

Il vantaggio circolare. Un nuovo modello di business per le acque reflue

di Tiziana Perri, Dario Colucci e Francesca Scannone

L'acqua è, a livello globale, una risorsa, soprattutto considerando l'accelerazione del cambiamento climatico. Disponiamo di avanzate tecnologie per il trattamento delle acque reflue e la loro trasformazione in acque sicure da destinare a nuovi utilizzi applicando il principio dell'economia circolare: nulla si perde, tutto si trasforma

L'acqua è l'elemento fondamentale per la sopravvivenza sulla Terra, fonte di vita e alla base di ogni attività umana, dal bere al lavarsi, indispensabile per coltivare la terra e per produrre gran parte del cibo necessario alla sopravvivenza. Tuttavia, il 97% dell'acqua del Pianeta è salata, soltanto il 3% è acqua dolce e di quest'ultima percentuale solo 1/3 può essere utilizzato dall'uomo.

A causa dei sempre più elevati stili di vita e delle intense attività agricole e industriali, il fabbisogno d'acqua è in continuo aumento in tutti i settori, mentre la quantità di acqua effettivamente disponibile è ormai in costante diminuzione, anche come effetto diretto dei cambiamenti climatici. Si aggiunga a tutto questo l'iniqua distribuzione dell'acqua dolce a livello mondiale.

Nonostante l'acqua sia una risorsa così preziosa, la sua presenza e disponibilità viene spesso data per scontata, percepita come una risorsa illimitata¹. Per far fronte alle carenze idriche esistenti e previste, la comunità scientifica, e non, sta lavorando per implementare le tecniche di conservazione dell'acqua e di utilizzo di fonti alternative. Ecco perché il tema del riutilizzo delle acque è diventato di estrema attualità.

¹ F. Adinolfi e J. Di Pasquale, *Impronta Idrica. L'acqua è una risorsa preziosa ed esauribile*, 2014 (disponibile online all'indirizzo <http://www.expo2015.org/magazine/it/sostenibilita/l-impronta-idrica-3.html>).

Acque reflue, da scarti a opportunità in linea con l'Agenda 2030

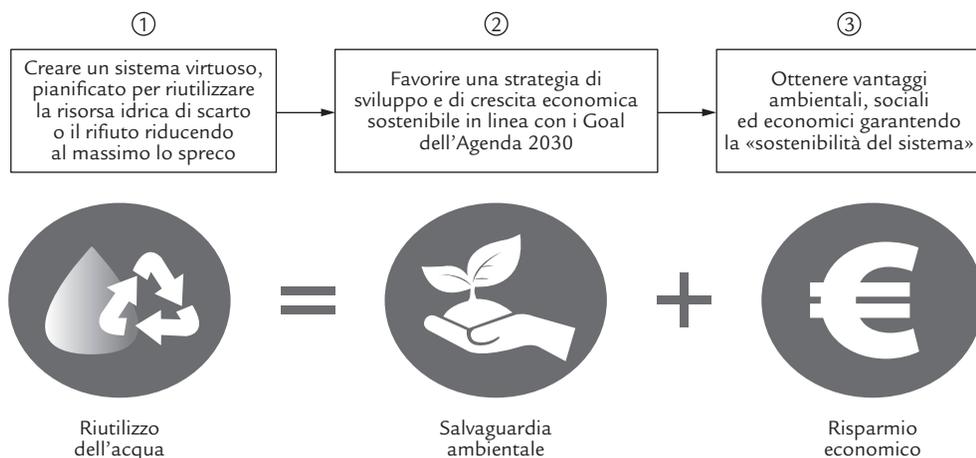
Attualmente, i reflui finiscono, nell'80% dei casi, non sempre senza conseguenze, nei corsi d'acqua e negli oceani, dopo che l'acqua di partenza è stata utilizzata nelle diverse attività umane, dall'industria all'agricoltura. Eppure, se trattate o raccolte adeguatamente, potrebbero essere trasformate in un'importante risorsa. Ecco perché una nuova gestione del ciclo dell'acqua, più sostenibile, in linea con gli Obiettivi dell'Agenda 2030, assume un'importanza strategica. Sebbene uno solo dei 17 Obiettivi dell'ONU faccia esplicito riferimento al tema dell'acqua pulita, l'Obiettivo 6, un'inversione di tendenza in questo settore assicurerebbe e aiuterebbe il raggiungimento e l'affermarsi anche di altri Obiettivi (per esempio l'Obiettivo 12), come fa notare anche l'OCSE². Nel mondo ci sono 850 milioni di persone che non hanno accesso a risorse idriche: guerre, inquinamento, aumento delle temperature, sprechi sistematici sono tra le principali cause dell'emergenza. Due cittadini su tre vivono in un'area che soffre almeno un mese all'anno una forte siccità che ne compromette le attività quotidiane. Lo stress idrico è un problema sia per i Paesi con problemi di siccità (scarse precipitazioni, elevata densità di popolazione), sia per quelli con un clima temperato e con attività agricole intensive, industriali e turistiche. È quindi necessaria una visione strategica per una migliore gestione dell'acqua, ovvero applicare l'economia circolare alla risorsa idrica (fig. 1).

Il riutilizzo delle acque reflue può aiutare a salvaguardare le scorte d'acqua superficiali e di falda, diminuendo al contempo il volume d'acqua destinato allo scarico. Nei Paesi del Mediterraneo e mediorientali, dove il tema della carenza idrica è piuttosto sentito, le acque reflue depurate rappresentano una risorsa aggiuntiva che porterebbe a un significativo aumento dell'acqua disponibile e garantirebbe una maggiore tutela dell'ambiente e della salute pubblica³.

² Sustainable development GOALS, Goal 6: *Ensure access to water and sanitation for all* (disponibile online all'indirizzo <https://www.un.org/sustainabledevelopment/water-and-sanitation>).

³ A. Brenner *et al.*, *Wastewater Reclamation for Agricultural Reuse in Israel: Trends and Experimental Results*, in «Water, Air, and Soil Pollution», n. 123, 2000, pp. 167-182; US EPA, *Guidelines for Water Reuse*, settembre 2004.

Figura 1. Economia circolare legata al riutilizzo delle acque reflue.



Si stima un potenziale di riutilizzo delle acque reflue di 2.455 Mm³/anno per l'Unione europea (circa il 2-3,5% dei volumi d'acqua annualmente impiegati nell'UE per l'irrigazione)⁴. Infine, non vanno sottovalutati i vantaggi economici oltre che ambientali.

La normativa italiana per il riutilizzo delle acque reflue

La normativa italiana di riferimento per il trattamento dei reflui civili e industriali assimilabili a civili è il Testo Unico Ambientale (d.lgs. 152/2006 e ss.mm.ii.). Il decreto impone che tutte le acque in uscita dagli impianti di depurazione dei reflui urbani siano trattate in modo da preservare le caratteristiche del corpo idrico ricettore, abbassando la concentrazione di batteri fecali al di sotto di limiti molto stringenti. La scelta dello schema di trattamento più idoneo per favorire il riutilizzo

⁴ A.N. Angelakis *et al.*, *Water Recycling and Reuse in EUREAU Countries: Trends and Challenges*, in «Desalination», vol. 218, n. 1-3, 2008, pp. 3-12.

Tabella 1. Trattamenti da adottare per il riutilizzo irriguo (1+2).

Operazione	Trattamenti	Tecnologia e processi	Caratteristiche dell'effluente per il riutilizzo
1: Miglioramento delle caratteristiche chimiche, fisiche, biologiche e batteriologiche	Trattamenti terziari di affinamento	- Filtrazione - MBR	Reflui affinati con bassa torbidità e basse concentrazioni residue di elementi nutritivi e sostanze disciolte
2: Abbattimento della carica microbica	Processi di disinfezione spinta	- Chimici - Fisici - Meccanici (filtrazione e membrane MBR) - AOP	Ridotto contenuto microbico

Nota: MBR: Membrane Bio Reactor; AOP: Advanced Oxidation Process.

delle acque reflue dipende per lo più dalla destinazione finale del refluo recuperato (tab. 1)⁵.

Per quanto riguarda il riutilizzo delle acque reflue, i possibili riusi e le concentrazioni di alcuni parametri che ne identificano la qualità sono definiti dal Decreto Ministeriale 12 giugno 2003, n. 185:

- Art. 1: stabilisce le norme tecniche per il riutilizzo delle acque reflue domestiche, urbane e industriali attraverso la regolamentazione delle destinazioni d'uso e dei relativi requisiti di qualità, ai fini della tutela qualitativa e quantitativa delle risorse idriche, limitando il prelievo delle acque superficiali e sotterranee, riducendo l'impatto degli scarichi sui corpi idrici recettori e favorendo il risparmio idrico mediante l'utilizzo multiplo delle acque reflue.
- Art. 2: il riutilizzo deve avvenire in condizioni di sicurezza ambientale, evitando alterazioni agli ecosistemi, al suolo e alle colture, nonché rischi igienico-sanitari per la popolazione esposta e comunque nel rispetto delle vigenti disposizioni in materia di sanità e sicurezza e delle regole di buona prassi industriale e agricola.

⁵ I.M. Mancini, S. Masi, E. Trulli, D. Caniani, V.D. Colucci e M. Piscitelli, *Stato dell'arte ed applicazioni sperimentali per l'utilizzo di acque reflue trattate in agricoltura*, Progetto Ri.f.a.re. ARPA Puglia, Regione Puglia, ACLI Terre, Università della Basilicata, Ediz. Adda, 2011, pp. 129-173.

– Art. 3: le destinazioni d’uso ammissibili delle acque reflue recuperate sono le seguenti: *a*) irriguo (per es., l’irrigazione di colture destinate sia alla produzione di alimenti per il consumo umano ed animale sia a fini non alimentari, per l’irrigazione di aree destinate al verde o ad attività ricreative o sportive); *b*) civile (per es., il lavaggio delle strade nei centri urbani, l’alimentazione dei sistemi di riscaldamento o raffreddamento, l’alimentazione di reti duali di adduzione, separate da quelle delle acque potabili, con esclusione dell’utilizzazione diretta di tale acqua negli edifici a uso civile, fatta eccezione degli impianti di scarico nei servizi igienici); *c*) industriale (per es., come acqua antincendio, di processo, di lavaggio e per i cicli termici dei processi industriali, con l’esclusione degli usi che comportano un contatto tra le acque reflue recuperate e gli alimenti o i prodotti farmaceutici e cosmetici).

– Allegato 1: requisiti minimi di qualità delle acque reflue recuperate all’uscita dell’impianto di recupero. L’allegato definisce anche i valori limite delle acque reflue in uscita. Tali limiti non sono assoluti, ma possono anche essere modificati, per esempio nel caso di riutilizzo irriguo i limiti per fosforo e azoto totale possono essere innalzati.

Le buone pratiche di riutilizzo come volano per nuovi modelli di business

L’economia circolare si fonda su un nuovo modello di sviluppo sostenibile, competitivo e a basso tenore di carbonio, sul quale l’Unione europea sta investendo molto. I numerosi obiettivi puntano essenzialmente sulla massimizzazione del recupero e riciclo e sulla minimizzazione dello smaltimento in discarica. In questo ambito la gestione della risorsa acqua e dei servizi idrici diventa un fattore cruciale nel recupero di un valore da riutilizzare in altri settori, quali industria e agricoltura. D’altra parte, a oggi, nonostante le direttive europee (per esempio, Direttiva Quadro Acque⁶, Common Implementation Strategy⁷,

⁶ Direttiva 2000/60/CE del Parlamento europeo e del Consiglio.

⁷ Disponibile online all’indirizzo https://ec.europa.eu/environment/water/water-framework/facts_figures/guidance_docs_en.htm.

Water Blueprint⁸) enunciano questi principi, leggi e norme nazionali e locali non regolano chiaramente né incentivano concretamente le pratiche circolari di riuso dell'acqua. Per esempio, pratiche di raccolta, trattamento e riuso locale, non potabile, di acque piovane o grigie, salvo alcuni regolamenti regionali, non sono esplicitamente governate, né adeguatamente incentivate, risultando poco convenienti o inapplicabili. La ricarica delle falde acquifere rappresenta una pratica comune in molti Paesi⁹. Tuttavia, il rischio associato alla mancata regolazione di tale pratica fa sì che i progetti di ricarica delle falde stentino a decollare, nonostante il basso costo e l'elevata disponibilità anche in periodi di siccità rendano appetibile l'utilizzo delle acque reflue per ricaricare gli acquiferi¹⁰. Il riutilizzo delle acque reflue in agricoltura, che rappresenta una fonte potenziale di nutrienti come azoto e fosforo, in sostituzione dei fertilizzanti chimici, in condizioni sicure ed efficienti anche rispetto ai costi, potrebbe ridurre lo stress idrico del 5% l'anno in Europa. Tuttavia, il riuso dovrebbe convergere, a livello europeo, su standard di qualità riconosciuti a livello internazionale¹¹. Per incentivare tale pratica, il Parlamento europeo sta sostenendo l'uso delle acque reflue trattate per l'irrigazione e sta promuovendo l'emanazione di linee guida per i requisiti minimi di qualità¹², che gli Stati Membri dovranno recepire.

⁸ Water Blueprint, *Piano per la salvaguardia delle risorse idriche europee*, Bruxelles, 14.11.2012 COM(2012) 673 (disponibile online all'indirizzo <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:52012DC0673&from=EN>).

⁹ E. Bekele et al., *Water Recycling via Aquifers for Sustainable Urban Water Quality Management: Current Status, Challenges and Opportunities*, in «Water», vol. 10, n. 4, 2018, p. 457.

¹⁰ T. Asano, *Water Reuse via Groundwater Recharge*, in «International Review for Environmental Strategies», vol. 6, n. 2, 2006, pp. 205-216.

¹¹ Second information kit: *The Guidelines for the Safe Use of Wastewater, Excreta and Greywater in Agriculture and Aquaculture*, 2010 (disponibile online all'indirizzo https://www.who.int/water_sanitation_health/publications/human_waste/en/); *Progress on Safe Treatment and Use of Wastewater: Piloting the Monitoring Methodology and Initial Findings for SDG Indicator 6.3.1*, 2018 (disponibile online all'indirizzo <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/275967/9789241514897-eng.pdf>).

¹² European Commission, *Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council on Minimum Requirements for Water Reuse*, Brussels, 28.5.2018 COM(2018) 337 final (disponibile online all'indirizzo https://ec.europa.eu/environment/water/pdf/water_reuse_regulation.pdf).

Il ricorso all'acqua reflua depurata rappresenta anche un'opportunità economica, poiché è generalmente una risorsa disponibile con portate annuali costanti: può dunque assicurare la fornitura di acqua anche durante i periodi di carenza, riducendo i rischi per le aziende agricole. Tuttavia, alcune variabili di natura economica andrebbero approfondite per valutare l'effettiva convenienza economica, quali:

- il prezzo dell'acqua riutilizzata e il costo delle soluzioni di riutilizzo. In genere, tale pratica è attiva grazie a sovvenzioni e/o finanziamenti anche pubblici. Sarebbe opportuno individuare misure politiche che garantiscano la sostenibilità finanziaria dei sistemi di acqua reflua depurata, senza generare costi aggiuntivi per gli utenti finali;
- l'impatto sul valore del terreno, in quanto l'utilizzo di acqua reflua per l'irrigazione può influenzare i valori delle proprietà dei terreni positivamente o negativamente;
- la distribuzione e stoccaggio dell'acqua recuperata: in genere, i punti di utilizzo non sempre sono situati nelle immediate prossimità dell'impianto che può fornire l'acqua trattata. Vanno valutati i costi per la distribuzione¹³.

È stato riscontrato che i casi di successo di effettivo riuso dei reflui e di recupero di materiali rappresentino esempi virtuosi in nicchie di mercato, in cui aziende e gestori dei servizi idrici hanno collaborato in forme innovative di partnership pubblico-privato tra settori economici e industriali affini e simbiotici. Ecco alcuni esempi.

Un valido esempio di riutilizzo delle acque reflue urbane è l'aeroporto internazionale di Pechino¹⁴. L'impianto di trattamento ha una capacità giornaliera di 10.000 mc ed è in grado di soddisfare il fabbisogno idrico dello

¹³ R. Zucaro, *La risorsa idrica nell'economia circolare*, in «Ambienti d'acqua», 2016 (disponibile online all'indirizzo <https://www.ambientidiacqua.it/p/ambiente/842-la-risorsa-idrica-nell-economia-circolare>).

¹⁴ Water Reuse Europe, *Overview of Water Reuse Practices* (disponibile online all'indirizzo <https://www.water-reuse.eu/water-reuse>).

scalo, frequentato quotidianamente da circa 280.000 persone. L'acqua in uscita dall'impianto, altamente trattata, ricarica i bagni dei locali aeroportuali ed è utilizzata per il lavaggio auto, la pulizia delle strade e l'irrigazione degli spazi verdi.

Altro esempio virtuoso di riutilizzo delle acque reflue è rappresentato dal Georgia Aquarium¹⁵, nel cuore di Atlanta: è uno degli acquari più grandi del mondo, con 100.000 esemplari. Ha una capacità idrica pari a 10 milioni di mc d'acqua. Il sistema idrico dell'acquario, a ciclo chiuso, è in grado di riutilizzare oltre il 99% dell'acqua presente nelle vasche. Le acque reflue subiscono un'elaborata purificazione che prevede l'utilizzo dell'ozono. Tale disinfezione è necessaria per salvaguardare la salute delle specie animali e per far raggiungere all'acqua una trasparenza ideale per i visitatori.

Solo in rarissimi casi le acque reflue vengono utilizzate per uso potabile. Uno di questi è la città di Windhoek¹⁶, in Namibia, dove l'acqua reflua è rigenerata per uso potabile. È una città di 250 mila abitanti, a 1.600 metri sul livello del mare, molto lontana da fiumi e mari. Si tratta del primo esempio al mondo di riuso diretto dell'acqua reflua: un'esperienza partita negli anni Settanta che, a oggi, non ha provocato nessun effetto sanitario negativo sulla popolazione e questo grazie a impianti ad alta tecnologia. Altro esempio di utilizzo indiretto dei reflui è Singapore¹⁷: l'isola ha sempre importato grandi quantitativi d'acqua dalla Malaysia, a causa di una richiesta idrica molto superiore all'offerta locale. All'inizio degli anni 2000 è stato costruito un impianto per desalinizzare e depurare le acque reflue domestiche e piovane. La nuova acqua, opportunamente trattata e disinfettata, è stata chiamata NEWater e viene usata per ricaricare i bacini acquiferi, distribuita in bottiglie e in piccola parte per usi domestici.

¹⁵ WEDECO, *Wedeco Ozone Generators Enhance Water Clarity at the Georgia Aquarium* (disponibile online all'indirizzo [d900f075037d/wcs058_wedeco_georgia_aquarium_case_story_sm.pdf](https://www.wedeco.com/~/media/Wedeco/Case-Studies/Georgia-Aquarium-Case-Study-SM.pdf)).

¹⁶ P. van Rensburg, *Overcoming Global Water Reuse Barriers: The Windhoek Experience*, in «International Journal of Water Resources Development», vol. 32, n. 4, 2016.

¹⁷ NEWater a Singapore (disponibile online all'indirizzo <https://www.globalwaterforum.org/2018/01/15/newater-in-singapore>).

La percezione e l'accettazione sociale

La gestione delle acque reflue gode generalmente di poca attenzione sociale e politica rispetto alle sfide riguardanti la risorsa idrica, nonostante potrebbe contribuire all'implementazione di processi legati all'economia circolare. Tuttavia, il successo di questa pratica dipende dall'accettazione e dal coinvolgimento pubblico, che richiedono un'attenta valutazione.

In linea di principio, non vi è alcun motivo razionale per opporsi al riutilizzo delle acque reflue trattate. Indipendentemente dalla tecnologia, il ciclo naturale dell'acqua fa sì che tutte le acque reflue urbane finiscano per diventare acqua dolce e molto probabilmente troveranno la strada per il rubinetto di casa nostra. La psicologia umana è, tuttavia, più complicata di questa semplice linea di pensiero razionale. L'accettabilità sociale di progetti legati al riutilizzo di acque reflue ne ha storicamente condizionato lo sviluppo. Il pubblico, generalmente, si oppone all'utilizzo di acqua reflua depurata a causa del «fattore yuck», ossia del disgusto istintivo associato all'idea di riutilizzare acque reflue e la percezione del rischio correlato a eventuali problemi di salute derivanti dall'uso dell'acqua¹⁸.

Dato l'intenso disgusto legato ai reflui urbani, per la popolazione è difficile immaginare di fare la doccia utilizzando acque reflue depurate o di berla: si attiverà immediatamente il riflesso di disgusto di Pavlov¹⁹. I pareri, spesso contrastanti, di tecnici, scienziati, ambientalisti non fanno altro che aumentare l'incertezza nel dibattito pubblico, che molto spesso si converte in confusione della popolazione, intensificando l'ostilità nei confronti del riutilizzo di acqua reflua.

¹⁸ Disponibile online all'indirizzo https://ec.europa.eu/environment/water/blueprint/pdf/BIO_IA%20on%20water%20reuse_Final%20Part%20I.pdf.

¹⁹ S. Russell e C. Lux, *Getting over Yuck: Moving from Psychological to Cultural and Sociotechnical Analyses of Responses to Water Recycling*, in «Water Policy», vol. 11, n. 1, 2009, pp. 21-25.

La strategia di accettazione

La politica tradizionale di «decisione, annuncio e difesa» adottata nei progetti di riutilizzo delle acque reflue è stata riconosciuta come inefficace, così come le strategie di educazione pubblica e i programmi di sensibilizzazione dopo la realizzazione del progetto. La miglior strategia, proposta dalla Recycled Water Task Force²⁰ californiana, per implementare iniziative di riutilizzo dell'acqua è di coinvolgere la comunità prima di ideare qualsiasi progetto di riuso. Tale strategia risulta essere essenziale per ottenere il supporto del pubblico e di conseguenza il successo di qualsiasi progetto di riutilizzo.

Il processo di coinvolgimento della comunità deve essere chiaro e trasparente. Le informazioni sulla qualità dell'acqua devono essere accurate e complete, sempre aggiornate e disponibili per il pubblico, i media e gli educatori, attente alle esigenze e alle preoccupazioni della popolazione stessa.

Con l'intento di attenuare la percezione negativa da parte della popolazione, l'Agenzia Nazionale per la Gestione della Risorsa Idrica di Singapore ha tradotto le informazioni tecniche in un linguaggio semplice e ha fornito strumenti per sensibilizzare la popolazione, come per esempio un gioco per cellulare Save my Water. Ha istituito un centro didattico che offre visite giornaliere all'impianto per turisti e scolaresche per condividere informazioni sulla diffusione di NEWater, acqua reflua depurata a uso edibile²¹.

Uno studio nel Regno Unito ha confermato l'esistenza di un fattore «fonte». Le persone sono maggiormente propense a riutilizzare le acque se provengono dai propri consumi e meno se derivano da una fonte pub-

²⁰ *Water Recycling 2030: Recommendations of California's Recycled Water Task Force*, California Department of Water Resources, 2003 (disponibile on line all'indirizzo https://water.ca.gov/LegacyFiles/pubs/use/water_recycling_2030/recycled_water_tf_report_2003.pdf).

²¹ Vedi nota 17, p. 146.

blica o da terze parti²². Esperti di marketing e comunicazione affermano che il modo più efficace per vendere l'idea di utilizzare le acque reflue è aumentare il livello di fiducia che i clienti hanno nell'organizzazione, utilizzando le «strategie d'origine». Nelle campagne di comunicazione non bisogna mettere in risalto la tipologia di acqua reflua o l'utilizzo di impianti di trattamento super-tecnologici, ma enfatizzare il ciclo naturale dell'acqua, utilizzando racconti e immagini emotive. Concentrarsi sugli aspetti non razionali del consumo di acqua aumenterà il coinvolgimento della popolazione e in ultima analisi avrà un'influenza positiva sulla loro percezione della qualità e sulla fiducia nell'organizzazione²³.

²² Disponibile online all'indirizzo https://www.vims.edu/people/hartley_tw/pubs/Publicperceptionandparticipationinwatereuse.pdf.

²³ A.N. Menegaki, R.C. Mellon, A. Vrentzou, G. Koumakis e K.P. Tsagarakis, *What's in a Name: Framing Treated Wastewater as Recycled Water Increases Willingness to Use and Willingness to Pay*, in «Journal of Economic Psychology», vol. 30, n. 3, 2009, pp. 285-292; P. Prevos, *The Yuck Factor: The Psychology of Drinking Recycled Water*, 2013 (disponibile online all'indirizzo <https://lucidmanager.org/yuck-factor/#easy-footnote-bottom-4-4285>).

.....

TIZIANA PERRI è ricercatrice senior alla Fondazione Eni Enrico Mattei (chimico analitico).

DARIO COLUCCI è specialista senior (monitoraggio ambientale) presso la Fondazione Eni Enrico Mattei.

FRANCESCA SCANNONE è consulente senior presso la Fondazione Eni Enrico Mattei (riutilizzo delle acque reflue).