



Agenzia nazionale per le nuove tecnologie,
l'energia e lo sviluppo economico sostenibile

Approcci per la gestione delle acque reflue in ottica di Economia Circolare: *esperienze e casi studio* **ENEA**

Dott. Gianpaolo Sabia

Laboratorio ENEA SSPT-USER-T4W _Resp. Ing. Luigi Petta

Tecnologie per la gestione sostenibile delle acque

Napoli, 11 Dicembre 2019



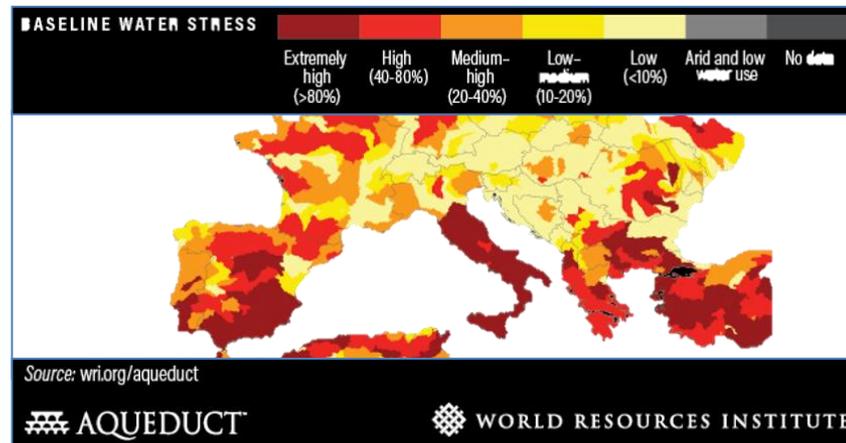
1101 0110 1100
0101 0010 1101
0001 0110 1110
1101 0010 1101
1111 1010 0000



I drivers per l'innovazione tecnologica:

1) Stress idrico crescente

- **A livello mondiale:** **domanda sempre crescente di acqua** per gli usi civili e produttivi (incremento demografico, standard di vita crescenti, inadeguata gestione acque reflue).
 - nel 2015 circa 2,1 miliardi di persone (29% della popolazione globale) non avevano accesso a fonti idriche sicure (UNESCO, 2019) e 2,9 miliardi di persone (1 persona su 3) non avevano accesso almeno a servizi igienico-sanitari di base (WHO/UNICEF 2017).
 - l'80% delle acque reflue viene rilasciata in ambiente senza alcun trattamento depurativo (ONU, 2017).
 - con l'attuale trend di consumi, la domanda supererà le risorse utilizzabili del 40% entro il 2030 (ONU, 2013).
- L'OCSE già nel 2013 classifica l'**Italia tra i paesi a rischio di stress idrico medio-alto**, con una situazione territoriale disomogenea e presenza di aree caratterizzate da scarsità d'acqua ed altre con stress idrico crescente (obsolescenza infrastrutture, fenomeni di contaminazione delle risorse sotterranee e superficiali, etc.).

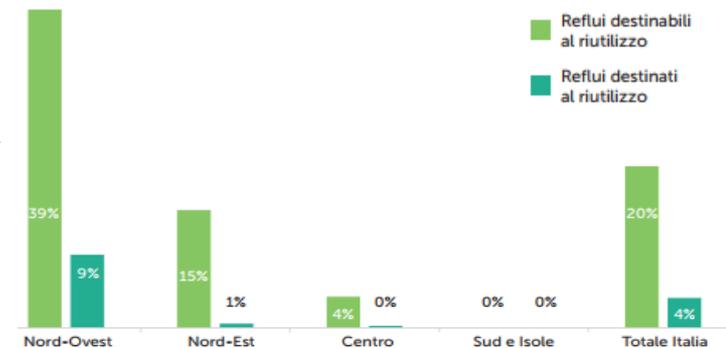


I drivers per l'innovazione tecnologica:

2) Cambiamenti climatici e criticità del SII

- L'effetto dei cambiamenti climatici determina per l'Italia, come molte aree del Sud Europa, una **distribuzione disomogenea delle risorse idriche** nei diversi mesi dell'anno (variazione degli indici di temperatura e precipitazione, incremento di eventi estremi sia siccitosi che ad elevata intensità) e nelle varie aree geografiche.
- Incremento degli **impatti derivanti da fenomeni meteorologici estremi** (dal 2010 al 2016 le inondazioni hanno provocato in Italia la morte di oltre 145 persone e l'evacuazione di oltre 40mila persone).
- **Deficit infrastrutturale e di ammodernamento**, con ritardi nel completamento dei sistemi di fognatura e depurazione, rispetto agli obblighi fissati dalle Direttive 91/271/CEE e 2000/60/CE, con conseguenti procedure di infrazione per l'Italia.
- L'utilizzo attuale della risorsa idrica è caratterizzato da **tendenze di consumo insostenibili**, conseguenza di pratiche inefficienti che provocano sprechi e depauperamento delle riserve idriche primarie. A ciò si associa la **limitata quota di riutilizzo idrico diretto** ai sensi del D.M. 185/2003 (ARERA, 2019). Definizione di un **nuovo approccio normativo** (Prop. Reg. sul WW reuse COM(2018) 337).

Percentuale di reflui depurati destinabili e destinati al riutilizzo per area geografica



I drivers per l'innovazione tecnologia:

3) Sostenibilità economica del SII

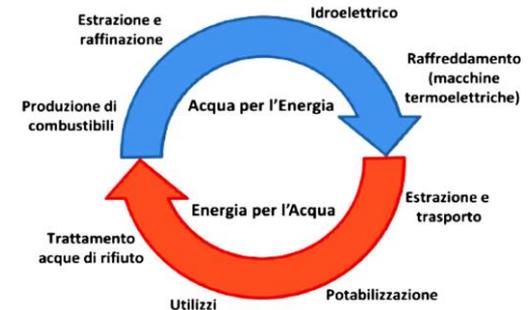
Costi complessivi del SII su base nazionale (periodo 1997-2010, stime ISTAT):

- **servizi di acquedotto:** spesa complessiva di 9'634 milioni di €/anno (0,6% PIL);
- **servizi di gestione delle acque reflue :** spesa complessiva di 2'775 milioni di €/anno (0,2% PIL).

Consumi energetici del SII: dati TERNA (2019) riportano per il SII un consumo energetico nazionale di 6.150 GWh nel 2018 (>2.0 % del consumo elettrico nazionale, pari a 303,5 TWh/a), di cui più di 2.000 GWh/a risultano ascrivibili al **solo servizio di depurazione** per un costo di oltre 250 milioni €/a.

A livello globale, si stima entro il 2040 un **incremento dei consumi di acqua** di quasi il 60%, con il contestuale **raddoppio dei consumi energetici** dovuti all'aumento della domanda di approvvigionamento e di collettamento/trattamento reflui (WEO, 2016), per una incidenza dell'intero ciclo idrico integrato stimata pari al **4% dei consumi totali** di energia elettrica.

Sussistono notevoli **margini di efficientamento energetico** del SII, che per alcuni settori quali la *depurazione acque reflue* può tendere alla neutralità.



I drivers riportati richiedono una necessaria transizione verso la **gestione circolare ed efficiente della risorsa idrica**, mediante lo sviluppo di soluzioni innovative ed approcci finalizzati al **riutilizzo**, al **recupero** ed al **riciclo**, minimizzando i flussi idrici da inviare allo scarico finale (end-of-pipe).

Percorsi di transizione verso l'economia circolare per la risorsa idrica – Competenze e Attività ENEA

1 Percorso circolare relativo alla risorsa idrica

- **Risparmio idrico**
- **Riutilizzo idrico** in ambito agricolo, industriale, urbano: introduzione di tecnologie e approcci innovativi, buone pratiche
- Gestione sostenibile delle **acque meteoriche**

2 Percorso circolare relativo ai materiali

- **Recupero nutrienti** (N, P) e **chemicals** (es. biopolimeri o cellulosa), **metalli**, etc. riutilizzabili nell'industria o nell'agricoltura
- **Sviluppo di biotecnologie di processo**

3 Percorso circolare relativo all'energia

- **Efficientamento energetico** dei processi depurativi (monitoraggio, diagnosi, modellazione)
- Produzione di energia e biocarburanti dalle acque reflue: **valorizzazione energetica**
- Implementazione di **impianti di depurazione energeticamente autosufficienti (ZEP)**, es. Integrazione ciclo reflui-rifiuti



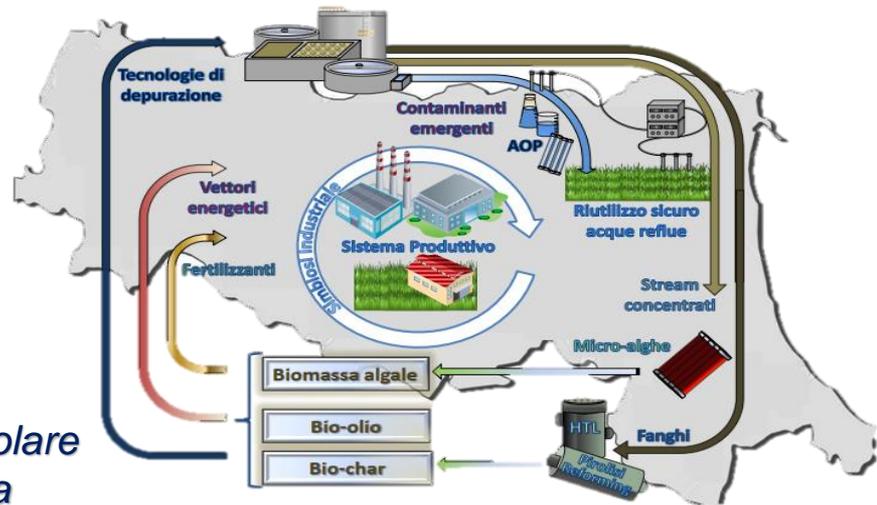
Progetto VALUE CE-IN

VALorizzazione di acque reflUE e fanghi in ottica di economia Circolare e simbiosi Industriale



Partners: ENEA-LEA (Coordinatore), CIRI-EA UniBO, Terra&Acqua UniFE, LEAP PoliMI, Proambiente CNR, HERA, CAVIRO, Agrosistemi, Irritec, Alga&Zyme, PromosAgri.

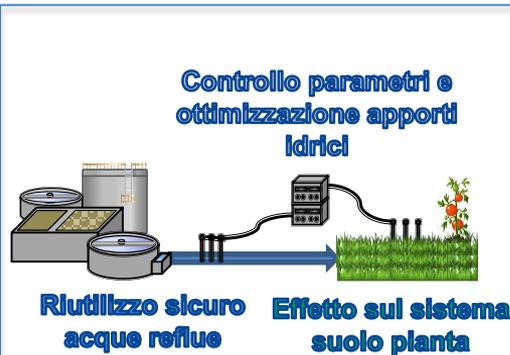
- Durata : 2 anni (Inizio attività: Luglio 2019)
- Budget totale progetto: 1.118.391 €
- Topic: implementazione di *approcci di economia circolare e simbiosi industriale su scala reale per la filiera della gestione delle acque reflue municipali ed industriali*, finalizzati al miglioramento della sostenibilità ambientale ed energetica ed all'introduzione di nuovi scenari e modelli di business.



Piano di attività

FASE 1: implementazione presso l'impianto di depurazione *HERA di Cesena* di un *sistema smart prototipale* per il *monitoraggio on-line della qualità delle acque depurate* e la *valutazione real time del loro destino ottimale* (agronomico, industriale, altro) al fine di garantirne un utilizzo appropriato ai sensi del D.M.185/2003. Saranno inoltre indagati sperimentalmente i margini di applicazione della proposta di regolamento EU COM(2018) 337.

FASE 2: implementazione di un sistema prototipale per *l'irrigazione di precisione con acque reflue depurate* prevedendo *un area sperimentale con piantumazione di colture dedicate*. Saranno valutati gli effetti del riuso acque sul sistema di micro-irrigazione e suolo-pianta prevedendo l'impiego di sonde on-line per la stima delle esigenze idriche delle colture al fine di ottimizzare gli apporti idrici (*Interfaccia dedicata nelle logiche di controllo del prototipo sviluppato in Fase 1*).

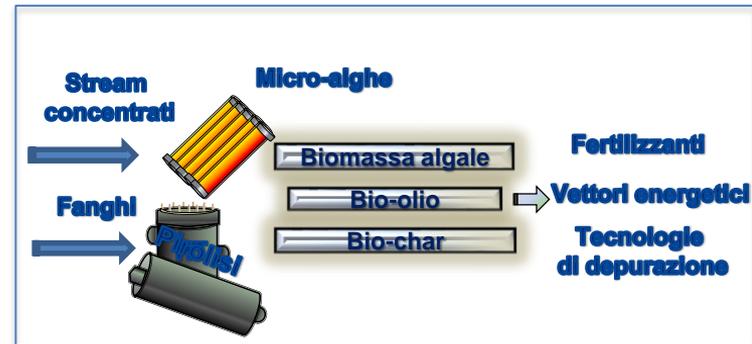


Impianto di depurazione e allestimento area sperimentale

Piano di attività

Fase 3: valutazione di tecnologie e processi per migliorare la sostenibilità delle linee di trattamento e favorire il recupero di materie prime-seconde:

- a) *fotobioreattori* per il trattamento di *flussi concentrati in N e P* o per l'affinamento terziario degli effluenti (Dep. Ferrara), con possibile *recupero delle biomasse microalgali* (fertilizzanti o valorizzazione energetica);
- b) processi innovativi per la *rifunzionalizzazione di bio-char* derivante da processi di *pirolisi e reforming ad alta temperatura dei fanghi di depurazione* a scopi depurativi (trattenimento contaminanti emergenti) o *fertilizzanti* (a valle di processi di adsorbimento di elementi nutrienti);
- c) processo di *Liquefazione Idrotermica per la conversione dei fanghi di supero* in una materia prima-seconda (*bio-olio*) e valutazione dei possibili impieghi come *bio-combustibile* o in ottica di simbiosi industriale.



Fase 4: definizione e valutazione di *procedure di campionamento ed analitiche* per la determinazione di CE e microplastiche nelle acque reflue depurate e nei fanghi di supero. Conduzione di campagne di monitoraggio per valutare l'*efficienza di trattamento* offerta dai cicli depurativi comunemente applicati. Valutazione dell'efficacia di diverse *tecnologie (AOP, filtrazioni)* per la rimozione di CE dalle acque reflue.

Fase 5: sviluppo di una *piattaforma di Simbiosi Industriale* per i processi di trattamento reflui municipali e produttivi, con il fine di promuovere e valorizzare percorsi di simbiosi da applicare alla filiera della gestione delle acque reflue, con particolare riferimento alle pratiche ed ai processi testati nelle precedenti fasi.



Progetto GST4Water

Applicazione di tecnologie ICT per la misura e la razionalizzazione dei consumi idropotabili finalizzate al risparmio idrico



Tecnologie per il monitoraggio in tempo reale dei consumi idrici indoor e outdoor

Piattaforma per l'elaborazione e la comunicazione dei consumi idrici ai gestori e agli utenti



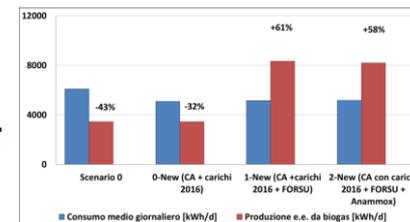
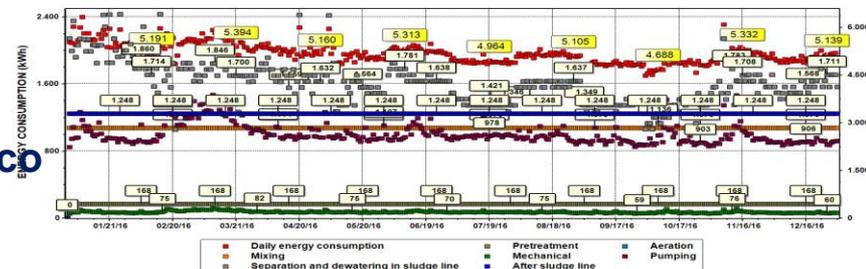
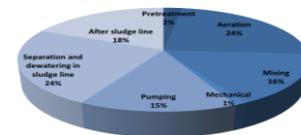
Applicazione di tecnologie innovative, tra cui **contatori intelligenti** con sistema di trasmissione dati integrato o integrabile e protocollo trasmissione dati open source, **sistemi di controllo SBC** (Single Board Computer, es. Raspberry, Arduino), **Piattaforme Cloud** per la gestione dei dati

Implementazione di Impianti *nZEP* (*near Zero Energy Plants*) e Labelling energetico

Attività di ricerca applicata per il Gruppo HERA

Obiettivi: analisi di un parco impianti e definizione di *strategie di intervento* per l'ottimizzazione energetica e funzionale degli ID con *introduzione di una procedura per il Labelling energetico*:

- Diagnosi funzionale ed energetica di ID.
- **Benchmarking** e definizione di **KPIs**.
- Applicazione di una **procedura di Labelling Energetico** degli ID a supporto dei processi decisionali.
- **Valutazione modellistica di possibili interventi di efficientamento**.
- **Valutazioni di scenario e cost-benefit analysis** per individuazione interventi impiantistici e gestionali ottimali.



| ID | GEI | Rango | Etichettatura energetica |
|----|------|-------|--------------------------|
| 01 | 0,60 | 8 | F |
| 02 | 0,44 | 3 | D |
| 03 | 0,00 | 1 | A |
| 04 | 0,23 | 2 | B |
| 05 | 0,47 | 6 | E |
| 06 | 0,41 | 4 | D |
| 07 | 0,45 | 5 | D |
| 08 | 0,71 | 9 | G |
| 09 | 0,57 | 7 | E |
| 10 | 0,80 | 10 | G |

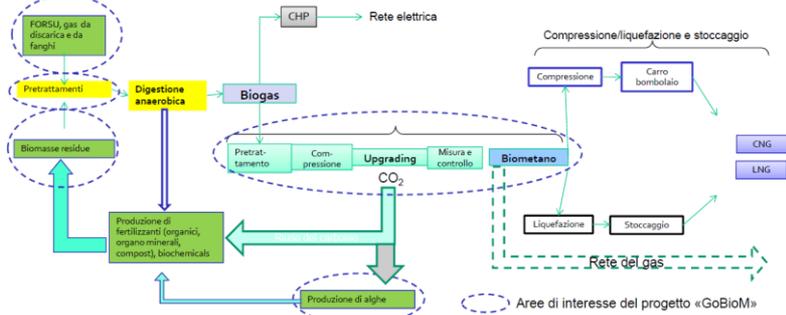
Very energy efficient (A, B, C, D) and Not energy efficient (G, F, E).

Valorizzazione energetica reflui e fanghi



Ottimizzazione tecnologica filiera biometano

La filiera del biometano

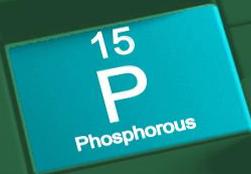


Sviluppo sistema in scala pilota per il pretrattamento meccanico e biologico di biomasse residue. Valorizzazione buccette di pomodoro, vinacce esauste, fanghi di depurazione



Sviluppo sistema in scala pilota per la metanazione biologica idrogenotrofa di flussi residuali di H₂ e CO₂ secondo un approccio Power-To-Gas in accoppiamento con cavitazione idrodinamica.





Piattaforma Nazionale promossa dal Ministero dell'Ambiente (*Legge 205/2017 2017, n. 205*) e *convenzione MATTM-ENEA* quale **soggetto attuatore e coordinatore del Tavolo Tematico** con partecipazione di imprese, istituzioni e associazioni

Obiettivo: tendere alla chiusura del ciclo del fosforo lungo tutta la catena del valore (produzione, consumo, recupero), *materia prima critica* per l'Europa e l'Italia, per garantire l'autosufficienza del sistema Paese per il suo approvvigionamento.

Approccio di lavoro: 4 GdL che affrontano la tematica dal punto di vista tecnologico, normativo ed economico

GdL 1 - Il mercato del fosforo: barriere e valorizzazione

GdL 2 - Tecnologie e buone pratiche di recupero e gestione

GdL 3 - Il mercato del fosforo: analisi e proposte normative

GdL 4 - Piano di promozione e fattibilità per la sostenibilità a lungo termine

Il recupero dei flussi di scarto dal **ciclo antropico** risulta essenziale: nello scenario italiano si stimano (van Dijk et al., 2016) circa 300.000 TP/a importate, 35.000 esportate e 130.452 perdute nel ciclo antropico (43%).

Potenziale di recupero di P dai processi di depurazione delle acque reflue: nei fanghi di depurazione e flussi di acqua trattata, si stima un quantitativo di P recuperabile pari a 43.000 t/anno (33% output del ciclo antropico):.

Attività GdL2: Ricognizione delle buone pratiche esistenti e delle migliori tecnologie disponibili per il recupero del fosforo come materia prima-seconda.

Gianpaolo Sabia
gianpaolo.sabia@enea.it
Resp. Laboratorio ENEA T4W:
luigi.petta@enea.it

Grazie per l'attenzione!