

# Il processo di **DEPURAZIONE** come parte integrante del **SISTEMA DI PROTEZIONE E RIUTILIZZO DELLA RISORSA IDRICA**

**Dr. Cesare CRISTOFORETTI**  
**Ing. Alfredo PIZZA**

**MILANO, 28.09.2016**



**SERVIZIO IDRICO INTEGRATO**



# UTILIZZI DELL'ACQUA

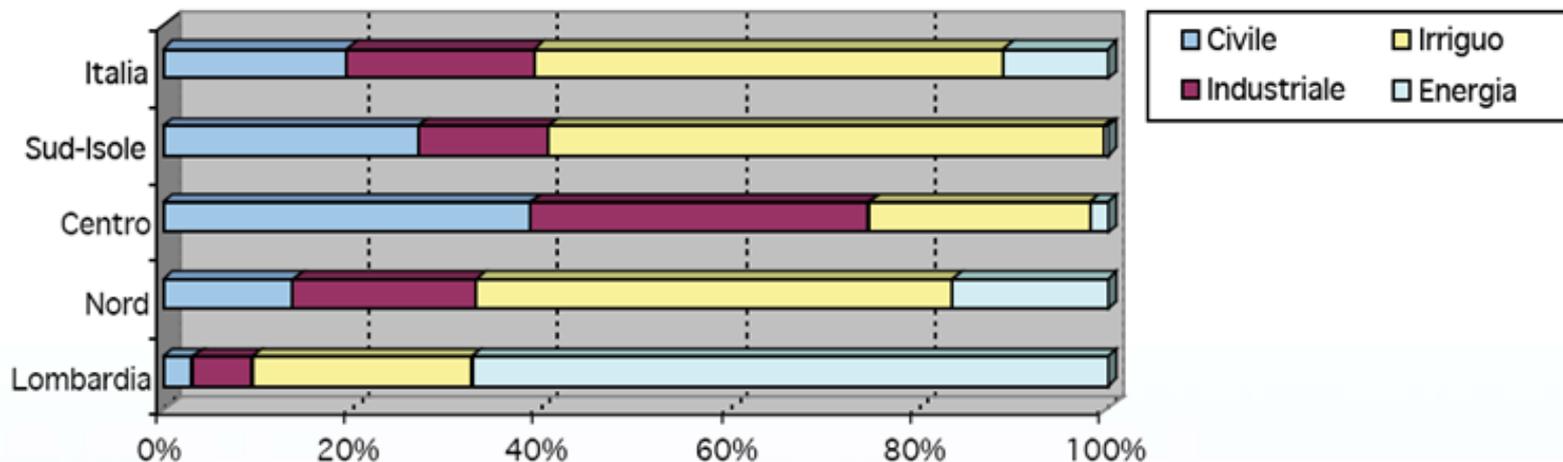
Gli usi dell'acqua, che determinano la sua richiesta e quindi i prelievi, possono essere ripartiti nelle seguenti macro categorie:

- ✓ **uso potabile (uso civile):** consumo umano e servizi di igiene privati e collettivi, dipendente dalle dimensioni degli agglomerati urbani, dal livello di benessere economico e dalle abitudini di vita della popolazione;
- ✓ **uso industriale:** variabile in base ai diversi settori produttivi (i più idroesigenti sono il petrolchimico, il metallurgico, il tessile e l'alimentare);
- ✓ **uso irriguo:** uso idrico in agricoltura, dipendente dall'estensione delle superfici irrigabili, dalle caratteristiche climatiche e ambientali, dalla tipologia colturale, dalle tecnologie di distribuzione utilizzate;
- ✓ **uso energetico:** impiego sia **diretto** (immissione nelle condotte forzate delle centrali idroelettriche) sia **indiretto** (trasformazione in vapore nelle centrali termoelettriche dove l'acqua viene anche impiegata per il raffreddamento degli impianti); la produzione idroelettrica non comporta consumi idrici o degrado delle caratteristiche di qualità, dato che l'acqua è restituita al corpo idrico dopo il suo utilizzo;
- ✓ **uso estetico-ricreativo e vita acquatica:** acque destinate alla balneazione, alle attività ricreative, alla salvaguardia del patrimonio naturalistico-ambientale, ai fini della fruizione turistica.



# UTILIZZI DELL'ACQUA IN ITALIA

60% agricoltura,  
25% settore energetico e industriale,  
15% usi domestici.



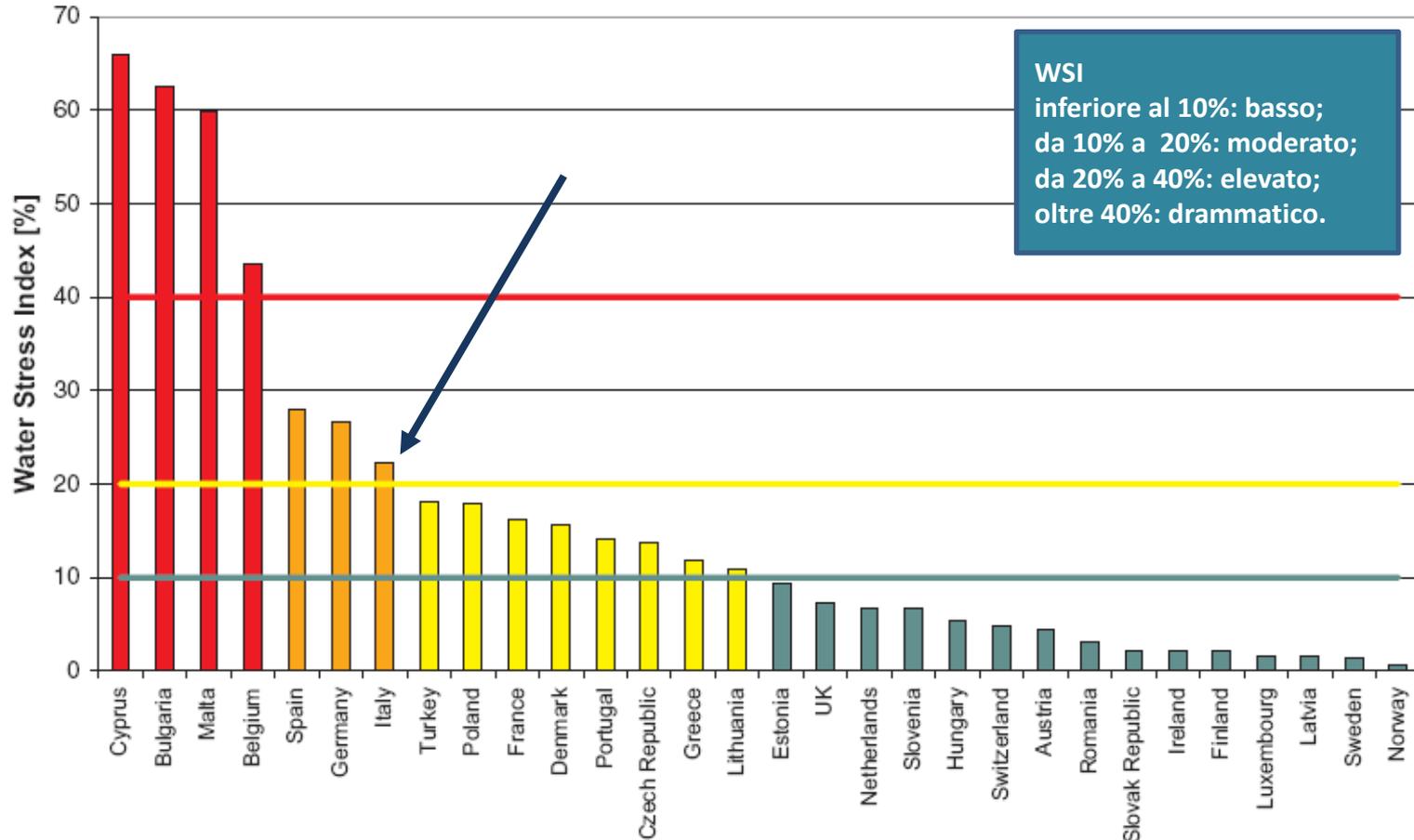
Distribuzione degli usi in Italia e in Lombardia.

(Fonte: "Programma di tutela e uso delle acque - PTUA")



# WATER STRESS INDEX

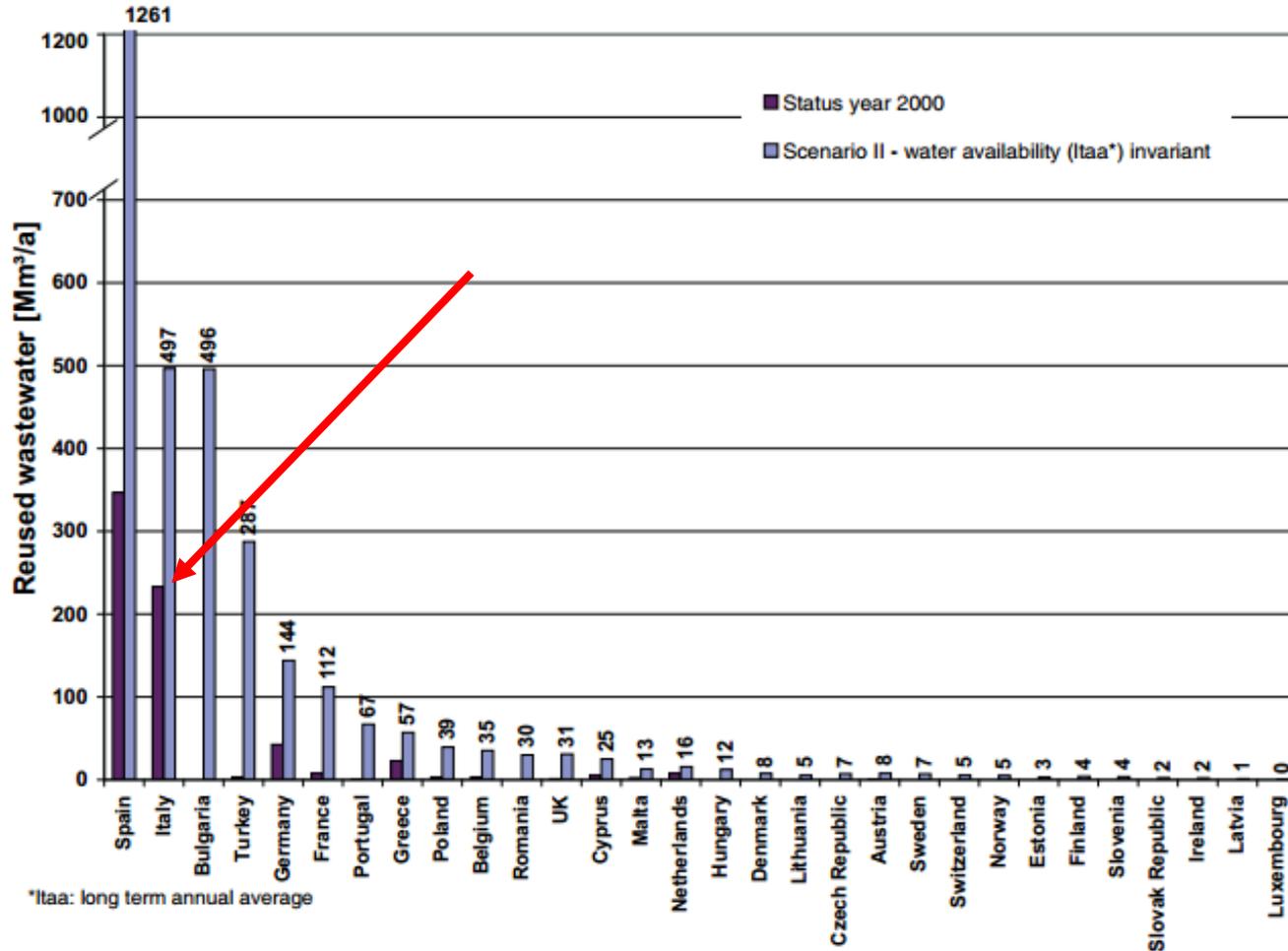
## Water Stress Index % (estrazione/disponibilità)



**Data sources:** long term annual average availability data from EUROSTAT; water abstraction mainly from EUROSTAT and national Environmental Reports.



# POTENZIALE DI RIUSO DELL'ACQUA DEPURATA

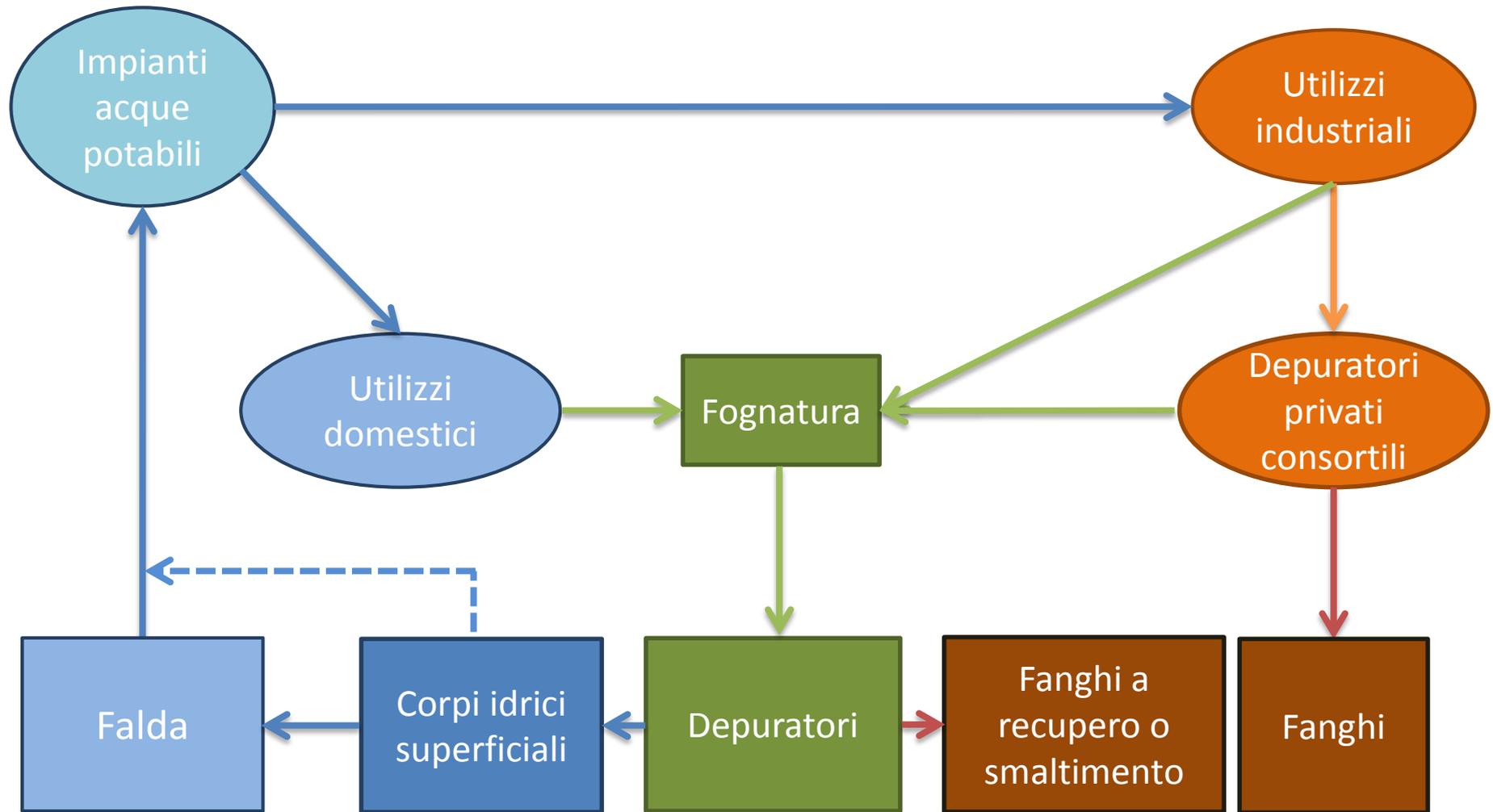


Data source: model output for wastewater reuse potential of European countries on a projection horizon of 2025 (Scenario II), from the AQUAREC project.





# LA DEPURAZIONE NEL SERVIZIO IDRICO INTEGRATO





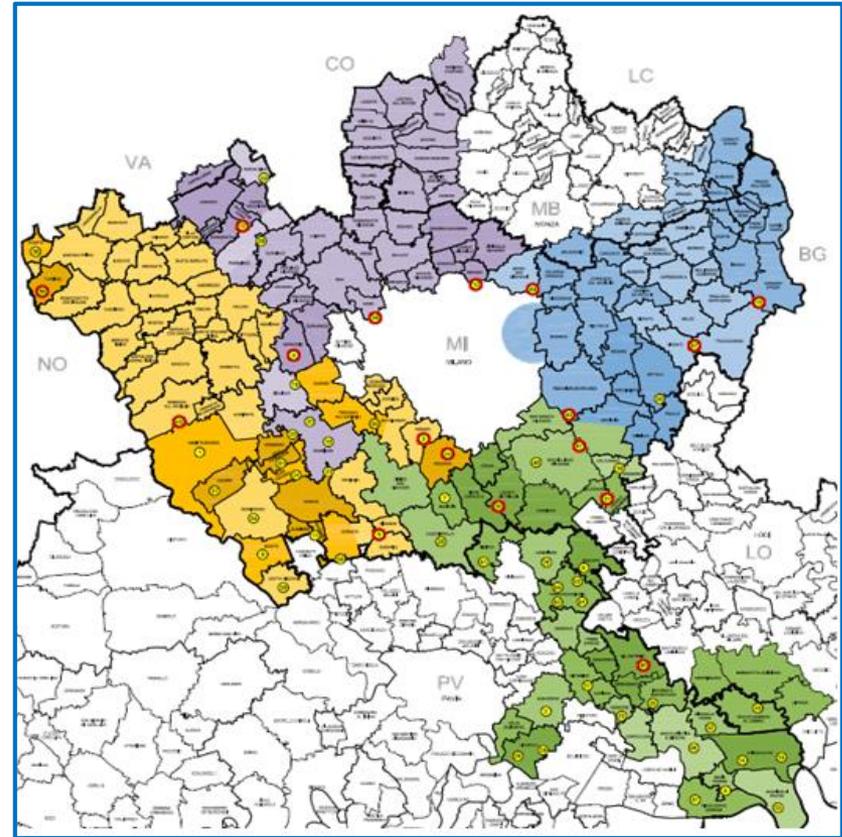
# LA DEPURAZIONE GESTITA DAL GRUPPO CAP

6.419 km  
Rete Fognaria

59  
WWTPs



- ✓ **361 stazioni di sollevamento**
- ✓ **59 impianti di depurazione gestiti, di cui 39 nella Città Metropolitana di Milano**
- ✓ **2.250.000 abitanti equivalenti serviti**
- ✓ **300 Mm<sup>3</sup> di reflui fognari trattati annualmente**
- ✓ **71% portata trattata in impianti con AE ≥ 100.000**



	AE ≥ 100.000	50.000 ≤ AE < 100.000	10.000 ≤ AE < 50.000	0 < AE < 10.000	Totale
Portata trattata [m <sup>3</sup> /anno]	211.094.534	46.946.715	27.864.610	11.653.322	297.559.181
% Portata trattata	70,94%	15,78%	9,36%	3,92%	100%



# LE 5 R DELLA SOSTENIBILITA' IDRICA



RIDURRE I CONSUMI



RIUTILIZZARE L'ACQUA



RECUPERARE NUTRIENTI



REINDIRIZZARE L'ENERGIA



RICOSTITUIRE L'AMBIENTE CIRCOSTANTE

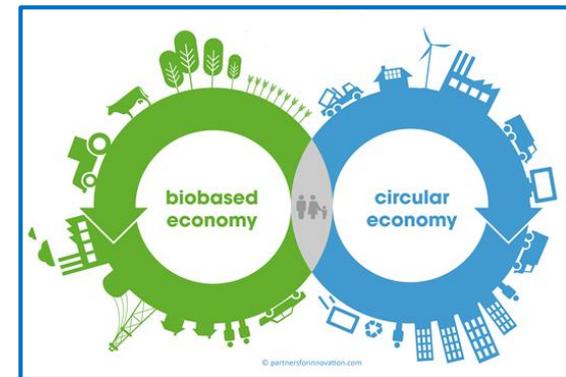


# GESTIONE SOSTENIBILE DELLA RISORSA IDRICA

Uno dei principi fondamentali della **gestione sostenibile del ciclo delle acque** consiste nel considerare le acque di scarico come parte di un sistema integrato e nell'esaminare non solo il trattamento e lo scarico delle acque reflue, ma anche **l'intero processo di utilizzo delle risorse idriche**.

Un sistema di gestione delle acque sostenibile richiede un **uso efficiente delle stesse**, in grado di:

- evitare il ricorso a sostanze pericolose;
- riciclare le sostanze nutritive;
- trattare le acque reflue a costi contenuti;
- recuperare le acque depurate.



*Le acque reflue, in tale visione, invece di essere considerate sostanze da eliminare, diventano **una risorsa idrica** inquadrata negli ampi concetti di **economia circolare e biobased***

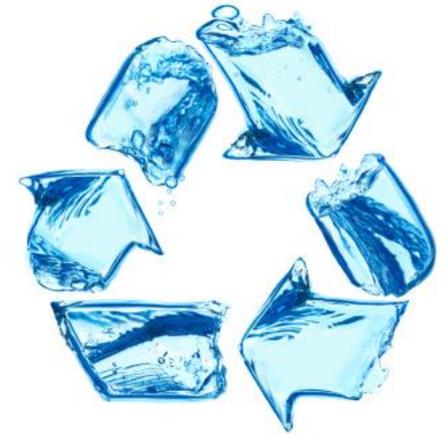


# RIUSO DELLA RISORSA IN USCITA DAGLI IMPIANTI

Un aspetto fondamentale dell'approccio sostenibile nella gestione della risorsa idrica è rappresentato dal **riutilizzo irriguo delle acque reflue**, pratica diffusa in molti paesi e sempre più spesso raccomandata dagli organismi internazionali che promuovono lo sviluppo sostenibile.

## Perché riutilizzare l'acqua

- La **disponibilità** di acque di buona qualità da destinare all'uso potabile ed alla produzione di alimenti è **in diminuzione**;
- Il riuso in condizioni sicure ed efficienti è un mezzo valido per **aumentare l'approvvigionamento idrico e alleviare la pressione su tale risorsa** troppo sfruttata;
- **Riciclo di nutrienti** in sostituzione dei concimi solidi;
- L'**utilizzo di acque riciclate** è **sempre più diffuso** come fonte di acqua per usi non potabili e oggi vi sono più di 3.300 progetti operativi;
- Il riutilizzo delle acque per il governo della risorsa è oggetto di **attenzione sia scientifica che legislativa**. La Commissione Europa emanerà disposizioni sui requisiti minimi da applicare a tale pratica.





# APPROCCIO CRADLE TO CRADLE

In contrapposizione, quindi, con il modello ***Cradle to Grave***, basato sul paradigma *take-make-dispose* (economia lineare), l'attività operativa dei depuratori può essere vista in un approccio ***Cradle to Cradle*** (economia circolare).



La transizione verso un'economia circolare è al centro dell'agenda per l'efficienza delle risorse stabilita nell'ambito della ***strategia Europa 2020*** (vedi anche Comunicazione Commissione Europea «***L'anello mancante: un piano d'azione europeo per l'economia circolare***», Dicembre 2015).



# APPROCCIO CRADLE TO CRADLE

Principi Cradle To Cradle	Gruppo CAP - State of the Art
Forte <b>connessione fra equità, ecologia ed economia</b>	<b>Coinvolgimento</b> delle parti interessate <b>nella pianificazione della filiera di trattamento dell'acqua</b>
Attenzione alla <b>creazione di soluzioni efficaci dal punto di vista ecologico</b>	Sforzi per <b>consolidare e migliorare l'uso efficiente dell'acqua e dell'energia</b>
Approccio ambizioso allo <b>sviluppo sostenibile</b>	Forte impegno per il <b>miglioramento del controllo della qualità dell'acqua potabile e di quella trattata</b>
Focus sui <b>materiali e il loro uso</b> in fase di progettazione	<b>Miglioramento della selezione di materiali per nuove infrastrutture</b> (pozzi, impianti di depurazione, edifici)
<b>I componenti</b> usati devono essere <b>sicuri per l'uomo e l'ecosistema</b>	<b>Materiali sicuri</b> per le reti di distribuzione dell' <b>acqua potabile</b>
Possibilità di <b>riuso</b> (riciclo) di <b>materiali</b> nella biosfera o nella tecnosfera senza alcuna perdita di qualità	Attenzione alla <b>scelta di materiali</b> che ne permettano il <b>riuso a fine vita</b>
<b>I prodotti</b> devono essere <b>facili da disassemblare</b> in modo che possano iniziare il loro ciclo di fine vita	<b>Estensione del tempo di vita degli impianti</b> attraverso una progettazione accurata

**CAP considera l'approccio *Cradle to Cradle* come motore per l'innovazione**

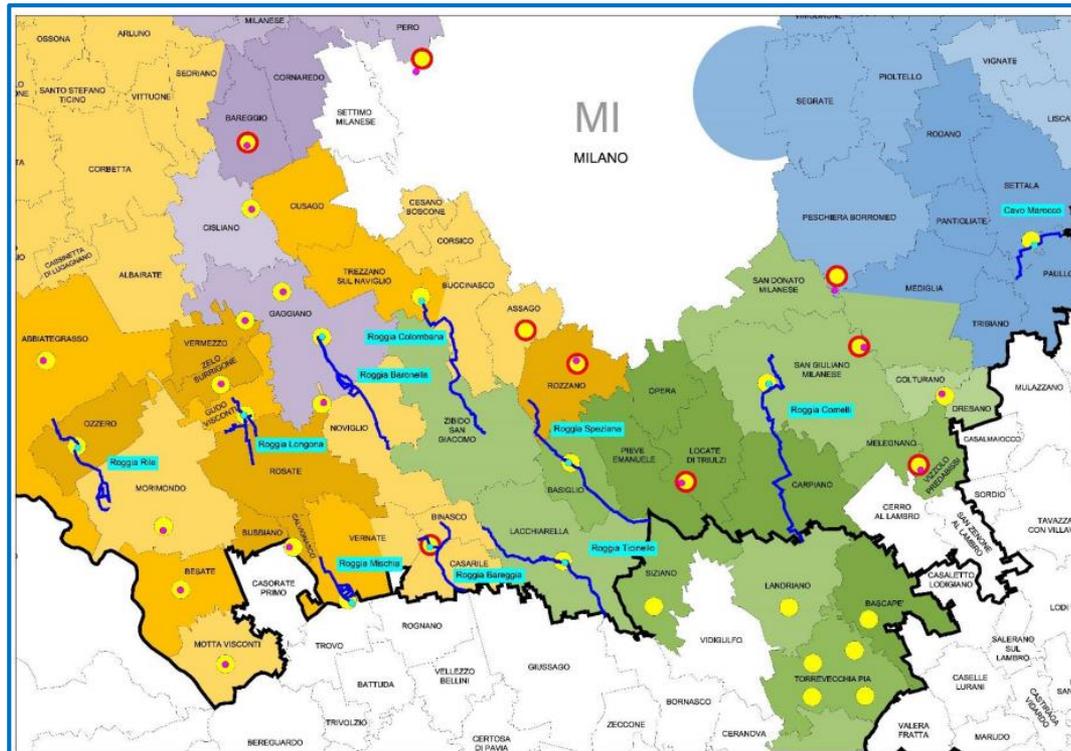


# IL RIUSO IRRIGUO NEGLI IMPIANTI CAP



## Irrigazione

- 11 impianti di depurazione con riuso irriguo indiretto e prescrizioni in autorizzazione riferite ai limiti del D.M. 185/2003;
- 11 rogge interessate;
- 11 % dei volumi complessivamente trattati (su base 2015);
- 34 Mm<sup>3</sup>/anno (su base 2015) per tutti i depuratori con scarico in recettori con possibile uso irriguo.

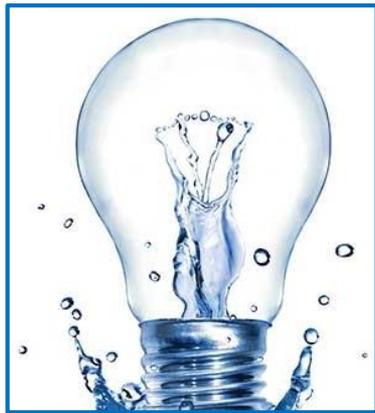


Rogge interessate dal riuso irriguo dell'acqua reflua depurata



# INNOVAZIONE E SVILUPPO TECNOLOGICO IN CAP

I **progetti di Innovazione e Sviluppo** intrapresi dal Gruppo CAP si suddividono in interventi di primo, secondo e terzo livello, così come dettagliati di seguito.



## Innovazione e Sviluppo

### *Primo livello*

Interventi innovativi che prevedono risultati a breve termine

### *Secondo livello*

Interventi che richiedono periodi maggiori per la realizzazione dei progetti

### *Terzo livello*

Partecipazione a bandi per lo sviluppo di progetti innovativi di ampio respiro

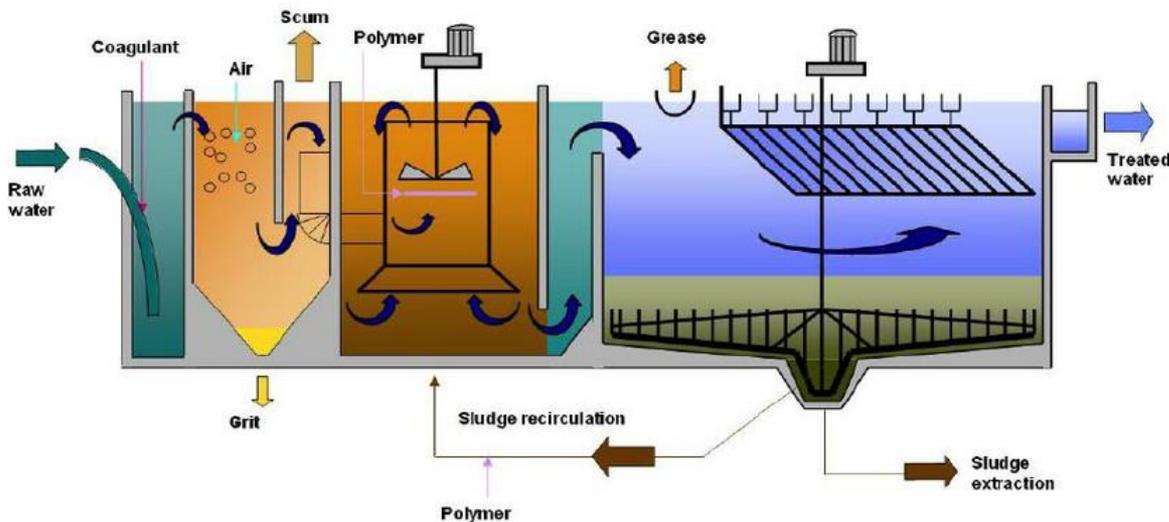
In particolare, si intendono ora descrivere alcuni **interventi di per migliorare l'efficienza dei processi di depurazione presso impianti del Gruppo CAP**, nell'ottica di implementare soluzioni tecnologiche che permettano una **sempre più elevata qualità delle acque in uscita dagli impianti (Regolamento Regionale 24 Marzo 2006, n.3)**.



# SEDIMENTAZIONE A PACCHI LAMELLARI

La sedimentazione con pacchi lamellari consente di moltiplicare, nel medesimo bacino di sedimentazione, la superficie di separazione acqua-fanghi.

I pacchi lamellari sono composti da molteplici blocchi costruiti in materiale antiusura, in modo da ottenere un gran numero di superfici elementari di separazione liquido solido, permettendo di **diminuire notevolmente la superficie di separazione necessaria per una determinata portata di refluo.**

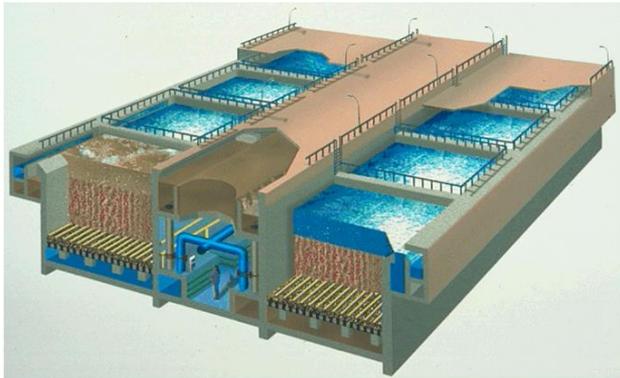


Impianti di  
PESCHIERA BORROMEO  
ROZZANO  
SESTO SAN GIOVANNI



# BIOFILTRAZIONE

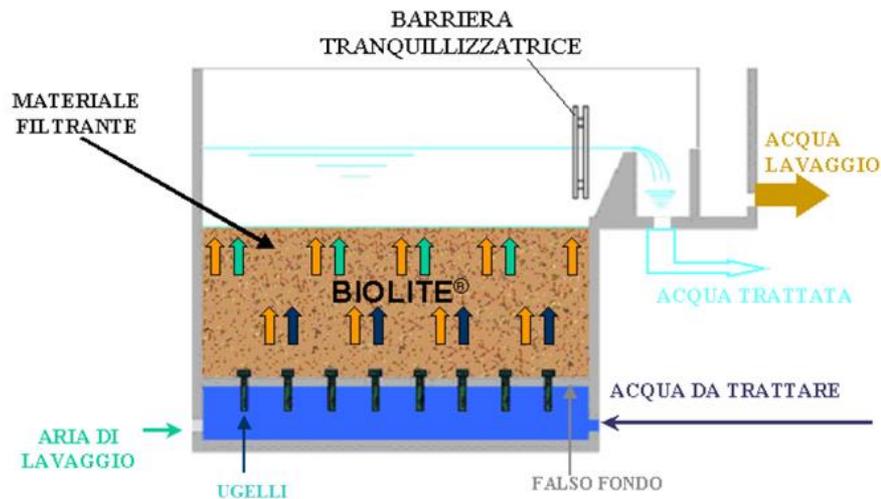
La biofiltrazione è una tecnica applicata nel campo del trattamento delle acque residue urbane al fine di poter realizzare impianti compatti e dunque di più agevole inserimento. **L'acqua da trattare attraversa il materiale filtrante (biolite) che, una volta colonizzato, mette in intimo contatto la biomassa adesa ed il carico inquinante dell'influente all'impianto, consentendo così una rapida depurazione.**



Biolite P 3,5 sferica



Biolite L 2,7 concassé



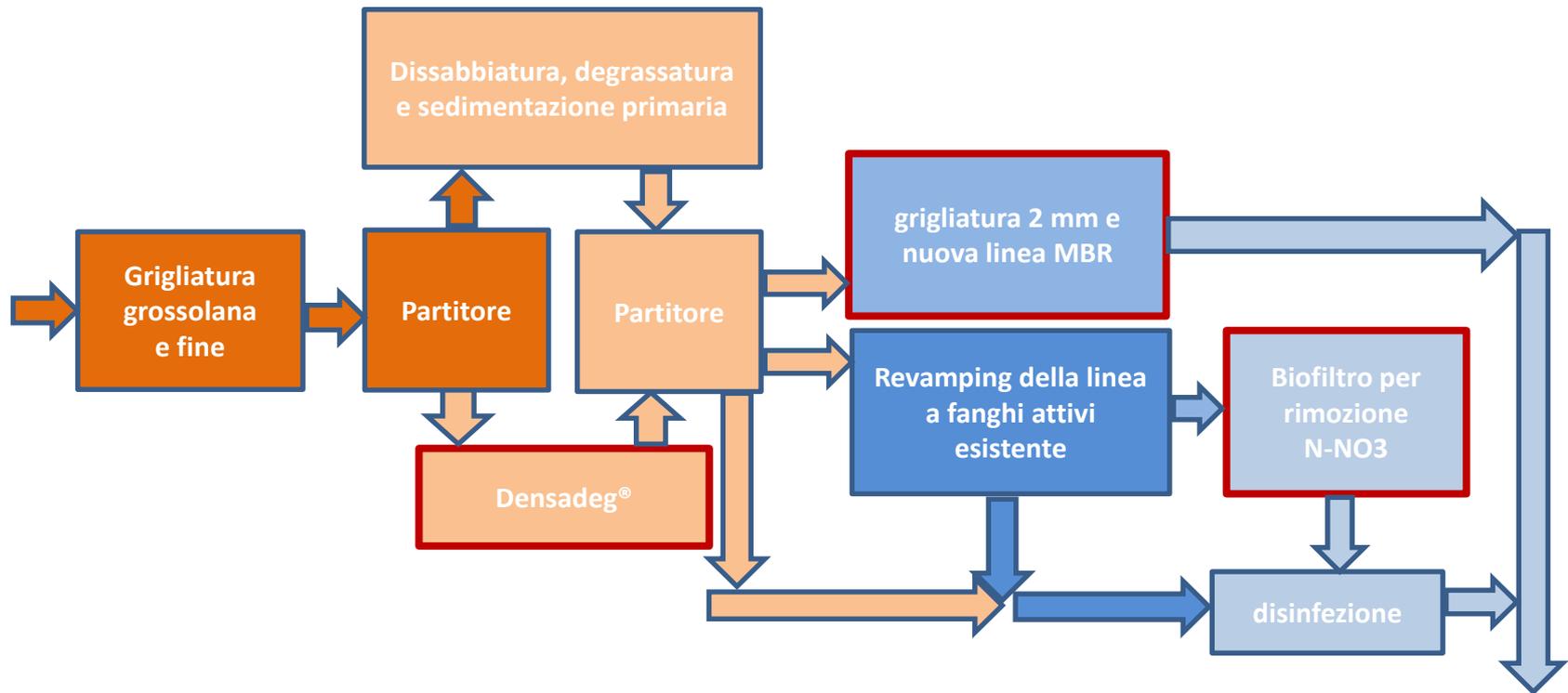
Impianti di  
**PESCHIERA BORROMEO**  
**ROZZANO**  
**SESTO SAN GIOVANNI**



# POTENZIAMENTO WWTP ROZZANO

Gli interventi di ampliamento/adeguamento del Depuratore di Rozzano hanno comportato:

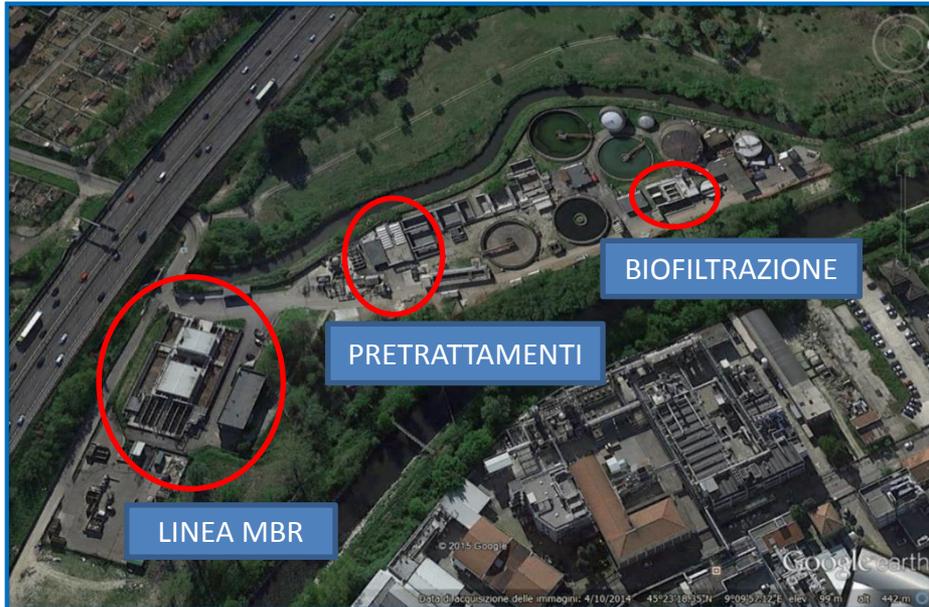
- l'introduzione di una **nuova linea MBR con stacciatura fine e sedimentazione primaria a pacchi lamellari**;
- l'introduzione di un **trattamento di affinamento di biofiltrazione sulla linea tradizionale, finalizzato anche alla rimozione dei nitrati**.



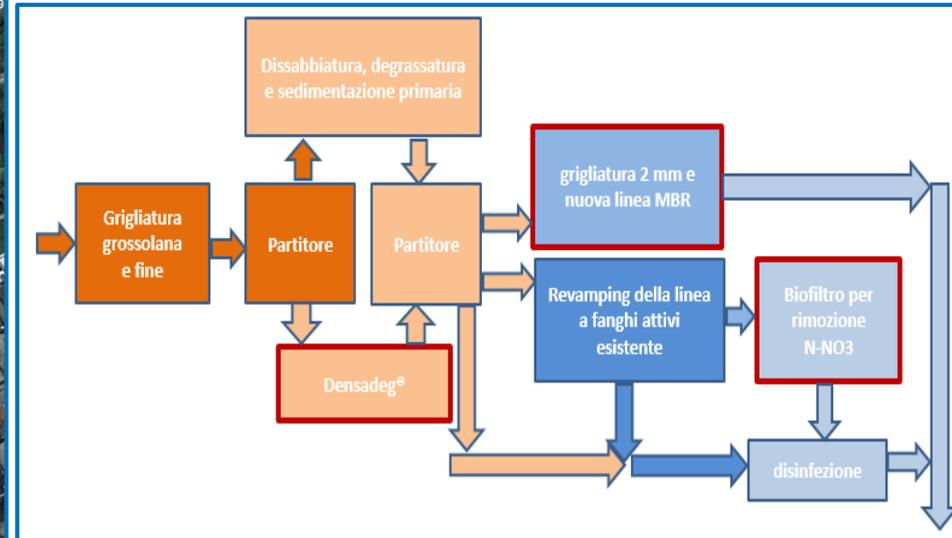


# ROZZANO – PACCHI LAMELLARI, MBR, BIOFILTRAZIONE

VEDUTA AEREA DEPURATORE



SCHEMA DI FLUSSO DEPURATORE

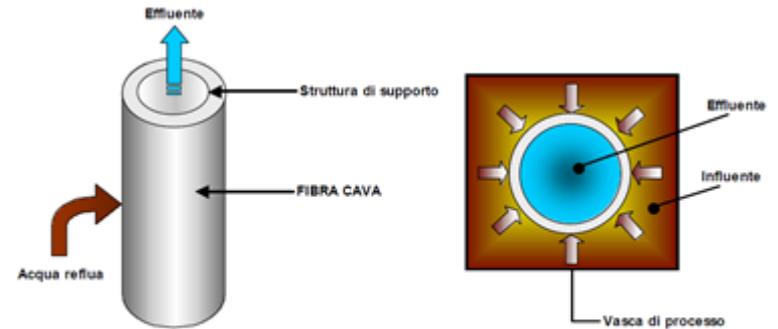
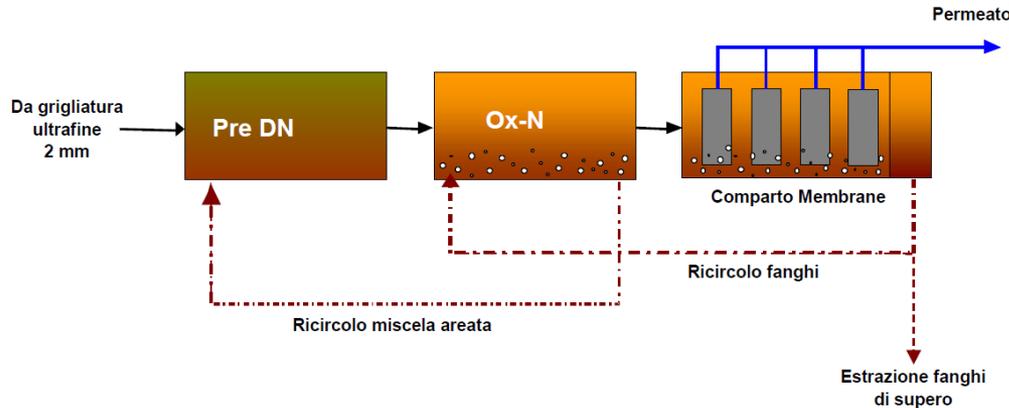


**Abitanti Equivalenti serviti: 115.000**  
**Portata in ingresso complessiva: 30720 m<sup>3</sup>/d (1280 m<sup>3</sup>/h)**  
**Portata alla linea MBR: 896 m<sup>3</sup>/h**  
**Portata alla linea fanghi attivi: 384 m<sup>3</sup>/h**

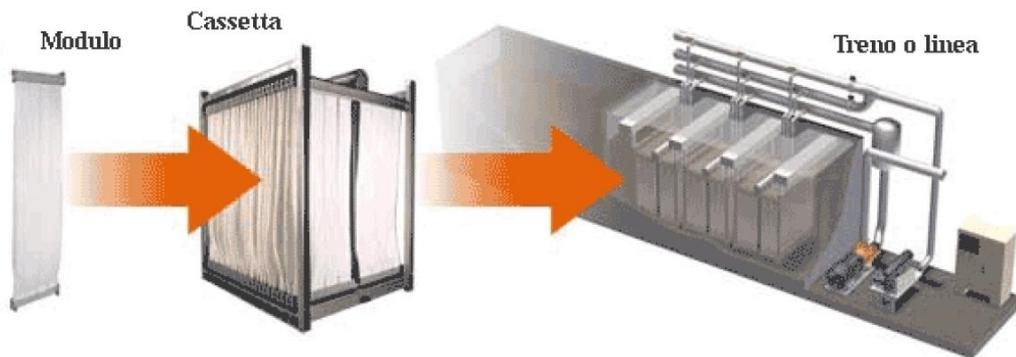


# TECNOLOGIA MBR – Membrane Biological Reactor

I bioreattori a membrana, combinando il **tradizionale processo biologico a fanghi attivi** e l'operazione di **separazione a membrana**, consentono l'**ottimizzazione del processo di depurazione** garantendo il rispetto dei limiti di concentrazione più severi previsti dalla normativa vigente.



Membrana a fibra cava immersa rinforzata.



Impianti di  
**ASSAGO**  
**BASIGLIO**  
**ROZZANO**



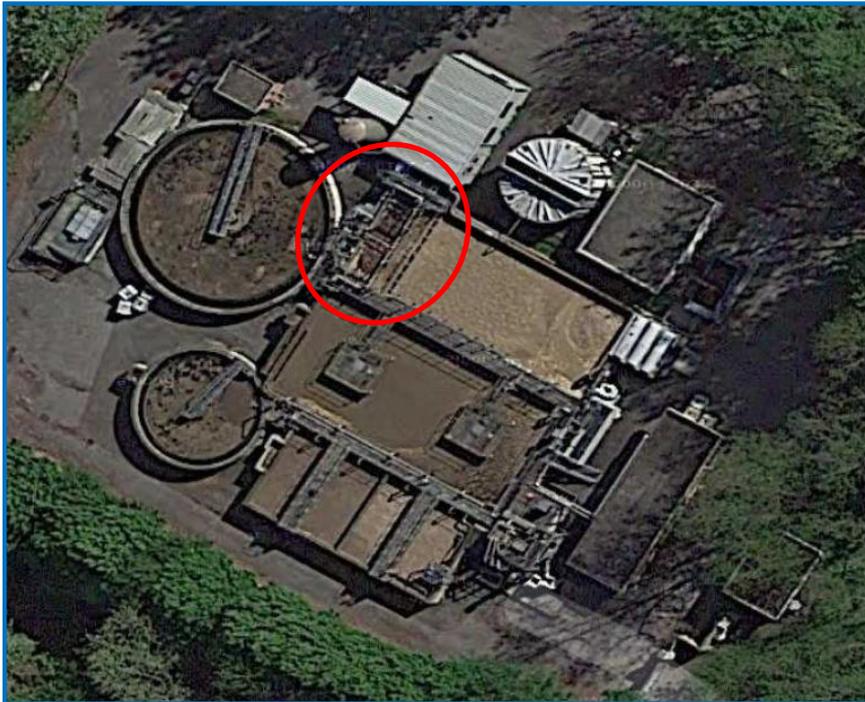
# MBR – WWTP BASIGLIO

**Abitanti Equivalenti serviti: 16.000**

**Portata in ingresso complessiva: 4267 m<sup>3</sup>/d (178 m<sup>3</sup>/h)**

**Portata alla linea MBR: 90-100 m<sup>3</sup>/h**

**Portata alla linea fanghi attivi: 80-90 m<sup>3</sup>/h**



## FLUSSO DI PROCESSO A BASIGLIO

Sollevamento  
Grigliatura fine 6 mm  
Dissabbiatura

Distribuzione della portata sulle due linee di trattamento

### LINEA MBR (dal 2013)

Stacciatura fine 2 mm

Denitrificazione

Nitrificazione

Ultrafiltrazione

Ricircolo miscela areata

### LINEA FANGHI ATTIVI TRADIZIONALE

Denitrificazione

Nitrificazione

Sedimentazione

Ricircolo miscela areata

Filtrazione finale

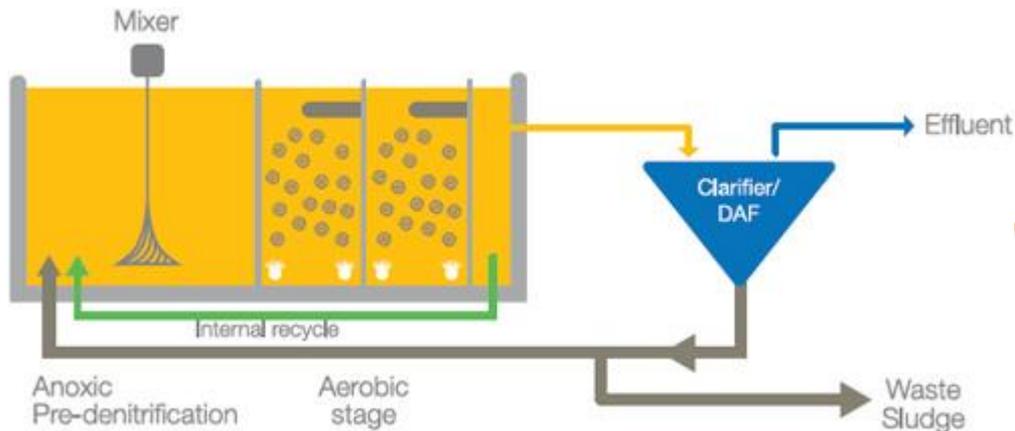
Disinfezione con acido peracetico



# TECNOLOGIA IFAS

Il processo IFAS (*Integrated Fixed-film Activated Sludge*) combina la tecnologia convenzionale dei fanghi attivi e il sistema a biomassa adesa in un unico reattore come sviluppo del processo MBBR (Moving Bed Biologic Reactor).

In generale, una configurazione IFAS è simile ad un impianto a fanghi attivi, con l'aggiunta di supporti per la crescita della biomassa. Questo crea una sinergia tra i due processi biologici: gli MLSS degradano la maggior parte del carico organico (BOD), e la biomassa crea un forte popolazione di nitrificanti per l'ossidazione del carico azotato.



Impianto di  
Robecco S.N.



# TECNOLOGIA IFAS



**SUPPORTI PLASTICI PER  
ADESIONE BIOMASSA**



**SUPPORTI COLONIZZATI E VEDUTA FUNZIONAMENTO VASCA**





# WWTP ROBECCO S.N. UPGRADING - IFAS



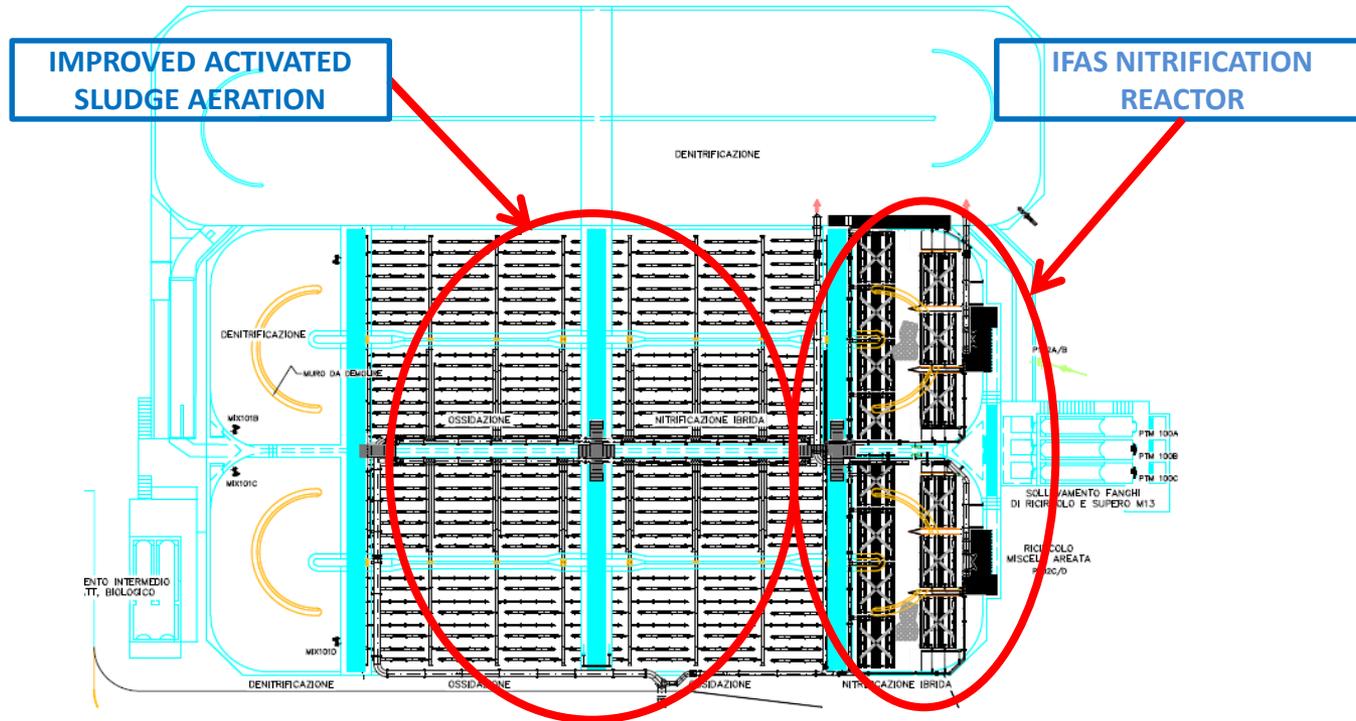
## LINEA ACQUE

- Opere di presa
- Grigliatura grossolana
- Grigliatura fine
- Dissabbiatura, disoleatura, preareazione
- Vasche di pioggia
- Ripartizione di portata
- Sedimentazione primaria
- Sollevamento intermedio
- Denitrificazione biologica
- Ossidazione / nitrificazione biologica
- Defosfatazione chimica
- Sedimentazione finale e ricircolo fanghi
- Sistema di disinfezione ad ozono

**Modifica sezione denitro/nitro  
con introduzione tecnologia IFAS  
nell'ossidazione biologica**



# WWTP ROBECCO S.N. UPGRADING - IFAS



**Prima dell'upgrading:**  
**Capacità:** 330.000 A.E.  
**Portata media in ingresso:** 96.000 m<sup>3</sup>/d

**Dopo l'upgrading:**  
**Capacità:** 320-340.000 A.E.  
**Portata media in ingresso:** 139.000 m<sup>3</sup>/d

**La tecnologia IFAS si è dimostrata una soluzione adeguata per l'efficiamento del funzionamento della sezione biologica e della capacità di rimozione dell'azoto.**



# WWTP MORIMONDO - FITODEPURAZIONE

Trattamento di fitodepurazione: **zona umida ricostruita** che, oltre a realizzare un filtro ambientale interposto tra lo scarico dell'impianto di depurazione ed il ricettore aggiunge nuovi elementi di qualità naturalistica ed ecosistemica al territorio.

Si basa su processi di tipo biologico in cui le piante acquatiche, a dimora in corpi idrici artificiali con lunghi tempi di ritenzione idraulica, contribuiscono a determinare le condizioni favorevoli per la depurazione delle acque reflue.



Contribuisce al **miglioramento degli obiettivi di qualità del ricettore** consentendo di tamponare possibili momenti di malfunzionamento dell'impianto e di **trattare tutte le acque meteoriche in arrivo all'impianto**.



# TRATTAMENTI TERZIARI E UV

## FILTRAZIONE SU TELA



- ✓ I trattamenti terziari, dopo depurazione biologica e sedimentazione, hanno lo scopo di **affinare le caratteristiche dell'effluente**;
- ✓ L'**abbinamento dell'operazione di filtrazione con la tecnica di disinfezione con UV** rappresenta una soluzione ottimale per il miglioramento della prestazione depurativa e il rispetto dei limiti in uscita dagli impianti di depurazione.

## DISINFEZIONE CON UV

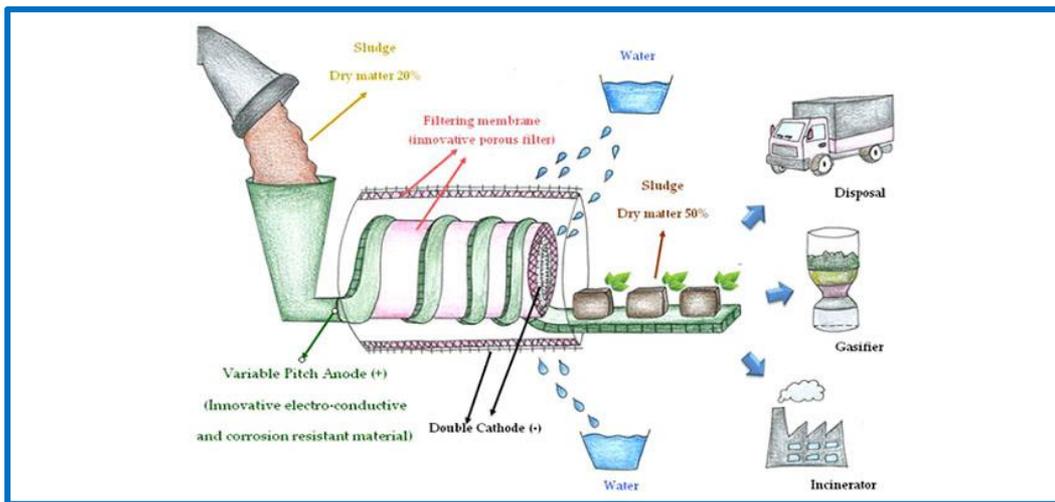


- ✓ Verso la scelta di applicare nel **trattamento finale di disinfezione** tecnologie innovative, che permettano di ridurre il ricorso a sostanze chimiche, attualmente utilizzate allo stesso scopo (ad es. acido peracetico);
- ✓ Equilibrio tra **sicurezza pubblica, tutela dell'ambiente e necessità di un'efficace disinfezione**;
- ✓ Operazione fisica che, attraverso lampade a raggi ultravioletti immerse nell'effluente, garantisce il **rispetto della regolamentazione sempre più severa sullo scarico delle acque reflue**;
- ✓ Negli impianti della provincia di Milano, tecnologia **già applicata a: Abbiategrasso, Bareggio, Besate, Binasco, Bresso, Calvignasco, Canegrate, Dresano, Gaggiano, Melegnano, Peschiera Borromeo, San Giuliano Milanese Ovest.**



# INTERVENTI DI TERZO LIVELLO

## PROGETTO LIFE ELECTROSLUDGE



Il **Gruppo CAP** è partner, con il Politecnico di Milano, del **progetto Electrosludge** aggiudicato, nel settembre 2015, ad **AST System Automation**, azienda specializzata in sistemi per l'automazione industriale. Tale progetto si basa su un **finanziamento LIFE** nell'ambito del programma dell'Unione Europea per la salvaguardia dell'ambiente, della natura e del clima.

Il progetto **ELECTROSLUDGE**, finanziato per il 60% dei costi, punta ad applicare **tecnologie avanzate e innovative per la disidratazione dei fanghi di scarto**.

Grazie ad un **processo di elettro-osmosi** ad elevata efficienza energetica si potranno disidratare fanghi urbani provenienti da impianti di trattamento delle acque reflue fino a **un tenore nel contenuto secco del 30%**: riducendone il peso si faciliterà quindi il loro smaltimento finale a favore di una maggiore efficienza degli impianti, di una diminuzione dei costi di gestione e soprattutto di un beneficio ambientale.



# PARTECIPAZIONE A BANDI DI RICERCA

CAP sta inoltre partecipando ai seguenti bandi:

**HORIZON 2020 – LIBERATE:** *Learning Ecosystems for Sustainable Re-Naturalisation of Urban Riverscapes and Water Systems.* Coordinatore: Regione Toscana

**INTERREG Alpine Space – DrainBOW:** DRAINage of runoff By sustainable natural system facing flood risk tOWards communities resilience enhancement and ecosystem services promotion.

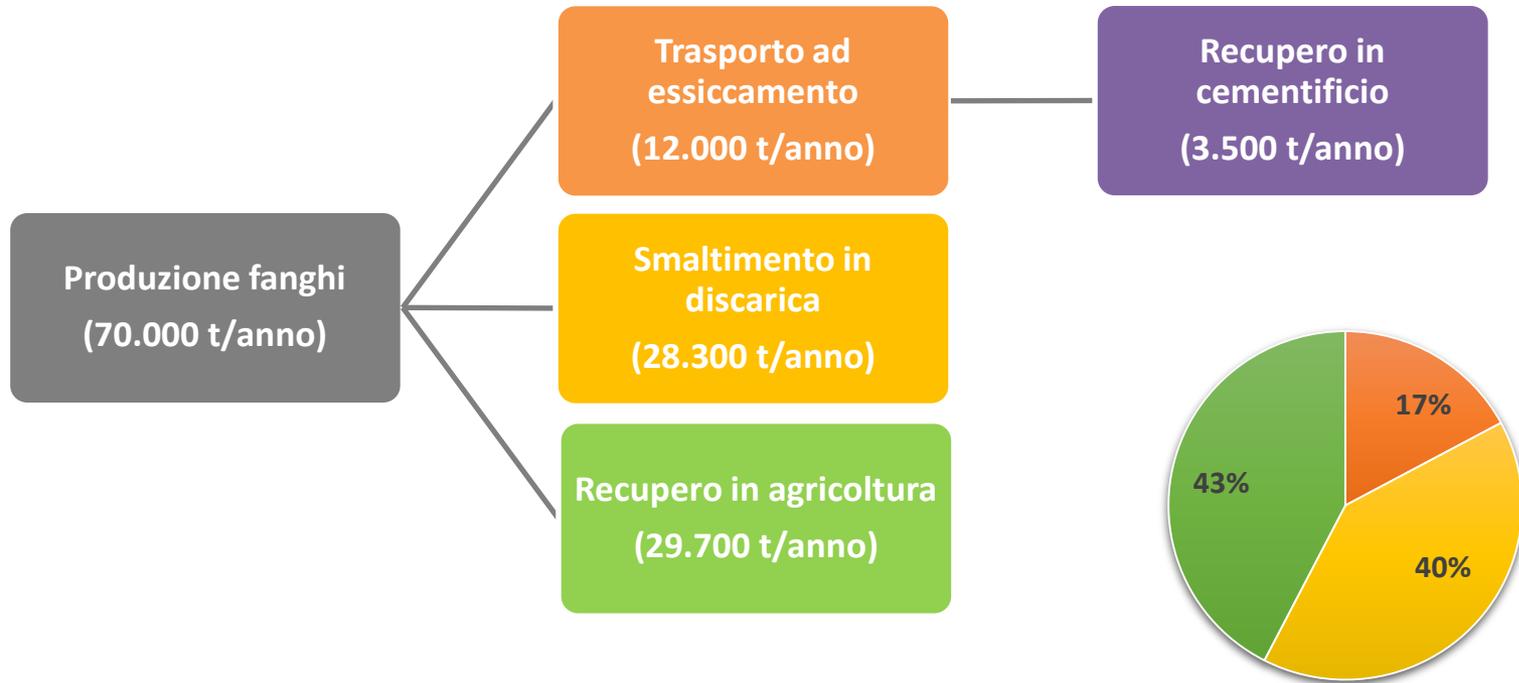
Coordinatore: ERSAF

E sono in corso attività di ricerca e convenzioni di collaborazione: Studio per la verifica della capacità di depurazione dell'impianto di Peschiera Borromeo – Linee 1 e 2 / Ricerca sugli aspetti di processo e impiantistici

- **Politecnico di MILANO:** Proff. Roberto Canziani/Gianfranco Becciu
- **Università La Sapienza ROMA:** Caratterizzazione isotopica dei sistemi acquiferi delle Province di Milano e Monza/Brianza. Prof. Marco Petitta
- **UNIMIB:** Collaborazione scientifica in ambito geologico, idrogeologico e idrochimico. Prof. Giovanni Battista Crosta
- **Politecnico di MILANO:** Supporto all'implementazione di un modello di flusso con il codice di calcolo Feflow nell'ambito del progetto "PIA Piano Infrastrutturale Acquedotti". Prof. Luca Alberti



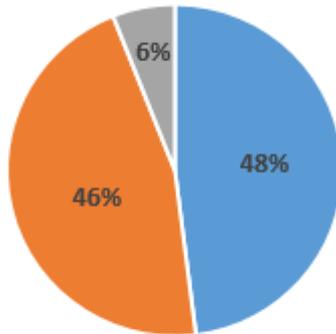
# GESTIONE FANGHI - ANNO 2015





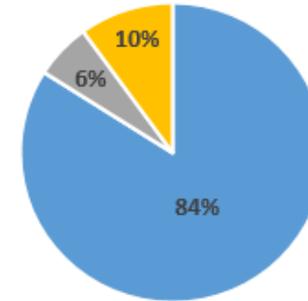
# GESTIONE FANGHI - PROSPETTIVE

Ripartizione volumi da budget 2016



■ Fanghi in agricoltura ■ Fanghi in discarica ■ Fanghi in cementificio

Ripartizione ottimistica volumi 2017



■ Fanghi in agricoltura ■ Fanghi in discarica  
■ Fanghi in cementificio ■ Fanghi in co-incenerimento

Fanghi essiccati

- Aumentare produttività impianto di proprietà
- Valutare approccio alla valorizzazione (pellets da fanghi, recupero calore....)

Smaltimento in discarica

- Eliminare ma «senza chiudere le porte» per far fronte a variazioni qualitative fanghi o modifiche normative

Recupero in agricoltura

- Aumentare il recupero garantendo fanghi di qualità

Recupero in co-incenerimento

- Avviare le iniziative in essere (manifestazione di interesse bandita a febbraio 2016)
- Esplorare nuovi canali supportando la sperimentazione in termovalorizzatori non ancora pronti a ricevere fanghi

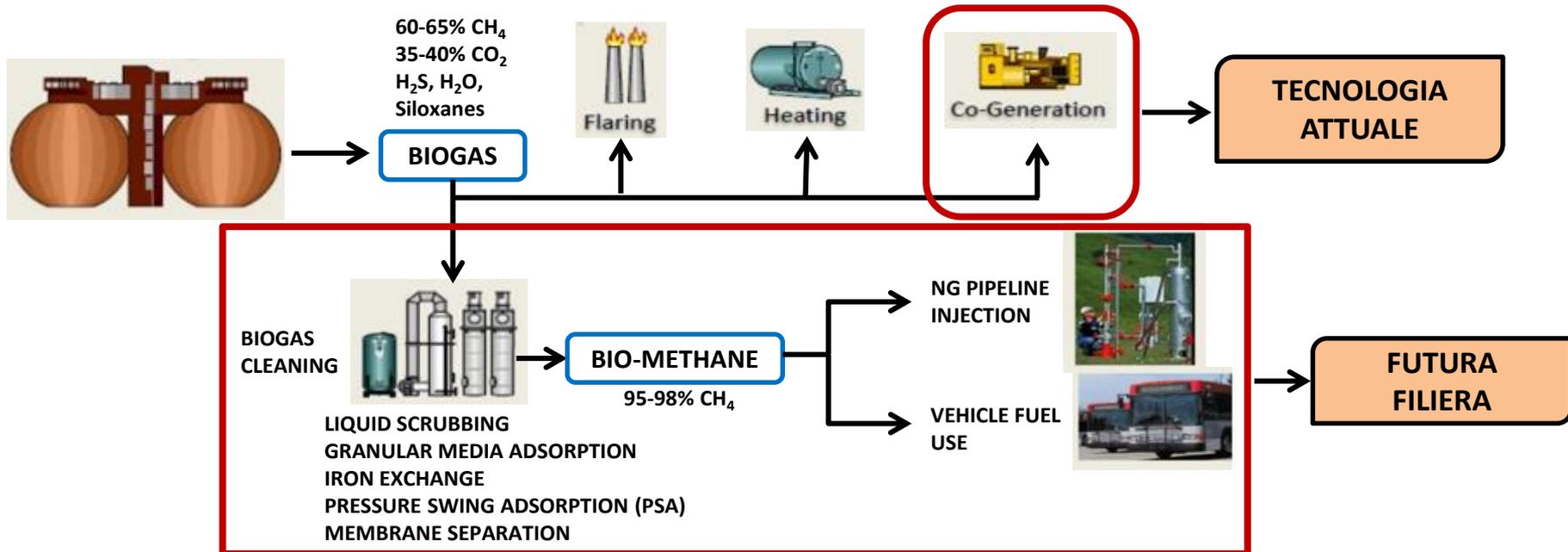


# RECUPERO ENERGETICO - COGENERAZIONE

**Efficientamento dei recuperi energetici nei propri impianti di depurazione** a partire da biogas prodotto da digestione anaerobica, con unità di COGENERAZIONE operativi per gli impianti di Bresso, Peschiera Borromeo e Robecco S.N. che hanno una produzione di fanghi intono a 24.000 t/anno, pari al 34% del totale di fanghi prodotti dai depuratori gestiti dal Gruppo CAP. Con l'entrata in funzione dei cogeneratori di Sesto S.Giovanni e Pero tale percentuale passerà al 50%.

Interventi in corso o in progetto:

- ✓ Revamping gruppo cogenerazione biogas 500 kW a **Peschiera Borromeo**;
- ✓ Installazione gruppo cogenerazione biogas 200 kW a **Sesto San Giovanni**;
- ✓ Gruppo cogenerazione biogas a **Bresso, avviato studio per upgrading a biometano**;
- ✓ Installazione gruppo cogenerazione con connessione alla rete di teleriscaldamento a **Pero**.





# FANGHI - Consultazione Preliminare di Mercato

Il Gruppo CAP ha aperto una **consultazione preliminare di mercato** in seguito al ‘Meet the market event’ svoltosi lo scorso 22 giugno presso Palazzo Pirelli a Milano, il seminario coordinato da ARCA nell’ambito del progetto europeo WaterPIPP (**Public Innovation Procurement Policy**), presentando al mercato le proprie esigenze in materia di ricerca di soluzioni tecnologiche innovative per la gestione e valorizzazione dei fanghi di depurazione in chiave di economia circolare.

In particolare, l’obiettivo di CAP è **indagare il mercato** – inteso sia come mercato maturo per appalti di lavori, servizi e forniture sia come mercato per appalti di servizi di ricerca e sviluppo - **per la valorizzazione dei fanghi e il miglioramento della gestione e smaltimento degli stessi**, partendo dal concetto che – in ottica di *biobased economy* e di riconsiderazione delle attuali pratiche di smaltimento – **anche i fanghi prodotti dagli impianti di depurazione possono essere trattati e valorizzati per ulteriori usi**.

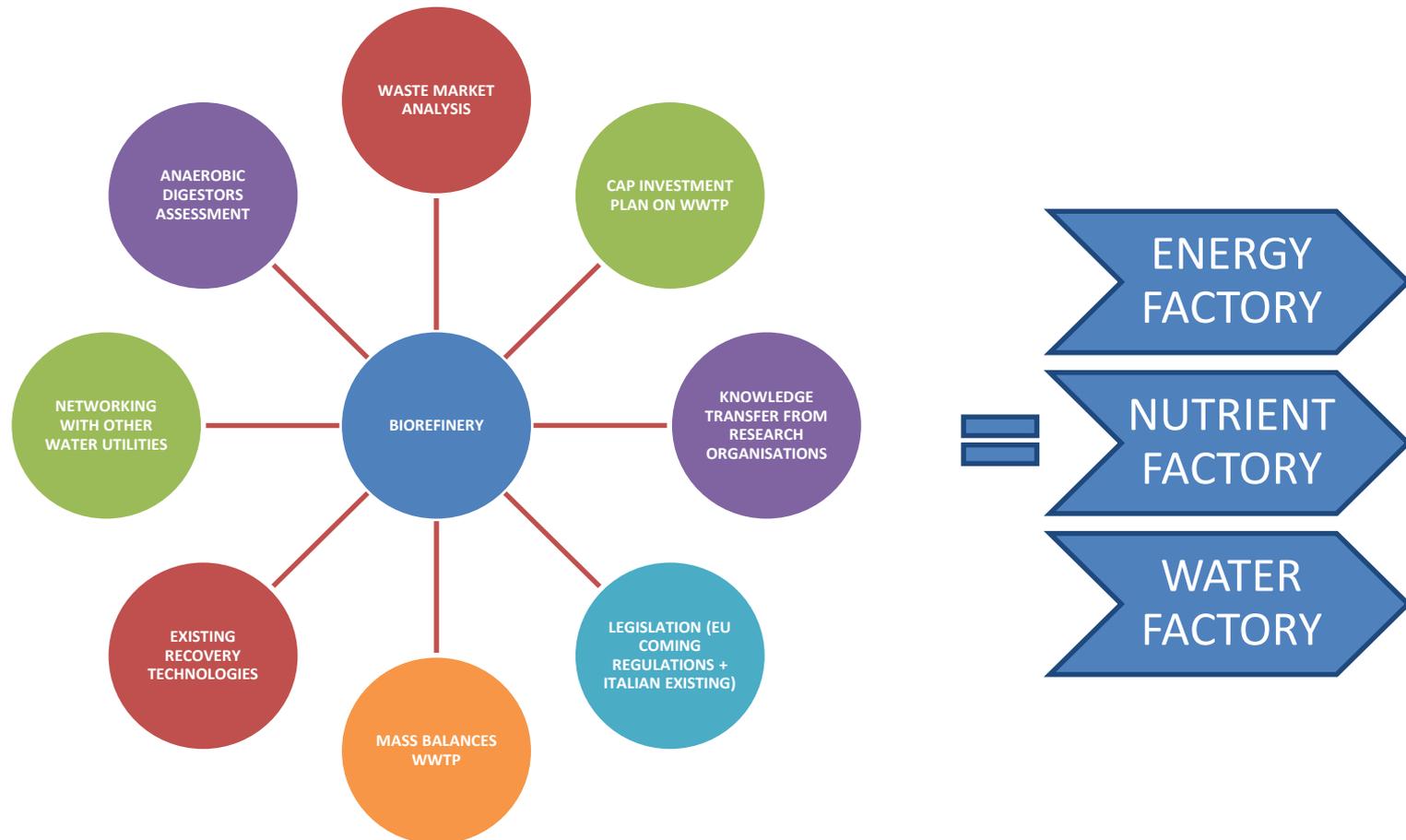
A tal proposito si rimanda alla pagina del sito del Gruppo CAP:

<http://www.gruppcap.it/fornitori-e-gare/gare-e-appalti/avvisi-indicativi-periodici>



# DEPURATORI COME *BIORAFFINERIE*

In definitiva, l'approccio promosso dal CAP è quello non solo di intravedere, ma anche di portare a realizzazione il concetto di *depuratori come bioraffinerie*, considerando il nesso tra *Acqua-Energia-Alimentazione (WATER – ENERGY – FOOD)*.



# GRUPPO CAP

Dr. Cesare CRISTOFORETTI  
Ing. Alfredo PIZZA  
*Innovazione e Sviluppo Tecnologico*  
CAP Holding SpA

[cesare.cristoforetti@capholding.gruppocap.it](mailto:cesare.cristoforetti@capholding.gruppocap.it)

**Cap Holding Spa**

Via Del Mulino, 2

Assago

**Tel. 02.825021**

[www.gruppocap.it](http://www.gruppocap.it)



**SERVIZIO IDRICO INTEGRATO**