LE ACQUE DOLCI E LA PIANURA

SEGNALI DAL CLIMA IN FVG 2024

LE ACQUE DOLCI E LA PIANURA

I LIVELLI DELLE FALDE IN FVG: VARIAZIONI NEL BREVE E NEL LUNGO PERIODO 81

LE ACQUE DOLCI: CAMBIARE PROSPETTIVA PER AFFRONTARE IL CLIMA CHE CAMBIA 89

PIOGGIA, EVAPOTRASPIRAZIONE E BILANCIO IDROCLIMATICO: -ERI, OGGI E DOMANI 95

IRRIGAZIONE E CAMBIAMENTI CLIMATICI IN FVG IN UN CONTESTO DI VALUTAZIONE DEI SERVIZI ECOSISTEMICI 99

TRASFORMAZIONE DEI PAESAGGI DELLA BONIFICA E NUOVI DESERTI FRIULANI IN UN QUADRO DEI CAMBIAMENTI DEI MODELLI AGRICOLI E CLIMATICI 105

Foto: Federica Flapp

"Segnali dal Clima in FVG" è realizzato da:

ARPA FVG - Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente del Friuli Venezia Giulia nell'ambito dell'attività di coordinamento e segreteria del "Gruppo di lavoro tecnico scientifico Clima FVG" istituito dalla Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia con Decreto DC Difesa dell'ambiente, energia e sviluppo sostenibile, n. 2137 del 04/05/2022

Coordinamento editoriale:
Federica Flapp, Fulvio Stel

Elaborazione grafica:
Michela Mauro

"Segnali dal Clima in FVG" ospita articoli firmati da vari autori: ciascun autore è responsabile per i contenuti (testi, dati e immagini) dei propri articoli ed esclusivamente di essi.

ARPA FVG, gli altri enti del "Gruppo di lavoro tecnico scientifico Clima FVG" e i singoli autori non sono responsabili per l'uso che può essere fatto delle informazioni contenute in questa pubblicazione.

Ove non diversamente specificato, le immagini sono state fornite dagli autori dei diversi contributi, che se ne assumono la responsabilità, o sono tratte da:
https://pixabay.com/it/
https://www.google.com/maps
https://climatevisual.org
https://unsplash.com/it
https://www.pexels.com/it-it/
https://www.flickr.com

La foto in copertina è di Federica Flapp

ARPA FVG
Via Cairoli, 14 - 33057 Palmanova (UD)
Tel +39 0432 922 611 - Fax +39 0432 922 626
www.arpa.fvg.it
https://x.com/arpafvg

Questo prodotto è rilasciato con licenza Creative Commons - Attribuzione 4.0 Internazionale (CC BY 4.0):
Può essere quindi utilizzato citando la fonte, nel rispetto delle condizioni qui specificate:
informazioni generali https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.it
licenza https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/legalcode.it

Segnali dal Clima

Segnali dal Clima in FVG è una pubblicazione divulgativa che racconta i cambiamenti climatici partendo da un'ottica locale e regionale e affronta questo grande tema da tre prospettive: CAMBIAMENTI, IMPATTI, AZIONI.

Nasce dall'impegno del Gruppo di lavoro tecnico-scientifico Clima FVG e dalla convinzione che le sfide che i cambiamenti climatici pongono alla nostra società si possano affrontare efficacemente solo se allo sviluppo scientifico e tecnologico si accompagnano una crescita della conoscenza e una consapevolezza sempre più diffusa sul tema da parte di tutta la popolazione.

Segnali dal Clima illustra diversi aspetti dei cambiamenti climatici partendo dal racconto di eventi e situazioni che hanno riguardato di recente il Friuli Venezia Giulia e attingendo alle attività e ricerche svolte dagli enti del Gruppo Clima FVG. Cerca però anche di collegare la dimensione locale con quella globale, attraverso alcuni articoli che ci consentono di allargare lo sguardo a ciò che accade su scala più ampia.

Un filo rosso – CAMBIAMENTI, IMPATTI, AZIONI - unisce i diversi articoli, i nostri "segnali dal clima", collegando i cambiamenti in atto con i loro effetti sull'ambiente e sulle attività umane, ma anche con le azioni che possiamo mettere in campo sia per limitare il riscaldamento globale e i cambiamenti del clima (mitigazione) che per ridurre gli impatti che ne conseguono (adattamento).

Il 2023 è stato il terzo anno più caldo mai registrato in Friuli Venezia Giulia: atmosfera e mare hanno raggiunto temperature per molti mesi superiori alla media ed eventi estremi di notevole intensità hanno colpito diverse aree della regione. Da qui comincia quest'anno il racconto dei segnali di cambiamento climatico che rileviamo nel nostro territorio e che si traducono in effetti diversificati sui diversi sistemi naturali e settori produttivi, chiamandoci ad "agire per il clima". Esperti dei diversi campi – climatologi, geologi, oceanografi, biologi, agronomi, economisti, ingegneri, architetti, professionisti dell'ambiente, della pubblica amministrazione e della salute – ci accompagnano in un percorso di conoscenza che parte dalle nostre montagne e si snoda seguendo idealmente il fluire delle acque attraverso la pianura, per arrivare alla laguna e al mare. Tornando sulla terraferma esploriamo gli effetti dei cambiamenti climatici su piante e animali, sia negli ecosistemi allo stato naturale che nel settore agricolo, scoprendo quali ricerche gli enti del *GdL Clima FVG* svolgono per analizzare i fenomeni e individuare soluzioni innovative per fronteggiarli. Nella nuova sezione "NOI E IL CLIMA", guardiamo agli effetti che i cambiamenti climatici hanno anche sulla nostra sfera personale, dal punto di vista fisico, etico e psicologico. Concludiamo anche questa edizione con alcuni esempi di azioni intraprese dagli enti pubblici per la mitigazione e l'adattamento ai cambiamenti climatici in FVG.

Alcuni temi attraversano diverse sezioni e collegano più articoli, come quello dei servizi ecosistemici. Emerge con forza anche l'importanza della partecipazione, della formazione e della condivisione di esperienze per far fronte alle sfide del clima che cambia con nuove forme di sviluppo, sia in montagna, che in agricoltura che nella pianificazione regionale.

Segnali dal Clima in FVG non è quindi un report sullo "stato del clima" in Friuli Venezia Giulia: non ha l'obiettivo di fornire un quadro completo ed esaustivo della tematica, non ne esplora tutti gli aspetti e i settori ambientali e socioeconomici coinvolti, non passa in rassegna tutte le conoscenze disponibili. È però, appunto, un segnale: un segnale di cosa sta accadendo, di quanto sia importante prenderne coscienza e agire, di come la società, la pubblica amministrazione e il mondo scientifico si stiano già attivando.

Il gruppo di lavoro tecnico-scientifico Clima FVG

L'ABC DEL CLIMA

Per rendere gli argomenti accessibili a tutti, negli articoli sono inseriti alcuni box a sfondo arancione pensati per avvicinare al pubblico alcuni termini e concetti tecnico-scientifici a cui è necessario fare riferimento quando si spiegano argomenti e fenomeni collegati ai cambiamenti climatici

DAL LOCALE AL GLOBALE

Con uno sfondo grigio sono evidenziati gli articoli che riportano notizie e informazioni relative a realtà extra-regionali e che ci consentono di ampliare la nostra visione, collegando ciò che avviene in Friuli Venezia Giulia con conoscenze generali e con fenomeni a scala più ampia.

GRUPPO DI LAVORO TECNICO-SCIENTIFICO CLIMA FVG

Il gruppo di lavoro tecnico-scientifico "Clima FVG" istituito dalla Regione autonoma Friuli Venezia Giulia nel 2022 riunisce le eccellenze tecniche e scientifiche presenti in FVG, in grado di fornire all'amministrazione regionale e a tutti gli enti e soggetti del FVG le conoscenze più aggiornate per affrontare i cambiamenti climatici sul nostro territorio.

Ad ARPA FVG è stato affidato il coordinamento del team, che è composto da esperti di ICTP, OGS, CNR, delle Università di Udine e di Trieste e della stessa Regione: gli stessi che avevano elaborato e pubblicato, nel 2018, il primo Studio conoscitivo dei cambiamenti climatici e di alcuni loro impatti in Friuli Venezia Giulia.

Il Gruppo di lavoro Clima FVG innanzitutto facilita la condivisione e la collaborazione tra i soggetti esperti che in regione producono conoscenze tecnico-scientifiche sui cambiamenti climatici e sui loro effetti.

Fornisce quindi un orientamento e un supporto consultivo alla pianificazione regionale delle azioni per il clima e in particolare per l'adattamento ai cambiamenti climatici.

L'attività del gruppo Clima FVG favorisce poi il trasferimento delle conoscenze scientifiche ai tecnici che le applicheranno sul territorio.

E infine, tutti i componenti del gruppo di lavoro credono che sia indispensabile divulgare queste conoscenze alla cittadinanza, promuovendo quella che si chiama "climate literacy" ovvero l'alfabetizzazione climatica che mette ciascuno di noi in condizione di comprendere la propria influenza sul clima e l'influenza del clima su ciascuna persona e sulla società.

La redazione di "Segnali dal Clima in FVG" è un primo passo per dare concretezza a questo fondamentale obiettivo.

GLI ENTI E LE PERSONE

ARPA FVG – Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente	Fulvio Stel (coordinatore) e Federica Flapp
CNR - Istituto di Scienze Marine di Trieste	Fabio Raicich
CNR - Istituto di Scienze Polari	Renato Colucci
ICTP - International Centre for Theoretical Physics di Trieste	Filippo Giorgi
OGS - Istituto nazionale di oceanografia e di geofisica sperimentale di Trieste	Cosimo Solidoro
Regione autonoma Friuli Venezia Giulia	Silvia Stefanelli
Università degli Studi di Trieste	Giovanni Bacaro
Università degli Studi di Udine	Alessandro Peressotti

LE ACQUE DOLCI E LA PIANURA

estratto da

SEGNALI DAL CLIMA FVG

CAMBIAMENTI
IMPATTI
AZIONI

notizie dal
GRUPPO DI LAVORO TECNICO SCIENTIFICO CLIMA FVG

luglio 2024

LE ACQUE DOLCI E LA PIANURA

Falde, fiumi, ecosistemi e paesaggi

Il tema dell'acqua è uno dei primi che vengono alla mente quando parliamo di cambiamenti climatici.

Il pensiero corre alla disponibilità della risorsa idrica e agli impatti degli eventi siccitosi: ma il livello del serbatoio costituito dalle nostre acque sotterranee dipende solo dal clima? Inoltre le acque interne non sono solo una risorsa per persone e attività produttive: gli ecosistemi delle acque dolci svolgono funzioni fondamentali - come l'autodepurazione - che risultano vulnerabili agli effetti dei cambiamenti climatici e dell'inquinamento.

Anche il reticolo idrografico costituito per bonificare e irrigare la campagna friulana svolge importanti servizi ecosistemici, i cui benefici potrebbero essere ridotti da alcuni interventi con cui si cerca di rispondere all'aumento del fabbisogno idrico in agricoltura. Quest'ultimo lo riscontriamo anche in assenza di eventi siccitosi perché con l'aumento delle temperature aumenta l'evapotraspirazione delle colture.

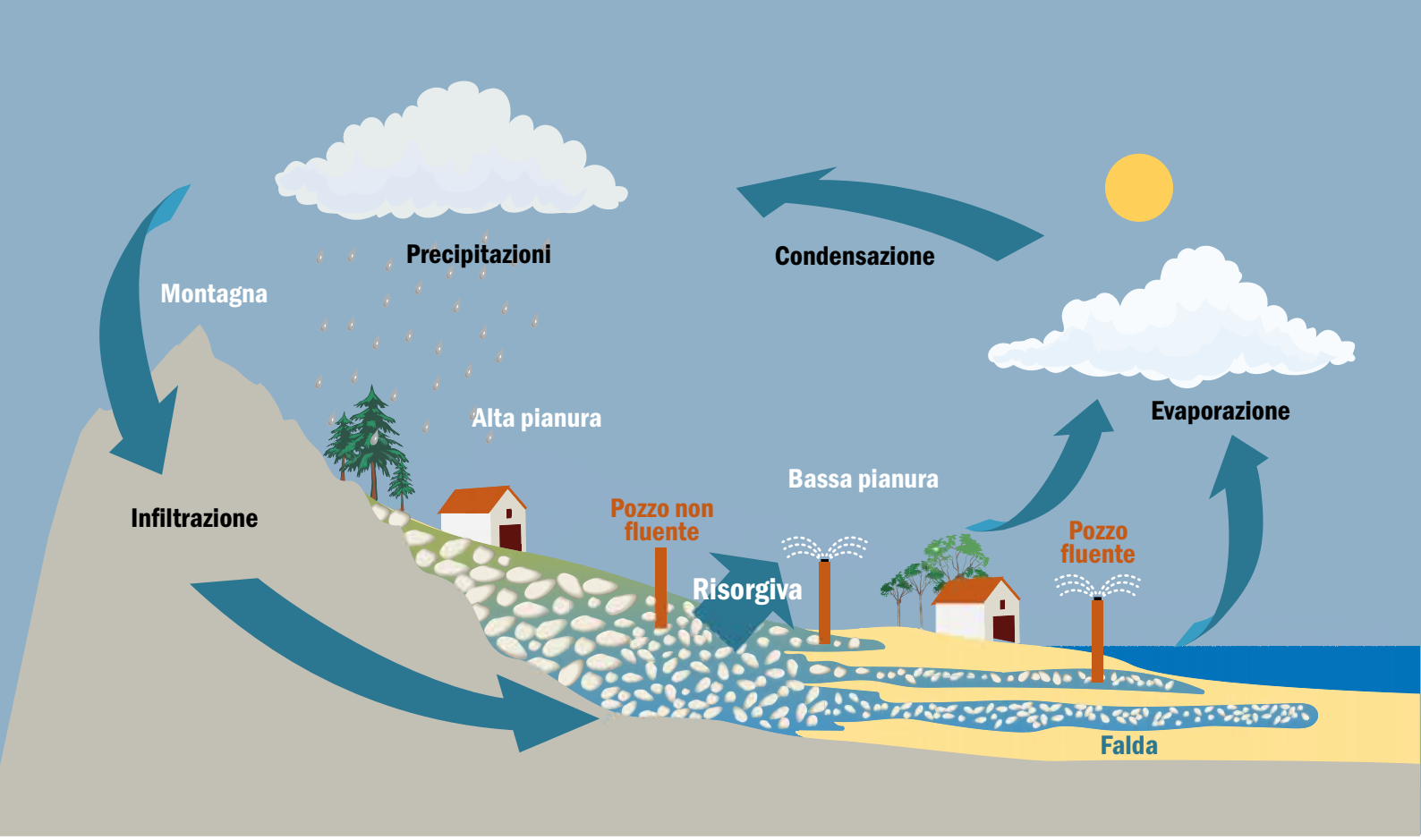
Il tema dell'acqua porta quindi con sé questioni complesse, che richiedono una visione d'insieme e la capacità di trovare soluzioni articolate che integrino le diverse esigenze.

I LIVELLI DELLE FALDE IN FVG: VARIAZIONI NEL BREVE E NEL LUNGO PERIODO

Foto: Alberto Deana

Le esigue piogge dell'autunno 2021 e di tutto il 2022 hanno portato i livelli delle falde sotterranee a valori negativi da record. Tuttavia il graduale abbassamento del livello delle falde, che si sta manifestando negli ultimi decenni nella nostra regione, deve essere attribuito più a un utilizzo non equilibrato della risorsa idrica che all'andamento climatico. In futuro anch'esso potrà incidere negativamente su questa risorsa preziosa, per cui un utilizzo più virtuoso delle acque è fin da oggi molto importante.

Le abbondanti precipitazioni dell'autunno 2023 e dell'inverno 2024 hanno rimosso dall'immaginario collettivo il tema della siccità. Tuttavia, la carenza idrica del 2022 ha causato effetti ben visibili in superficie (danni alle colture, fiumi e laghi in secca, incendi, morie di pesci); meno intuitivo è comprendere l'effetto e le conseguenze sulle acque sotterranee.



Schema della Pianura Friulana. A ridosso della zona montana troviamo la cosiddetta Alta Pianura costituita da depositi di materiale grossolano e molto permeabile; man mano che ci spostiamo verso il mare i sedimenti diventano più fini e si alternano a strati di materiale argilloso impermeabile: questa zona viene comunemente identificata con il nome di Bassa Pianura.

LE FALDE DEL FRIULI VENEZIA GIULIA: UN GRANDE SERBATOIO D'ACQUA...

La pianura del Friuli Venezia Giulia è costituita da una potente coltre di sedimenti con uno spessore che va dai pochi metri nell'area orientale fino ai 600 m di Latisana. Si è formata grazie all'opera dei corsi d'acqua che dai monti hanno provveduto a portare a valle detriti di varie dimensioni: quelli più grandi e più pesanti sono stati depositati prima mentre quelli più fini e quindi più leggeri sono stati portati più lontano.

Nei millenni, quindi, si è venuto a formare un grande serbatoio (*materasso alluvionale ghiaioso*) dove si accumulano sia le acque di pioggia che penetrano nel terreno sia le acque provenienti dalle dispersioni dei corsi d'acqua. Questo serbatoio appoggia su uno strato roccioso (*bedrock*) sostanzialmente impermeabile e quindi le perdite sia in profondità che verso il mare sono praticamente nulle. La presenza nel sottosuolo di materiale via via più fino favorisce la parziale venuta a giorno delle acque sotterranee lungo la fascia delle risorgive da cui si originano i

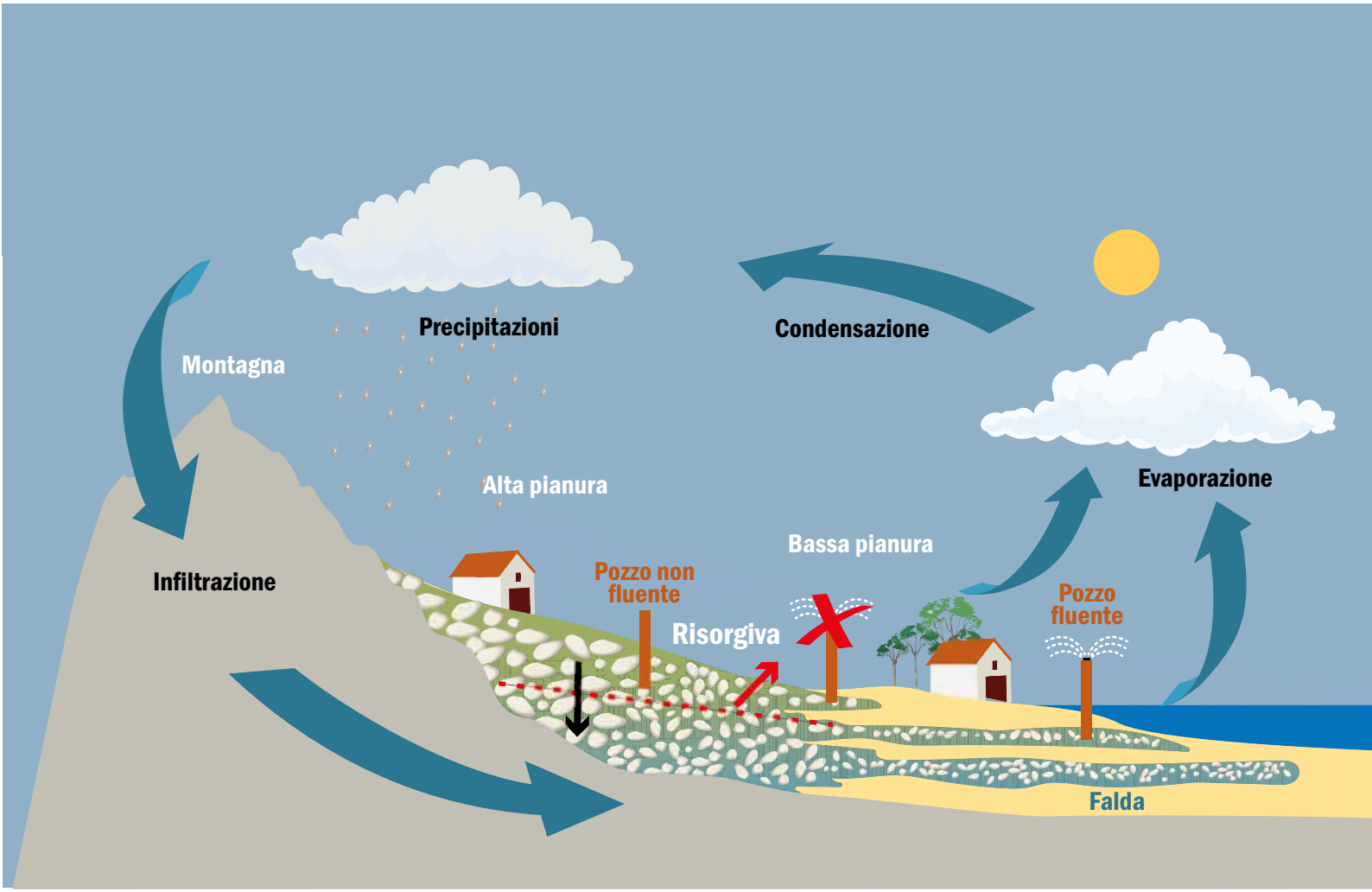
vari rii e fiumi di risorgiva (fiume Noncello, fiume Fiume, fiume Stella solo per citarne alcuni).

È possibile utilizzare l'acqua custodita in questo grande serbatoio mediante delle perforazioni più o meno profonde del terreno (*pozzi*) che ci permettono di raggiungere il livello dell'acqua accumulata nel sottosuolo. Se il pozzo viene realizzato in Alta Pianura (*pozzo freatico*) per poter estrarre l'acqua avremo bisogno di una pompa che ci permetta di sollevare l'acqua fino alla superfice. Viceversa se il pozzo viene costruito in Bassa Pianura (*pozzo artesiano*) l'acqua, grazie alla pressione che caratterizza le falde di questa zona, tenderà a risalire naturalmente fino alla superficie.

... CON UNA DINAMICA COMPLESSA

A regolare questo sistema idrogeologico complesso ci pensa il livello dell'acqua che si accumula nell'Alta Pianura: più questo livello è alto, maggiori saranno la portata delle risorgive e la pressione degli acquiferi della Bassa Pianura.

Cosa succede quando il livello nel serbatoio dell'Alta Pianura si abbassa? Per quanto riguarda le risorgive vedremo sgorgare meno acqua e la loro localizzazione si sposterà più a valle lasciando lunghi tratti dei fiumi di risorgiva con poca acqua se non completamente asciutti. Inoltre i pozzi artesiani con minore profondità e ubicati in prossimità delle risorgive tenderanno a non zampillare più naturalmente e il livello dell'acqua potrà scendere al di sotto del fondo del pozzo o della quota di pescaggio delle pompe lasciandoli in secca. Meno evidenti saranno gli effetti man mano che ci allontaniamo dalla linea delle risorgive e consideriamo pozzi terebrati a maggiore profondità: questi pozzi continueranno a zampillare naturalmente ma lasciando sgorgare meno acqua. Questa condizione però è ingannevole perché dà l'idea che non ci siano criticità nei nostri acquiferi: in realtà continuando a estrarre acqua dai pozzi più profondi si accelera la diminuzione del livello del serbatoio dell'Alta Pianura, per il costante richiamo d'acqua.



Schema degli effetti dell'abbassamento del livello dell'Alta Pianura.

I LIVELLI DELLE FALDE MAI COSÌ BASSI

Nel corso del 2022 il livello delle acque sotterranee della Pianura Friulana ha raggiunto i valori più bassi mai registrati nell'ultimo secolo, ovvero da quando è iniziato il suo monitoraggio nella nostra regione.

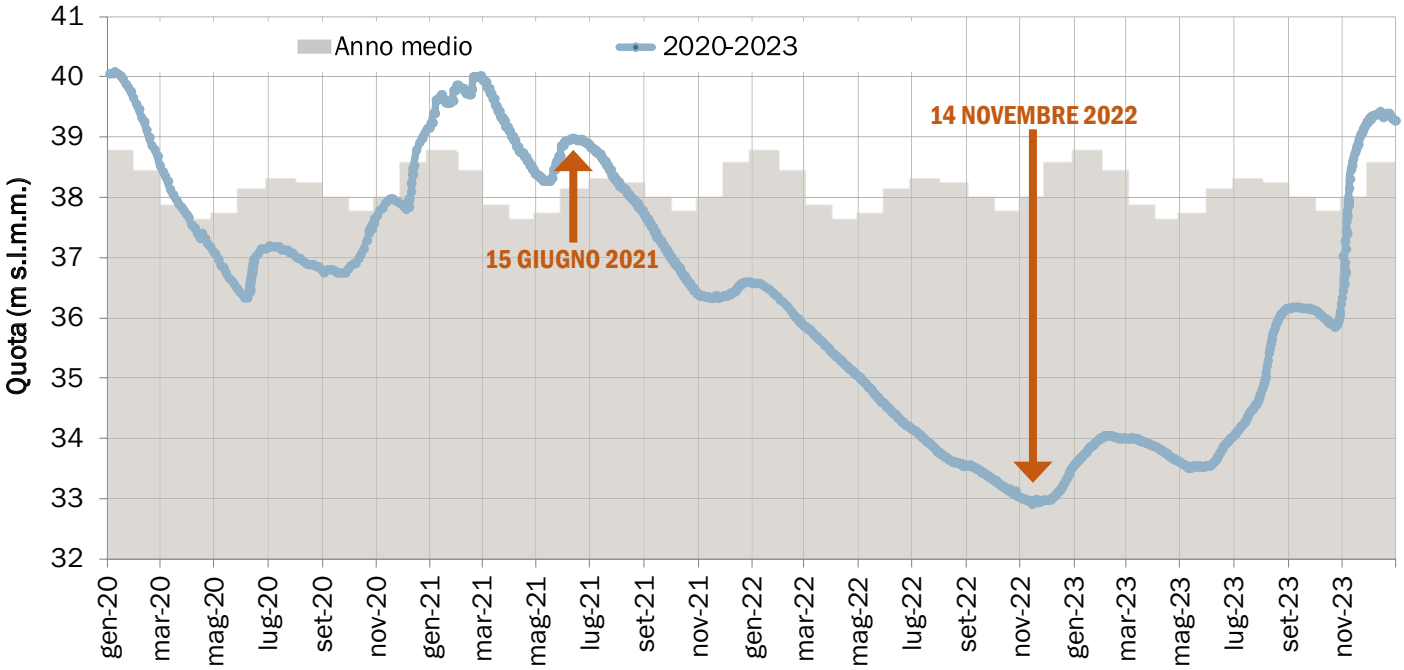
Le precipitazioni, a partire dall'autunno del 2021 e per tutto il 2022, hanno subito un deficit di circa il 40% rispetto alla media annuale (dati 1910 - 2022).

Lago di Redona (o di Tramonti) in località Faidona l'11 febbraio 2022: evidente il grado di prosciugamento dell'invaso.

Precipitazioni ampiamente inferiori alla media del periodo e per un lasso di tempo così prolungato hanno determinato conseguenze pesanti sulla portata dei corsi d'acqua, sul grado di riempimento degli invasi montani e sulla ricarica della falda della Pianura Friulana. Vediamo nel dettaglio cosa è successo prendendo a riferimento quanto osservato nel piezometro di Forcate ubicato nel comune di Fontanafredda (PN).

L'andamento medio del livello di falda presenta, indicativamente, due momenti di picco nel corso dell'anno: uno a dicembre – gennaio, a seguito delle piogge autunnali, e uno, meno accentuato, intorno a luglio a seguito delle piogge primaverili. L'autunno 2021 è stato avaro di precipitazioni e così pure l'intero 2022, di conseguenza sono mancate completamente le ricariche relative all'autunno 2021 e alla primavera 2022. Il livello di falda quindi a partire da metà giugno 2021 fino a metà novembre 2022 è sceso pressoché ininterrottamente arrivando, in questa zona, a perdere circa 6 metri di altezza d'acqua. Il precedente record apparteneva all'anno 2003 quando però la durata del periodo di magra della falda è stata di gran lunga inferiore, ovvero circa 10 mesi nel 2003 contro i quasi 20 mesi del periodo 2022-2023.

ANOMALIE DEL LIVELLO DELLA FALDA A FORCATE (FONTANAFREDDA)



Andamento della falda da gennaio 2020 a novembre 2023 (linea azzurra) e andamento medio del livello di falda (istogramma grigio) rilevati in comune di Fontanafredda.

LIVELLI BASSI: CON QUALI CONSEGUENZE?

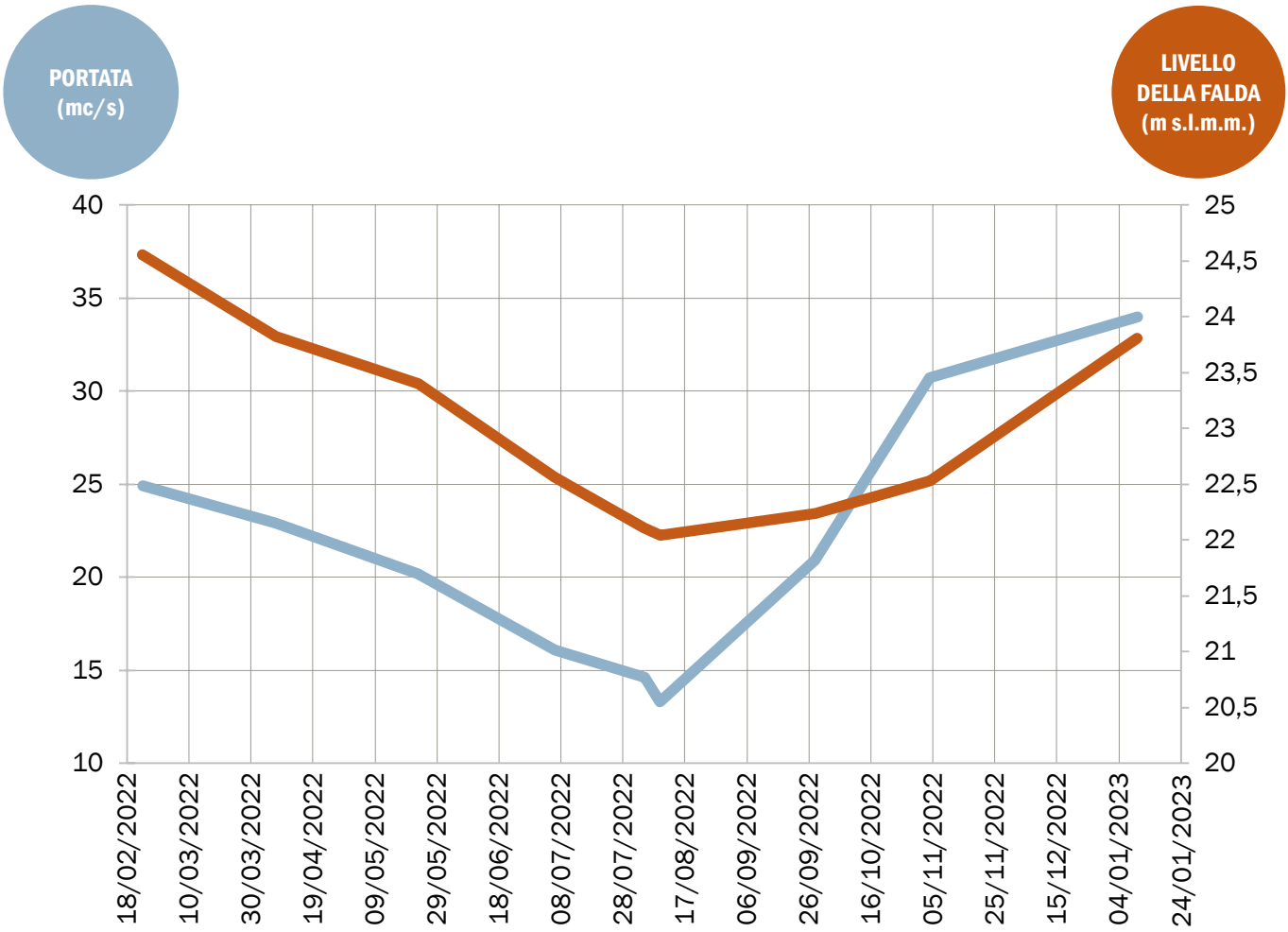
Abbiamo visto che le acque sotterranee hanno un ruolo fondamentale nell'alimentazione dei corsi d'acqua di risorgiva: durante l'anno 2022 la loro portata è calata significativamente, per lunghi periodi e in maniera più accentuata durante l'estate 2022, sottoponendo in particolar modo a forte stress la fauna ittica.

E cosa è successo invece alla portata dei pozzi nella Pianura Friulana?

Le maggiori conseguenze della diminuzione del livello della falda dell'Alta Pianura si sono rese evidenti nella Bassa Pianura a partire dall'area più prossima alle risorgive. I cittadini di questi Comuni hanno progressivamente notato che le pompe nei giardini e le fontanelle comunali non zampillavano più oppure avevano diminuito drasticamente la loro portata. Si sono verificati anche numerosi casi nei quali si è dovuti intervenire mediante distribuzione di sacchetti di acqua potabile alle abitazioni non allacciate all'acquedotto e il cui sistema di approvvigionamento basato sul pozzo privato a causa del calo di pressione non era più in grado di fornire l'acqua necessaria. Gli stessi gestori degli acquedotti hanno dovuto fronteggiare alcune criticità legate alla minore disponibilità di acqua imponendone restrizioni all'uso ai propri utenti (ad esempio il divieto di innaffiare i giardini) o attivando il servizio di integrazione tramite autobotti per ovviare alla diminuzione di portata delle sorgenti che alimentano gli acquedotti montani.

Anche in agricoltura non sono mancati i disagi: in diversi casi i pozzi sono andati in secca e inoltre a causa dell'abbassamento del livello è stata necessaria maggiore energia per pompare l'acqua con conseguente aumento dei costi per irrigare.

PORTATA DEL FIUME STELLA E LIVELLO DI FALDA AD ARIIS (RIVIGNANO) NEL 2022



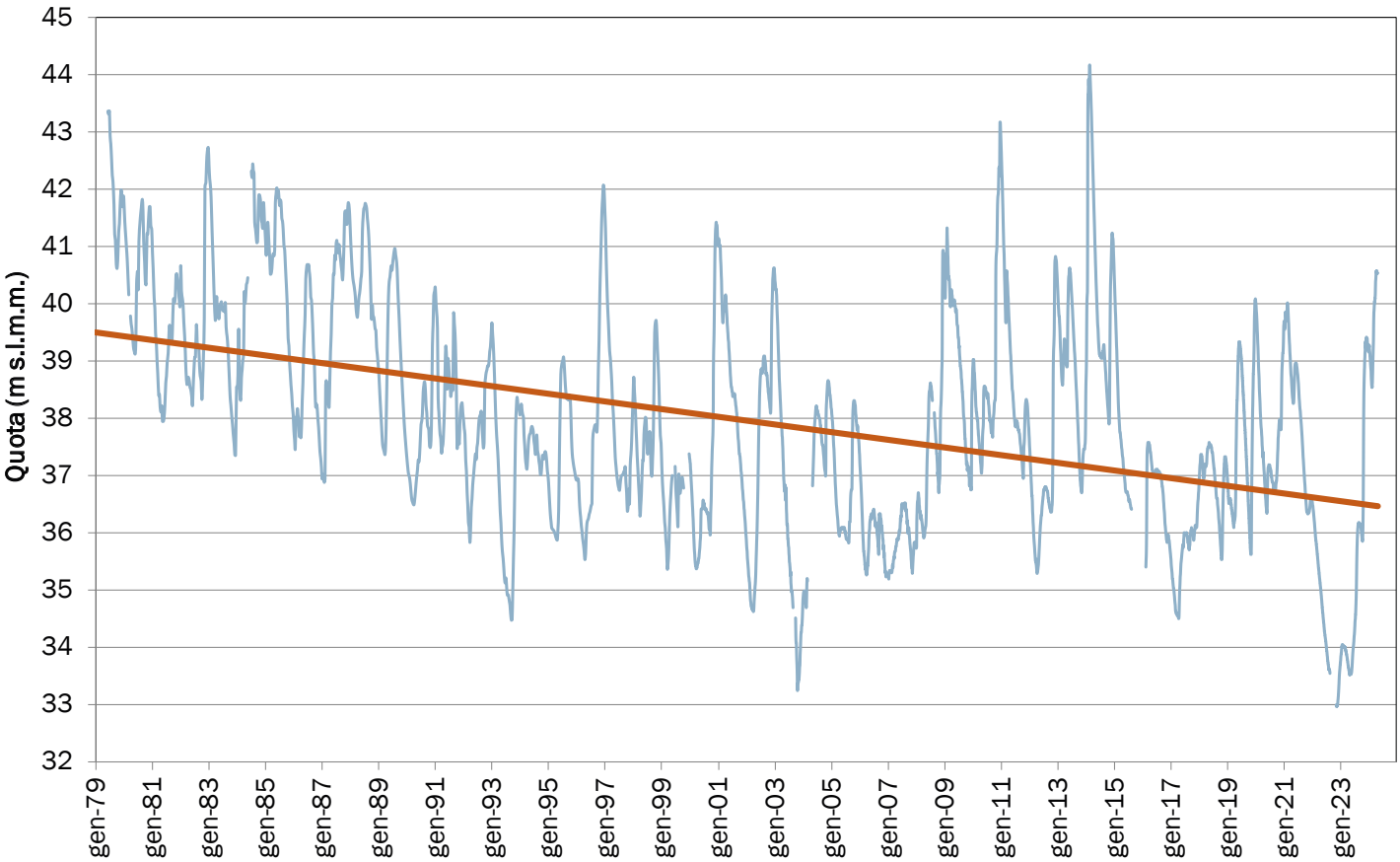
Andamento della portata del fiume Stella ad Ariis di Rivignano (linea azzurra) e confronto con il livello di falda (linea arancione) durante l'anno 2022. Si può osservare come la portata rispecchi l'andamento del livello di falda. Questo comportamento risulta ben evidente proprio nei periodi caratterizzati da scarse precipitazioni.

LA COLPA È SOLO DEL CLIMA?

Con l'autunno 2023 sono tornate le copiose precipitazioni autunnali che hanno determinato importanti piene nei corsi d'acqua. L'effetto positivo sulla falda è stato subito evidente perché i pozzi e le fontane comunali, che per mesi erano rimaste asciutte, da un giorno all'altro hanno iniziato nuovamente a zampillare con vigore. Sembrerebbe quindi che tutto sia tornato a posto e non ci siano motivi di preoccupazione: ma è veramente così? Per rispondere a questa domanda non bisogna limitarsi a osservare solo il singolo evento che, anche se di natura eccezionale, rappresenta solo un episodio, ma bisogna analizzare l'andamento sul lungo periodo. Le analisi di tendenza (mediante test di Mann-Kendall) effettuate sui dati rilevati in 58 piezometri della rete di monitoraggio regionale ubicati nella Pianura Friulana hanno evidenziato la presenza di un trend storico decrescente statisticamente significativo in 47 casi. Per capire meglio di cosa stiamo parlando è utile osservare il grafico del piezometro di Forcate con evidenziata in rosso la linea di tendenza.

Al di là delle piogge molte basse del 2022 bisogna sottolineare come le piogge annuali sulla nostra regione non stiano diminuendo (come evidenziano i dati delle piogge di Udine dal 1900). Per cui l'andamento decrescente del livello delle falde sul lungo periodo è il segnale di un utilizzo non in equilibrio della risorsa sotterranea disponibile. Le cause di questo trend vanno ricercate sia nell'aumento progressivo del numero di pozzi zampillanti nella Bassa Pianura Friulana sia nei prelievi da torrente operati alla chiusura dei bacini montani che impediscono la dispersione graduale della portata dei corsi d'acqua determinando quindi una riduzione della ricarica dell'acquifero dell'Alta Pianura Friulana. La restituzione delle acque derivate infatti avviene solo a valle della linea delle risorgive dopo l'attraversamento dell'Alta Pianura in canali artificiali.

LIVELLO DI FALDA 1979-2023 A FORCATE (FONTANAFREDDA)



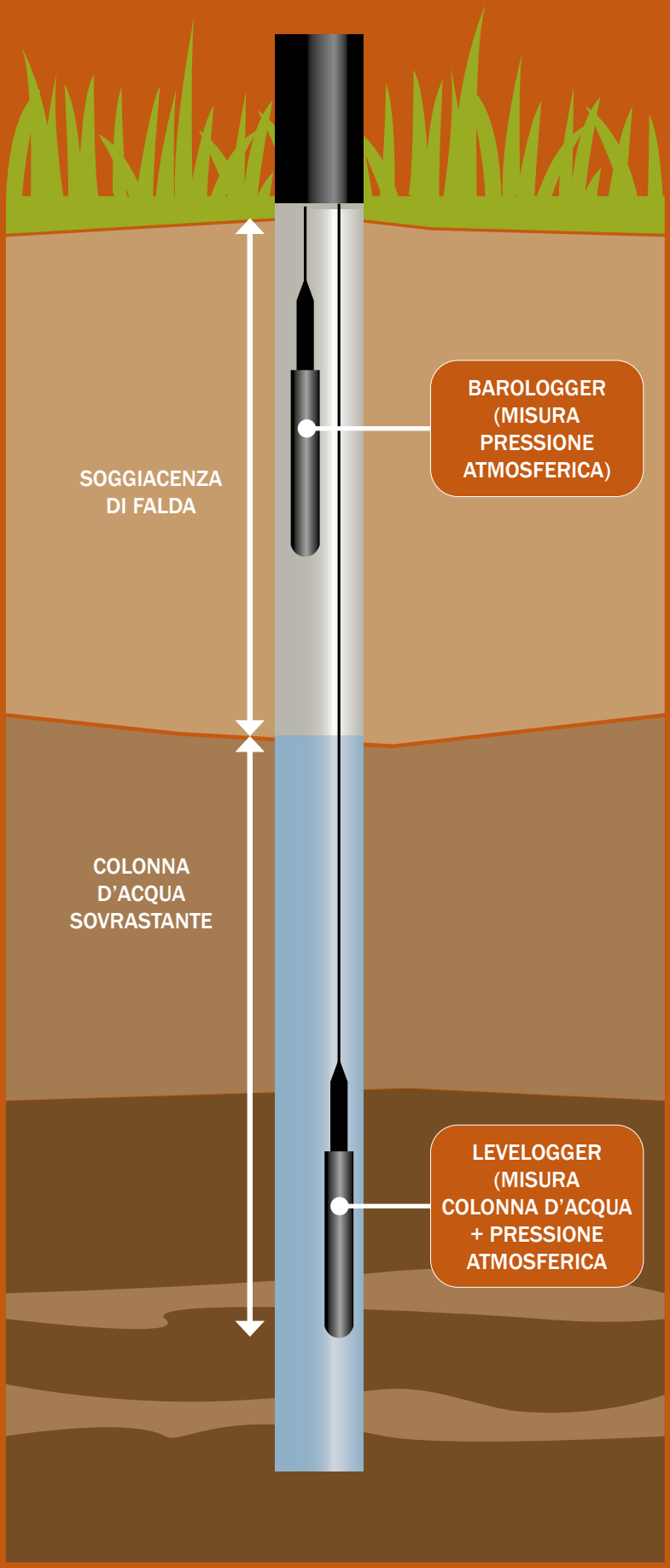
Andamento della falda rilevato in comune di Fontanafredda da gennaio 1979 a novembre 2023 (linea azzurra) con evidenziato l'andamento sul lungo periodo (linea arancione).

COME SI MISURA L'ALTEZZA DELLA FALDA?

L'Amministrazione regionale iniziò a gestire una propria rete di monitoraggio della falda freatica a partire dal 1967, in applicazione di quanto previsto nello Statuto di Autonomia e dalle successive leggi di settore. Già dagli anni venti tuttavia era operativa una rete gestita dal Magistrato alle Acque, che in seguito è stata acquisita dalla Regione. A partire dagli anni '70 la rete fu integrata fino ad arrivare a 330 stazioni di misura.

Oggi la rete è stata ottimizzata e conta 197 pozzi e piezometri ed è gestita dalla Regione (Unità operativa idrografica appartenente al Servizio gestone risorse idriche) e da altri enti territoriali (Consorzi di Bonifica, gestori del servizio idrico integrato, ecc.).

La misura dell'altezza della falda dell'Alta Pianura viene effettuata attraverso il piezometro che è semplicemente un pozzo con un diametro inferiore a quelli normalmente utilizzati per il prelievo di acqua, nel quale viene calata una sonda in grado di misurare l'altezza della colonna d'acqua. (falda freatica) o la pressione della falda (falda artesiana). Nel caso delle falde artesiane invece viene misurata la pressione tramite un manometro.



Piezometro.

Foto: Alberto Deana

UNA RISORSA DA PRESERVARE

Lo "Studio conoscitivo dei cambiamenti climatici e di alcuni loro impatti in Friuli Venezia Giulia" curato da ARPA FVG in collaborazione con diversi enti scientifici regionali e pubblicato a marzo 2018, mostra come il meccanismo di ricarica della falda freatica dell'Alta Pianura nei prossimi decenni sarà modificato dall'impatto dei cambiamenti climatici in particolare nello scenario *business as usual*. In questo scenario a emissioni crescenti di gas serra, si assisterà a una diminuzione della ricarica complessiva annua unita a un marcato calo nel periodo estivo della risorsa idrica.

Se l'effetto del cambiamento climatico appare un tema di difficile risoluzione alla sola scala locale, viceversa la condizione di non equilibrio delle acque sotterranee della Pianura Friulana è una condizione reversibile e che può essere migliorata con azioni concrete, a beneficio sia degli utilizzatori che dello stato ecologico dei corsi d'acqua di risorgiva.

Giacomo Casagrande
Daniela Iervolino
Federica Lippi
Paolo Olivo
Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia

LE ACQUE DOLCI: CAMBIARE PROSPETTIVA PER AFFRONTARE IL CLIMA CHE CAMBIA

Foto: Marco Bertoli

Il Fiume Vipacco presso Savogna d'Isonzo.

Gli ecosistemi delle acque dolci sono particolarmente vulnerabili ai cambiamenti dell'ambiente e del clima. Un cambiamento nel nostro modo di percepirli e di gestirli è necessario non solo per preservarli, ma anche per consentire a essi di svolgere quelle funzioni che rappresentano soluzioni naturali efficaci per affrontare anche i cambiamenti climatici.

Le acque dolci - termine che include ambienti tra loro molto diversi quali: fiumi, torrenti, laghi, stagni e paludi – sono sicuramente gli ecosistemi che maggiormente risentono dei cambiamenti ambientali in atto, inclusi quelli climatici. Essi da sempre sono particolarmente vulnerabili poiché ricevono i depositi degli inquinanti presenti in atmosfera, quelli provenienti con le acque di dilavamento dai territori circostanti e, nella loro parte terminale, quelli in ingresso, eventualmente, dal mare.

Foto: ARPA FVG

UNA GRADUALE PERDITA DI IMPORTANZA E DI RISPETTO

Visti dall'uomo in antichità come luoghi di importanza vitale - le più importanti città sono sorte nei pressi di grandi fiumi poiché l'acqua è indispensabile alla vita, ma anche per l'elevata fertilità dei terreni prossimi alle sponde - gli ecosistemi delle acque dolci hanno perso nel corso della storia la loro importanza.

Opere di canalizzazione hanno permesso di trasferire l'acqua dove serve per usi domestici, industriali e agricoli e anche il ruolo che i fiumi assumevano per il trasporto è stato per gran parte sostituito da strade e ferrovie. Gradualmente le acque dolci, agli occhi dell'uomo, hanno perso di importanza e sono state per lo più dimenticate e anzi trasformate in siti in cui riversare ogni tipo di rifiuto con la convinzione che la forza della corrente l'avrebbe portato via, lontano.

Senza più nessun tipo di rispetto, l'uomo ha progressivamente trasformato gli ambienti dulciacquicoli: captando quantità d'acqua senza valutare le esigenze di sopravvivenza degli ecosistemi in essi presenti, rettificandoli, costringendoli a scorrere in alvei cementificati, arginandoli e colonizzando le aree di loro pertinenza ovvero quelle interessate da piene ordinarie e non.

Tutto ciò nella cieca convinzione di riuscire a domare la forza delle correnti e le variazioni di portata.

Non è stato così e negli ultimi anni, con la crescente attenzione di fronte al verificarsi di eventi alluvionali di estreme proporzioni e gravità, questi ambienti e in particolare i fiumi sono divenuti per l'uomo dei temibili nemici, visti con sospetto e paura e comunque sempre trattati con poco rispetto.

È NECESSARIO CAMBIARE VISIONE

Cambiare questa visione è impresa difficile, ma tuttavia possibile e, soprattutto, necessaria. Necessaria per conservare la grande biodiversità vegetale e animale custodita in questi ambienti, molto spesso poco conosciuta, necessaria per la sopravvivenza dell'uomo e delle sue attività. Necessaria anche per far fronte agli effetti dei cambiamenti climatici, proprio grazie alle soluzioni che la natura stessa fornisce.

L'uomo deve fare nei confronti di questi ambienti un passo indietro e non solo in senso figurato,

permettendo ad esempio ai fiumi di esondare in alcune aree. Questa soluzione, oltre a contribuire alla gestione degli eventi di piena, consente lo svolgimento di un processo naturale fondamentale: le esondazioni infatti permettono al fiume di eliminare materiale inorganico e organico e ai terreni di essere da quest'ultimo fertilizzato o viceversa: tale "scambio" porta pertanto beneficio al fiume e al terreno.

I BENEFICI DELLA NATURALITÀ

Inoltre molteplici benefici derivano dal lasciare le aree limitrofe ai corsi d'acqua e alle zone lacustri in condizioni naturali, con presenza delle caratteristiche (autoctone) formazioni vegetali, poiché è ben nota la loro funzione di:

- tampone nei confronti di sostanze inquinanti provenienti dai territori circostanti,
- rallentamento della velocità della corrente,
- ombreggiamento,
- corridoi ecologici ovvero zone di rifugio, alimentazione e *nursery* per specie animali strettamente terrestri o per specie che utilizzano l'ambiente acquatico per una parte limitata della propria esistenza.

Di fronte alle variazioni nel regime delle piogge che già si evidenziano e che si accentueranno ancor più in futuro, è quindi fondamentale valutare adeguatamente la corretta quantità d'acqua utilizzabile dall'uomo lasciando il giusto quantitativo per mantenere inalterato l'ecosistema presente, ma anche per permettere al fiume di autodepurarsi. Tra coloro che a vario titolo studiano le acque dolci è infatti ampliamente noto che il fiume è il migliore depuratore di sé stesso, grazie a una serie di processi quali: diluizione, sedimentazione, assimilazione vegetale, degradazione batterica, che possono manifestarsi tuttavia solo in presenza di una portata adeguata.

MANTENERE LA BIODIVERSITÀ

É di grande importanza sottolineare che la conservazione delle specie animali e vegetali tipiche di questi ambienti è prerogativa importante non solo per ecologi, ambientalisti o amanti della natura in genere ma per tutti poiché il mantenimento della biodiversità assicura attraverso la complessa catena trofica il riciclo della materia. Mantenimento della biodiversità che implica anche non introdurre specie esotiche o alloctone, di cui gli ambienti d'acqua dolce sono purtroppo già pieni e che potrebbero essere ulteriormente favorite dai cambiamenti del clima, poiché la loro presenza, per l'innescarsi di complessi meccanismi competitivi, porta sempre la rarefazione e la scomparsa di una o più specie autoctone.

Foto: ARPA FVG

UNA NATURALE RESILIENZA

Queste modifiche nel nostro atteggiamento e nelle nostre scelte di gestione del territorio potrebbero quindi rappresentare un importante punto di partenza per permettere agli ambienti d'acqua dolce di rispondere ai cambiamenti climatici che producono in essi innumerevoli effetti diretti, ma anche indiretti, spesso percepiti con ritardo, ripristinando la naturale resilienza che tali ambienti posseggono.

MACROINVERTEBRATI E AUTODEPURAZIONE DELLE ACQUE: UN CASO STUDIO IN FVG

Proprio in merito agli effetti indiretti dei cambiamenti climatici sui corsi d'acqua e più in particolare sulla capacità di autodepurazione degli stessi, nel corso degli anni 2021 e 2022, sono state condotte, dal Dipartimento di Scienze della Vita dell'Università degli Studi di Trieste, analisi a carico delle comunità macrozoobentoniche nel Fiume Vipacco, principale affluente del Fiume Isonzo in territorio italiano.

TRAPPOLE TROFICHE: UNA TECNICA EFFICACE

Lo studio in questione ha permesso di indagare l'inquinamento da microplastiche, attraverso il collocamento di trappole trofiche (*leaf bags technique*) – sostanzialmente pacchetti fogliari costituiti da foglie di canna di palude che vengono colonizzati naturalmente da macroinvertebrati bentonici – in tre stazioni collocate a monte e a valle di impianti di depurazione lungo il tratto italiano del Fiume Vipacco.

La tecnica delle trappole trofiche utilizzata per indagare il processo di decomposizione della sostanza organica, è risultata essere uno strumento alternativo ai tradizionali campionamenti di acqua con il retino da plancton poiché queste strutture riescono ad accumulare l'inquinante durante tutto il periodo di posa. Esse continuano ad accumulare anche nei periodi di maggiore trasporto, e grazie a questo aspetto è stato possibile evidenziare l'influenza di uno dei tre impianti di depurazione posto 20 m a monte rispetto a una delle stazioni selezionate per lo studio.

Foto: D. Lesa, Università di Trieste

Unità sub-campionaria utilizzata per il campionamento mediante pacchi fogliari (*leaf bag technique*).

LE COMUNITÀ MACROZOOBENTONICHE DELLE ACQUE DOLCI

Le comunità macrozoobentoniche sono composte da invertebrati dalle dimensioni superiori al millimetro, pertanto visibili a occhio nudo, che trascorrono gran parte del loro ciclo vitale a stretto contatto con il fondo; costituiscono queste comunità gli stadi larvali degli Insetti, i Molluschi, i Crostacei (ad esempio il gambero d'acqua dolce), gli Irudinei (come le sanguisughe) e diversi altri organismi animali.

Essi sono un elemento fondamentale per l'analisi dello stato ecologico delle acque interne essendo degli ottimi bioindicatori, poiché, variando la composizione delle loro comunità ci forniscono importanti indicazioni in merito a fenomeni di inquinamento in atto o avvenuti in un recente passato. Sono poi, dopo funghi e batteri, tra i primi consumatori e trasformatori della materia organica; a seconda dei generi occupano ruoli diversi e sono quindi in grado di svolgere diverse funzioni all'interno della piramide trofica delle acque.

Foto: F. Bortolon, Università di Trieste

Alcuni macroinvertebrati bentonici:
Efemerotteri (a, b, c)
Tricotteri (d, e)
Coleotteri (larve, f)
Ditteri (g, h, i)
Crostacei (j)
Molluschi Gasteropodi (k)
Oligocheti (l)

Foto: Pierpaolo Colussi

TEMPERATURA, MICROPLASTICHE, PORTATE INFLUENZANO L'AUTODEPURAZIONE

Il contributo principale alla degradazione della sostanza organica è determinato da un fattore abiotico: la temperatura, che fluttua stagionalmente in modo significativo e conseguentemente definisce le diverse velocità di decomposizione. Gli organismi tagliuzzatori, ovvero macroinvertebrati che si cibano di foglie e materia organica di grosse dimensioni (maggiori di 1 millimetro) influenzano positivamente questo processo, e la loro importanza in percentuale, tra i fattori biotici e abiotici che influenzano la degradazione della materia, è risultata essere uguale ma opposta all'importanza relativa delle microplastiche contenute nelle trappole, che ovviamente ostacola tale processo. La presenza di microplastiche influenza negativamente il processo di decomposizione, poiché causa effetti nocivi sugli organismi coinvolti nel processo, che si nutrono anche di esse. Questa influenza viene amplificata da una minore capacità autodepurativa del fiume, anche causata, come in questo studio, da un decremento nelle portate riscontrate durante il biennio di studio rispetto agli anni precedenti.

In conclusione, lo studio ha permesso di valutare le trappole trofiche come strumento ottimale di indagine non solo dei processi decompositivi ma anche dell'inquinamento da microplastiche e inoltre ha permesso di comprendere meglio gli effetti delle microplastiche su un processo cardine di questi ecosistemi. Effetti che con i cambiamenti climatici potranno verosimilmente amplificarsi, causando danni all'integrità dell'ecosistema e alla sua rete trofica.

Elisabetta Pizzul
Marco Bertoli
Università degli Studi di Trieste

PIOGGIA, EVAPOTRASPIRAZIONE E BILANCIO IDROCLIMATICO: IERI, OGGI E DOMANI

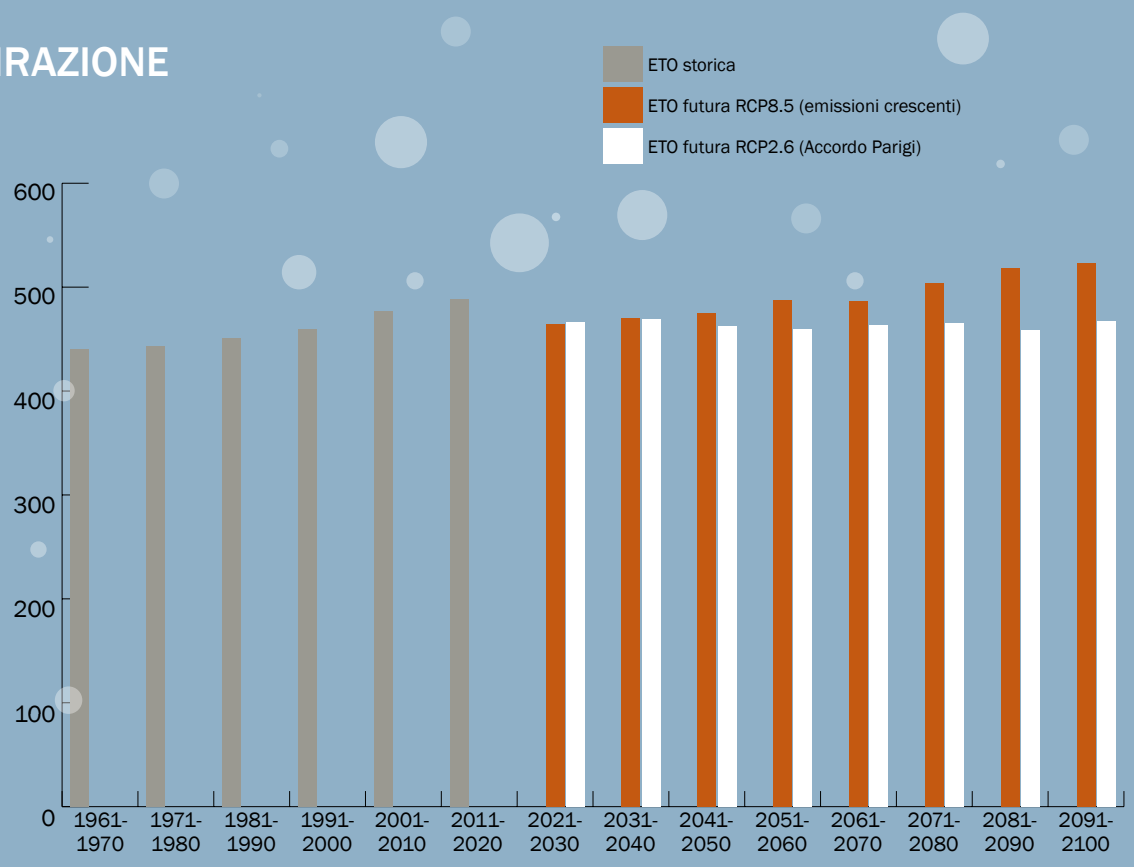
Foto: Federica Flapp

A partire dagli anni '60 durante l'estate in Friuli Venezia Giulia il bilancio idroclimatico, cioè la differenza tra piogge ed evapotraspirazione di riferimento, risulta sempre più negativo. In uno scenario a emissioni crescenti di gas serra, a fine secolo situazioni di forte siccità come quella registrata nel 2022 potrebbero essere molto più frequenti. Invece con una forte riduzione delle emissioni, il bilancio idroclimatico non varierà molto rispetto a oggi.

Di quanta acqua ha bisogno un bel prato perché durante l'estate non subisca mai uno stress idrico?

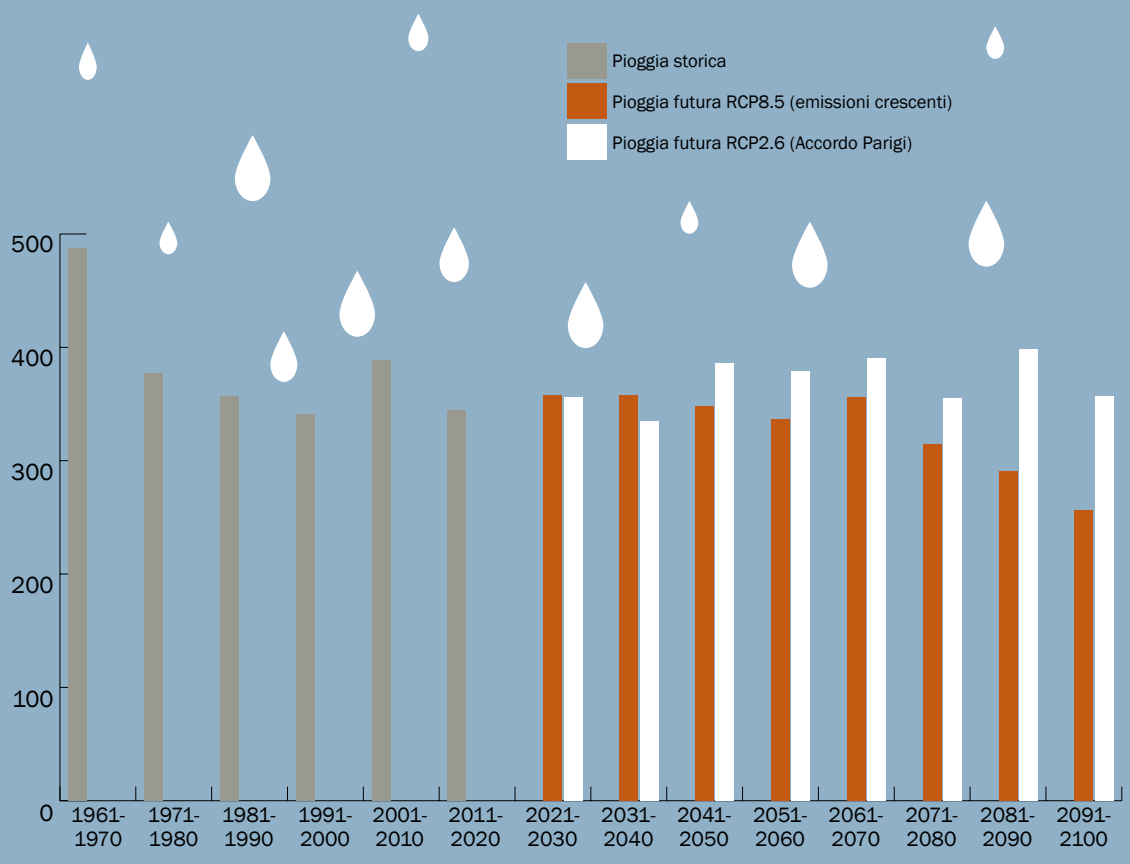
Questa quantità è espressa dall'evapotraspirazione di riferimento cioè quel volume d'acqua che il prato consuma per evaporazione dal suolo o traspirazione dell'erba, quando il terreno non si trova mai in condizioni di "penuria" d'acqua.

EVAPOTRASPIRAZIONE



Udine: evapotraspirazione di riferimento, media decennale nei mesi estivi (giu-lug-ago)

PIOGGIA



Udine: pioggia media decennale nei mesi estivi (giu-lug-ago)

COME È VARIATA L'EVAPOTRASPIRAZIONE DAGLI ANNI 60'

Nella media pianura friulana negli ultimi 60 anni l'evapotraspirazione di riferimento (ETO) media estiva è variata dai 440 mm degli anni '60 del secolo scorso (cioè 440 litri al metro quadrato) ai quasi 500 mm del secondo decennio del nuovo millennio. Come risulta facilmente intuibile l'evapotraspirazione è legata alla temperatura, quindi non stupisce che dagli anni '60 al crescere delle temperature estive anche questa grandezza sia aumentata, come si vede nella prima parte del grafico che illustra l'evapotraspirazione (istogrammi in grigio).

A fronte di queste esigenze idriche quanta acqua ha realmente a disposizione il nostro prato durante l'estate? Naturalmente escludendo l'eventuale irrigazione - o un contributo da falda – deve essere considerata solamente la pioggia.

COME È VARIATA LA PIOGGIA ESTIVA

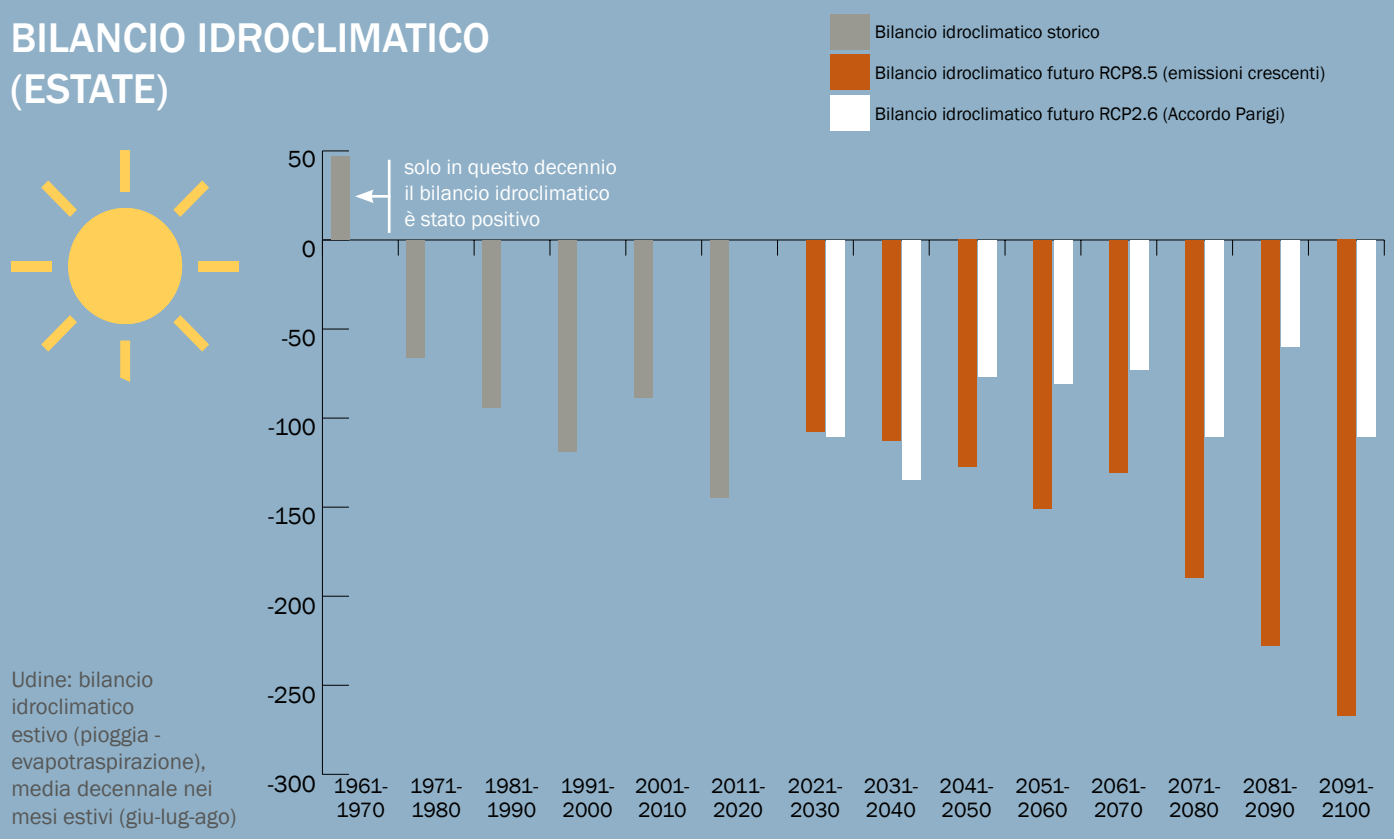
Nella prima parte del grafico che illustra la pioggia media dei mesi estivi (istogrammi in grigio) si può notare che se negli anni '60 le piogge medie estive a Udine erano quasi di 500 mm, superiori quindi alla evapotraspirazione, ma a partire dagli anni '70 si è assistito a una generale diminuzione delle piogge estive fino ad attestarsi poco sopra ai 340 mm nel decennio 2011-2020.

IL BILANCIO IDROCLIMATICO

Per mettere assieme queste due informazioni si può esaminare il bilancio idroclimatico cioè la differenza tra piogge ed evapotraspirazione di riferimento. In prima approssimazione si può affermare che se questo bilancio è positivo le piogge riescono a soddisfare le esigenze idriche del prato, in caso contrario la coltura nel corso dell'estate andrà incontro a situazione di stress.

Quello appena espresso è un approccio semplificato che non tiene conto della eventuale riserva idrica contenuta nel terreno a inizio estate o delle perdite idriche per ruscellamento e percolazione dal terreno, ciononostante è molto utile per inquadrare il problema.

È interessante osservare che se negli anni '60 del secolo scorso il bilancio idroclimatico a Udine era positivo, al crescere nei decenni dell'evaporazione e alla contemporanea diminuzione delle piogge estive, questo sia diventato sempre più negativo.



Udine: bilancio idroclimatico estivo (pioggia - evapotraspirazione), media decennale nei mesi estivi (giu-lug-ago)

Foto: Federica Flapp

E IN FUTURO?

Nei tre grafici presentati, la pioggia, l'evapotraspirazione e il bilancio idroclimatico dagli anni sessanta a oggi sono rappresentati dagli istogrammi in grigio. Come varieranno in futuro?

Per stimare come potranno modificarsi pioggia e evapotraspirazione da oggi a fine secolo si devono ipotizzare diversi scenari emissivi, su cui i modelli climatici effettuano i calcoli per delineare la possibile climatologia del futuro. Nelle figure l'andamento delle variabili viene evidenziato: in bianco con riferimento allo scenario a emissioni fortemente ridotte (RCP 2.6, Accordo di Parigi rispettato) e in arancione con riferimento allo scenario a emissioni crescenti (RCP 8.5, scenario "*business as usal*").

A fine secolo con lo scenario a emissioni ridotte la situazione sarà simile a quella attuale, mente nello scenario a emissioni crescenti il bilancio idroclimatico presenterà dei livelli molto più negativi di oggi. In quest'ultima ipotesi saranno molto più comuni situazione come quelle del 2022 dove, a Udine, a fronte di una pioggia estiva di 160 mm l'evapotraspirazione di riferimento ha raggiunto i 500 mm con un conseguente deficit pluviometrico di 340 mm.

Andrea Cicogna
ARPA FVG

IRRIGAZIONE E CAMBIAMENTI CLIMATICI IN FVG IN UN CONTESTO DI VALUTAZIONE DEI SERVIZI ECOSISTEMICI

Foto: Federica Flapp

L'irrigazione può in parte compensare l'insufficiente disponibilità idrica dovuta ad aumento delle temperature ed eventi siccitosi. Per pianificare un uso sostenibile dell'acqua a fini irrigui servono analisi economiche che tengano conto non solo dei costi e ricavi di mercato, ma anche delle conseguenze positive o negative che l'investimento può avere sul benessere collettivo e in particolare sui servizi ecosistemici. Tenendo conto di tutti questi aspetti, i benefici dell'irrigazione risultano maggiori rispetto ai costi.

Dal dibattito scientifico internazionale che ha per oggetto il cambiamento climatico, emerge come di primaria importanza la necessità di riflettere sull'utilizzo delle risorse idriche secondo un criterio di "efficienza". La scarsità che contraddistingue, oramai piuttosto endemicamente, la risorsa acqua e che la caratterizzerà sempre più marcatamente nel prossimo futuro, richiede che la sua gestione avvenga in maniera "oculata" e in sintonia con i principi della sostenibilità, al fine di perpetuare la fornitura di tutti quei benefici a favore del benessere umano, che il *Millennium Ecosystem Assessment* ha definito "servizi ecosistemici".

Mais seccatosi precocemente per la siccità estiva (luglio 2022).

L'USO SOSTENIBILE DELL'ACQUA IN AGRICOLTURA

Uno degli ambiti in cui l'uso sostenibile dell'acqua appare di estremo interesse, oltre a quello delle industrie manifatturiere idrovore e al settore energetico, è quello agricolo, laddove rappresenta un fondamentale fattore per la produzione di beni ("servizi ecosistemici di fornitura"). In questo caso, infatti, senza l'accesso alla risorsa, gli operatori non potrebbero garantire il corretto svolgimento delle loro attività.

Nel settore agricolo, che comprende tutte le attività di agricoltura irrigua (coltivazione di colture permanenti e non permanenti tramite irrigazione), agricoltura non irrigua (coltivazione di colture tramite acqua piovana) e l'allevamento di animali, l'opportunità di utilizzo dell'acqua a fini irrigui è, infatti, un aspetto rilevante nel processo decisionale imprenditoriale. Tale importanza assume un'enfasi nel contesto attuale in cui la vulnerabilità evidenziata dall'agricoltura in relazione ai cambiamenti climatici si appalesa sulle rese. Queste, a causa delle temperature elevate e della variabilità delle precipitazioni, si riducono, talvolta, consistentemente, con rilevanti ripercussioni anche sulla redditività. In letteratura si rinvengono ricerche che stimano che l'impatto di tali eventi porti a perdite del 30% rispetto alle rese in anni con regolare disponibilità idrica. Si rileva, peraltro, che tali impatti si ripercuotano lungo tutta la filiera e non solo sulla produzione agricola. Data la rilevanza delle colture irrigue, che alcuni studi quantificano essere pari alla metà del valore economico nazionale della produzione agricola in Italia, la gestione sostenibile delle risorse idriche per affrontare i cambiamenti climatici risulta indispensabile e urgente. In tale contesto, l'irrigazione viene considerata una tecnica agricola valida per compensare, almeno parzialmente, l'insufficiente disponibilità idrica dovuta ai cambiamenti climatici.

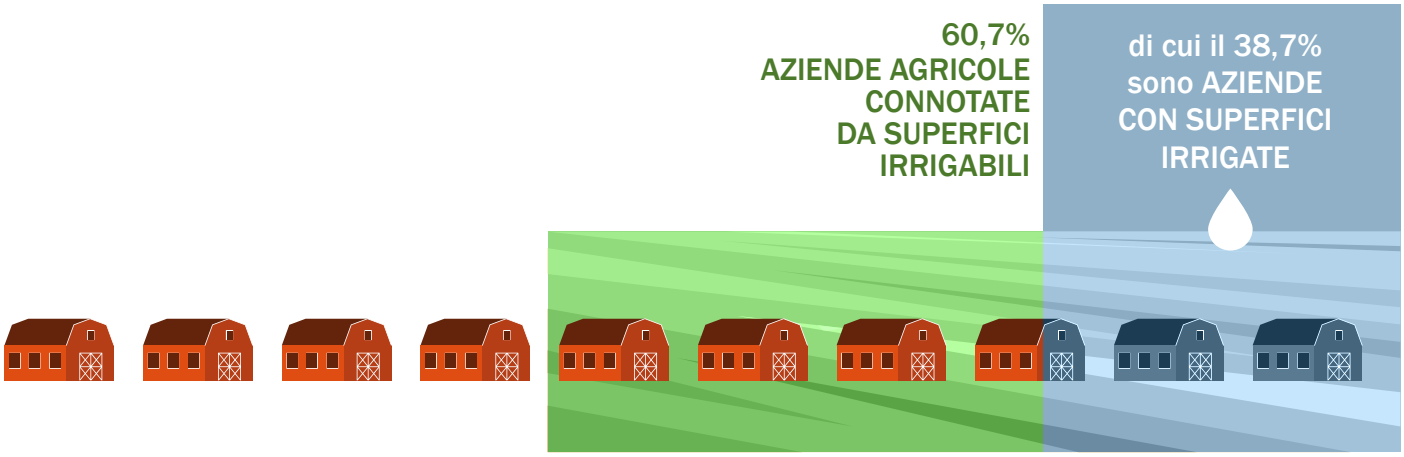
L'IRRIGAZIONE IN FVG

Questa problematica legata alla gestione delle risorse idriche è presente anche sul territorio regionale e viene affrontata anche attraverso l'attività dei Consorzi di bonifica e irrigazione. Questi, derivando acqua da fiumi e bacini d'invaso, artificiali o comunque regolati dall'azione antropica, generano e sostengono un ecosistema irriguo che supporta l'attività agricola.

Il ruolo dell'irrigazione in Friuli Venezia Giulia è stato evidenziato dai dati del 7° Censimento generale dell'agricoltura, dai quali emerge che la superficie irrigata sulla Superficie Agricola Utilizzata è pari al 39%, valore al di sopra sia del dato relativo al nord-est Italia (pari al 33%) sia alla media italiana, che si attesta al 20,6%. D'altra parte la superficie irrigabile raggiunge in regione il 49%, mentre al nord-est Italia supera il 50% (53,7% il dato in dettaglio) e a livello italiano si ferma al 30,6%.

L'analisi a livello di aziende agricole evidenzia che, rispetto al 60,7% di aziende connotate da superfici irrigabili, sono il 38,7% quelle che hanno superfici irrigate.

Simile a quella sopra descritta è la situazione a livello di nord-est (con 66,2% e 45,2% di aziende con, rispettivamente, superficie irrigabile e irrigata) e media italiana (42,8% e 27,7%, le rispettive percentuali). La distribuzione d'acqua che viene realizzata è in grado di sostenere e, a volte, creare ex novo ecosistemi artificiali, nonché interi ambiti di paesaggio, ampiamente diffusi nei contesti pedemontani e pianeggianti del Friuli Venezia Giulia .



L'ANALISI ECONOMICA PER SUPPORTARE LE DECISIONI

La necessità di gestire l'acqua come una risorsa scarsa, secondo un criterio di efficienza, ha chiamato da diverso tempo gli economisti a prestare la loro opera a supporto del processo decisionale. Di particolare interesse, a tal proposito, risulta il contributo che l'analisi economica apporta nell'iter previsto per la realizzazione di un progetto di investimento a fini irrigui, quando considera la multidimensionalità degli effetti che esso comporta, ossia quando non si limita a considerazioni di mera efficienza "tecnica". Ciò che, infatti, emerge preponderante agli occhi del decisore, in relazione all'utilizzo di queste tecniche, sono i costi che le stesse comportano, mentre altri aspetti, sia positivi sia negativi, legati alla loro realizzazione non paiono altrettanto evidenti.

VALUTARE LE ESTERNALITÀ

L'apporto degli economisti nella valutazione di un progetto di investimento è ampiamente consolidato nel contesto comunitario: l'analisi economica è fondamentale per supportare decisioni informate e segue apposite Linee Guida della Commissione Europea. Da questi documenti emerge l'importanza di prendere in considerazione dal punto di vista economico-monetario tutti gli effetti che un progetto di investimento crea sul livello di benessere sociale. Nel caso di un'opera da realizzare a fini irrigui si tratta, quindi, di affiancare ai costi finanziari e ai ricavi da tariffa per i servizi generati, tutti gli altri aspetti che impattano sul benessere della collettività coinvolta dall'intervento.

In questa prospettiva, che amplia il campo di valutazione, gli economisti cercano di esprimere con la stessa unità di misura, la moneta, i diversi impatti che conseguono dall'utilizzo delle risorse idriche tramite un progetto di irrigazione. Sovente si ha a che fare, infatti, con aspetti per i quali non esiste un mercato né, di conseguenza, un prezzo, ma che comunque manifestano delle conseguenze positive (benefici) o negative (danni) sul benessere della collettività. Tali impatti, definiti esternalità positive o negative, si trasferiscono dal progetto a parti terze senza che ci sia compensazione monetaria.

Poiché le esternalità oggetto di attenzione negli investimenti riguardanti le infrastrutture pubbliche si manifestano in modo rilevante attraverso l'ambiente, in cui le infrastrutture e gli usi a esse collegati sono collocate, esiste un evidente legame tra le esternalità e i succitati servizi ecosistemici, ovvero i benefici multipli forniti dagli ecosistemi al genere umano.

LE ESTERNALITÀ DELL'IRRIGAZIONE

Il settore irriguo, caratterizzato da interazioni articolate e territorialmente estese con gli ecosistemi, presenta esternalità derivanti dall'uso delle risorse, cioè nella fase di distribuzione a valle della consegna da parte del sistema di approvvigionamento idrico. Nel contesto dell'analisi economica è allora importante includere anche le esternalità dei progetti legati all'irrigazione, siano esse negative, dovute ad esempio al fatto che l'irrigazione possa compromettere lo stato dei corpi idrici naturali sia dal punto di vista quantitativo sia qualitativo, nonché le esternalità positive. Appartengono a quest'ultima categoria i "servizi ecosistemici di regolazione", quelli "culturali" e anche quelli "di supporto", che apportano benefici legati proprio all'utilizzo della risorsa acqua per l'irrigazione in ambito agricolo. Si tratta, più in dettaglio, di benefici derivanti dalla complessità del sistema artificiale irriguo e sono tali da influenzare il benessere umano, venendo a loro volta influenzati dalle attività antropiche. Infatti, il dipanarsi nei secoli dell'intervento umano volto alla regimentazione delle acque e all'irrigazione ha modificato il sistema naturale antecedente, creando un nuovo sistema "artificiale" talmente radicato nel tempo e nello spazio da aver raggiunto una complessità ecosistemica tale da essere motore e garanzia della fornitura di una estesa serie di servizi ecosistemici. Tra questi, come diversi studi mettono in evidenza, si ricordano:

Alcuni tra i servizi ecosistemici messi in evidenza da diversi studi.

Foto: Federica Flapp

VALUTARE I BENEFICI DELL'IRRIGAZIONE

Per catturare anche questi aspetti e inserirli nel processo decisionale, di particolare interesse risulta la valutazione economico-monetaria dei benefici, che sono generati dal flusso delle acque irrigue nel territorio e che creano effetti ritenuti rilevanti per la collettività. Come ricordano le Istituzioni, è necessario fornire una quantificazione monetaria delle esternalità in funzione del fatto che la realizzazione di un'opera di irrigazione sia in grado di produrre una variazione degli impatti già esistenti o consenta di mantenere un livello di servizio nella distribuzione delle risorse idriche al di sotto del quale si determinerebbero riduzioni degli impatti positivi già esistenti.

ATTRIBUIRE UN VALORE AI SERVIZI ECOSISTEMICI

Per attribuire un valore ai servizi ecosistemici collegati alla pratica dell'irrigazione e privi di mercato e di prezzo, gli economisti ricorrono al concetto di Disponibilità a Pagare (DAP) degli utenti, che misura l'importo massimo che i consumatori sono disposti a pagare per un'unità di un determinato bene o servizio. Sebbene esistano diversi metodi per stimare il valore economico-monetario dei servizi ecosistemici, molto diffuso è l'utilizzo delle "preferenze dichiarate", che vengono raccolte mediante indagini con l'utilizzo del questionario. I dati, elaborati, consentono di quantificare il valore economico totale di tali servizi, che vengono, quindi, inclusi nelle voci considerate nel processo decisionale. Nonostante i continui miglioramenti metodologici, esistono dei benefici il cui valore non è a oggi agevolmente quantificabile in moneta. In tali casi il suggerimento che proviene da chi studia le tecniche estimative è quello di quantificare almeno in unità fisiche l'impatto (ad esempio, facendo riferimento ai servizi ecosistemici sopra descritti, la quantità di acqua purificata o ricaricata in falda) con l'obiettivo, anche in tal caso, di mettere il decisore in una situazione di scelta "informata".

BENEFICI MAGGIORI DEI COSTI

Scorrendo la letteratura che si è occupata di fornire una valutazione alle esternalità positive ambientali prodotte dalla derivazione e distribuzione d'acqua irrigua, è comunque possibile convalidare l'assunzione che l'irrigazione, contribuendo alla produzione di servizi ecosistemici e all'aumento della disponibilità dei beni ambientali, determini una variazione netta positiva sul benessere collettivo. Infatti, laddove la valutazione economico-monetaria si spinge ad abbracciare le molteplici dimensioni che rappresentano gli effetti creati sulla collettività dall'agroecosistema irriguo, pare potersi affermare che venga scardinata la convinzione secondo cui l'azione umana generi sempre danno sulla capacità di un sistema naturale di fornire servizi ecosistemici. All'opposto, i benefici, monetariamente quantificati, sono maggiori dei costi: il benessere umano, nella ricerca di una modalità di contenimento delle conseguenze negative del cambiamento climatico, può provare a trovare comunque un vantaggio.

Antonio Massarutto
Francesco Marangon
Stefania Troiano
Università degli Studi di Udine

Foto: Federica Flapp

TRASFORMAZIONE DEI PAESAGGI DELLA BONIFICA E NUOVI DESERTI FRIULANI IN UN QUADRO DEI CAMBIAMENTI DEI MODELLI AGRICOLI E CLIMATICI

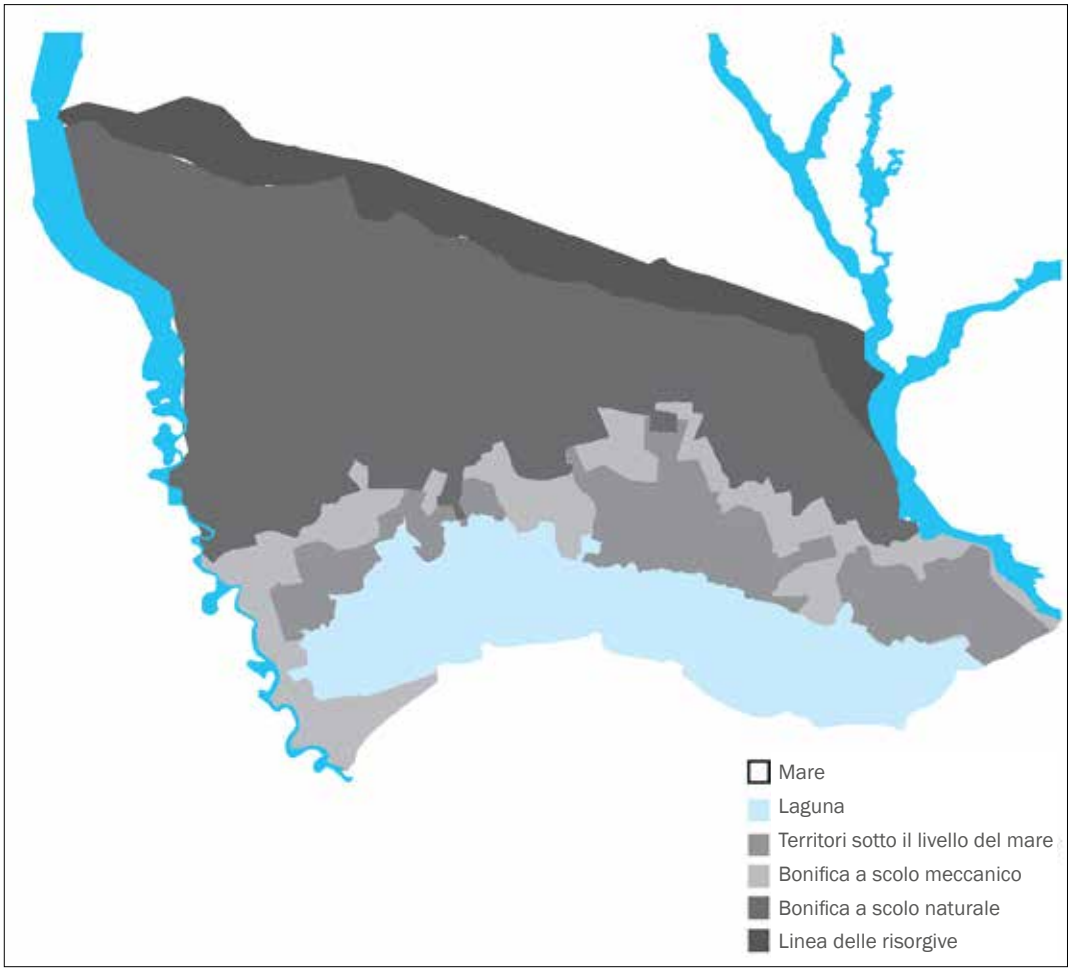
Foto: Thomas Bisiani e Adriano Venudo

Tratto della campagna di bonifica tra Latisana e Precenicco soggetta alle dinamiche di semplificazione paesaggistica e di riassetto idraulico alla base dei processi di desertificazione.

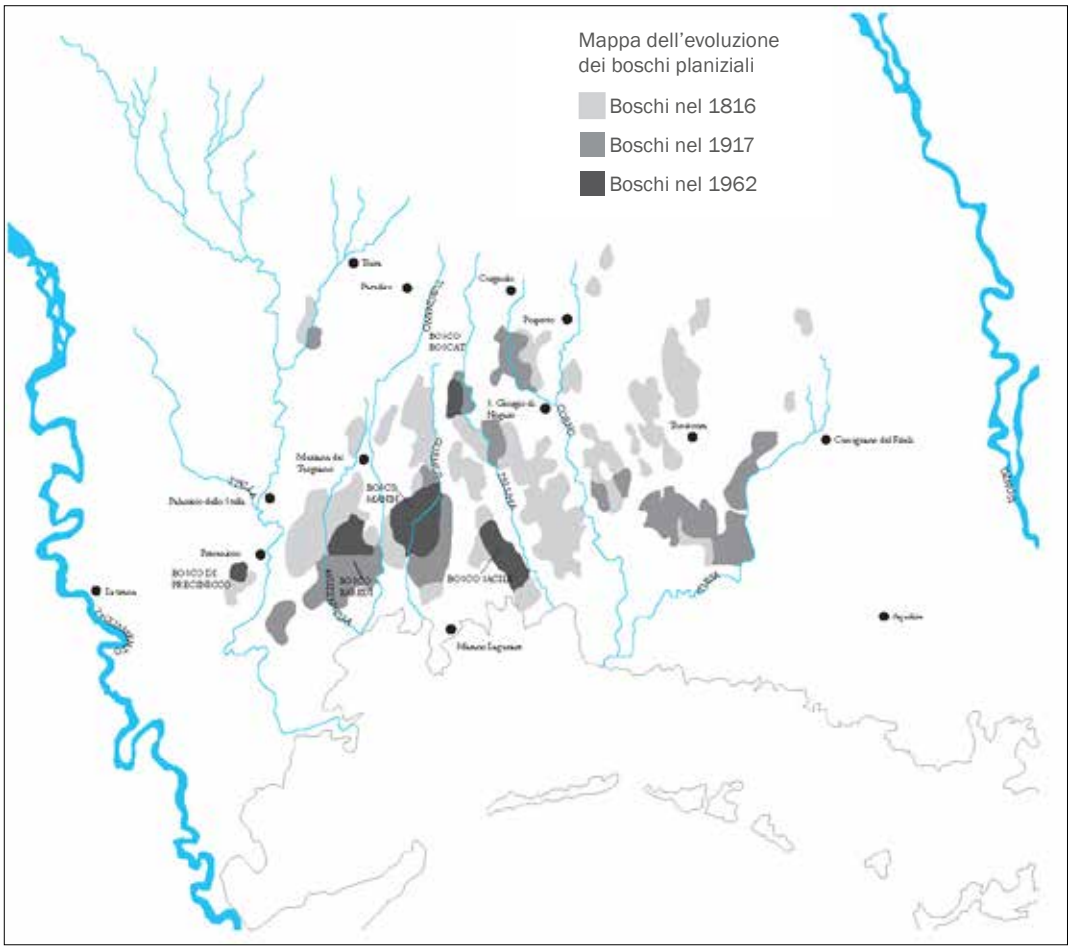
Le bonifiche della pianura friulano-isontina hanno modellato il paesaggio, creando un reticolo idrografico che oggi svolge rilevanti funzioni ecologiche.
Questo patrimonio ambientale, storico e culturale è oggi messo a rischio da nuovi modelli agricoli e da modalità di efficientamento dell'irrigazione adottate per fronteggiare i cambiamenti climatici.
È necessario trovare un equilibrio tra le esigenze di agricoltura, ambiente e paesaggio per arginare una vera e propria "desertificazione" del territorio.

La campagna di bonifica della bassa pianura friulana e isontina, che si estende dal fiume Isonzo al fiume Tagliamento, è il più importante bacino agricolo del Friuli Venezia Giulia sia per produzione agroalimentare diretta che per l'indotto a essa collegato. Occupa circa 1/3 della superficie dell'intera regione e svolge un ruolo ambientale e paesaggistico rilevante per la struttura e i servizi ecosistemici della Rete Ecologica Regionale FVG, così come individuata e codificata dal Piano Paesaggistico Regionale FVG. Per queste ragioni è classificata all'interno di quelle aree definite "campagna di qualità paesaggistica con valore ecologico".

La sua esistenza è relativamente giovane, rispetto ai tempi geologici della terra e a quelli storici di tracce, tracciati e sistemi insediativi territoriali, perché ha compiuto da poco "solo 100 anni". Prima era infatti occupata dal grande bosco planiziale, il bosco allagato e da praterie umide. Era la *Silva Lupanica*, quella di cui ci parlano Plinio il Vecchio e Virgilio, che occupava tutte le "terre basse", dalla "Stradalta" (l'attuale SR 252) fino alla gronda lagunare, allora segnata dalla strada consolare via Annia (circa l'attuale SR 14). E da qui, circa sulla gronda lagunare, cambiando "vestito", sfumando nelle barene e velme della laguna.



Sistema paesaggistico-ambiente della bonifica in relazione alla tipologia di scolo (estratto della Tesi di Laurea Magistrale di Valentina Devescovi, 2021, Università degli Studi di Trieste).

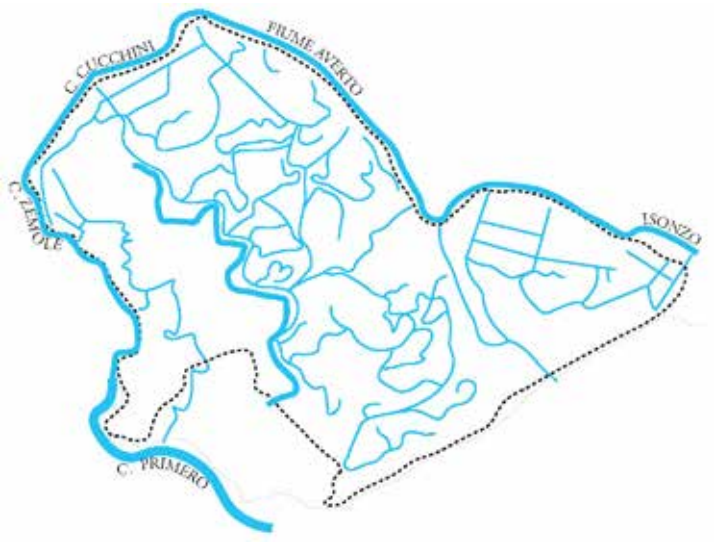


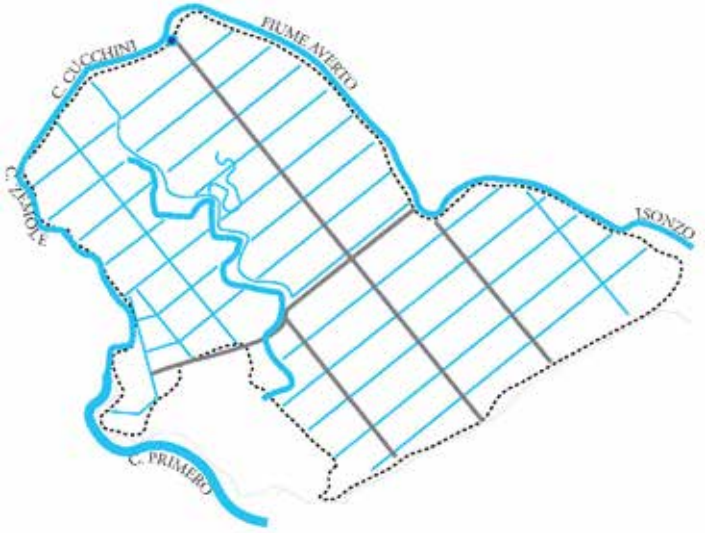
Schema dell'evoluzione-involuzione del bosco planiziale e dei relitti ancora presenti nella campagna di bonifica (estratto della Tesi di Laurea Magistrale di Valentina Devescovi, 2021, Università degli Studi di Trieste).

IL "*BONUM FACERE*" CHE TRASFORMÒ LA PIANURA

Il *Bomum Facere*, portato avanti per quasi 2000 anni con alterne vicende, e conclusosi tra gli anni '20 e '50 del secolo scorso con un'opera immensa sotto diversi profili, primo fra tutti quello idraulico, ma poi anche igienico sanitario, sociale, architettonico, geografico, ecc., permise di coltivare e soprattutto "abitare" le terre basse.

È quello della campagna di bonifica un assetto idrogeologico impresso a una porzione di territorio di scala regionale, le cui modalità di funzionamento e gestione sono rimasti pressoché invariati per quasi 70 anni, garantendo oltre che una terra coltivabile e quindi poi "abitabile", una elevata qualità paesaggistica e rilevanti funzioni ecologiche i cui effetti positivi hanno riverberato sia a nord, nella cosiddetta campagna del "medio Friuli" che a sud, nella laguna di Grado e Marano, quest'ultimo il più importante serbatoio di naturalità e di biodiversità della Regione Friuli Venezia Giulia.





BONUM FACERE

Il termine bonifica deriva dall'antico latino e precisamente dall'espressione "*bonum facere*", che letteralmente significa "rendere buono". Rispetto all'argomento in oggetto *Bonum Facere* significa letteralmente "rendere buono il territorio", ovvero bonificarlo. Con questo termine si identifica la campagna ottenuta dalla bonifica di tutto l'ambito umido occupato, fin dall'epoca romana, dal bosco allagato della foresta planiziale.

Un tempo tutta la Pianura friulana era occupata da acque, paludi e boschi planiziali ed era quasi del tutto disabitata. L'area infatti era contemporaneamente minacciata sia dall'eccedenza delle acque provenienti da monte che dall'ingressione marina dovuta alle escursioni di marea e alle mareggiate. Nei primi decenni del secolo scorso, l'area è stata oggetto di operazioni di riordino fondiario e bonifica, in cui il reflusso delle acque è garantito da 32 impianti idrovori. La laguna di Grado e Marano è invece difesa da arginature che proteggono il territorio da mareggiate ed escursioni di marea.

Bonifica "della Vittoria"
Il comprensorio è di circa 3800 ha. I primi interventi bonificatori risalgono agli inizi del '900 sui bacini di Isola Morosini, Tiel Mondina e Fossalon. Tra il 1933 e il 1943, sono state compiute opere di bonifica (estratto della Tesi di Laurea Magistrale di Valentina Devescovi, 2021, Università degli Studi di Trieste).

Bonifica "Planais"
Questo bacino di bonifica si estende per 350 ha nel Comune di Carlino e 500 ha nel Comune di San Giorgio. I lavori di bonifica iniziarono nel 1910 ma già in precedenza i proprietari terrieri avevano costruito dei piccoli argini di difesa delle coltivazioni (estratto della Tesi di Laurea Magistrale di Valentina Devescovi, 2021, Università degli Studi di Trieste).

UN PREZIOSO SISTEMA IDROGRAFICO-AMBIENTALE

Il sistema idraulico della bonifica che circa 100 anni fa ha letteralmente ridisegnato la bassa pianura friulana e isontina è impostato su di un complesso equilibrio idrografico organizzato su nove bacini, attraverso una rete gerarchizzata di collettori, canali, fossi, scoline e cavini, con un sistema misto, a scolo naturale e a scolo meccanico, che si intesta sull'argine della gronda lagunare. La rete idrografica principale e soprattutto quella minore (capifosso e scoline) costituiscono il più importante connettivo ecologico del sistema ambientale della campagna di bonifica del Friuli Venezia Giulia. Lungo questa rete proliferano siepi campestri, filari e boschetti ruderali, che costituiscono habitat naturali e seminaturali per numerose specie faunistiche e avifaunistiche, e che in alcuni casi sono anche degli importanti ecotopi.

LA TRASFORMAZIONE IN CORSO

Negli ultimi vent'anni ragioni di redditività economica ma soprattutto necessità legate al cambiamento climatico hanno innescato preoccupanti processi di trasformazione in questo delicato sistema idrografico-ambientale. Per poter garantire una più efficiente, veloce ed economica lavorabilità dei fondi i consorzi di bonifica e gli agricoltori hanno progressivamente intubato la rete minore sia quella di deflusso, che quella di drenaggio e raccolta, incanalandola in tubi drenanti o in condotte in pressione, eliminando fossi e scoline. Questa dinamica ha portato ad ampi riordini in appezzamenti sempre più grandi che facilitano e accelerano le arature, le raccolte (diminuendo "le voltate") o l'irrigazione meccanica (con i noti dispositivi a ranger o pivot) attraverso l'impiego di mezzi industriali sempre più produttivi, efficaci, ma anche sempre più grandi e ingombranti, la cui manovrabilità interferisce con il sistema idrografico minore.

A RISCHIO UN PATRIMONIO AMBIENTALE, STORICO, CULTURALE

Le condotte interrate in pressione rendono l'approvvigionamento idrico per l'irrigazione durante i periodi di siccità, sempre più frequenti, molto veloce, facile ed economico. Questo nuovo modello agricolo estensivo e semi-industriale sta generando, lentamente ma inesorabilmente, un

nuovo assetto territoriale, che intacca innanzitutto il ridisegno delle maglie poderali, arrivando fino alla cancellazione della rete idrografica superficiale, quella più minuta e debole. Quella rete capillare fatta da fossi inerbiti e scoline con siepi ambientali, che però come dicevamo è la matrice paesaggistica del territorio della bonifica. Va sottolineato che la campagna di bonifica, per così com'è oggi, non è soltanto una risorsa produttiva, ma è un patrimonio in senso più ampio, con valenze antropologiche, sociali, storico-testimoniali e culturali. È la cultura materiale del territorio.

Gli attuali modelli agrari e il cambiamento climatico in atto sono quindi fortemente connessi all'interno di una dinamica regressiva i cui effetti a medio-lungo periodo preludono a una progressiva semplificazione del paesaggio e alla costante riduzione delle qualità ambientali. È questo uno scenario che certamente risponde alle necessità di cambiamento climatico, ma prefigura contemporaneamente una nuova forma di desertificazione (non sempre visibile a occhio nudo). Due risvolti dello stesso problema che vanno quindi riconsiderati in maniera sistemica negli scenari di lungo periodo sulle variazioni climatiche che prefigurano l'innalzamento dei livelli dei mari e quindi potenziali "riallagamenti" delle terre basse. L'innalzamento delle acque marine, combinato con periodi di siccità prolungati e frequenti, contribuisce inoltre a intensificare il fenomeno dell'intrusione marina, cioè dell'avanzamento del cosiddetto cuneo salino. La salinizzazione delle falde acquifere che ne deriva, in particolare nei periodi di scarse precipitazioni, può manifestarsi per diversi chilometri nell'entroterra, impedendo l'utilizzo delle risorse idriche del sottosuolo a fini agricoli.

"Ranger": dispositivi automatizzati di irrigazione "a pioggia" utilizzati su tutto il territorio della campagna di bonifica. L'irrigazione con questi dispositivi è estremamente efficace ed economica, tuttavia per il funzionamento necessitano di "campagne senza ostacoli", quindi senza fossi, scoline, alberi e siepi campestri, elementi tipici della campagna di bonifica della bassa pianura friulana e isontina.

Nuovi sistemi di irrigazione meccanica a sub infiltrazione che sostituiscono i tradizionali sistemi con fossi e scoline. questa soluzione migliora la produttività, economizza l'utilizzo dell'acqua, ma semplifica pericolosamente i caratteri qualitativi del territorio e le componenti paesaggistiche e ambientali della campagna di bonifica con la relativa riduzione di biodiversità, semplificazione del paesaggio e desertificazione.

TRA SCARSITÀ ED ECCESSO D'ACQUA

Nelle "terre basse" l'acqua è quindi un elemento da cui difendersi, ma è anche un elemento che sempre più scarseggia. Potrebbe sembrare quasi un paradosso che oscilla tra scarsità ed eccesso, ma è proprio questo il contenuto e il tema progettuale, risorsa e trasformazione, da affrontare in maniera integrata per la campagna di bonifica nel prossimo e immediato futuro.

La questione assume così una dimensione complessa, e di conseguenza devono essere altrettanto complesse e ricche le possibili soluzioni, che assumono un carattere multilivello.

Campagna di bonifica, località 4° Partita, Aquileia.
Sistema misto: scoline e impianto di irrigazione a pressione.

Campagna di bonifica. Difficoltà di drenaggio dopo un evento meteorologico intenso tra Palazzolo dello Stella e Muzzana del Turgnano .

Bosco Bolderate, relitto del bosco planiziale a Carlino

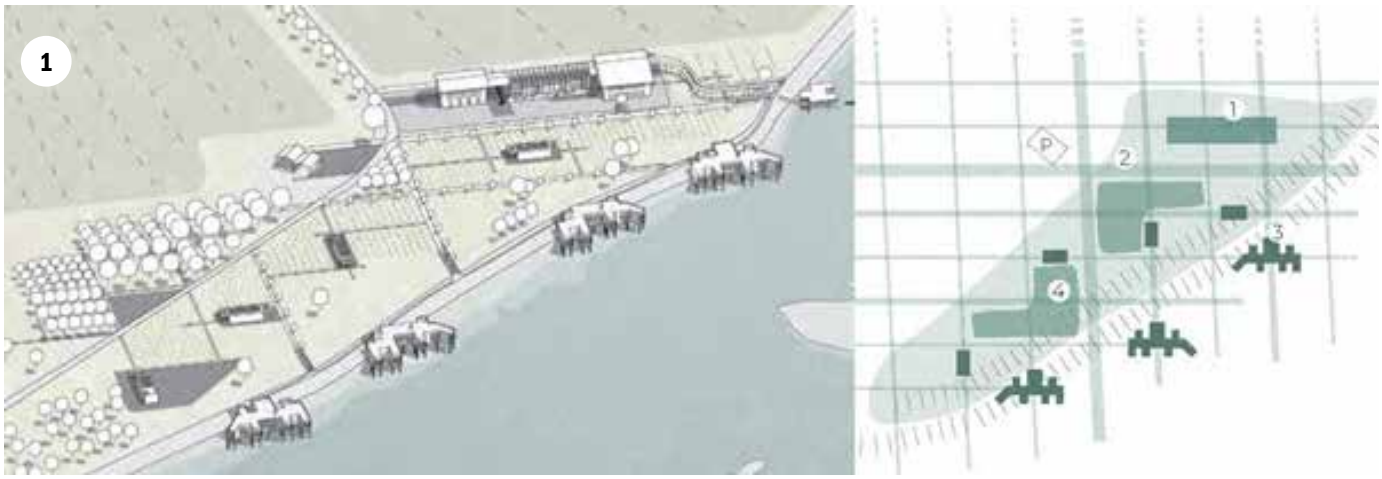
SOLUZIONI ARTICOLATE A QUESTIONI COMPLESSE

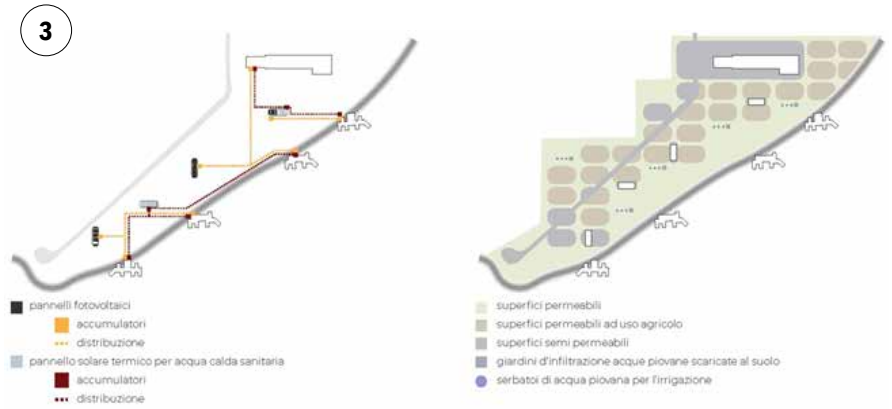
Il tema della siccità e della salinizzazione delle falde si può mitigare introducendo bacini di accumulo e affiancando ai modelli agricoli attuali soluzioni integrative, come le colture fuori suolo, capaci di ridurre l'utilizzo del terreno e della risorsa idrica.

La biodiversità può venire incrementata promuovendo la conformazione di *hot spot* di naturalità collegati da fasce ed elementi lineari volti a costituire reti ecologiche sovrapposte alle aree dei terreni coltivati. Questi sistemi possono venire potenziati attraverso forme di "sbonifica" (come ad esempio il progetto pilota in prossimità dell'Isola della Cona e della "Bonifica della Vittoria") volte a ricostituire una quota di quelle che erano originarie zone umide, isole di boschi igrofili, zone a boschetto.

Il paesaggio della bonifica è però anche un paesaggio fondamentalmente artificiale, un paesaggio di trasformazione, per questo motivo un importante fattore di contrasto alla desertificazione può essere costituito dal presidio antropico. Riabitare le campagne della bonifica, riutilizzare il patrimonio delle case coloniche e dei manufatti abbandonati o sottoutilizzati in queste aree, sviluppare nuove tipologie insediative a partire da forme di residenzialità sostenibili e a basso impatto ambientale lungo argini e canali e reinventare nuovi utilizzi e significati attrattivi per antiche idrovore e manufatti idraulici della bonifica, può essere un contributo decisivo per garantire la "tenuta" di luoghi e paesaggi che oggi sono ancora percepiti come di qualità, ma che sono già in una fase di transizione. Questi nuovi modelli per riabitare la campagna (come il progetto sperimentale del "villaggio Rapâr") recuperano gli insediamenti dei coloni e il prezioso patrimonio architettonico-territoriale della bonifica secondo un nuovo paradigma più sostenibile, che è il paesaggio stesso della bonifica, quel "paesaggio continuo", tra l'Isonzo e il Tagliamento.

Thomas Bisiani
Adriano Venudo
Università degli Studi di Trieste





Villaggio ecosostenibile "Rapâr", Aquileia in prossimità della foce del fiume Natissa. Modelli sperimentali per riabitare la campagna di bonifica.
1) Vista prospettica e schema insediativo
2) Masterplan
3) Schemi sulla sostenibilità (utilizzo delle fonti rinnovabili e trattamento delle acque meteoriche)
(estratti della Tesi di Laurea Magistrale di Emma Donadon e Elisabetta Nascig, 2023, Università degli Studi di Trieste).

Scarica tutti i “Segnali dal clima in FVG”:

https://www.arpa.fvg.it/temi/temi/meteo-e-clima/sezioni-principali/cambiamenti-climatici/segnali-dal-clima-in-fvg/