



**PROGER**

# WATER INTELLIGENCE



**EXECUTIVE SUMMARY**

A CURA DI  
**ERASMO D'ANGELIS e MAURO GRASSI**





# WATER INTELLIGENCE

**DALLA CIVILTÀ PALEOLITICA  
ALL'INTELLIGENZA ARTIFICIALE**

Per informazioni sul Report completo visita la pagina:  
<https://www.proger.it/water-intelligence/>

o inquadra il QR Code



Proger S.p.A.  
Via Valadier, 42 - 00193 Roma  
[www.proger.it](http://www.proger.it)

Tutto ciò che è riportato su questa pubblicazione, contenuti, testi, immagini, il logo, il lavoro artistico e la grafica sono di proprietà della società, sono protetti dal diritto d'autore nonché dal diritto di proprietà intellettuale. Sarà quindi assolutamente vietato copiare, appropriarsi, ridistribuire, riprodurre qualsiasi frase, contenuto o immagine presente su questa pubblicazione perché frutto del lavoro e dell'intelletto dell'autore stesso.

È vietata la copia e la riproduzione dei contenuti e immagini in qualsiasi forma. È vietata la redistribuzione e la pubblicazione dei contenuti e immagini non autorizzata espressamente dall'autore.

Copyright © 2024 · Proger S.p.A. · all rights reserved.

Editato nel giugno 2024

**PRIMO REPORT NAZIONALE SULL'INNOVAZIONE TECNOLOGICA  
E LA DIGITALIZZAZIONE NELLA GESTIONE DELL'ACQUA**

## **EXECUTIVE SUMMARY**

A CURA DI  
**ERASMO D'ANGELIS E MAURO GRASSI**





# Premessa

**S**e nel 2023 il report di Proger "Water Economy in Italy" si è caratterizzato come il primo completo studio sul ciclo idrologico italiano, con il quadro delle disponibilità complessive e delle varie ripartizioni dei prelievi per settori di utilizzo, questo secondo report non poteva che essere centrato sul mondo delle tecnologie per il ciclo dell'acqua, una necessità "naturale" per la gestione efficace ed efficiente della nostra risorsa primaria.

La prima ricognizione, su scala nazionale e per ogni utilizzo, evidenzia sorprendenti e diffuse applicazioni di tecnologie, in continua tumultuosa evoluzione, che stanno innovando in maniera impensabile fino a poco tempo fa, un settore rimasto finora marginale nelle analisi sulle tecnologie applicate e considerato, anche dal senso comune, come "primitivo".

La gestione dell'acqua emerge come una delle più permeabili e promettenti aree per lo sviluppo di innovazioni tecnologiche: dai laboratori più avanzati delle aziende idriche per il controllo in real time della massima qualità dell'acqua distribuita, all'utilizzo di sistemi di monitoring e controllo realizzati da enti scientifici, università e centri di ricerca sia pubblici che privati, anche di eccellenza mondiale. In ogni campo, l'Intelligenza Artificiale permette ai sistemi tecnologici di svolgere compiti "intelligenti" utilizzando sensoristica e robotica, supercalcolatori con apprendimento automatico e visione artificiale per verifiche sullo stato degli impianti e delle condotte, algoritmi di ottimizzazione e sistemi percettivi intelligenti, dispositivi di input come Big Data e simulatori del comportamento di un corpo idrico in situazioni di emergenza, modelli predittivi di identificazione di anomalie e potenziali problemi prima che si verifichino e soluzione con tempistiche impensabili fino a poco tempo fa. Dalla modellazione predittiva e dall'apprendimento automatico, i data mining permettono il controllo dei

flussi di scorrimento superficiali e sotterranei con la conoscenza in real time di pressione e portate, rilevamento perdite o guasti. Tecnologie e membrane di ultima generazione garantiscono la depurazione e il riuso delle acque reflue rigenerate, così come la desalinizzazione può essere una delle soluzioni per fronteggiare criticità. Previsioni meteo sempre più precise permettono alert di eventi catastrofici legati alla "troppa acqua" e alla "troppo poca acqua", e sistemi tecnologici "sorvegliano" il funzionamento degli invasi e la produzione idroelettrica, garantiscono soluzioni per trasformare le aree urbane in città-spugna e maggiori difese dal rischio idrogeologico. Il futuro e la competitività del nostro Paese passa dalla migliore protezione della nostra risorsa principale, e sempre più dall'apertura di cantieri tecnologici.

Il report 2024 è accompagnato dalla visione nazionale dell'acqua disponibile, prelevata e utilizzata, fondata su analisi aggiornate provenienti da varie fonti informative di altissima qualità scientifica - tra queste Ipra-Snpa, Istat, Cnr, Enea, Crea, Utilitalia, Copernicus, Anbi, Protezione Civile, Autorità Arera, Autorità di bacino distrettuali, Ega, Centro Euromediterraneo sui Cambiamenti Climatici, Italiometeo, Agenzia coesione territoriale-banca dati conti pubblici, Fondazione Utilitatis e The European House Ambrosetti - e da quadri e statistiche di dettaglio su aspetti relativi all'idrologia (piogge, evaporazione, deflussi superficiali e sotterranei, utilizzi, consumi), e su aree di criticità e fabbisogni.

Un nuovo approccio all'acqua può ripartire da dati anche molto positivi in termini di disponibilità complessiva della risorsa idrica in Italia, dal rafforzamento di infrastrutture e tecnologie, da programmazioni di lungo periodo di investimenti pubblici per superare gap infrastrutturali e di governance dei servizi ai cittadini, evidenti in alcuni contesti territoriali del nostro Sud, e la copertura nazionale della depurazione delle acque reflue.

# Quanta acqua c'è in Italia?

## Precipitazioni record. La fortuna di averne tanta

### IL BILANCIO IDRICO NAZIONALE DA RECORD POSITIVO

Siamo beneficiati, su scala nazionale, da copiosi cumulati annuali di precipitazioni - piogge, neve e grandine -, pari a circa 296 miliardi di m<sup>3</sup>.



### BILANCIO IDRICO NAZIONALE

Media annuale delle precipitazioni in mld di m<sup>3</sup>

	1951 1970	Valore %	2010 2023	Valore %
Evapotraspirazione	150	50,0	156	52,7
Deflussi superficiali e sotterranei	150	50,0	140	47,3
<b>Afflusso totale</b>	<b>300</b>	<b>100,0</b>	<b>296</b>	<b>100,0</b>

Elaborazioni Fondazione EWA su Dati Big Bang - ISPRA

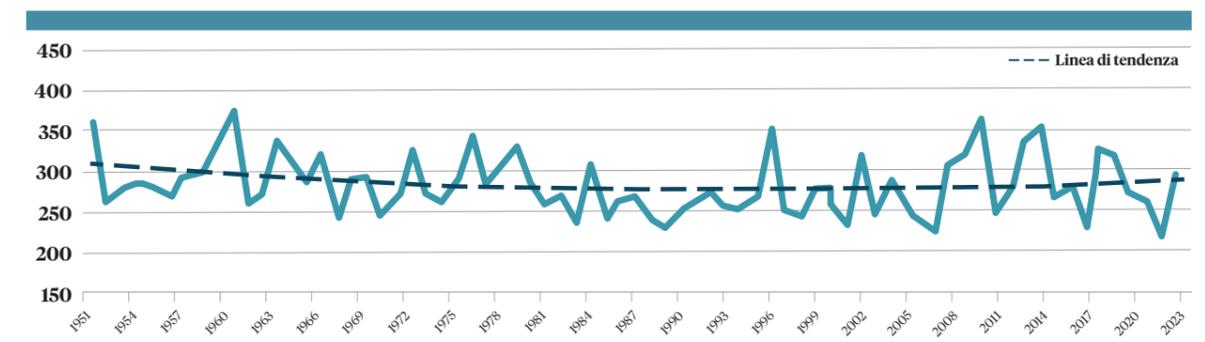
Il trend storico di precipitazioni sull'Italia è sostanzialmente costante dall'anno 1921, l'inizio delle rilevazioni più accurate. Con annate con valori alti o molto alti di piovosità e altre con valori più bassi, e la forte variabilità dell'ultimo decennio, e scarti tra regioni e territori interni alle regioni.

Le rilevazioni delle precipitazioni confermano l'elevatissimo valore medio annuo di 296 miliardi di m<sup>3</sup>, con valori massimi di 383,9 miliardi di m<sup>3</sup> di precipitazioni registrato nel 1960 e minimi di 217 miliardi di m<sup>3</sup> nell'anno più siccitoso degli ultimi 70 anni: il 2022.

Questo trend consolidato consente di avere elevate disponibilità per ogni utilizzo - al netto dell'acqua che evapora, va in mare e in deflussi sotterranei -, pari ad almeno 140 miliardi di m<sup>3</sup> annui, da record europeo. È come se ciascun italiano avesse a disposizione all'incirca 2.345 m<sup>3</sup> teorici di acqua all'anno che, paragonati ai consumi medi annui di una famiglia media di tre persone, pari a circa 260 m<sup>3</sup>, rendono l'idea della quantità di risorsa.

### ANDAMENTO DELLE PRECIPITAZIONI IN ITALIA

Valori medi annuali in miliardi di m<sup>3</sup>



Elaborazioni Fondazione EWA su Dati Big Bang - ISPRA



Questa verità scientifica non emerge anche per l'eccessiva frammentazione delle competenze sull'idrologia italiana, per l'estrema parcellizzazione dei database provenienti da varie sorgenti informative, tutte di altissima qualità tecnica ma a bassissima capacità di integrazione e interoperabilità che impediscono la necessaria visione unitaria. Questo invidiabile patrimonio idrico, censito dall'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, offre questo quadro complessivo:

**TUTTE LE ACQUE DOLCI IN ITALIA**

	Quantità	Dimensione km <sup>2</sup>	Vol. d'acqua miliardi m <sup>3</sup>	% acqua sul totale
Ghiacciai	903	368	199	11,8
Laghi	368	1492,8	74,6	44,1
Specchi acqua	15.595	252,1	0,5	0,3
Falde	1.053	-	43	25,4
Dighe	531	761,1	8,7	5,1
Piccole dighe	26.288	160,2	0,8	0,5
Piccoli invasi	145.000	199,3	0,4	0,2
Umidità nel terreno	-	-	21,1	12,5
<b>TOTALE PATRIMONIO IDRICO NAZIONALE</b>	-	-	<b>169</b>	<b>100,0</b>
Disgelo dei ghiacciai	-	-	1	0,7
Sorgenti	75.000	-	9	6,4
Fiumi	7.644	9.173,1 (km)	89	63,8
Falde a mare	-	-	41	29,1
Desalazione	-	-	0	0,2
<b>TOTALE FLUSSO ANNUALE</b>	-	-	<b>140</b>	<b>100,0</b>
Recupero dell'acqua depurata rigenerata	-	-	0,5	1,3
Acqua depurata immessa nei fiumi e in mare	-	-	8,5	21,8
Acqua non depurata immessa nei fiumi e in mare	-	-	5,4	13,8
Acqua utilizzata e dispersa	-	-	24,6	63,1
<b>TOTALE DISPERSIONI ANNUALI</b>	-	-	<b>39</b>	<b>100,0</b>

Elaborazione Fondazione EWA su dati Istat e Ispra

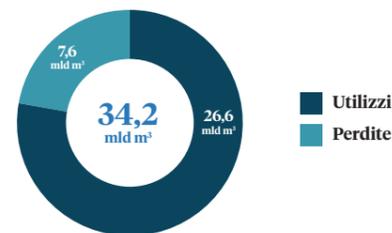
L'analisi dei prelievi e degli utilizzi indica:

**PRELIEVI DI ACQUA PER SETTORE E PER PROVENIENZA**  
Miliardi di m<sup>3</sup>

	OGGI
Da falda per il Servizio Idrico Integrato	8,1
Da falda per l'agricoltura	3,1
Da falda per l'industria	2,3
<b>TOTALE FALDA</b>	<b>13,4</b>
Da acque superficiali per l'agricoltura	13,9
Da acque superficiali per l'industria	5,4
Da acque superficiali per il Servizio Idrico Integrato	1,4
<b>TOTALE SUPERFICE</b>	<b>20,8</b>
<b>TOTALE GENERALE</b>	<b>34,2</b>

Elaborazione Fondazione EWA su dati Istat e Ispra

**PRELIEVI**



Fonte: EWA



**NON MANCA L'ACQUA. MANCANO LE INFRASTRUTTURE DELL'ACQUA**

Anche l'ultima fase di grande sete per la siccità del biennio 2022-23, e la lunga crisi idrica in Sicilia del 2024, hanno riportato a galla i tre "nodi" critici da affrontare per prevenire e superare le crisi idriche prossime future:

- la velocità dell'alternarsi, dal 2000 ad oggi, di picchi positivi e negativi di precipitazioni atmosferiche. La fase climatica in corso condiziona le nostre dotazioni idriche con successioni temporali di periodi "bagnati" e periodi "secchi", con maggior frequenza di ritorni siccitosi sempre più prolungati e ormai sull'intero territorio nazionale. Il costante aumento della temperatura aumenta i livelli di evapotraspirazione non solo nelle stagioni primaverili e estive;
- il deficit di stoccaggio di acqua negli invasi;

- il nostro record europeo, inaccettabile, delle perdite di acqua dalle reti di distribuzione, con conseguenti perdite anche di energia per la loro spinta.

Tre concause, due delle quali dipendenti dall'immobilismo politico, che ci rendono estremamente vulnerabili e ci espongono al paradosso di essere un territorio molto ricco di acqua, ma strutturalmente povero in alcune aree del Paese di infrastrutture e tecnologie. Potremmo, insomma, superare ogni stress idrico se solo fossimo in grado di dimensionare e adeguare i nostri sistemi e schemi idrici per:

- **maggiore accumulo di risorsa** nelle stagioni "bagnate";
- **minore perdita** nella fase di distribuzione;
- **maggiore efficienza** negli utilizzi a partire dall'irrigazione;
- **maggiore disponibilità di risorsa non convenzionale** da dissalatori e depuratori di acque reflue.



# Tutte le tech-applicazioni nei processi operativi per la gestione idrica

## Water innovazioni. Tutte le tecnologie per aree operative

Le funzioni dell'IA, con la complementarità e l'integrazione con altre tecnologie che ne aumentano la potenza e la flessibilità di applicazione, aprono scenari promettenti già con le prime applicazioni in tutte le fasi del ciclo dell'acqua. Dalla previsione di eventi meteo ai cumulati delle precipitazioni, dai prelievi e dalla distribuzione, alle fasi emergenziali per la "troppa" acqua o per la "poca" acqua nei periodi di siccità, gli algoritmi di IA e le macchine dell'apprendimento automatico, analizzando grandi quantità di dati in tempo reale, oggi permettono operazioni che in passato si ritenevano impossibili.

L'Intelligenza Artificiale con IoT, GIS, Gemelli Digitali e altre tecnologie digitali rivoluziona il mondo dell'acqua per come l'abbiamo conosciuto finora, migliorando controlli di qualità e gestione degli asset che possono aumentare in maniera impressionante in ogni fase operativa: dal monitoring ai controlli all'efficienza e intelligenza di ogni processo, velocizzando e ottimizzando ogni soluzione e migliorando significativamente la trasparenza e il rapporto con i cittadini.

La capacità di analizzare in tempi infinitesimali la memoria dei dati storici, di utilizzare modelli predittivi e tutte le informazioni raccolte in tempo reale dalla sensoristica dei sistemi infrastrutturali a rete e degli impianti, la potenzialità dell'attivazione di algoritmi e modellistica dei dati garantiscono *diagnosi precoci*, regolazione dinamica di ogni parametro - dai flussi di portata ai trattamenti di depurazione e alla previsione delle fasi di manutenzione -, riduzione dei tempi di lavoro, meno sprechi di acqua e consumi di energia, l'aumento degli standard di qualità e

della sostenibilità ambientale, la buona tenuta infrastrutturale intercettando e consentendo risposte immediate anche nelle riparazioni di guasti che provocano blocchi e perdite di acqua e in caso di eventi meteo devastanti e nelle fasi post-evento.

## Intelligenza Artificiale

### L'IMPRONTA IDRICA DELLA SUPER-TECNOLOGIA. L'IA VA AD ACQUA

C'è un dato sorprendente, finora rimasto sommerso e scarsamente valorizzato: l'Intelligenza Artificiale non esisterebbe senza l'utilizzo dell'acqua, poiché i sistemi intelligenti funzionano grazie all'acqua, e senza andrebbero immediatamente in *crash* i circuiti elettrici e elettronici, in *tilt* e in avaria i *server*, e i potenti supercalcolatori non sarebbero più in grado di rispondere nemmeno alle loro funzioni minime. Il favoloso mondo iper-tecnologico, infatti, dall'*addestramento* dell'algoritmo *offline* all'utilizzo predittivo *online*, sono il risultato del lavoro di potenti *data center* che sono infrastrutture di base tra le più idro-esigenti, oltre ad essere anche tra le più energivore. Dietro i contenuti e le infinite utilità dei nostri computer e dei nostri *smartphone*, c'è lo sviluppo delle tecnologie digitali, e soprattutto la crescita galoppante dell'IA ad elevatissimo consumo di acqua dolce e potabile, determinante ma non percepito come valore in sé, che i colossi dell'IA iniziano solo oggi a valutare rendendo più trasparente il consumo.

L'acqua, infatti, deve raffreddare mega-computer sempre più potenti che devono "lavorare" H24, senza rischiare di far surriscaldare i circuiti, provocando blocchi o magari incendi. Le immense "sale server" devono essere sempre mantenute ad una media di raffreddamento tra minimo



10 e massimo 26 gradi di temperatura per garantire il funzionamento dell'infrastruttura e dei sistemi di IA. Per regolare la temperatura si utilizzano "torri di raffreddamento" esterne che funzionano grazie a enormi quantità d'acqua immessa nei dispositivi. E l'acqua deve essere dolce, pulita, possibilmente potabile per evitare eventuali corrosioni delle macchine o infiltrazioni di batteri. Oltre ai *server*, anche la produzione di energia rinnovabile con i pannelli solari, soprattutto in aree semi-aride o desertiche dove producono più energia, senz'acqua crolla. Uno dei principali problemi per i moduli solari installati in queste aree, infatti, è costituito dalla polvere terrosa e dalla sabbia sollevata e trasportata dal vento che, depositandosi costantemente sui pannelli, riduce il loro rendimento fino a dimezzarlo. Solo l'acqua desalinizzata, oggi, risolve il problema con interventi di pulizia manuale.

#### LE APPLICAZIONI DELL'INTELLIGENZA ARTIFICIALE

L'Intelligenza Artificiale sta rivoluzionando le modalità di interazione tra noi umani e le macchine, e le modalità con le quali le macchine interagiscono tra loro, attraverso "ragionamenti" intelligenti e sempre più complessi, imparando dagli errori, svolgendo funzioni fino a ieri esclusive dell'intelligenza umana e in tempi infinitamente minori. Le aree di maggiore utilizzo dell'IA con "funzioni umane" sono:

- **automatizzazione** di compiti ripetitivi come inserimento dati, analisi finanziaria, servizio clienti.
- **abilità nell'eseguire compiti fisici** come produzione e movimentazione di tipologie di merci e di pratiche;
- **assunzione di decisioni** basate sui dati analizzati. La gamma di tecnologie vede;
- **natural language processing** per apprendimento testi e sequenze di parole, pagine web, post, tweet, informazioni aziendali;

- **visione artificiale e computer vision** per la comprensione di alto livello dei contenuti di immagini e video, riconoscimento facciale, segmentazione delle immagini, analisi di oggetti;
- **intelligent data processing** per previsioni, classificazioni e raggruppamento dati;
- **recommendation system** applicati in modelli di business su piattaforme social eCommerce;
- **soluzioni fisiche di Intelligenza Artificiale** per mezzi di trasporto a guida autonoma, robot e *Intelligent Object* per azioni senza l'intervento umano;
- **AI Generativa** Chatbot di elaborazione testi o generazione di immagini su piattaforme;
- **ChatGPT** piattaforma OpenAi che utilizza gli algoritmi di IA;
- **Gemini**, l'AI Generativa piattaforma multimodale Google;
- **apprendimento automatico** dai dati, migliorando le prestazioni;
- **apprendimento profondo** con *reti neurali* multi-strato per analizzare quantità di dati;
- **sistemi esperti** che simulano il ragionamento di un esperto umano;
- **algoritmi di ottimizzazione** per soluzioni migliori in un insieme di possibilità;
- **calcolo cognitivo anche su reti neurali** efficace nel riconoscimento di modelli complessi;
- **automazione e robotica** per la gestione intelligente di reti e impianti;
- **percezione delle macchine** interpretando le informazioni dall'ambiente con sensori, telecamere e altri dispositivi di *input*.

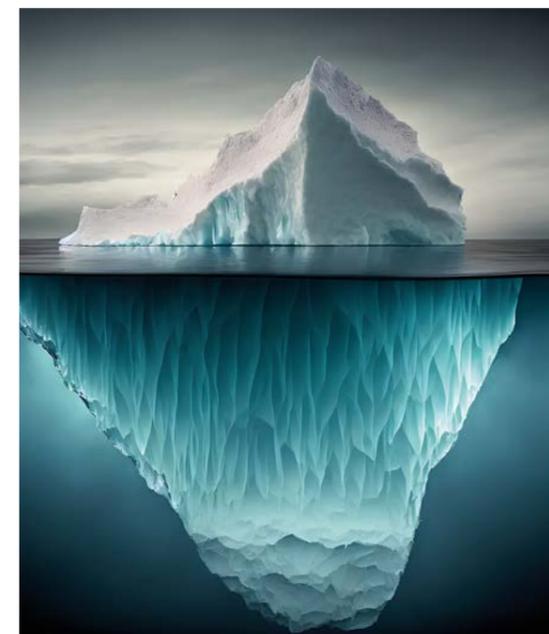
## Chatbot

Sono *software* che simulano ed elaborano le conversazioni umane scritte o parlate, consentendo agli utenti di interagire con i dispositivi digitali come se fossero persone reali. La tecnologia *Chatbot*, connessa alle applicazioni dell'IA, sviluppa due tipologie principali:

- **Chatbot basata su set di regole predefinite** per rispondere a domande semplici.
- **Chatbot basata sull'Intelligenza Artificiale** per comprendere domande più complesse e l'utilità nel settore idrico è nella qualità del servizio agli utenti con informazioni personalizzate e risposte h24.

I punti di forza della **Chatbot** sono:

- **numero illimitato di accessi-utenti** gestiti nello stesso istante;
- **completezza delle informazioni** supportate dall'IA;
- **interazione tra diverse fonti** e tipologie di dati;
- **feedback costanti** con informazioni e formazione specialistica mirata dall'uso di tecnologie come per l'*Agricoltura 4.0* e il risparmio nei consumi di acqua;
- **analisi di previsioni meteo**;
- **azioni** per l'adattamento climatico e la **prevenzione dei rischi** potenziali di un territorio con comportamenti da adottare.



## Big Data

È la capacità praticamente illimitata di raccolta dati da molteplici fonti, estesa per volumi di informazioni da elaborare con velocità di acquisizione e metodi analitici estraendo conoscenza e visione complessiva, determinanti in un settore idrico molto frammentato.

I dati - strutturati, destrutturati o semi-strutturati - con tecnologie soprattutto **data mining** e *machine learning*, aiutano a comprendere fenomeni complessi del ciclo dell'acqua, prevederne le dinamiche e gestire i problemi. Le applicazioni di Big Data sono utilizzate nel **monitoraggio**, **ottimizzazione** dei processi, **previsione e prevenzione** di problematiche, **programmazione e pianificazione** di piani di gestione dell'acqua o di crisi idriche.

## Cloud Computing

È il modello di erogazione di servizi informatici che permette di accedere a server, archivi, database, reti, software e altro per servizi di:

- **Archiviazione in sicurezza dei dati** raccolti con sensori, rilevamenti e database su cloud.
- **Elaborazione in tempo reale** di risposte rapide ed efficaci, ad esempio in casi di disservizi.
- **Condivisione protetta dei dati** con applicazioni web e smartphone

## Machine learning e Deep learning

L'Apprendimento Automatico è la sotto-area dell'IA che utilizza Big Data e IA per l'apprendimento anche da dati storici, permettendo di migliorare le prestazioni e di elaborare modelli predittivi. Apre nuove opportunità nel campo dell'analisi e delle decisioni operative nel settore idrico con:

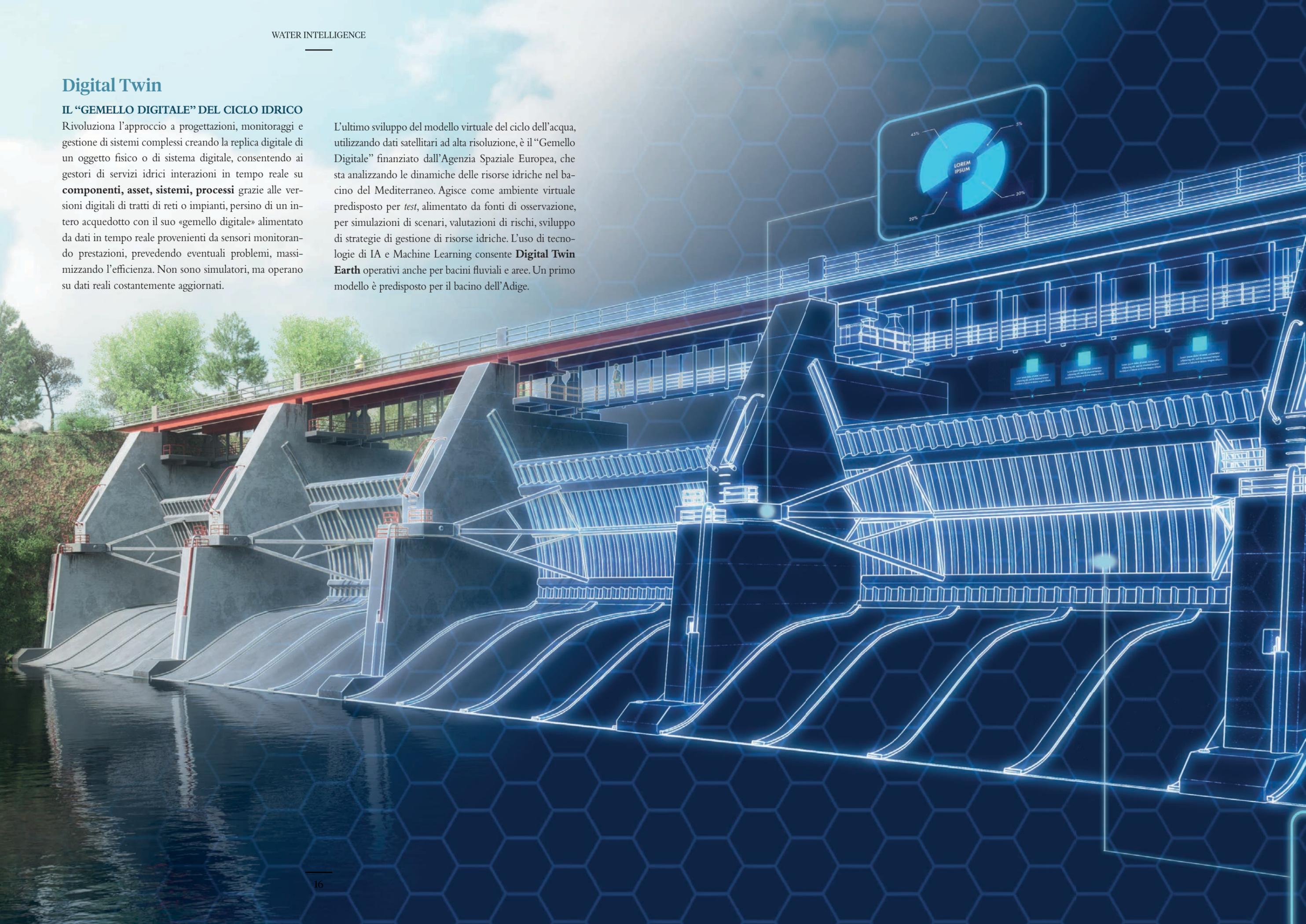
- Modellazione Predittiva.
- Apprendimento Profondo.
- E-Learning.
- Explainable Regression & Classification.
- Information Retrieval.
- Reinforcement Learning.

## Digital Twin

### IL “GEMELLO DIGITALE” DEL CICLO IDRICO

Rivoluziona l'approccio a progettazioni, monitoraggi e gestione di sistemi complessi creando la replica digitale di un oggetto fisico o di sistema digitale, consentendo ai gestori di servizi idrici interazioni in tempo reale su **componenti, asset, sistemi, processi** grazie alle versioni digitali di tratti di reti o impianti, persino di un intero acquedotto con il suo «gemello digitale» alimentato da dati in tempo reale provenienti da sensori monitorando prestazioni, prevedendo eventuali problemi, massimizzando l'efficienza. Non sono simulatori, ma operano su dati reali costantemente aggiornati.

L'ultimo sviluppo del modello virtuale del ciclo dell'acqua, utilizzando dati satellitari ad alta risoluzione, è il “Gemello Digitale” finanziato dall'Agenzia Spaziale Europea, che sta analizzando le dinamiche delle risorse idriche nel bacino del Mediterraneo. Agisce come ambiente virtuale predisposto per *test*, alimentato da fonti di osservazione, per simulazioni di scenari, valutazioni di rischi, sviluppo di strategie di gestione di risorse idriche. L'uso di tecnologie di IA e Machine Learning consente **Digital Twin Earth** operativi anche per bacini fluviali e aree. Un primo modello è predisposto per il bacino dell'Adige.



## Sensori e Internet of Things

La rete idrica intelligente opera con l'insieme di tecnologie integrate, con sensori ed ecosistemi digitali che rilevano modifiche - da cali di pressione ai guasti ai cumulati di pioggia - convertendo *input* fisici in segnali digitali sui *display*:

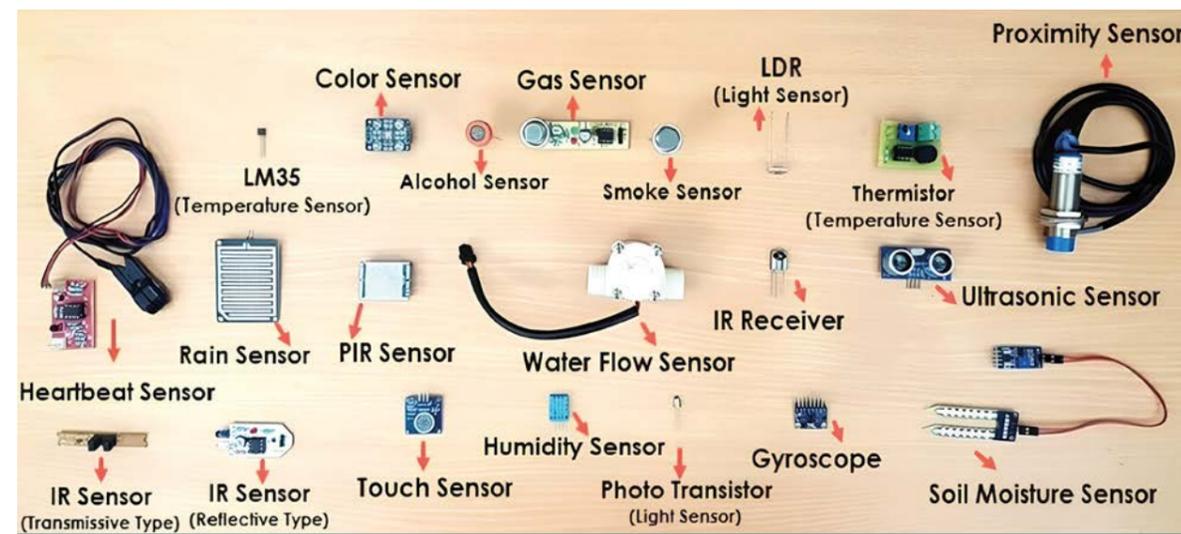
- **Sensori fisici** che misurano distanze, temperatura, pressione, umidità, flussi...
- **Sensori chimici** che rilevano eventuali concentrazioni di sostanze chimiche.
- **Sensori biologici** che monitorano la qualità dell'acqua prelevata e distribuita, misurando in tempo reale parametri come presenza di contaminanti, temperatura, pH e altri indicatori per identificare anomalie e ottimizzare processi di trattamento.
- **Sensori di pressione e flusso** integrati con Big Data per monitoraggi strutturali di perdite.
- **Telemetria e comunicazione** per trasmissione dati da remoto in tempo reale a sistemi centralizzati.
- **Analisi dati** con IoT con algoritmi e IA.
- **Sistemi di gestione perdite** con sensori di pressione e di flusso in real time e l'IoT per identificare tempestivamente i problemi e le soluzioni.
- **Tempistica delle manutenzioni** con analisi dati da sensori e dispositivi IoT.

- **Gestione remota delle valvole** di controllo dell'acqua utilizzando l'IoT.
- **Rilevamento piene fluviali** con sensori di *alert*.
- **Irrigazione intelligente** con IoT e sensori di rilevamento umidità del suolo, dati meteo e previsionali per le pianificazioni irrigue.
- **Applicazioni per il consumatore** con dispositivi domestici intelligenti come *smart meter* o contatori e misuratori per il controllo in real time dei consumi d'acqua.

## Droni

Apparecchi volanti o aeromobili senza pilota e controllati da remoto o che seguono percorsi pre-programmati con sensori e visori per la raccolta dati, e sistemi di comunicazione per il controllo a distanza. Sono utilizzati nel settore idrico con applicazioni per:

- **rilievi multispettrali** con immagini e video;
- **raccolta e monitoraggio di parametri** di corpi idrici, suolo o atmosfera;
- **gestione intelligente dell'“agricoltura di precisione”** con monitoraggi di colture, mappe e analisi dei terreni nelle diverse fasi agricole, stato di salute della pianta e stress idrico;
- **ispezioni di infrastrutture idriche** con sorvolo di dighe, verifiche di condotte e impianti e altri componenti infrastrutturali;



Fonte: Electronics Hub



- **sorveglianza corsi d'acqua**, aree costiere anche con droni sottomarini;
- **gestione delle emergenze** per ricerca e salvataggio dispersi;
- **distribuzione di materiali di primo soccorso**.

La tecnologia *Made in Italy* è in continuo forte sviluppo, ed è attiva l'“Accademia di volo” con droni, con campi e aree didattiche per l'uso dell'IA presso il Centro Ricerche Enea del Brasimone, sull'Appennino tosco-emiliano, con team internazionali di ricercatori. Si testano tecnologie in volo del programma *Exadrone* Enea per droni e sensori di nuova generazione di tipo Light Detection And Ranging con tecnologie laser per monitoraggio ambientale, analisi delle acque in tempo reale, verifiche su installazioni infrastrutturali. L'Alta Scuola di volo è riconosciuta dall'Enac per l'addestramento abilitante per pilotaggio di droni con fotogrammetria, termografia e monitoring dell'agricoltura di precisione. Nei laboratori ci sono attività di progettazione meccatronica e elettronica, ricerca e sviluppo di prodotti, applicazioni *firmware* e *software*, test su sensori e tecnologie di *automation*, *motion control* ed elettronica di potenza, oltre a sistemi di localizzazione GPS miniaturizzati, radiofrequenza e IoT. Un polo di eccellenza internazionale.

## SCADA e i suoi modelli

### LA GESTIONE A CONTROLLO CENTRALIZZATO

Tra le tecnologie più avanzate c'è **SCADA**, il *Supervisory Control and Data Acquisition*, architettura digitale delle *smart factory* in grado di governare processi e funzionamento di infrastrutture con digitalizzazione, automazione e retroazione, interpretazione integrata dei dati. Sovrintende al controllo, anche da remoto, di settori produttivi, e può controllare l'intero ciclo produttivo e di gestione, come dighe con centrali idroelettriche. I sistemi SCADA sono utilizzati per:

- **acquisire dati** di impianto e informazioni sui processi;
- **rappresentare i dati** con interfacce intuitive di tipo grafico;
- **archiviare la serie storica dei dati** per analisi gestionali, di produzione, di efficientamento processi;
- **generare in automatico report** a intervalli prefissati, per previsioni e programmazioni;
- **inviare allarmi e notifiche** in caso di anomalie;
- **consentire controlli** da remoto con connessione protetta Virtual Private Network;

- **avere una visione d'insieme** e in tempo reale con interfacce HMI intuitive;
- **aumentare la sicurezza** degli impianti grazie al controllo continuo.

È particolarmente adatto a gestire reti di pubblica utilità come dell'acqua. Altri modelli di gestione centralizzata sono:

- **Distributed Control System** utilizzati in impianti di grandi dimensioni.
- **Manufacturing Execution System** per controlli, pianificazione, scheduling, monitoraggio delle risorse, tracciabilità e reportistica
- **Enterprise Resource Planning** integrano e gestiscono tutti gli aspetti aziendali, inclusi produzione, logistica, finanza, risorse umane e altro.

## Realtà Aumentata e Realtà Virtuale

Realtà aumentata e realtà virtuale sono immersioni in esperienze digitali coinvolgenti. Con la realtà aumentata, siamo nel mondo reale attraverso smartphone o occhiali speciali, con elementi digitali, immagini e informazioni sovrapposti a ciò che vediamo, aggiungendo "oggetti digitali". La realtà virtuale ci fa entrare, invece, in mondi completamente digitali, indossando dispositivi come visori o occhiali, che ci immergono in ambienti virtuali dove interagire, esplorare e imparare cose nuove con l'utilizzo per la formazione e l'educazione al rischio.

## Robotica

Svilupa sistemi che permettono ad un robot di eseguire compiti specifici, riproducendo in modo automatico il lavoro umano, con tre tipologie:

- **Robot non autonomi** gestiti da software per operazioni a controllo remoto.
- **Robot autonomi** che percepiscono, grazie a sensori, i contesti ambientali assumendo decisioni funzionali con l'apprendimento basato anche su Machine Learning e IA.
- **Robot di terza generazione dotati di IA** che generano in autonomia algoritmi di apprendimento automatico e di verifica sulla base delle operazioni da eseguire, utilizzati per cercare persone disperse sotto macerie, riparare infrastrutture idriche danneggiate in condizioni di estremo pericolo.



## Cyber Security

Gli attacchi informatici sono una delle principali minacce. Utilizzano un gran numero di dispositivi connessi a internet per sovraccaricare sistemi e servizio *online*, rendendoli inaccessibili agli utenti, causando interruzioni e rallentamenti. Strategie di difesa innovative e investimenti devono contrastare il *cybercrime*, bloccando traffici da sorgenti sospette e accessi non autorizzati per proteggere dati e risorse digitali, sistemi informatici, reti e informazioni da attacchi di virus, malware, di hacker e altre forme di infiltrazioni cibernetiche. I flussi di dati che viaggiano tra dispositivi *wireless* e *server cloud*, basano la protezione dell'infrastruttura *on-premise* nel cloud, sul controllo fornitori e protezioni di *endpoint* connessi alla rete tramite l'*Internet of Things*. Oggi è disponibile una gamma di tecnologie come:

- **Firewall** hardware o software per monitorare e bloccare il traffico di rete non autorizzato.
- **Antivirus e Anti-Malware** con software che rilevano e rimuovono virus e malware da dispositivi e sistemi.

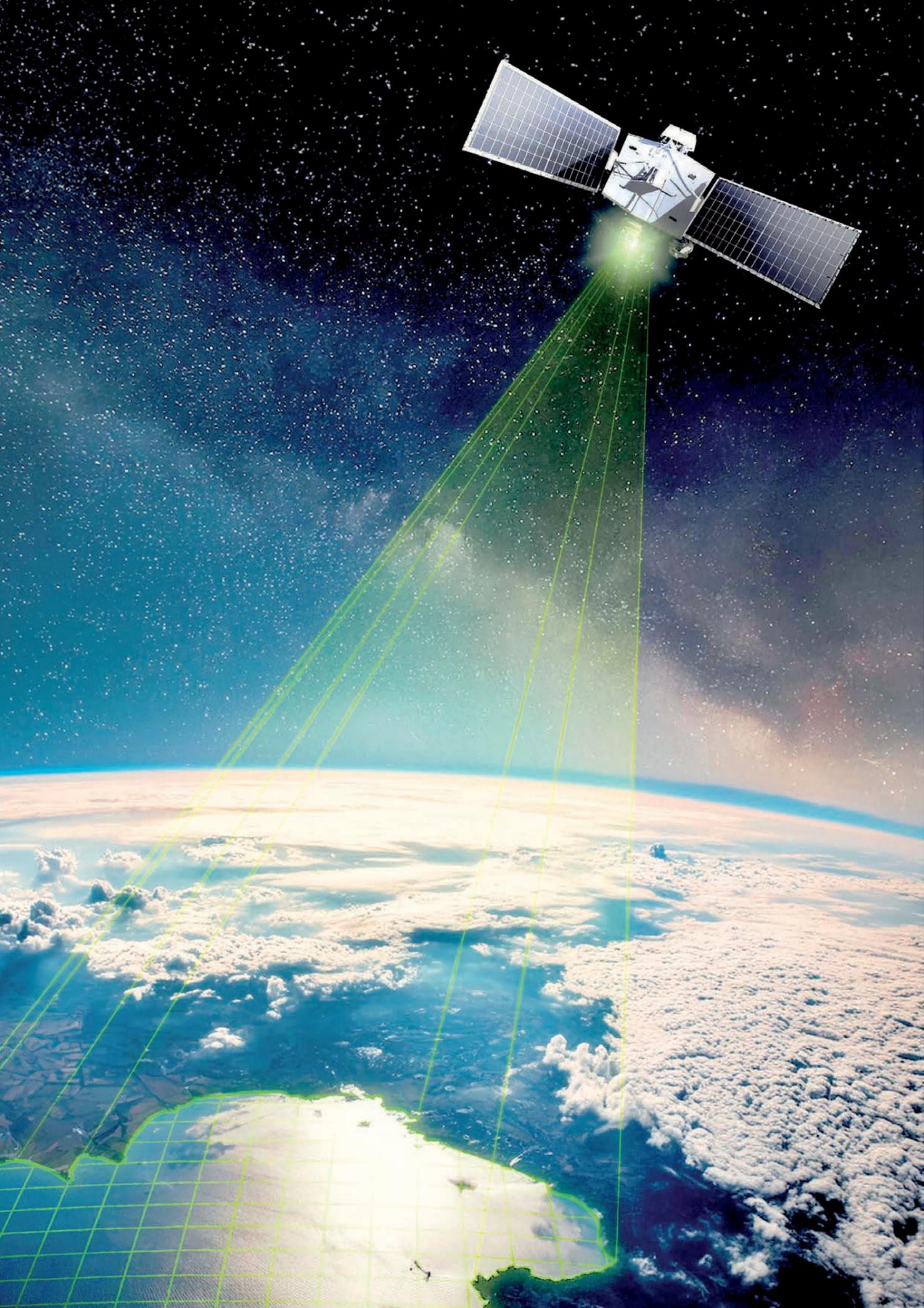
- **IDS/IPS** con sistemi per rilevamento e prevenzione di intrusioni nel traffico di rete e blocco di attività sospette.
- **Crittografia dei Dati** per proteggere i dati sensibili rendendoli incomprensibili ai non autorizzati all'accesso.
- **Autenticazione Multifattoriale** per verificare l'identità dell'utente.
- **Analisi di Log e monitoraggi della sicurezza** per individuare attività sospette.

## Formare i "Manovratori" delle tecnologie per l'acqua

Le innovazioni tecnologiche hanno introdotto strumenti e sistemi avanzati che hanno migliorato l'efficienza, la produttività e la qualità dei servizi. Nel contesto idrico, la tecnologia sta rivoluzionando il modo in cui si comunica, si lavora, si apprende, rendendo la connettività e l'accesso alle informazioni elementi centrali nella gestione dell'acqua. Tuttavia, l'ultimo Rapporto Eurostat sulla

digitalizzazione in Europa, conferma le criticità dell'Italia, in ritardo sull'alfabetizzazione informatica e la gestione dati. Siamo in fondo classifica anche per quota di lavoratori specializzati in Information Communication Technology, per quote di imprese che fanno formazione in ICT e nell'uso dell'IA nella gestione. Mentre è in crescita esponenziale nelle anche nelle aziende idriche, la domanda di professionalità innovative - informatici, elettronici, tecnici gestori di reti e sistemi telematici, tecnici del risparmio energetico e di energie rinnovabili, matematici, statistici e analisti di dati. Nelle materie STEM, la media è di 18,3 laureati ogni 1.000 studenti, molto sotto la media Ue. Occorre investire su formazione continua, cogliendo le enormi opportunità dell'evoluzione tecnologica.





# I cantieri tecnologici dell'acqua

## Osservazione della Terra dallo spazio

### TECNOLOGIE PER PREVISIONI CLIMATICHE E METEOROLOGICHE

Non esiste più il classico “temporale” o “acquazzone” ma improvvisi *flash floods* o *urban floods*, cicloni extratropicali, mesocicloni, vortici ciclonici extratropicali, tifoni, uragani, tornado, il *medicane* ovvero l'uragano mediterraneo. Precipitazioni tropicalizzate spesso associate a 3 tipologie di fenomeni meteorologici: fulmini con lampi, velocissime raffiche di vento, rovesci intensi con variazioni rapide tra pioggia e grandinate con chicchi di dimensioni sempre più grandi.

I nostri laboratori di monitoraggio e modellistica ambientale - dal CNR-ISAC al Centro Nazionale per la Meteorologia e Climatologia Aerospaziale, dal Consorzio Lamma Cnr-Regione Toscana a Italia Meteo e al Centro Euromediterraneo sui cambiamenti climatici - , catalogano una nuova gamma di temporali isolati, persistenti e forti, rapidi e improvvisi e sempre più violenti e sotto osservazione del sistema di Protezione Civile:

- Temporali a cella singola;
- Temporali organizzati;
- Temporali a grappolo di multicelle auto-rigeneranti;
- Temporali supercella;
- Atmospheric river.

Lo sviluppo tecnologico nel campo delle previsioni climatiche e meteorologiche è galoppante, e utilizza algoritmi di elaborazione *water-view*, radar meteo, modellistica di IA, analisi di “*previsione meteorologica numerica*” supportate anche da supercalcolatori come il “Leonardo” del Tecnopolo di Bologna per calcoli con valutazioni di altissima affidabilità.

Cambiano i modelli previsionali e di simulazione idrologici e idraulici del comportamento dei corsi d'acqua indotti da precipitazioni con *Digital Twin* e *sistemi digitali gemelli*. E il *tempo medio di ritorno*, cioè il periodo intercorrente tra due eventi alluvionali di entità uguale o superiore ogni 500, 200, 100, 50, 10 anni. Parametri superati dagli eventi.

L'Osservazione della Terra dallo spazio si basa sull'integrazione di immagini satellitari e fonti come mappe del catasto, mappe digitalizzate dell'infrastrutturazione e dei terreni, e tecnologie digitali come Machine Learning e IA per fruizione e interpretazione immediata. Le due tipologie di infrastrutture spaziali per monitoraggi terrestri più utilizzate per la gestione del ciclo idrico sono: radar ad apertura sintetica e sensori ottici o multispettrali. Con partner scientifici, tra cui le università di Bologna, Perugia e Genova, l'Agenzia Spaziale Europea ha lanciato satelliti ad alta risoluzione della costellazione “*Sentinel*”, per l'osservazione della Terra ad alta risoluzione per modellazioni meteorologica, idrologica e idraulica, monitoraggi ambientali con sensori ottici, sensori radar, sensori LIDAR, spettroscopia. Si basa sul “*Modello virtuale del ciclo dell'acqua*” per la migliore previsione di piene fluviali, indicazioni dettagliate per quantità di acqua necessaria all'irrigazione e altro.

La piattaforma “*Digital Twin Earth Hydrology*” integra dati satellitari e modellistica avanzata per simulare cicli dell'acqua. Partendo dal bacino del Po, modella scenari utilizzando osservazioni satellitari, e simula scenari di utilizzi dell'acqua in funzione della sua disponibilità, scenari di rischio idro-geologici con calcoli dell'evaporazione, precipitazioni, umidità del suolo e portate fluviali.

Il programma spaziale più promettente a livello europeo per l'Osservazione della Terra è la costellazione satellitare italiana Iride, dal 2022 in fase realizzativa all'ESRIN di

Frascati, il centro dell'agenzia spaziale europea cui fanno capo tutte le attività di monitoraggio del Pianeta. È una costellazione composta da 69 apparati e il primo raggiungerà l'orbita nel 2025, sfrutterà tecniche osservative da satelliti. Entro metà 2026, permetterà un campionamento al suolo a 2 metri, supporterà centri di ricerca e il sistema di Protezione Civile per contrastare dissesto idrogeologico e incendi, tutelare le coste e monitorare le infrastrutture critiche, qualità dell'aria e condizioni meteo. Il comparto industriale italiano partecipa al progetto con 47 aziende, a dimostrazione dell'abilità tecnologica spaziale italiana.

## TECNOLOGIE

- Tecnologie di IA per la modellazione climatica e l'analisi del rischio.
- Tecnologie di monitoraggio e controllo parametri atmosferici e meteo-climatici per nowcasting con previsioni di impatti a terra.
- Realtà aumentata e realtà virtuale per visualizzare possibili aree di impatto.
- Modellazione meteorologica predittiva con l'IA.
- Modellistica climatica di precisione.
- Tecnologie di monitoraggio della circolazione marina per moto ondoso, altezza della superficie marina, temperatura, stato biologico.
- Tecnologie di rilevamento stato di neve e ghiacciai.
- Tecnologie di acquisizione dati topografici e cartografici di precisione.
- Tecnologie IA a supporto di pianificazioni urbanistiche per valutazioni dell'impatto degli interventi su acque e ambienti naturali.

## Tecnologie per Dighe e Invasi

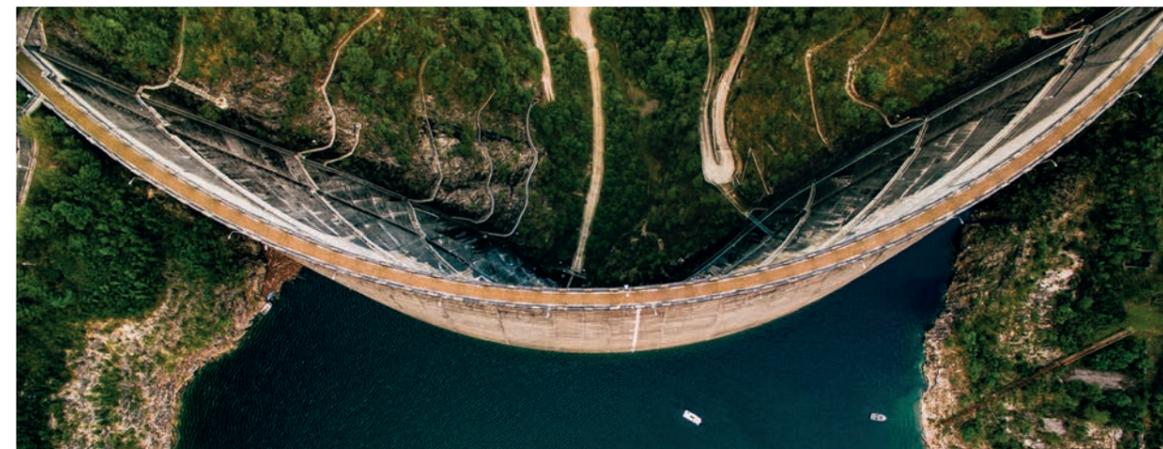
Nel mondo, le grandi dighe sono complessivamente 58.713. Di queste, circa 23 mila sono in Cina, oltre 9 mila negli Stati Uniti, e 4 mila in India, ma quelle attualmente funzionanti sono 39.110. La domanda di acqua fa prevedere un trend di crescita elevato. La loro capacità attuale cumulata è di circa 7.714 km<sup>2</sup>. Le grandi dighe italiane - sbarramenti di altezza superiore a 15 metri o con serbatoi per un volume di acqua superiore a 1 milione di m<sup>3</sup> - sono 526.

## LE GRANDI DIGHE IN ITALIA E I VOLUMI DI ACQUA INVASIBILE AUTORIZZATI

	Numero	Volume invasabile Miliardi m <sup>3</sup>	Volume autorizzato Miliardi m <sup>3</sup>
Piemonte	59	0,37	0,36
Valle d'Aosta	8	0,14	0,13
Lombardia	77	4,04	4,00
Trentino A. Adige	36	0,65	0,63
Veneto	18	0,24	0,23
Friuli V. Giulia	12	0,19	0,18
Liguria	11	0,06	0,06
Emilia Romagna	24	0,16	0,15
Toscana	50	0,32	0,31
Umbria	9	0,43	0,24
Marche	16	0,12	0,11
Lazio	21	0,52	0,51
Abruzzo	14	0,37	0,37
Molise	6	0,20	0,13
Campania	17	0,29	0,25
Puglia	9	0,54	0,46
Basilicata	14	0,91	0,54
Calabria	20	0,48	0,44
Sicilia	46	1,10	0,82
Sardegna	59	2,51	1,98
<b>ITALIA</b>	<b>526</b>	<b>13,65</b>	<b>11,90</b>

Elaborazione Fondazione EWA su dati Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti

Sono gestite da 131 concessionari, il primo per numero è Enel Produzione con 180 infrastrutture. Tutte insieme, sarebbero in grado di invasare un volume complessivo pari a 13,652 miliardi di m<sup>3</sup> di acqua. L'età media degli impianti è di 67 anni. Il 47% degli invasi è al Nord con un volume invasabile pari a 5,8 miliardi di m<sup>3</sup> - autorizzati 5,7 miliardi di m<sup>3</sup> -, e l'età media di 78 anni. Seguono le regioni meridionali, con il 35% delle grandi dighe per un volume invasabile pari a 6,5 miliardi di m<sup>3</sup> - autorizzati 4,9 miliardi di m<sup>3</sup> - e l'età media di 53 anni. In Centro Italia troviamo il 18% delle grandi dighe con capacità invasabile di 1,4 miliardi di m<sup>3</sup> - autorizzati 1,2 miliardi di m<sup>3</sup> -, e l'età media di 67 anni. La Lombardia ha la massima capacità invasabile con 4,04 miliardi di m<sup>3</sup>, mentre la Liguria con 60 milioni di m<sup>3</sup> è la regione con la capacità invasabile più bassa. Lo scarto maggiore tra volume invasabile e autorizzato è nelle grandi dighe del-



La diga di Valvestino sul Lago di Garda - Italia

la Sardegna con una differenziale di circa 530 milioni di m<sup>3</sup>. L'energia idroelettrica è prodotta in 310 impianti. Gli invasi ad uso irriguo sono 138.

## ANCHE LE DIGHE PERDONO ACQUA. PER SEDIMENTI E PER 147 DIGHE «LIMITATE»

Oggi, pur avendo una maggior capacità di invaso, in realtà i volumi di acqua disponibili sono sostanzialmente fermi ai livelli di 50 anni fa, ed è in calo la capacità reale di invaso delle grandi dighe per l'effetto di due limiti: amministrativo e fisico, che interagiscono. Nonostante un volume teoricamente invasabile pari a 13,652 miliardi di m<sup>3</sup> - compresi i 3,4 miliardi di m<sup>3</sup> ottenuti dalla regolazione dei grandi laghi sub-alpini di Como, Maggiore, D'Orta, D'Iseo e Garda - il volume autorizzato è molto più limitato e pari a 11,903. E il volume realmente invaso è valutabile a 8,852 miliardi di m<sup>3</sup> di acqua. La perdita di accumulo di risorsa risulta quindi di circa 5 miliardi di m<sup>3</sup> di acqua.

## GRANDI DIGHE FUORI ESERCIZIO O INVASO LIMITATO

	Numero	Miliardi m <sup>3</sup>	Valore %
In Costruzione	7	0,11	0,8
In Collaudo	76	5,282	38,7
Invaso Limitato	41	1,231	9
Fuori esercizio temporaneo	23	0,073	0,5

Elaborazioni Fondazione Earth Water Agenda

Le aree di applicazione di tecnologie iniziano dalla fase di progettazione e pianificazione alla costruzione e gestione della diga.

## QUANTA ACQUA C'È NELLE DIGHE (mld m<sup>3</sup>)

- VOLUME INVASIBILE **13,652**
- VOLUME AUTORIZZATO **11,903**
- VOLUME STOCCATO **8,852**

## GEOTECNICA E INGEGNERIA DEI TERRENI

La geo-tecnica studia proprietà meccaniche di terreni e rocce, informazioni che l'ingegneria utilizza per valutare la stabilità dei pendii con sistemi di monitoraggio di parametri per la massima sicurezza possibile.

## MODELLAZIONE E SIMULAZIONE AL COMPUTER

Consentono di valutare il comportamento idraulico, di prevedere l'erosione del suolo, di simulare eventi di piena e valutare l'impatto ambientale

## GESTIONE E MANUTENZIONE TECNOLOGICA

Con sensori, tecnologie di gestione dati e cloud, tecnologie di imaging satellitare e da droni, modellazioni e simulazioni avanzate, l'Internet delle cose (IoT) e l'Intelligenza Artificiale e l'Apprendimento Automatico, la diga è sempre più un sistema supportato da tecnologie. - analisi di grandi volumi di dati da sensori per:

- identificazione di anomalie che potrebbero indicare potenziali rischi;
- creazione di modelli predittivi del comportamento della diga sotto diverse condizioni di sforzo;

- manutenzione predittiva monitorando le condizioni strutturali della diga e prevedere tempistiche delle manutenzioni;
- adattamento a fenomeni meteo estremizzati, e di segno opposto;
- controllo e monitoraggio costante di rischi di erosione e interrimento e da eventuali anomalie strutturali con sistemi di allarme precoce.

## PULIZIA DELLE DIGHE PER RECUPERARE UN TERZO DI STOCCAGGIO

### INTERVENTI URGENTI DI RIMOZIONE DI SEDIMENTI NELLE DIGHE

Miliardi di m<sup>3</sup> e di Euro

Autorità di bacino distrettuale	Volume di sedimenti da rimuovere (m <sup>3</sup> )	Risorse finanziarie impegnate (Mld €)
Alpi orientali	31,9	250
Appennino centrale	1,3	13
Appennino meridionale	8,3	86
Appennino settentr.	12,4	-
Fiume Po	3,3	104
Sardegna	-	-
Sicilia	0,9	55
<b>TOTALE</b>	<b>58</b>	<b>508</b>

Elaborazioni Fondazione Earth Water Agenda

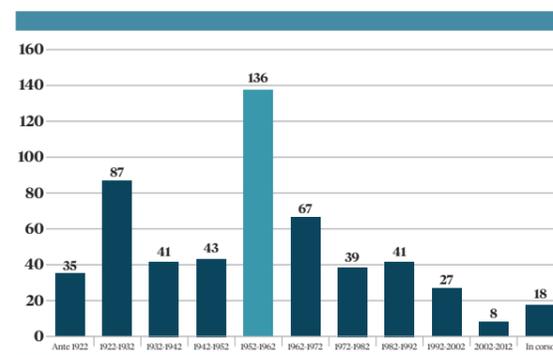
Come emerge dalla tabella, presentata dal Commissario Straordinario per interventi urgenti connessi alla siccità, sulla base dei dati rilevati delle sette Autorità di bacino distrettuali, la pulizia delle nostre dighe e la gestione dei sedimenti sono emergenze da affrontare, poiché ripulirle avrebbe lo stesso effetto dell'inaugurazione di «nuove» grandi dighe. L'interrimento è rilevato da sistemi di monitoraggio integrati con tecnologie di telerilevamento, immagini ottiche satellitari, immagini radar a sintesi d'apertura e dati altimetrici satellitari.

### 26.288 PICCOLE DIGHE CON 800 MILIONI DI M<sup>3</sup> DI ACQUA

Sono 26.288 le nostre piccole dighe con sbarramenti di altezza inferiore a 15 metri o con un serbatoio artificiale contenente un volume di acqua inferiore a 1.000.000 di m<sup>3</sup>. L'ISPRA, che verifica numero, localizzazione geografica, dimensioni e stato di esercizio anche dei piccoli invasi, indica il ritardo cronico di alcune regioni nei

monitoraggi. Se per le grandi dighe l'informazione è completa a livello nazionale, per i piccoli invasi i database sono infatti disponibili non in tutte le regioni, e solo 15 di esse aggiungono le coordinate geografiche degli invasi, anche solo parziali.

### COSTRUZIONE DI GRANDI DIGHE IN ITALIA DAL 1920 AD OGGI



Fonte: elaborazione dell'Agenzia per la Coesione Territoriale su dati del Registro Italiano Dighe

### RECUPERARE 10 MILIARDI DI M<sup>3</sup> DI ACQUA CONTRO LA CRISI CLIMATICA

Lo stoccaggio dell'acqua piovana è il «trucco» grazie al quale un Paese come il nostro può riuscire a garantire la continuità dell'approvvigionamento idrico, anche durante le siccità. È possibile farcela avviando sei azioni:

- pulizia delle dighe dai sedimenti accumulati;
- rimessa in esercizio delle 157 grandi dighe oggi a invaso risotto o non funzionali;
- nuova programmazione di almeno 5.000 piccoli e medi invasi;



- riduzione delle perdite nelle condotte idriche e degli sprechi negli utilizzi;
- riuso dell'acqua reflua rigenerata dai depuratori;
- «produzione» di nuova risorsa da impianti di desalinizzazione.

### TECNOLOGIE PER LE DIGHE

- Sistemi di monitoraggio avanzato.
- Modellazione idrologica e idraulica.
- Sistemi di allarme precoce.
- Manutenzione predittiva.

### GESTIONE DELL'EVAPOTRASPIRAZIONE

- Coperture flottanti.
- Schermi anti-evaporazione.
- Utilizzo di polimeri idro-assorbenti.
- Installazione di impianti galleggianti fotovoltaici.

### LA PULIZIA DEGLI INVASI

- Idrociclone con controllo della densità.
- Flottazione a due stadi.
- Setacciatura con griglie multiple.
- Filtrazione avanzata.
- Utilizzo di polimeri flocculanti.
- Sistemi di separazione centrifuga.

## Energia dall'acqua

### 4.783 CENTRALI IDROELETTRICHE. 41% DI ENERGIA GREEN

Se l'acqua è la più antica fonte di energia utilizzata dall'uomo, l'Italia è il Paese con la più antica tradizione nello sfruttamento dell'acqua per produrre energia idroelettrica. Un'altra storia affascinante, un secolo fa, ci ha visti all'avanguardia mondiale nello sviluppo di turbine e sistemi idraulici in grado di trasformare la forza meccanica del flusso dell'acqua in energia elettrica in modo costante e programmabile.

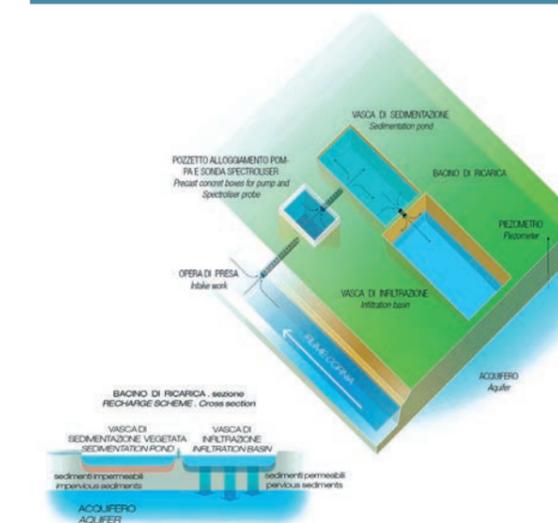
Sono oggi 4.783 le nostre centrali per la produzione di energia idroelettrica, rilevate da Terna al 2023, complessivamente in grado di produrre ogni anno circa 47.552 GWh di energia, cioè il 41% circa dell'intera produzione da fonti rinnovabili.

### 3 TIPOLOGIE DI CENTRALI IDROELETTRICHE

- la centrale ad acqua fluente;
- la centrale a bacino;
- la centrale ad accumulazione o di pompaggio.

## Tecnologie per la ricarica delle falde acquifere

### RICARICA ARTIFICIALE CONTROLLATA DELLA FALDA ACQUIFERA



Fonte: schema Comune di Suvereto, fiume Cornia

La tecnica della ricarica artificiale della falda che ha difficoltà a ricaricarsi naturalmente o che presenta inclusioni di cuneo salino che la rende inservibile per gli usi agricoli, ha come vantaggi i bassi costi di investimento e l'assenza di evaporazione. È l'ultima frontiera delle tecnologie per reintrodurre acqua nelle falde acquifere sotterranee in sofferenza, al fine di aumentare la quantità della risorsa disponibile contrastando la diminuzione dei livelli causata da prelievi eccessivi o da siccità e desertificazione. In Italia è stato realizzato un impianto di ricarica controllata della falda in Toscana, a Suvereto, in Val di Cornia. Le tecnologie applicate a questo metodo sono in tre aree di intervento:

- **monitoraggio strutturale** della qualità dell'acqua, con procedure per l'analisi chimica, fisica, biologia e microbiologica dell'acqua con *sensori a immersione continua* che misurano costantemente parametri;
- **tecnologie per la conoscenza idrogeologica dei terreni, dei fiumi e della struttura delle falde** e delle loro dinamiche;
- **gestione della falda e delle infrastrutture** di collegamento al corpo idrico.

## AVANZA SULLE COSTE ITALIANE IL CUNEO SALINO

L'European Drought Observatory della Commissione Europea, <sup>1</sup>mostra l'Italia come uno dei Paesi *front line* nel bacino del Mediterraneo per l'avanzata della *desertificazione*, con perdite di terreni agricoli costanti e l'ISPRA ha censito il 28% del territorio italiano a rischio desertificazione, con circa 4500 km<sup>2</sup> di suolo risultano desertificati e salinizzati. I Consorzi di bonifica dell'ANBI, che verificano sul campo, su dati CNR proiettano l'allarme rosso su suoli agricoli costieri e in particolare nelle province di Agrigento, Siracusa, Caltanissetta, Enna, Catania, Reggio Calabria, Potenza, Bari, Foggia, Sassari. In altre zone segnalano l'inizio della prima fase dell'inacidimento con l'abbassamento del livello delle falde dolci costiere sotto il livello del mare, l'esaurimento di pozzi ormai abbandonati e di molte riserve acquifere oggi salmastre anche per l'eccessivo emungimento.

## TECNOLOGIE PER LE ACQUE SOTTERRANEE

- Pozzi di monitoraggio e raccolta di dati.
- Modellazione computerizzata.

## AREE SOGGETTE A DESERTIFICAZIONE



Fonte: ISPRA

- Misurazione qualità dell'acqua con sensori.
- Infiltrazione superficiale.
- Pozzi di infiltrazione per iniezioni di acque reflue depurate.
- Barriere sotterranee di iniezione.
- Tecniche di immagazzinamento sotterraneo in serbatoi o cisterne di acque da rilasciare nell'acquifero attraverso pozzi di infiltrazione.
- Trattamenti nell'acquifero.
- Gestione acque sotterranee con tecnologie di monitoraggio per prevenire esaurimento o contaminazione, e per pompaggi controllati.

## Tecno-agricoltura

In Italia la superficie agricola predisposta per l'irrigazione complessivamente è pari a 4,123 milioni di ettari sul totale nazionale di 12,5 milioni di ettari di terreni agricoli (pari al 33%). I volumi di acqua irrigua sono prelevati, in maniera discontinua, da 708 mila aziende. I maggiori

volumi di acqua - su 26,6 miliardi di m<sup>3</sup> all'anno di acqua utilizzata in Italia, il 54,5%, cioè 14,5 miliardi di m<sup>3</sup> - defluiscono verso l'irrigazione e la zootecnia.

L'agricoltura 4.0 offre molteplici applicazioni: strumenti di sensoristica a terra o di rilevazione dall'alto con droni e satelliti, simulazioni e ottimizzazioni di uso della risorsa idrica attraverso modelli computazionali e di IA, controlli

delle tipologie colturali e dell'uso dei fertilizzanti. Il contadino "*in camice bianco*" dispone e disporrà in futuro di un *set* di informazioni utili ad adottare modelli ottimizzanti che risparmiano risorse e diminuiscono l'uso di fertilizzanti che spesso finiscono per inquinare corsi d'acqua e laghi, aumentando la quantità e la qualità dei raccolti.

## STRESS IDRICO E SICITÀ

### GLI EPISODI DI GRAVI SICITÀ IN ITALIA NEGLI ULTIMI 100 ANNI

<b>1921</b>	Dopo la Prima guerra mondiale fu uno dei peggiori anni secchi, con il livello delle precipitazioni crollato del 40% e scarse piogge fino all'inizio del 1922.
<b>1945</b>	La siccità fu ancora peggiore con la terra inaridita dai giorni della Liberazione dal nazifascismo a fine agosto.
<b>1954</b>	Da maggio a settembre su Calabria, Sicilia e Sardegna.
<b>1959</b>	Due episodi: il primone nella stagione estiva con l'assenza di pioggia per più di 100 giorni in Sardegna, alta Pianura Padana, bacino dell'Adige, Piemonte e Liguria; il secondo a fine inverno in Veneto, Salento e sul versante adriatico dell'Appennino settentrionale.
<b>1962</b>	Sull'intera penisola tra l'estate e l'autunno, per oltre 100 giorni, e in particolare sulla fascia costiera tirrenica, in Sardegna e soprattutto in Sicilia con 200 giorni senza piogge in alcune aree.
<b>1976</b>	Nel primo semestre dell'anno in Piemonte, Lombardia, Alpi centrali. A Milano e Como furono registrati appena 200 mm di piogge in 6 mesi, il valore più basso degli ultimi due secoli.
<b>1980</b> <b>1981</b>	106 giorni a secco, dal 26 novembre al 13 marzo, in Lombardia, con non più di 20 mm di pioggia nell'inverno siccitoso per tutto il Nord-Ovest, ma non per il resto d'Italia.
<b>1988</b> <b>1989</b>	Siccità intensa tra settembre e marzo con durata ed estensione come non avveniva da 250 anni e totale assenza di neve.
<b>1989</b> <b>1990</b>	Da settembre gennaio con il 30-50% del totale delle piogge medie sull'intera Penisola; scattarono razionamenti dell'acqua potabile in molte città.
<b>1994</b> <b>1995</b>	Dopo l'alluvione del Tanaro del 5 e 6 novembre 1994 in Piemonte, le scarse o assenti precipitazioni sulla Pianura Padana fino a fine febbraio provocarono l'emergenza siccità. Se nell'ultimo mezzo secolo del Novecento l'Italia aveva subito 8 gravi siccità, ormai siamo al raddoppio del trend. In poco più di due decenni a partire dal 2000, sono stati 7 i periodi di siccità intense.
<b>2000</b>	Colpisce soprattutto il Nord nei primi 70 giorni dell'anno, con tutto l'arco alpino senza neve, e danno ingenti anche nel settore turistico.
<b>2001</b>	Assenza di precipitazioni in Sicilia e gran parte del Sud dall'estate all'inizio dell'autunno. A Palermo da giugno a ottobre caddero appena 26 mm di pioggia e da dicembre la grave siccità colpì le Regioni del Nord-Ovest.
<b>2002</b>	Da maggio in Basilicata, Puglia, Sardegna e Sicilia.
<b>2003</b>	Da maggio a settembre in varie aree della Penisola.
<b>2012</b>	Da giugno a ottobre in Abruzzo, Basilicata, Calabria, Campania, Emilia-Romagna, Friuli Venezia Giulia, Lazio, Lombardia, Marche, Molise, Piemonte, Puglia, Sardegna, Sicilia, Toscana, Trentino Alto Adige, Umbria, Valle d'Aosta, Veneto, con danni accertati per 1,19 miliardi di euro.
<b>2017</b>	Tra primavera ed estate in Abruzzo, Calabria, Campania, Emilia-Romagna, Lazio, Lombardia, Marche, Piemonte, Puglia, Sardegna, Sicilia, Toscana, Trentino Alto Adige, Umbria, con danni accertati per 2,3 miliardi di euro.
<b>2019</b>	Nel Nord la situazione era peggiore del 2017 sia per gli approvvigionamenti civili nei centri urbani sia per l'agricoltura con danni per 2 miliardi di euro calcolati da Coldiretti, con precipitazioni dimezzate che lasciarono a secco fiumi, laghi, invasi, terreni e senza neve le montagne.
<b>2022</b> <b>2023</b>	Il primo biennio siccitoso della nostra storia delle rilevazioni con l'assenza di neve invernale e di piogge assenti dall'8 dicembre 2021, che provocarono emergenze dalla primavera 2022 a fine febbraio 2023 con 1.703 Comuni colpiti tra Piemonte, Friuli Venezia Giulia, Valle d'Aosta, Veneto, Lombardia, Emilia-Romagna, Toscana, Lazio, Marche, Umbria, Puglia e danni per 6 miliardi in agricoltura, 5 miliardi per perdite nell'idroelettrico, circa 1 miliardo per la gestione delle emergenze per complessivi 12 miliardi di euro.

<sup>1</sup> <https://edo.jrc.ec.europa.eu>

Come dimostra il box, se dal 1954 al 1995 l'Italia aveva subito 8 gravi siccità, - 1954, 1959, 1962, 1976, 1980-81, 1988-89, 1989-90, 1994-95 -, negli ultimi 23 anni gli intervalli tra le fasi siccitose si sono dimezzati e sono state ben 9: 2000, 2001, 2002, 2003, 2006, 2012, 2017, 2019 e il 2022-2023. Il 2022 risulta in assoluto come l'anno più secco, quello che ha fatto segnare il minimo storico delle precipitazioni con circa il 50% in meno di piogge e neve, e i più elevati valori di temperatura e dell'evapotraspirazione che ha raggiunto il 70% sulla media storica del 53%.

### IL COSTO DELLE SICCIÀ: DAL 2000 OLTRE 30 MILIARDI

Dal 2000 i risarcimenti e la spesa in emergenza sono calcolati in una media compresa tra circa 0,5 miliardi di euro dell'evento 2000 e i circa 12 complessivi stimati della siccità 2022-23 per i settori agricolo-alimentare, industria, produzione energetica idroelettrica, servizio idrico integrato, impegno della Protezione Civile in emergenza con autobotti, by-pass e collegamenti temporanei, serbatoi di accumulo temporanei, impianti di pompaggio supplementari, ricerca nuovi pozzi e sorgenti.

Il totale complessivo stimato di esborsi pubblici per stati di emergenza e da parte delle categorie colpite, è di oltre 30 miliardi di euro negli ultimi 20 anni.

### TECNOLOGIE PER L'IRRIGAZIONE

- Innovazioni nature-based con modelli e tipologie colturali meno idroesigenti.
- Irrigazione a goccia.
- Irrigazione a micro-aspersione.
- Irrigazione di precisione.
- Irrigazione a goccia sub-superficiale.
- Irrigazione a controllo del suolo.
- Coltivazione fuori suolo idroponica e aeroponica.
- Arido-coltura.
- Irrigazione aerea, con droni che nebulizzano con precisione le colture.
- Irrigazione olografica 3D per monitorare le esigenze delle piante.
- Irrigazione a onde sonore ad alta frequenza che crea microfratture nel terreno permettendo all'acqua di raggiungere le radici.
- Irrigazione a vapore soprattutto in serra.
- Irrigazione a bassa pressione.
- Sensori di umidità del suolo.
- Irrigazione desalinizzata e di acqua reflua recuperata.



Tecnologia	Capacità	I casi d'uso in agricoltura
<b>IoT</b>	I dispositivi IoT (sensori) raccolgono e inviano grandi quantità di dati in tempo reale al cloud o a un centro dati	Monitoraggio climatico, monitoraggio delle condizioni delle serre, monitoraggio delle colture, monitoraggio del bestiame, agricoltura di precisione, controllo attrezzature
<b>Big Data</b>	I dati raccolti vengono compilati e archiviati in vasti set di dati (Big Data) per essere ulteriormente analizzati ed estrarre informazioni utili	Gestione delle serre, gestione delle colture e del bestiame, gestione della catena di approvvigionamento e della logistica
<b>Apprendimento automatico (Machine Learning)</b>	Gli algoritmi di ML possono essere applicati per ottenere informazioni, fare previsioni e controllare i dispositivi	Miglioramento della qualità e della quantità del rendimento delle colture, malattie delle piante, classificazione e selezione di frutta e verdura, coltivazioni indoor, fenotipizzazione
<b>Apprendimento profondo (Deep Learning)</b>	Come sottoinsieme del ML, il DL è principalmente utilizzato per analizzare immagini estrarre caratteristiche o oggetti e imparare a differenziarli	Previsioni meteorologiche, rilevamento delle malattie delle piante, conteggio della frutta, classificazione del terreno, classificazione delle piante, identificazione delle erbe infestanti, classificazione del comportamento degli animali, monitoraggio della salute del bestiame
<b>Intelligenza Artificiale</b>	Utilizzata per gestire Big Data e derivare informazioni significative per migliorare la presa di decisioni	Ispezione del suolo, monitoraggio della salute delle piante, monitoraggio della salute del bestiame, selezione e classificazione delle colture, raccolta automatica
<b>Visione Artificiale</b>	Aiuta a rilevare automaticamente, analizzare e comprendere informazioni utili da un'immagine singola o da una sequenza di immagini	Miglioramento della qualità e della quantità del rendimento delle colture, malattie delle piante, classificazione e selezione di frutta e verdura, coltivazioni indoor, fenotipizzazione
<b>RPA (Robot Process Automation)</b>	Ottimizza compiti ripetitivi per la semina, l'irrigazione e la raccolta, programmando robot e veicoli autonomi guidati da sensori IoT	Monitoraggio della salute e della crescita delle colture, ottimizzazione dell'irrigazione, rilevamento delle infestazioni da parassiti, gestione della catena di approvvigionamento, controllo qualità

### L'utilizzo di acqua nel settore industriale

L'Industria è un grande utilizzatore di acqua nei processi produttivi. Il settore nel suo complesso preleva ogni anno circa 7,7 miliardi di m<sup>3</sup> di acqua e ne utilizza 6,9 miliardi di m<sup>3</sup>. Emerge la mancanza di sistemi di recupero di acqua piovana o di acqua di depurazione a fronte degli elevatissimi consumi di ottima acqua di falda, in gran parte per utilizzi che spesso diventano anche sprechi: sanificazione di impianti, cicli termici per raffreddamento macchinari, lavaggio locali, piazzali e automezzi. Il consumo di acqua nel settore vale circa il 20% del consumo totale, ed è in costante aumento, nonostante soluzioni per risparmiare, recuperare e riutilizzare acqua, anche con sinergie tra aziende. Prelievi e consumi industriali sono notevoli in settori: tessile, cartiere, industria chimico farmaceutica, elettronica, alimentare.

### TECNOLOGIE PER RIDURRE CONSUMI DI ACQUA IN IMPIANTI INDUSTRIALI

- Raffreddamento a secco attraverso i condensatori raffreddati ad aria e "Torri di raffreddamento a secco"

- Raffreddamento ibrido che combina raffreddamento ad aria e ad acqua.
- Torre di raffreddamento a circuito chiuso riduce il consumo di acqua.
- Ottimizzazione del ciclo termodinamico riduce il fabbisogno di raffreddamento.
- Recupero del calore riduce il carico sul sistema di raffreddamento.
- Sistema Clean-in-Place per la pulizia automatica di superfici interne di attrezzature.
- Sistemi di lavaggio a bassa pressione e alto volume che riducono il consumo.
- Lavaggio a secco o semisecco o con aria compressa o con schiume e gel pulenti che richiedono meno acqua.
- Erogatori a risparmio idrico.
- Automazione dei processi di lavaggio per un uso di precisione dell'acqua.

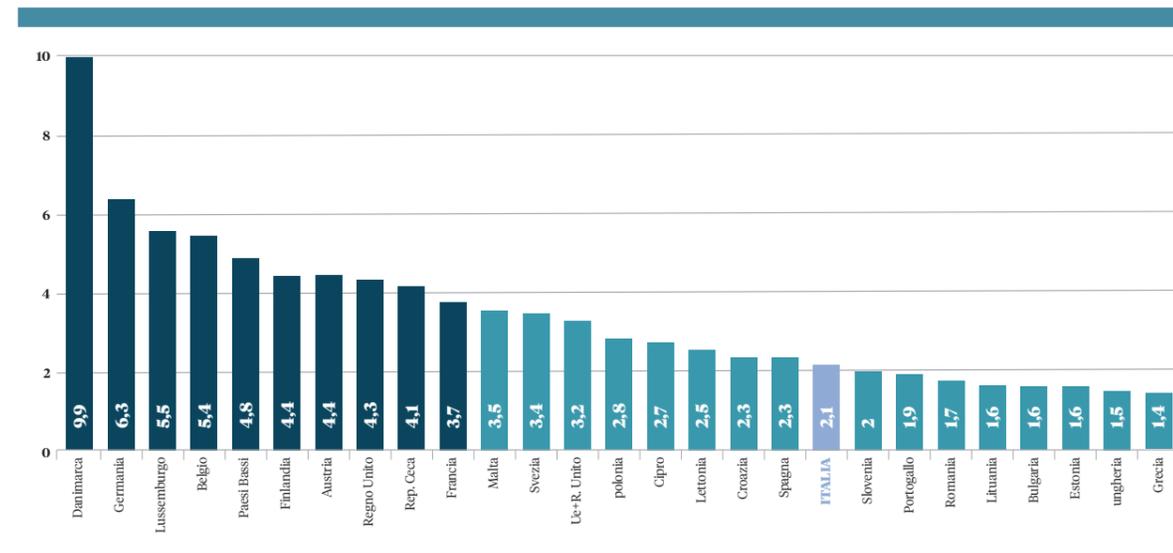
## Servizio idrico integrato

Sulle 1913 gestioni industriali a controllo pubblico del servizio idrico integrato, 1519 sono ancora servizi comunali, in larga parte del Sud, nonostante l'obbligo della legge Galli, varata nel 1996, della nascita di aziende idriche su scala ambito ottimale. Sono 394 le aziende con imprinting industriale, società per azioni pubbliche o miste a maggioranza pubblica dove operano circa 29 mila addetti. Tra queste figurano le multiutility quotate in borsa che operano con verifiche pubbliche di risultato - Acea, Hera, A2a e Iren le più grandi - aziende regionali come le toscane che hanno avviato processi di aggregazione tecnologica e finanziaria verso la multiutility, l'Acquedotto Pugliese, Abbanoa in Sardegna e altre. Dove mancano aziende efficienti restano condizioni che fanno vergognare.

L'ARERA<sup>2</sup> ha favorito la crescita degli investimenti, aumentando l'affidabilità di tante aziende nell'accesso ai prestiti bancari. Se nel suo primo anno di regolazione, il 2012, il settore investiva complessivamente 1,3 miliardi di euro, oggi è balzato a circa 4 miliardi, pur con un livello medio-basso delle tariffe all'utenza. Ma oltre non si va, e il settore avrebbe bisogno di urgenti investimenti per complessivi 7 miliardi annui.

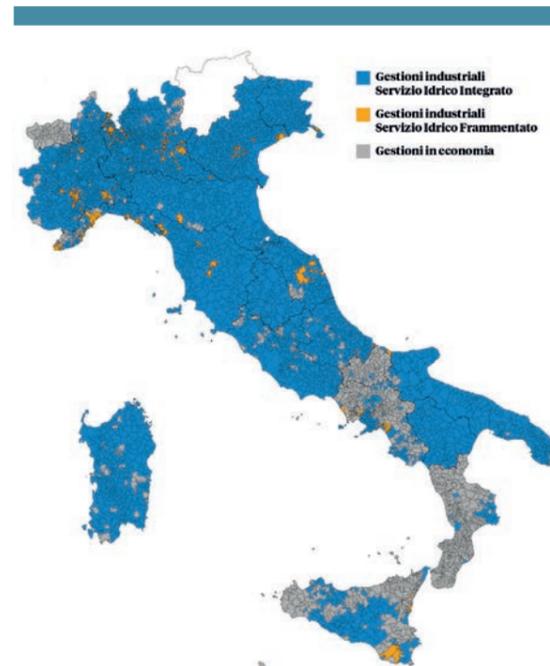
### TARIFFE A CONFRONTO IN EUROPA

Anno 2022. Valori in euro al m<sup>3</sup> e variazione % sul 2021



Fonte: elaborazione The European House

## DISTRIBUZIONE TERRITORIALE DELLE TIPOLOGIE DI GESTIONE



Fonte: elaborazioni Utilitatis su dati gestori ed EGA

**2.391** GESTORI DEL SERVIZIO IDRICO  
**1.997** SERVIZI COMUNALI  
**394** AZIENDE INDUSTRIALI  
**8** MULTIUTILITY QUOTATE IN BORSA

<sup>2</sup> Relazioni annuali dell'Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente (ARERA) con il Quadro strategico sulla gestione del servizio idrico integrato



### PRELIEVI DA RECORD UE: 419 LITRI A TESTA AL GIORNO, MA NE ARRIVANO 210

Siamo tre volte primi! Tra i 27 paesi dell'Unione Europea è l'Italia che preleva più acqua potabile di tutti. Ma siamo anche in testa perché ne perdiamo più di tutti nello scorrimento nei circa 400.000 km di rete idrica. E il nostro terzo record è quello di avere a disposizione la più diffusa rete di approvvigionamento idropotabile con circa 37.400 fonti localizzate. Nell'insieme, pur tra oscillazioni di portata dovute agli sbalzi climatici o ai terremoti profondi che modificano gli acquiferi nei sottosuoli montani, vengono forniti ogni anno 9,1 miliardi di m<sup>3</sup> di acqua prelevati, ma ne arrivano a destinazione solo 4,6 miliardi di m<sup>3</sup>. Disperdiamo, quindi, 3,4 miliardi di m<sup>3</sup>, tanta acqua potabile, rilevata dall'ISTAT e Utilitalia con Fondazione Utilitatis.

### CHECK-UP ACQUEDOTTI E PERDITE. TUTTI I PROBLEMI DEL TUBO

Le reti di acquedotto del servizio idrico integrato, complessivamente, sono lunghe 393.360 km. Per l'83% sono reti di distribuzione e per il 17% sono condotte di adduzione. A queste, si aggiungono circa 50.000 km di allacci privati, quelli che dal bordo strada raggiungono gli edifici. Sono in gran parte infrastrutture colabrodo, con perdite clamorose del 42,5% di acqua potabile trasportata, una quantità che basterebbe a soddisfare gli utilizzi di 43,4 milioni di persone: quasi di una seconda Italia.

Perché perdono tanta preziosa acqua? Perché in gran parte sono risalenti ai nostri trisavoli, ai bisnonni e ai nonni, e in quota parte ai nostri genitori. Dallo screening della rete, emerge l'età di posa:

- **20%** entro i 30 anni;
- **33%** 31-50 anni;
- **22%** oltre 50 anni;
- **25%** oltre 80 anni.

I tempi di utilizzo ovviamente abbassano i limiti di resistenza strutturale. Nella gamma delle tipologie delle tubazioni, dai tubi di ghisa e acciaio a quelli plastici e in polietilene e polipropilene o PVC di ultima generazione, il deterioramento è sempre strettamente proporzionale all'età della posa e all'inizio dell'esercizio, alle variazioni di pressione esercitate dall'acqua nello scorrimento, alla corrosione esterna prodotta da particolari terreni, all'esposizione a vibrazioni e stress provocati nella condotta dal traffico in superficie e dalle variazioni climatiche gelo-calore, alle forti sollecitazioni dei movimenti e delle deformazioni del terreno esercitate sulla condotta, alla tipologia dei rivestimenti, al numero di rotture e riparazioni effettuate. Insomma, una tubazione interrata è costantemente sottoposta a forzanti interne ed esterne, e per questo sono necessari costanti check-up oggi fortunatamente possibili con tecnologie digitali. Ma soprattutto, l'efficienza del tubo dell'acqua è strettamente dipendente dagli investimenti per le sostituzioni, le manutenzioni, le riparazioni.

Una sintesi di prelievi, perdite e consumi di acqua potabile:



Si tratta di una dotazione molto abbondante, peccato che nello scorrimento delle reti, quasi due terzi, 299 litri, si disperdano nel terreno, in gran parte assorbiti in falda. Negli ultimi anni sono state ridotte le perdite di rete, ma restano elevatissime: dal 44% del 2016 siamo al 42,4%. Nelle regioni del Sud sono al 47%, contro il 31% del Nord-Ovest, e aumenta vertiginosamente il numero di interruzioni del servizio tra Calabria e Sicilia dove servirebbero operatori con capacità progettuale, realizzativa, gestionale e di accesso a strumenti di finanza di progetto, ma in realtà l'assenza di azioni aumenta solo il *water service divide*.

#### PERFORMANCE TECNOLOGICHE. DA TECNO-DISTRETTUALIZZAZIONE A DEPURAZIONE

Le aziende più performanti hanno da tempo sviluppato percorsi di *digital transformation* con *cluster* tecnologici e sistemi intelligenti di gestione e monitoraggio, misura e telemisura, e applicazioni dell'IA che si traducono in buona manutenzione del patrimonio di infrastrutture, qualità dell'acqua distribuita, efficienza nella gestione. Lo dimostrano le tecnologie applicate, con l'affidabilità dei dati con IA a supporto dello sviluppo della modellistica idraulica attraverso la creazione di modelli digitali della rete, digitalizzazione del sottosuolo e delle infrastrutture anche attraverso dati satellitari. Esistono sistemi come *Supervisory Control and Data Acquisition*, con componenti software e hardware utilizzato per supervisionare e gestire infrastrutture monitorate in tempo reale a controllo locale e da remoto; *Turck Automation Suite*, la piattaforma che riunisce in un unico software strumenti di configurazione e parametrizzazione dei sensori intelligenti con

funzioni di gestione di rete con semplificazioni di processi di integrazione e interoperabilità delle diverse tecnologie utilizzate, dall'approvvigionamento alla domanda di acqua alle acque reflue con tecnologie di comunicazione Ethernet, GPS o GPRS.

La distrettualizzazione per aree omogenee di territorio urbano, attraverso la suddivisione della rete in distretti di distribuzione o zone idriche, è sempre più indispensabile per gestire sistemi di acquedotto sempre più complessi con:

- digitalizzazione e modellazione;
- applicazione di modelli idraulici alla rete;
- gestione digitale dei flussi di acqua;
- radiografia del sistema acquedottistico con l'isolamento di tratti di rete in caso di guasti;
- ricerca perdite anche con tecnologia radar da satellite e da aereo attraverso l'emissione di onde elettromagnetiche verso terra per individuare rotture di condotte e perdite attraverso l'umidità provocata nel terreno.

I contatori intelligenti in ambito *IoT* e *software* per servizi di assistenza all'utenza e sportelli on-line rafforzano le relazioni con i cittadini, favorendo comunicazioni trasparenti e immediate, semplificando le pratiche amministrative con App con messaggistica istantanea di avvisi di disservizi, bolletta web, autolettura. Aumentando il grado di consapevolezza sui consumi e rendendo più trasparente la qualità del servizio.

#### IL CONTROLLO DELLA POTABILITÀ

Sulla qualità dell'acqua distribuita, la nostra legislazione ha adottato parametri più rigorosi della Direttiva europea e dei limiti stabiliti dall'Organizzazione Mondiale della Sanità. L'eccellente qualità a monte dell'acqua destinata al consumo umano, aiuta. E la nostra acqua prelevata da



fonti purissime, mantiene le caratteristiche organolettiche. Rigorose e costanti misure di controllo e trattamento garantiscono l'abbattimento di ogni possibile rischio. Solo il 31% delle acque distribuite subisce processi di potabilizzazione più avanzati, rispetto alla semplice disinfezione. L'introduzione dei filtri a carbone attivo granulare, ad esempio nella filiera di trattamento, ha ridotto la storica clorazione. In ogni istante, tutti i parametri più significativi - cloro, torbidità, pH -, sono sotto osservazione, e in media, sono circa 100.000 le analisi effettuate all'anno dal gestore di un acquedotto, alle quali di aggiungono ulteriori rigorosi controlli dei tecnici delle Aziende sanitarie locali con analisi chimico-fisiche e microbiologiche della qualità dell'acqua effettuate anche nei laboratori interni alle aziende di alta qualificazione e nei laboratori esterni certificati che monitorano il trattamento dell'acqua prelevata con processi di filtrazione, disinfezione, clorazione, ozonizzazione, raggi ultravioletti, osmosi inversa, nanofiltrazione, e con sistemi di rilevamento precoce con monitoraggi continui dell'acqua attraverso sensori di qualità installati nelle reti per rilevare parametri come pH, temperatura, livelli di cloro e altro. La rete di istituzioni competenti sulla qualità dell'acqua coinvolge: Ministero della Salute, Istituto Superiore di Sanità, Agenzie Regionali per la Protezione dell'Ambiente, Aziende Sanitarie Locali, laboratori di analisi interni o esterni certificati. Nel nuovo decreto 18/2023, entrato in vigore il 21 marzo 2023, tra le novità più importanti c'è l'approccio basato sul rischio. Si passa cioè da un sistema

di controllo basato unicamente sul rispetto di parametri di potabilità ad un approccio che tiene conto dei rischi potenziali lungo l'intero ciclo idrico. Inoltre, ci sono nuovi parametri di analisi per la ricerca di microinquinanti, e sono stati rivisti i valori limite per l'arsenico. I gestori devono predisporre e attuare piani di sicurezza, con misure di controllo e informazioni ai cittadini sulla qualità dell'acqua erogata.

#### L'ACQUA SPAZIALE. DAL SOTTOSUOLO ALLA LUNA E ANCHE SU MARTE

Lo sapevate che...le astronavi dirette verso la Luna o Marte potrebbero partire con a bordo stivata acqua italiana? Che la Smat di Torino è l'azienda idrica fornitrice di acqua per la Stazione Spaziale Internazionale in orbita terrestre bassa, e i nostri centri di ricerca sviluppano processi e tecnologie innovative anche per estrarre e purificare l'acqua prelevata da fonti extraterrestri, come il ghiaccio lunare o l'atmosfera marziana? Che la Thales Alenia Space Italia lavora ad un sistema di estrazione del ghiaccio lunare con un trapano robotico? Che Leonardo ha progettato un sistema di purificazione dell'acqua marziana con filtrazioni a membrana per rimuovere qualsiasi impurità? Che l'Università di Padova sviluppa un sistema di elettrolisi per produrre acqua dall'atmosfera marziana? Che alla Sapienza di Roma sono in corso ricerche per la produzione di acqua con la reazione esotermica di Sabatier, combinando cioè anidride carbonica e idrogeno per ottenerla?

Applicazioni e ricerche avanzate spaziali vedono l'Italia come uno degli avamposti nel mondo. Sappiamo bene che la produzione di acqua è fondamentale per la sopravvivenza umana e per l'autonomia e il prolungamento delle durate delle missioni spaziali. La disponibilità di acqua permette di poter immaginare la presenza sul suolo lunare, dove l'acqua è nel 3,5% della superficie ma come ghiaccio nelle aree polari a 180 gradi sotto lo zero, per dissetare i futuri colonizzatori, ma anche per produrre energia e propellente a idrogeno per potersi spostare sulla superficie lunare, avere luce nella lunga notte, e produrre carburante a idrogeno per alimentare i razzi per tornare sulla Terra o per immaginare il gran balzo verso l'esplorazione umana di altri pianeti, in particolare Marte andata e ritorno. Nella prospettiva della colonizzazione futura, sul Pianeta Rosso oggi stazionano il Perseverance telecomandato dalla NASA sbarcato il 9 febbraio 2021, e il rover cinese Zhurong sceso dalla rampa del lander della missione Tianwen-1 il 15 maggio 2021 che continuano ad esplorare, trivellare, a cercare con droni-elicotteri anche tracce di acqua, microorganismi e componenti chimiche.

La ricerca e lo sviluppo di tecnologie per la produzione di acqua spaziale sono in corso, ma intanto i progressi italiani sono promettenti. L'Agenzia Spaziale Italiana ha affidato al Politecnico di Milano l'analisi dei requisiti scientifici dell'estrazione del ghiaccio lunare e marziano, e con Canada e Giappone è partner della missione Nasa "Mars exploration ice mapper" per produrre la mappa del ghiaccio nel sottosuolo di Marte.

L'Italia può vantare la prima fornitura di acqua spaziale, dall'aprile del 2008, per gli astronauti e i cosmonauti sulla Stazione Spaziale Internazionale, prodotta dalla SMAT, la Società Metropolitana Acque di Torino, guidata da Paolo Romani, preparata nei laboratori del "Centro Ricerche per le missioni spaziali" da un'eccellenza mondiale. Sulla stazione orbitante l'acqua arrivava con le attrezzature per conservarla e gestirla, dopo aver superato rigorosissimi test di campionatura, e soddisfatto tutte le esigenze sanitarie e di gestione tecnologica richieste dalle sezioni europee spaziali, dalla Nasa e dalla Russia. Ad ogni astronauta è stata garantita la "sua" acqua. Per gli americani leggera e poco mineralizzata e trattata con sali di iodio, per i russi più ricca di minerali e trattata con sali d'argento e fluoro, e per tutti la garanzia di tenere nel tempo le sue caratteristiche in condizioni di assenza di gravità, al riparo da contaminazioni batteriche. La SMAT,

con Aerosekur, Thales Alenia Space e il Consiglio Nazionale delle Ricerche, per l'Agenzia Spaziale Europea studia i metodi più innovativi per la disinfezione e lo stoccaggio dell'acqua per voli spaziali di lunga durata, e fuori dall'orbita terrestre: i nuovi contenitori di stoccaggio e nuovi erogatori per l'equipaggio che tra una decina d'anni sarà lanciato alla conquista di Marte.



L'astronauta Chris Hadfield - Fonte: ESA

#### NEI 61 PIANI DI AMBITO ITALIANI 65 MILIARDI DI INVESTIMENTI

I 61 Piani di Ambito hanno in pancia investimenti non rinviabili nell'arco dei prossimi 30 anni, per un totale di 65 miliardi di euro. Di questi, stima l'ARERA, 10,3 miliardi sono il fabbisogno immediato al 2027, che richiederebbero investimenti pro-capite annui quasi raddoppiati, concentrati sul servizio di fognatura e depurazione, sulle nuove interconnessioni, sul potenziamento dei sistemi acquedottistici.

Gli Enti di Governo d'Ambito li indicano come «strategici» nei rispettivi atti di pianificazione. Il Piano per l'acqua - presentato nell'ultimo capitolo - porta l'investimento finanziario complessivo a 70 miliardi di euro in 10 anni, per l'adeguamento alle normative europee e nazionali delle reti idriche e fognarie e della depurazione, per tecnologie in impianti di potabilizzazione, sollevamento e distribuzione, per opere per l'accumulo di acqua e per il riuso delle acque reflue. Servirebbe un investimento aggiuntivo annuo extra tariffa di almeno 3 miliardi di euro. Per questo, è urgente il ritorno del sostegno della finanza pubblica in un settore ad alto valore aggiunto, tenendo conto che il settore idrico è e resterà fuori dal regime di concorrenza e dall'economia di mercato essendo in monopolio pubblico.

#### TECNOLOGIE ANTISISMICHE PER ACQUEDOTTI IN AREE SISMICHE

Campagne di diagnostica degli edifici, investimenti pubblico-privati per la cantieristica anche leggera con tecnologie e nanotecnologie non invasive per un programma diffuso di adeguamento sismico. Ecco cosa serve per le infrastrutture strategiche primarie. Le aziende di Utilitalia segnalano la gravità dell'esposizione delle infrastrutture all'intensità dei fenomeni sismici, sia per la natura frastuonosa di molti terreni collinari e montuosi attraversati, sia per l'epoca di realizzazione delle infrastrutture, sia per la loro collocazione nelle aree più sismiche. Risalta l'assenza di obblighi e anche di indicazioni nei disciplinari delle costruzioni. La «Disciplina delle costruzioni» dei lavori pubblici, su 140 articoli cita in passant il settore idrico nel solo articolo 1181 ma per misure di risparmio di acqua. Questa rimozione non è accettabile, le carenze normative, associate alle carenze di risorse per gli adeguamenti sismici, espongono opere strategiche di sicurezza nazionale al perenne rischio di collasso con disagi per cittadini e città che dopo un sisma per mesi restano in balia delle autobotti della Protezione Civile.

#### Tipologie di infrastrutture idriche a rischio terremoti

**Le infrastrutture sopra il cosiddetto «piano di campagna»** porzioni di superfici, di captazione non sotterranee, di raccolta e convogliamento di acque a servizi di pozzi, traverse e opere di derivazioni per acque fluenti, condotte di attraversamento, torri piezometriche, partitori, impianti di potabilizzazione, impianti di trattamento e depurazione, edifici a servizio, opere di accumulo con serbatoi pensili o con camere di manovra esterne, impianti di sollevamento e di pressurizzazione, sistemi tecnologici di controllo e telecontrollo.

**Le costruzioni in gran parte o completamente sotterranee** a partire dalle tubazioni che sono il principale patrimonio impiantistico pubblico gestito da un'azienda idrica. In caso di sisma, i danni sono sempre evidenti con frane e crolli di gallerie e lungo le linee di trasporto idrico con pozzetti e tecnologie a servizio delle condotte.

#### Fonti idriche e impianti a rischio

- **pozzi**, per rischi di aumenti di torbidità, e fluttuazioni del livello dell'acqua di falda per aumenti o riduzioni fino a possibili crolli della portata.
- **sorgenti**, per variazioni di portata, intorbidimento e addirittura spostamenti.
- **invasi**, soprattutto con forti sismi di magnitudo superiore a 6, possono registrare fessurazioni o rotture alle infrastrutture come le «torri di presa».
- **impianti di trattamento** acque potabili e acque reflue, soggetti a rotture di componenti e danni agli edifici e alle vasche di trattamento.
- **serbatoi**, soprattutto di tipo pensile se non sono stati progettati con criteri antisismici, per rotture, crolli, danni alle travi e ai pilastri.
- **adduttrici e rete di distribuzione**, con riduzione o interruzione del servizio di fornitura d'acqua, fratturazioni e rotture delle tubazioni e sistemi di ancoraggio e giuntura. In galleria si possono rilevare crolli, deformazioni nelle pareti. Gli stessi rischi si rilevano per le reti di collettamento e trasporto fognario.



## NELLE MARCHE È IN CANTIERE IL PRIMO ACQUEDOTTO ANTISISMICO

(in collaborazione con Massimo Tonelli e Carlo Ianni responsabili progetto acquedotto azienda CIIP Ascoli)

Nelle Marche è in corso d'opera il primo acquedotto anti-sismico italiano, l'Anello Acquedottistico Antisismico dei Sibillini», un progetto apripista in Italia, dal valore di circa 500 milioni di euro, per quasi 300 km di estensioni di reti tra completamenti di schemi e le prime interconnessioni tra sistemi idrici del centro-sud della regione. Servirà 134 comuni di 4 delle 5 province marchigiane - Sud di Ancona, Macerata, Fermo ed Ascoli Piceno -, coprendo una superficie di quasi 5mila km<sup>2</sup>, con 778mila abitanti da servire, quasi metà popolazione regionale. Capofila, è l'azienda idrica CIIP di Ascoli.

Con l'azienda idrica anconetana Acquamambiente Marche, finanziata inizialmente dalla norma sugli invasi e gli acquedotti in Legge di Bilancio 2018, a carico del Ministero delle Infrastrutture, oggi presa in carico da Guido Castelli, Commissario straordinario per la ricostruzione delle aree colpite dal sisma 2016-17, per la ricostruzione nella massima sicurezza multirischio, oggi possibile con risorse anche dal PNRR e dal «Fondo per l'avvio di opere indifferibili».

Per la prima volta in Italia, la progettazione di una rete idrica in una zona sismica è sorretta dall'inserimento di materiali, di tecniche di costruzione e di tecnologie di monitoraggio che permetteranno di far fronte a eventi sismici in un territorio dove i terremoti hanno sempre provocato anche sconvolgimenti idrologici profondi, con scomparse e deviazioni di falde e drastiche riduzioni di portate dei corsi d'acqua sotterranei e superficiali - in alcuni casi, da 350 litri al secondo a zero -, e dove oggi la crisi climatica colpisce con portate invernali che sembrano quelle estive.

Tutta la nuova rete idrica sarà digitalizzata, e un sistema di controllo avanzato e a distanza permetterà il suo controllo attraverso piattaforme con sistemi informatici, sensori, topografica di precisione con laser scanner e georadar. Un bel messaggio per l'intero Paese.

## ACEA RADDOPPIA CON IL PESCHIERA A PROVA DI TERREMOTO

Il Peschiera è uno dei più ricchi «serbatoi naturali» d'acqua di sorgente del mondo, con una eccezionale qualità della risorsa prelevata da una cavità-serbatoio naturale nel cuore del massiccio calcareo, che assorbe pioggia e neve come un'enorme spugna. Salisano è lo snodo idraulico di arrivo dell'acqua dalla presa del Peschiera a quota 410

metri, da dove parte il ramo superiore che dopo quasi 27 chilometri in galleria la scarica nella centrale idroelettrica, scendendo a 210 metri di quota. I 27 chilometri del ramo superiore, realizzati nel 1937 con tecnologie obsolete e non antisismiche, e in esercizio ininterrotto da oltre 80 anni in un'area sismica già provata dai grandi terremoti con gli ultimi nel 1979 e nel 2016-17, sono sotto osservazione con monitoraggi avanzati, nano-sismometrici e tenso-deformativi, gestiti H24. Ma la galleria non è ispezionabile senza causare la totale interruzione dei 9 mc/sec trasportati. In quel primo tratto in galleria non è possibile effettuare nemmeno interventi di manutenzione senza la totale interruzione del flusso idrico, che per l'area metropolitana di Roma non ha alternative, visto che serve 2,8 milioni di residenti. E questo impone il suo raddoppio e rafforzamento antisismico.

La realizzazione del «Nuovo Tronco Superiore Peschiera» per garantire la massima sicurezza del sistema acquedottistico, è la più importante opera idrica europea, e tra le più impegnative del mondo, dal costo complessivo di 1,4 miliardi di euro. I progettisti di ACEA, e il Commissario dell'opera, Massimo Sessa Presidente del Consiglio Superiore di Lavori Pubblici, lavorano ad una nuova infrastruttura in grado di trasferire 10 m<sup>3</sup> al secondo dal Peschiera più 5 m<sup>3</sup> da Le Capore, collegato a al sistema

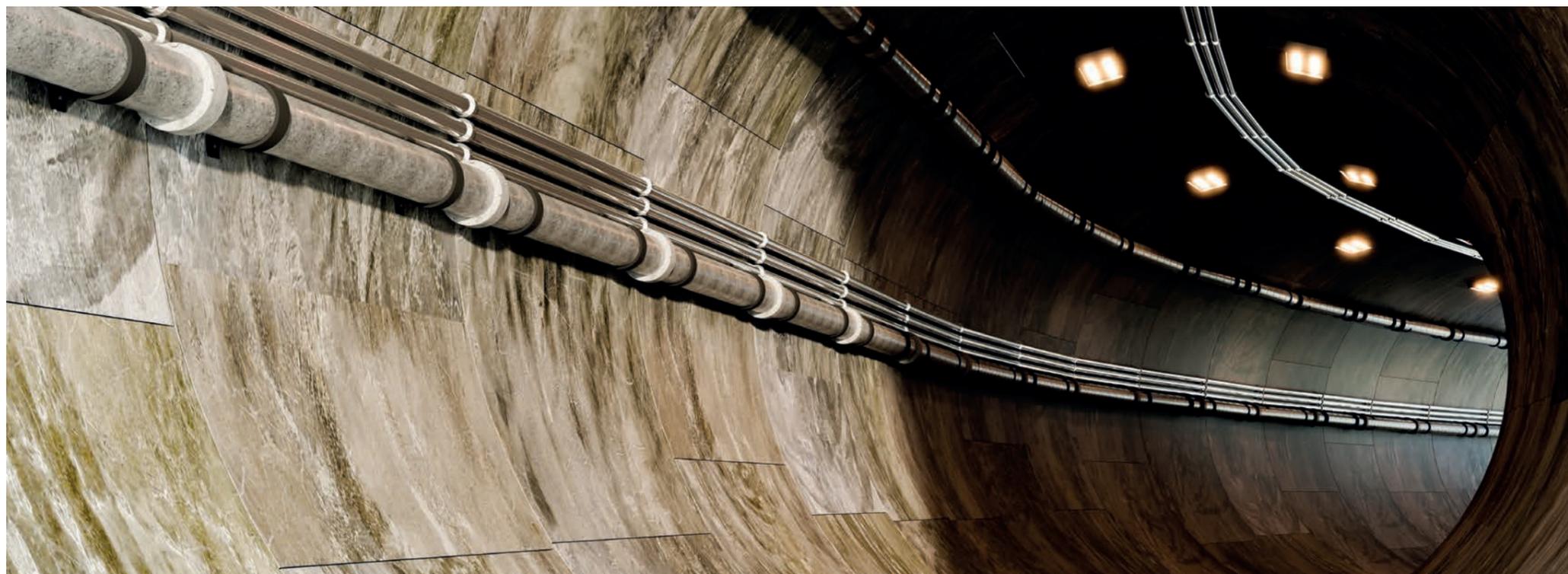
acquedottistico del Marcio, per portare l'acqua del Peschiera in circa 300 km di rete idrica, 1500 chilometri di reti di adduzione, 8100 chilometri di reti di distribuzione e diramazione agli utenti, e ad alimentare la Fontana del Peschiera di Villa Borghese, la fontana del Sole di via Bravetta e di Santa Maria della Pietà.

## Check-Up depurazione 2024

Ogni rete fognaria deve essere allacciata all'impianto di depurazione, la fase conclusiva del ciclo integrato dell'acqua che deve garantire l'eliminazione delle sostanze inquinanti per restituire all'ambiente naturale l'acqua utilizzata. Sono infrastrutture essenziali per la tutela della salute pubblica e la qualità degli ecosistemi e per il riutilizzo dell'acqua trattata con processi biologici, chimici e fisici, con rigorosi standard di qualità.

Le nostre reti fognarie per due terzi sono di tipologia «mista», cioè progettate per il collettamento degli scarichi domestici e delle acque meteoriche. Per il resto scaricano soprattutto le acque reflue domestiche cosiddette «acque nere», e per un 5% le «acque bianche» piovane. Nel 2020, l'ISTAT ha rilevato 18.042 depuratori in esercizio di varia tipologia per il trattamento delle acque reflue urbane: il 56,3% per il pre-trattamento in vasca settica tipo *imhoff* delle «acque nere», e il restante 43,7% per il trattamento secondario che rimuove biologicamente solidi sospesi e impurità. In Piemonte si concentra il maggior numero di impianti con il 22,0%, seguono l'Emilia-Romagna con l'11,2%, l'Abruzzo con l'8,8% e la Lombardia con l'8,5%. Ma solo in Valle d'Aosta e nella Provincia autonoma di Bolzano, Emilia-Romagna e Umbria il servizio pubblico di depurazione è attivo in tutti i comuni.

Il volume totale delle acque reflue confluito in tutti gli impianti in esercizio è di 9,2 miliardi di m<sup>3</sup>, molto più alto rispetto al volume complessivo dell'acqua potabile erogata agli utenti ma in entrata arriva anche l'acqua da precipitazione, scaricata nella rete fognaria da infiltrazioni, collettamento di corsi d'acqua intombati, scarichi di origine industriale. In ogni caso, gli impianti sarebbero in grado di gestire complessivamente un carico massimo di inquinanti in ingresso pari a 107 milioni di abitanti equivalenti, e attualmente il carico organico all'ingresso è di 67 milioni di abitanti equivalenti. Il 94,4% è depurato con trattamento di tipo secondario o avanzato. Il 59% degli impianti è nelle regioni del Nord, con il maggior



numero di impianti in Piemonte - 3.961 depuratori -, Emilia-Romagna con 2.015, seguita dall'Abruzzo con 1.579 impianti. La Lombardia ha il maggior carico in entrata pari a 11,1 milioni di abitanti equivalenti, seguita dalla Campania con 6,7 milioni, e dal Piemonte con 5,6 milioni di abitanti equivalenti. La nostra rete fognaria risulta di una lunghezza di circa 1 milione di km. L'ISTAT stima, nel suo ultimo rapporto che l'88,7% dei residenti in Italia siano allacciati alla rete fognaria pubblica, ma a prescindere dalla presenza o meno di impianti di trattamento e di depuratori. I residenti ancora non allacciati alla rete fognaria sono ben 6,7 milioni. La rete fognaria è ancora assente in 40 comuni, dove risiedono 386mila abitanti, lo 0,7% della popolazione, 25 dei quali sono in Sicilia. Come e dove smaltiscono le acque reflue? Ufficialmente dovrebbero utilizzare «sistemi autonomi di smaltimento reflui», ma in autonomia possono scaricare dove capita, e ci sono poi casi in cui la rete fognaria ci sarebbe ma non entra in esercizio. Ovviamente, non sempre una rete fognaria comunale può essere estesa verso un casolare sparso in una zona montana, ma non è certo per questi casi isolati che il «caso italiano» sia diventato un «caso europeo».

### TECNOLOGIE PER IL RIUSO DELL'ACQUA REFLUA

(con il contributo di Renato Drusiani Utilitalia)

In Italia, al netto di scarichi industriali e agricoli che non si collemano nel sistema fognario urbano, si producono

annualmente 9 miliardi di m<sup>3</sup> di acqua reflua urbana, in buona parte depurata ma scaricata nei fiumi o in mare. Il riuso di acque depurate, che generalmente su scala globale nei Paesi industrializzati e avanzati vale quote intorno al 13%, in Italia è intorno al 5%.

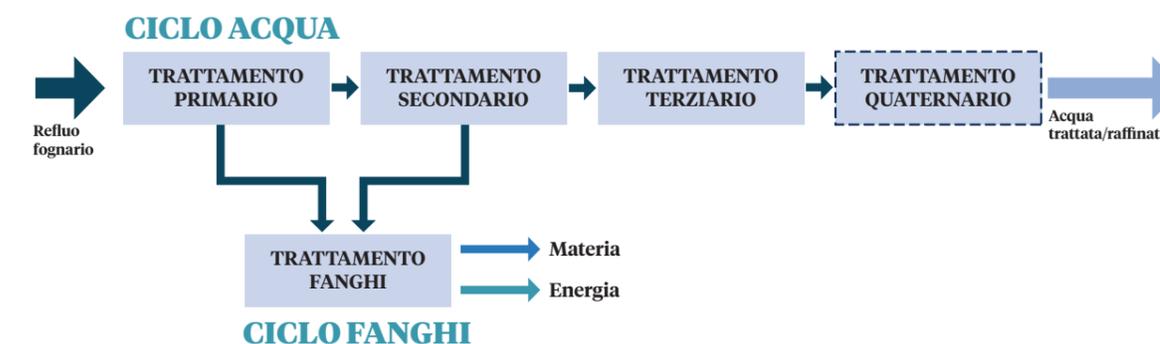
L'Italia non è certo un Paese a scarsità endemica d'acqua, e il riuso per fini antropici non è, come in aree desertiche, la nostra fonte principale. Siamo però un Paese dove nei mesi di scarsità, generalmente estivi, il riuso dell'acqua reflua può avere un senso, ed è necessario a supporto dei diversi settori di utilizzo. Dove la depurazione è «più spinta» può rappresentare un valido contributo a fabbisogni oggi soddisfatti con sprechi di acqua di falda o del rubinetto.

### LA FILIERA DEL TRATTAMENTO DELLE ACQUE REFLUE

L'ISTAT ha rilevato 18.042 «depuratori» in esercizio in Italia per il trattamento delle acque reflue urbane, di varia tipologia ma soprattutto vasche di decantazione. Il livello di depurazione ottenibile è legato agli stadi di trattamento che possono essere impiegati e che si riassumono in quattro tipologie: primario, secondario, terziario, quaternario. A queste filiere di trattamento che compongono il ciclo acqua si aggiunge poi il ciclo fanghi che comprende tutta l'impiantistica destinata a separare e trattare la frazione solida del refluo in entrata che confluisce poi nei c.d. fanghi primari e secondari.



### TRATTAMENTO DELLE ACQUE



### La sequenza dei trattamenti per la depurazione

- **trattamento primario**, per la separazione dei solidi sospesi tramite sedimentazione.
- **trattamento secondario**, con processi biologici per convertire inquinanti organici disciolti e solidi in sospensione in prodotti come biossido di carbonio e fanghi.
- **trattamento terziario** per ridurre nutrienti e sostanze residue come le componenti microbiologiche.
- **trattamento quaternario** per rimuovere componenti come composti farmaceutici e altre molecole compresse.
- **trattamento per il riutilizzo a fini antropici** (agricoli e industriali) con osmosi inversa e altri sistemi mirati per specifici utilizzi.

La prima area di innovazione nei trattamenti, come per gli impianti di desalinizzazione, è quella delle membrane, necessarie sia nei processi di «osmosi inversa» sia nei più diffusi trattamenti di microfiltrazione. L'utilizzo di membrane ha vantaggi notevoli per la separazione dei composti senza modificarne la natura e senza introduzione di nuove sostanze, per il risparmio energetico in quanto non si utilizza calore, e per la flessibilità di applicazione in diverse tipologie di concentrazioni.

Un'altra area di innovazione è collegata all'economia circolare, ovvero al recupero di elementi riutilizzabili da

sabbie e ghiaie reimpiegabili nell'edilizia, all'utilizzo di biotecnologie che trasformano il processo di depurazione in una sorta di bio-raffineria capace di recuperare sostanze che hanno valore sul mercato delle materie come cellulosa, fosforo e bio-plastiche. Dalla digestione anaerobica dei fanghi è possibile poi ricavare biogas, oltre a fertilizzanti e ammendanti da impiegarsi in agricoltura. Tutto questo, oltre ovviamente all'acqua trattata e affinata da destinare a fini irrigui o per impieghi ecologico-ambientali.

Tra le più avanzate tecnologie ci sono l'ossidazione attraverso l'ozonizzazione, processi di fotocatalisi per rimuovere contaminanti persistenti, il trattamento a ultrasuoni per distruggere e disperdere particelle solide in pre-trattamento.

### IL RISCALDAMENTO? ARRIVA DALLA FOGNA

Un'interessante prospettiva è quella del recupero del calore dal sistema fognario urbano per il riscaldamento degli ambienti, ed è tutta energia a basso costo. La temperatura delle acque reflue nelle migliaia di chilometri di scorrimento nelle condotte fognarie sotto le nostre città, mediamente ha un valore tra i 12° e i 16° C con tratti anche oltre i 20°C. Il sistema dei flussi delle acque nere di scarico è un grande scambiatore di calore sotterraneo, una fonte rinnovabile e diffusa che, attraverso tecnologie molto semplici come l'installazione di pompe di calore può essere tranquillamente sfruttato da edifici residenziali. La tecnologia sostenibile è già utilizzata in Europa, a partire dalla Francia dove l'innovativa Degrés Bleus ideata dalla Lyonnais des Eaux, società controllata da Suez, dove tra piscine comunali e edifici riscaldati spicca l'Eliseo di Parigi, il palazzo Presidenziale che dal 2011 ha integrato il sistema di recupero di calore dalle fogne per ridurre del 63% i consumi energetici e l'impatto ambientale, riducendo

di 206 tonnellate annue le proprie emissioni di CO<sub>2</sub>. In Italia c'è un primo tentativo realizzato dalla società di ingegneria della Metropolitana Milanese che gestisce il servizio idrico del capoluogo lombardo, che ha installato il sistema di produzione di energia incanalando le acque reflue in uno scambiatore di calore composto da fasci di tubi dove l'acqua di scarico entra e fuoriesce producendo uno scambio termico per la sua distribuzione nel circuito di riscaldamento di un edificio. L'elemento scambiatore è una piastra d'acciaio collocata a sei metri di profondità, in modo da essere sempre ricoperta dall'acqua e attraversata da un fluido «termovettore» in grado di assorbire calore e scaldarsi cedendola a una pompa di calore che alza ulteriormente la temperatura e la restituisce al sistema di riscaldamento dell'edificio. Agisce come un pozzo termico da cui recuperare calore per riscaldare o raffreddare gli ambienti. Al depuratore di Nosedo, periferia Sud-Est di Milano, l'acqua depurata alimenta direttamente due pompe di calore da 200 kW di potenza, usate per riscaldare o rinfrescare gli uffici dell'impianto. ENEA e Università di Bologna hanno predisposto un progetto per utilizzare l'acqua di scarico anche industriale per recuperare energia termica poiché l'acqua della doccia, dei lavaggi in lavatrice o in lavastoviglie viene scaricata in fogna a temperature elevate, come la gran parte delle acque industriali, ed è tutta energia termica che riduce l'impatto ambientale, i consumi energetici e i costi.

Sono 40 i brevetti sulla depurazione delle acque reflue realizzati dalla ricerca pubblica e universitaria in Italia e ricavati dalla nuova piattaforma Knowledge Share, inaugurata nel 2023 che riporta gli "esiti", in termini di Brevetti e di Spin off, generati dalla Ricerca Pubblica italiana.

#### 124.000 EURO AL GIORNO DI MULTE UE. 7 MILIONI DI ITALIANI SENZA DEPURATORI

Per legge, e per buonsenso, ogni rete urbana deve essere allacciata all'impianto di depurazione per restituire acqua depurata all'ambiente a tutela della salute pubblica, della qualità degli ecosistemi e per riutilizzare l'acqua trattata con processi biologici, chimici e fisici, nel rispetto dei rigorosissimi standard di qualità. Ma sono intorno al 20% gli italiani con reti fognarie inadeguate e senza collegamento a depuratori. È un dato sconcertante nell'anno 2024. Pur avendo a disposizione una rete molto ramificata, realizzata con notevoli investimenti e gestita con tecnologie avanzate, una parte dell'Italia resta nel Medioevo. Si tratta di aree urbane perlopiù piccole e medie dove la destinazione finale degli scarichi inquinanti sono fiumi e torrenti, laghi e mare, come facevano gli antichi.

L'ISTAT stima, nel suo ultimo rapporto, l'88,7% dei residenti in Italia allacciati alla rete fognaria pubblica, a prescindere dalla presenza o meno di depuratori. I residenti ancora non allacciati a un depuratore o alla rete fognaria



ufficialmente sono ben 6,7 milioni. Questa condizione "medievale" - rilevano gli ultimi dati del Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica - riguarda 930 agglomerati in procedura di infrazione per un carico organico generato pari a circa 54 milioni di abitanti equivalenti. Sono circa 2.000 piccoli e medi comuni, compresi alcuni capoluoghi di provincia, dove ancora il carico inquinante non viene convogliato - parzialmente o totalmente - verso il depuratore, o addirittura in fognatura, provocando danni non solo ambientali ma anche all'immagine del nostro Paese. La rete fognaria è ancora completamente assente in 40 comuni, dove risiedono 386mila abitanti, lo 0,7% della popolazione, 25 dei quali sono in Sicilia. Smaltiscono le acque reflue ufficialmente con "sistemi autonomi di smaltimento reflui", ma in autonomia possono scaricare dove capita, con casi in cui la rete fognaria ci sarebbe ma non è in esercizio.

L'ISTAT paragona il totale dei liquami civili scaricati nei fiumi senza trattamento depurativo ad un flusso ininterrotto di un Paese con 41 milioni di abitanti! E non a caso l'Annuario dei dati ambientali dell'ISPRA rileva alti livelli di inquinamento nelle analisi realizzate dalle 21 ARPA, le Agenzie regionali e provinciali per la protezione dell'ambiente, sulle acque lacustri e fluviali, con residui di pesticidi, insetticidi ed erbicidi. Solo il 43% delle nostre acque superficiali sono definite in "buono o elevato stato ecologico", il resto è sotto l'obiettivo della qualità. Più grave è la condizione dei laghi: solo il 20% raggiunge gli standard di qualità, e nel 21% del campione totale la concentrazione di pesticidi supera i limiti consentiti.

Ma i ritardi nel corretto trattamento di tutte le nostre acque reflue, costano tanto alle casse pubbliche, comprese le pesanti sanzioni finanziarie europee. Ogni 24 ore, infatti,

#### DISTRIBUZIONE TERRITORIALE E NAZIONALE DELLE PROCEDURE DI INFRAZIONE ATTIVE IN ITALIA E CARICO INQUINANTE GENERATO

C.G. espresso in abitanti equivalenti - 2023

MACROAREA	Causa C 251-17		Causa C 85-13		Causa C-668-19		PI 2017-2181		TOTALE	
	Numero	C.G.	Numero	C.G.	Numero	C.G.	Numero	C.G.	Numero	C.G.
NORD	4	338.831	6	250.433	73	1.429.000	73	4.724.991	156	6.743.255
CENTRO	0	2	105.230	67	4.451.854	28	174.325	97	4.731.409	257.558
SUD	70	5.656.540	6	121.232	465	3.296.458	136	4.364.851	677	43.107.204
<b>ITALIA</b>	<b>74</b>	<b>5.995.371</b>	<b>14</b>	<b>476.895</b>	<b>605</b>	<b>38.845.435</b>	<b>237</b>	<b>9.264.167</b>	<b>930</b>	<b>54.581.868</b>

Fonte: Elaborazione Utilitatis su dati MASE

dal Ministero dell'Economia e delle Finanze è come se inviassero a Bruxelles un bonifico da 124.000 euro per pagare solo la prima sanzione comminata al nostro Paese per la prima condanna della Corte di giustizia dell'Unione europea andata a sentenza. Pagheremo fino a quando saranno allacciati a reti fognarie e a depuratori tutti gli scarichi civili urbani. Le procedure sono elencate sul sito del "Commissario Straordinario Unico per la Depurazione", istituito nel 2018 per accelerare gli investimenti necessari al superamento dei contenziosi comunitari, soprattutto al Sud.

Il ritardo è soprattutto al Sud, dove lo Stato impegna ingenti risorse a fondo perduto, come anche quelle del PNRR, che restano però in gran parte non spese per mancanza di aziende idriche. Finora, abbiamo versato per sanzioni nel bilancio europeo circa 166 milioni di euro. Ma sono in arrivo altre multe per normative non attuate come la "Direttiva Quadro sulle Acque", approvata dal Parlamento e dal Consiglio europeo il 23 ottobre 2000, votata con entusiasmo anche dall'Italia che obbligava al raggiungimento e mantenimento del "buono stato ecologico" entro la data limite del 2015, poi prorogata al 2027.

Abbiamo sul groppone 4 procedure di infrazione per 5.995.371 abitanti equivalenti, per mancata o inadeguata attuazione degli obblighi di trattamento delle acque reflue urbane, anche in violazione della Direttiva 98/15/CE del 27 febbraio 1998 e del Regolamento 1882/2003 del Parlamento europeo e del Consiglio. La maggior parte delle procedure - per 677 agglomerati - è al Sud con il 73% degli agglomerati e il 79% del carico generato. In misura minore, casi di non conformità si registrano anche al Nord e al Centro.

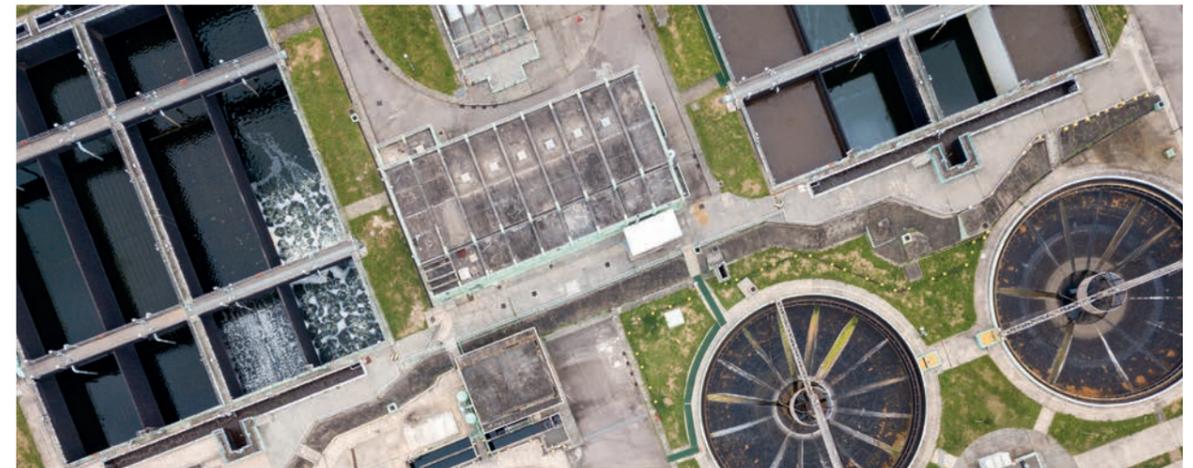


## Reti 4.0 del servizio idrico integrato

- Tecnologie per la gestione delle reti con sistemi di controllo operativi.
- Tecnologie Intelligenti per la diagnostica di sistema.
- Tecnologie per l'ottimizzazione della distribuzione di acqua con algoritmi di IA.
- Tecnologie di monitoraggio in tempo reale utilizzando sensori intelligenti e algoritmi.
- Tecnologia per la manutenzione predittiva utilizzando l'Apprendimento Automatico e l'analisi dei dati storici, con l'IA.
- Tecnologie per il rilevamento perdite.
- Tecnologie di monitoraggio della qualità dell'acqua.
- Tecnologie per la risposta alle emergenze.
- Tecnologie per la decentralizzazione e distrettualizzazione dei sistemi idrici a rete.

### DISTRIBUZIONE

- Reti intelligenti o *Smart Grid*, applicate ai sistemi di distribuzione dell'acqua con la tecnologia *Internet of Things*.
- Sensori intelligenti all'interno della rete di distribuzione dell'acqua consentono di monitorare costantemente la qualità dell'acqua, pressione, flusso e perdite.
- Analisi dei dati avanzata con Big Data e l'Apprendimento Automatico per analizzare le informazioni provenienti dalla rete di distribuzione per anticipare i problemi, identificare i punti deboli e ottimizzare l'efficienza operativa.



- Controllo da remoto e automazione.
- Tecnologie di rilevazione e riparazione perdite con monitoraggio acustico e ispezioni con robot, droni, aerei.
- Sistemi di trattamento decentralizzato.
- Sistemi di gestione intelligente della domanda
- Pompe e valvole per calibrare la spinta dell'acqua attraverso le tubature.
- Serbatoi di stoccaggio per immagazzinare l'acqua potabile con sensoristica per gestire flussi costanti.
- Strumentazione di monitoraggio e controllo dai sensori di pressione ai flussimetri ai sistemi di telemetria.
- Automazione per migliorare l'efficienza operativa.
- Materiali innovativi.
- App per il monitoraggio e la gestione.

### RISPARMIO IDRICO

- Rubinetti e docce a basso flusso.
- Toilette a scarico ridotto.
- Sensori di movimento e di presenza.
- Risparmio idrico nei giardini, prati e campi agricoli.
- Sistemi di raccolta delle acque piovane.
- Rubinetti a chiusura automatica.
- Dispositivi di monitoraggio e controllo domestico.
- Contatori d'acqua intelligenti.
- Isolamento termico delle tubature dell'acqua calda.

- Elettrodomestici ad alta efficienza energetica.
- Educational Technology con app e dispositivi di insegnamento anche online.

### DEPURAZIONE E RIUSO DELLE ACQUE REFLUE RIGENERATE

- Tecnologie per il trattamento primario.
- Tecnologie di trattamento biologico.
- Tecnologie di filtrazione.
- Tecnologia di osmosi inversa.
- Tecnologia di evaporazione.
- Tecnologie di distillazione.
- Tecnologia di scambio ionico.
- Tecnologia di ozonizzazione.
- Trattamento avanzato.
- Sistemi di disinfezione post-trattamento con uso di cloro, ozono o raggi UV.
- Sistemi di controllo e monitoraggio con sensori, analisi dei dati e automazione.
- Clorazione.
- Disinfezione ultravioletta UV.
- Coagulazione e flocculazione.
- Assorbimento.
- Elettrodialisi.
- Tecnologie avanzate di trattamento.
- Tecnologie per il riuso dell'acqua depurata.

## La desalinizzazione

### CAPACITÀ DI DESALIZZAZIONE NEL MONDO

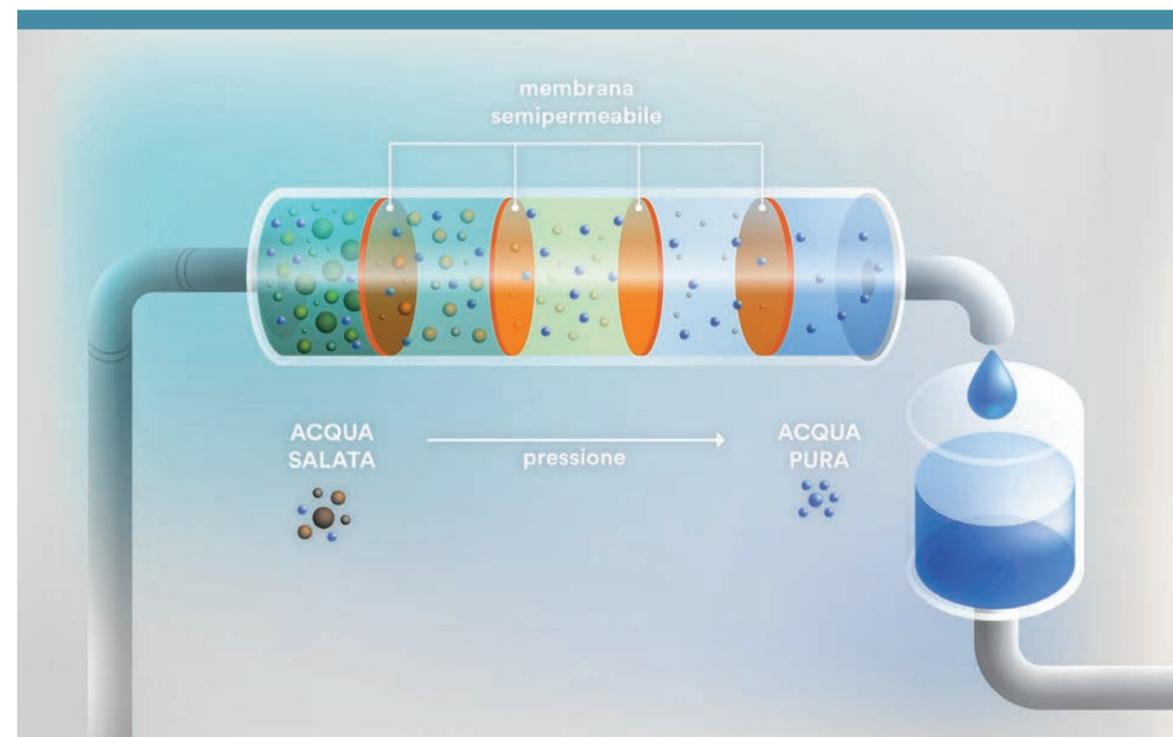
L'acqua prodotta per desalazione fa parte della "famiglia" delle acque non convenzionali, ed ha come principale tecnologia il sistema di membrane, sempre più sofisticate, sottili, resistenti alla pressione e alla corrosione, e l'innovazione nell'applicazione dell'*osmosi inversa*. La desalazione delle acque marine o salmastre è in crescita grazie all'innovazione tecnologica che ha diminuito in maniera sostanziale i costi di produzione, e mitigato l'impatto ambientale degli scarichi di salamoia in mare. La desalazione ha tre sfide davanti a sé: l'energia, le membrane e lo scarico di salamoia.

### CAPACITÀ DI DESALINIZZAZIONE IN ITALIA

In Italia i dissalatori coprono appena l'1% del fabbisogno idrico del Paese. Di fronte a gravi fenomeni di siccità, trasformare l'acqua del mare in acqua dolce, è una delle soluzioni proposte da amministrazioni locali in aree costiere. Abbiamo nel nostro Paese dissalatori costruiti dagli anni Novanta soprattutto a supporto di aree industriali e turistiche. La Sicilia ha la storia più lunga, risalente al primo dissalatore di Ustica, ultimato nel 1995, e oggi ha impianti sulle isole di Pantelleria, Lampedusa, Linosa e Vulcano con portate complessive di 460 m<sup>3</sup> d'acqua

all'ora. In Toscana gli impianti di dissalazione forniscono acqua potabile agli abitanti delle isole di Giannutri, Capraia e all'Isola del Giglio. Nel Lazio è in funzione a Ventotene ed è previsto sull'isola di Ponza un "dissalatore temporaneo" come quello collocato nella siccità 2022 tra Taglio di Po e Porto Tolle, in provincia di Rovigo, noleggiato dalla Spagna per fornire acqua a cinquemila abitanti del Polesine. La legge con "Disposizioni per il recupero dei rifiuti in mare e nelle acque interne e per la promozione dell'economia circolare", cosiddetta "*Salva Mare*", entrata in vigore il 25 giugno 2022, permette la costruzione di dissalatori in assenza di alternative. Per gli usi civili è l'Acquedotto Pugliese che farà di Taranto la prima grande città italiana dove il servizio idrico sarà integrato con la dissalazione a *osmosi inversa*, che preleverà l'acqua alla foce del torrente salmastro Tara, per produrre l'equivalente del fabbisogno idrico giornaliero di 385.000 persone, con potenzialità di 55.400 m<sup>3</sup>/giorno di acqua potabile. L'entrata in esercizio è prevista nel 2026. È un investimento di circa 100 milioni di euro. Nel progetto saranno sperimentate soluzioni sia per l'utilizzo della salamoia per la produzione nelle saline, sia per il recupero di minerali. Altri dissalatori in fase di progettazione sono a Gela per 7.000 m<sup>3</sup>/giorno, a Brindisi per 9.300 m<sup>3</sup>/giorno, all'Elba per produrre 6900 m<sup>3</sup>/giorno, in Val di Cornia per 25 mila m<sup>3</sup>/giorno.

### OSMOSI INVERSA



Elaborazione 3D: Neww



### DESALINIZZAZIONE

- Progetto Europeo Medina dell'Istituto di Tecnologia delle Membrane CNR.
- Tecnologie di ottimizzazione processi di desalinizzazione con IA.
- Desalinizzazione evaporativa.
- Desalinizzazione per scambio ionico.
- Desalinizzazione a membrana con osmosi inversa.
- Vapor Compression Distillation.
- Membrane Distillation.
- Desalinizzazione a evaporazione flash.
- Desalinizzazione a pressione ionica.
- Desalinizzazione a energia solare.
- Desalinizzazione a energia geotermica.
- Desalinizzazione a energia cinetica.
- Tecnologie per l'ottimizzazione energetica.
- Tecnologie per l'adattamento alle variazioni ambientali.
- Tecnologie per il controllo predittivo.
- Tecnologie per la manutenzione predittiva.

- Tecnologie per check-up membrane e materiali.
- Tecnologie per il monitoraggio della qualità dell'acqua prodotta.

### DESALINIZZAZIONE SOTTOMARINA

- Desalinizzazione sottomarina a osmosi inversa.
- Sfruttamento dell'energia delle correnti marine.
- Turbine ad acqua di mare per generare energia.
- Tubi di scambio termico sommersi.
- Innovazioni nei materiali delle membrane.
- Robustezza dei sistemi subacquei.

### DESALINIZZAZIONE A ENERGIA RINNOVABILE

- Alimentazione a energia solare.
- Alimentazione a energia eolica.
- Alimentazione a energia geotermica.
- Alimentazione dall'energia prodotta dalle onde e dalle maree.
- Alimentazione da combustibili biologici.
- Accumulo di energia.

**RECUPERO E RIUSO DELLA SALAMOIA**

- Produzione di energia.
- Irrigazione per colture che tollerano concentrazioni di sali.
- Industria chimica.
- Produzione di sale.
- Allevamento di crostacei e pesci resistenti alla salinità.
- Trattamento delle acque reflue.
- Produzione materiali.
- Tecnologie di cristallizzazione avanzate.
- Utilizzo nell'industria del freddo.

**PANORAMICA DELLE PRINCIPALI SOLUZIONI TECNOLOGICHE PER LA GESTIONE DELLE ACQUE REFLUE SALINE**

CATEGORIA DI SOLUZIONI	SOTTOCATEGORIA	PRINCIPALI TIPI DI SOLUZIONI	DESCRIZIONE DELLE APPLICAZIONI (TECNOLOGICHE)	ASPETTI CRITICI E LETTERATURA
<b>Rimedi basati sull'infrastruttura</b>		Idroterapia	Utilizzo a scopo terapeutico e curativo (piscine di acqua salata)	Non elimina il problema dello smaltimento; opzione ancora da introdurre
		Applicazione a terra	Utilizzo per l'irrigazione salina; utilizzo per la rigenerazione delle zone umide costiere e interne	Salinizzazione del suolo nell'irrigazione come sfida; la rigenerazione delle zone umide non elimina la salamoia
	<b>Utilizzo per altri settori</b>			
		Assunzione sicura	Riduzione della velocità dell'acqua di alimentazione; aggiunta di barriere fisiche e sistemi di bypass per prevenire lurtor; scelta di aree idrologicamente attive (ma meno biologicamente produttive e a rischio) per l'aspirazione; prevenzione dell'erosione delle condotte	Ogni tecnologia/intervento di assunzione sicura dovrebbe essere valutato e testato a livello locale
		Scarico zero-liquidi	Combinazione di diverse tecnologie caratterizzate come scarico minimo-liquidi (MLD), scarico zero-liquidi (ZLD o ZLQ) o dissalazione zero-liquidi mirante a eliminare la salamoia aumentando il tasso di recupero dell'alimentazione (ad esempio, vicino al 100%) e/o convertendo i rifiuti liquidi in prodotti solidi	Ci sono vari impianti sperimentali e metodi in base alla salamoia e alle condizioni locali, ma largamente considerata come una via futura per la dissalazione; processo complesso, intensivo in termini di energia ed emissioni, con ulteriori requisiti normativi necessari per tecnologie e utilizzi; eliminare la salamoia liquida è piuttosto un programma di ricerca o un obiettivo finale della dissalazione piuttosto che una tecnologia o un approccio concreto in sé
		<b>Smaltimento sicuro</b>	Iniezione in superficie o in pozzo profondo	Scarico in acque superficiali, reti di fognature, formazioni rocciose o acque profonde
		Scarico in zone specifiche (zone di scarico)	Scarico in zone regolamentate e specificate (ad esempio, aree più profonde con idrodinamica ad alta turbolenza)	Regolamentazioni severe come principio generale per qualsiasi strategia di scarico
<b>Rimedi basati sulla salamoia</b>		Sequestro di carbonio	Utilizzo di salamoia per la cattura, lo stoccaggio e l'utilizzo del CO <sub>2</sub>	Diverse tecnologie sono praticabili utilizzando adsorbenti e tecnologie di conversione del CO <sub>2</sub> ; lo smaltimento del CO <sub>2</sub> attraverso l'iniezione nelle falde acquifere può creare salamoia
	<b>Riutilizzo e recupero</b>	Recupero di minerali, sale e materiali preziosi	Varie (combinazioni di) tecnologie per il recupero di minerali, sale, metalli e altri materiali dalla salamoia	A seconda dei mercati del sale e del consumo, il recupero del sale può essere redditizio; le tecnologie per il recupero dei metalli sono ancora immature per le applicazioni su scala industriale; nessuna singola tecnologia autonomamente è la migliore per il recupero minerale (piuttosto una combinazione di tecnologie); nonostante molti esperimenti per estrarre materiali preziosi (ad esempio, magnesio, oro, uranio, bromo, potassio, cesio, rubidio e litio) dalla salamoia, i processi sono in gran parte non economici/commerciali al momento. Ulteriori ricerche sono necessarie sulla fattibilità economica, sui casi aziendali e gli impatti ambientali su ciascuna tecnologia di recupero
		Recupero energetico	Recupero di energia dalla salamoia; cioè, energia chimica risultante dal gradiente di salinità (Potenza del Gradiente di Salinità o SGP)	Molte delle tecnologie SGP rimangono costose, poco performanti e vulnerabili all'incrostazione delle membrane utilizzate; il recupero di energia è una opzione promettente ma ancora emergente

Segue

## PANORAMICA DELLE PRINCIPALI SOLUZIONI TECNOLOGICHE PER LA GESTIONE DELLA SALAMOIA

CATEGORIA DI SOLUZIONI	SOTTOCATEGORIA	PRINCIPALI TIPI DI SOLUZIONI	DESCRIZIONE DELLE APPLICAZIONI (TECNOLOGICHE)	ASPETTI CRITICI E LETTERATURA
Rimedi basati sulla salamoia	Trattamento prima dello scarico	Adsorbimento	Utilizzo di adsorbenti come modo per rimuovere sale, composti organici, metalli pesanti o altri inquinanti	Necessità di adsorbenti con un'elevata capacità di adsorbimento per garantire la fattibilità su larga scala; l'(bio) adsorbimento come un nuovo metodo di trattamento che richiede un elevato livello di selettività e sperimentazione con materiali utilizzati
		Stagni di evaporazione	Evaporazione della salamoia in stagni e raccolta del sale residuo	Tecnologia comune e accessibile, ma l'inquinamento delle acque sotterranee e la salinizzazione del suolo dovrebbero essere evitati; altre considerazioni includono le dimensioni dello stagno, la manutenzione, l'uso del suolo e il funzionamento continuo, mentre la tecnologia è piuttosto costosa (ad esempio, 10 USD per metro cubo) e operativa solo per basse capacità
		Disinfezione	Considerata come una fase di pre-trattamento mediante varie tecniche di disinfezione come la clorazione	I solventi clorurati influiscono negativamente sugli ecosistemi acquatici
		(Pre-)Diluizione	Miscelare la salamoia con acqua di mare o altri tipi di acqua e/o aumentare l'area di scarico per diffondere la salamoia in mare attraverso l'uso di multiple zone o processi di miscelazione (ad esempio, collegando diffusori a impianti di scarico esistenti o nuovi) e punti di scarico	Un approccio comune ed economicamente conveniente, ma richiede una pianificazione attenta e normative; la diluizione potrebbe ridurre l'inquinamento ma non riduce la salinizzazione o lo scarico di calore; la pre-diluizione (miscelazione con altre acque prima dello scarico) come una strategia tradizionale per minimizzare gli impatti della salamoia con l'uso di diffusori nello scarico sottomarino come la soluzione più ampiamente utilizzata grazie alla loro elevata capacità di diluizione, le soluzioni di pre-diluizione dovrebbero essere valutate in base ai costi di pompaggio
Interventi basati sugli impianti	Minimizzazione incrementale della salamoia	Approcci per aumentare il tasso di recupero; ad esempio, aggiornamento/incremento incrementale delle tecnologie di dissalazione	Nessuna tecnologia chiaramente autonoma per aumentare incrementalmente il tasso di recupero, mentre la maggior parte delle strategie di minimizzazione della salamoia richiede cambiamenti/investimenti in nuovi sistemi	
	Decremento incrementale di altre sostanze	Decremento incrementale di altre sostanze	Richiede materiali alternativi e il confronto degli impatti sulla qualità richiesta dell'acqua dissalata finale	

Fonte: Researchgate.net

## La gestione dell'acqua nelle città spugna

Reagire, sfidare il clima e le sue estati sempre più torride, o le precipitazioni sempre più estreme e concentrate con la gestione dell'acqua come elemento centrale della pianificazione urbanistica. Gli effetti del riscaldamento globale richiedono una svolta radicale, mettendo al centro il Piano Regolatore delle Acque, per creare condizioni in

grado di assorbire il più possibile la «troppa acqua» degli eventi climatici più estremi, per poterla utilizzare con intelligenza quando serve. Con de-pavimentazioni, per aumentare i suoli-spugna non più impermeabilizzanti di parcheggi e aree inutilmente cementificate alle loro funzioni di assorbimento, immagazzinamento, incanalamento e scorrimento fuori dall'area abitata, per recuperarla per irrigazione di parchi e giardini e aziende agricole urbane, ricarica di falde acquifere, altri riutilizzi.



## TECNOLOGIE PER CITTA SPUGNA

- reti di monitoraggio con sensori intelligenti;
- modellazione idrologica;
- formazione e coinvolgimento dei cittadini;
- pianificazione partecipata;
- materiali;
- serbatoi di stoccaggio con tecnologie di “lettura digitale”;

- sistemi basati su sensori e IoT;
- sistemi di raccolta e riuso delle acque piovane;
- filtri e dispositivi di pretrattamento;
- pompe e sistemi di distribuzione;
- edifici con tetti e pareti verdi;
- riorganizzazione di aree parco e zone umide urbane;
- sistemi di drenaggio e filtrazione naturale.

## Azioni per le città spugna

- **tetti e pareti verdi**, con coperture di vegetazione che assorbono l'acqua piovana e contribuiscono a limitare le inondazioni, riducendo il deflusso e il sovraccarico degli impianti fognari e quindi anche l'inquinamento evitando sversamenti di reflui.
- **ripristino di aree golenali**, aumentando anche biodiversità dove la vegetazione trattiene e assorbe acqua, proteggendo le zone urbane.
- **separare il più possibile il deflusso dell'acqua piovana dal sistema fognario** che va tenuto sempre nella massima efficienza con ispezioni e pulizie per evitare intasamenti da detriti o radici di alberi e foglie o altro, e per evitare il sovraccarico delle acque meteoriche e il loro contributo alle inondazioni.
- **realizzare a monte delle aree urbane bacini idrici di laminazione delle acque** di piena dei fiumi e dei torrenti, con serbatoi di stoccaggio a cielo aperto periferici.
- **realizzare dentro le aree urbane** serbatoi interrati di stoccaggio di acqua piovana, piazze-acquatiche e giardini-spugna e sistemi di canali e stagni come aree drenanti per assorbire acqua durante gli eventi meteorologici, e sistemi frangi-piena che rallentano la velocità dell'acqua.
- **realizzare serbatoi sotto condomini e quartieri**, per lo stoccaggio di acqua piovana, riutilizzabile per vari usi.
- **diminuire l'impermeabilizzazione urbana** per favorire il drenaggio dell'acqua.
- **aumentare la permeabilità naturale del terreno** con pavimentazioni con materiali altamente porosi, sostituendo superfici impermeabili con erba e aree a giardino per aumentare l'assorbimento nel terreno e anche la vivibilità urbana.
- **migliorare il sistema di monitoraggio delle acque urbane e di allarme**, dando corrette informazioni e istruzioni ben comunicate con sistemi digitali e l'uso di tecnologie di Intelligenza Artificiale.

## La “manutenzione” dell’acqua

Gli operatori dei Consorzi di bonifica dell’ANBI, essenziali nella gestione dei grandi e piccoli canali e delle opere irrigue, sarebbero sempre più da impegnare anche sul fronte della riduzione del rischio idrogeologico, nella tenuta del reticolo di canalizzazioni idriche montane e collinari per permettere lo scorrimento il più possibile controllato delle acque a valle devastando aree urbane, e nella gestione di piccoli e medi invasi anche per ridurre le devastazioni degli incendi dolosi e colposi con la media di 106.894 ettari di verde bruciati all’anno.

La ritrovata biodiversità dell’Italia, con il raddoppio della superficie verde nell’immediato dopoguerra, con alberi e vegetazione di foreste e aree boscate e macchia mediterranea che occupano oggi un terzo del territorio italiano - 11.778.249 ettari su 30.133.800 -, con una forte espansione su aree un tempo coltivate in zone collinari e montane, richiede monitoraggio e manutenzioni costanti con tecnologie innovative.

Serve l’opera costante e ordinaria di salvaguardia idrogeologica lungo sponde fluviali e reti di fossi e canali con opere di ingegneria naturalistica, bacini di laminazione, la modellazione tecnologica del terreno, sistemi di controllo del flusso di acqua. In queste attività si utilizzano oggi moderni mezzi di scavo, nuovi materiali anche sintetici per rivestire le sponde come geo-membrane, polimeri e calcestruzzi autoriparanti, e tecnologie per monitorare dati e manutenzione, con stazioni di pompaggio e pompe idrauliche di varia tipologia: centrifughe, a vite di Archimede, a pistoncini, a elica e stazioni di pompaggio.



## Le infrastrutture idriche gestite dai consorzi di bonifica

- **231.044** km di canali di irrigazione e di drenaggio che trasportano acqua dalle fonti ai campi coltivati e la rimuovono quando è in eccesso, sia a cielo aperto che interrati.
- **914** serbatoi, vasche di compenso e bacini di stoccaggio di acqua dove farle confluire o assorbire se in eccesso, limitando il rischio di inondazioni e immagazzinando acqua piovana o proveniente da altre fonti per l’irrigazione nei periodi meno piovosi o siccitosi. Sono realizzati anche con tecniche di ingegneria verde, a basso impatto ambientale e utilizzando materiali naturali e locali.
- **576** sbarramenti fluviali irrigui.
- **54** grandi dighe per usi agricoli, riconvertite ad usi polivalenti: oltre l’irriguo, anche l’idropotabile e l’idroelettrico. La loro capacità di stoccaggio complessiva è di circa 980 milioni di m<sup>3</sup>.
- **960** pompe e impianti di sollevamento meccanico delle acque per l’irriguo e per la difesa idrogeologica, con una portata complessiva di 4.949 m<sup>3</sup>/sec, con 1.668 stazioni di pompaggio per usi irrigui.
- **22.839** briglie e sbarramenti per la laminazione delle piene, a servizio di un’area drenante di 9.592.611 ettari.
- **16.686** km di sponde fluviali e marittime, con sistemi di misurazione per gestire l’acqua in modo efficiente, monitorando il suo utilizzo e pianificando i flussi.



## L’Intelligenza Artificiale per il controllo dell’Italia fragile

### I SISTEMI DI PREVISIONE

- sistemi di monitoraggio idro-meteorologico;
- modellistica idrologica con l’Intelligenza Artificiale e Big Data;
- IT-Alert per diffusione allarmi su telefonia mobile;
- Chatbot per veicolare informazioni;
- sistemi di comunicazione per garantire connettività in emergenza con reti radio, switchando connessioni su sistemi satellitari e comunicazioni mesh;
- sistemi di sorveglianza con droni e satelliti;
- robotica;
- IA e tecnologie per sistemi di difesa fluviale come casse di espansione, difese arginali, canali scolmatori e altre opere strutturali;
- manutenzione ordinaria e straordinaria di argini e reticolo idraulico minore;
- ripristini ambientali;
- manutenzione delle reti di drenaggio;
- paratoie mobili;
- algoritmi di Apprendimento Automatico per identificare modifiche nell’idrologia, topografia, condizioni strutturali di suolo e vegetazione;
- satelliti e sensoristica per “mappature” cartografiche dinamiche;
- modelli interpretativi della pericolosità idrogeologica e localizzazione aree soggette ad allagamenti, frane ed erosione costiera;
- identificazione della pericolosità;
- valutazione della pericolosità;
- inventario dei beni a rischio;
- tecnologia Synthetic Aperture Radar con radar a bordo di satelliti, droni o da piattaforme basate a terra;
- Interferometric Synthetic Aperture Radar per misurare spostamenti millimetrici del terreno;
- immagini ottiche da satelliti o da piattaforme aviotrasportate o basate a terra;
- Laser Imaging Detection And Ranging con luce laser per mappe 3D dei terreni;
- Digital Elevation Model per dinamiche nei territori più fragili;
- sistemi di monitoraggio termico da satellite e da piattaforma aerea o terrestre;
- Global Navigation Satellite System da satelliti di posizionamento e di navigazione;
- Costellazione Sentinel del programma Copernicus dell’Ente Spaziale Europeo con sensori ottici, termici e radar;
- Georadar e Laser Scanner per rilievi tridimensionali del sottosuolo con onde elettromagnetiche ad alta frequenza per individuare falde acquifere, monitoraggio sottoservizi e rivestimenti di gallerie di acquedotto e tenuta di argini fluviali;
- sensoristica a terra indispensabile per la valutazione della pericolosità e del rischio di frana con sensori geotecnici come inclinometri, piezometri ed estensimetri, sensori termici, acustici e di deformazione delle strutture.

## Idrogeo Ispra. Monitoring delle alluvioni

La **Piattaforma nazionale IdroGEO**, applicazione web open data, open source e multilingua, sviluppata da ISPRA consente di visualizzare, interrogare, scaricare e condividere mappe e dati sul dissesto idrogeologico in Italia. È strutturata in due sezioni: “Pericolosità e rischio” per frane e alluvioni con dati di contesto (popolazione residente, famiglie, edifici, imprese e beni culturali), e “Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia” con i dati relativi alle frane censite. Oltre alla navigazione sulla mappa (zoom, pan, gestione dei livelli informativi, ricerca di località o indirizzi), la piattaforma fornisce funzionalità di interrogazione dei dati, creazione di report e condivisione sui social media, fino alla possibilità di verificare la pericolosità in un punto di interesse, o calcolare uno scenario con gli elementi esposti a frane e alluvioni su un poligono di interesse disegnato dall'utente. La piattaforma consente inoltre la visualizzazione dell'archivio multimediale di foto e video associati alle frane, la segnalazione di nuovi fenomeni sul territorio. Attualmente è in corso lo sviluppo di nuove funzionalità, nell'ambito dell'Infrastruttura di ricerca *Geosciences IR* finanziata dal PNRR, come il visualizzatore 3D, le live webcam e la gestione e visualizzazione dei dati di monitoraggio frane acquisiti da sensori, dati sulle frane più significative del territorio nazionale.

### IL MODELLO IDROGEO DI ISPRA



## I NUOVI PIANI DIGITALI COMUNALI DI PROTEZIONE CIVILE

È un obbligo per tutti i comuni redigere, pubblicare e diffondere il Piano di Protezione Civile, ed è uno degli atti più importanti approvati da tutti i consigli comunali. Eppure, molto raramente il faldone viene consultato e diffuso. Per sua natura, è un documento corposo, con quadri tecnici e allegati che contengono una enorme mole di dati e informazioni, quasi sempre con un linguaggio necessariamente tecnico-normativo.

Nella strategia di prevenzione dei rischi naturali e nelle emergenze, i cittadini devono diventare sempre più soggetti attivi. E l'attività di informazione, formazione e di pratiche di protezione civile può essere favorita da Chatbot in grado di “tradurre” la ricca mole di informazioni tecniche sulla rischiosità naturale che ci circonda in un linguaggio alla portata di tutti. Per rendere i piani comunali di facile lettura, chiari e immediati nella conoscenza dei rischi, e con risposte per ogni domanda, è in corso la costruzione del modello proposto dalla Fondazione Earth Water Agenda con esperti di Protezione Civile, Università, Anci, co-progettato con i tecnici di Leonardo. Applica algoritmi di IA che permettono di far interagire i cittadini con Chatbot, ricevendo risposte esaurienti dai dati del Piano comunale, interfacciato e integrato con i supporti informativi della Protezione Civile nazionale, la piattaforma IdroGeo dell'ISPRA, il nuovo “Sistema avanzato ed integrato di monitoraggio e previsione del territorio” del Ministero dell'Ambiente, con dati CNR, ENEA, Centro Euromediterraneo sui Cambiamenti Climatici, e altri enti scientifici e degli stessi servizi tecnici comunali. Seleziona, processa e risponde con il linguaggio più chiaro possibile a quesiti su rischi di alluvioni, frane, terremoti, eruzioni vulcaniche, bradisismo, mareggiate, siccità, incendi e altre emergenze.

L'applicazione prevede un'interfaccia web e l'APP mobile su smartphone, e il piano in digitale dei modelli e simulazioni dei rischi su sistemi cartografici geo-referenziati, con *layer* sulla localizzazione dei rischi. Chiunque, attraverso un like o un vocale in feedback, potrà porre domande essenziali ricevendo risposte immediate sugli scenari di rischio presenti nella sua area urbana, sulla propria abitazione o sul suo luogo di lavoro, su quali misure attivare per proteggersi, a quali istituzioni rivolgersi, come accedere a bonus e sismabonus per aumentare la sicurezza o a incentivi per l'acquisto di dispositivi di difesa.



## LE TECNOLOGIE PER LA GESTIONE DEI SOCCORSI

- **Tecnologie per sistemi di allarme precoce** con l'IA per identificare rapidamente possibili situazioni di emergenza.
- **Tecnologie per l'analisi dei dati idrologici e modellazione idraulica del rischio** con l'IA per valutare le portate dei corsi d'acqua, saturazione del suolo, tenuta dei sistemi di difesa e altri parametri chiave.
- **Mappatura delle aree a rischio con l'Intelligenza Geo-spaziale** e l'utilizzo di dati satellitari, sistemi di osservazione della Terra e GIS.
- **Analisi del rischio con Big Data.**
- **Monitoraggio catastrofi con Intelligenza Geospaziale con analisi delle immagini** raccolti da droni e satelliti per monitorarne l'evoluzione in tempo reale, fornendo informazioni utili ai soccorritori.
- **Tecnologie per la modellistica idraulica e le simulazioni con modelli di flusso.**
- **Tecnologie per Supporto Decisionale** basati sull'IA ai sistemi gestiti dalla Protezione Civile.
- **Sistemi di comunicazione in emergenza** con reti di comunicazione indipendenti e connettività satellitare.
- **Tracciamento squadre di soccorso** utilizzando dati di geolocalizzazione e sensori IoT.
- **Ricerca e soccorso** con robot per cercare persone disperse sotto le macerie o in aree pericolose per gli esseri umani.
- **Monitoraggio delle infrastrutture** con sensori IoT per verificare l'integrità di ponti, dighe, strade, centrali elettriche e impianti idrici e altro.
- **Ispezioni e interventi su infrastrutture con robot** per verifiche e riparazioni di attraversamenti, linee elettriche, condotte idriche e altro.
- **Formazione dei soccorritori** con tecnologie immersive che permettono simulazioni realistiche di scenari di catastrofe.
- **Mappe di aree colpite in 3D** da droni.

# Un piano nazionale integrato per la sicurezza idrica e idrogeologica

## Perché serve ed è urgente un piano per l'acqua?

### 17,7 MILIARDI ALL'ANNO PER SALVARE L'ACQUA

Il Piano per l'acqua, lo sappiamo, è l'araba fenice che riappare sempre quando pezzi d'Italia sono in modalità emergenza idrica. Passata l'emergenza, evapora. Non viene però considerato come priorità nazionale. Per un piano per l'acqua non si trovano mai risorse, a differenza dei lavori «di facciata» come la mega-spesa complessiva che in soli tre anni avrebbe erogato qualcosa come 138,5 miliardi euro di fondi pubblici per finanziare i superbonus edilizi 110% e il «bonus facciate».

Ecco perché presentiamo una possibile pianificazione della sicurezza idrica e idrogeologica in Italia, con azioni, opere e interventi finanziari e legislativi nell'arco di una decina di anni, per poi continuare ancora con gettiti finanziari stabili e adeguati ai fabbisogni. Abbiamo aggiornato e ampliato il primo report sulla «Water Economy in Italy», realizzato un anno fa per l'Osservatorio PROGER sulle Infrastrutture del futuro, presentato al Senato della Repubblica nella giornata mondiale dell'acqua del 21 marzo 2023, con l'associazione «Italiadecide». Non si tratta di cifre a caso, ma di un piano finanziario alla nostra portata finanziaria, che parte dall'analisi delle criticità dei singoli settori di utilizzo dell'acqua e di difesa dalla «troppo acqua» e «poca acqua», dall'urgenza di un restyling legislativo della Legge Galli e di nuove norme per una regolazione complessiva dei prelievi e degli utilizzi, del superamento di clamorosi ritardi e dell'eccessiva frammentazione delle competenze che impediscono l'integrazione e il fare sistema tra settori che utilizzano le stesse fonti di risorsa. La necessità è quella di aprire una

### PIANO NAZIONALE PER LA SICUREZZA IDRICA E IDROGEOLOGICA

SETTORI DI INTERVENTO	Importo decennale (miliardi di euro)	Media annuale (miliardi di euro)	Valore %
Servizio idrico integrato (60% garantito da tariffa)	70	7000	39,7
Manutenzioni di briglie, idrovore, reti e canali irrigui dei Consorzi di Bonifica	8	800	4,5
20 nuove dighe e 5000 piccoli invasi	18	1800	10,2
Disinterramento dighe	10	1000	5,7
Infrastrutture per il riuso di acque reflue rigenerate	6	600	3,4
Impianti di desalinizzazione	2,5	250	1,4
Impianti per la ricarica falde	1,5	150	0,8
Infrastrutture per le città-spugna	4	400	2,3
Efficienza e aumento di produzione idroelettrica	10	1000	5,7
Sistemi di recupero di acqua e tecnologie per l'efficienza idrica in agricoltura e industria	6	600	3,4
Sistemi e tecnologie per monitoraggi, ricerca e sperimentazioni	2	200	1,1
<b>Totale gestione Acqua</b>	<b>138</b>	<b>13800</b>	<b>78,2</b>
Opere e interventi strutturali per la difesa dal dissesto idrogeologico	25	2500	14,2
Tecnologia, Monitoraggi e Ricerca	1,5	150	0,8
Manutenzione del reticolo fluviale e dei versanti collinari e montuosi	7	700	4,0
Investimenti della Protezione Civile	5	500	2,8
<b>Totale gestione Dissesto Idrogeologico</b>	<b>38,5</b>	<b>3850</b>	<b>21,8</b>
<b>Totale generale piano acqua</b>	<b>176,5</b>	<b>17650</b>	<b>100,0</b>

Elaborazioni Fondazione Earth Water Agenda



nuova fase di investimenti, in particolare in tecnologie e nuove applicazioni, facendo necessariamente rientrare l'acqua soprattutto nei bilanci pubblici, per rendere costanti le manutenzioni, aumentare l'efficienza di sistemi di accumulo, sostenere la digitalizzazione e le tecnologie nelle gestioni, aprendo al riuso dell'acqua depurata, difendendo le comunità con il modello «città-spugna».

Non abbiamo sparato cifre a caso. Ne girano fin troppe, e con impegni che poi restano nel libro dei sogni. L'acqua, ricordiamocelo, è strettamente dipendente dalla qualità e dalla funzionalità delle sue tecnologie e infrastrutture, e queste a loro volta sono strettamente dipendenti dal livello degli investimenti. E la prima necessità è di programmare da subito investimenti di lungo periodo. Il calcolo degli importi finanziari per settore, valutato sulla base dello stato delle tecnologie e delle infrastrutture e degli investimenti programmati e verificando anche quanto si investe negli altri paesi avanzati simili al nostro, ci porta a valutare la necessità di un gettito finanziario annuo nazionale di almeno 17,5 miliardi di euro, da inserire stabilmente nei bilanci dello Stato centrale, in quota

parte delle Regioni e dei Comuni, e dei soggetti gestori della risorsa.

Sono troppi? Sono pochi? Per noi è questo il volume degli investimenti in grado di dare stabilità e sicurezza idrica al Paese, e di restituire all'acqua finalmente il rilievo pubblico e politico che merita come elemento strategico e infrastrutturale per la crescita complessiva, anche economica e tecnologica dell'intero sistema nazionale.

## 12 MILIARDI PER 521 OPERE IDRICHE

### IL FABBISOGNO CENSITO DAL MIT

È il primo elenco di opere del bando lanciato nel 2022 dal Ministero delle Infrastrutture. Sono disponibili 900 milioni di euro del PNRR più altri 50 per le progettazioni. Si tratta di opere per l'accumulo, trasporto e distribuzione di risorsa idrica. La regione più beneficiata è la Basilicata con 113,7 milioni, seguita da Sicilia con 92, Lombardia con 77,8 e Veneto con 69,5 milioni.

