

# **AREE UMIDE DI TEZZE SUL BRENTA E CARTIGLIANO: STIMA DEI VOLUMI DI ACQUA INFILTRATI NEL SOTTOSUOLO**

**SERVIZIO DI ASSISTENZA E FORNITURA  
DI STRUMENTAZIONE PER  
L'ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO  
DEL LIVELLO DI FALDA  
E DEI VOLUMI INFILTRATI  
NELL'AMBITO DEL  
PROGETTO  
LIFE BRENTA 2030**

Andrea Sottani

Promosso da:



## CREDITS

---

Nome del progetto  
**LIFE Brenta 2030**

---

Azione di progetto  
**D3.2**

---

Autore, ente di appartenenza  
**Andrea Sottani, Sinergeo**

---

Contatti  
**info@sinergeo.it**

---

Data  
**07/05/2024**

---

Con il contributo dello strumento finanziario LIFE dell'Unione Europea  
LIFE18-NAT\_IT\_000756

L'autore è il solo responsabile di questa pubblicazione e la Commissione Europea  
declina ogni responsabilità sull'uso che potrà essere fatto delle informazioni in essa  
contenute.

## SOMMARIO

<b><i>Aree umide di Tezze sul Brenta e Cartigliano: stima dei volumi di acqua infiltrati nel sottosuolo</i></b> .....	<b>1</b>
<b>1. <i>Introduzione</i></b> .....	<b>4</b>
<b>2. <i>Attività sperimentali</i></b> .....	<b>5</b>
<b>3. <i>Area umida di Tezze sul Brenta</i></b> .....	<b>6</b>
<b>4. <i>Area umida di Cartigliano</i></b> .....	<b>12</b>
<b>5. <i>Conclusioni</i></b> .....	<b>14</b>

## 1. INTRODUZIONE

Il presente documento rappresenta il report conclusivo delle attività sperimentali condotte nell'ambito del Progetto LIFE Brenta 2030 presso le aree umide di Tezze sul Brenta e Cartigliano, con la finalità di quantificare i volumi di acqua superficiale dispersi nel sottosuolo e quindi il contributo di ricarica nei confronti dell'acquifero freatico locale.

Tali attività sono state svolte a supporto dell'azione di progetto D3.2, che riguarda nello specifico gli interventi di monitoraggio dei volumi infiltrati dalle aree umide.

Vengono di seguito descritte le attività di misurazione svolte in campo e successivamente commentati i risultati delle elaborazioni dei dati, in particolare riferiti a rilievi sperimentali della portata fluente nei canali di ingresso e uscita; per il sito di Tezze sul Brenta, tali misure sono state correlate con i valori di livello idrometrico registrati presso due stazioni di monitoraggio appositamente installate in sito.

Si rimanda alle seguenti relazioni tecniche per la descrizione dettagliata delle attività pregresse:

- Attività sperimentali presso le aree umide - settembre 2021 (pubblicata in data 19/10/2021)
- Monitoraggio idrogeologico – report giugno 2023 (pubblicata in data 28/06/2023)

## 2. ATTIVITÀ SPERIMENTALI

Si riepiloga a seguire il cronoprogramma degli interventi effettuati presso le aree umide di Tezze sul Brenta e Cartigliano:

- 16-17 settembre 2021:
  - installazione sonde di livello e temperatura presso gli idrometri di monte e di valle dell'area umida di Tezze sul Brenta;
  - realizzazione di prove infiltrometriche in prossimità delle aree umide di Tezze sul Brenta e Cartigliano<sup>1</sup>;
- 26 gennaio 2022:
  - misure di portata presso l'area umida di Tezze sul Brenta;
- 14 novembre 2022:
  - misure di portata presso le aree umide di Tezze sul Brenta e Cartigliano;
- 18 aprile 2023:
  - misure di portata presso l'area umida di Cartigliano;
- 12 giugno 2023:
  - misure di portata presso l'area umida di Tezze sul Brenta;
- 22 dicembre 2023:
  - misure di portata presso le aree umide di Tezze sul Brenta e Cartigliano;
- 24 gennaio 2024:
  - misure di portata presso le aree umide di Tezze sul Brenta e Cartigliano;
- 5 marzo 2024:
  - misure di portata presso le aree umide di Tezze sul Brenta e Cartigliano.

Le campagne di misura sperimentale delle portate in ingresso e uscita dalle aree umide di Tezze sul Brenta e Cartigliano sono state realizzate con la finalità di stimare l'entità della ricarica operata dai sistemi superficiali nei confronti della falda freatica sottostante.

I rilievi sono stati effettuati mediante correntometro doppler modello OTT-ADC, strumento che consente di determinare la velocità di deflusso in diverse posizioni lungo la sezione di misura e quindi di ricavare la portata fluente nel corso d'acqua.

Per quanto riguarda il sito di Tezze sul Brenta, le misure puntuali di portata sono state correlate con il monitoraggio in continuo del livello tramite sonde ad acquisizione automatica e teletrasmissione dei dati (modello OTT Ecolog 500), al fine di ottenere un monitoraggio delle portate in ingresso e uscita dall'area umida.

---

<sup>1</sup> Per una descrizione dettagliata si veda la relazione: "Attività sperimentali presso le aree umide - settembre 2021" del 19 ottobre 2021

### 3. AREA UMIDA DI TEZZE SUL BRENTA

A partire da metà settembre 2021 è disponibile il monitoraggio in continuo del livello idrometrico presso l'area umida di Tezze sul Brenta, in corrispondenza dei due idrometri appositamente installati nei canali di ingresso e di uscita.

I dati registrati dalle sonde sono rappresentati nell'immagine seguente, dove vengono evidenziate anche le date in cui sono state effettuate le misure di portata:

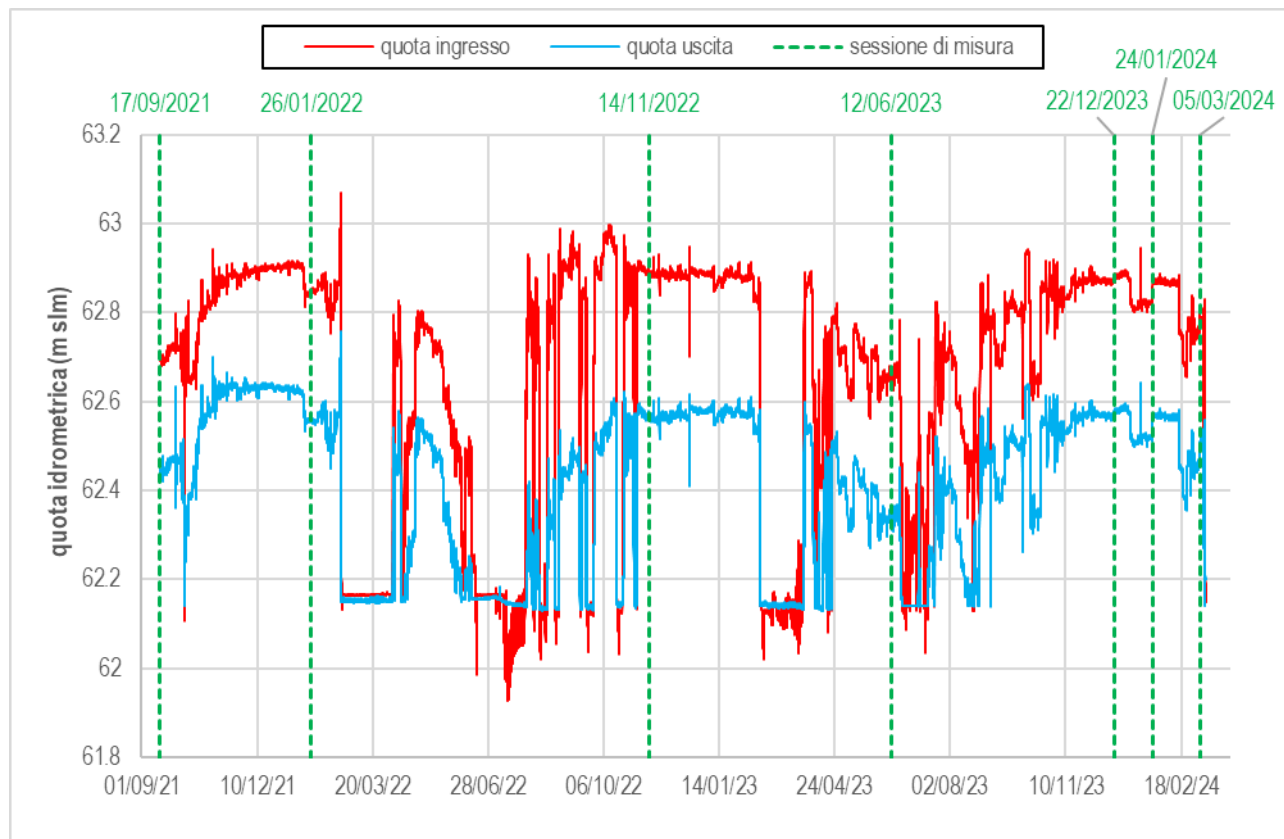


Figura 1 – Quota idrometrica presso l'area umida di Tezze sul Brenta, con indicazione delle sessioni di misura della portata

Per quanto possibile, le campagne di rilievo sono state programmate in diverse fasi del regime idrologico, al fine di caratterizzare nel modo più completo possibile l'andamento dei flussi in ingresso e uscita dai sistemi superficiali in studio.

Il livello idrometrico viene espresso in quota assoluta (m s.l.m), facendo riferimento a valori ricavati dal DTM (*Digital Terrain Model*) della Regione Veneto, con precisione di 5 m; si tratta quindi di dati approssimati, che potrebbero differire dalle reali quote dei due idrometri.

Come si nota in **Figura 1**, le serie di livello in ingresso e uscita risultano complessivamente parallele, seguendo andamenti difficilmente interpretabili e con ogni probabilità influenzati dalle manovre di regimentazione delle portate gestite dal consorzio.





Figura 2 – Misure di portata effettuate a Tezze sul Brenta: sezione di ingresso a sinistra, di uscita a destra; nelle fotografie sono visibili i 2 idrometri per la registrazione del livello idrometrico

I risultati ottenuti nelle 7 sessioni di misura vengono riepilogati nella seguente tabella:

data	sezione	Portata misurata (m <sup>3</sup> /s)	Errore strumentale (m <sup>3</sup> /s)	Portata minima (m <sup>3</sup> /s)	Portata massima (m <sup>3</sup> /s)	Delta misurato (m <sup>3</sup> /s)	Delta minimo (m <sup>3</sup> /s)	Delta massimo (m <sup>3</sup> /s)
17/09/2021	IN	0.998	0.03	0.973	1.023	0.042	0.001	0.084
	OUT	0.955	0.02	0.939	0.972			
26/01/2022	IN	1.442	0.06	1.387	1.497	-0.074	-0.174	0.026
	OUT	1.516	0.05	1.471	1.561			
14/11/2022	IN	1.714	0.06	1.654	1.774	0.167	0.077	0.257
	OUT	1.547	0.03	1.517	1.577			
12/06/2023	IN	0.758	0.02	0.738	0.778	-0.067	-0.117	-0.017
	OUT	0.825	0.03	0.795	0.855			
22/12/2023	IN	2.004	0.08	1.924	2.084	-0.187	-0.347	-0.027
	OUT	2.191	0.08	2.111	2.271			
24/01/2024	IN	2.022	0.08	1.942	2.102	0.150	0.000	0.300
	OUT	1.872	0.07	1.802	1.942			
05/03/2024	IN	1.452	0.06	1.392	1.512	-0.105	-0.225	0.015
	OUT	1.557	0.06	1.497	1.617			

Tabella 1 – Risultati delle misure di portata effettuate presso l'area umida di Tezze sul Brenta

Occorre innanzitutto sottolineare che, considerando:

- la differenza relativamente modesta tra le portate in ingresso e uscita, equivalente ad un delta compreso tra circa il 4 e il 10% rispetto al flusso entrante nell'area umida e
- l'entità dell'errore strumentale, compreso tra l'1 e il 4% rispetto al valore di portata della singola sezione di misura,

è difficile quantificare con la dovuta accuratezza la componente di portata dispersa nel sottosuolo, che, in riferimento ai volumi di acqua transitanti nel sistema, risulta comunque significativamente ridotta.

La scarsa capacità disperdente dell'area umida dipende con ogni probabilità da 2 fattori principali:

1. la colmatazione del fondo dei canali e del laghetto, con la formazione di uno strato composto da materiali fini e coesivi, che tendono a impermeabilizzare l'interfaccia tra il corpo idrico superficiale e il sottosuolo;
2. la notevole velocità di scorrimento delle acque in ingresso e uscita dall'area umida, che non vengono efficacemente trattenute nel bacino per un tempo sufficiente a consentirne l'infiltrazione in falda.

Le differenze tra flusso in ingresso e in uscita sono talmente esigue che, considerando l'errore strumentale del correntometro e le imprevedibili variazioni della portata fluente nei canali durante l'esecuzione dei rilievi, in più di una campagna sono state misurate portate in uscita maggiori rispetto a quelle in ingresso. In tali condizioni è quindi lecito assumere che le portate a monte e a valle dell'area umida siano sostanzialmente identiche e che, di conseguenza, la componente dispersa in falda risulti trascurabile.

Avendo a disposizione l'acquisizione in continuo dei dati di quota idrometrica, è stato possibile stabilire una correlazione lineare tra i valori di portata misurati in sito e i corrispettivi valori di livello registrati dalle sonde, con la finalità di ottenere un monitoraggio indiretto degli andamenti di portata in ingresso e uscita dall'area umida; i risultati della correlazione vengono espressi nei seguenti grafici:



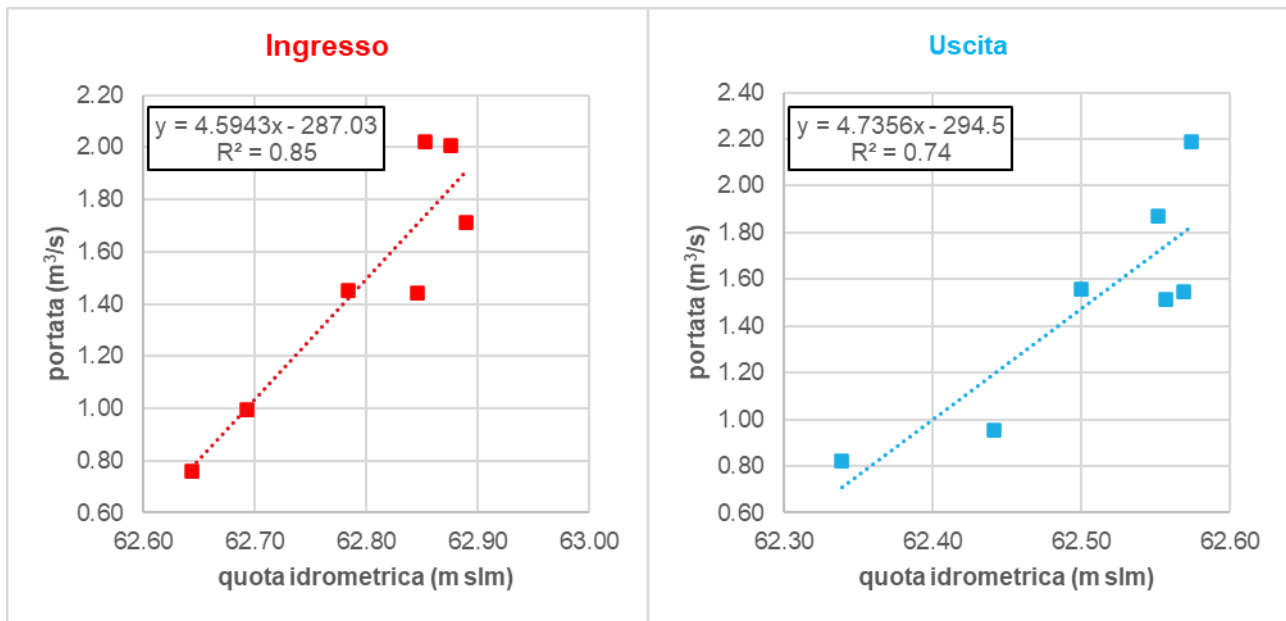


Figura 3 – Correlazione lineare tra quota idrometrica e portata

Le due grandezze in studio presentano una migliore correlazione a valori di quota idrometrica e portata relativamente inferiori, mentre fanno rilevare una maggiore dispersione ai valori massimi. La correlazione lineare risulta particolarmente rappresentativa fino alle portate di 1.6-1.7 m³/s, con indici di correlazione R² pari a 0.95 per il flusso in ingresso e di 0.84 per il canale di uscita, per poi divenire meno efficace in termini di interpolazione dei dati puntuali a portate più elevate.

Gli indici R² complessivi risultano quindi relativamente più bassi, ma si mantengono comunque su valori accettabili: 0.85 per il flusso entrante e 0.74 per il flusso uscente.

È probabile che, oltre una certa soglia di livello idrometrico, quando si raggiungono le condizioni di massimo battente idraulico nei canali di ingresso e uscita (corrispondenti rispettivamente alle quote assolute di 62.9 e 62.6 m slm), le variazioni di portata dipendano prevalentemente, se non esclusivamente, dalla velocità di deflusso, parametro non oggetto di monitoraggio in continuo.

Per l'intero periodo di osservazione, compreso tra il 17 settembre 2021 e l'11 marzo 2024, sono stati quindi ricavati i valori di portata in entrata e in uscita dall'area umida, in corrispondenza dei dati orari di livello idrometrico registrati dalle sonde automatiche, e la componente dispersa nel sottosuolo, coincidente con la differenza tra le due serie di valori precedentemente determinati.

I delta negativi sono stati considerati pari a 0 ed è stata definita una soglia superiore coincidente con il valore massimo rilevato sperimentalmente, pari a 0.167 m³/s (**Tabella 1**, misure del 14/11/2022).

In questo modo si mantiene un approccio cautelativo nei calcoli, vincolando maggiormente la stima, comunque affetta da un notevole livello di incertezza, ai dati effettivamente rilevati in campo.

L'andamento calcolato della portata dispersa dall'area umida viene riportato a seguire:

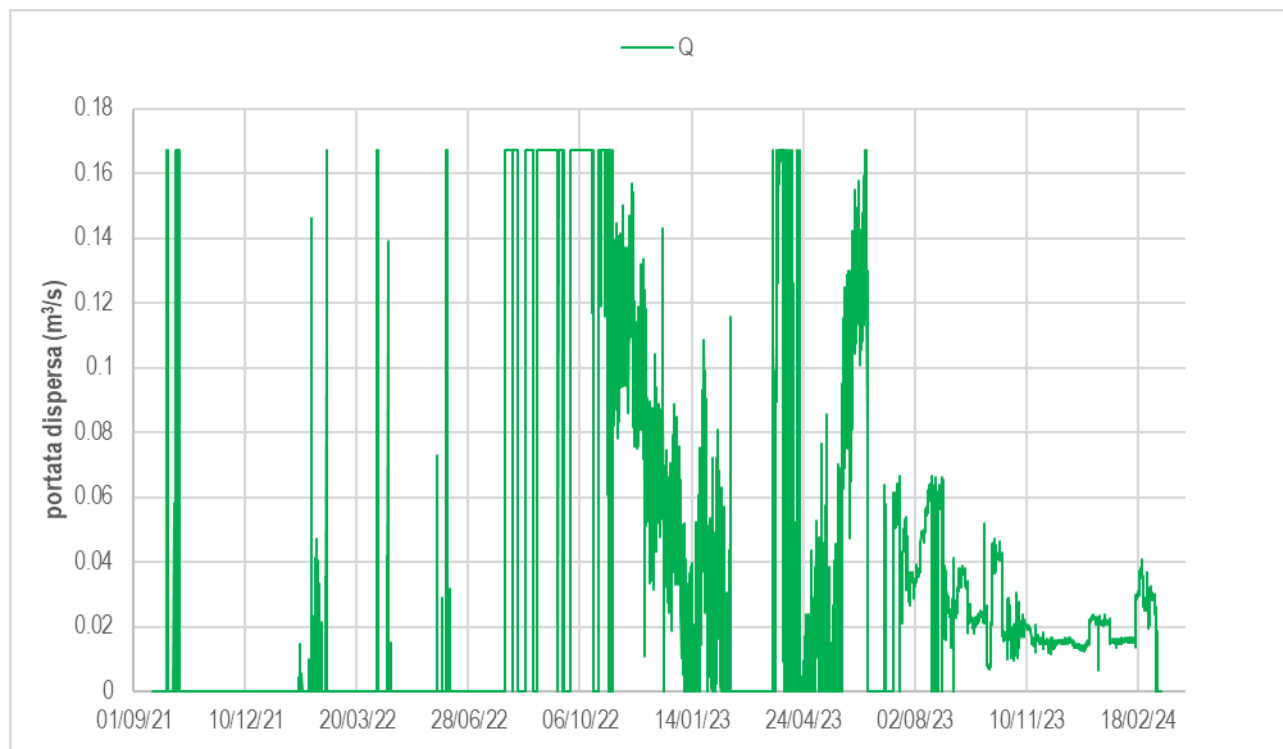


Figura 4 – Andamento calcolato della portata dispersa (Q) nel sottosuolo presso l'area umida di Tezze sul Brenta

In **Figura 1** e **Figura 4** si nota che durante il primo anno di monitoraggio, da settembre 2021 a settembre 2022, il laghetto è rimasto in secca per un lungo periodo, a causa del duraturo periodo di siccità e di una serie di manutenzioni straordinarie effettuate in sito, per le quali è stato necessario bloccare il flusso di acqua in ingresso.

A partire da settembre 2022, si registra invece una maggiore continuità del flusso entrante nel sistema superficiale di Tezze sul Brenta, ad eccezione di alcuni brevi e limitati periodi di secca. Di conseguenza, per il calcolo dei volumi infiltrati, risulta maggiormente rappresentativo considerare il periodo compreso tra settembre 2022 e marzo 2024; integrando su tale intervallo temporale la curva presentata in **Figura 4** è possibile ottenere le seguenti stime quantitative:

- volume disperso = 2'233'421 m<sup>3</sup>
- portata media ragguagliata = 4010 m<sup>3</sup>/giorno (circa 46 l/s)

Considerando gli errori strumentali di misura delle portate, sono state ripercorse le medesime elaborazioni nei casi estremi in condizione peggiorativa e migliorativa, ricavando il seguente intervallo di variabilità:

- volume disperso: 1'085'138 < Vd < 5'398'293 m<sup>3</sup>
- portata media ragguagliata: 1948 < Qr < 9692 m<sup>3</sup>/giorno (da circa 22 a 112 l/s)

Viste le attuali condizioni di colmatazione del fondo del laghetto e dei canali di alimentazione e scarico, si propende verso la stima più prudentiale dei volumi effettivamente reimmessi in falda (i.e. portata dispersa = 22.55 l/s), che rappresenta una capacità disperdente decisamente più compatibile con le osservazioni sperimentali collezionate durante i sopralluoghi in sito.

Considerando la superficie totale<sup>2</sup> del bacino disperdente, pari a 2430 m<sup>2</sup>, è possibile calcolare una portata di infiltrazione di 0.00928 l/sm<sup>2</sup>.

---

<sup>2</sup> Si veda a tal proposito la relazione generale del progetto esecutivo

#### 4. AREA UMIDA DI CARTIGLIANO

Nel sito di Cartigliano non sono presenti idrometri per il monitoraggio dei livelli, perciò la stima delle portate disperse dal corpo idrico superficiale in falda si basa unicamente sulle sessioni di misura puntuali effettuate in campo.

I risultati ottenuti vengono riepilogati nella seguente tabella:

Fase	data	sezione	Portata misurata (m <sup>3</sup> /s)	Errore strumentale (m <sup>3</sup> /s)	Delta misurato (m <sup>3</sup> /s)
Ante operam	16/09/2021	IN	0.030	0	0.021
		OUT	0.009	0	
	14/11/2022	IN	0.021	0	0.008
		OUT	0.013	0	
	18/04/2023	IN	0.020	0	0.011
		OUT	0.009	0	
Post operam	22/12/2023	IN	0.046	0	0.046
		OUT	0.000	0	
	24/01/2024	IN	0.059	0	0.059
		OUT	0.000	0	
	05/03/2024	IN	0.051	0	0.035
		OUT	0.016	0	

Tabella 2 – Risultati delle misure di portata effettuate presso l'area umida di Cartigliano

Le campagne di misura vengono suddivise in rilievi ante e post operam, in riferimento agli interventi di sistemazione avvenuti dal 26 settembre al 6 ottobre 2023.



Figura 5 – Misure di portata effettuate a Cartigliano: canale di ingresso a sinistra e di uscita a destra

Sulla base dei valori di portata rilevati sperimentalmente, è possibile stimare la componente di flusso infiltrata nel sottosuolo durante il periodo ante operam, compreso tra il 16 settembre 2021 e il 25 settembre 2023<sup>3</sup>:

- volume disperso:  $521'438 < V_d < 1'308'917 \text{ m}^3$
- portata media ragguagliata:  $706 < Q_r < 1771 \text{ m}^3/\text{giorno}$  (da circa 8 a 21 l/s)

Le medesime elaborazioni per la fase post operam, compresa tra il 7 ottobre 2023<sup>4</sup> e l'11 marzo 2024, consentono invece di stimare:

- volume disperso:  $471'744 < V_d < 795'226 \text{ m}^3$
- portata media ragguagliata:  $3024 < Q_r < 5098 \text{ m}^3/\text{giorno}$  (da circa 35 a 59 l/s)

La portata di infiltrazione dell'area umida può essere espressa come segue, prendendo a riferimento le superfici totali dei corpi idrici superficiali<sup>5</sup> e i valori medi di portata dispersa ricavati dalle campagne di misura:

- ante operam:
  - superficie totale =  $3324 \text{ m}^2$
  - portata di infiltrazione =  $0.00401 \text{ l/sm}^2$
- post operam:
  - superficie totale =  $3463 \text{ m}^2$
  - portata di infiltrazione =  $0.01348 \text{ l/sm}^2$

<sup>3</sup> Giorno antecedente all'inizio dei lavori

<sup>4</sup> Giorno successivo alla fine dei lavori

<sup>5</sup> Superfici espresse nella relazione del progetto esecutivo



## 5. CONCLUSIONI

In accordo con quanto previsto dall'azione di progetto D3.2, presso le aree umide di Tezze sul Brenta e Cartigliano sono state svolte delle attività sperimentali finalizzate alla stima dei volumi di acqua infiltrati nel sottosuolo. Le capacità dispersive dei corpi idrici superficiali sono state determinate sulla base della differenza tra i flussi in ingresso e in uscita dai 2 sistemi superficiali, misurando la portata fluente nei canali di alimentazione e scarico mediante apposito correntometro. Vista l'elevata incertezza legata al metodo di quantificazione, si è cercato di mantenere un approccio il più possibile cautelativo.

Per quanto riguarda l'area umida di Tezze sul Brenta, le 7 sessioni di misura della portata sono state correlate con i dati registrati in continuo dalle sonde di livello, installate appositamente presso due idrometri a monte e a valle dell'area umida; in questo modo, è stato possibile ricavare un monitoraggio indiretto della portata in ingresso e in uscita dal sistema.

Considerando anche le osservazioni effettuate in campo riguardo l'attuale stato di colmatazione del fondo del bacino, è stata stimata una capacità dispersiva pari a 22.55 l/s, che, rapportata alla superficie totale del laghetto, pari a 2430 m<sup>2</sup>, corrisponde ad una portata di infiltrazione di 0.00928 l/sm<sup>2</sup>.

Le medesime valutazioni effettuate per l'area umida di Cartigliano si basano su 3 campagne di rilievo della portata eseguite prima dei lavori di ripristino, avvenuti nel periodo di fine settembre - inizio ottobre 2023, e altrettante sessioni di misura realizzate a lavori completati.

Nella condizione ante operam sono state misurate portate disperse comprese tra 8 e 21 l/s, mentre nella fase post operam si rileva un delta tra flusso in ingresso e in uscita compreso tra 35 e 59 l/s. Considerando i valori medi delle tre campagne di misura, risultano capacità di infiltrazione rispettivamente di 0.00401 l/sm<sup>2</sup> e 0.01348 l/sm<sup>2</sup>, espresse in riferimento alla superficie totale ante operam (3324 m<sup>2</sup>) e post operam (3463 m<sup>2</sup>) dei bacini disperdenti.

**Dott. Geol. Andrea Sottani**

Dottore di Ricerca in Geologia Applicata



Il progetto LIFE Brenta 2030 mira ad aumentare la biodiversità e migliorare la fornitura di servizi ecosistemici legati all'acqua di cui dispongono gli habitat fluviali, le zone umide circostanti nonché le zone agricole del sito Natura 2000 denominato "Grave e Zone Umide del Brenta".

Il progetto si concentra principalmente sul settore dell'acqua potabile perché è il servizio ecosistemico con il più alto valore aggiunto in termini economici ed è un campo di lavoro prioritario per tutte le istituzioni coinvolte. Per combinare più obiettivi, il progetto intende promuovere una buona governance creando sinergie positive tra acqua potabile e conservazione della biodiversità, mitigando e trasformando le principali minacce in opportunità di finanziamento per la conservazione del sito Natura 2000 al quale si rivolge.

#### Per informazioni

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

[www.facebook.com/parcofiumebrenta](https://www.facebook.com/parcofiumebrenta)

Promosso da:



In partnership con:

