

# Attività di ricerca 2021 2022

## Centro Ricerche SMAT

viale Maestri del Lavoro 4, Torino  
via Po 2, Castiglione Torinese

 [centro.ricerche@smatorino.it](mailto:centro.ricerche@smatorino.it)

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



# Attività di ricerca

ANNO 2021







## Ci attendono “tempi interessanti”

*“Possiate vivere in tempi interessanti”* è la traduzione di un antico proverbio cinese che taluni invocano per augurare agli avversari l'avvento di tempi difficili.

Stiamo oggettivamente vivendo in *“tempi interessanti”* che, nostro malgrado, hanno capovolto la percezione di generale tranquillità a cui siamo stati abituati da oltre settant'anni di pace e crescita: tutto appariva noiosamente tranquillo e consolidato fino a quando siamo stati risvegliati dal torpore di benessere prima dalla crisi climatica, poi dallo scoppio della pandemia di COVID 19 ed infine dall'emergenza energetica di fine 2021 che fa presagire trend di crescita cui neppure gli analisti si sono rivelati preparati.

Ogni crisi origina un fenomeno evolutivo e stimola la nostra capacità di reagire: in questo mondo ove di nuovo si cambia con rapidità, è indispensabile imparare da un lato ad adattarsi con velocità ed efficacia, mettendo in essere tutte le contromisure necessarie per attutire gli effetti negativi e dall'altro a cogliere le opportunità che i nuovi scenari possono generare.

In questo cammino di resilienza ed evoluzione, la ricerca gioca un ruolo sempre più insostituibile, specie nell'ambito della gestione del servizio idrico integrato.

Cambiamento climatico, inquinanti emergenti, fonti rinnovabili, economia circolare, riduzione dell'impatto ambientale, sono solo alcune delle molte tematiche con cui il Centro Ricerche SMAT è chiamato a confrontarsi e che già sono affrontate nelle diverse direttrici di ricerca che troverete in questo fascicolo, ovvero Energia, Ambiente e Cambiamento Climatico, Analisi e Qualità, Reti, Telecontrollo e Trattamento.

Digitalizzazione delle reti, intelligenza artificiale, big data analysis, modellizzazione, carbon footprint, WSP, CRM, sono termini ed acronimi che debbono essere declinati nell'operatività quotidiana per consentire a SMAT di definire progetti innovativi e rispondenti alle necessità del servizio e del territorio, specie in attuazione del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) che ci vede impegnati in realizzazioni molto impegnative.

Per riuscire ad affrontare queste sfide nel migliore dei modi, per il Centro Ricerche sarà infine necessario *“fare rete”* a livello locale, nazionale ed internazionale, interfacciandosi con quante più esperienze possibile e sfruttando ogni occasione di scambio di esperienze.

Ci attendono *“tempi interessanti”*, ma non per questo meno positivi.

Armando Quazzo

Direttore Centro Ricerche

Paolo Romano

Presidente

Febbraio, 2022



# Indice

## Progetti conclusi nel 2021

PAG.	CAPITOLI
01.	<b>ENERGIA/AMBIENTE/CAMBIAMENTO CLIMATICO</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Metodologie integrate per la gestione e la salvaguardia della risorsa idrica</li><li>• Biopolimeri</li><li>• Scenari tecnologici di utilizzo del biogas presso l'impianto di depurazione di Collegno</li></ul>
05.	<b>ANALISI/QUALITÀ</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Antibiotico-resistenze nel contesto del ciclo idrico integrato</li><li>• Indicatori microbiologici nelle acque potabili</li><li>• Confronto di tecniche di campionamento e concentrazione per la ricerca degli enterovirus in acqua potabile</li><li>• Legionella</li><li>• Sensoristica per early-warning</li><li>• Virus enterici nella filiera idropotabile: patogeni emergenti e nuovi indicatori virali di contaminazione</li></ul>
12.	<b>RETI</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Uso della multicorrelazione tra segnali acustici per la localizzazione delle perdite di rete</li></ul>
14.	<b>TELECONTROLLO</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Implementazione di una piattaforma innovativa per il telecontrollo dei distretti di rete</li></ul>
16.	<b>TRATTAMENTO</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Innovazione nei processi di depurazione</li><li>• Clorati e cloriti</li><li>• Bioenpro4TO - Smart solutions for smart communities</li><li>• Dimensionamento del sistema dei diffusori di aerazione dell'impianto di depurazione di Castiglione Torinese</li></ul>

# Indice

## Progetti in corso nel 2021

PAG.

CAPITOLI

23.

### ENERGIA/AMBIENTE/CAMBIAMENTO CLIMATICO

- City Water Circles (CWC)
- Valutazione delle emissioni di gas serra
- Produzione e metanazione idrogeno
- Modello statistico di previsione dei livelli piezometrici e correlazione con variabili meteorologiche ed economiche
- Alpine Drought Observatory (ADO)
- Approccio bottom-up per la gestione dei rischi legati alla scarsità idrica in scenari di cambiamento climatico

30.

### ANALISI/QUALITÀ

- CALLISTO: Servizi di Intelligenza Artificiale Copernicus per l'integrazione e l'elaborazione di dati da sorgenti distribuite a supporto delle infrastrutture DIAS e HPC
- Valutazione del rischio legionella negli ambienti di lavoro

33.

### RETI

- Modellazione idraulica e analisi delle criticità della rete di drenaggio della città di Torino
- Studio di fattibilità per un servizio di monitoraggio remoto per la localizzazione delle rotture alla rete di distribuzione
- Monitoraggio e telecontrollo del sistema di collettori intercomunali afferenti al depuratore di Castiglione Torinese

37.

### TELECONTROLLO

- Implementazione di una automazione intelligente per la gestione dell'Acquedotto della Valle di Susa

39.

### TRATTAMENTO

- AQUALITY: interdisciplinary cross-sectoral approach to effectively address the removal of contaminants of emerging concern from water
- Fanghi IV
- MABR - Membrane Aerated Biofilm Reactor
- Modellazione di processi innovativi di trattamento delle acque reflue





# **Progetti conclusi nel 2021**



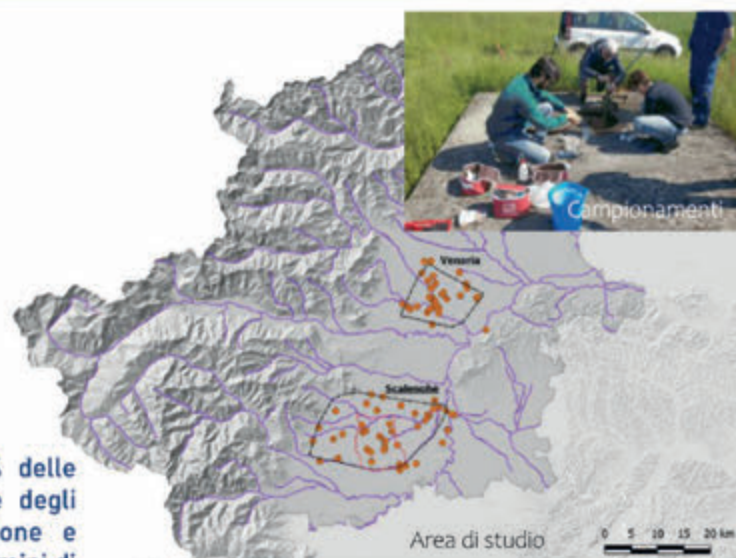
# Energia/Ambiente/Cambiamento climatico





# METODOLOGIE INTEGRATE PER LA GESTIONE E SALVAGUARDIA DELLA RISORSA IDRICA

Stato	Concluso
Avvio	Marzo 2019
Durata	30 mesi
Finanziamento esterno	No
Partner	CNR-IGG, Arpa Piemonte



Le risorse idriche sotterranee costituiscono il 97% delle risorse globali di acqua dolce e il 70% in volume degli approvvigionamenti totali di SMAT: la determinazione e valutazione dello stato degli approvvigionamenti in termini di stabilità ed affidabilità riveste quindi un ruolo fondamentale. In questo progetto sono stati indagati i sistemi acquiferi multistrato di specifiche aree di interesse (Venaria e Scalenghe) che ospitano campi pozzi di interesse regionale, con l'obiettivo generale di produrre nuovi strumenti gestionali per la loro tutela come supporto agli sviluppi strategici dell'azienda e alla gestione del territorio di riferimento.

Attraverso un approccio multidisciplinare integrato di tipo: (i) geologico-idrostratigrafico, (ii) idrogeologico, (iii) geochimico-isotopico, (iv) statistico, (v) modellistico, è stato

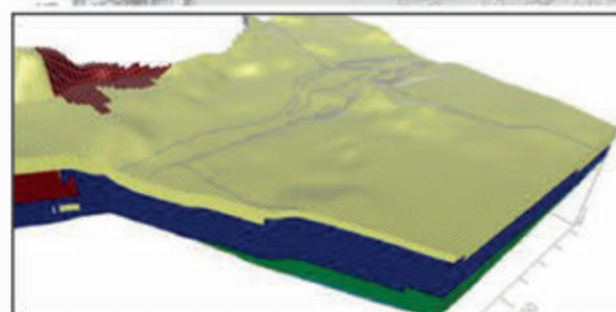
possibile comprendere e ricostruire l'intera storia dell'acqua che alimenta questi importanti campi pozzi e la circolazione idrica sotterranea di dettaglio di queste aree, distinguendo tra le caratteristiche legate alle interazioni naturali tra acqua e roccia e quelle dovute a processi antropici di inquinamento, stabilendone il grado di evoluzione.

Le analisi di laboratorio sugli isotopi stabili dell'acqua campionata durante le campagne di monitoraggio, hanno costituito uno strumento molto potente ed avanzato per ricostruire gli ambienti di alimentazione delle acque, valutarne l'origine e le interazioni.

Un insieme di conoscenze e di strumenti nuovi sono stati messi a disposizione di SMAT e del territorio servito con questo progetto, evidenziando alcune criticità legate alle interazioni tra le acque sotterranee e quelle superficiali che prima non erano note, fornendo così i migliori strumenti conoscitivi per salvaguardare e proteggere la risorsa idrica agendo in anticipo sull'evolversi di queste criticità.

In particolare, sono stati resi disponibili i seguenti strumenti gestionali:

- GEO database stratigrafico: strumento open source interrogabile di raccolta delle stratigrafie;
- nuovi modelli geologici del sottosuolo;
- un modello di caratterizzazione del sistema acquifero che ha permesso di individuare i fenomeni di contaminazione, la mancanza di separazione tra acquifero superficiale e profondo e l'influenza delle acque di scorrimento superficiale nell'alimentazione dell'acquifero superficiale;
- un modello numerico di flusso che consente di conoscere i possibili percorsi di trasferimento delle sostanze inquinanti a di simulare i futuri scenari di scarsità idrica o di contaminazione.



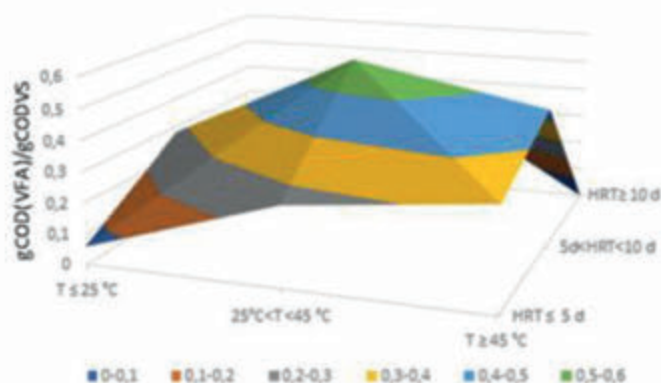
Ricostruzione 3D dei Corpi Idrici Sotterranei

*"Ricostruire la storia dell'acqua che alimenta i campi pozzi per definirne le aree di ricarica, garantirne la stabilità qualitativa nel tempo e definire i possibili percorsi di trasferimento degli inquinanti"*



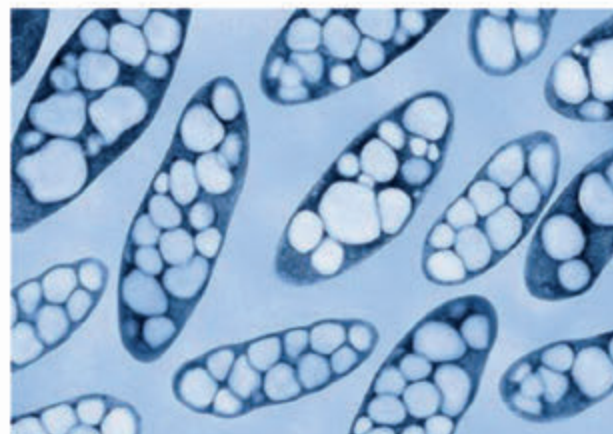
# BIOPOLIMERI

Stato	Concluso
Avvio	Ottobre 2019
Durata	24 mesi
Finanziamento esterno	No
Partner	Hera, Iren, A2A, Università Politecnica delle Marche



L'evoluzione tecnologica dei processi, accanto ad un continuo miglioramento delle prestazioni energetiche e di rimozione degli inquinanti, ha offerto la possibilità di guardare alle acque reflue non più come ad un rifiuto "tout court", bensì come ad una risorsa. Sono ormai consolidate le tecnologie per il riuso dell'acqua reflua o per il recupero di energia attraverso la produzione di biogas da fanghi di depurazione.

Un ulteriore passo avanti in questa logica è rappresentato dal recupero di materie prime, riutilizzabili come prodotti commerciali con vantaggi economici ed ambientali.



Alle applicazioni attualmente consolidate (es. recupero di fosforo e azoto), si sono recentemente affiancati processi, ancora sperimentali, per il recupero di sostanze organiche per la produzione di biopolimeri che vadano a sostituire le plastiche di origine fossile.

Questo progetto di ricerca, condotto in collaborazione con HERA, IREN e A2A e l'Università Politecnica delle Marche, ha come scopo lo studio delle tecnologie disponibili per il recupero di biopolimeri (più precisamente PHA poliidrossialcanoati) dai processi di depurazione delle acque reflue urbane, e la valutazione della fattibilità tecnico-economica della loro introduzione nello schema di processo di alcuni degli impianti gestiti dalle Aziende partner del progetto.

Per l'impianto di depurazione di Castiglione T.se sono state analizzate diverse opzioni di inserimento di una sezione dedicata alla produzione di PHA, e sono state valutate le produttività attese, i dimensionamenti di massima e i costi operativi (comprese le variazioni nella produzione di biogas e fanghi) e di investimento.

L'analisi ha evidenziato la sostenibilità economica del processo (tempi di ritorno tra 7 e 10 anni a seconda dello scenario) quando i presupposti normativi consentiranno l'introduzione di questa tecnologia negli impianti di depurazione.

*"Questo progetto di ricerca ha come scopo lo studio delle tecnologie disponibili per il recupero di biopolimeri dai processi di depurazione delle acque reflue urbane"*



# SCENARI TECNOLOGICI DI UTILIZZO DEL BIOGAS PRESSO L'IMPIANTO DI DEPURAZIONE DI COLLEGNO

Stato	Concluso
Avvio	Gennaio 2021
Durata	12 mesi
Finanziamento esterno	No
Partner	//

Presso l'impianto di trattamento delle acque reflue di Collegno, che con un carico trattato di oltre 160.000 abitanti equivalenti è il secondo per dimensioni tra quelli gestiti da SMAT, i fanghi di depurazione vengono sottoposti a digestione anaerobica per la loro stabilizzazione e per il recupero di biogas.

Il biogas è un'importante risorsa che permette, nell'ottica dell'economia circolare, un importante recupero energetico da fonte rinnovabile.



Lo scopo del progetto è stato uno studio comparativo di diverse tecnologie per il recupero energetico del biogas prodotto dall'impianto di Collegno. Sono state considerate due tecnologie di cogenerazione (motore a combustione interna e microturbina) e una di upgrading del biogas per la produzione di biometano (membrane).

Gli scenari tecnologici sono stati confrontati dal punto di vista tecnico (integrazione nell'impianto, manutenzioni, affidabilità, etc.), energetico, economico (costo di investimento, costi gestionali, risparmi e ricavi derivanti anche dagli incentivi previsti dalla normativa vigente) ed infine ambientale, calcolando le emissioni e i risparmi netti di emissioni di CO<sub>2</sub> equivalente dirette ed indirette.

Dal punto di vista dei gas serra l'analisi ha evidenziato, senza notevoli differenze tra le tecnologie, i significativi risparmi di CO<sub>2</sub> ottenibili attraverso la valorizzazione del biogas.

La recente volatilità dei costi dell'energia elettrica e del gas naturale rendono molto incerto il confronto economico delle tecnologie che risultano favorevoli o meno a seconda del costo previsto dell'energia a medio e lungo termine.

---

*"Lo scopo del progetto è stato uno studio comparativo di diverse tecnologie per il recupero energetico del biogas prodotto dall'impianto di Collegno"*

---



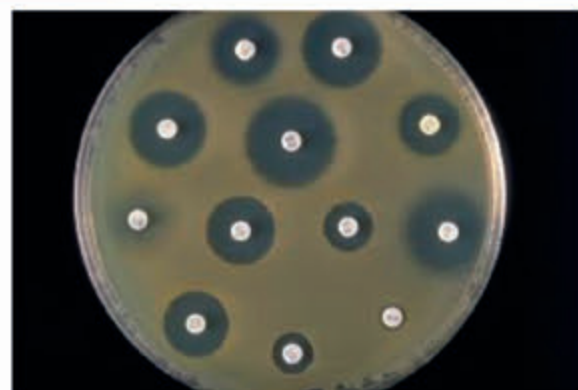
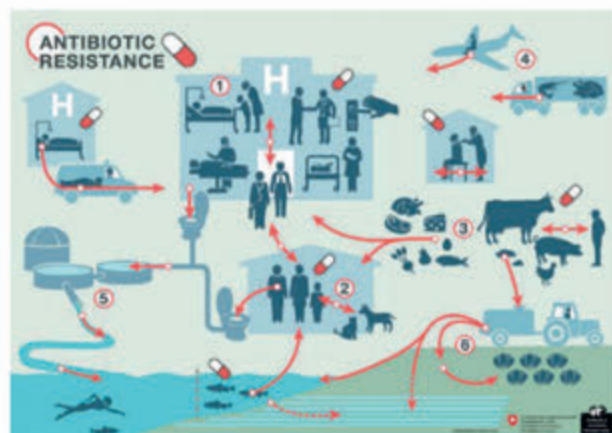
# Analisi/Qualità



# ANTIBIOTICO-RESISTENZE NEL CONTESTO DEL CICLO IDRICO INTEGRATO

Stato	Concluso
Avvio	Febbraio 2018
Durata	30 mesi
Finanziamento esterno	No
Partner	Università di Torino

Secondo l'Organizzazione Mondiale della Sanità, la resistenza agli antibiotici rappresenta un importante problema di Salute Pubblica globale di questo secolo. Batteri resistenti agli antibiotici (ARB) sono stati rilevati in diversi ambienti acquatici, mentre i geni per la resistenza agli antibiotici (ARG) possono essere trasferiti da un batterio ad un altro e tra vari livelli di organismi della catena alimentare, diffondendosi nell'ambiente naturale ed alle risorse idropotabili. Gli ARG sono stati rilevati in numerose matrici ambientali inclusi i sedimenti, le acque di lago e fiume, le acque potabili, il suolo e gli effluenti degli impianti di trattamento dei reflui. Questi dati sottolineano il ruolo importante del ciclo idrico urbano nella diffusione degli ARB e ARG.



Durante la prima fase del progetto è stata svolta una approfondita ricerca bibliografica sul tema e sono stati messi a punto dei metodi per effettuare i campionamenti ed estrarre il DNA dalle matrici utilizzate nello studio. Durante il secondo anno di attività è stata effettuata la ricerca delle resistenze agli antibiotici in alcuni impianti di depurazione e di potabilizzazione con caratteristiche differenti.

I campioni sono stati concentrati e sottoposti ad estrazione del DNA per poi monitorare e quantificare tramite real-time PCR la presenza di sequenze codificanti per le resistenze verso i più comuni antibiotici (es. geni per la resistenza alle tetracicline ed ai sulfamidici). I dati del monitoraggio effettuato sui flussi in ingresso e uscita degli impianti di depurazione e nelle acque superficiali concordano, (evidenziando peraltro anche valori in aumento) con quelli rilevati in studi analoghi.

I trattamenti di depurazione/potabilizzazione hanno confermato in genere una riduzione della carica batterica e dei target molecolari ricercati, ma le acque trattate hanno comunque evidenziato presenza, seppure in bassa concentrazione, di microrganismi e geni codificanti per l'antibiotico resistenza e la necessità di continuare a monitorare il fenomeno nelle acque trattate e potabili per tracciare il destino delle antibiotico resistenze nell'ambiente; dal punto di vista sanitario, invece, al momento il fenomeno dell'antibiotico resistenza acquisita non desta preoccupazione specifica per la salute umana, in quanto i batteri coinvolti, che acquisiscono tale capacità, sono generalmente batteri ambientali non patogeni.

***"Batteri resistenti agli antibiotici (ARB) sono stati rilevati in diversi ambienti acquatici e i geni per la resistenza agli antibiotici (ARG) possono essere trasferiti da un batterio ad un altro anche nell'ambiente naturale"***



# INDICATORI MICROBIOLOGICI NELLE ACQUE POTABILI

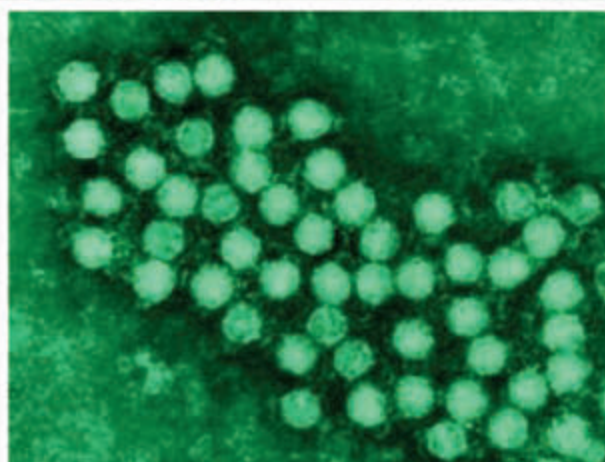
Stato	Concluso
Avvio	Novembre 2020
Durata	6 mesi
Finanziamento esterno	No
Partner	Università di Torino



L'accertamento della qualità microbiologica degli ambienti idrici per stabilirne l'eventuale pericolosità per la salute pubblica, dovrebbe essere effettuato con controlli mirati alla verifica dell'assenza di microrganismi patogeni.

Le metodiche di rilevamento e di quantificazione, peraltro non disponibili per tutti i microrganismi patogeni, sono tuttavia spesso complesse, costose, con scarsa efficienza di recupero e lunghi tempi di risposta; per tali ragioni sono stati individuati i cosiddetti 'microrganismi indicatori'.

Obiettivo del progetto è stato effettuare una valutazione della rappresentatività degli indicatori nella rilevazione di microrganismi patogeni e/o nell'identificazione dello stato di qualità igienica dell'acqua, per individuare eventuali soglie di concentrazioni "accettabili" per gli indicatori microbiologici scelti (cut off).



È stata effettuata una ampia revisione bibliografica, dalla quale è emerso che solo il 13% circa delle pubblicazioni sugli indicatori microbiologici della qualità dell'acqua riguarda anche le acque destinate al consumo umano, in quanto esse presentano la sostanziale assenza di patogeni e quindi la mancata correlazione con i microrganismi indicatori. Solo in alcuni studi inerenti le acque ad altro uso, ad esempio per uso irriguo o ricreazionale, sono stati individuati valori di cut-off per indicatori di rischio microbiologico per la salute umana (in particolare, valori di E.coli quale indicatore di contaminazione fecale nell'acqua ad uso irriguo), ma tali valori non sono applicabili per la valutazione della qualità dell'acqua potabile. Un possibile approccio utilizzabile per individuare cut off per microrganismi patogeni e indicatori potrebbe essere la valutazione quantitativa del rischio microbiologico (QMRA), un processo estremamente complesso che associa il rischio accettabile di insorgenza di malattia idrodiffusa (ipotizzato dall'OMS ad un caso su un milione), con la valutazione dell'efficacia delle contromisure applicate (trattamenti di potabilizzazione); anche in questo caso, il maggior fattore limitante la verifica e l'utilizzo del modello matematico consiste nella mancata rilevazione di patogeni nell'acqua e quindi anche nella difficoltà di dimostrare l'efficacia dei trattamenti di rimozione o contenimento applicati. In conclusione, attualmente, con i dati disponibili degli autocontrolli, che evidenziano buona qualità delle risorse idriche utilizzate e dell'acqua erogata, non sembra possibile produrre valori di riferimento quantitativi per gli indicatori microbiologici, né privilegiare un unico microrganismo indicatore per la valutazione globale della qualità microbiologica dell'acqua potabile erogata.

---

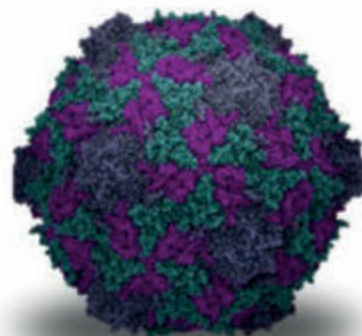
*"Il progetto ha valutato la rappresentatività degli indicatori nel segnalare i microrganismi patogeni, e individuare valori soglia di accettabilità della concentrazione degli indicatori nelle acque"*

---



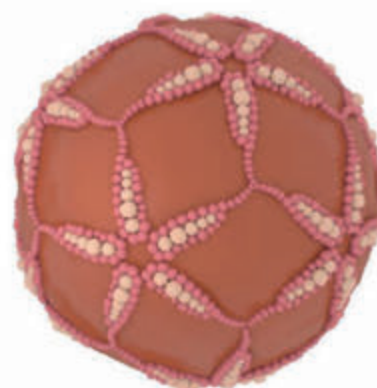
# CONFRONTO DI TECNICHE DI CAMPIONAMENTO E CONCENTRAZIONE PER LA RICERCA DEGLI ENTEROVIRUS IN ACQUA POTABILE

Stato	Concluso
Avvio	Settembre 2017
Durata	48 mesi
Finanziamento esterno	No
Partner	Università di Torino



Gli Enterovirus sono ubiquitari e causano una grande varietà di malattie, alcune delle quali particolarmente gravi, come poliomieliti, epatiti, miocarditi, meningiti. Una larga parte delle infezioni da Enterovirus decorre tuttavia in modo asintomatico, soprattutto nei bambini, favorendo così la diffusione ambientale di questi agenti eziologici.

Gli Enterovirus mostrano elevata capacità di sopravvivenza nell'ambiente e di resistenza ai trattamenti di potabilizzazione dell'acqua e sono stati rilevati in concentrazioni significative anche in acque da destinare al consumo umano e potabilizzate. Nel Decreto legislativo 31/2001 e s.m.i. per questo parametro è prescritta l'assenza obbligatoria nell'acqua potabile.



Obiettivo specifico di questo progetto è stato quello di effettuare un confronto tra diverse metodologie di campionamento/concentrazione del campione per la ricerca degli Enterovirus nelle acque potabili.

Viste le basse concentrazioni dei virus nelle acque naturali e potabilizzate, e la conseguente necessità di analizzare elevati volumi di acqua, è necessario concentrare il campione per ottenere un numero sufficientemente elevato di virus nel volume sottoposto all'analisi strumentale (in q-pcr). I metodi di concentrazione più utilizzati, solitamente attraverso passaggi sequenziali concatenati, sono l'ultrafiltrazione tangenziale, l'adsorbimento/eluizione con membrane elettropositive o elettronegative, la flocculazione organica e la coprecipitazione con PEG. Nel corso del progetto sono state effettuate prove di concentrazione variando queste tecniche, la loro combinazione ed i parametri operativi.

È stato individuato ed utilizzato quale indicatore dell'efficacia del processo di concentrazione il Mengovirus, in particolare un ceppo geneticamente modificato e non patogeno per l'uomo, che è stato utilizzato quale microrganismo surrogato degli Enterovirus. Solo l'ultrafiltrazione tangenziale applicata utilizzando due supporti (membrane) nella prima fase di concentrazione ed un ulteriore dispositivo (cassetta) nella seconda fase di concentrazione, ottimizzando la disposizione delle componenti del sistema utilizzato (per ridurre i volumi "morti" del sistema), ha permesso di ottenere dei recuperi ripetibili dell'indicatore (target) impiegato.

La migliore condizione operativa individuata ha una durata di circa tre ore per la prima concentrazione e di circa ulteriori due ore per la seconda fase di concentrazione; il processo di concentrazione si è confermato come processo più delicato di tutta la complessa filiera analitica che caratterizza la ricerca dei virus nelle acque.

---

*"Il progetto è stato finalizzato alla individuazione della tecnica più sensibile ed efficiente per concentrare gli Enterovirus nelle diverse matrici del ciclo idrico integrato"*

---



# LEGIONELLA

Stato	Concluso
Avvio	Maggio 2019
Durata	30 mesi
Finanziamento esterno	No
Partner	A2A, Hera, IREN



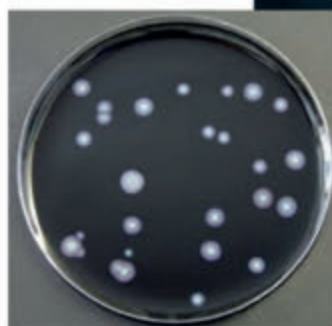
La Direttiva UE 2020/2184 concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano include anche Legionella tra i parametri microbiologici, in quanto, come espressamente indicato anche dall'OMS, è il patogeno idrodiffuso che produce il più elevato onere sanitario in Europa. Si tratta di un microrganismo per il quale il valore parametrico è stato fissato al punto d'uso, ossia negli impianti domestici. Per la gestione del rischio legionellosi, la Direttiva rimanda ai singoli Stati membri e alle relative legislazioni.

I partner del progetto, in quanto gestori dei servizi idrici, sono stati tutti direttamente coinvolti in specifici monitoraggi per valutare la presenza delle legionelle nelle fonti di approvvigionamento, lungo le filiere di potabilizzazione e nelle acque erogate.

I risultati ottenuti hanno evidenziato che anche laddove è stata riscontrata presenza di legionelle nelle risorse idriche, principalmente di origine superficiale, all'uscita degli impianti di trattamento non è mai stata rinvenuta, evidenziando che i processi applicati sono sempre efficaci. Negli impianti domestici, invece, anche in filiere idropotabili in cui non erano mai state riscontrate legionelle, esse sono risultate talvolta presenti nei punti delle reti interne. Le analisi condotte specificamente per valutare condizioni particolarmente favorevoli allo sviluppo delle legionelle anche in rete acquedottistica, non hanno evidenziato correlazione diretta tra crescita batterica e temperatura, mentre una correlazione inversa è risultata evidente tra lo sviluppo di microrganismi e l'assenza o valori bassi di disinfettante residuo; sono state anche definite strategie di mitigazione del rischio e proposte operative in caso di rilevamento di presenza delle Legionelle nella rete acquedottistica.

Sono anche state predisposte schede informative essenziali sulla legionella, per i gestori e per i cittadini, per favorire una comunicazione corretta, fruibile e chiara sull'argomento, cercando di mitigare la proliferazione di fake news sui social media.

Infine, sono state individuate e concordate possibili strategie di comunicazione interne ed esterne, con l'obiettivo di fornire le informazioni e le indicazioni operative in tema di legionella in caso di crisi/emergenza.



***"I monitoraggi effettuati dai gestori del SII hanno evidenziato che all'uscita degli impianti di potabilizzazione non è mai stata rilevata la presenza di legionelle"***



# SENSORISTICA PER EARLY WARNING

Stato	Concluso
Avvio	Dicembre 2019
Durata	18 mesi
Finanziamento esterno	No
Partner	A2A, Hera, Iren

Il progetto, dedicato al monitoraggio "online" delle caratteristiche microbiologiche di matrici acquose, ha condiviso l'esperienza maturata dalle aziende partecipanti tramite la sperimentazione di strumentazione online avanzata che potesse supportare le aziende nella gestione degli aspetti qualitativi del servizio erogato nel rispetto della normativa vigente, nell'applicazione dei Piani di Sicurezza sulle Acque e nel miglioramento degli indicatori di qualità tecnica previsti da ARERA. A partire dalle precedenti esperienze nel campo del monitoraggio online, le quattro aziende si sono dedicate allo scouting tecnologico di sensori innovativi, elaborando un progetto pilota di monitoraggio e testando ciascuna un analizzatore per valutarne le performance e condividere i risultati ottenuti. SMAT si è dotata di un sensore per l'analisi automatica ed in tempo reale del carico microbiologico mediante la tecnologia dell'ATP, ovvero la misurazione indiretta della concentrazione di microrganismi tramite luminescenza.



Lo strumento selezionato è stato testato sulle acque in uscita dall'impianto di potabilizzazione del fiume Po e dalla Centrale del campo pozzi di La Loggia, sui punti Acqua e in condizioni operative in impianto, con i seguenti risultati:

- il sistema è in grado di identificare gli intervalli di oscillazione della carica batterica di ciascuna tipologia di acqua e di individuare per ognuna delle soglie di allarme;
- il sistema è in grado di rilevare variazioni della qualità dell'acqua che ricadano oltre la soglia di allarme definita (circa 1 LOG in più del livello basale);
- il sistema non riesce a discriminare tra organismi vivi (dunque potenzialmente patogeni) e morti;
- il sistema non è capace di discriminare la natura dell'evento ('batteri' vs 'non-batteri') e non può essere considerato uno strumento di biomonitoraggio online: l'allarme che ne deriva deve quindi essere considerato generico e necessita di un approfondimento di laboratorio;
- è stata rilevata una forte influenza del microparticolato inorganico (Fe/Mn) presente nell'acqua sulle conte batteriche e sulle performance generali dello strumento;
- il sistema è idoneo alla classificazione delle acque derivanti dalle varie fasi di un impianto, in linea con le informazioni già fornite da altri sistemi online di monitoraggio avanzato (es. torbidimetro);
- il sistema non risulta idoneo al monitoraggio microbiologico presso i Punti Acqua.

*"Monitoraggio "online" delle caratteristiche microbiologiche di matrici acquose e sperimentazione di strumentazione avanzata per la gestione degli aspetti qualitativi del SII"*



# VIRUS ENTERICI NELLA FILIERA IDROPOTABILE: PATOGENI EMERGENTI E NUOVI INDICATORI VIRALI DI CONTAMINAZIONE

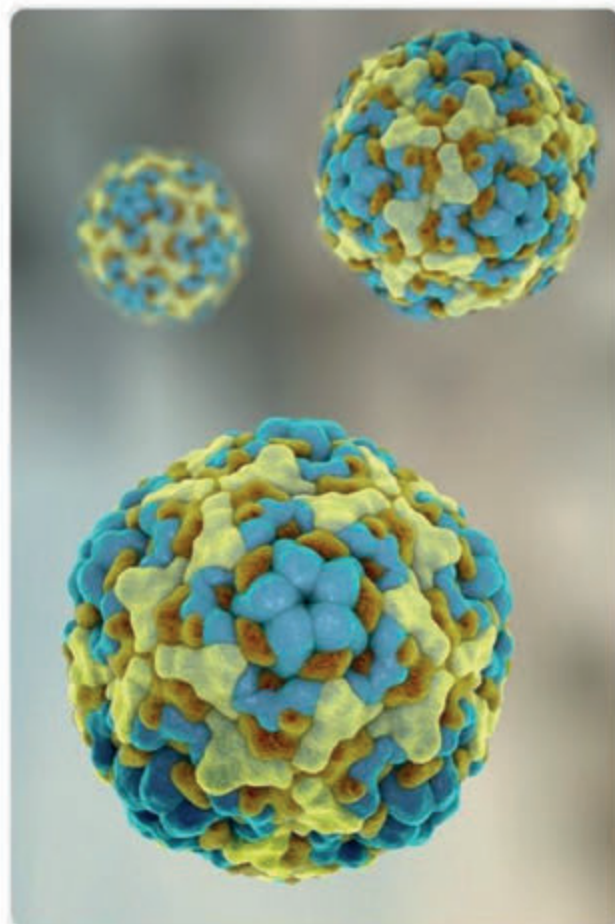
Stato	Concluso
Avvio	Ottobre 2019
Durata	24 mesi
Finanziamento esterno	No
Partner	Istituto Superiore di Sanità

In base alla normativa vigente, i virus enterici presenti nell'acqua non sono oggetto di controllo routinario, sebbene numerosi studi abbiano evidenziato che le fonti di approvvigionamento idrico possano contenere patogeni virali anche in assenza dei classici indicatori fecali. Il progetto è stato finalizzato alla valutazione della presenza di tracce genomiche di virus enterici classici ed emergenti in acque di falda, superficiali e in quelle destinate al consumo umano nella filiera idropotabile torinese.

Nello specifico le analisi hanno riguardato il rilevamento oltre ai classici virus enterici (Norovirus, Adenovirus, Enterovirus, HAV) anche di virus emergenti o potenzialmente emergenti (HEV, Saffold virus, Salivirus, Aichivirus, Bocavirus, Sapovirus). La ricerca ha inoltre riguardato il virus non patogeno Pepper Mild Mottle Virus candidato ad essere utilizzato come indicatore di qualità dell'acqua nelle filiere idriche.

L'analisi molecolare si è estesa a circa 70 campioni, esaminati ciascuno per 11 gruppi di virus enterici, oltre al virus indicatore PMMoV. I risultati denotano la totale assenza di virus nelle acque potabilizzate e reflue depurate, mentre evidenziano un quadro eterogeneo di positività ai diversi virus nelle acque grezze, in particolare superficiali, dove sono stati rilevati: Adenovirus, (9/12 positivi, 75%); Norovirus GI + GII ed Enterovirus (7/12 positivi, 58%), Bocavirus (6/12 positivi, 50%). Aichivirus, Salivirus e HEV sono stati rilevati sporadicamente (1/12 positivi, 8%). I campioni di acque reflue in ingresso agli impianti di depurazione mostrano una contaminazione virale elevata e presenza simultanea di molti generi. Le percentuali di contaminazione più elevate erano quelle da Salivirus e Bocavirus (18/19, 94%); da Norovirus GI + GII (17/19, 89%); Aichivirus e Sapovirus (15/19, 79%); Adenovirus (12/19, 63%). HAV ed HEV sono stati rilevati in una percentuale minore di campioni (rispettivamente il 5 e il 15%). In merito al Pepper Mild Mottle Virus, esso è stato rilevato nel 100% dei reflui in ingresso.

I risultati di questo studio confermano che i virus sono onnipresenti e persistenti nelle acque reflue grezze, ma possono essere ridotti o eliminati dal trattamento delle acque reflue. I fiumi urbani sono possibili fonti di inquinamento virale umano. Tuttavia, la rete di approvvigionamento idrico avanzata e gli impianti di trattamento delle acque reflue possono rimuovere efficacemente tutti gli agenti patogeni virali, offrendo così una barriera eccellente per la sicurezza della salute umana e la protezione ambientale degli ecosistemi idrici.



*"Valutare la presenza di virus enterici classici ed emergenti in sorgenti, pozzi, acque superficiali ed acque destinate al consumo umano della filiera idropotabile nell'area Torinese"*

# Reti





# USO DELLA MULTICORRELAZIONE TRA SEGNALI ACUSTICI PER LA LOCALIZZAZIONE DELLE PERDITE DI RETE

Stato	Concluso
Avvio	Febbraio 2020
Durata	18 mesi
Finanziamento esterno	No
Partner	//

La localizzazione delle rotture delle reti di distribuzione idrica rappresenta uno dei problemi ancora irrisolti nel mondo del servizio idrico integrato. Infatti, anche nell'ipotesi di avere certezza della presenza di una rottura lungo una condotta, occorre conoscere esattamente la posizione della rottura per iniziare lo scavo necessario alle operazioni di riparazione del tubo oggetto della rottura.



Uno dei sistemi tradizionali per la localizzazione consiste nella caratterizzazione del rumore in rete mediante noise logger installati lungo le condotte a cui fa seguito, nei tratti in cui si presume possa esserci una rottura, l'installazione di due accelerometri a cavallo della potenziale rottura, collegati a un dispositivo che permette di correlare i due segnali e individuare precisamente la rottura. In alternativa è possibile rilevare mediante geofono il rumore lungo la condotta sospetta fino a identificare il punto in cui il rumore è caratterizzato da intensità maggiore.

Grazie allo sviluppo di sistemi di trasmissione sempre più efficienti e di logiche di calcolo e visualizzazione dei dati remotizzate, è stato possibile testare un sistema in grado di effettuare la correlazione di un numero indefinito di accelerometri, mediante l'invio dei dati rilevati ad un server remoto che si occupa di calcolare le correlazioni tra tutte le stazioni di monitoraggio.

L'utilizzo di questo sistema ha permesso di tenere sotto controllo una parte della rete di distribuzione attraverso una verifica quotidiana dello stato reale della infrastruttura così da poter intervenire in modo tempestivo in caso di anomalia.

*"La localizzazione delle rotture delle reti di distribuzione idrica rappresenta uno dei problemi ancora irrisolti nel mondo del servizio idrico integrato"*

# Telecontrollo





# IMPLEMENTAZIONE DI UNA PIATTAFORMA INNOVATIVA PER IL TELECONTROLLO DEI DISTRETTI DI RETE

Stato	Concluso
Avvio	Febbraio 2020
Durata	12 mesi
Finanziamento esterno	No
Partner	//

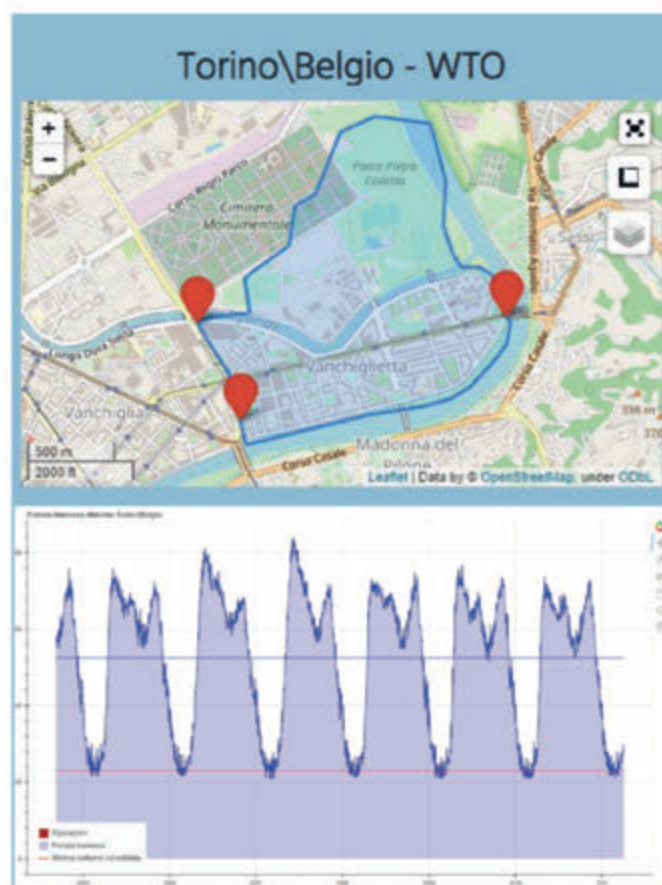
La divisione in distretti delle reti di distribuzione idropotabile rappresenta il primo passo per la riduzione delle perdite di rete (Linee Guida Commissione Europea).

Un distretto di rete infatti, che consiste in un'area della rete di distribuzione isolata dal resto della rete da chiusure o connessioni dotate di misuratore di portata, permette di tenere sotto controllo tutti i parametri che descrivono il buon funzionamento della rete.

Si ottiene questo risultato telecontrollando tutte le misure relative al distretto, alimentando quindi un database che ne storicizza il comportamento. Incrociando le misure idrauliche con altri parametri già presenti nei database aziendali, ad esempio gli interventi di riparazione eseguiti sulla rete o le letture dei contatori domestici, è possibile aumentare la conoscenza sull'efficienza del distretto e quindi avere uno strumento in più per la gestione ottimizzata della rete.

La piattaforma che è stata implementata con questo progetto permette di operare come precedentemente descritto, nonché di avere a disposizione uno strumento utilizzabile dal personale della sala controllo per l'analisi in tempo reale dello stato della rete mediante accesso ai dati cartografici e temporali via browser.

La piattaforma viene alimentata da diversi database aziendali, tra cui il telecontrollo aziendale, il sistema di gestione degli interventi di manutenzione, nonché dai dati di consumo domestico.



*“La divisione in distretti delle reti di distribuzione idropotabile rappresenta il primo passo per la riduzione delle perdite di rete”*

# Trattamento





# INNOVAZIONE NEI PROCESSI DI DEPURAZIONE

Stato	Concluso
Avvio	Settembre 2018
Durata	36 mesi
Finanziamento esterno	No
Partner	//



Nell'ambito del progetto di ricerca, in collaborazione con il Servizio Conduzione e il Laboratorio Chimico-Biologico dell'impianto di Castiglione T.se sono state studiate e sperimentate soluzioni innovative volte al miglioramento delle prestazioni e della gestione dei processi di depurazione. In generale gli obiettivi sono stati il miglioramento delle performance in termini di abbattimento degli inquinanti, la riduzione del consumo energetico, la riduzione della produzione di fanghi, l'ottimizzazione dell'uso dei reagenti/chemicals.



Nel corso del progetto è stata studiata e proposta l'introduzione, presso l'impianto di depurazione di Castiglione T.se, di una logica di regolazione dell'aerazione intermittente che garantisca un ulteriore incremento delle performance di trattamento insieme al risparmio di energia per l'aerazione e per il ricircolo della miscela aerata.

Sulla base dei risultati dello studio SMAT ha deciso di implementare la logica di regolazione proposta, che è stata installata tra la primavera e l'estate 2020 nei primi tre moduli della linea acque. Oltre ad un interessante risparmio di energia elettrica, questa innovazione ha permesso un notevole incremento delle performance di rimozione dell'azoto (nell'anno 2021 la rimozione dell'azoto totale ha superato l'83%) ben oltre quanto richiesto dalle normative con un notevole beneficio ambientale. Infine questa configurazione, che permette lo spegnimento del ricircolo della miscela aerata, ha anche offerto la possibilità di introdurre un sistema di rimozione biologica del fosforo nelle vasche originariamente dedicate alla denitrificazione, condizione importante per introdurre in futuro una sezione di recupero di nutrienti (fosforo e azoto) in forma di struvite.

---

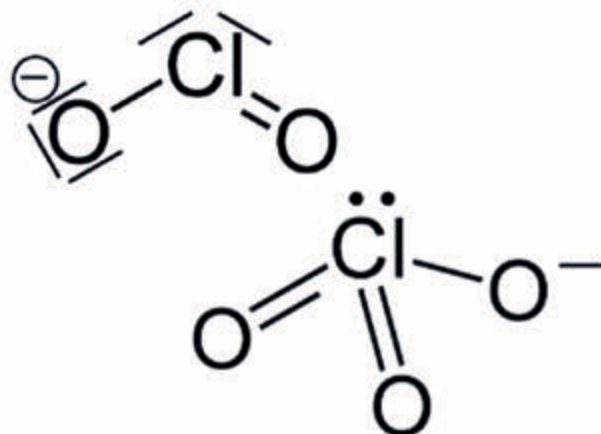
*"Sono state studiate e sperimentate soluzioni innovative volte al miglioramento delle prestazioni e della gestione dei processi di depurazione"*

---



# CLORATI E CLORITI

Stato	Concluso
Avvio	Marzo 2019
Durata	24 mesi
Finanziamento esterno	No
Partner	A2A, Hera, Iren



Il progetto, realizzato nell'ambito dell'accordo di collaborazione con le aziende partner A2A, HERA ed IREN, si pone l'obiettivo di ricercare soluzioni per il contenimento della neoformazione di sottoprodotti della disinfezione (DBPs) mediante la definizione di protocolli operativi per una migliore gestione degli impianti, la predisposizione di capitolati per l'acquisto di prodotti chimici più stabili e la ricerca di tecnologie innovative per la riduzione dei DBPs, in vista dell'entrata in vigore di nuovi limiti previsti dalla Direttiva Europea Acque Potabili per cloriti e clorati.



L'iniziale approfondimento bibliografico ha consentito di sistematizzare le buone pratiche consolidate in letteratura. È stata realizzata un'analisi comparativa dei capitolati per l'acquisto di ipoclorito di sodio delle aziende partner e di altri operatori del servizio idrico, per valutarne eventuali conseguenze in termini di qualità delle forniture e di sottoprodotti della disinfezione, al fine di arrivare ad una definizione condivisa dei requisiti in fase di approvvigionamento. Per individuare possibili azioni di controllo e mitigazione, sono stati selezionati alcuni impianti campione per un'analisi del processo adottato e delle modalità di gestione, stoccaggio e impiego dell'ipoclorito, con l'obiettivo di correlare le soluzioni adottate a livello di impianto con i dati di concentrazione di DBP (eventuali criticità con alte concentrazioni di clorati o situazioni virtuose in assenza di sforamenti dei limiti di legge). Infine, sono state individuate e valutate alcune soluzioni tecnologiche per la riduzione dei sottoprodotti della disinfezione, mediante sistemi innovativi per la produzione dell'ipoclorito in situ, con un buon potenziale in termini di impatto ambientale e di riduzione della concentrazione di DBP a valle del trattamento.

---

*"I nuovi limiti sui DBP pongono una seria sfida ai gestori che si approvvigionano da acque superficiali, per i quali le pratiche di disinfezione sono irrinunciabili"*

---



# BIOENPRO4TO – SMART SOLUTIONS FOR SMART COMMUNITIES

Stato	Concluso
Avvio	Giugno 2019
Durata	36 mesi
Finanziamento esterno	Si (Regione Piemonte)
Partner	SEA Marconi, Politecnico di Torino e altri 13 partner

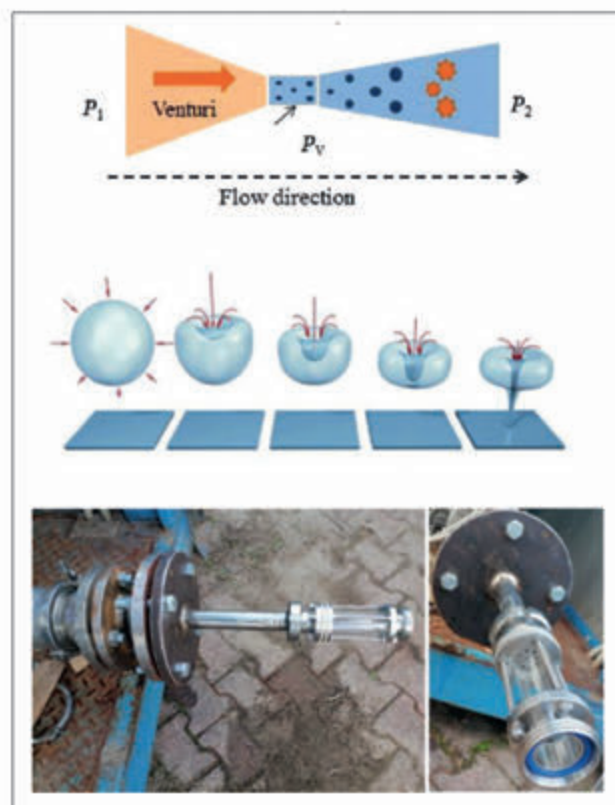
La cavitazione idrodinamica è un fenomeno di natura fisico-chimica, indotto da una variazione di pressione ottenuta per mezzo di un sistema idraulico, che determina la formazione nel fluido di microbolle (o "cavità"). La successiva implosione delle microbolle provoca una serie di fenomeni fortemente energetici che compromettono l'integrità, e quindi la vitalità, dei contaminanti microbiologici.

Questo fenomeno è di interesse per i processi innovativi di disinfezione dell'acqua utilizzata a scopo idropotabile.

Nell'ambito del progetto, SMAT si propone di passare dall'applicazione a livello di laboratorio, a quella su impianti reali di produzione dell'acqua potabile.

A seguito di un approfondimento dello stato dell'arte e un'analisi critica dei risultati sperimentali condotti in laboratorio, si è passati alla progettazione del reattore di cavitazione da applicare nell'impianto pilota di piccole dimensioni.

SMAT si è occupata di progettare ed installare il pilota presso l'impianto di potabilizzazione del Po. L'impianto pilota viene alimentato dall'acqua prelevata dal Cyclofloc di tipo biologico, le cui caratteristiche qualitative risultano compatibili rispetto alle potenzialità di disinfezione del reattore. L'intero circuito si compone di un serbatoio di stoccaggio dell'acqua, una pompa a vite, un bypass di ricircolo e un reattore di cavitazione con uscita libera. A monte del reattore è presente un restringimento della condotta che induce il fenomeno cavitativo.



*"SMAT si è occupata di progettare ed installare l'impianto pilota di cavitazione presso le sue strutture e di testarne la sua efficacia"*



# DIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA DEI DIFFUSORI DI AERAZIONE DELL'IMPIANTO DI DEPURAZIONE DI CASTIGLIONE TORINESE

Stato	Concluso
Avvio	Gennaio 2021
Durata	10 mesi
Finanziamento esterno	No
Partner	//

L'aerazione delle vasche di ossidazione biologica degli impianti di depurazione è una delle voci di spesa energetica più importanti nell'ambito del trattamento delle acque reflue.

Al fine di garantire una costante ed ottimale efficienza dei sistemi di diffusione dell'aria a servizio delle vasche di ossidazione biologica dell'impianto di depurazione di Castiglione T.se, nei prossimi mesi è prevista la completa sostituzione dei diffusori (attualmente sono installate oltre 59.000 unità) e della rete di distribuzione al fondo delle vasche.

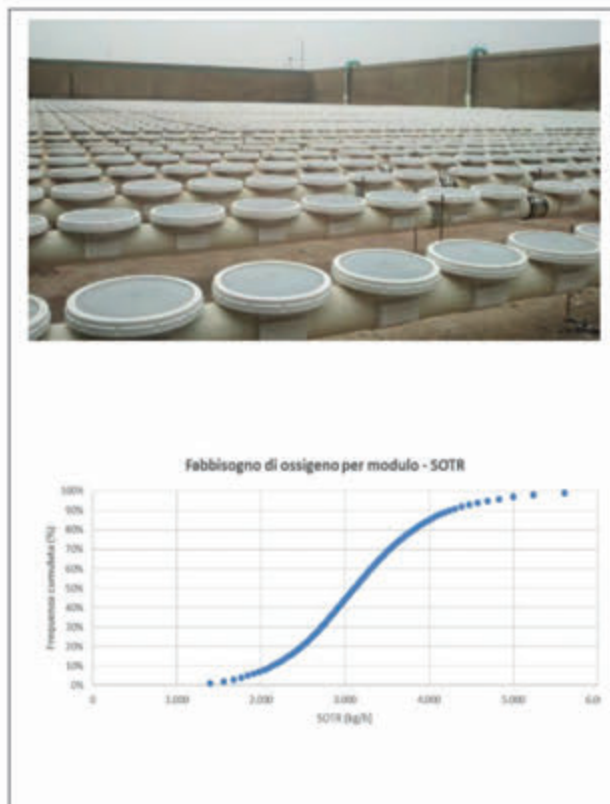
Questo progetto di ricerca è stato dedicato allo studio delle migliori tecnologie di diffusione presenti sul mercato e all'analisi dei rispettivi punti di forza e di debolezza dal punto di vista dell'efficienza, durabilità e manutenibilità. Successivamente è stato studiato l'ottimale dimensionamento del nuovo sistema di diffusori di aerazione dell'impianto di Castiglione T.se. La valutazione del reale fabbisogno di ossigeno del processo (anche grazie all'uso di un modello matematico del processo di trattamento), del corretto numero, dimensioni e caratteristiche tecniche dei diffusori da installare è molto importante ai fini del risparmio energetico. Infatti da questi parametri dipende l'efficienza di trasferimento dell'ossigeno (SOTE) e le perdite di carico al diffusore (DWP) e quindi la portata e la pressione dell'aria da insufflare.

I risultati dello studio sono stati di fondamentale importanza per la predisposizione della documentazione, progettuale e di gara, necessaria per l'affidamento dei lavori di prossima realizzazione per il rinnovamento della rete di aerazione dell'impianto di Castiglione T.se.

---

*"L'aerazione delle vasche di ossidazione biologica degli impianti di depurazione è una delle voci di spesa energetica più importanti nell'ambito del trattamento delle acque reflue"*

---





# **Progetti in corso nel 2021**



# Energia/Ambiente/Cambiamento climatico



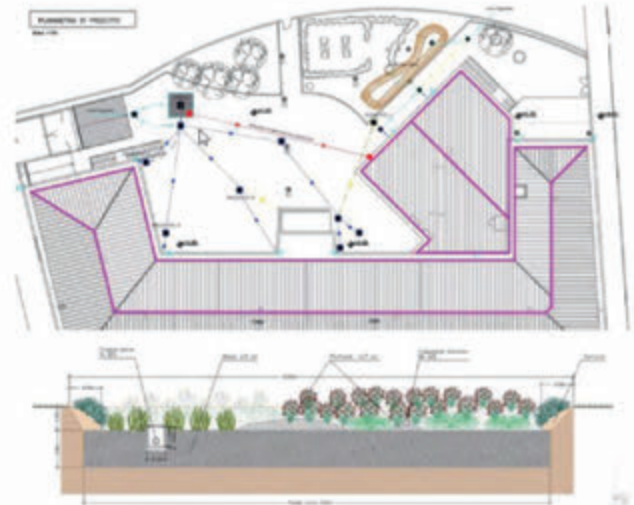


# CITY WATER CIRCLES (CWC)

Stato	In corso
Avvio	Aprile 2019
Durata	30 mesi
Finanziamento esterno	Si (Città di Torino)
Partner	Città di Torino



I rischi idrologici prodotti dai cambiamenti climatici stanno rendendo le città sempre più vulnerabili alle inondazioni e, nel contempo, il problema della scarsità idrica si sta aggravando. Considerando i crescenti consumi di acqua potabile, con conseguente aumento delle acque da trattare, l'impatto sui gestori del servizio idrico è di estrema gravità. In questo contesto il progetto CWC (City Water Circles), un progetto di 3 anni finanziato dall'Unione Europea all'interno del programma INTERREG Central Europe, ha come obiettivo quello di introdurre misure di efficienza idrica, incentivare il riutilizzo di risorse idriche locali non convenzionali (acqua piovana e acqua grigia) al fine di ridurre il consumo di acqua e alleviare la pressione sulle risorse idriche sovrasfruttate.



Attraverso un approccio basato sull'economia circolare e le Nature-Based Solutions (NBS), si stanno sviluppando modelli di cooperazione urbana per promuovere, all'interno di quelle aree urbane che sono più vulnerabili agli impatti dei cambiamenti climatici, la cultura della resilienza, del risparmio idrico, dell'efficienza e del riutilizzo.

Il progetto vede coinvolti 11 partner di 6 paesi, nonché l'implementazione di 5 progetti pilota. I partner stanno sviluppando, grazie ad un importante lavoro di coinvolgimento degli stakeholder locali una serie di metodi e strumenti innovativi (soluzioni tecnologiche all'avanguardia e NBS, strumenti di governance intelligente che esplorano nuovi schemi di cooperazione e finanziamento) replicabili a livello europeo.

Il pilota italiano, installato presso l'edificio Open 011 - Casa della Mobilità Giovanile e dell'Intercultura di Torino - è finalizzato all'introduzione di una tecnologia di coperture verdi per realizzare un giardino pensile all'aperto e interesserà una superficie di circa 170 mq inclusa anche una coltivazione aeroponica di test in serra.

Il ruolo di SMAT in questo progetto prevede:

- la partecipazione ai lavori dello Stakeholder Group Italia, in qualità di Stakeholder Group Leader;
- il supporto alla predisposizione delle strategie e politiche per la gestione circolare dell'acqua urbana nell'area torinese;
- l'assistenza tecnica per il riutilizzo di acqua piovana, del relativo campionamento e monitoraggio nel sito identificato per il pilota italiano, situato presso la casa della Mobilità Giovanile e l'Intercultura Open011.

*"Modelli di cooperazione urbana per migliorare l'efficienza idrica e il riutilizzo delle acque con un approccio di economia circolare integrata"*



# VALUTAZIONE DELLE EMISSIONI DI GAS SERRA

Stato	In corso
Avvio	Maggio 2020
Durata	24 mesi
Finanziamento esterno	No
Partner	Politecnico di Torino

Il progetto ha portato alla realizzazione di uno strumento di data-mining ed elaborazione automatica dei dati aziendali per la valutazione dell'impronta di carbonio degli impianti/insediamenti SMAT, tenendo conto delle linee guida nazionali ed internazionali, quali la ISO 14064-1, che incorpora i requisiti del GHG Protocol, e le indicazioni metodologiche delineate dall'IPCC. Tuttavia, data la complessità dei processi di trattamento delle acque reflue e la natura dinamica dei meccanismi di produzione di metano e protossido di azoto da parte degli impianti, esiste ancora un'elevata variabilità nei fattori di emissione stimati. Pertanto ulteriori misurazioni dirette delle emissioni sono risultate indispensabili a stimare l'impronta di carbonio di tali sistemi con la dovuta accuratezza.

A questo scopo il DIATI del Politecnico di Torino ha progettato e realizzato un apparato sperimentale per la cattura dei gas emessi dalle vasche di trattamento biologico e per la misura di basse concentrazioni di  $\text{CH}_4$  e  $\text{N}_2\text{O}$ , in diverse condizioni operative. L'apparato consiste in una camera galleggiante ed in un sistema di valvole e tubazioni che fanno confluire i gas verso un gascromatografo portatile. Per i campionamenti in condizioni anaerobiche o anossiche, il sistema sfrutta un flusso di aria generato da un compressore che agisce come trasportatore di gas. I risultati preliminari ottenuti dalle campagne condotte a partire da luglio 2021 mostrano un'elevata variabilità spaziale e temporale della concentrazione di  $\text{CH}_4$  e  $\text{N}_2\text{O}$  nei gas emessi dai processi di trattamento, in relazione alle condizioni operative di processo e alla temperatura esterna. Prima della fine del progetto saranno raccolti ulteriori dati per e ne sarà analizzata la correlazione con i dati di monitoraggio degli impianti.



*"Misurazioni dirette delle emissioni di gas serra sono indispensabili a stimare l'impronta di carbonio dei sistemi di trattamento acque reflue con la dovuta accuratezza"*



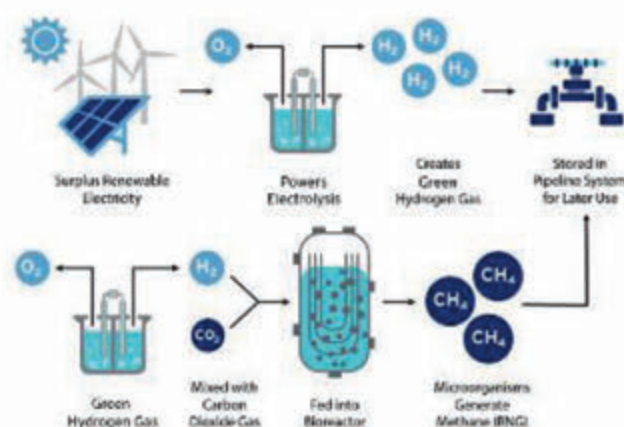
# PRODUZIONE E METANAZIONE IDROGENO

Stato	In corso
Avvio	Giugno 2020
Durata	36 mesi
Finanziamento esterno	No
Partner	Politecnico di Torino



Un approccio promettente per affrontare i limiti legati alla non programmabilità delle fonti energetiche rinnovabili (FER) è offerto dal cosiddetto "power to gas". Si tratta della possibilità di convertire le sovrapproduzioni di energia elettrica da FER in gas combustibile (trasformando quindi l'energia elettrica in energia chimica) che può essere stoccato e trasportato.

Un esempio è rappresentato dalla produzione per via elettrochimica di idrogeno, che tuttavia è un vettore energetico la cui diffusione risente ancora del limitato sviluppo dalle infrastrutture di cui necessiterebbe.



La possibilità di combinare l'idrogeno "verde" con CO<sub>2</sub> biogenica per produrre metano rinnovabile offre l'opportunità, fintanto che l'economia dell'idrogeno non sarà ampiamente sviluppata, di utilizzare le reti del gas naturale per stoccare e trasportare in forma chimica l'energia elettrica rinnovabile in eccesso nei momenti di "overproduction".

Gli impianti di depurazione delle acque reflue urbane offrono un'ottima collocazione per soluzioni power-to-gas per almeno un paio di ragioni:

- negli impianti dotati di digestione anaerobica la CO<sub>2</sub> presente nel biogas può essere combinata con l'idrogeno per produrre ulteriore metano rinnovabile (metanazione biologica).
- dall'idrolisi dell'acqua si ottiene, oltre all'idrogeno, anche ossigeno che può essere vantaggiosamente utilizzato per alimentare i processi biologici aerobici di depurazione.

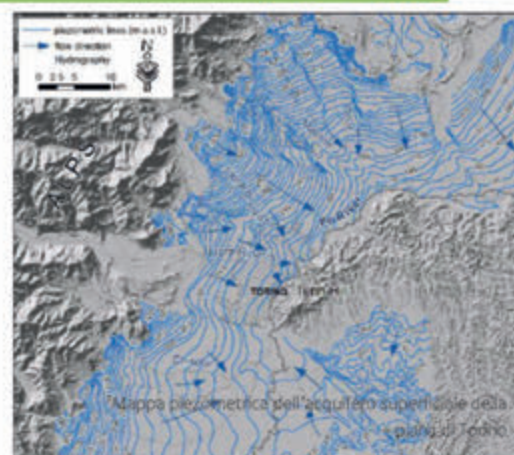
Nel corso del progetto è stato realizzato un reattore da laboratorio ed è stata avviata la sperimentazione della metanazione, per via biologica, dell'idrogeno con l'obiettivo di ottimizzare i parametri operativi di processo, valutare le rese dal punto di vista energetico e la fattibilità tecnico-economica della soluzione.

*"Gli impianti di depurazione delle acque reflue urbane offrono un'ottima collocazione per soluzioni power-to-gas"*



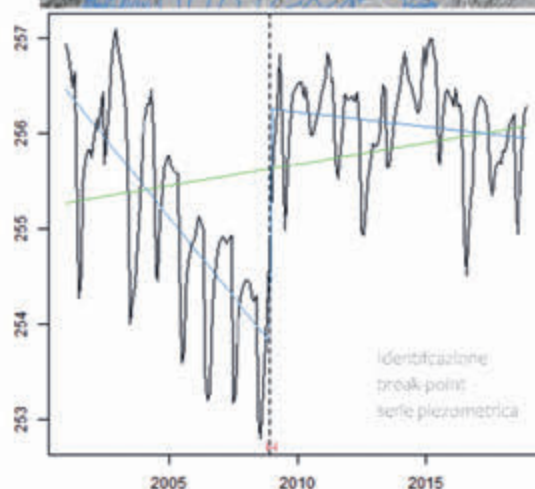
# MODELLO STATISTICO DI PREVISIONE DEI LIVELLI PIEZOMETRICI E CORRELAZIONE CON VARIABILI METEOROLOGICHE ED ECONOMICHE

Stato	In corso
Avvio	Giugno 2020
Durata	30 mesi
Finanziamento esterno	No
Partner	CNR-IGG, CNR-IRCRES



I livelli delle acque sotterranee rappresentano l'indicatore idrologico principale per il monitoraggio dello stato quantitativo dei corpi idrici sotterranei. I dati dell'andamento dei livelli piezometrici della rete di monitoraggio di ARPA Piemonte ubicata nell'area gestita da SMAT, sono stati analizzati seguendo le linee guide ISPRA per l'analisi dello stato quantitativo dei corpi idrici sotterranei.

Tali analisi hanno evidenziato un comportamento simile dei livelli piezometrici in tutta l'area studiata, caratterizzato dalla presenza di una marcata controtendenza piezometrica nel 2008-2009 quando, dopo un periodo di generale decrescita dei livelli, si assiste ad un aumento repentino, a cui segue un nuovo trend di discesa, che però non riporta i valori assoluti dei livelli a quelli osservati prima di tale break strutturale.



Tale andamento è evidente in tutti i piezometri dell'area della Città Metropolitana di Torino, fatta eccezione per quelli situati lungo lo Stura di Lanzo. Sono state fatte diverse ipotesi per spiegare il comportamento registrato dai piezometri, anche di quelli che non evidenziano questo comportamento (probabilmente perché alimentati dal fiume), ma nessuna vera indagine è stata fino a qui portata avanti.

Lo scopo di questo progetto è quello di:

- trovare la motivazione di tale comportamento, probabilmente una concausa di una maggiore piovosità ed un minore sfruttamento della falda per scopi industriali causato dalla crisi economica;
- individuati i campi che influenzano il comportamento dei livelli piezometrici, costruire un modello statistico che ricostruisca l'andamento di tali livelli e, opportunamente calibrato e validato, che possa essere utilizzato come modello previsionale.

Le analisi svolte in questo primo anno di progetto hanno permesso di individuare: (i) una corrispondenza tra il regime pluviometrico annuale e la risposta dell'acquifero, (ii) una corrispondenza tra il break strutturale (statisticamente significativo) dei livelli piezometrici e le serie storiche dei dati di consumi di energia elettrica per macro-settore sull'area della Città Metropolitana di Torino.

Sono in corso le analisi di correlazione che permetteranno di ricostruire i pesi che queste due componenti hanno sull'andamento della serie storica dei livelli piezometrici.

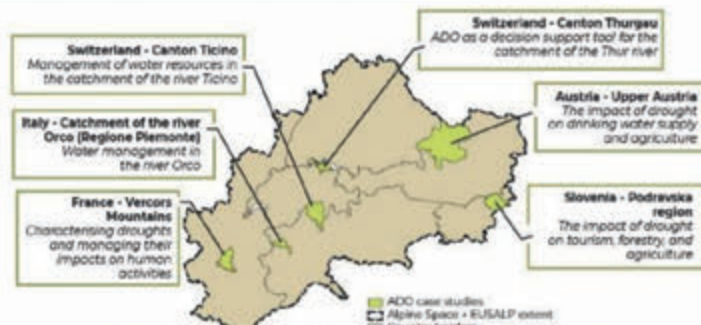
Le analisi sono svolte a scala mensile, in modo da poter fornire una previsione che possa essere sfruttata per monitorare e prevedere l'andamento della falda per scopi di tutela ambientale.

*"I livelli piezometrici rappresentano l'indicatore idrologico principale per il monitoraggio dello stato quantitativo dei corpi idrici sotterranei"*



# ALPINE DROUGHT OBSERVATORY (ADO)

Stato	In corso
Avvio	Gennaio 2021
Durata	18 mesi
Finanziamento esterno	No
Partner	Regione Piemonte, Arpa Piemonte



Fonte immagini: <https://www.alpine-space.org/projects/ado/en/home>

Il progetto Alpine Drought Observatory (ADO) è un progetto europeo finanziato all'interno del programma Interreg Alpine Space.

L'obiettivo generale del progetto è quello di fornire una piattaforma per il monitoraggio e la previsione di siccità con indicatori specifici per la regione dello Spazio Alpino, che contribuirà a migliorare la preparazione alla siccità.

I risultati dell'ADO potranno essere utilizzati per una migliore attuazione delle politiche per la gestione della siccità e per creare strumenti di governance coordinati per un uso più efficiente delle risorse idriche (ad esempio, risolvere conflitti di interesse e proteggere ecosistemi sensibili).

Nello specifico il progetto ADO si propone di raggiungere i seguenti obiettivi:

- migliorare l'attuale monitoraggio e previsione della siccità per la regione alpina;
- migliorare la comprensione degli impatti dovuti alla siccità nelle Alpi;
- migliorare le pratiche di gestione della siccità (Maggior coordinamento della governance in caso di siccità e minimizzazione conflitto tra gli utenti dell'acqua) nonché migliorare la prevenzione alla siccità.

In questo contesto, SMAT partecipa al caso studio italiano riferito al Bacino dell'Orco, che ha come focus la gestione delle risorse idriche in un bacino dove sono presenti e coesistono usi plurimi delle acque e modalità gestionali significative.

In particolare, il Centro Ricerche SMAT, nell'ambito delle attività previste nel WP5 (Case Studies, Drought Management, and Policies), sta affiancando la Regione Piemonte, in sinergia con ARPA Piemonte, all'analisi critica dei dati ed all'identificazione degli eventi di crisi del sistema di approvvigionamento idrico nell'area di studio.

Questa collaborazione vedrà la stesura del documento condiviso "Raccomandazioni e linee guida per migliorare la gestione della siccità", che è uno dei deliverables del progetto, oltre che di interesse per Regione Piemonte nell'ambito delle strategie di adattamento ai cambiamenti climatici.

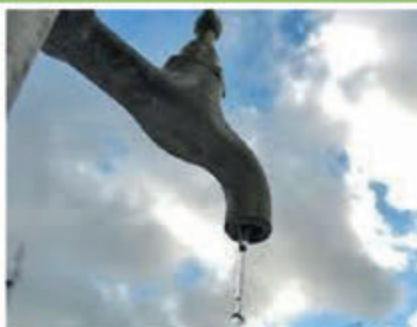
I contributi specialistici richiesti a SMAT, inoltre, prendono in considerazione la conoscenza delle dinamiche relative alla risorsa idrica sotterranea per l'utilizzo idropotabile, nonché della concreta esperienza in ambito di ricerca di fonti alternative di approvvigionamento, anche in relazione agli utilizzi plurimi delle acque invasate, in coerenza con il Piano di Tutela delle Acque regionale.

*"Creare una piattaforma online per il monitoraggio e lo sviluppo di linee guida per l'implementazione di modelli proattivi di gestione dei fenomeni siccitosi nelle regioni alpine"*



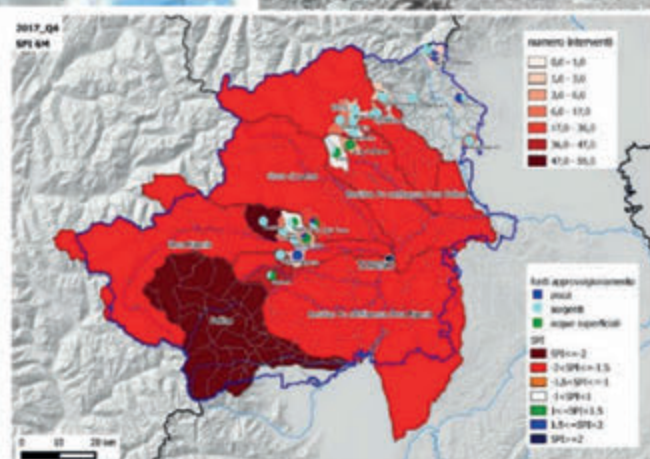
# APPROCCIO BOTTOM-UP PER LA GESTIONE DEI RISCHI LEGATI ALLA SCARSITÀ IDRICA IN SCENARI DI CAMBIAMENTO CLIMATICO

Stato	In corso
Avvio	Luglio 2021
Durata	24 mesi
Finanziamento esterno	No
Partner	Arpa Piemonte



La siccità è un fenomeno determinato da una condizione di riduzione della disponibilità idrica definita come lo scostamento rispetto alle condizioni climatiche medie di un determinato luogo di interesse.

Il perdurare di condizioni meteorologiche che provocano l'assenza di precipitazioni (siccità meteorologica) influisce sullo stato della risorsa idrica, portando alla scarsità idrica che, quando raggiunge una severità tale da richiedere una serie di procedure di gestione del fenomeno per il mancato soddisfacimento della domanda, porta ad una crisi idrica che, potenzialmente, investe tutti i comparti socio-economici.



Negli ultimi vent'anni, il territorio nazionale e regionale è stato interessato da numerose crisi idriche, che hanno riguardato i principali comparti d'uso dell'acqua, esacerbando nei differenti territori i conflitti tra questi comparti e richiedendo l'attuazione di procedure di emergenza per la gestione degli impatti.

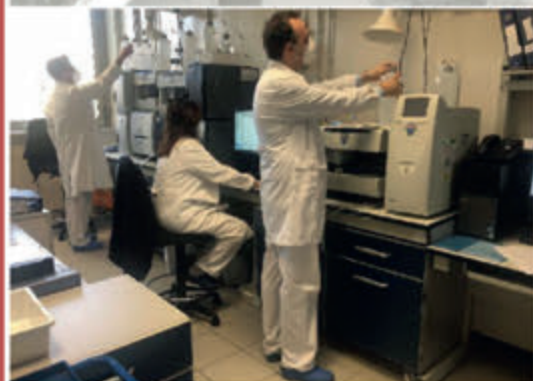
La crisi climatica in atto amplifica i fenomeni di siccità che causano e/o aggravano le crisi idriche e, in questo contesto, il Centro Ricerche SMAT, in collaborazione con ARPA Piemonte, sta portando avanti un progetto di ricerca per la previsione e la gestione delle crisi idriche in scenari di cambiamento climatico. Attraverso un innovativo approccio bottom-up basato sull'analisi del rischio, il progetto si articola secondo il seguente schema di lavoro:

- Identificazione degli eventi di crisi per l'approvvigionamento idropotabile
- Analisi dei dati meteorologici e degli indicatori di siccità (e definizione di soglie critiche)
- Calcolo della probabilità che tali soglie critiche si raggiungano (o vengano superate) in scenari di cambiamento climatico (utilizzando un ensemble di previsioni/scenari)
- Definizione di potenziali azioni di mitigazione degli impatti

Durante questi primi mesi di lavoro è stata effettuata un'analisi critica degli interventi del servizio di "Emergenza idrica" di SMAT identificando, a scala comunale, gli eventi correlabili a fenomeni di scarsità. Tale indice è stato confrontato con gli indicatori di siccità calcolati da ARPA, mappando queste informazioni unitamente a quelle relative alle fonti di approvvigionamento. Dalle analisi a scala trimestrale, si può vedere come il sistema di approvvigionamento sia andato in crisi, con un certo ritardo temporale, a seguito di una siccità perdurante (SPI a 6 e 12 mesi fortemente negativi) nei comuni approvvigionati prevalentemente tramite sorgenti o risorse superficiali (evento 2017) e per lo più localizzati nella parte centro-settentrionale dell'area di studio. Il periodo 2021-2022 è attualmente in fase di studio, con anomalie di approvvigionamento che hanno riguardato anche comuni alimentati da risorse sotterranee.

*"Prevedere e gestire le crisi idriche in scenari di cambiamento climatico attraverso un approccio bottom-up basato sull'analisi del rischio di mancato approvvigionamento per uso idropotabile"*

# Analisi/Qualità





# CALLISTO: SERVIZI DI INTELLIGENZA ARTIFICIALE COPERNICUS PER L'INTEGRAZIONE E L'ELABORAZIONE DI DATI DA SORGENTI DISTRIBUITE A SUPPORTO DELLE INFRASTRUTTURE DIAS E HPC

Stato	In corso
Avvio	Gennaio 2021
Durata	36 mesi
Finanziamento esterno	Si (Horizon 2020)
Partner	16 partner internazionali



Nato in linea con l'iniziativa Destination Earth della Commissione Europea, il progetto CALLISTO svilupperà soluzioni di Intelligenza Artificiale per integrare dati da fonti eterogenee (compresi i dati satellitari di Copernicus) e favorirne l'utilizzo per (1) il monitoraggio della politica agricola comune (PAC) dell'UE, (2) la valutazione della qualità delle acque superficiali, (3) il giornalismo e (4) il monitoraggio dei confini.

Lo sfruttamento di risorse superficiali a scopo idropotabile implica il costante monitoraggio di cambiamenti nelle caratteristiche chimiche, fisiche e biologiche degli approvvigionamenti. Pertanto, i gestori degli impianti di trattamento necessitano di sensori per le variabili qualitative dell'acqua che abbiano un'elevata risoluzione spaziale e temporale.

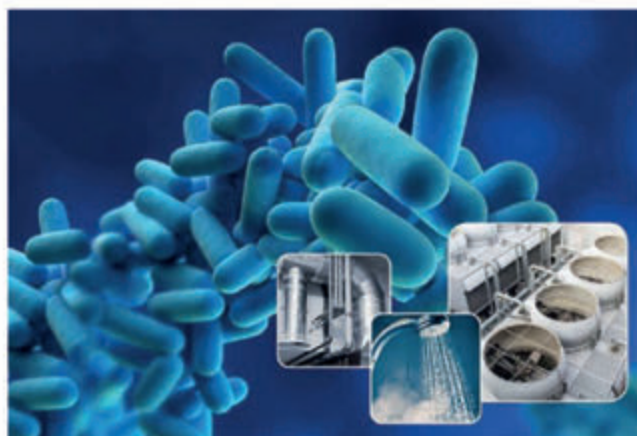
I sensori ottici da remoto possono soddisfare questi requisiti mediante la rilevazione di variazioni negli spettri di luce retrodiffusa dalla superficie dell'acqua. I dati da telerilevamento satellitare consentono di sondare la variabilità spaziale dei parametri di qualità dell'acqua, mentre i sensori in situ, montati su sistemi di puntamento autonomi, permettono di valutarne l'andamento temporale. Durante il primo anno di progetto, sono stati raccolti e processati i dati satellitari relativi a due bacini (Blankaart in Belgio e la laguna di SMAT sul fiume Po, in Italia). Radiometri iperspettrali autonomi sono stati installati presso Blankaart per ottenere dati in continuo indispensabili a calibrare gli algoritmi di correzione atmosferica per l'elaborazione dei dati satellitari e migliorare l'accuratezza dei prodotti per il monitoraggio della qualità dell'acqua. Durante il secondo anno di progetto gli algoritmi saranno testati sulla laguna SMAT ed integrati con i dati di laboratorio e con i dati da monitoraggio online, al fine di implementare la migliore strategia di monitoraggio, sfruttando tecnologie all'avanguardia.

*"I dati satellitari sono stati raccolti e processati mediante algoritmi di correzione atmosferica per migliorare l'accuratezza dei prodotti per il monitoraggio della qualità dell'acqua"*



# VALUTAZIONE DEL RISCHIO LEGIONELLA NEGLI AMBIENTI DI LAVORO

Stato	In corso
Avvio	Ottobre 2021
Durata	6 mesi
Finanziamento esterno	No
Partner	//



La Legionella, come espressamente indicato anche dall'OMS, è il patogeno idrodifuso che produce il più elevato onere sanitario in Europa.

Nell'ambito della prevenzione della legionellosi, la valutazione del rischio rappresenta il primo passo per identificare e valutare gli aspetti critici al fine di poterli gestire in modo appropriato, identificando le adeguate misure preventive e correttive utili per contenere il rischio.



Per quanto riguarda i rischi derivanti dall'infezione da Legionella nei luoghi comunitari, le Linee Guida Ufficiali rilasciate dal Ministero della Salute rappresentano il più importante riferimento normativo nazionale; esse forniscono indicazioni per le strutture turistico-recettive, gli stabilimenti termali e le strutture sanitarie.

Per quanto concerne i luoghi di lavoro, la normativa di riferimento è il testo unico sulla salute e sicurezza sul lavoro, che classifica la legionella tra gli agenti biologici da valutare. Questo progetto ha come obiettivo quello di definire una metodologia per effettuare la valutazione del rischio nei luoghi di lavoro da applicare progressivamente a tutti i siti SAMT; si parte dal reperimento delle informazioni utili ad ottenere un'approfondita conoscenza del sistema, fino ad arrivare all'identificazione delle principali criticità e delle soluzioni più idonee per prevenire e contenere il rischio.

---

*“La valutazione del rischio è fondamentale nell'ambito della prevenzione della legionellosi”*

---



# Reti



# MODELLAZIONE IDRAULICA E ANALISI DELLE CRITICITÀ DELLA RETE DI DRENAGGIO DELLA CITTÀ DI TORINO

Stato	In corso
Avvio	Dicembre 2020
Durata	24 mesi
Finanziamento esterno	No
Partner	DIATI – Politecnico di Torino



L'ultima analisi a scala grande della rete fognaria bianca di Torino risale a circa 50 anni fa. Da allora tre accadimenti sono avvenuti tali da modificare di molto il quadro idraulico: (i) il cambiamento dell'uso del suolo della regione drenata, (ii) la realizzazione di nuove opere e (iii) i cambiamenti climatici.

Il cambiamento urbanistico profondo che la città ha avuto in questi ultimi 50 anni è evidente, con un forte aumento dell'impermeabilizzazione delle superfici e la crescita delle aree di drenaggio competenti alla rete fognaria esistente. In diverse zone dell'area torinese, la situazione è tale da compromettere lo stabilirsi di nuove aree residenziali e/o industriali, poiché si teme che tali nuovi insediamenti possano essere fatali per l'attuale sistema.

Altro aspetto chiave è l'imminente realizzazione del nuovo collettore mediano di Torino. Si tratta di un'opera destinata incidere fortemente sulla struttura del deflusso urbano e che, se opportunamente armonizzata con il contesto idraulico della rete preesistente, può dare un contributo fondamentale per mettere in sicurezza il sistema di drenaggio di Torino nei decenni futuri.

Infine, vi sono i cambiamenti climatici, che sono evidenti a tutti nell'esperienza quotidiana. In particolare, l'aumento di eventi molto intensi, proprio quelli che maggiormente creano problemi alla rete di drenaggio.

A fronte di questo quadro, urge quindi un'analisi accurata e completa dell'attuale rete, di come essa potrà rispondere alla crescente pressione nei prossimi anni, di quali azioni si possono intraprendere per mitigare i rischi di esondazione e rotture e di come essa possa idraulicamente interagire con il nuovo collettore mediano. Il presente studio si occuperà di rispondere proprio di questi quesiti.

*"Urge un'analisi accurata e completa dell'attuale rete, di come essa potrà rispondere alla crescente pressione nei prossimi anni, di quali azioni si possono intraprendere per mitigare i rischi"*



# STUDIO DI FATTIBILITÀ PER UN SERVIZIO DI MONITORAGGIO REMOTO PER LA LOCALIZZAZIONE DELLE ROTTURE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE

Stato	In corso
Avvio	Novembre 2021
Durata	6 mesi
Finanziamento esterno	No
Partner	DigiSky, ESA, EnelX, e-Geos



La disponibilità sempre crescente di dati satellitari acquisiti da diverse missioni spaziali, spesso resi disponibili agli utenti in modalità aperta e gratuita, unita alle capacità sempre maggiore trasformare il dato in informazione, rende sempre più possibile creare dei servizi innovativi utili in diversi ambiti d'applicazione.

Nel rilievo delle perdite idriche l'approccio attualmente utilizzato è dispendioso perché deve essere effettuato su piccole porzioni di rete fino a coprire l'intera tratta.

È per questo motivo che SMAT sta aderendo a uno studio di fattibilità, promosso da DigiSky insieme ad ESA ed EnelX, in collaborazione con e-Geos che si occuperà del processamento dei dati satellitari; l'obiettivo è quello di valutare l'efficacia di questi sistemi nel rilievo delle perdite nella rete di distribuzione.

La proposta intende integrare due tecnologie differenti; da una parte quella del telerilevamento attivo satellitare, utilizzato per monitorare fenomeni di subsidenza attraverso l'utilizzo di Radar ad Apertura Sintetica (SAR) e dall'altra quella del telerilevamento aereo termografico per monitorare la presenza di anomalie termiche di superficie. Il servizio che si intende sviluppare è una piattaforma web dedicata su cui far convergere i dati del monitoraggio che serviranno per la localizzazione delle rotture.

*"I dati satellitari, uniti ai dati acquisiti da volo aereo, verranno processati al fine di identificare perdite nella rete di distribuzione idrica"*



# MONITORAGGIO E TELECONTROLLO DEL SISTEMA DI COLLETTORI INTERCOMUNALI AFFERENTI AL DEPURATORE DI CASTIGLIONE

Stato	In corso
Avvio	Dicembre 2021
Durata	24 mesi
Finanziamento esterno	No
Partner	DIATI – Politecnico di Torino



Il progetto ha come obiettivo l'analisi e il miglioramento della gestione del sistema di collettori intercomunali che afferiscono i reflui al depuratore di Castiglione Torinese e che permette il trasporto delle acque di scarico prodotte dalle utenze distribuite in 48 comuni in modo sicuro e controllato.



Si intende migliorare la gestione del sistema dei collettori, composto da tre collettori principali, (Nord, Ovest e Sud), oltre al canale mediano che corre all'interno della Città di Torino, attraverso un approccio che permetta di conoscere in tempo reale lo stato di tutte le variabili fisiche coinvolte in modo da guidare le scelte della gestione operativa in modo ben informato.

Sarà possibile ottenere questo risultato attraverso l'uso dei dati raccolti dalle stazioni di monitoraggio della portata e dei livelli idrici che si installeranno lungo i collettori e attraverso l'integrazione delle misure con i risultati della modellazione matematica dell'intero sistema. La modellazione matematica permetterà altresì di verificare la funzionalità dell'intero sistema simulando situazioni particolari in modo da prevedere eventuali criticità.

Il progetto verrà sviluppato in collaborazione con il gruppo di ricerca di idraulica del Politecnico di Torino, che si occuperà degli aspetti legati alla modellazione matematica, e vedrà coinvolti, oltre al Centro Ricerche, a cui è affidato il coordinamento delle diverse attività, i Centri Operativi e i Servizi Tecnici Centrali.

---

*"Analisi e miglioramento della gestione del sistema di collettori intercomunali che permette il trasporto delle acque di scarico prodotte dalle utenze distribuite in 48 comuni in modo sicuro e controllato"*

---

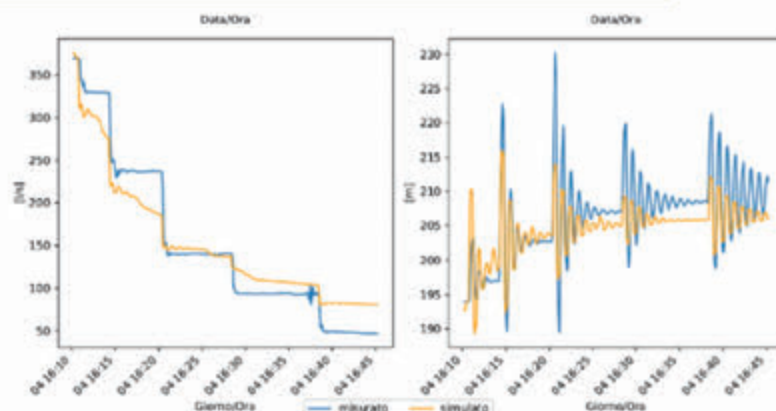


# Telecontrollo



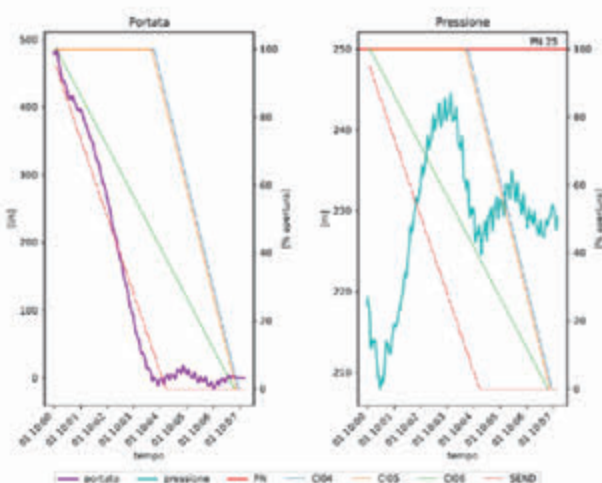
# IMPLEMENTAZIONE DI UNA AUTOMAZIONE INTELLIGENTE PER LA GESTIONE DELL'ACQUEDOTTO DELLA VALLE DI SUSÀ

Stato	In corso
Avvio	Maggio 2021
Durata	12 mesi
Finanziamento esterno	No
Partner	//



Il nuovo acquedotto per la Valle di Susa è stato progettato per soddisfare il fabbisogno idrico del territorio fornendo un importante quantitativo di acqua di elevata qualità naturale.

L'opera coinvolge 27 Comuni, da Bardonecchia a Caselette, attraverso la realizzazione di 96 km di condotte con una portata di 600 litri d'acqua al secondo. Si tratta di un impianto tecnologicamente molto avanzato che, attraverso un sofisticato sistema di telecontrollo e telecomando, presenta un elevato livello di automazione.



In questo progetto è stato messo a punto il sistema di sicurezza dell'Acquedotto della Valle di Susa. Esso è costituito dall'automatismo che governa il sistema di messa fuori servizio delle diverse tratte di cui è composta la linea principale dell'Acquedotto della Valle di Susa, in caso di rottura della condotta. L'automatismo è composto da due fasi.

La prima fase ha come oggetto il rilievo delle condizioni che determinano l'avvio della procedura di messa fuori servizio. Tali condizioni vanno definite per ogni sito, e aggiornate in base alle condizioni di utilizzo, in quanto dipendono dallo scostamento tra il comportamento abituale delle grandezze fisiche e idrauliche e le possibili anomalie derivanti da una rottura.

La seconda fase invece è rappresentata dalla definizione delle modalità di chiusura, che si può declinare in due diversi aspetti: la scelta delle valvole da chiudere e la sequenza da adottare, al fine di evitare un abbassamento di pressione, e la verifica delle pressioni massime e minime derivanti dai transitori di pressione.

*"Il nuovo acquedotto per la Valle di Susa è un impianto tecnologicamente molto avanzato che presenta un elevato livello di automazione"*

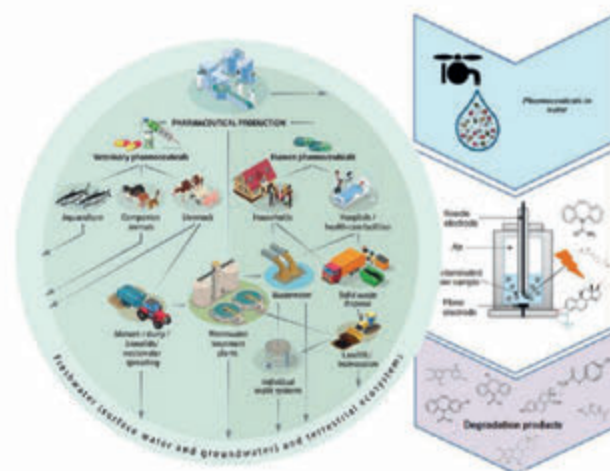


# Trattamento

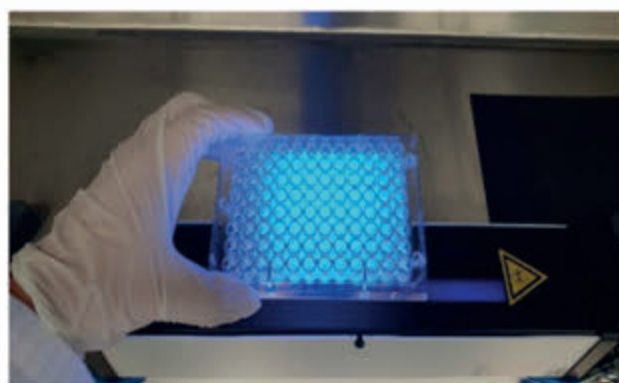


# AQUALITY: INTERDISCIPLINAR CROSS-SECTORAL APPROACH TO EFFECTIVELY ADDRESS THE REMOVAL OF CONTAMINANTS OF EMERGING CONCERN FROM WATER

Stato	In corso
Avvio	Ottobre 2017
Durata	60 mesi
Finanziamento esterno	Si (Horizon 2020)
Partner	Univ. Torino, Aalborg Univ., CNRS (Francia), Plataforma Solar del Almeria, Panespistinio Ianninon, et al



Il progetto AQUALITY è un progetto di ricerca finanziato dall'Unione Europea nell'ambito del programma Horizon 2020, Marie Skłodowska Curie Actions - Innovative Training Networks (Project N. 765860). Il tema della ricerca è la rimozione degli inquinanti emergenti (PFAS, pesticidi, farmaci, interferenti endocrini, etc.) attraverso trattamenti ibridi sostenibili dal punto di vista economico e ambientale quali i processi di ossidazione che utilizzano l'energia solare (sun driven), combinati a sistemi di filtrazione a membrane (grafene, ceramiche ad alto flusso, etc.).



Nel 2021 è stato effettuato uno screening non mirato di campioni di acqua superficiale prelevati in diverse località in Italia e in Grecia, in collaborazione con l'Università di Ioannina (Grecia), l'Università di Alessandria (Italia) e l'Università di Torino (Italia). Lo scopo di questo studio era di valutare e comprendere lo stato di qualità generale dei corpi idrici europei. Le analisi effettuate con la spettrometria di massa ad alta risoluzione (HRMS) hanno evidenziato la presenza di un'ampia varietà di composti, tra cui farmaci, pesticidi/erbicidi, PFAS e prodotti per la cura personale, mentre l'elaborazione dei dati con strumenti di analisi statistica multivariata ha identificato diversi pattern di inquinamento.

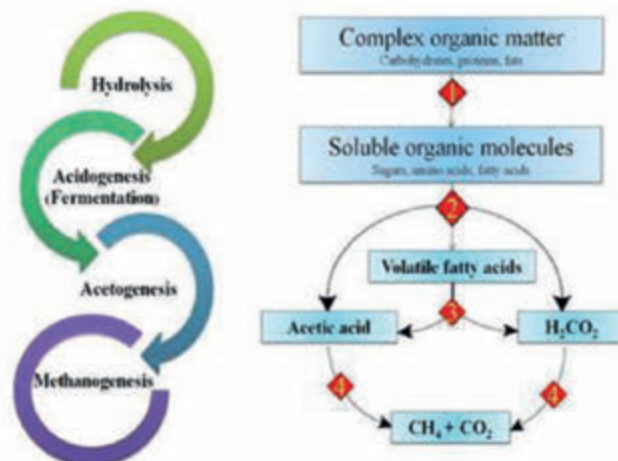
I risultati ottenuti hanno evidenziato la necessità di includere un approccio non-target come primo passo nelle valutazioni di monitoraggio, al fine di valutare la qualità delle fonti d'acqua, dare priorità ai contaminanti da includere negli studi di quantificazione e prendere decisioni per le necessità di trattamento. Infine, i dati ottenuti sono stati aggiornati nella Digital Sample Freezing Platform (DSFP) del NORMAN Network, consentendo l'esecuzione di uno screening retrospettivo ad ampio raggio per migliaia di contaminanti sospetti rilevanti per l'ambiente e i loro prodotti di trasformazione. Questo tentativo permette una valutazione visiva di facile utilizzo della distribuzione spaziale delle sostanze di potenziale interesse e indica possibili fonti di inquinamento.

*“Attraverso il training through research il progetto ha lo scopo di studiare a livello europeo sistemi ibridi innovativi per la rimozione dall'acqua degli inquinanti emergenti”*



# FANGHI IV

Stato	In corso
Avvio	Giugno 2020
Durata	24 mesi
Finanziamento esterno	No
Partner	Politecnico di Torino



L'ottimizzazione dei processi di trattamento dei fanghi di depurazione è di primaria importanza non solo per la riduzione dei quantitativi di fango da gestire, ma anche per massimizzare i recuperi di energia e di materia in un'ottica di economia circolare.

Questo progetto di ricerca ha lo scopo di verificare sperimentalmente alla scala pilota le prestazioni di alcune configurazioni bistadio della digestione anaerobica dei fanghi primari e dei fanghi di supero (biologici), in termini di incremento di produzione di biogas e di recupero di sostanze organiche.



È attualmente in corso una sperimentazione dedicata alla digestione anaerobica bistadio del fango primario. In particolare nel primo stadio il fango viene sottoposto ad una fermentazione acida con tempo di ritenzione limitato (3-4 giorni) al fine di promuovere i fenomeni idrolitici e acidogenici (grazie all'inibizione della metanogenesi) per la produzione di acidi grassi volatili (VFA). Questi ultimi sono composti estremamente interessanti perché possono essere impiegati per la produzione di biopolimeri o, in futuro, come composti di base per l'industria chimica, o ancora, più semplicemente, per favorire la rimozione biologica del fosforo nei processi di depurazione delle acque reflue.

Contemporaneamente è in corso una sperimentazione, alla scala pilota, dedicata al pretrattamento biologico del fango di supero in termofilia e successiva digestione anaerobica in mesofilia. In particolare, i pretrattamenti biologici in termofilia, rispetto ai pretrattamenti termochimici già testati in passato, potrebbero consentire un risparmio di energia termica e reagenti con incrementi di produttività di metano paragonabili.

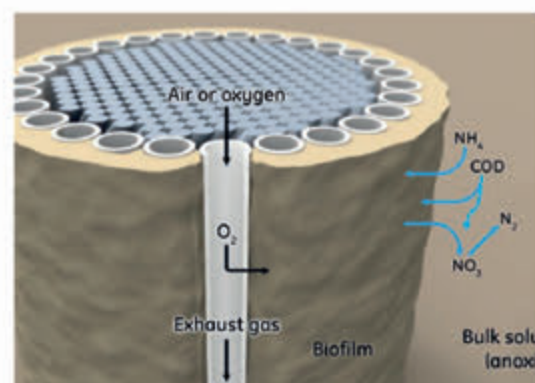
*“Questo progetto di ricerca ha lo scopo di verificare sperimentalmente alla scala pilota le prestazioni di alcune configurazioni bistadio della digestione anaerobica dei fanghi primari e dei fanghi di supero”*



# MABR

## MEMBRANE AERATED BIOFILM REACTOR

Stato	In corso
Avvio	Giugno 2020
Durata	36 mesi
Finanziamento esterno	No
Partner	Politecnico di Torino



I processi biologici di depurazione delle acque reflue, ed in particolare quelli aerobici che consumano ossigeno per l'ossidazione delle sostanze organiche ed azotate, sono notoriamente energivori. Infatti il fenomeno del trasporto di ossigeno dalla fase gas a quella liquida (ovvero la dissoluzione) è relativamente limitante.

Nei normali sistemi di aerazione, che si basano sulla produzione di piccole bolle d'aria attraverso diffusori posizionati sul fondo delle vasche, l'efficienza di trasferimento dell'ossigeno è generalmente dell'ordine del 20%.



Una recente e molto promettente innovazione tecnologica, detta MABR (Membrane Aerated Biofilm Reactor), prevede l'uso di membrane a fibra cava per il trasferimento dell'ossigeno in fase liquida. L'aria viene insufflata all'interno delle fibre cave immerse nelle vasche di ossidazione e l'ossigeno viene direttamente consumato dalla biomassa adesa che si sviluppa sulla superficie esterna delle membrane. In questo modo non è più necessario realizzare il trasferimento dell'ossigeno attraverso la creazione di bolle d'aria e l'efficienza energetica dell'aerazione è notevolmente aumentata. Inoltre le condizioni ossidanti vengono a crearsi solo nel biofilm all'interfaccia con la membrana, rendendo così possibile la denitrificazione, in condizioni anossiche, nello stesso reattore biologico.

Nell'ambito del progetto è stato predisposto un reattore pilota MABR da laboratorio e sono state avviate le sperimentazioni con acque reflue sintetiche (successivamente è previsto l'uso di acque reflue reali). Lo scopo è quello di sperimentare le prestazioni della tecnologia MABR in termini di efficienza depurativa e di efficienza energetica di aerazione, nonché di valutare i punti di forza e le eventuali criticità della tecnologia MABR e la loro applicabilità agli impianti SMAT.

*"Il progetto di ricerca ha lo scopo di sperimentare le prestazioni della tecnologia MABR in termini di efficienza depurativa e di efficienza energetica di aerazione"*



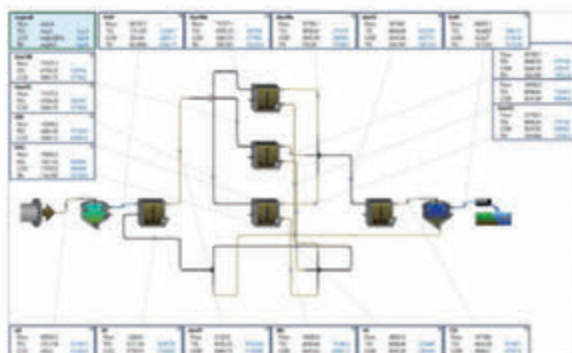
# MODELLAZIONE DI PROCESSI INNOVATIVI DI TRATTAMENTO DELLE ACQUE REFLUE

Stato	In corso
Avvio	Giugno 2020
Durata	24 mesi
Finanziamento esterno	No
Partner	Politecnico di Torino



I modelli matematici dei processi chimico-fisico-biologici di depurazione delle acque reflue rappresentano uno strumento di grande importanza per la gestione degli impianti poiché offrono la possibilità di simulare e prevedere il funzionamento dell'impianto al variare delle condizioni operative.

Grazie ai modelli (il più noto dei quali è certamente ASM - Active Sludge Model) è quindi possibile ottimizzare la gestione operativa, in termini di prestazione di depurazione, di produzione di fanghi, di consumo energetico e di consumo di reattivi.



Durante la prima fase del progetto è stato analizzato il processo di deammonificazione (DEMON) di recente installazione presso l'impianto di Castiglione T.se e sono state identificate le migliori strategie di regolazione del processo e di correzione di eventuali malfunzionamenti.

A seguito dell'introduzione di una logica di regolazione dell'aerazione intermittente e della rimozione biologica del fosforo nella linea acque dell'impianto di Castiglione T.se, si è reso necessario l'aggiornamento del modello matematico del classico processo MLE di denitrificazione-nitrificazione messo a punto nel corso di precedenti progetti di ricerca, con un modello maggiormente sofisticato basato su ASM3.

Durante la seconda fase del progetto, sono iniziate le campagne di campionamento e le attività sperimentali, anche con tecniche respirometriche, dedicate alla caratterizzazione delle acque (frazionamento), alla misurazione dei parametri cinetici dei processi e della loro variazione in funzione dei parametri operativi. Sulla base di questi dati verrà sviluppato e calibrato il modello, che sarà utilizzato per l'ottimizzazione dei processi e delle strategie di controllo e regolazione.

---

*"I modelli matematici dei processi chimico-fisico-biologici di depurazione delle acque reflue rappresentano uno strumento di grande importanza per la gestione degli impianti"*

---



## Publicazioni e proceedings

Andreadis, S., Gialampoukidis, I., Sitokostantinou, V., Coloru, B., Vervaeren, H., L'opez, E., Kalogirou, V., Syropoulou, P., Kosmatopoulos, E.B., Vrochidis, S., Li Santi, E., Vingione, G., and Kompatsiaris, I. CALLISTO: Copernicus Artificial Intelligence services and data fusion with other distributed data sources and processing at the edge to support DIAS and HPC infrastructures, *Proc. of the 2021 conference on Big Data from Space (BiDS'21)*, <https://doi.org/10.2760/125905>

Brussolo, E., Palazzi, E., von Hardenberg, J., Masetti, G., Vivaldo, G., Previati, M., Canone, D., Gisolo, D., Bevilacqua, I., Provenzale, A. and Ferraris, S. Aquifer recharge in the Piedmont Alpine zone: Historical trends and future scenarios, *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, *accepted*, <https://doi.org/10.5194/hess-26-407-2022>

Lucentini L., Marchiafava C., Mattei D., Cerroni M., Fuscoletti V., Veschetti E., Burdizzo C., Steffenino S., Meucci L. Piano di Sicurezza dell'Acqua del sistema acquedottistico della Città di Torino (Aree 2, 7 e 10). Roma: Istituto Superiore di Sanità; 2021. (Rapporti ISTISAN 21/27).

Meucci L., Steffenino S. SMAT e i Piani di Sicurezza dell'Acqua. Servizi a Rete, n°2 marzo-aprile 2021, p 44-45, <https://www.serviziarete.it/sfoglia-la-rivista/marzo-aprile-2021/>

Palma, D.; Papagiannaki, D.; Lai, M.; Binetti, R.; Sleiman, M.; Minella, M.; Richard, C. PFAS Degradation in Ultrapure and Groundwater Using Non-Thermal Plasma, *Molecules* 2021, 26, 924. <https://doi.org/10.3390/molecules26040924>

Papagiannaki, D.; Morgillo, S.; Bocina, G.; Calza, P.; Binetti, R. Occurrence and Human Health Risk Assessment of Pharmaceuticals and Hormones in Drinking Water Sources in the Metropolitan Area of Turin in Italy, *Toxics* 2021, 9, 88. <https://doi.org/10.3390/toxics9040088>

Raco, B., Vivaldo, G., Doveri, M., Menichini, M., Masetti, G., Battaglini, R., Irace, A., Fioraso, G., Marcelli, I. and Brussolo, E. Geochemical, geostatistical and time series analysis techniques as a tool to achieve the Water Framework Directive goals: An example from Piedmont region (NW Italy). *Journal of Geochemical Exploration*, Volume 229, 2021, 106832, ISSN 0375-6742, <https://doi.org/10.1016/j.jgexplo.2021.106832>

Campo, G., Cerutti, A., Zanetti, M. C., Scibilia, G., Lorenzi, E., Ruffino, B. Ammonia release during the Anaerobic Digestion of Thermo-Alkali pre-treated WAS. Preliminary assessment of electrical energy demand and GHGs emission in the water line of Castiglione Torinese WWTP. THESSALONIKI 2021 - 8<sup>th</sup> International Conference on Sustainable Solid Waste Management 23 - 25 June 2021

Campo, G., Cerutti, A., Ruffino, B., Zanetti, M.C., Scibilia, G., Meucci, L. I pretrattamenti dei fanghi di depurazione, SIDISA Turin 2021 - IX International Symposium on Environmental Engineering June 29th -July 2nd 2021

Cerutti, A., Campo, G., Zanetti, M.C., Scibilia, G., Lorenzi, E., Ruffino, B. Biogas enhancement through a TPAD carried out on primary sludge. THESSALONIKI 2021 - 8<sup>th</sup> International Conference on Sustainable Solid Waste Management 23 - 25 June 2021

Marcelli, I., Irace, A., Fioraso, G., Masetti, G., Brussolo, E., Raco, B., Menichini, M., Vivaldo, G., Doveri, M. The Subsurface Database of the Torino Area (Western Po Plain): from the design of the conceptual scheme to 3D modeling. Presentazione orale. Asita Academy 2021, 1-23 luglio 2021, Torino, Italy. <https://www.asita.it/1-luglio-2021-sessione-di-inaugurazione-asitaacademy2021/>

## Presentazioni

Binetti, R. Evolution of EU regulation: implementation in the field of water intended for human consumption, 18/01/2021. EU versus Italian water management.

Bersani, F., Brussolo, E., Scibetta, M. Attività di ricerca e di supporto per l'implementazione del Piano di Sicurezza dell'Acqua per la Città di Torino. 22/06/2021. Piano di Sicurezza dell'Acqua per la Città di Torino, Torino c/o Sala Multimediale Centro Ricerche SMAT.

Brussolo, E. Geochemical, geostatistical and time series analysis techniques as a tool to achieve the Water Framework Directive goals for groundwater resources protection, 18/01/2021. EU versus Italian water management.

Brussolo, E. Variazioni climatiche estreme e strategie riorganizzative del Servizio Idrico Integrato, 22/09/2021. Servizi a Rete Tour 2021.

Brussolo, E. Metodologie integrate per la gestione e salvaguardia della risorsa idrica: la tutela dei campi pozzi, 02/12/2021, Torino c/o Padiglione dell'Acqua SMAT.

Brussolo, E. Integrated Urban Water Management in a Changing Climate. 22/03/2021. 2nd level Master on Climate Change: Adaptation and Mitigation Solutions.

Coloru, B. Carbon footprint of integrated water services: GHG emissions reduction towards the EU 2050 climate-neutrality objective, 18/01/2021. EU versus Italian water management.

Coloru, B. Fostering advancement of scientific knowledge in water, 20/05/2021. A Blue New Deal - water's role in a sustainable fair future (APE conference).

Coloru, B. Carbon Footprint of integrated water service and emissions reduction strategies. 22/03/2021. 2nd level Master on Climate Change: Adaptation and Mitigation Solutions.

Lorenzi, E. EU regulation in Wastewater sector and its application in SMAT, 18/01/2021. EU versus Italian water management.

Meucci, L. Stato di implementazione dei Piani di Sicurezza dell'Acqua in Italia. 22/06/2021. Piano di Sicurezza dell'Acqua per la Città di Torino, Torino c/o Sala Multimediale Centro Ricerche SMAT.

Scibetta, M. Tackle the water leakage problem: real time network control and emerging technologies, 18/01/2021. EU versus Italian water management.

Steffenino, S. From monitoring to risk assessment and management: the water safety plan approach, 18/01/2021. EU versus Italian water management.

Steffenino S., Burdizzo C., Sviluppo e implementazione del Piano di Sicurezza dell'Acqua per la Città di Torino. 22/06/2021. Piano di Sicurezza dell'Acqua per la Città di Torino, Torino c/o Sala Multimediale Centro Ricerche SMAT.



## **Ricercatori SMAT**

Francesca Bersani  
Elisa Brussolo  
Camilla Burdizzo  
Edoardo Burzio  
Beatrice Coloru  
Marco Scibetta  
Gerardo Scibilia  
Sara Steffenino

## **Il personale SMAT coinvolto nei progetti di ricerca 2021**

Ilaria Albano  
Matteo Aloisi  
Gualtiero Amateis  
Cristina Balzano  
Rita Binetti  
Gianluca Bocina  
Marilena Bocina  
Edoardo Borgi  
Paolo Cannone  
Danilo Careri  
Angela Cariddi  
Luca Condio  
Graziano Conte  
Giovanni Costantino  
Claudia Costanzo  
Gianfranco Crosasso  
Margherita De Ceglia  
Luca De Giorgio  
Emilia Di Nardo  
Andrea Fabrizio  
Andrea Franco Carlevero  
Martino Fungi  
Adriano Gallesio  
Domenico Garcea  
Enrico Gariglio  
Donatella Giacosa  
Michele Goracci  
Giada Gregucci  
Marianna Grondona  
Stefano Gurrieri  
Mario Iannello  
Francesco Lambert  
Chiara Laureri

Luigi Leardi  
Eugenio Lorenzi  
Luigi Marangon  
Elena Marino  
Sabrina Matera  
Massimo Melchiori  
Isabella Miciluzzo  
Alessandra Mocciaro  
Giorgio Morello  
Stefania Morgillo  
Roberto Mosso  
Daniel Novarino  
Luigi Paglicci  
Dimitra Papagiannaki  
Sergio Peiretti  
Maurizio Politi  
Anna Enrica Poncino  
Stefania Pozzato  
Riccardo Prestini  
Valentina Rampa  
Massimo Rapetti  
Luisa Querio  
Luca Ratto  
Vito Massimo Ricciardi  
Valter Riva  
Alessandro Rupini  
Mauro Sasso  
Marco Simonetti  
Angela Spolittu  
Gaetano Tricoli  
Romano Turinetti  
Massimiliano Turri  
Agnese Veronesi

## **Il personale esterno coinvolto nei progetti di ricerca 2021**

Andrea Carlino  
Sina Borzooei  
Giuseppe Campo  
Alberto Cerutti  
Daniela Germano  
Igor Marcelli  
Marco Ravina  
Federico Raviola  
Giovanna Zanetti

## **Comitato di Valutazione**

Paolo Romano  
Presidente SMAT  
Marco Acri  
Direttore Generale SMAT  
Lorenza Meucci  
Dirigente Centro Ricerche  
Armando Quazzo  
Dirigente Marketing & Sviluppo

## **I partner coinvolti nei progetti di ricerca 2021**

A2A Ciclo Idrico  
Aalborg Universitet  
Acque Veronesi  
Arpa Piemonte  
Asja Ambiente Italia  
Barcelona Supercomputing Center  
Barricalla  
Cassagna  
Centre National De La Recherche Scientifique  
Cnrs  
Certh  
CIDIU  
CIDIU Servizi  
CNR-IGG  
CNR-IRCRES  
Comune di Torino  
Convion Oy  
CS Group  
FACSA  
Ecole Centrale de Lyon  
Ecole Polytechnique  
Fraunhofer-Gesellschaft  
Hera  
Hysytech  
Imperial College  
INERIS  
Iren  
IRIS  
ISALIT  
Istituto Mario Negri  
Istituto Superiore di Sanità  
Karadeniz Teknik Universitesi  
Liqtech International  
Metropolitana Milanese  
MIRTEC  
NIVA  
Ompeco  
Panepistimio Ioanninon  
Plataforma Solar De Almería  
Politecnico di Torino  
Regione Piemonte  
Risorse Idriche  
San Carlo  
Santer Reply  
SEA Marconi  
SERC0 Italia S.p.A.  
Società Meteorologica Italiana  
Step Solutions  
Università di Milano  
Università del Piemonte Orientale  
Università di Torino  
Università Politecnica delle Marche  
Universitat Politecnica De Valencia  
VBM  
VTT





Inaugurazione percolatodotto dell'impianto di depurazione di Chivasso

Convegno: "La tutela dei campi pozzi" - Padiglione dell'Acqua SMAT



Riorganizzazione del servizio idrico in Valle di Susa - L'acquedotto di Valle



Serbatoio Michela



Turet



Accordo SMAT-ARPA Piemonte sul monitoraggio delle acque reflue per la ricerca del SARS-Cov-2

XI Simposio Internazionale di Ingegneria Ambientale  
Polo depurativo di Castiglione Torinese





Acqua.  
Con la nostra esperienza  
per un futuro migliore.



Water.  
With our experience  
for a better future.





# Festival dell'acqua

2022

Torino 22-23 Settembre 2022  
Centro Congressi Lingotto

Un evento promosso e organizzato da



**UTILITALIA**  
FEDERAZIONE UTILITIES  
acqua | ambiente | energia

in collaborazione con



**smat**  
gruppo