

# Acque reflue

Highlight publication • Water Technology Advisory EU in Italy

## ALL'INTERNO DI QUESTA HIGHLIGHT PUBLICATION

Il trattamento delle acque reflue urbane  
e il suo potenziale per la città

Le acque reflue come fonte di energia pulita

Recupero delle risorse dalle acque reflue

## ACQUE REFLUE

Highlight publication • Water Technology Advisory EU in Italy

Versione 1.0

Dicembre 2023

## FOTO IN PRIMA PAGINA

Stig Larsen

Editing: Henrik Wedel Sivertsen

## EDITORE

State of Green

## SOCIO EDITORIALE

Water Technology Advisory EU

## COLLABORATORI

### Capitolo 1

Autore: Peter Underlin, Hillerød Forsyning

Caso: Varga (DK)

Caso: Solrødgaard (DK)

### Capitolo 2

Autore: Per Overgaard Pedersen, Aarhus Water

Caso: Thorvald Pedersen, NISSEN Energy Inc.

Caso: Per Overgaard Pedersen, Aarhus Water

### Capitolo 3

Autore: Per Henrik Nielsen, VCS Danimarca

Caso: Herning Vand PhosporCare

Caso: Thomas Kruse Madsen, Billund Vand

## SCARICA QUESTA HIGHLIGHT PUBLICATION

Scarica questa pubblicazione e altre pubblicazioni correlate

al sito: [www.stateofgreen.com/publications](http://www.stateofgreen.com/publications)

## PER MAGGIORI INFORMAZIONI

Per ordinare copie di questo white paper o ricevere informazioni su altre pubblicazioni

correlate, contattare State of Green all'indirizzo [info@stateofgreen.com](mailto:info@stateofgreen.com)

## AVVISO SUL DIRITTO D'AUTORE

© Copyright State of Green 2023



Funded by  
the European Union



# Indice

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. Trattamento delle acque reflue urbane e il suo potenziale per la città</b>                           | <b>4</b>  |
| Casi: I WWTP contribuiscono all'economia circolare nel ciclo idrico urbano                                 | 6         |
| Casi: Solrødgård – un impianto di depurazione completamente coperto progettato in armonia con la natura    | 7         |
| <b>2. Le acque reflue come fonte di energia pulita</b>   | <b>8</b>  |
| Casi: Raggiungere l'autosufficienza energetica al 150%   | 10        |
| Casi: Operazioni energetiche positive presso l'impianto di trattamento delle acque reflue di Downers Grove | 11        |
| <b>3. Recupero delle risorse dalle acque reflue</b>  | <b>12</b> |
| Casi: Recupero del fosforo dalle acque reflue  | 14        |
| Casi: Recupero delle risorse per il futuro   | 15        |

## CAPITOLO 1

# Trattamento delle acque reflue urbane e il suo potenziale per la città

A livello globale, l'80% di tutte le acque reflue non viene né raccolto né trattato adeguatamente. Ciò comporta un impatto negativo significativo sia sull'ambiente che sulla salute umana. In combinazione con le nuove sfide derivanti dal cambiamento climatico, la gestione delle acque reflue urbane deve per forza passare dal trattamento delle acque reflue ad un recupero di risorse e di energia.

La crescita della popolazione urbana significa che gli impianti di trattamento delle acque reflue (WWTP) devono trattare un volume crescente di acque reflue per garantire la salute della popolazione locale e dell'ambiente idrico. È importante che sia i grandi impianti centralizzati che i piccoli impianti decentralizzati possano scaricare le acque reflue trattate senza danneggiare il destinatario, sia esso il mare o un piccolo corso d'acqua. Gli impianti di depurazione danesi operano secondo severi requisiti per un migliore trattamento delle acque reflue. Il settore delle acque reflue ha trascorso molti anni a perfezionare e sviluppare tecnologie che trattano le acque reflue ad un livello elevato (attraverso il trattamento primario, secondario e terziario) per garantire che non contaminino i destinatari. Un sistema fiscale che incentiva gli impianti di trattamento delle acque reflue a trattare le acque reflue oltre i requisiti legali ha portato a concentrazioni di scarichi che contengono molto meno materiale scaricato (solo il 20-70% rispetto ai limiti legali), secondo uno studio dell'ente danese Danish Water e Wastewater Association (DANVA).

## **Le città vivibili dipendono da una gestione efficace delle acque reflue**

I sistemi di raccolta e trattamento delle acque reflue svolgono un ruolo chiave nella creazione di città vivibili in cui le attività ricreative ai porti, ai laghi o ai fiumi della città sono possibili. In Danimarca la realizzazione di città blue-green (in inglese: blue-green cities), bagni portuali e altre strutture ricreative non sarebbero stati possibili senza infrastrutture per le acque reflue ben gestite. Il cambiamento climatico esercita una pressione crescente sulle infrastrutture di acque reflue nelle città di tutto il mondo. Una sfida comune è garantire una capacità sufficiente nei sistemi fognari per prevenire straripamenti, soprattutto in caso di forti piogge. Nel riprogettare l'infrastruttura delle acque reflue, l'attenzione dovrebbe essere rivolta anche alla separazione e il trattamento delle acque piovane provenienti da strade e altre superfici contaminate per prevenire l'inquinamento.

## **Alimentare la città attraverso il recupero energetico**

In linea con la strategia generale di transizione verde del paese, il settore idrico danese mira a diventare neutro dal punto di vista

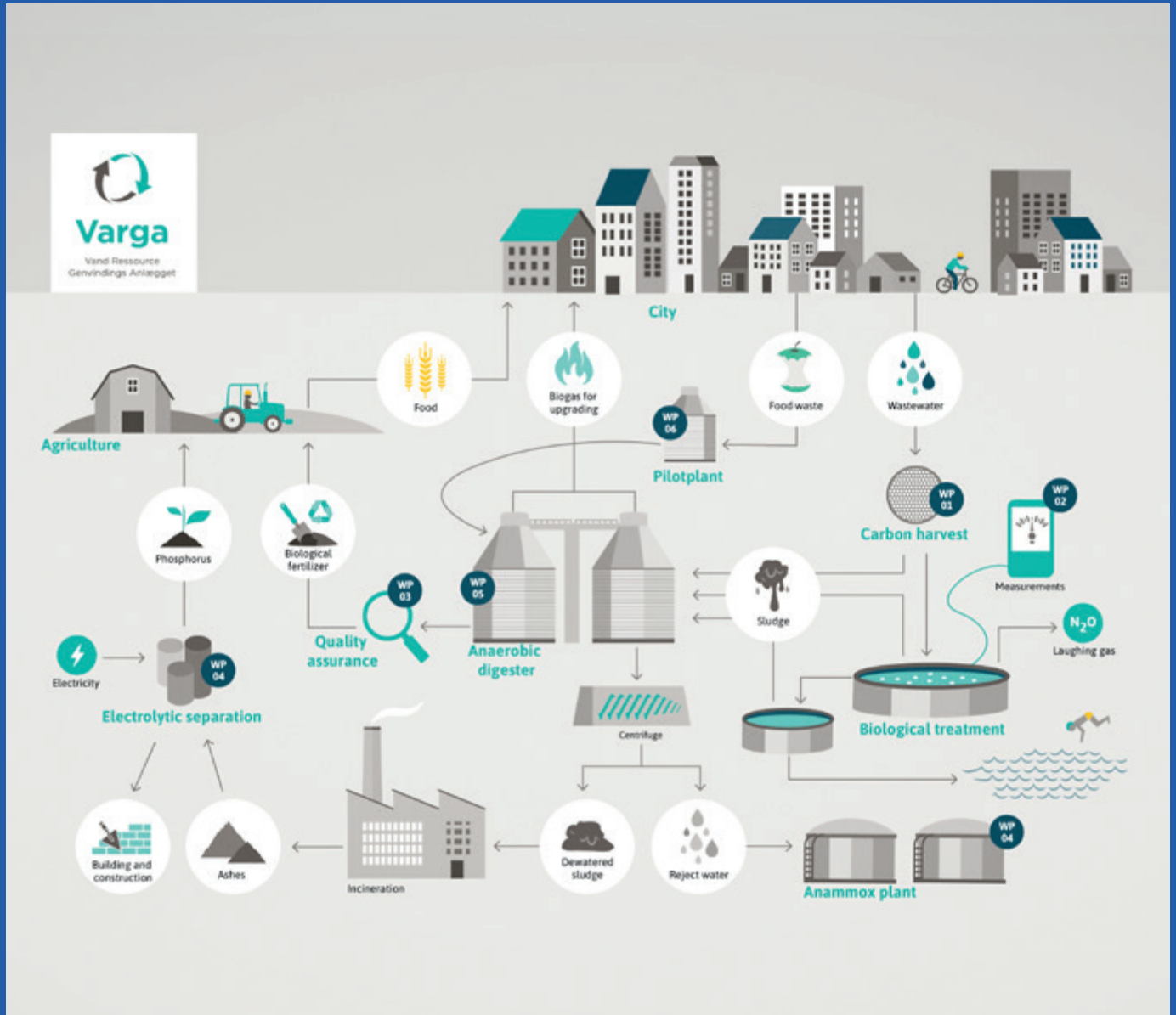


energetico e climatico entro il 2030. Per realizzare questa ambizione, in Danimarca è attualmente in corso una conversione verde del settore delle acque reflue. Il punto di partenza è stato quello di concentrarsi sull'efficienza energetica e sul recupero energetico. Oggi diversi impianti sono produttori netti di energia, dove i fanghi vengono utilizzati per produrre biogas ed elettricità e il calore in eccesso viene utilizzato nel sistema di teleriscaldamento. Anche il recupero di energia mediante l'utilizzo di pompe di calore rappresenta una nuova area di innovazione e sviluppo.

#### **Dal trattamento delle acque reflue al recupero delle risorse**

In futuro, il trattamento delle acque reflue dovrà essere progettato in modo da consentire non solo all'energia ma anche ad altre risorse (ad esempio, il fosforo) di essere estratte e incluse nell'economia circolare, garantendo allo stesso tempo che le sostanze nocive non raggiungano il destinatario. Considerare le acque reflue come una risorsa è una prospettiva relativamente nuova e sono ancora necessarie nuove conoscenze e tecnologie per recuperare risorse preziose dalle acque reflue su scala commerciale. La ricerca e lo sviluppo in Danimarca in questo campo

continuano. La tecnologia avanzata delle membrane si trova già in una fase di rapido sviluppo, ma sono ancora necessarie nuove tecnologie specializzate. Anche la tecnologia di assorbimento che consente la raccolta di basse concentrazioni di sostanze preziose o inquinanti avrà un posto di rilievo nei futuri WWTP. Ad esempio, è necessario sviluppare nuove colture batteriche per produrre sostanze chimiche di base, ecc. Gli impianti di trattamento delle acque reflue possono essere visti come linee di produzione, in cui sostanze utilizzabili, ad esempio fosforo e ammonio, vengono rimosse lungo il percorso e altri prodotti vengono rimossi e ulteriormente trattati, ad esempio materia organica per produrre biogas o prodotti chimici di base che possono essere utilizzati per prodotti costosi nell'industria farmaceutica, ecc. Inoltre, le acque reflue delle industrie devono essere attentamente esaminate per garantire che i componenti preziosi vengano separati. Naturalmente, non tutte le sostanze presenti nelle acque reflue possono essere recuperate poiché alcune dovranno comunque essere rimosse e degradate per il bene della purezza dei prodotti e delle acque reflue scaricate.



## I WWTP contribuiscono all'economia circolare nel ciclo idrico urbano

Il trattamento delle acque reflue può contribuire in modo significativo all'attuazione dei principi dell'economia circolare nel ciclo idrico urbano della Grande Copenaghen. Un nuovo progetto, VARGA, mira a trasformare il tradizionale impianto di trattamento di Avedøre WWTP 350.000 PE in un impianto di recupero delle risorse idriche, implementando diverse tecnologie innovative nel trattamento delle acque reflue, nel recupero dei nutrienti e nella riduzione dei gas serra. Gli elementi principali del progetto includono la prefiltrazione su vasta scala, il recupero di P su scala pilota e la riduzione attiva di  $N_2O$ . Nell'ambito del progetto è stata condotta una valutazione del ciclo di vita e un'analisi di ecoefficienza. I risultati iniziali mostrano che il valore aggiunto totale è più elevato dopo l'implementazione del concetto VARGA paragonato al business as usual, senza compromettere l'efficienza del trattamento. L'economia circolare è centrale per il progetto e le esperienze acquisite contribuiscono ulteriormente al raggiungimento dell'obiettivo nazionale danese, e cioè di raggiungere, nel settore idrico, un risultato neutrale dal punto di vista energetico e climatico entro il 2030, nonché di rispettare l'agenda delle Nazioni Unite sullo sviluppo sostenibile.

### COLLABORATORI

BIOFOS, EnviDan, Unisense Environment, ARC and DTU Environment con sostegno finanziario della Danish Eco-Innovation Programme

### LUOGO

Copenhagen



## Solrødgård – un impianto di depurazione completamente coperto progettato in armonia con la natura

Il vecchio impianto di depurazione di Hillerød è stato messo alla prova da una città in crescita e dalle lamentele per il cattivo odore e il rumore. Costruire un nuovo impianto tradizionale fuori città non farebbe altro che far sì che il problema si ripresenterebbe fra 30 anni. È stato invece costruito un impianto di depurazione coperto al 100% in un'area di 52 ettari a 4 km dal centro della città. Il nuovo "Parco Climatico e Ambientale di Solrødgård" ospita tutte le attività dell'azienda; teleriscaldamento, rifiuti, acqua e acque reflue. Tutti i processi sono incapsulati e dotati di avanzati sistemi di controllo DIMS, che forniscono il massimo controllo delle emissioni di odori e protossido di azoto. L'energia in eccesso va alla rete di teleriscaldamento e aiuta a sostituire i combustibili fossili. La visione era quella di trarre ispirazione dai sistemi integrati della natura in cui tutto è prodotto da fonti energetiche rinnovabili. La strategia di uscita dell'impianto è quella di lasciare tra 40-60 anni una zona umida ben funzionante, dove gli aspetti biologici e ricreativi siano rafforzati rispetto ad oggi. Il masterplan è progettato nel rispetto della natura circostante con le aree funzionali come "tasche" in questo paesaggio contiguo. È in fase di sviluppo un nuovo quartiere limitrofo con un ospedale, una stazione ferroviaria e 5000 case e attività commerciali. I prezzi degli immobili sono quindi fino al 30% più alti rispetto all'ipotesi in cui l'impianto fosse stato un tradizionale impianto di depurazione.

### COLLABORATORI

Hillerød Forsyning, Krüger, Stjernholm, DHI, WSP, Gottlieb Paludan Architects nonché Henning Larsen Architects

### LUOGO

Hillerød

## CAPITOLO 2

# Le acque reflue come fonte di energia pulita

Ridurre i costi per la raccolta e il trattamento delle acque reflue è una questione importante per i servizi idrici di tutto il mondo. Per ottenere riduzioni, è necessario concentrarsi sull'efficienza dei costi, sul miglioramento dell'autosufficienza energetica degli impianti di trattamento delle acque reflue e sulla possibile vendita dell'energia in eccesso alla rete. In Danimarca, ciò significa puntare su impianti di trattamento delle acque reflue che producono energia e un ciclo dell'acqua neutrale dal punto di vista energetico.

A livello globale, l'Agenzia Internazionale per l'Energia (IEA) stima che il settore idrico rappresenti circa il 4% del consumo totale di elettricità a livello mondiale, e che il solo trattamento delle acque reflue ne rappresenti un quarto. Raggiungere l'obiettivo delle Nazioni Unite di dimezzare la percentuale di acque reflue non trattate entro il 2030 potrebbe quindi esercitare una significativa pressione al rialzo sulla domanda di energia, a meno che l'efficienza energetica e la tecnologia di recupero non vengano applicate agli impianti di trattamento. In Danimarca la quota del settore idrico sul consumo totale di elettricità del paese è scesa all'1,9% poiché sempre più aziende di servizi pubblici hanno realizzato il grande potenziale di risparmio e recupero energetico nel trattamento delle acque reflue. La maggior parte degli impianti di trattamento delle acque reflue (WWTP) in Danimarca hanno investito in una valutazione dei diversi modi per ridurre il consumo energetico. Questi includono l'implementazione di sistemi di monitoraggio online e di gestione dell'energia, la sostituzione dell'aerazione superficiale con aeratori di fondo più efficienti dal punto di vista energetico e diversi approcci operativi.

## Nuova attenzione verso l'autosufficienza energetica

Negli ultimi anni, i servizi idrici danesi sono andati oltre il semplice obiettivo di ridurre il consumo energetico, focalizzando così anche sulla produzione di energia. Il primo obiettivo è in genere quello di diventare energeticamente neutrali, mentre il secondo è riuscire a vendere l'elettricità e il calore in eccesso alle società

locali di elettricità e riscaldamento. Alcuni dei più grandi servizi idrici sono già sulla buona strada. Nella seconda città più grande della Danimarca, Aarhus, l'impianto di depurazione di Marselisborg ha prodotto il 30% in più di elettricità rispetto alla quantità consumata in media dall'impianto stesso tra il 2015 e il 2019. Allo stesso tempo, l'impianto di trattamento ha prodotto il 75% di calore in più rispetto a quello consumato, con una conseguente produzione netta totale di energia del 150%. A Odense l'impianto di depurazione di Ejby Mølle ha raggiunto livelli simili di produzione netta totale di energia. Come passo successivo, i servizi idrici di entrambe le città stanno ora cercando di recuperare il calore dalle acque reflue prima che vengano scaricate, con l'ulteriore vantaggio di ridurre l'impatto della temperatura sulle acque che vengono ricevute.

“I servizi idrici danesi contribuiranno all'obiettivo della Danimarca di ridurre del 70% la CO<sub>2</sub> entro il 2030 attraverso il recupero energetico e una significativa riduzione del consumo energetico derivante dal trattamento delle acque reflue. All'Aarhus Vand abbiamo ridotto le nostre emissioni di gas serra di quasi l'80% dal 2008. Ciò dimostra che si possono ottenere grandi vantaggi lavorando sistematicamente con l'ottimizzazione energetica”, dice Lars Schrøder, CEO di Aarhus Vand e vicepresidente della Climate Partnership on Waste, Water and Circular Economy del governo danese.





### **Le soluzioni dipendono dalla progettazione dell'impianto e dal contesto**

Sempre più impianti di trattamento delle acque reflue in Danimarca vengono aggiornati con la digestione anaerobica dei fanghi e/o la co-digestione con prodotti di scarto organico, e utilizzano il biogas prodotto per generare elettricità e calore. Le soluzioni ottimali dipendono dalla progettazione del singolo impianto e dalle possibilità di utilizzo interno o di vendita esterna dell'elettricità o del calore prodotti. Il punto di svolta per cui l'implementazione della digestione anaerobica è finanziariamente sostenibile dipende dallo sviluppo di nuove tecnologie e dai cambiamenti nella struttura dei prezzi per l'acquisto e la vendita di elettricità e calore. A Copenaghen è attualmente in fase di implementazione una tecnologia che consente di migliorare il biogas portandolo ad una qualità simile al gas naturale o al carburante per veicoli.

### **Verso un ciclo dell'acqua neutrale dal punto di vista energetico e climatico**

L'obiettivo delle società di servizi pubblici è l'introduzione di nuove tecnologie per ridurre il consumo energetico e migliorare la produzione di energia. Ciò può fornire un ciclo dell'acqua neutrale dal punto di vista energetico. In questo scenario la produzione di energia - proveniente dagli impianti di trattamento delle aziende - è in grado di coprire il consumo di energia relativo all'estrazione delle acque sotterranee, al trattamento delle acque, al trasporto

dell'acqua e delle acque reflue, nonché al trattamento delle acque reflue. Nel 2019, la VCS Denmark ha dimostrato una produzione netta di energia del 100% per il ciclo dell'acqua nell'intera area di servizio dell'azienda, coprendo tutti gli otto impianti di depurazione e la produzione e distribuzione di acqua nella città di Odense, la terza città più grande della Danimarca con una popolazione di 200.000 abitanti. Il settore idrico danese ha fissato l'obiettivo comune di diventare neutrale dal punto di vista energetico e climatico entro il 2030. Nel 2020, questo obiettivo è stato implementato nei piani climatici nazionali del governo.

### **Il benchmarking e l'innovazione portano a costi inferiori**

L'innovazione nell'ottimizzazione del trattamento delle acque reflue e nelle soluzioni economicamente vantaggiose sia per la costruzione che per il funzionamento delle infrastrutture è in gran parte guidata dal fatto che i servizi idrici danesi sono soggetti a parametri di riferimento obbligatori sui parametri operativi e sull'efficienza dei costi in tutto il settore idrico. I progetti di innovazione si basano spesso sulla collaborazione tra enti governativi, servizi idrici, società di consulenza, fornitori di tecnologia, università e istituti di ricerca. Anche The Danish Water and Wastewater Association (l'Associazione Danese per l'Acqua e le Acque reflue - DANVA) svolge ogni anno il proprio benchmarking volontario.



## Raggiungere l'autosufficienza energetica al 150%

Negli ultimi cinque anni l'azienda idrica Aarhus Vand ha posto grande attenzione al risparmio energetico e alla produzione di energia. Nel suo impianto di depurazione di Marselisborg, l'azienda ha implementato tecnologie di risparmio energetico come un sistema di controllo SCADA avanzato, un nuovo turbocompressore, un trattamento dei fanghi basato sul processo anammox, nonché un sistema di aerazione a bolle fini ottimizzato. Ciò ha comportato una riduzione dei consumi elettrici di circa 1gwh/anno che corrisponde a circa il 25% del risparmio totale. Nello stesso periodo, la produzione di energia è stata migliorata attraverso l'implementazione di nuovi motori a biogas (CHP) ad alta efficienza energetica, con un conseguente aumento della produzione di energia elettrica di circa 1 gwh/anno. Inoltre è stato installato un nuovo scambiatore di calore con l'obiettivo di vendere il calore in eccesso alla rete di teleriscaldamento, che rappresenta circa 2 gwh/anno. Tra il 2015 e il 2019, l'impianto di depurazione di Marselisborg ha registrato una media della produzione energetica totale di 9,6 mwh/anno ed un consumo di energia di 6,4 mwh/anno, pari ad una produzione netta di energia del 150%. La maggior parte delle tecnologie installate hanno un tempo di ammortamento inferiore a cinque anni.

### COLLABORATORI

Aarhus Vand

### LUOGO

Aarhus



## Operazioni energetiche positive presso l'impianto di trattamento delle acque reflue di Downers Grove

Il distretto sanitario di Downers Grove, nell'Illinois, ha dedicato risorse significative per ridurre la propria impronta energetica. I miglioramenti nell'efficienza dei processi, tra cui l'automazione dell'impianto, i miglioramenti del sistema di aerazione, gli aggiornamenti dei sistemi HVAC (HVAC = Riscaldamento, Ventilazione, Aria Condizionata) e di gestione degli edifici e gli azionamenti a frequenza variabile, hanno portato ad una riduzione del 30% del consumo di elettricità nel suo impianto di trattamento delle acque reflue. L'elettricità rimanente utilizzata dalla struttura viene prodotta in loco utilizzando un sistema combinato di calore ed elettricità alimentato da biogas. Il biogas viene prodotto dalla co-digestione dei rifiuti alimentari trasportati e dei fanghi di depurazione generati in loco. Il biogas viene utilizzato come combustibile per azionare un generatore elettrico azionato da un motore.

Inoltre, il recupero del calore sotto forma di acqua calda circolante viene utilizzato per il calore di processo dell'impianto. L'impianto di cogenerazione è stato installato nel 2017 con un tempo di ammortamento di 3,5 anni. Si prevede che gli investimenti infrastrutturali totali di circa 5 milioni di dollari avranno un periodo di ammortamento di 10 anni. Nel 2021, l'impianto ha prodotto energia sufficiente per alimentare le proprie operazioni e reimmettere energia nella rete.

### COLLABORATORI

NISSEN energy Inc., Landia and Downers Grove Sanitary District Wastewater Treatment Center

### LUOGO

Illinois, USA

## CAPITOLO 3

# Recupero delle risorse dalle acque reflue

Tradizionalmente le acque reflue sono state considerate una responsabilità, soddisfacendo standard sempre più severi per lo scarico delle acque reflue con aumenti dei costi di trattamento. L'utilizzo delle risorse contenute nelle acque reflue può rivelarsi un passo importante nella direzione opposta, considerando gli impianti di trattamento delle acque reflue come strutture di recupero delle risorse.

Considerare le acque reflue come una risorsa è una prospettiva relativamente nuova. Tuttavia, oggi è ampiamente riconosciuto che il contenuto organico nelle acque reflue può essere una risorsa per la produzione di energia, i nutrienti – in particolare il fosfato – possono essere utilizzati per la produzione di fertilizzanti e l'acqua stessa può essere pulita secondo standard così elevati che può essere riutilizzata in diversi modi – ad esempio per lo sciacquone di WC o lavatrici.

## Utilizzo di contenuti organici

Come descritto nel capitolo precedente, il materiale organico presente nelle acque reflue può essere separato e utilizzato per la produzione di biogas. Questa è stata per un certo periodo una procedura standard negli impianti di trattamento delle acque reflue più grandi, e le nuove tecnologie di trattamento delle acque e apparecchiature più efficienti per la produzione combinata di energia elettrica e calore ne hanno aumentato il potenziale. Il contenuto organico può essere risparmiato per l'uso energetico nella produzione di biogas se vengono introdotti nuovi processi di risparmio di carbonio per la rimozione dei nutrienti. La Danimarca ha una vasta esperienza nell'ottimizzazione dell'uso del carbonio e ora sta acquisendo know-how anche nel recupero dei nutrienti.

## Recupero del fosforo dai fanghi delle acque reflue

Il fosforo è una risorsa scarsa ma di grande valore per il settore agricolo. Il fosforo si accumula nei fanghi delle acque reflue e nei corsi d'acqua laterali interni e, se trattato adeguatamente, è possibile trasformarlo in una raccolta controllata di un fertilizzante puro. Il recupero dei fosfati per i fertilizzanti consente una moltitudine di possibilità per la gestione dei fanghi, evitando così di sprecare il prezioso fosforo che altrimenti rischierebbe di finire in forma di bassa qualità sotto forma di ceneri o mescolato con metalli pesanti e microinquinanti provenienti dalle acque reflue nei fanghi. Il prodotto a base di fosforo struvite è stato approvato in Danimarca come prodotto fertilizzante. Due impianti su vasta scala ad Aarhus costituiscono attualmente la base per aumentare l'attuale riciclo P (in inglese: P-recycling) da circa il 15% al 25%. Una volta completati, si prevede che il recupero totale di fosforo in tutto il bacino idrografico aumenterà a circa 22 tonnellate P/anno oppure circa 0,5 tonnellate di fertilizzante struvite al giorno.

## I vantaggi dell'utilizzo del fertilizzante a base di struvite rispetto ai fanghi di depurazione

La soluzione per il recupero della struvite come fosforo minerale puro il fertilizzante offre numerosi vantaggi rispetto all'applicazione dei fanghi di depurazione sui terreni agricoli:



- **Benefici ambientali:** la struvite è significativamente più pulita dei fanghi di depurazione in termini di metalli pesanti. Il contenuto dei tipici metalli problematici come piombo, cadmio, nichel, cromo, rame e zinco è da 20 a 100 volte inferiore rispetto al contenuto di fosforo.
- **Rischi ridotti di contaminazione delle falde acquifere:** Il fosforo proveniente dalle acque reflue può essere utilizzato per l'agricoltura senza rischio di contaminazione del suolo e delle falde acquifere con l'accumulo di metalli pesanti e altre sostanze dannose per l'ambiente, il che rende possibile effettuare il successivo sfruttamento delle falde acquifere nella stessa zona.
- **Maggiore flessibilità in termini di utilizzo e stoccaggio:** La struvite è molto più flessibile come fertilizzante poiché il materiale è concentrato. Si presenta in forma secca ed è possibile conservarlo per periodi di tempo più lunghi.
- **Benefici economici:** La struvite può essere venduta a un prezzo elevato (fino a 335 euro per tonnellata).
- **Pronto all'uso come fertilizzante:** Non è necessaria alcuna ulteriore lavorazione poiché il materiale è pronto all'uso e può essere miscelato con altri fertilizzanti minerali se è necessario modificare il livello di potassio o azoto.
- **Più adatto come fertilizzante dedicato:** La struvite ha dimostrato proprietà eccellenti per la fertilizzazione di piante e colture specifiche con un particolare bisogno di fosforo e magnesio. I campi da golf e i vivai ne sono un buon esempio.
- **Bassa solubilità:** La struvite ha una bassa solubilità che la rende adatta per fertilizzanti di deposito in cui il contenuto di fosforo viene rilasciato lentamente in linea con le esigenze delle piante. Questo è un vantaggio per lo spargimento dei fertilizzanti senza pericolo di dissoluzione nelle acque sotterranee o superficiali.
- **Costi inferiori:** I fanghi degli impianti di recupero del fosforo, che hanno un basso contenuto di fosforo, possono essere utilizzati come biocarburante senza che ciò comporti una perdita di fosforo in ceneri. Il costo per recuperare il fosforo dalle ceneri è molto più elevato rispetto all'estrazione sotto forma di struvite dalle acque reflue.

Il recupero P a base di struvite rappresenta lo stato dell'arte per il recupero del fosforo dalle acque reflue. La tecnologia è ancora in fase di sviluppo e le aziende e i servizi danesi, che si occupano di gestione delle acque reflue, stanno lavorando allo sviluppo di soluzioni in questo campo ancora più efficienti.



## Recupero del fosforo dalle acque reflue

Nel 2015, l'azienda idrica Herning Vand Spa ha aperto il secondo impianto di recupero P in Danimarca, il quale recupera il fosforo da un flusso laterale concentrato nell'impianto di trattamento delle acque reflue. Per diversi anni, l'impianto di trattamento delle acque reflue ha sofferto di depositi di struvite nei tubi dei fanghi e delle acque reflue, causando problemi al processo di disidratazione dei fanghi e alla produzione di biogas. Oltre a risolvere il problema, l'Herning Vand voleva sfruttare il potenziale del riciclaggio trasformando la struvite in fertilizzante agricolo. È stata quindi progettata una soluzione basata sulla precipitazione controllata della struvite, ed è altresì stato costruito, su vasta scala, un impianto di recupero del composto del fosforo della struvite, che si basa sui risultati dei test precedenti condotti dall'Aarhus Vand presso il suo impianto Aaby WWTP. In entrambi gli impianti, la struvite viene preparata come "fertilizzante pronto all'uso" e venduta ad un'azienda produttrice di fertilizzanti. È stata ottenuta l'approvazione ufficiale del prodotto come fertilizzante commerciale per la struvite prodotta negli stabilimenti di Herning e Aarhus con il nome Phosphorcare™. Si prevede che i risparmi operativi negli impianti di trattamento e i ricavi attesi dalla vendita di struvite si tradurranno in un tempo di ammortamento di 10-12 anni.

### COLLABORATORI

Herning Vand, Aarhus Vand, Stjernholm, Grundfos, Norconsult, Suez e SEGES

### LUOGO

Herning e Aarhus, Danimarca



## Recupero delle risorse per il futuro

La Billund Biorefinery (BBR) è un impianto di recupero di risorse che integra la gestione dei rifiuti e il trattamento delle acque reflue. La BBR produce acqua pulita, energia per il teleriscaldamento pubblico locale e le reti elettriche, nonché fertilizzante naturale di alta qualità per le aree agricole circostanti. I bacini idrografici sono costituiti da sistemi fognari combinati e separati e i rifiuti comprendono rifiuti organici differenziati provenienti dalle famiglie e dalle industrie locali. La BBR integra il trattamento delle acque reflue con la digestione anaerobica e altri processi innovativi come Exelys™ (l'idrolisi termica) e Anitamox™ (il processo Anammox). Questi, insieme al sistema avanzato di monitoraggio e controllo online STAR™, riducono al minimo il consumo di energia e massimizzano la produzione di energia e la qualità degli effluenti. Di conseguenza le concentrazioni di nutrienti negli effluenti (N, P e COD) sono state ridotte ad un quarto del livello richiesto dalla legislazione danese, e l'impianto funziona con un surplus energetico del 200% rispetto al consumo dell'impianto stesso. La BBR costituisce un partenariato pubblico-privato ed è stato sostenuto finanziariamente dal Programma Danese di Eco-Innovazione (MUDP) e dalla Danish Water Sector Foundation (VTUF).

### COLLABORATORI

La Billund Vand ed Energi A/S e Krüger  
Veolia A/S

### LUOGO

Billund, Danimarca

Scopri di più sulle soluzioni idriche danesi,  
trova altri casi da tutto il mondo e connettiti  
con gli esperti idrici danesi su

[www.stateofgreen.com](http://www.stateofgreen.com)



---

STATE OF GREEN È UNA PARTNERSHIP PUBBLICO-PRIVATA SENZA SCOPO DI LUCRO FONDATA DA:

