous G, Cotruvo J, Crook J, McDonald E, Olivieri A, Salveson A, Trussell RS. 2015. Framework for direct potable reuse. Alexandria (VA): WateReuse, AWWA, WEF, and NWRI.

L'articolo è stato pubblicato sul n. 1 vol 15 (2019) di "Integrated Environmental Assessment and Management". Traduzione a cura di Roberto Canziani.

Nota della Redazione: Per un approfondimento del tema del riuso in Europa, si può consultare il rapporto finale "Riutilizzo delle Acque Urbane" del Progetto "[Integrated Water Approach and Urban Water Reuse](#)".