

L'approccio ENEA alla gestione sostenibile e circolare dell'acqua

L'acqua è una risorsa fondamentale per la vita e deve essere preservata e gestita ed utilizzata in maniera efficiente e sostenibile. I periodi di siccità sempre più lunghi e frequenti impongono la gestione sempre più attenta di questa preziosa risorsa e fanno emergere la necessità di implementare pratiche per la sua protezione, risparmio, riciclo e valorizzazione. Le attività ENEA sono indirizzate a favorire la gestione sostenibile dell'acqua, a partire dalla caratterizzazione, il monitoraggio e la protezione dei corpi idrici superficiali e sotterranei, a cui si accompagna lo sviluppo di misure innovative per l'efficientamento di tutte le fasi della catena del valore della risorsa idrica, che vanno dall'approvvigionamento alla distribuzione fino a toccare gli utilizzi in ambito agricolo, civile e industriale, giungendo poi alla gestione del fine vita, con processi di valorizzazione delle acque reflue e dei fanghi derivanti dal loro trattamento. ENEA, tramite il Dipartimento Sostenibilità dei Sistemi Produttivi e Territoriali (SSPT), è impegnata nello sviluppo e l'implementazione di tecnologie e metodologie per l'uso e la gestione efficiente della risorsa idrica con applicazioni e soluzioni innovative integrate e specifiche per differenti contesti di applicazione: dall'ambito urbano e residenziale, ai processi produttivi, alle aree urbane ed industriali e al territorio in generale.

DOI 10.12910/EAI2023-009

di **Claudia Brunori**, Vice Direttrice per l'Economia Circolare del Dipartimento Sostenibilità dei Sistemi Produttivi e Territoriali; **Luigi Petta**, Responsabile Laboratorio Tecnologie per l'uso e gestione efficiente di acqua e reflui - ENEA

La scarsità delle risorse naturali rende necessaria una transizione verso un sistema di gestione e utilizzo delle risorse più sostenibile e a basse emissioni. Questo implica anche un profondo ripensamento del modello economico attuale e una transizione verso un modello economico innovativo per uno sviluppo sostenibile in grado di coniugare la valorizzazione del capitale economico (investimenti e ricavi), del capitale naturale (risorse primarie e impatti ambientali) e del capitale sociale (lavoro e benessere). Tale modello innovativo deve integrare i principi di sostenibilità economica, ambientale e sociale e deve essere applicato a tutti i settori della produzione di

beni e servizi, oltre che per la conservazione e l'utilizzo sostenibile delle risorse naturali, per garantire un migliore e più equo benessere del genere umano nell'ambito dei limiti del pianeta.

L'Economia Circolare è un modello economico innovativo rigenerativo e improntato ad un uso più efficiente delle risorse (materie prime, cibo, acqua, etc.), in cui si dà maggiore valore alle risorse, se ne allunga la vita e si persegue un approccio collaborativo, combinando vantaggio ambientali, economici e sociali. L'approccio alla circolarità è esteso ad ogni tipo di risorsa inclusa l'acqua. Secondo questo approccio occorre un'inversione di paradigma nella gestione della risorsa idrica parten-

do dalla tutela delle risorse naturali e proseguendo nell'efficientamento delle fasi di approvvigionamento, distribuzione e consumo, oltre che nella gestione e valorizzazione delle acque reflue. Le attuali modalità di gestione della risorsa idrica sono generalmente caratterizzate da approcci e tecnologie poco sostenibili e risultano necessari interventi per l'adeguamento infrastrutturale e, soprattutto, l'introduzione di pratiche gestionali in ottica di chiusura dei cicli. La transizione verso l'economia circolare richiede, per essere efficace, di essere realizzata mediante approcci integrati multidisciplinari e con il coinvolgimento di tutti gli attori della catena di valore: imprese, istituzioni, società civile.

ENEA possiede competenze decennali nel settore maturate in progetti a varia scala di respiro nazionale ed internazionale, realizzati sul territorio e in stretta collaborazione con amministrazioni pubbliche locali e centrali e imprese, e possiede competenze multidisciplinari per l'uso efficiente delle risorse, che consentono di mettere a sistema il know-how e le infrastrutture presenti nei diversi Centri di Ricerca.

Le attività di ENEA per l'uso e la gestione efficiente dell'acqua

Per fronteggiare le rilevanti sfide che riguardano la gestione della risorsa idrica, l'ENEA, tramite il Dipartimento Sostenibilità dei Sistemi Produttivi e Territoriali (SSPT), sviluppa, implementa e promuove l'eco-innovazione dei sistemi di gestione e consumo per l'uso sostenibile e circolare dell'acqua. ENEA promuove inoltre l'implementazione di soluzioni e tecnologie innovative basate sull'effettivo "valore" dell'acqua, che tengano conto delle opportunità di migliorarne l'uso e favorire il recupero e lo sfruttamento di risorse rilevanti rappresentate non

solo dalla stessa risorsa acqua, ma anche dai nutrienti, minerali, metalli ed energia contenuti nelle acque reflue, favorendone il riuso. Tanto in ambito municipale che produttivo, la gestione sostenibile della risorsa idrica richiede da un lato la razionalizzazione e l'efficientamento degli usi e, dall'altro lato, il trattamento appropriato dei flussi di scarico mediante l'ottimizzazione delle linee di trattamento depurative e favorendo la chiusura dei cicli ed il riutilizzo. Tutto ciò secondo approcci che, ove possibile, consentano la separazione all'origine dei flussi di acque reflue ed il trattamento appropriato e decentralizzato di ciascuno di essi, come alternativa ai convenzionali sistemi di tipo centralizzato basati sul concetto di collettamento unificato e depurazione end-of-pipe. Il focus ENEA è dedicato alla descrizione degli approcci multidisciplinari adottati tramite la collaborazione trasversale di diversi laboratori alla presentazione di alcune applicazioni specifiche suddivise per tipologia e contesto di applicazione, come di seguito descritte.

Gestione della risorsa idrica a livello territoriale e tutela degli ecosistemi

L'attuale contesto determinato dalle crescenti pressioni antropiche e dagli effetti sempre più evidenti dei cambiamenti climatici, con fenomeni più frequenti ed estesi di scarsità idrica e di siccità, rende urgente e rilevante l'esigenza di tutela e protezione della risorsa idrica, che rappresenta uno degli obiettivi strategici di sviluppo sostenibile dell'Agenda 2030 delle Nazioni Unite.

Tra i temi di studio e ricerca portati avanti da ENEA rientra la gestione della risorsa idrica a livello territoriale mediante approcci riferiti ai bacini idrografici, procedendo alla caratterizzazione e mitigazione del rischio di contaminazione di corpi idrici superficiali e sotterranei in differenti contesti, oltre ad attività di studio e descrizione del bilancio idrico in contesti territoriali di riferimento (es. bacini fluviali, lacustri, piccole isole, etc.). Alla tutela della risorsa acqua si accompagna quella dei servizi ecosistemici ad essa connessi, promuovendo lo sviluppo di politiche di governance e di riquali-



ficazione ambientale in costante relazione con gli Enti e le Amministrazioni di governo del territorio. Nel focus ENEA sono descritte le attività di sviluppo e ricerca per il monitoraggio e la tutela delle biodiversità degli ecosistemi di acque interne e per la loro riqualificazione, con particolare riferimento ai microinquinanti emergenti.

Applicazioni in contesto civile ed urbano

Le città saranno sempre più il luogo principale dove si giocherà la partita della sostenibilità. Oltre tre quarti dei cittadini europei vive in aree urbane e dipende dalla disponibilità d'acqua pulita nelle città, che consumano circa un quinto del totale d'acqua dolce estratta. L'uso razionale dell'acqua nei contesti urbani richiede in primis misure per la gestione separata e la raccolta delle acque meteoriche mediante reti e sistemi di collettamento dedicati, evitando la confluenza di tali flussi nei sistemi depurativi e riducendo pertanto i costi di trattamento, oltre a favorire il recupero della risorsa per scopi urbani (es. irrigazione verde pubblico, servizi antincendio). Analogamente, l'implementazione di infrastrutture verdi (i.e. Nature Based Solutions, NBS) e l'incremento della permeabilità delle superfici rappresentano misure volte a migliorare la qualità delle acque e limitare gli effetti alluvionali dei deflussi urbani, che si verificano con frequenza sempre maggiore come effetto dei cambiamenti climatici. Nel focus ENEA si illustrano diverse soluzioni implementate a livello urbano, che vanno dall'utilizzo di NBS ad approcci di ottimizzazione e separazione dei flussi in ambito residenziale che, al pari dell'efficientamento energetico, andrebbero inclusi nell'ambito delle iniziative di incentivazione della riqualificazione edilizia, atteso il sem-

pre maggior rilievo assunto dalla risorsa idrica sia dal punto di vista ambientale, che economico. Vengono inoltre citate le iniziative portate avanti da ENEA in linea con il recente Piano d'Azione europeo per l'economia circolare per la formazione e informazione dei consumatori, nell'ambito di Urban Living Labs e School Living Labs, con l'obiettivo di migliorare il livello di consapevolezza e promuovere modelli di consumo più sostenibili e circolari. Sempre in tale ambito, si descrivono alcuni tool messi a punto per la misurazione dell'impronta idrica associata a diverse tipologie di prodotti, anche in funzione del territorio di produzione, con la proposta di etichette di circolarità a supporto dei consumatori nella scelta di prodotti a minor consumo di risorse primarie.

Applicazioni in contesto agroindustriale

Il consumo di acqua nel settore agro-alimentare è indubbiamente quello percentualmente più rilevante, con una quota che, in ambito nazionale, si colloca ben al di sopra del 50% dei consumi idrici complessivi. La fase agricola della filiera agroalimentare è quella che in misura maggiore risente degli effetti della carenza idrica dovuta all'attuale contesto di cambiamento climatico. ENEA sviluppa ed implementa tecnologie e metodologie per la gestione efficiente delle risorse idriche nel settore agricolo e lungo le filiere agroalimentari, con particolare riferimento allo sviluppo di opzioni tecnologiche e sistemi volti al risparmio, all'efficienza ed al recupero e riciclo della risorsa, favorendo l'innovazione di settore ed il suo trasferimento al sistema produttivo. Le azioni ENEA si traducono in attività di analisi, sviluppo tecnologico, verifiche sperimentali, monitoraggio, disseminazione, il tutto nell'ottica

dell'interconnessione o Nexus tra energia, acqua e produzione di cibo, con lo scopo ultimo di incrementare la resilienza del sistema agroalimentare.

Nel presente focus sono citate alcune delle attività progettuali che vedono impegnata l'ENEA. Tra queste, assumono particolare rilevanza le attività relative alla valorizzazione dei reflui delle industrie alimentari (con recupero di acqua, nutrienti e materie prime) e al riutilizzo degli effluenti depurati in ambito agricolo, come possibile misura di contrasto alla siccità ed in linea con l'aggiornamento in corso del quadro di riferimento normativo, che vedono ENEA impegnata nello sviluppo ed implementazione su scala reale di impianti pilota in grado di favorire il riutilizzo sicuro e sostenibile delle acque reflue depurate per uso irriguo.

Sistemi di depurazione smart ed efficienti

I sistemi e i processi di depurazione comunemente impiegati in ambito sia municipale che produttivo sono, nella maggior parte dei casi, poco efficienti e poco sostenibili (sia dal punto di vista ambientale che economico), in quanto basati su tecnologie datate e non sviluppate secondo i principi di efficienza e circolarità, ma con il principale obiettivo del conseguimento degli standard di qualità richiesti allo scarico. Un rinnovato approccio gestionale, in linea con le attuali proposte di adeguamento normativo sia in ambito europeo che nazionale, deve essere finalizzato alla sostenibilità di lungo termine, ponendo in primo piano il riutilizzo delle acque depurate, il recupero di materie prime seconde, l'efficienza energetica e le altre opportunità di valorizzazione.

Per quanto riguarda i trattamenti depurativi, le attività ENEA riguar-

dano la definizione di approcci innovativi in ottica di economia circolare e la verifica sperimentale o in campo di approcci e/o biotecnologie di processo per il miglioramento delle efficienze depurative, anche in relazione ai cosiddetti contaminanti emergenti (incluse le microplastiche), l'efficientamento energetico delle linee di trattamento, il recupero di materia.

Il focus riguarderà l'efficientamento dei sistemi di depurazione, con particolare riferimento ai seguenti aspetti: lo sviluppo e l'applicazione di tecnologie innovative per migliorare l'efficienza funzionale ed energetica dei trattamenti depurativi e favorire la rimozione ed il recupero dell'azoto e del fosforo; la determinazione e la rimozione di microplastiche e contaminanti emergenti dalle acque reflue; lo studio di approcci innovativi e lo sviluppo di strumenti software dedicati all'efficienza energetica dei processi depurativi mediante il benchmarking e labelling delle prestazioni energetiche, con l'obiettivo di conseguire l'autosufficienza dei processi.

Processi innovativi per la valorizzazione delle risorse e la gestione dei fanghi di depurazione

Relativamente alla valorizzazione dalle acque reflue ed in generale dalle matrici organiche di scarto, tra cui rientrano anche i fanghi di depurazione, le attività ENEA riguardano lo sviluppo di tecnologie e la conduzione di iniziative finalizzate al recupero degli elementi nutrienti, oltre allo sviluppo di filiere e processi innovativi per la loro valorizzazione energetica. All'interno del focus viene approfondito il tema del recupero di azoto e fosforo dai reflui come esempi di buone pratiche di recupero in ottica di economia circolare. Per quanto riguarda il fosforo, sin dal 2017 è riconosciuto dalla Commissione Europea come Critical Raw Material in quanto materia prima necessaria alla vita per la quale siamo totalmente dipendenti da importazione da Paesi extra europei. Con riferimento allo scenario italiano, si stima che attraverso i processi depurativi si disperdano circa 43.000 t di P/anno pari ad 1/3 del fosforo complessivamente uscente dal ciclo antropico. Il recupero di fosforo dai cicli depurativi appare dunque

al contempo sia una esigenza che un'opportunità e rappresenta una delle tematiche che confluiscono nell'ambito della Piattaforma Italiana del Fosforo, che ENEA coordina in qualità di soggetto attuatore indicato dal MASE. Il focus comprende inoltre un approfondimento sul tema della gestione sostenibile dei fanghi di depurazione, che vede ENEA impegnata in attività di studio e valutazione a livello territoriale con l'individuazione di possibili scenari di ottimizzazione a livello regionale, basati sulla digestione anaerobica e tali da limitare il ricorso allo smaltimento in discarica e favorire l'applicazione dei principi di economia circolare mediante il recupero di materia ed energia. Per quanto concerne le azioni sito-specifiche, relative sia a singoli siti produttivi, che ad impianti di depurazione centralizzati, ENEA porta avanti lo studio, la valutazione e lo sviluppo di tecnologie per la gestione dei fanghi in ottica di economia circolare ed in linea con il mutato contesto ambientale, economico e normativo.

per info: claudia.brunori@enea.it