



**Tecniche dimostrative  
di ricarica artificiale  
per il riequilibrio quantitativo  
della falda  
dell'alta pianura vicentina**

**AQUOR**

ABBIAMO A CUORE  
L'ACQUA





# Tecniche dimostrative di ricarica artificiale per il riequilibrio quantitativo della falda dell'alta pianura vicentina

**A CUORE**

ABBIAMO A CUORE

**L'ACQUA**

---

**Iniziativa finanziata con il contributo dello strumento finanziario LIFE+ dell'Unione Europea (LIFE 2010 ENV/IT/380)**

**Responsabile del Progetto**

Teresa Muraro - *Provincia di Vicenza, Servizio Risorse Idriche*

**Coordinatore tecnico-scientifico del Progetto**

Giancarlo Gusmaroli - *Studio Ecoingegno*

**Autori**

Loris Agostinetti e Fabiano Dalla Venezia - *Veneto Agricoltura, Settore Bioenergie e Cambiamento Climatico*

Giancarlo Gusmaroli - *Studio Ecoingegno*

**Hanno collaborato**

Consorzio di Bonifica Brenta, Consorzio di Bonifica Alta Pianura Veneta, Alto Vicentino Servizi

Cristina Dalla Valle e Simonetta Mazzucco - *Veneto Agricoltura*

**Foto e disegni**

Archivi Veneto Agricoltura - Settore Bioenergie e Cambiamento Climatico,

Consorzio di Bonifica Brenta, Consorzio di Bonifica Alta Pianura Veneta e Alto Vicentino Servizi

**Per eventuali approfondimenti**

Sportello tecnico

Veneto Agricoltura - Centro per la Biodiversità Vegetale e Fuori Foresta

Via Bonin - Longare, 4

36030 Montecchio Precalcino (VI)

Tel. 0445.865275

e-mail: [aquor.sportello@venetoagricoltura.org](mailto:aquor.sportello@venetoagricoltura.org)

**Sito web del progetto**

[www.lifeaquor.org](http://www.lifeaquor.org)

**Pubblicazione edita da**

Veneto Agricoltura

Azienda Regionale per i settori Agricolo, Forestale e Agroalimentare

Viale dell'Università, 14 - 35020 Legnaro (Pd)

Tel. 049.8293711 - Fax 049.8293815

e-mail: [info@venetoagricoltura.org](mailto:info@venetoagricoltura.org)

[www.venetoagricoltura.org](http://www.venetoagricoltura.org)

**Realizzazione editoriale**

Veneto Agricoltura

Azienda Regionale per i settori Agricolo, Forestale e Agroalimentare

**Coordinamento editoriale e realizzazione grafica**

Silvia Ceroni, Simonetta Mazzucco, Edizioni MB srl - Rovigo

Settore Divulgazione Tecnica, Formazione Professionale ed Educazione Naturalistica

Via Roma, 34 - 35020 Legnaro (Pd)

Tel. 049.8293920 - Fax 049.8293909

e-mail: [divulgazione.formazione@venetoagricoltura.org](mailto:divulgazione.formazione@venetoagricoltura.org)

Finito di stampare nel mese di Maggio 2013

presso Arti Grafiche Conegliano Srl


Via Conegliano, 83 - 31058 Susegana (TV)

Tel. 0438.63539 - Fax 0438.61720

e-mail: [info@agconegliano.it](mailto:info@agconegliano.it)

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

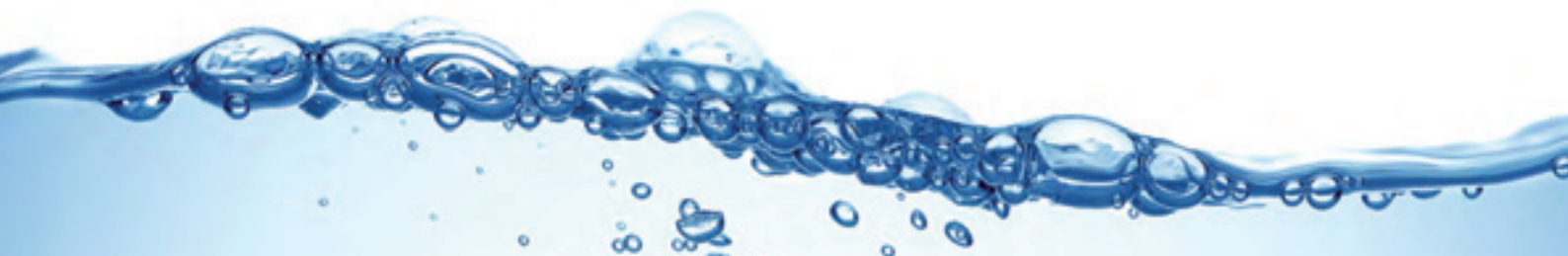
È consentita la riproduzione di testi, tabelle, grafici ecc. previa autorizzazione da parte di Veneto Agricoltura, citando gli estremi della pubblicazione.



---

## SOMMARIO

INTRODUZIONE.....	pag.	4
ASPETTI GENERALI DELLA RICARICA DELLE FALDE.....	»	5
I PROCESSI NATURALI DI INFILTRAZIONE DELLE ACQUE IN FALDA.....	»	6
I PROCESSI ARTIFICIALI DI INFILTRAZIONE DELLE ACQUE IN FALDA .....	»	7
DETERMINAZIONE DELLA VOCAZIONE DEL TERRITORIO PER LA REALIZZAZIONE DI INTERVENTI DI RICARICA DELLA FALDA.....	»	9
SISTEMI DI MONITORAGGIO E CONTROLLO .....	»	13
I SITI DI INTERVENTO DEL PROGETTO AQUOR .....	»	13
I SITI DIMOSTRATIVI DEL PROGETTO AQUOR.....	»	15
1. AREA FORESTALE DI INFILTRAZIONE (AFI): CARMIGNANO DI BRENTA (PD)	»	16
2. TRINCEA DI INFILTRAZIONE: SARCEDO (VI) .....	»	20
3. CAMPO DI SUB-INFILTRAZIONE: ROSÀ (VI) .....	»	23
4. ROGGIA DI INFILTRAZIONE: ANCIGNANO DI SANDRIGO (VI).....	»	25
5. POZZI DI INFILTRAZIONE: BREGANZE (VI).....	»	29
BIBLIOGRAFIA.....	»	32



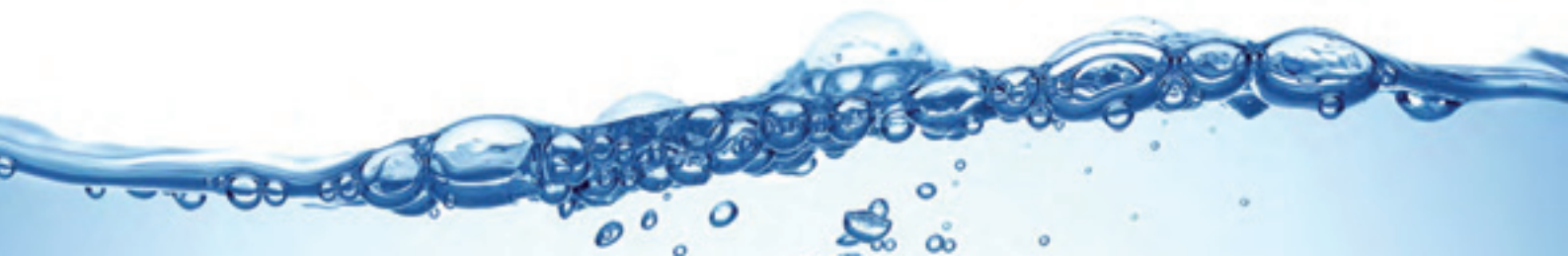
## INTRODUZIONE

Il progetto AQUOR ha per oggetto la “implementazione di una strategia partecipata di risparmio idrico e ricarica artificiale per il riequilibrio quantitativo della falda dell’alta pianura vicentina” ed è cofinanziato dal programma LIFE+ della Commissione Europea. I partner coinvolti sono: Provincia di Vicenza (coordinatore), Acque Vicentine, Alto Vicentino Servizi, Consorzio di Bonifica Alta Pianura Veneta, Consorzio di Bonifica Brenta, Centro Idrico Novoledo e Veneto Agricoltura. L’importo totale di progetto è pari ad € 1.814.548, di cui € 693.348 finanziati dalla Commissione Europea ed € 1.121.200 a carico della Provincia e dei beneficiari associati. Il progetto, iniziato nel settembre 2011 con una durata prevista di tre anni, è stato concepito come iniziativa dimostrativa atta a favorire l’inversione dell’attuale trend di sovrasfruttamento delle risorse idriche sotterranee e ad incrementare il tasso di ricarica idrogeologica degli acquiferi, con lo scopo di riequilibrare le falde dell’alta pianura vicentina e di garantirne l’uso sostenibile da parte delle generazioni attuali e future.

Gli obiettivi del progetto sono i seguenti:

- creare e condividere una struttura conoscitiva integrata sul sistema idrogeologico e le sue principali fragilità;
- sensibilizzare e coinvolgere attivamente gli utenti delle risorse idriche sul risparmio idrico e il riequilibrio della falda;
- dimostrare la fattibilità tecnica, la convenienza economica e la sostenibilità ambientale della ricarica degli acquiferi;
- sviluppare un modello di *governance* integrata e partecipata delle risorse idriche sotterranee su scala locale.

Le azioni principali riguardano la sensibilizzazione dei vari attori territoriali sul risparmio idrico, la realizzazione di sistemi dimostrativi per la ricarica delle falde, il monitoraggio dell’efficacia dell’azione di ricarica, la definizione e condivisione di un accordo multiattoriale per la *governance* delle acque sotterranee (Contratto di Falda) e la promozione di attività divulgative e disseminative sui principali temi e risultati del progetto.



## ASPETTI GENERALI DELLA RICARICA DELLE FALDE

L'area dell'alta pianura vicentina è una porzione di territorio molto importante dal punto di vista idrogeologico, in quanto sede di ricarica degli acquiferi sotterranei che costituiscono la principale risorsa idropotabile per ampie aree della pianura veneta.

Questa zona è costituita da un materasso alluvionale ghiaioso-sabbioso indifferenziato ad alta permeabilità (la cui profondità va dai circa 200 metri a Nord di Vicenza, fino agli oltre 400 metri spostandosi verso Est in direzione della provincia di Padova) ed è caratterizzata dalla presenza di un'unica falda a superficie libera che si estende dai rilievi fino alla linea delle risorgive.

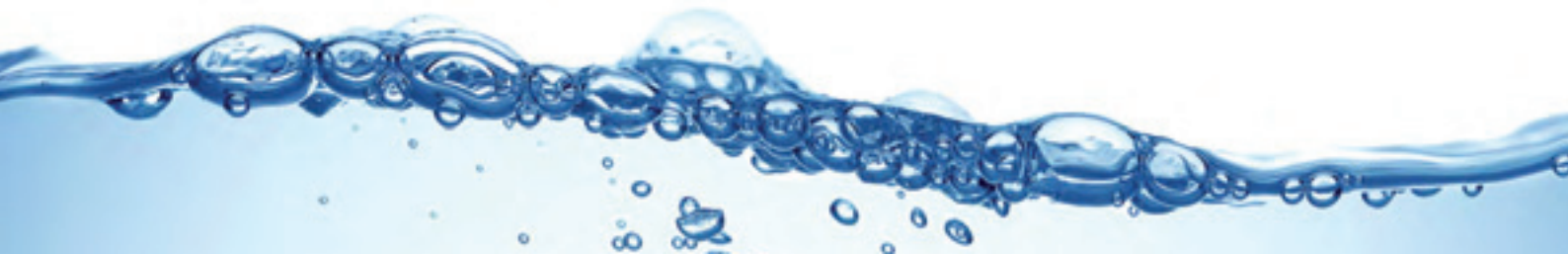
Essa regola, da un punto di vista idraulico, le variazioni delle riserve idriche profonde verso sud, interessate da importanti attività di emungimento per usi antropici.

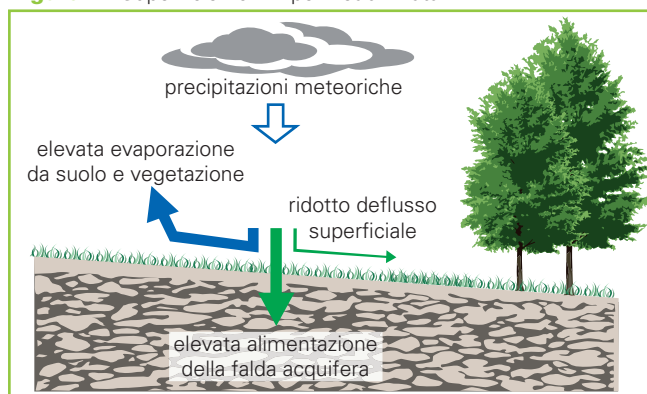
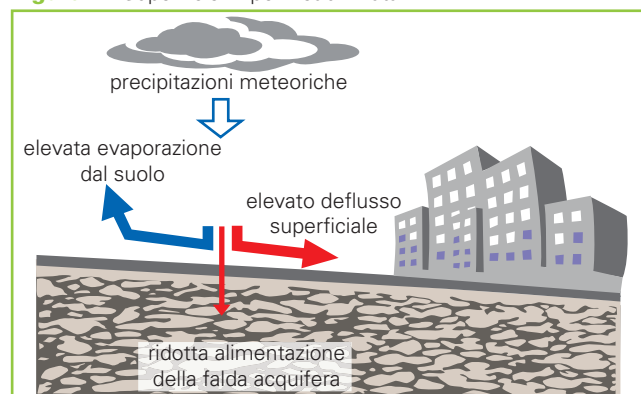
A partire dagli anni '60 le riserve idriche del sistema idrogeologico delle pianure alluvionali stanno progressivamente diminuendo.

Gli effetti dell'abbassamento della falda sono gravi e hanno portato ad una sensibile depressurizzazione delle falde artesiane della media pianura, con conseguente minaccia per l'approvvigionamento di risorse idriche a fini potabili e compromissione del sistema delle risorgive. In particolare quest'ultimo rappresenta una delle conseguenze più evidenti dell'alterazione dello stato quantitativo delle falde, con la scomparsa di molti fontanili e la drastica diminuzione della portata totale dei fiumi nati da risorgiva con conseguente riduzione dell'habitat di specie vegetali ed animali. Le principali cause che hanno determinato la diminuzione del livello di falda sono imputabili a diversi fattori (si veda tabella 1).

**Tabella 1** - Principali cause che hanno determinato la diminuzione del livello di falda

CAUSE	DESCRIZIONE
aumento dei prelievi idrici	l'aumento dei prelievi idrici civili, agricoli e industriali determinato dalla crescita socioeconomica del territorio e da un uso non sempre razionale ed efficiente delle risorse idriche
alterazione dell'assetto e delle dinamiche idromorfologiche dei fiumi	gli impatti dell'artificializzazione dei corsi d'acqua e dell'abbassamento degli alvei fluviali causato dalle escavazioni in alveo
aumento delle superfici impermeabilizzate	il marcato sviluppo delle aree abitative, industriali, artigianali e commerciali che ha ridotto sensibilmente la superficie di ricarica e ha modificato le modalità di smaltimento degli apporti meteorici verso la falda; infatti i volumi d'acqua generati dalle precipitazioni vengono trasferiti a valle molto rapidamente per effetto delle grandi superfici impermeabilizzate, con la conseguenza che i tempi di corrivazione risultano fortemente contratti e il tasso di infiltrazione viene alterato
trasformazione dei sistemi irrigui da scorrimento a pioggia	la trasformazione delle modalità di irrigazione dai sistemi a scorrimento e sommersione agli impianti a pioggia, da un lato consente un uso ottimale delle risorse idriche per riduzione dei prelievi, dall'altro determina una minore infiltrazione in falda dal reticolo di adduzione e distribuzione
alimentazione tramite tubazioni in pressione (anche nei mesi non irrigui) delle centraline idroelettriche in derivazione attive sul reticolo idrografico minore	questo determina una riduzione del deflusso superficiale lungo il reticolo disperdente e, in diversi casi, l'acqua viene restituita solo a valle della linea di imbocco delle falde profonde (a beneficio delle sole falde più superficiali e, dove il rilascio è prossimo ad un regime idrologico naturale, delle risorgive)
cambiamenti climatici	variazione nel regime delle piogge, che già oggi sono più brevi e intense rispetto al passato



**Figura 1** - Superficie non impermeabilizzata**Foto 1** - Superficie non impermeabilizzata**Figura 2** - Superficie impermeabilizzata**Foto 2** - Superficie impermeabilizzata

## I PROCESSI NATURALI DI INFILTRAZIONE DELLE ACQUE IN FALDA

I principali fattori naturali che alimentano il sistema idrogeologico sotterraneo e che quindi determinano la ricarica della falda sono essenzialmente:

- le infiltrazioni di acqua provenienti dalle precipitazioni meteoriche;
- il processo di infiltrazione in alveo dai corsi d'acqua naturali;
- le percolazioni attraverso le aree irrigate a scorrimento;
- gli afflussi sotterranei provenienti dagli acquiferi fessurati presenti nei rilievi prealpini.

**a.** Le infiltrazioni di acqua provenienti dalle precipitazioni meteoriche (pioggia, grandine, neve ecc.) costituiscono il contributo effettivo alla ricarica del serbatoio idrico sotterraneo.

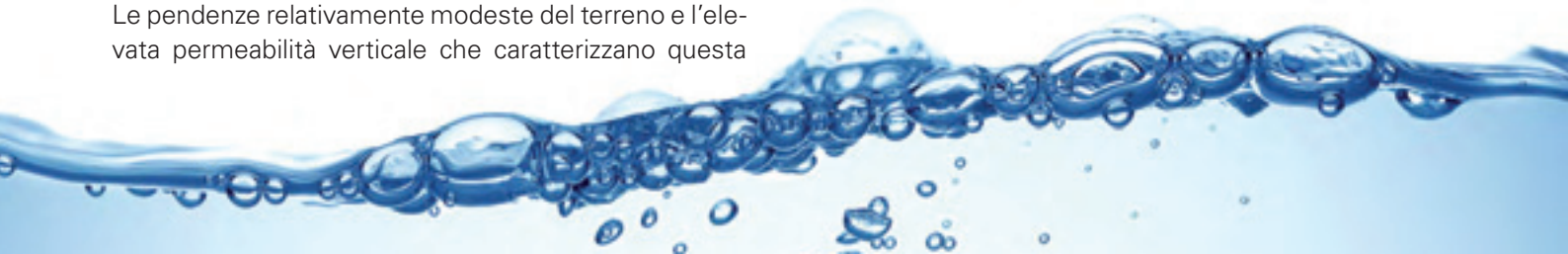
Tale contributo è particolarmente significativo nella fascia dell'acquifero indifferenziato e quindi nella zona compresa tra i rilievi e la linea di comparsa della prima lente a bassa permeabilità (zona delle risorgive).

Le pendenze relativamente modeste del terreno e l'elevata permeabilità verticale che caratterizzano questa

zona, favoriscono la percolazione verticale delle acque di pioggia. Nella zona compresa tra la comparsa delle prime lenti argillose e la linea inferiore delle risorgive le condizioni di infiltrazione dell'acqua piovana, e quindi la ricarica delle falde, è assai limitata. Nelle aree a sud delle risorgive invece, solo una piccola parte delle precipitazioni riesce ad alimentare l'acquifero freatico (molto sottile), mentre la gran parte evapotraspira o viene smaltita dal reticolo superficiale.

**b.** Tra i diversi contributi alla ricarica della falda, il più significativo è quello fornito dalla infiltrazione dall'alveo e dal subalveo dei principali corsi d'acqua superficiali (fiumi e torrenti), favorito dalla natura ghiaiosa del sottosuolo e da un assetto geomorfologico indisturbato.

**c.** Un'altro fattore importante che interviene nel processo di ricarica degli acquiferi è quello dovuto all'acqua distribuita sul terreno dai sistemi di irrigazione, cioè la percolazione dell'acqua che si verifica attraverso le aree irrigate a scorrimento. La distribuzione e l'approvvigionamento della risorsa idrica per scopi agricoli è gestito dai Consorzi di Bonifica. La quantità d'acqua utilizzata e il contributo alla ricarica della falda



variano molto a seconda della modalità di irrigazione utilizzata dai vari Consorzi. Con l'irrigazione a scorrimento, le acque vengono distribuite attraverso canali a cielo aperto e privi di rivestimento (rogge), dotati di un fondo ad elevata permeabilità; in tal modo una parte importante dell'acqua si infiltra nel suolo e va ad alimentare la falda.

Con la sostituzione dei tradizionali sistemi di irrigazione a scorrimento e sommersione con sistemi pluvirrigui (irrigazione a pioggia), la distribuzione dell'acqua attraverso condotte e canali artificiali impermeabilizzati ha permesso, da un lato un risparmio di acqua, ma dall'altro una riduzione di una importante fonte di ricarica della falda.

**d.** Gli acquiferi ospitano dei corpi idrici con caratteristiche differenti a seconda del tipo di materiali che li strutturano. Nel caso di rocce cristalline o sedimentarie l'acqua circola prevalentemente lungo fratture e discontinuità (acquiferi fessurati); nel caso di rocce carbonatiche l'acqua circola lungo cavità e condotti carsici (acquiferi carsici) e nel caso di terre sciolte l'acqua riempie i vuoti presenti tra i granuli (acquiferi porosi). Qualunque sia il tipo di acquifero, l'acqua vi si accumula alimentando la falda.

## I PROCESSI ARTIFICIALI DI INFILTRAZIONE DELLE ACQUE IN FALDA

Il ristabilimento dell'equilibrio idrico delle falde dell'alta pianura può essere perseguito attraverso azioni per la ricarica artificiale degli acquiferi. Si tratta di soluzioni atte a favorire l'infiltrazione controllata in siti specificamente deputati a questo e attivi in periodi di surplus

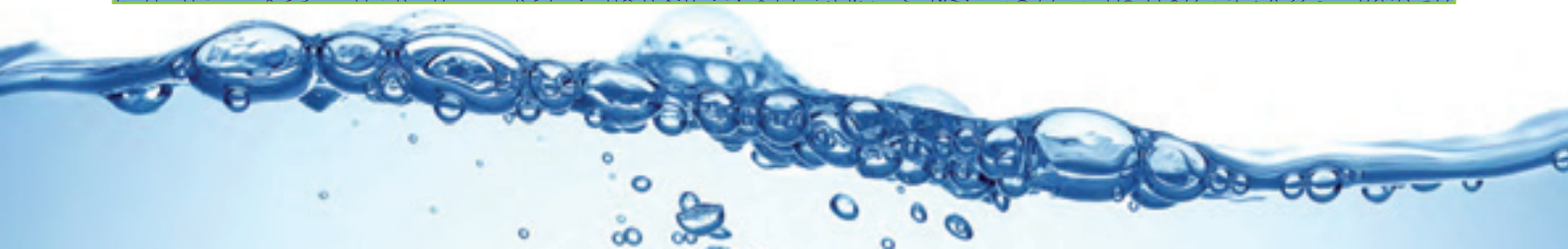
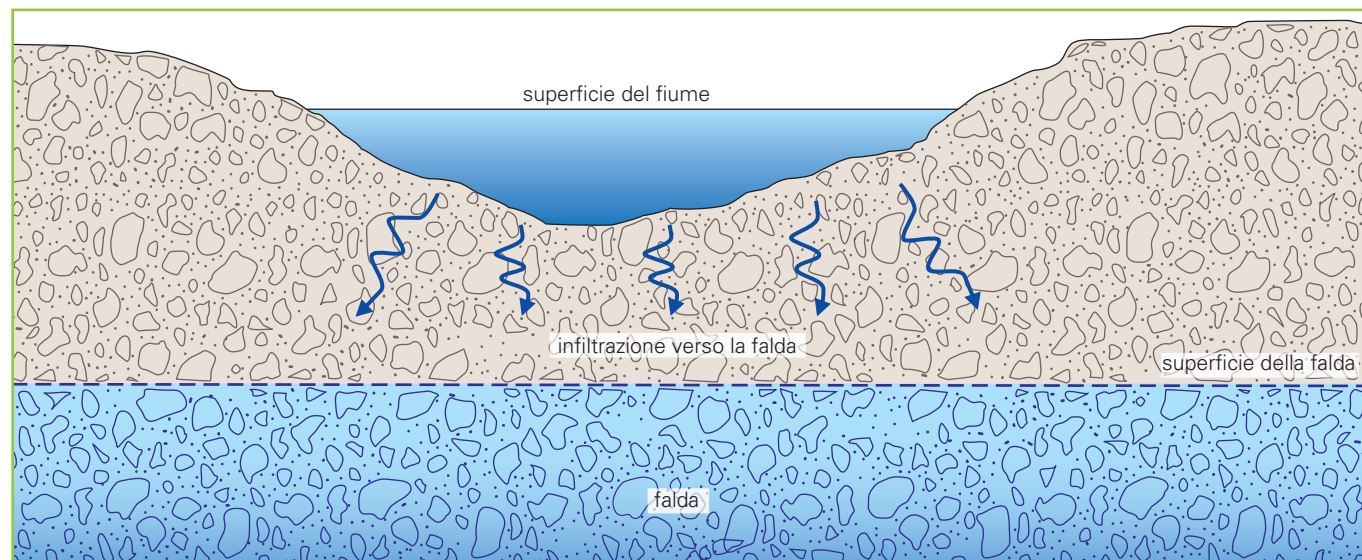
idrico. Nell'ambito del progetto AQUOR sono state valutate diverse ipotesi di tecniche per la ricarica delle falde tra quelle note in letteratura e in parte già sperimentate nel territorio vicentino. Alcune di queste tecniche vengono di seguito brevemente descritte, rimandando alla seconda parte di questa pubblicazione per una trattazione dei casi studio.

**Aree Forestali di Infiltrazione (AFI):** sono un sistema di ricarica che prevede la distribuzione delle acque nei mesi non irrigui all'interno di aree appositamente allestite con una rete di scoline e di diverse specie arboree e arbustive messe a dimora in funzione della tipologia di impianto forestale da realizzare. Esse possono associare quindi all'azione di ricarica una azione di depurazione effettuata dal filtro costituito dagli apparati radicali delle piante e dai microrganismi che vivono in simbiosi con le stesse.

**Foto 3** - Area Forestale di Infiltrazione (AFI) per la produzione di biomassa legnosa a scopo energetico



**Figura 3** - Sezione alveo fluviale disperdente in falda



**Pozzi di infiltrazione:** questa tecnica è particolarmente indicata quando si dispone di spazi ridotti di intervento, poco adatti ad accogliere le tecniche suddette di tipo estensivo. In questo caso, infatti, il sistema di infiltrazione è caratterizzato da strutture verticali ad anelli forati del diametro di due metri posti in opera fino ad una profondità di quattro-sei metri<sup>1</sup>.

**Trincee d'infiltrazione:** questa tecnica consiste in depressioni scavate artificialmente e riempite con materiale inerte ad elevata permeabilità. Al centro della trincea, immersi nel materiale drenante, si inseriscono uno o più tubi forati, detti tubi di infiltrazione, per garantire una regolare distribuzione delle acque lungo lo sviluppo della trincea. È poi opportuno posare in ope-

ra un geotessuto, ai lati e sopra la trincea, per evitare l'intasamento della stessa da parte delle particelle fini dilavate dagli strati confinanti di terreno.

Spesso le **trincee** e i **pozzi di infiltrazione** si realizzano per l'immissione di acque meteoriche in eccesso derivanti da superfici impermeabilizzate (fabbricati, arterie viarie, piazzali, ecc...). Si utilizzano anche quando, ai fini dell'infiltrazione, si deve superare uno strato superficiale di suolo poco permeabile e raggiungere uno strato più permeabile. Hanno il vantaggio di avere basso fabbisogno di superficie e una buona capacità d'accumulo; inoltre non vi sono particolari restrizioni per la destinazione d'uso delle superfici al di sopra dell'opera.

Foto 4 e Figura 4 - Immagine e schema pozzo di infiltrazione

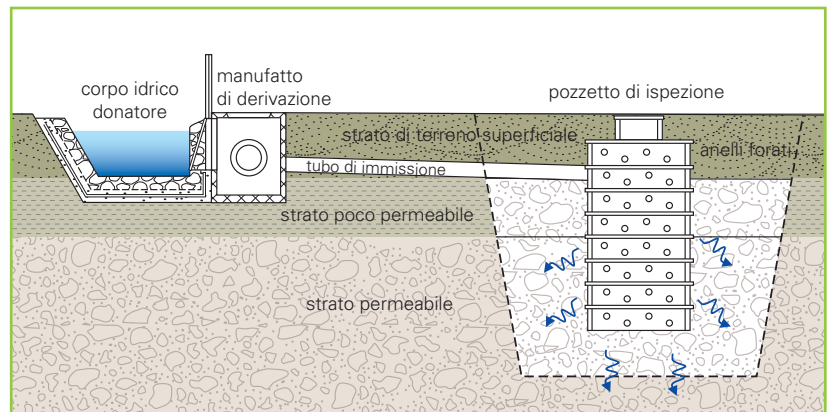
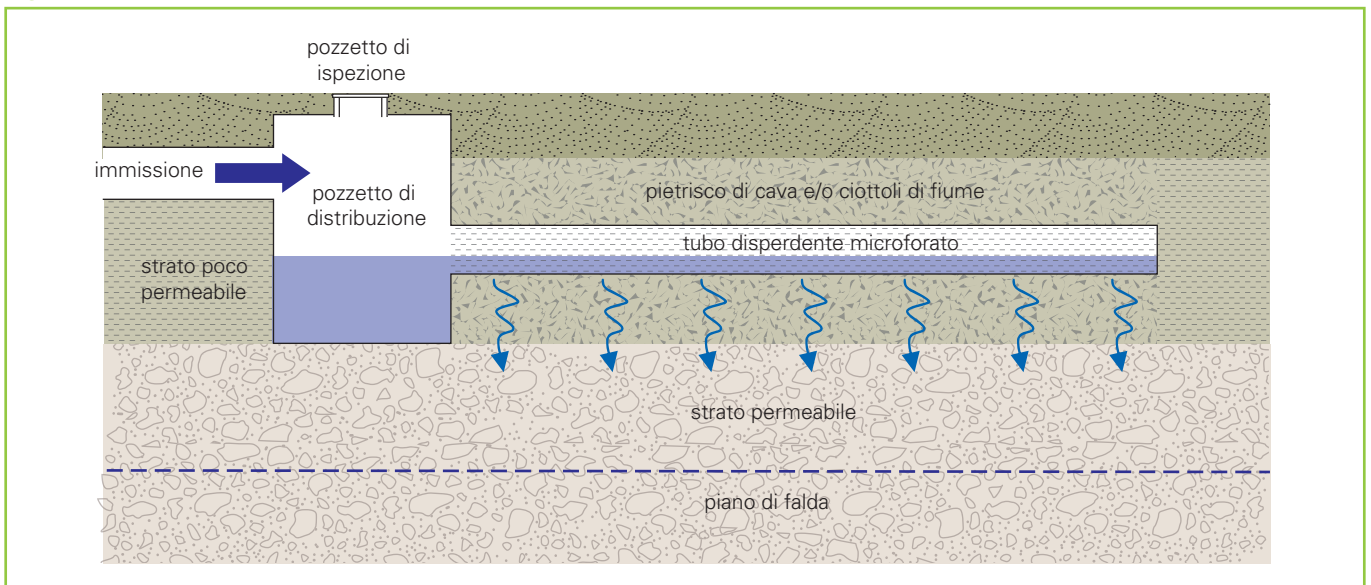


Figura 5 - Schema di trincea di infiltrazione



<sup>1</sup> Tali dimensioni sono indicative e riferite ai casi applicativi realizzati in AQUOR. In generale la geometria dei manufatti deve essere stabilita in base al contesto di intervento.



**Campi di sub-infiltrazione:** nell'infiltrazione sub-superficiale si procede posando un reticolo di tubi forati sotto la parte agronomica del terreno, posati in piccole trincee riempite di materiale inerte permeabile in modo da permettere una facile percolazione delle acque. La tecnica permette di poter sfruttare terreni agricoli in posizioni idonee per la ricarica, ma che solitamente non vengono messi a disposizione dai proprietari per il valore agronomico della coltura in superficie. Se l'agricoltore desidera mantenere la coltura, dovrà solo attenersi ad alcune regole di corretta pratica agronomica per quanto riguarda la concimazione ed il diserbo.

Per tutte le tecniche descritte l'approvvigionamento di acqua viene realizzato tramite collegamento al corpo idrico donatore (tipicamente il reticolo irriguo) con un sistema di adduzione regolato (tipicamente canalette o tubi presidiati da saracinesca).

### DETERMINAZIONE DELLA VOCAZIONE DEL TERRITORIO PER LA REALIZZAZIONE DI INTERVENTI DI RICARICA DELLA FALDA

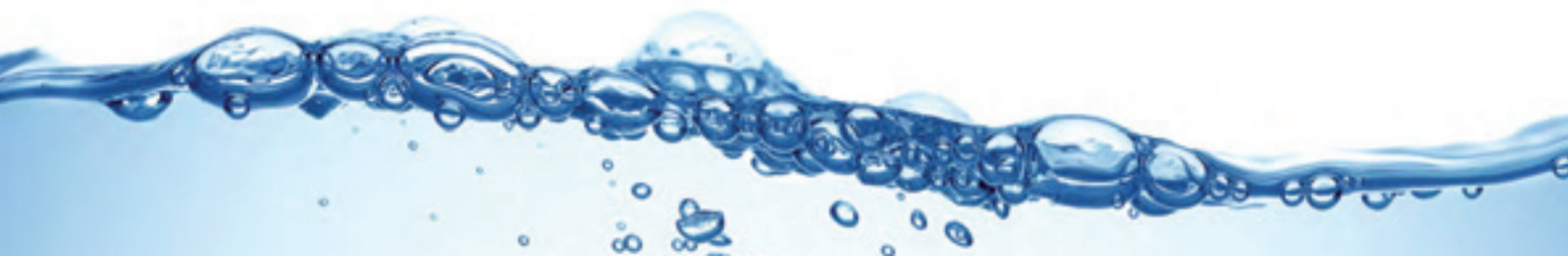
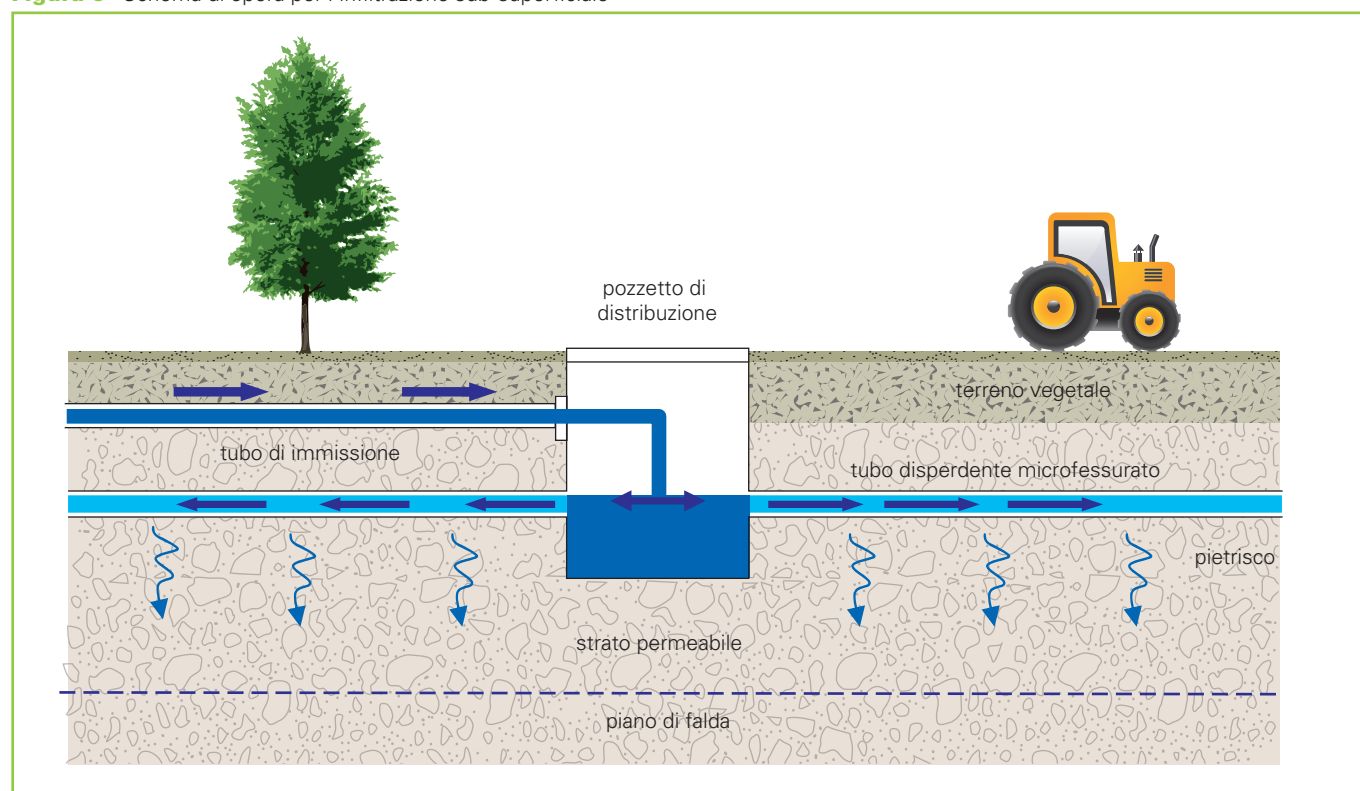
La possibilità di realizzare un'opera per la ricarica artificiale delle falde dipende dall'idoneità dei terreni dove

poter intervenire e dalla effettiva disponibilità di questi. Pertanto è possibile trovarsi sia nel caso in cui vi è già un'area che si potrebbe destinare a tale scopo e si vuole verificarne l'idoneità, sia nel caso di dover trovare l'area (o le aree) idonee all'interno di un determinato comprensorio geografico.

La vocazione di un determinato sito (o ambito) ad ospitare l'intervento di ricarica dipende quindi dalla sua intrinseca attitudine all'infiltrazione e dalla effettiva disponibilità dello stesso. È possibile stabilire tale vocazione attraverso la verifica di alcuni criteri, che andiamo qui di seguito a descrivere ed analizzare. Bisogna tener conto innanzitutto di cinque aspetti fondamentali del sito (o dell'area) considerata:

- le caratteristiche del sottosuolo e del suolo: aspetti pedologici e idrogeologici;
- le condizioni del soprassuolo: destinazione d'uso del terreno;
- la disponibilità del terreno: accessibilità al lotto per la realizzazione dell'opera;
- la possibilità di adduzione dell'acqua: prossimità a corsi d'acqua naturali o artificiali e qualità dell'acqua;
- la vicinanza a corsi d'acqua drenanti: prossimità a corsi d'acqua naturali con alveo ad una quota inferiore rispetto al piano di falda.

**Figura 6** - Schema di opera per l'infiltrazione sub-superficiale



## A. Le caratteristiche del sottosuolo e del suolo: aspetti pedologici e idrogeologici

Come si evince dallo schema idrogeologico (si veda Fig. 7), la falda libera presenta una superficie freatica, con pendenza dalla zona a monte alla zona a valle. Il livello piezometrico della falda freatica non è costante, ma varia nell'anno. Essendo infatti direttamente connesso al regime delle precipitazioni e dei deflussi superficiali, la falda è soggetta a due periodi di secca e due periodi di piena. L'acqua di falda si sposta verso valle con velocità variabile a seconda di alcuni fattori, come per esempio la granulometria del materasso alluvionale, la quantità d'acqua meteorica infiltrata, ecc.

Dalle pendici montuose a nord fino alla prima lente di argilla, il materasso alluvionale è di tipo permeabile, senza soluzione di continuità sia in senso verticale che orizzontale (a meno dei lembi colluviali dei rilievi pedemontani). Esso è costituito da ciottoli e ghiaie che, man mano che ci si sposta verso valle, si sostituiscono a materiali ancora permeabili ma sempre più fini.

Continuando verso valle, ad un certo punto compaiono le prime lenti di argilla e quindi, il materasso alluvionale comincia a presentare delle soluzioni di continuità per quel che riguarda la sua permeabilità in senso verticale.

Questo fenomeno si localizza lungo una linea che viene denominata "linea di imbocco delle falde profonde".

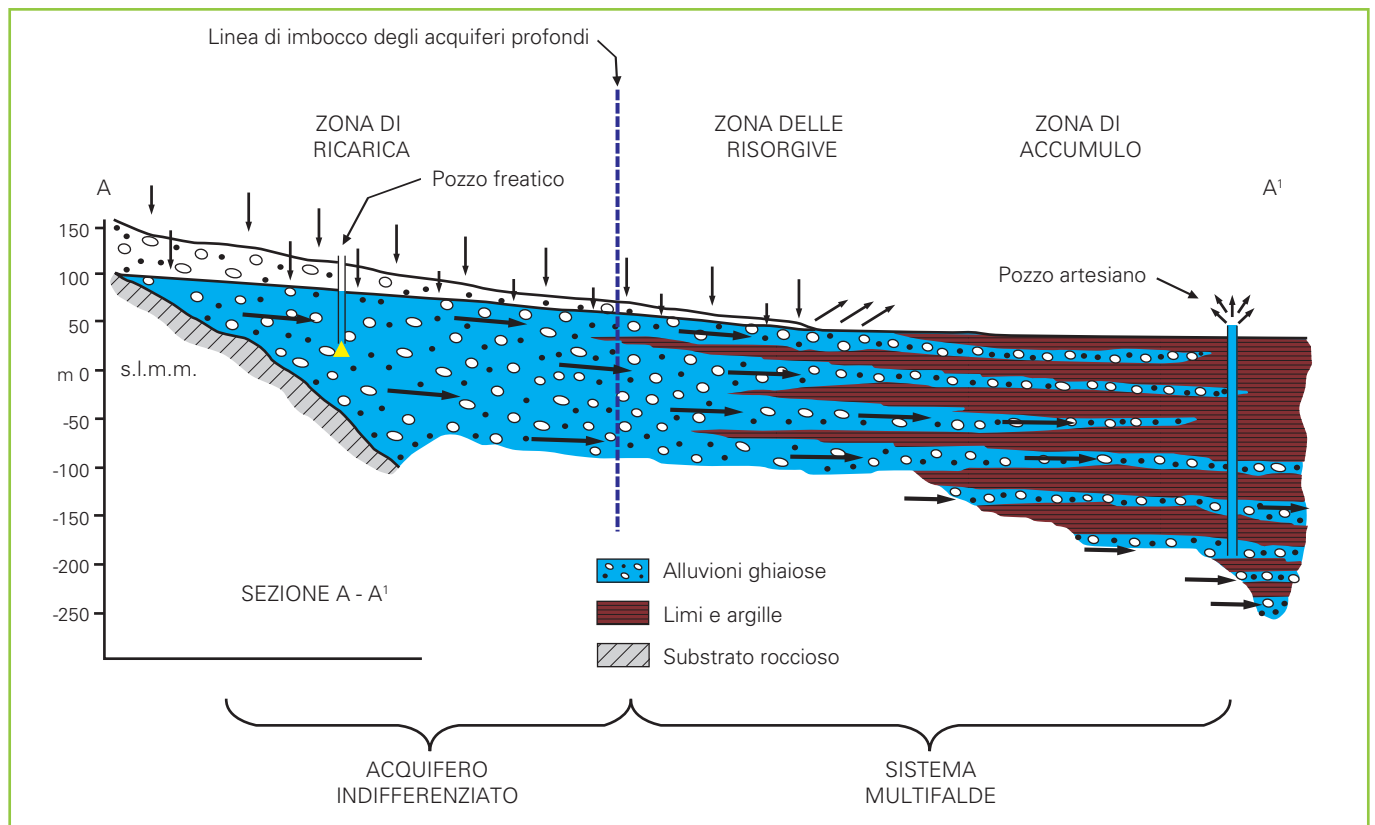
La linea di imbocco delle falde profonde è importantissima ai fini della determinazione della vocazione di un sito ad ospitare opere per la ricarica.

Infatti, a monte di questa, se si considera soltanto il punto di vista idrogeopedologico, si possono realizzare tutte le tipologie di opere per la ricarica; di fatto non vi sono ostacoli tra il piano di campagna e il piano di falda e l'acqua che si infiltra nel piano di campagna non trova ostacoli e arriva direttamente alla falda profonda.

Viceversa, a valle della linea di imbocco ci sarà una prima zona dove è ancora possibile, almeno con alcune tecniche, effettuare una ricarica della falda.

In questa fascia, sempre considerando soltanto il punto di vista idrogeopedologico, si possono realizzare quelle opere per la ricarica che permettono di perforare le lenti di argilla che ostacolerebbero il flusso verticale dell'acqua infiltrata, tra cui per esempio, i pozzi disperdenti a varie profondità. La perforazione delle lenti impermeabili permette all'acqua di ricarica di raggiungere la falda profonda; ciò non sarebbe possibile per esempio con un sistema AFI o sistemi di ricarica di tipo superficiale.

Figura 7 - Schema idrogeologico dell'alta e media pianura veneta (A. Dal Prà)



Oltre questa prima fascia, non sarà più possibile infiltrare acqua per gravità (ovvero senza ausilio meccanico e quindi conseguente consumo energetico), a causa della presenza dei vari strati argillosi, che delimitano le falde in pressione.

### **Indagine stratigrafica del terreno**

Una volta individuato un possibile sito, occorre effettuare un'indagine pedologica e geognostica del terreno. Essa è fondamentale perché ci permette di rilevare la struttura del terreno sottostante e quindi effettuare quelle valutazioni descritte nel precedente punto. Il suolo ed il sottosuolo sono, infatti estremamente variabili, anche tra aree di piccole dimensioni. Bisogna verificare che nella verticale del sito non esistano soluzioni di continuità dal piano campagna alla falda profonda. Ci potrebbero essere infatti formazioni di vario tipo, quali piccole lenti di argilla ma anche di materiale roccioso o qualche altra tipologia di materiale impermeabile. Bisogna inoltre rilevare a quale profondità si trovano tali formazioni e di quale spessore, per valutare la possibilità/convenienza ad effettuare una loro perforazione nel caso si decida di realizzarvi un pozzo disperdente. L'indagine pedologica consente invece di caratterizzare il grado di permeabilità del suolo e quindi di valutare se ricorrere a tecniche di ricarica superficiale (p.es. AFI) o profonda (p.es. pozzi).

### **Lo scopo della ricarica**

La ricarica degli acquiferi consente di riequilibrare lo stato quantitativo delle falde dove questo risulta alterato da un deficit di infiltrazione (p.es. per impermeabilizzazione del suolo o alterazione del regime dei deflussi fluviali) o da un surplus di estrazione idrica (p.es. per uso intensivo o irregolare delle risorse idriche). Le condizioni idrogeologiche degli acquiferi sono inoltre connesse allo stato di salute di diversi ecosistemi superficiali, con specifico riferimento ai corsi d'acqua di risorgiva e agli ecosistemi terrestri a contatto con le falde (p.es. boschi o aree umide di pianura a contatto con le falde). Pertanto l'efficacia dell'azione di ricarica deve essere misurata in relazione allo specifico obiettivo perseguito e le tecniche di intervento devono essere scelte di conseguenza. In particolare la ricarica profonda può essere ottenuta mediante attraversamento degli strati poco permeabili del sottosuolo, attraverso opportune opere verticali (pozzi di infiltrazione) di profondità tale da raggiungere l'acquifero bersaglio. Viceversa la ricarica superficiale (p.es. finalizzata alla rivitalizzazione delle risorgive o al ravvenamento di acquiferi meno profondi) può essere effettuata senza attraversare strati impermeabili del sottosuolo, previa verifica di dettaglio per il

sito specifico a garanzia della correlazione idrogeologica tra il sito di ricarica e la zona attesa di risorgiva.

### **B. Le condizioni del soprassuolo: destinazione d'uso del terreno**

Una volta analizzata un'area dal punto di vista idrogeopedologico e stabilito che essa è idonea alla realizzazione di un'opera di ricarica della falda, per stabilirne la fattibilità occorre analizzare il soprassuolo, cioè la sua destinazione d'uso. Da questo punto di vista possiamo distinguere alcune tipologie di destinazione d'uso:

- bosco;
- terreno agricolo (varie colture);
- area urbana;
- area periurbana.

Per ognuna delle suddette categorie bisogna analizzare i vincoli (storico-architettonici, paesaggistico-ambientali, aree sensibili dal punto di vista dell'inquinamento, ecc.) e la superficie disponibile per la realizzazione dell'opera.

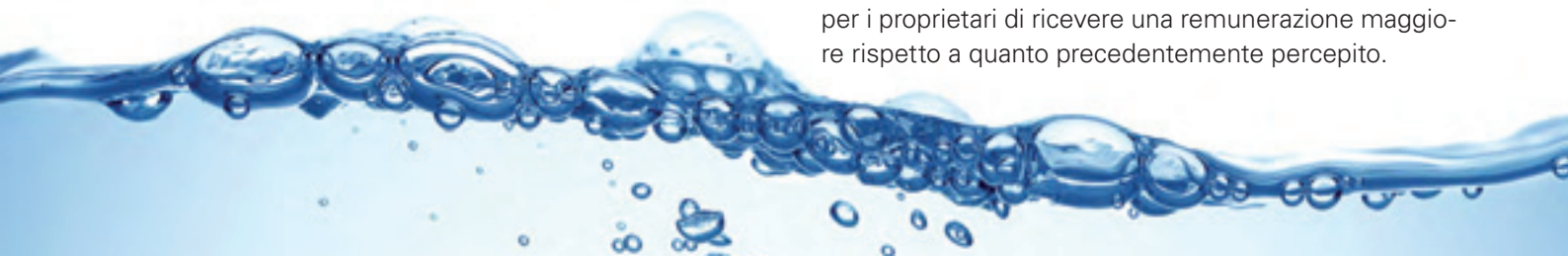
#### **Bosco**

I boschi esistenti, collocati in zone geografiche adatte con situazione idrogeopedologica idonea, possono fungere da sistema di infiltrazione se chiusi con un sistema di piccoli argini. Tali bacini vengono allagati solo durante il periodo autunno-invernale (p.es. al fine di ridurre il rischio idraulico in caso di piena del corso d'acqua cui sono collegati). Alle azioni di riduzione della piena e di infiltrazione, si aggiunge l'azione di fitobiodepurazione dell'acqua infiltrata operata dagli apparati radicali delle piante e dai microrganismi in essi presenti.

Viceversa l'eventuale cambio di destinazione d'uso da bosco a opera di ricarica deve confrontarsi con il valore ambientale e paesaggistico della formazione vegetazionale in questione, nonché con il suo valore economico per uso diretto (bosco produttivo) o indiretto (servizi ecosistemici offerti dal bosco, quale fruizione, mitigazione del microclima, qualità delle visuali dagli ambiti antropizzati, ecc...).

#### **Terreno agricolo**

Il diverso tipo di coltivazione sui terreni ad uso agronomico (p.es. seminativo, prato stabile, pascolo, prato-pascolo, vigneto, frutteto, ortofloricoltura in serra o a pieno campo) determina il valore del lotto di interesse per la ricarica e quindi l'accessibilità dello stesso. In tal senso risulteranno maggiormente vocati i terreni meno pregiati, con colture di bassa rendita e comunque dal basso potenziale agronomico. Ad esempio i terreni incolti marginali o le piccole aree coltivate potrebbero essere destinate alla ricarica delle falde con la possibilità per i proprietari di ricevere una remunerazione maggiore rispetto a quanto precedentemente percepito.



### Area urbana

Nelle aree urbane risulta complesso poter realizzare un intervento di ricarica della falda alimentato da acque superficiali, sia per le difficoltà di realizzazione (p.es. intersezione con sottoservizi), sia per le difficoltà di adduzione dell'acqua, sia per difficoltà derivate da vincoli vari di tipo urbanistico. Una strategia che meglio si presta ad essere implementata è quella della gestione sostenibile dei deflussi urbani di acque meteoriche, ovvero un sistema di collettamento e gestione delle precipitazioni in grado di convogliare nel sottosuolo le acque di seconda pioggia (o di prima pioggia, purché non derivanti da superfici inquinate o inquinabili), quali tetti di edifici residenziali.

In presenza di zone artigianali/industriali, è importante verificare che non sussistano fonti di inquinamento in grado di contaminare l'acqua destinata a ricarica prima del recapito al punto di infiltrazione.

### Area periurbana

Le aree periurbane (p.es. frange periferiche di città maggiori o ambiti rurali con insediamenti diffusi) tipicamente presentano assetti intermedi tra quelli sopra descritti, pertanto caso per caso può essere verificata la fattibilità di un intervento di ricarica.

Nell'analisi della vocazione alla ricarica di un terreno rispetto al criterio dell'uso del soprassuolo occorre prendere in considerazione non solo l'uso attuale ma anche la destinazione urbanistica. In questo senso, un terreno attualmente in uso agronomico ma con destinazione che prevede un diritto edificatorio, l'inserimento di un intervento di ricarica potrebbe risultare incompatibile o quantomeno antieconomico.

### C. La disponibilità del terreno: accessibilità al lotto per la realizzazione dell'opera

La scelta della tipologia dell'opera per la ricarica è dettata anche dall'area della superficie disponibile. In tal senso le dimensioni minime necessarie per la realizzazione di un pozzo di infiltrazione possono attestarsi in alcune decine di metri quadri mentre quelle per un'AFI tipicamente assumono la dimensione del mezzo ettaro. Tale criterio può assumere particolare rilevanza in termini di costi per la realizzazione dell'intervento.

### D. La possibilità di adduzione dell'acqua: prossimità a corsi d'acqua naturali o artificiali e qualità dell'acqua

L'acqua per ricaricare la falda deve essere disponibile in quantità relativamente elevate e a costi contenuti, cioè senza la necessità di realizzare infrastrutture comples-

se. Questo è possibile solo se, nelle vicinanze dell'opera da realizzare, sono presenti corsi d'acqua naturali o artificiali.

I **corsi d'acqua naturali** possono essere fiumi o torrenti in grado di fornire la quantità d'acqua necessaria per la ricarica della falda. Essi possono essere utilizzati solo per alimentare alcune tipologie di opere come i grandi bacini di infiltrazione (p.es. ex cave), ma non per altre tipologie come le AFI o i pozzi disperdenti. Questo perché nei periodi di piena o di morbida l'acqua contiene troppi solidi sospesi, che andrebbero ad intasare rapidamente le porosità dei substrati e quindi l'efficacia delle opere stesse.

I **corsi d'acqua artificiali** possono essere, per esempio, le rogge ad uso irriguo, cioè canalizzazioni artificiali che prelevano l'acqua da un fiume e la distribuiscono in tutta la campagna circostante consentendo la pratica agronomica. La vicinanza ad una rogge di questo tipo conferisce ad un determinato sito una notevole vocazione alla ricarica della falda.

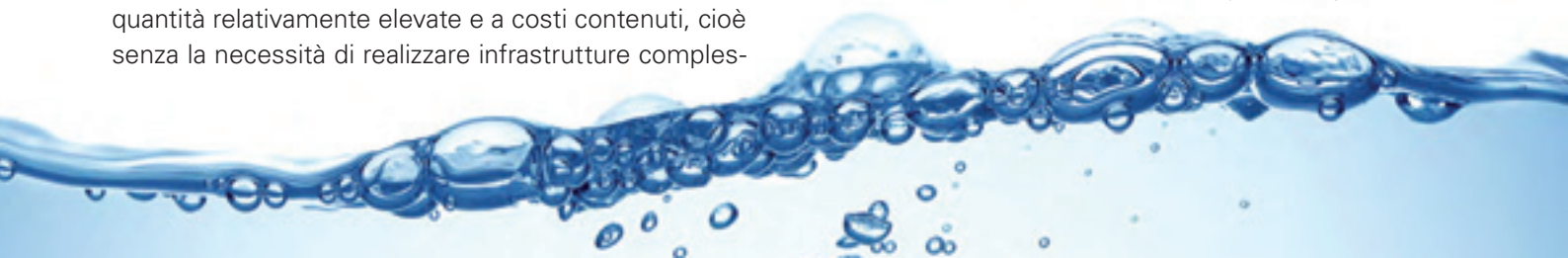
Altro fattore da considerare è la qualità dell'acqua di infiltrazione.

La tutela delle risorse idriche sotterranee è strettamente connessa alla qualità delle acque che vengono infiltrate dalle zone di ricarica degli acquiferi, incluse quindi le opere di ricarica artificiale. Pertanto gli impianti di infiltrazione devono essere approvvigionati da corpi idrici donatori che presentino uno stato chimico-fisico e microbiologico tale da non determinare impatti indesiderati sulle falde. Tale aspetto può incidere significativamente sulla idoneità o meno di un sito ad ospitare un intervento di ricarica. In questo senso occorre conoscere preventivamente le condizioni generali delle acque superficiali nell'ambito di intervento e, specificatamente al sito di ricarica, predisporre idonea strumentazione di monitoraggio in continuo al fine di poter tempestivamente individuare e intercettare eventuali episodi di inquinamento accidentale e/o occasionale.

### E. La vicinanza a corsi d'acqua drenanti: prossimità a corsi d'acqua naturali con alveo ad una quota inferiore rispetto al piano di falda

Nel caso di aree ubicate in vicinanza di fiumi o torrenti è di fondamentale importanza verificare che la quota dell'alveo non sia inferiore a quella del piano di falda. In questo caso infatti tutta l'acqua di ricarica immessa nella falda, indipendentemente dal sistema utilizzato, non farebbe altro che essere drenata verso il letto del fiume stesso.

Infatti si ha infiltrazione dall'alveo quando il pelo libero



del corso d'acqua è ad una quota superiore rispetto al livello freatico; in caso contrario, sarà l'acquifero ad alimentare il corso d'acqua.

Situazioni di questo tipo non sono affatto infrequenti; grandi corsi d'acqua, come ad esempio il fiume Brenta, sono stati intensamente sfruttati dalle attività di estrazione della ghiaia in alveo, provocando un sensibile approfondimento dello stesso e causando l'inversione dei flussi idrici di infiltrazione.

## SISTEMI DI MONITORAGGIO E CONTROLLO

Come abbiamo visto, la ricarica delle falde con sistemi artificiali comporta la realizzazione di interventi puntuali attraverso i quali viene trasferita una parte dei deflussi idrici superficiali verso il sottosuolo. Tale processo determina una condizione di maggiore vulnerabilità per l'acquifero interessato, in quanto di fatto vengono esposte le falde a delle vie preferenziali di deflusso che potenzialmente possono veicolare sostanze inquinanti (p.es. sversamenti dolosi, inquinamento diffuso, incidenti occasionali, ecc...). Pertanto le infrastrutture per la ricarica devono essere dotate di opportuni sistemi per la rilevazione di eventuali sostanze indesiderate presenti nell'acqua destinata a infiltrazione. In tal senso occorre predisporre a monte del punto di immissione un sistema di sonde multiparametriche atto a misurare in continuo alcune variabili significative di tipo chimico-

fisico. Attraverso questo tipo di controllo è possibile organizzare dei protocolli gestionali per l'interruzione (automatica o manuale) del flusso idrico di ricarica entro tempi tali da prevenire ogni impatto indesiderato.

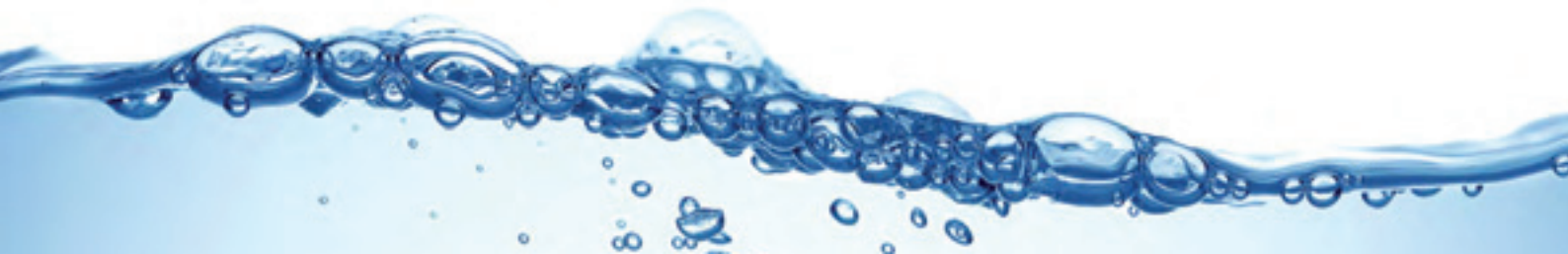
Il monitoraggio quali-quantitativo delle acque destinate agli acquiferi, predisposto a monte e a valle delle opere di infiltrazione (attraverso sezioni misurate a monte e piezometri di monitoraggio a valle), consente inoltre la caratterizzazione dei benefici raggiunti dall'azione di ricarica, tanto in termini di volumi ravvenati quanto in termini di dinamica qualitativa delle acque nel sottosuolo. In particolare è possibile verificare l'efficacia dell'azione di ricarica nei confronti dei livelli di falda e delle portate di sbocco dalle risorgive. In particolare per il progetto AQUOR sono state installate sonde multiparametriche per la misura in continuo dei seguenti parametri: torbidità, conducibilità, temperatura, ossigeno disciolto, potenziale redox e pH.

## I SITI DI INTERVENTO DEL PROGETTO AQUOR

Nell'ambito del progetto AQUOR sono stati identificati sette siti, nei quali sono stati realizzate altrettante opere di ricarica. Nella tabella che segue sono riportati i riferimenti degli interventi implementati, i comuni in cui sono localizzati, le esatte coordinate dei punti di intervento e i relativi partner che hanno progettato e realizzato le opere.

**Tabella 2** - Siti degli interventi di ricarica falda realizzati nell'ambito del Progetto AQUOR

TECNICA DI RICARICA	COMUNE	COORDINATE	PARTNER RESPONSABILE
Area forestale di infiltrazione (AFI)	Carmignano di Brenta (PD)	45° 39' 38" N 11° 41' 08" E	Consorzio di Bonifica Brenta
Area forestale di infiltrazione (AFI)	Schiavon (VI)	45° 40' 40" N 11° 39' 36" E	Consorzio di Bonifica Brenta
Campo di sub-infiltrazione	Rosà (VI)	45° 42' 25" N 11° 44' 46" E	Consorzio di Bonifica Brenta
Pozzi di infiltrazione	Breganze (VI)	45° 41' 54" N 11° 33' 14" E	Alto Vicentino Servizi
Pozzi di infiltrazione	Montecchio Precalcino (VI)	45° 41' 04" N 11° 32' 20" E	Consorzio di Bonifica Alta Pianura Veneta
Roggia di infiltrazione	Sandriago (VI)	45° 39' 48" N 11° 38' 45" E	Consorzio di Bonifica Brenta
Trincea di infiltrazione	Sarcedo (VI)	45° 41' 41" N 11° 32' 04" E	Consorzio di Bonifica Alta Pianura Veneta



## Schiavon (VI): Area Forestale di Infiltrazione (AFI)

**Foto 5** - Lavori di scavo delle scoline per l'AFI



**Foto 6** - AFI con impianto appena realizzato



**Foto 7** - AFI a lavori conclusi



**Foto 8** - Trappola per sedimenti



## Montecchio Precalcino (VI): pozzi di infiltrazione

**Foto 9** - Lavori di scavo per i pozzi



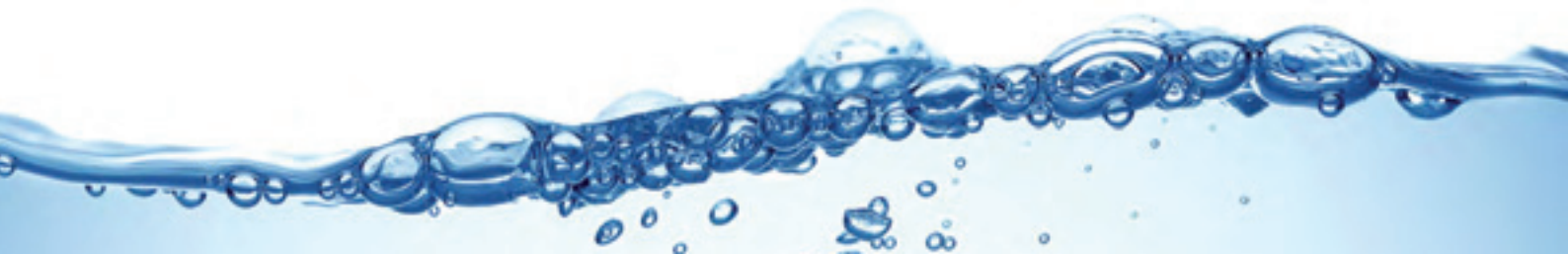
**Foto 10** - Posa pozzo



**Foto 11** - Opera di presa sulla roggia Monza



**Foto 12** - Sistemazione delle sponde e del fondo della roggia



## I SITI DIMOSTRATIVI DEL PROGETTO AQUOR



**1.** Carmignano di Brenta (PD): Area Forestale di Infiltrazione (AFI)



**2.** Sarcedo (VI): trincea di infiltrazione



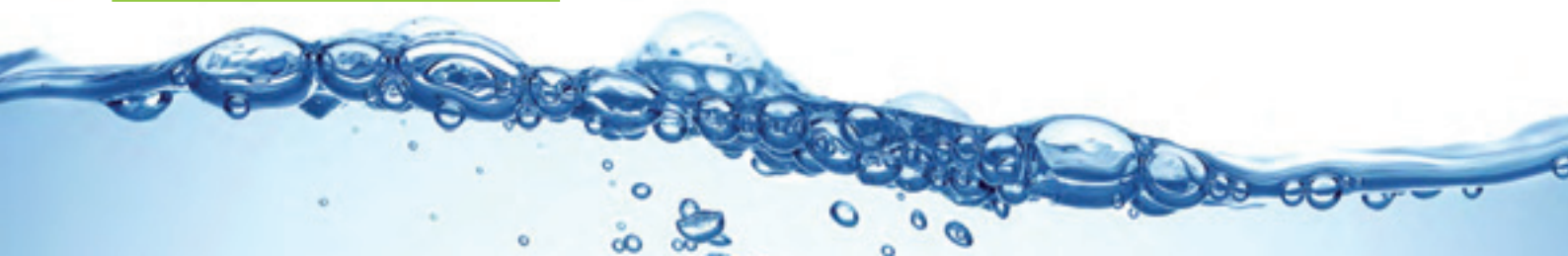
**3.** Rosà (VI): campo di sub-infiltrazione



**4.** Ancignano di Sandrigo (VI): roggia di infiltrazione



**5.** Breganze (VI): pozzi di infiltrazione



# 1. AREA FORESTALE DI INFILTRAZIONE (AFI): CARMIGNANO DI BRENTA (PD)

## Introduzione

Il sito dimostrativo ospita un'Area Forestale di Infiltrazione (AFI) realizzata su un terreno privato (grazie ad apposita convenzione pluriennale) che negli ultimi vent'anni è stato coltivato a mais. La superficie forestale<sup>2</sup> è composta da circa 2.300 piante autoctone diversamente assortite, la cui associazione vegetazionale determina un significativo valore naturalistico per la rete ecologica locale legata alla vicina area Natura 2000 delle "Grave e Zone umide della Brenta".

L'intervento si inserisce nell'ambito di una azienda rurale attiva nel campo della ricerca e implementazione della sostenibilità in agricoltura, anche attraverso iniziative di carattere didattico ed educativo, fornendo quindi all'intervento di AQUOR un significativo valore aggiunto in termini di disseminazione dell'iniziativa.

### Sostenibilità ambientale:

- incremento della biodiversità: la formazione dell'area forestale consente il ripristino di un habitat favorevole per l'insediamento di alcune piante e animali caratteristici del territorio;
- risparmio idrico: a differenza di un seminativo l'area boscata non richiede irrigazione (in questo specifico caso saranno risparmiati circa 12.000 m<sup>3</sup>/anno di acqua);
- fissazione di anidride carbonica: si stima che la fissazione totale di anidride carbonica sarà in 30 anni pari a 1.500 tCO<sub>2</sub>, (circa 50 tCO<sub>2</sub> anno);
- tutela del paesaggio: ripristino di un nuovo bosco, il Quercio Carpineto tipico della Pianura Padana, ricostituendo un paesaggio storico oggi quasi scomparso;
- energia rinnovabile: il bosco è anche fonte di biomassa legnosa a scopo energetico (in ragione della valenza naturalistica del bosco, si prevede solo un uso domestico della biomassa legnosa).

### Sostenibilità Sociale:

- possibilità ricreative e fruibilità: valorizzazione di un'area con ripristino del pregio naturalistico e attivazione di iniziative di educazione ambientale con le scuole e le associazioni locali;
- area verde per i cittadini: il bosco rappresenta un luogo importante particolarmente utile per la qualità della vita della popolazione locale.

**Foto 13** - Accrescimento della valenza naturalistica e paesaggistica del sito di intervento



### Localizzazione

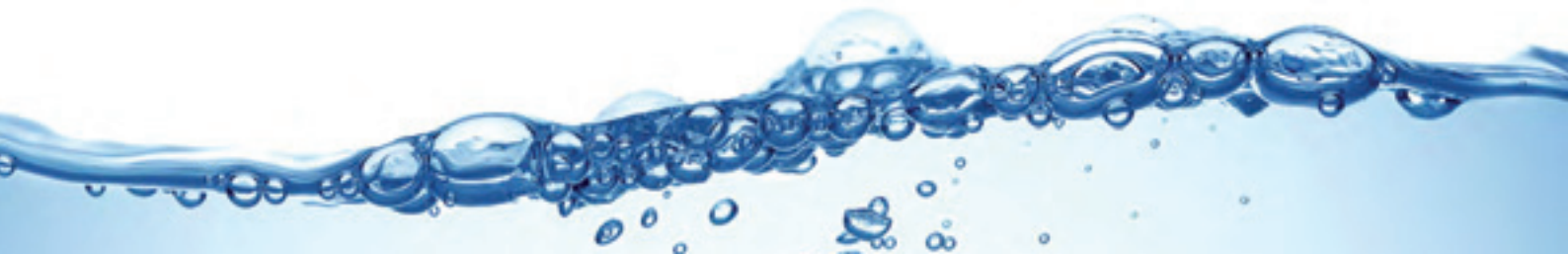
L'area di intervento ricade in un contesto agricolo della destra idrografica del fiume Brenta, poco a nord del limite superiore della fascia delle risorgive, in località San Giovanni di Camazzole all'interno dei confini comunali di Carmignano di Brenta (PD).

**Coordinate:** 45° 39' 38" N; 11° 41' 08" E

### Derivazione dell'acqua

L'apporto di acqua all'interno dell'AFI viene garantito da una condotta di adduzione interrata realizzata in calcestruzzo vibrocompresso (cls), collegata alla roggia di irrigazione esistente (Bocchetto San Giovanni Grimana Nuova) mediante manufatto di presa provvisto di paratoia metallica regolabile.

<sup>2</sup> La parte forestale dell'AFI è stata realizzata al di fuori del progetto AQUOR, in quanto già prevista da un'altra iniziativa di valorizzazione ambientale finanziata con il PSR Veneto 2007-2013, Misura 221 (primo imboscamento di terreni agricoli), Azione 1 (boschi permanenti). In fase di implementazione dell'intervento sono state svolte opportune attività di coordinamento, al fine di ottimizzare e rendere sinergiche le due iniziative.



**Foto 14** - Roggia esistente di adduzione irrigua



### Descrizione dell'opera (struttura e dimensioni)

L'impianto dimostrativo è composto da due campi di infiltrazione, organizzati al loro interno da linee di distribuzione dell'acqua costituite nell'insieme da n. 10 scoline disperdenti longitudinali con andamento sinusoidale a curvatura molto ampia. Le scoline hanno una lunghezza pari a circa 93 metri ciascuna e una distanza fra gli interassi delle stesse di circa 14 metri; 4 di queste hanno direzione est-ovest (primo campo) e 6 direzione nord-sud (secondo campo). L'acqua viene equidistribuita nelle aree di ricarica mediante un sistema di regolazione a livelli, che determina una ripartizione del flusso disponibile in maniera eguale tra le singole linee di infiltrazione.

All'interno di ogni linea di infiltrazione, posti a distanza di circa 30 metri l'uno dall'altro, vi sono dei manufatti di controllo idrico del livello dell'acqua. Tali manufatti consentono la bacinnizzazione del sistema, con conse-

**Foto 15** - Impianto AFI appena realizzato



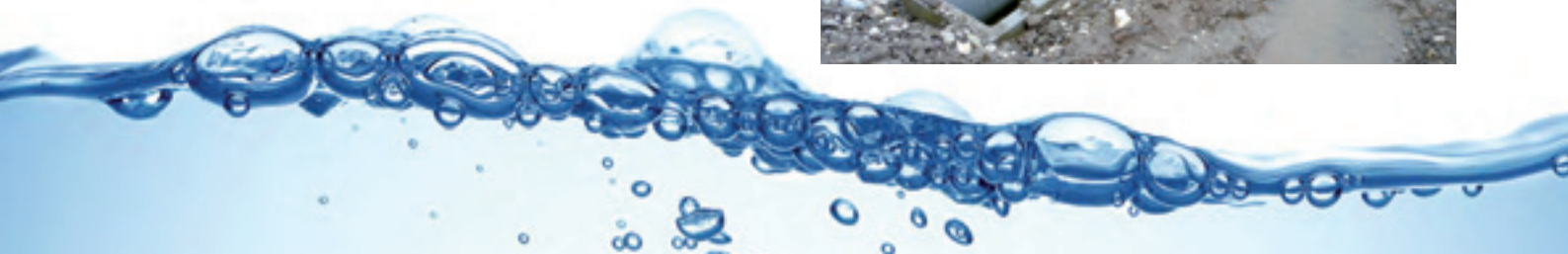
guente miglioramento dell'efficienza dell'azione di infiltrazione.

A monte dell'area di ricarica è presente una trappola per sedimenti, ovvero un piccolo bacino di superficie pari a circa 50 m<sup>2</sup> dove si depositano i solidi sospesi sedimentabili presenti nell'acqua d'ingresso, riducendo così l'intasamento delle scoline e garantendo una maggiore vita utile all'impianto.

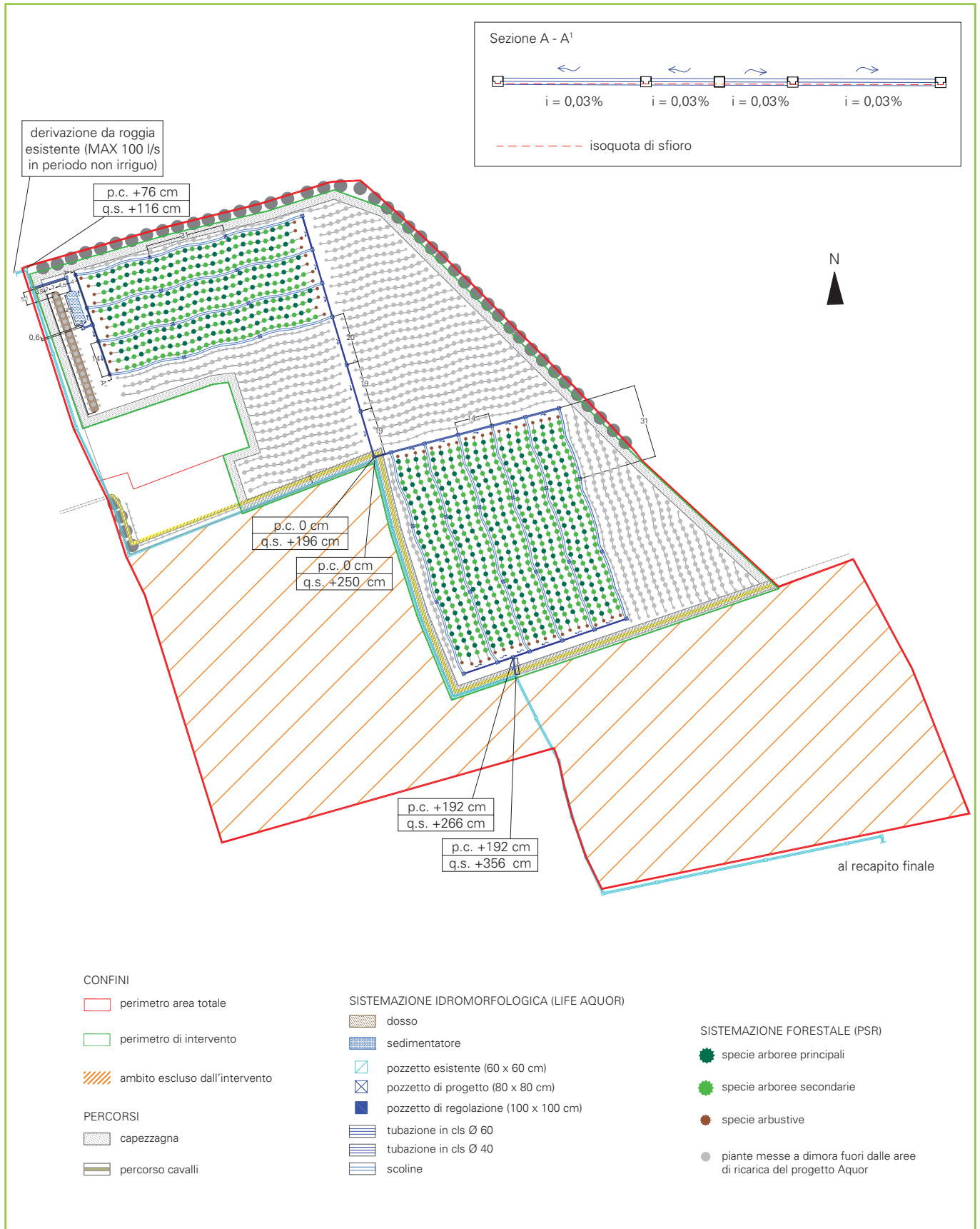
Presso il lato nord-occidentale è stato realizzato un dosso utilizzando il terreno di risulta proveniente dagli scavi, con funzione di barriera acustica e di separazione visiva dell'area forestale dall'adiacente strada pubblica.

Il soprassuolo arboreo è costituito da un bosco naturaliforme composto da 4 filari paralleli interposti tra una scolina e l'altra, di cui uno destinato a ceduzione periodica (per permettere la manutenzione delle scoline da parte del Consorzio di Bonifica Brenta) e tre formati da piante da alto fusto. Lungo i margini esterni del bosco sono stati piantati arbusti di Nocciolo, Frangola, Spincervino, Prugnolo, Ligustrello e Corniolo. I filari paralleli alle scoline sono di 2 tipologie e seguono anch'essi un andamento sinusoidale. Il filare destinato alla ceduzione (posto a sud o a est delle scoline in base al campo) è composto da specie arboree secondarie alternate (Frassino ossifillo e Carpino bianco) e possono essere ceduate secondo le necessità di manutenzione. I tre filari ad alto fusto centrali sono composti da specie arboree principali (Farnia, Rovere, Frassino maggiore, Olmo campestre, Pioppo e Tiglio) alternate a specie arboree secondarie (Frassino ossifillo e Carpino bianco). Lungo ciascun filare le piante sono tutte distanziate di 3 metri l'una dall'altra, così come tra un filare e l'altro. Dopo la ceduzione, le macchine preposte alla manutenzione delle scoline avranno quindi 4,5 metri di fascia entro cui operare. La stessa larghezza sarà disponibile anche per la ceduzione stessa, in modo da permettere una agevole esecuzione delle relative operazioni.

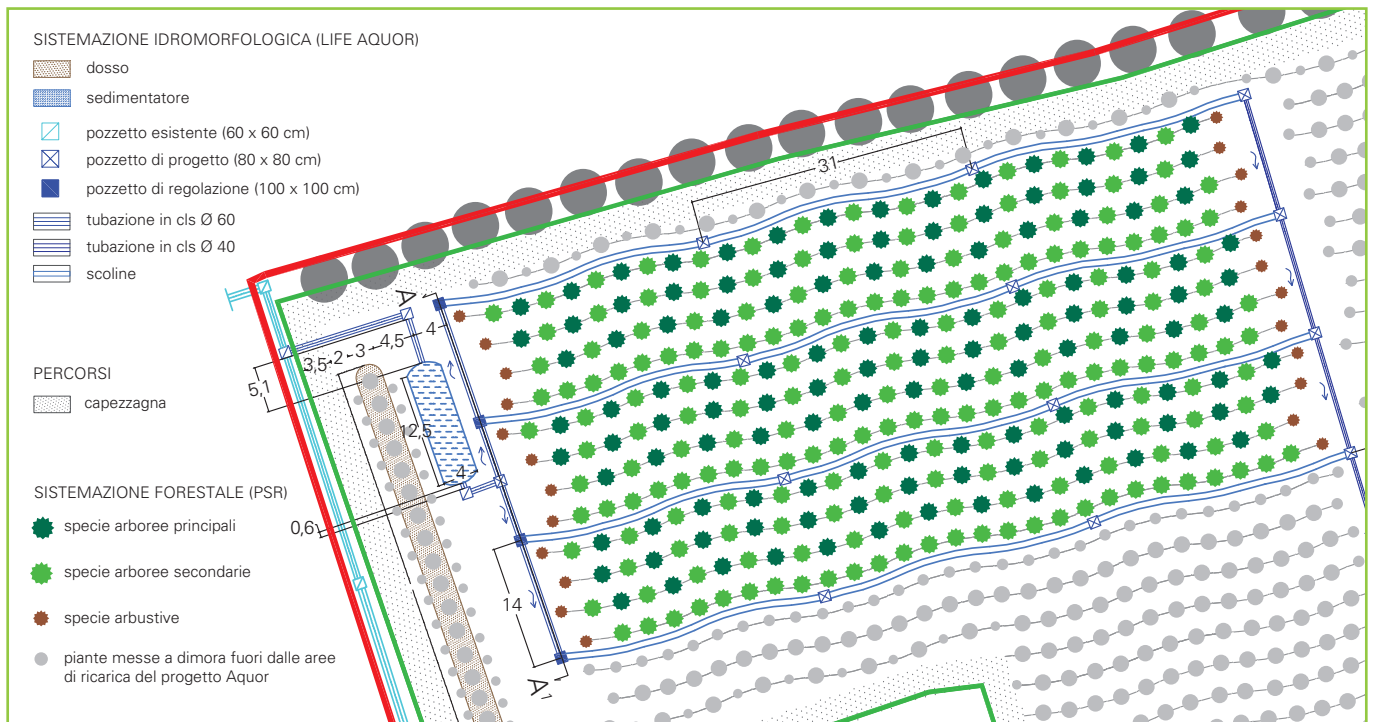
**Foto 16** - Particolare della trappola per sedimenti in realizzazione



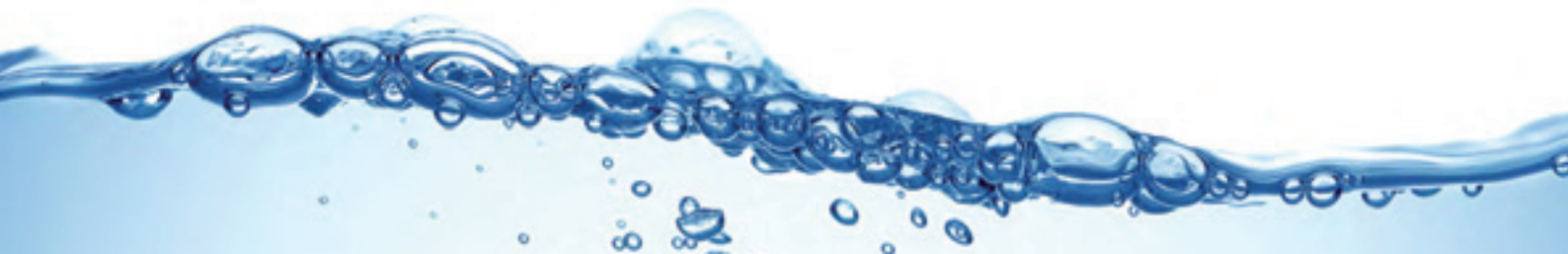
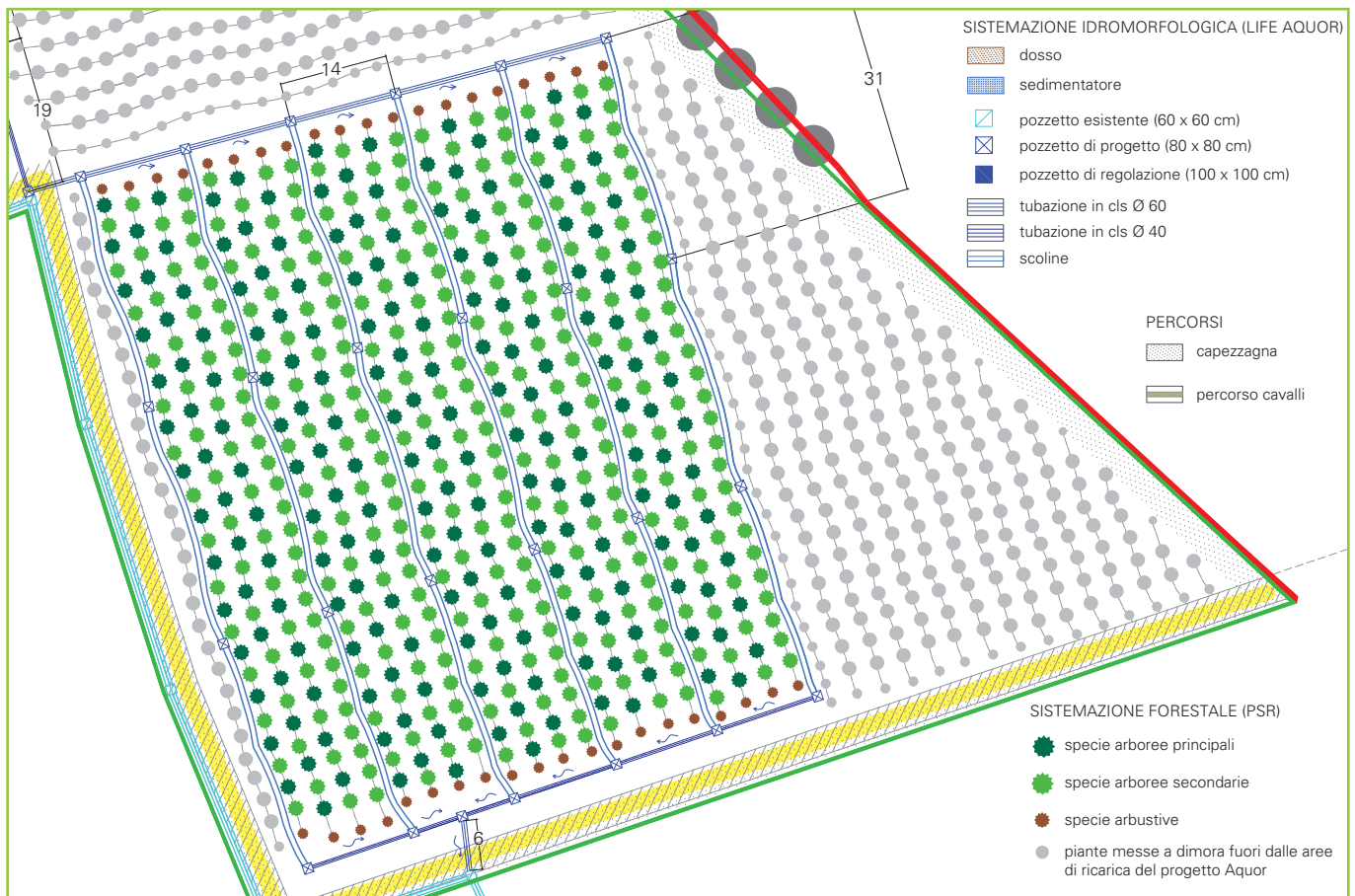
**Figura 8** - Schema planimetrico dell'Area Forestale d'Infiltrazione (AFI) a valenza didattico-naturalistica



**Figura 8a** - Particolare del campo nord dell'Area Forestale d'Infiltrazione (AFI) a valenza didattico-naturalistica



**Figura 8b** - Particolare del campo sud dell'Area Forestale d'Infiltrazione (AFI) a valenza didattico-naturalistica



## 2. TRINCEA DI INFILTRAZIONE: SARCEDO (VI)

### Introduzione

Il sito dimostrativo propone come tecnica di ricarica della falda la trincea di infiltrazione. Il sito di intervento, di proprietà comunale, è attualmente adibito ad area a verde pubblico con presenza di percorsi pedonali e arredi per la fruizione ricreativa. L'area ospita già n. 4 pozzi di infiltrazione sperimentali, realizzati dal Consorzio di Bonifica Alta Pianura Veneta (in convenzione con la Provincia di Vicenza) fuori dall'ambito del progetto AQUOR. La prossimità dell'intervento AQUOR con tali opere di ricarica esistenti consente di valorizzare ulteriormente l'ambito pubblico destinandolo a parco tematico per la didattica e l'educazione sull'importanza delle risorse idriche sotterranee.

### Localizzazione

Il sito di intervento ricade in un'area a verde pubblico di proprietà del comune di Sarcedo (VI) attrezzata a parco pubblico.

**Coordinate:** 45° 41' 41" N; 11° 32' 04" E

**Foto 17** - Roggia Verlata e area prima dell'intervento



### Derivazione dell'acqua

Il corpo idrico donatore per l'attività di ricarica è un canale irriguo (roggia Verlata) che scorre a fianco dell'area interessata, a sua volta derivato dal canale irriguo Mordini con presa idrica superficiale dal torrente Astico in località Molini nel comune di Zugliano (VI). In periodo non irriguo si stima che sia possibile derivare dalla roggia di irrigazione una portata fino a circa 700 l/s. I pozzi di infiltrazione esistenti disperdono una portata di 500 l/s per cui la trincea dispone, sempre nel periodo non irriguo, di un quantitativo di portata di alimentazione fino a circa 200 l/s. L'alimentazione della trincea di infiltrazione avviene per mezzo di tubo di adduzione a gravità in

cls da 500 mm, innestato sul tratto di condotta di una derivazione esistente (tubazione di mandata dell'acqua dalla roggia al campo pozzi), mediante pozzetto partitore in cls con setto sfiorante. Il tubo di adduzione a sua volta è connesso a 3 pozzetti di distribuzione presenti in testa alla trincea che determinano la ripartizione del flusso disponibile in maniera eguale tra le linee di infiltrazione.

### Descrizione dell'opera (struttura e dimensioni)

La trincea di infiltrazione consiste in uno scavo nel terreno a sezione trapezoidale con pendenza delle sponde laterali 3:1, avente una profondità utile di 3 metri (profondità necessaria per intercettare il quarto orizzonte stratigrafico che è il più permeabile), una larghezza pari a 10 metri e circa 60-70 metri di lunghezza. All'interno si trovano le linee di distribuzione, due tubi micro fessurati in cls da 300 mm di sezione, adagiati su un letto di ghiaia ad una profondità di circa 260 cm, ricoperti da materiale grossolano (ciottoli e ghiaia di sopravvaglio derivante dallo scavo in situ), integrato con altro materiale per riempire il volume di scavo a meno del ricoprimento superficiale di terreno vegetale per uno spessore di circa 50 cm. Equidistanziati lungo l'asse longitudinale della trincea disperdente sono posizionati 4 piezometri di ispezione da 100 mm di diametro con pozzetto di testa a chiusura sigillato, predisposti per il controllo dei livelli idrici. Per l'ispezione visiva della trincea a fini didattici è stato realizzato un manufatto in muratura con copertura in vetro stratificato chiamato "Osservatorio" costruito con pietra lavorata a spacco posta in opera a semisecco.

**Foto 18** - Condotta di derivazione



**Foto 19** - Lavori di realizzazione della trincea (posa pozzetti)



**Foto 20** - Lavori di realizzazione della trincea (si notano le due linee di infiltrazione)



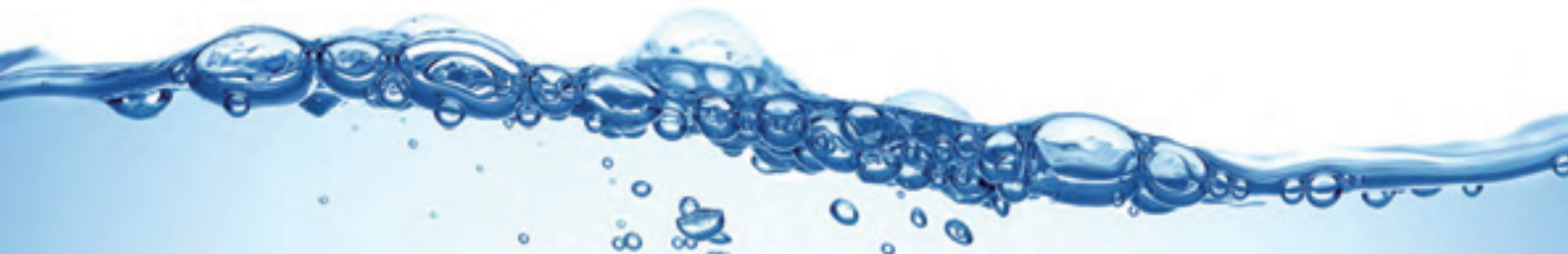
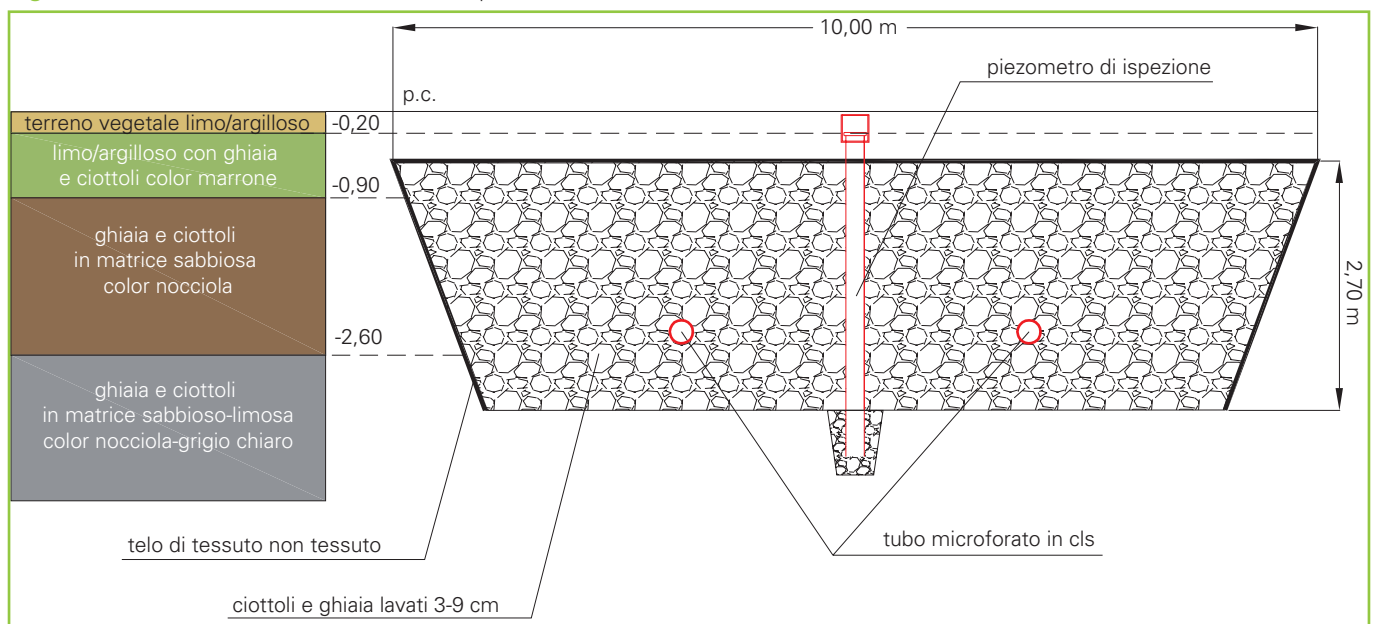
**Foto 21** - Intervento ultimato: fase di ripristino del prato



**Foto 22** - Osservatorio didattico



**Figura 9** - Sezione della trincea di infiltrazione e profilo del sottosuolo indisturbato (sezione A - A')





### 3. CAMPO DI SUB-INFILTRAZIONE: ROSÀ (VI)

#### Introduzione

Il sito dimostrativo ospita un impianto di sub-infiltrazione costituito da un sistema di drenaggi inversi disposti sotto la parte agronomica del terreno attraverso i quali avviene l'infiltrazione sub-superficiale dell'acqua.

#### Localizzazione

L'area di intervento si trova all'interno dei confini comunali di Rosà (VI). Dal punto di vista urbanistico l'area è classificata come "zona a prevalente destinazione agricola" delimitata a sud da una strada di viabilità locale, mentre su tutti gli altri lati da terreni agricoli sempre ricadenti in comune di Rosà. Si tratta di un campo agricolo di forma rettangolare allungata con orientamento NNO-SSE.

**Coordinate:** 45° 42' 25" N; 11° 44' 46" E

#### Derivazione dell'acqua

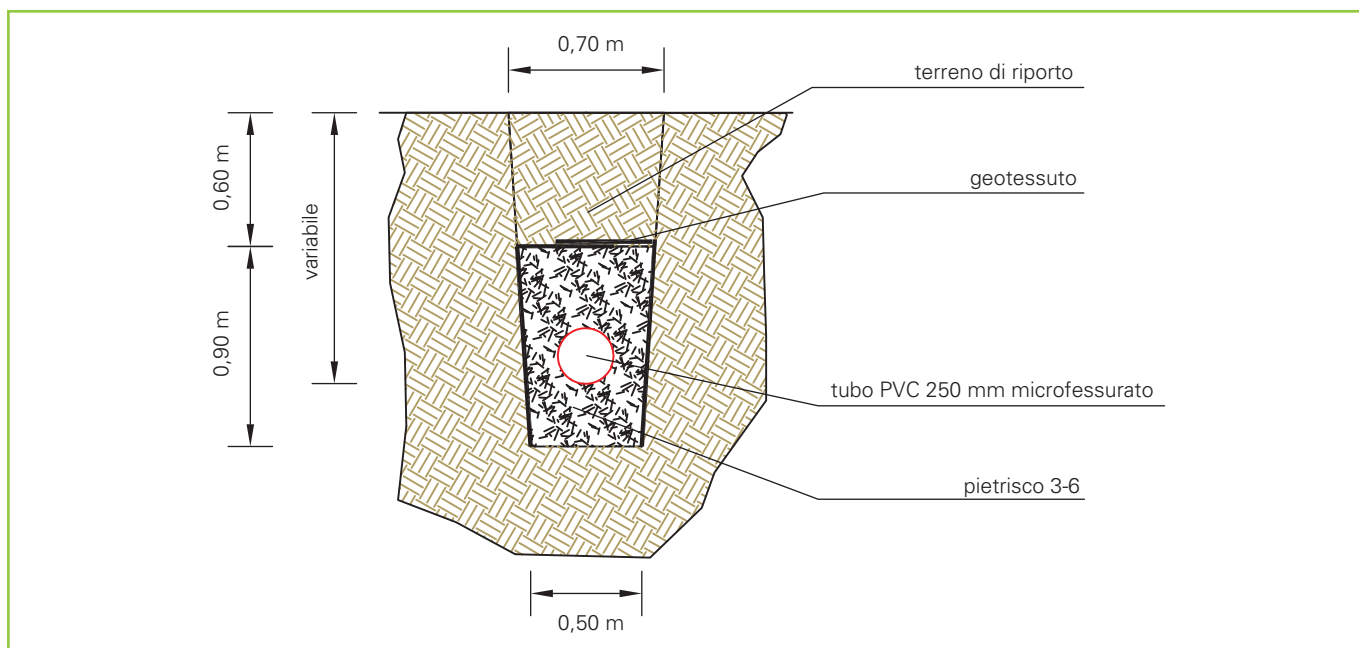
Il prelievo dell'acqua necessario per l'attività di infiltrazione è garantito dalla rete irrigua consortile esistente (roggia Brolla) che scorre a circa 100 metri a ovest dell'appezzamento. L'apporto di acqua al campo di sub-infiltrazione avviene attraverso canaletta in fabbricato cementizio, connessa alla roggia mediante bocchetto irriguo dislocato sul lato settentrionale della proprietà. Alla testa del campo è presente un manufatto di deri-

vazione con paratoia metallica che congiunge la scolina di distribuzione alla rete di sub-infiltrazione. A valle dell'opera di derivazione è sistemato un pozzetto ripartitore dove sono connessi due canali adduttori che determinano la distribuzione del flusso disponibile in maniera eguale tra le linee di infiltrazione.

#### Descrizione dell'opera (struttura e dimensioni)

L'impianto di sub-infiltrazione è costituito da due trincee (trincee di posa) a sezione trapezoidale avente profondità di circa 90 cm e larghezza alla base di circa 50 cm. All'interno di ogni trincea è collocata una condotta disperdente con pendenza compresa tra 0,2% e 0,5%, in elementi tubolari in PVC da 250 mm di diametro microfessurato, per uno sviluppo di circa 200 metri di lunghezza ciascuna (totale 400 metri di linee di sub-infiltrazione), interrotte da pozzetti di ispezione posti a distanza di circa 25 metri su ogni linea da dove dipartono dei tubi disperdenti microfessurati in PVC da 160 mm della lunghezza di 9 m ciascuno. Le condotte di infiltrazione si posano su un materasso di 30 cm di spessore, costituito da pietrisco di dimensioni 3-6 cm vagliato e disposto accuratamente nello scavo per strati; al di sopra del pietrisco le trincee sono ricolmate con il terreno proveniente

Figura 11 - Sezione trincea di sub-infiltrazione



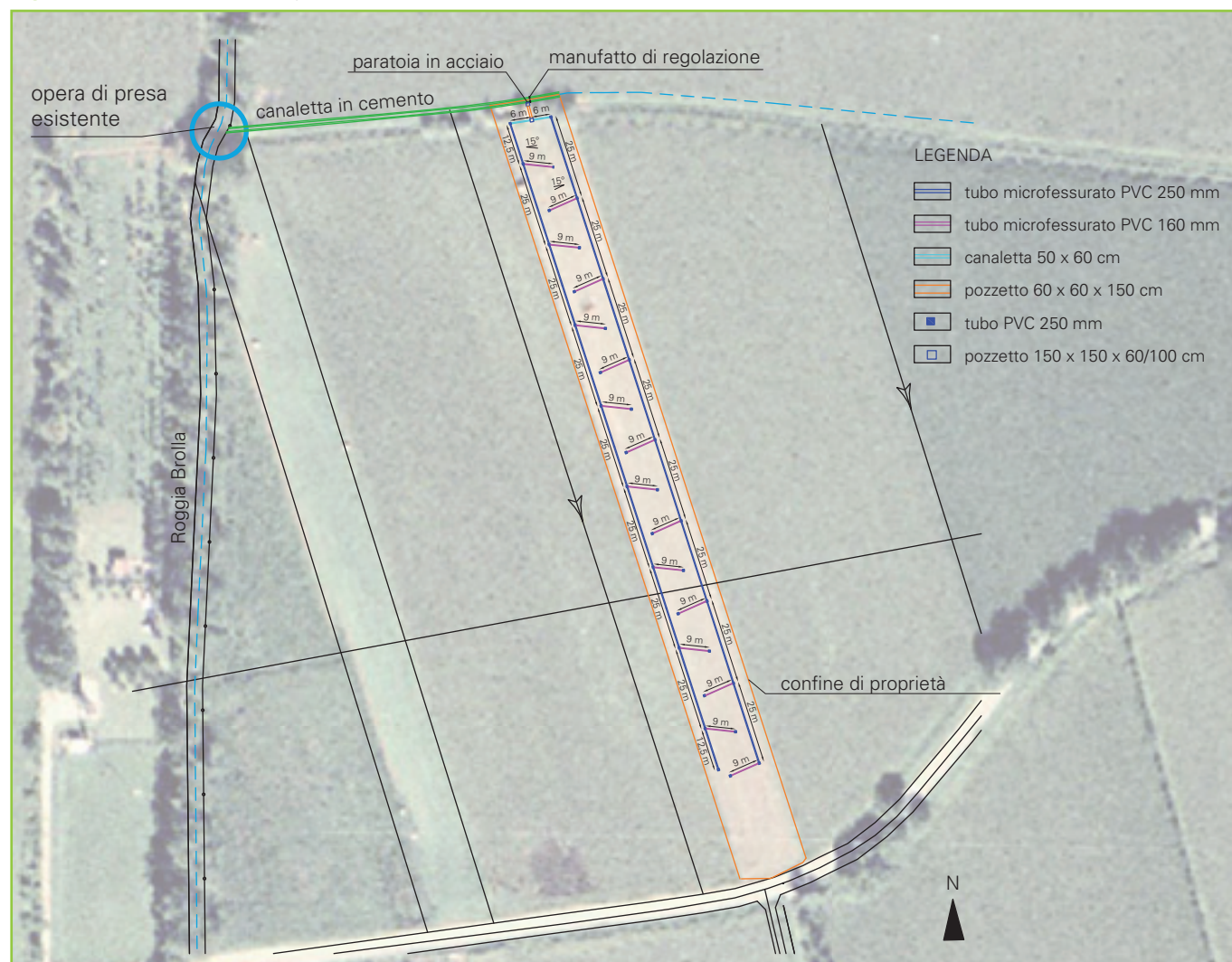
dallo scavo. L'impianto è stato dimensionato per infiltrare efficacemente una portata di 20 l/s (su una superficie disperdente di circa 20 m<sup>2</sup>), disponibilità idrica stimata dal Consorzio di Bonifica Brenta come consegnabile al sito di ricarica in stagione non irrigua. L'area infiltrante resa disponibile è pari a 64 m<sup>2</sup>, ed è tale da poter accogliere eventuali quantitativi maggiori di acqua rispetto a quella attualmente programmata. Può inoltre tollerare eventuali fenomeni di *clogging*<sup>3</sup> localizzato che provoca una naturale minor capacità infiltrante localizzata. L'esercizio dell'impianto non richiede conduzione; viene effettuato di tanto in tanto un controllo per verificare che non vi sia intasamento del pietrisco e del terreno circostante e che non si manifestino impaludamenti superficiali. Questo sistema permette di poter sfruttare terreni in posizioni ottimali per la ricarica artificiale della falda, mantenendo allo stesso tempo inalterata

la superficie, quindi con la possibilità di continuare a svolgere anche durante il periodo di ricarica l'attività già esistente di coltivazione del fondo agricolo.

**Foto 23** - Lavori di scavo per posa tubazioni sub-infiltrazione



**Figura 12** - Planimetria del campo di sub-infiltrazione



<sup>3</sup> Ostruzione delle porosità nei suoli attraverso cui avviene la percolazione delle acque, dovute al deposito/accumulo di sedimenti fini e residui organici.

## 4. ROGGIA DI INFILTRAZIONE: ANCIGNANO DI SANDRIGO (VI)

### Introduzione

Il sito dimostrativo è caratterizzato da un canale disperdente con tracciato planimetrico sinuoso, scavato ex novo lungo la destra idrografica del corso d'acqua consortile esistente (roggia Vitella) in gestione da parte del Consorzio di Bonifica Brenta. Si tratta di un corridoio ecologico che permette lo svolgimento di molteplici funzioni tra loro interconnesse, quali la ricarica della falda, l'incremento della capacità fitodepurativa, la formazione di nuovi habitat per flora e fauna selvatica e in minore misura, per quanto concerne l'aspetto della sicurezza idraulica, la laminazione delle piene e la dissipazione dell'energia erosiva del flusso d'acqua. La diversificazione della sezione del canale e la presenza di vegetazione lungo il corso del canale comportano una riduzione della velocità di scorrimento dell'acqua immessa aumentando il tempo di permanenza della stessa con effetti positivi sia sulla qualità che sulla quantità dell'acqua infiltrata.

Foto 24 - Roggia Vitella



### Localizzazione

L'area di intervento si trova in Loc. Ancignano in comune di Sandrigo (VI); si tratta di un terreno agricolo di forma rettangolare allungata (circa 300 m x 10 m) con orientamento NNE-SSO coltivato negli ultimi anni a mais. Il campo è delimitato ad ovest da una siepe

monofilare in frangia alla roggia Vitella con specie arboree igrofile gestita a ceduo, a sud da una strada bianca comunale e sugli altri lati da terreni agricoli solitamente coperti a seminativo.

**Coordinate:** 45° 39' 48" N; 11° 38' 45" E

### Derivazione dell'acqua

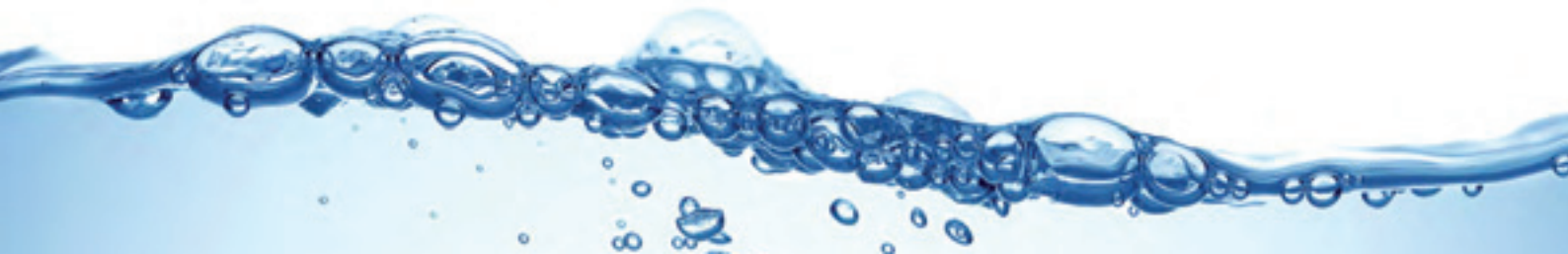
L'apporto di acqua necessaria ad alimentare il nuovo canale infiltrante avviene attraverso un manufatto di presa (provvisto di paratoia metallica regolabile) da cavo irriguo connesso alla roggia Vitella e posto circa 60 m a monte rispetto all'angolo nord-est dell'impianto. A valle del canale il sistema di uscita è costituito da manufatto regolabile in cls provvisto di paratoia a stramazzo con restituzione dell'eventuale acqua in eccesso al sistema irriguo esistente.

### Descrizione dell'opera (struttura e dimensioni)

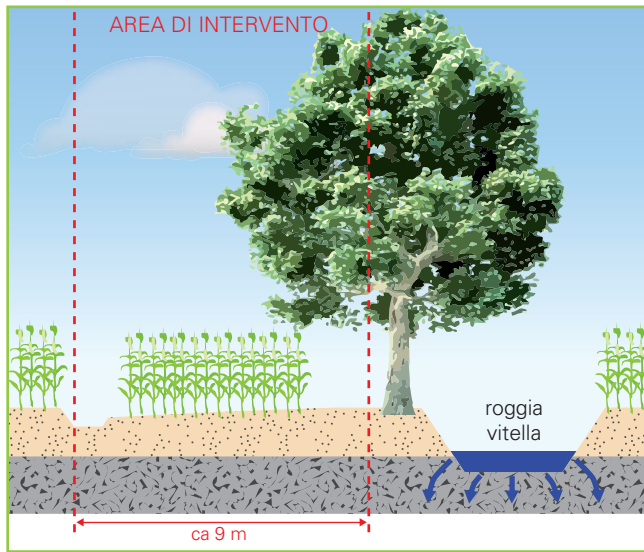
Il nuovo corso d'acqua presenta, per tutta la sua lunghezza di circa 225 metri, un'andatura sinuosa con sistemazione a verde di ambo le sponde del canale.

Lungo il tratto iniziale partendo da nord (circa 25 m), sulla sponda orientale sono state realizzate due file sfasate a 50 cm una dall'altra, con arbusti distanziati 1,5 m. In particolare, verso il sentiero è presente il Corniolo, mentre verso il letto del canale, è stato piantato il Salice rosso. Sulla sponda ovest invece è presente una fila di Sanguinella con una pianta ogni metro. Dopo i primi 25 metri sono stati piantati arbusti su entrambe le sponde (Sanguinella, Prugnolo, Spincervino, Ligustrello, Corniolo, Viburno lantana e Pallon di maggio). All'interno dei meandri sono stati piantumati alberelli di Mirabolano, Melo selvatico e Acero campestre. Lungo il corso d'acqua è stata realizzata un'isola della lunghezza di 40 metri dove sono stati messi a dimora 1 Ontano nero ogni 5 m per un totale di 6 piante, alternato a Rosa canina (una pianta ogni metro).

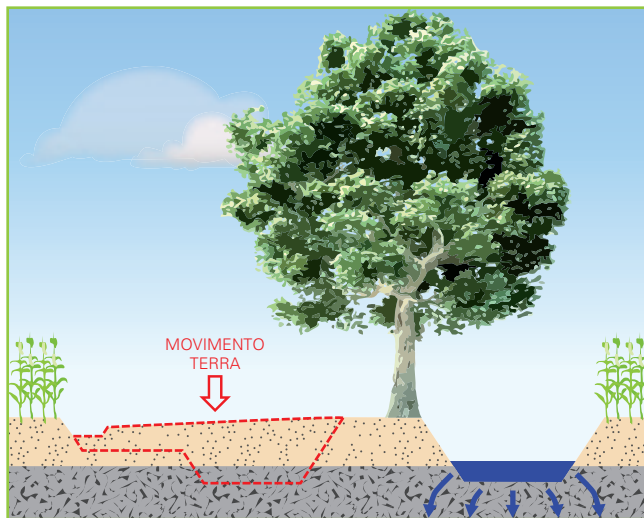
La parte iniziale e finale dell'isolotto e alcuni tratti delle sponde laterali opposte, sono caratterizzati dalla presenza di piante erbacee igrofile (Carici, Giaggiolo acquatico) disposte su due file sfasate con sesto di impianto 30 x 30 cm.



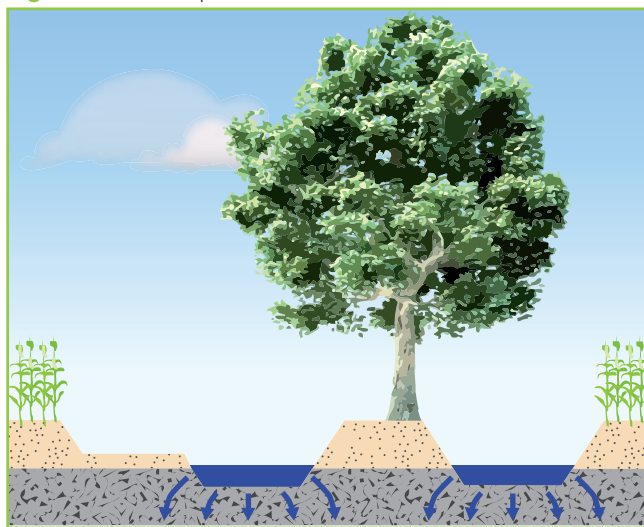
**Figura 13** - Realizzazione ex novo di un canale di infiltrazione naturaliforme; situazione originale



**Figura 14** - Il sito sperimentale durante i lavori



**Figura 15** - Il sito sperimentale a lavori ultimati



**Foto 25** - Superficie coltivata a mais prima dell'intervento



**Foto 26** - Lavori di movimento terra per realizzazione nuovo canale



**Foto 27** - Lavori ultimati con piante a dimora

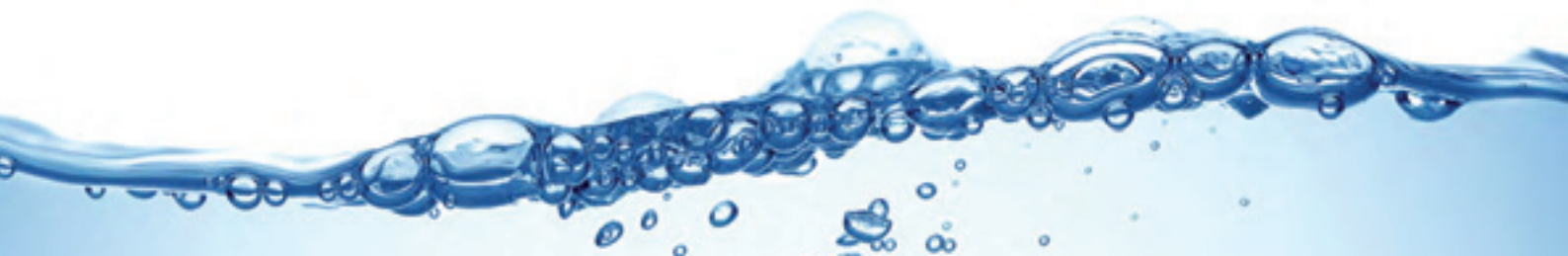
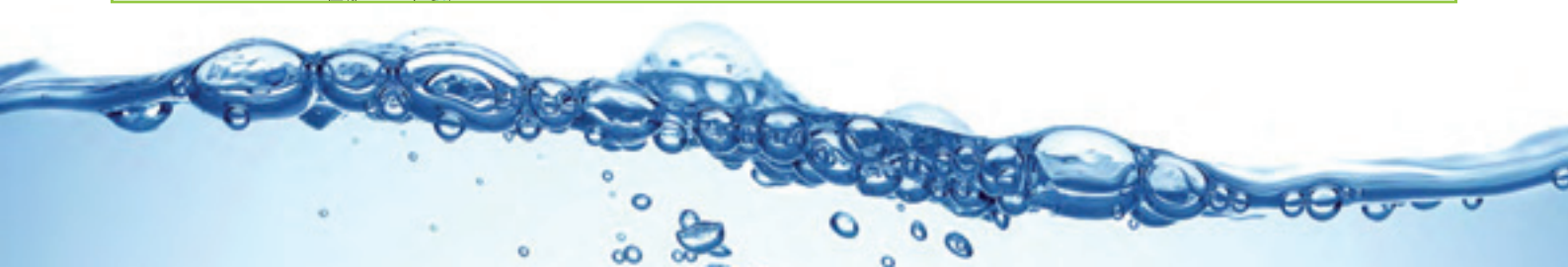
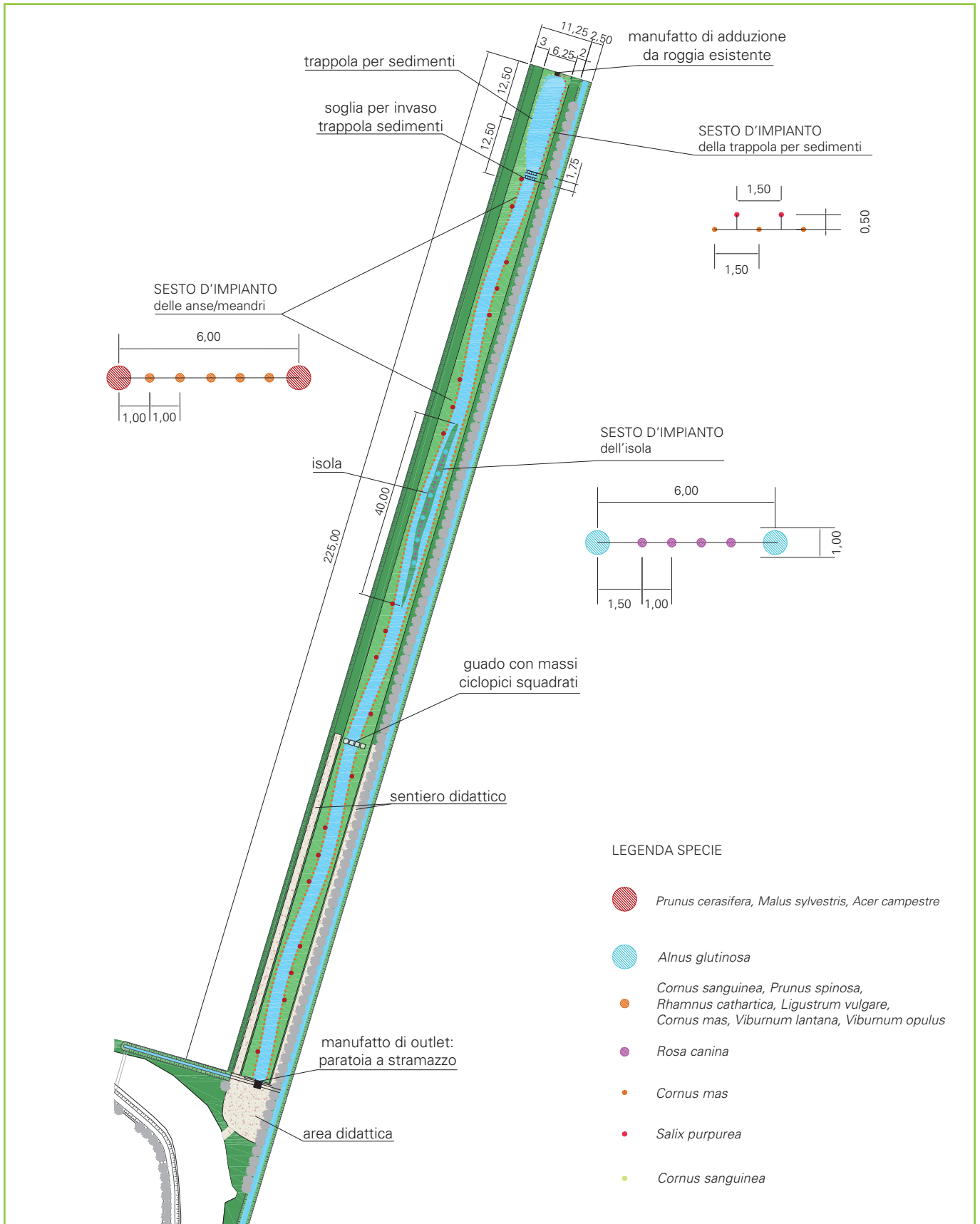
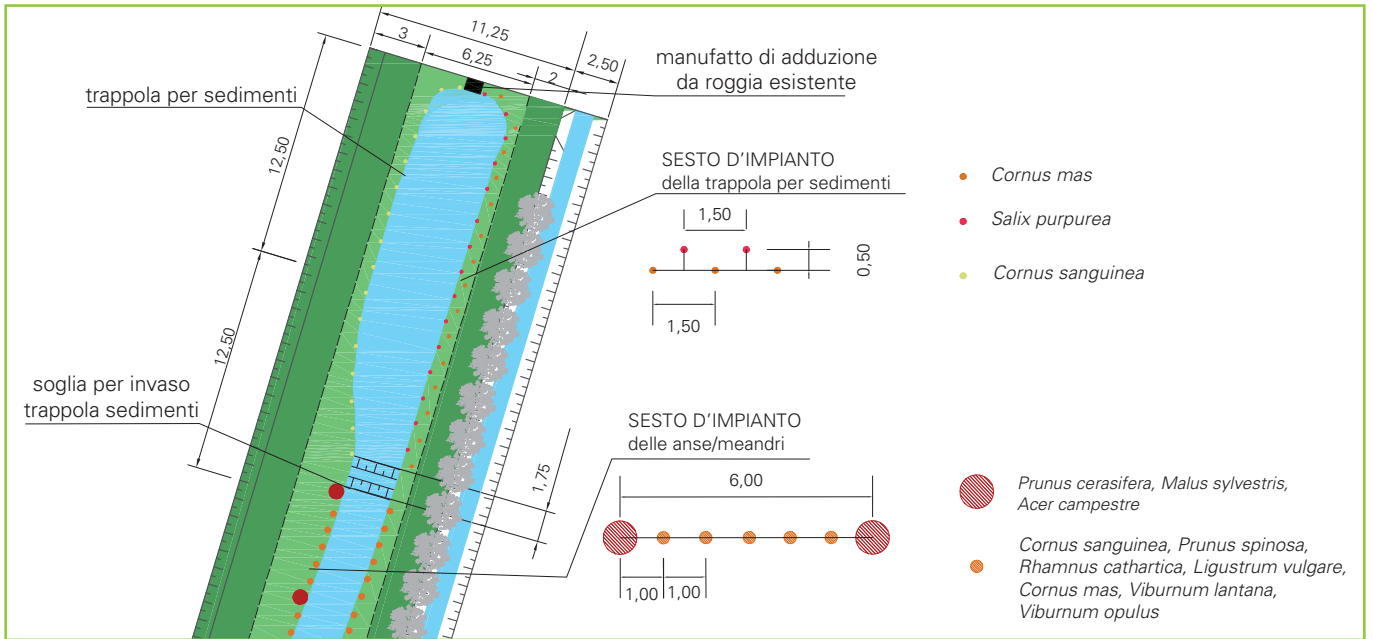


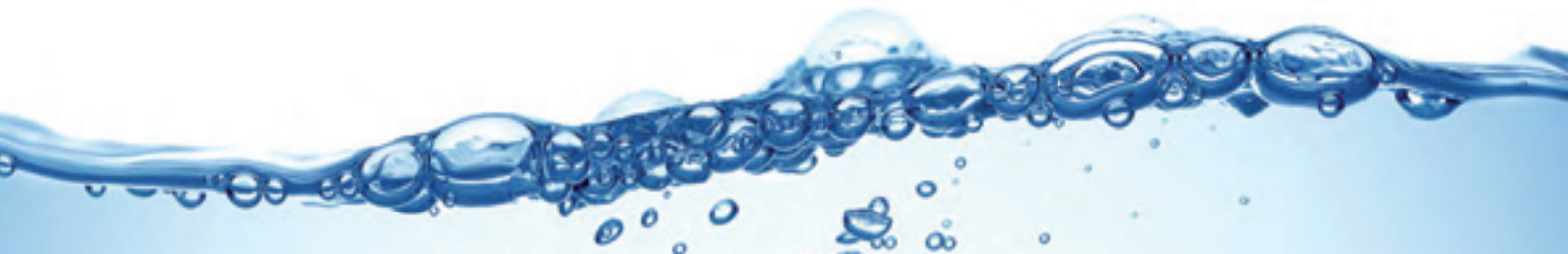
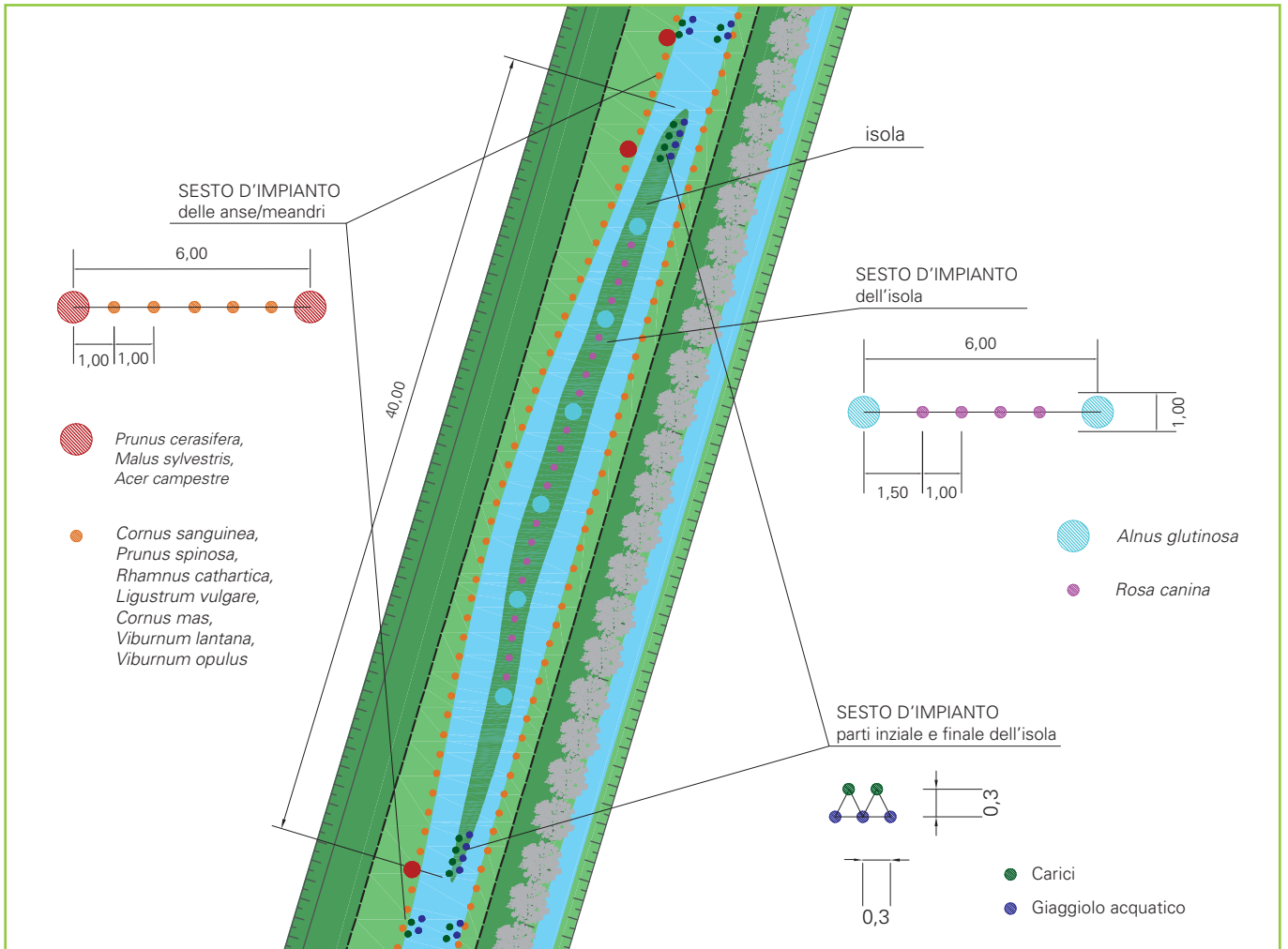
Figura 16 - Planimetria dell'area di intervento di realizzazione del canale di infiltrazione



**Figura 16a** - Particolare della trappola per sedimenti e di un'ansa/meandro del canale di infiltrazione



**Figura 16b** - Particolare dell'isola e di due anse/meandro del canale di infiltrazione



## 5. POZZI DI INFILTRAZIONE: BREGANZE (VI)

### Introduzione

La tecnica dimostrativa di infiltrazione avviene mediante l'utilizzo di "pozzi bevitori". Si tratta di un sistema campo pozzi costituito da 4 strutture verticali (pozzi) rivolte a far convogliare e disperdere nel sottosuolo l'acqua deviata dalla roggia esistente.

### Localizzazione

Il sito di intervento è situato all'interno di un'area adibita a parco pubblico denominato "Baden Powell" in località Maglio nel comune di Breganze (VI), posto lungo la roggia Breganze. La localizzazione del campo pozzi all'interno del parco è stata individuata secondo i seguenti criteri:

- minor impatto delle opere sulla fruibilità dell'area verde;
- facilità di accesso ai mezzi per la manutenzione;
- vicinanza all'area didattica esistente.

**Coordinate:** 45° 41' 54" N; 11° 33' 14" E

### Derivazione dell'acqua

L'alimentazione dei pozzi avviene mediante opera di presa (scatolare prefabbricato in cls di dimensioni 100 x 75 cm opportunamente sagomato) realizzata lungo il canale irriguo esistente che scorre a poche decine di metri ad est del sito. Il manufatto scatolare è posizionato con scorrimento pari al fondo della roggia con soglia di fondo posizionata a 10 cm dal fondo stesso, presidiata da una griglia grossolana per il trattenimento del materiale trasportato e da una paratoia in acciaio per la re-

golazione della portata e la chiusura dell'alimentazione in periodo irriguo o in condizioni di emergenza. L'opera di presa consente di prelevare dalla roggia durante tutto il periodo non irriguo una portata pari a 100l/s (valore ben inferiore alla portata transitante lungo la roggia).

L'apporto di acqua dalla roggia al campo pozzi avviene attraverso una linea di alimentazione (tubazione in cls da 500 mm) interrata ad una profondità di circa 1,5 metri. Lungo il tratto della condotta è stato collocato il dissabbiatore, un manufatto scatolare prefabbricato in cls di dimensioni 150 x 75 cm di larghezza e di lunghezza pari a circa 10 metri che, posto a monte del campo pozzi, preserva il materasso di infiltrazione dall'intasamento causato da materiale in sospensione durante gli eventi piovosi.

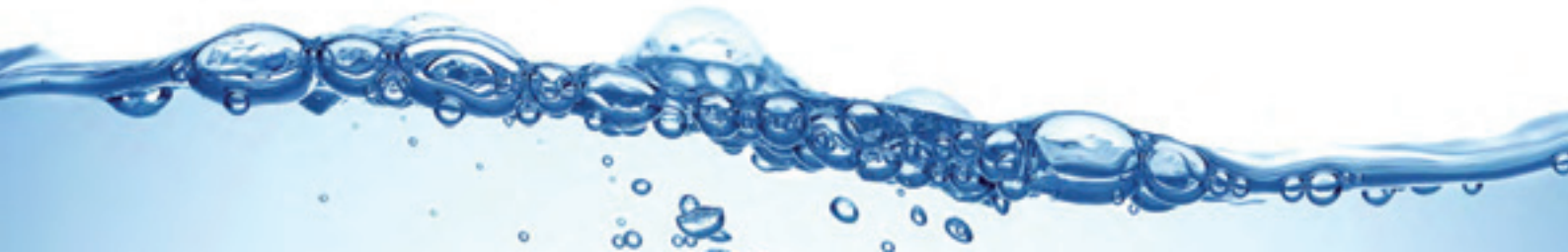
### Descrizione dell'opera (struttura e dimensioni)

Si tratta di 4 pozzi di infiltrazione profondi circa 4 metri rispetto il piano campagna, posati alla base dello scavo su di uno strato di pietrisco e disposti ai vertici di un quadrato ad una distanza di circa 3 metri l'uno dall'altro. Ogni pozzo è formato da anelli forati in calcestruzzo sistemati uno sopra l'altro del diametro di 2 metri e di 50 cm di altezza. A copertura del pozzo è collocato un elemento circolare in calcestruzzo dotato di tombino di ispezione. La ricarica della falda viene assicurata dalla infiltrazione dell'acqua sul fondo e lungo i fori presenti sulle pareti del pozzo bevitore. Al fine di facilitare l'in-

Foto 28 - Area parco "Baden Powell"



Foto 29 - Roggia Breganze

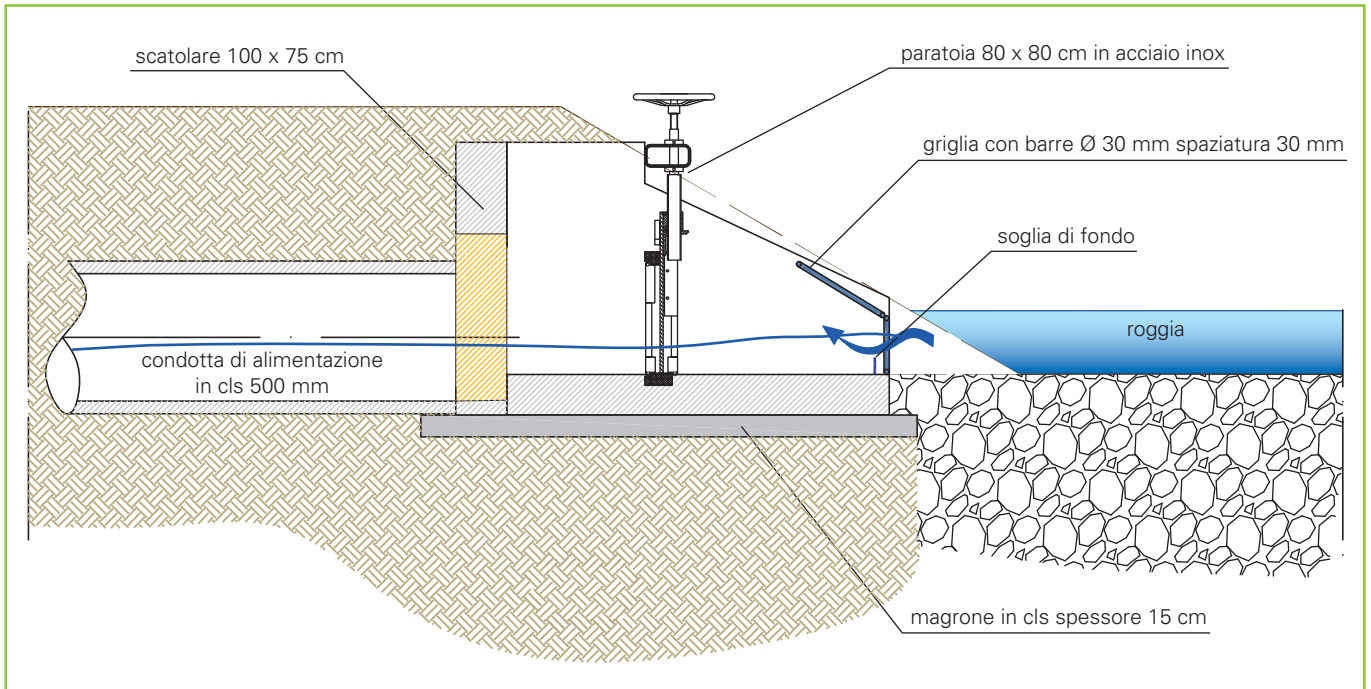


filtrazione dell'acqua nel sottosuolo, intorno ai pozzi è stato inserito del pietrisco di cava spezzato di granulometria maggiore rispetto alla dimensione dei fori-filtro, mentre l'ultimo metro di riempimento è stato ripristinato con del materiale di scavo. Ciascun pozzo è ali-

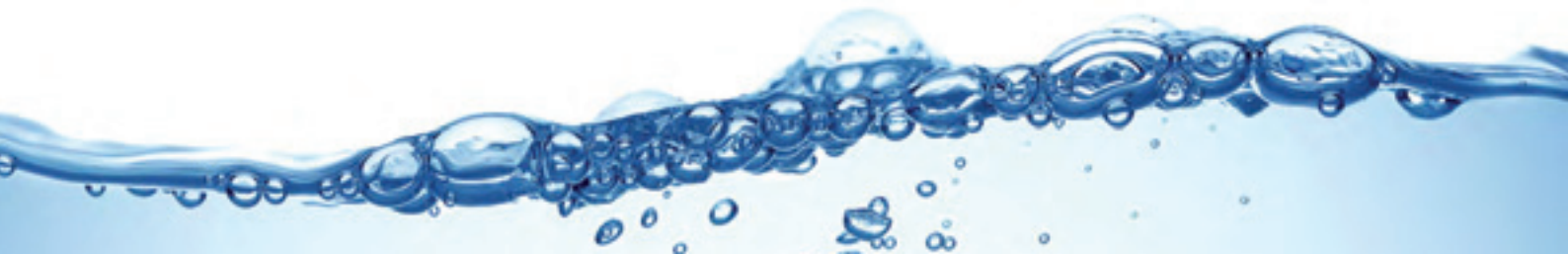
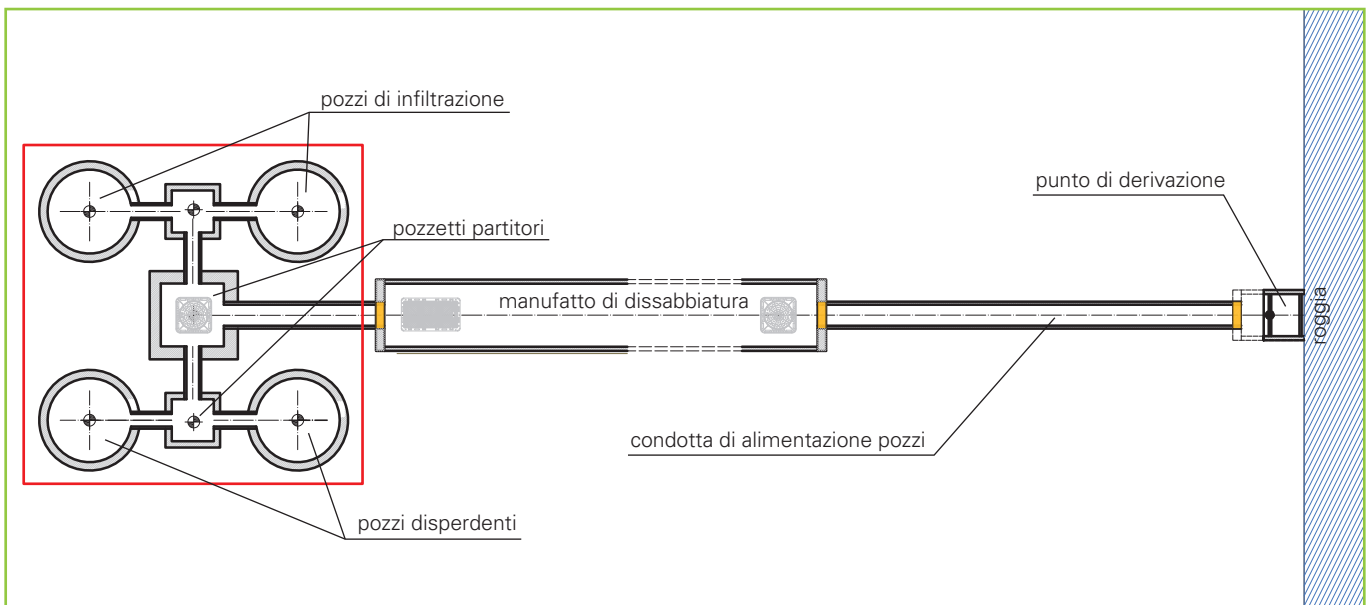
mentato dalla medesima portata idraulica (circa 25 l/s) mediante i pozzetti partitori.

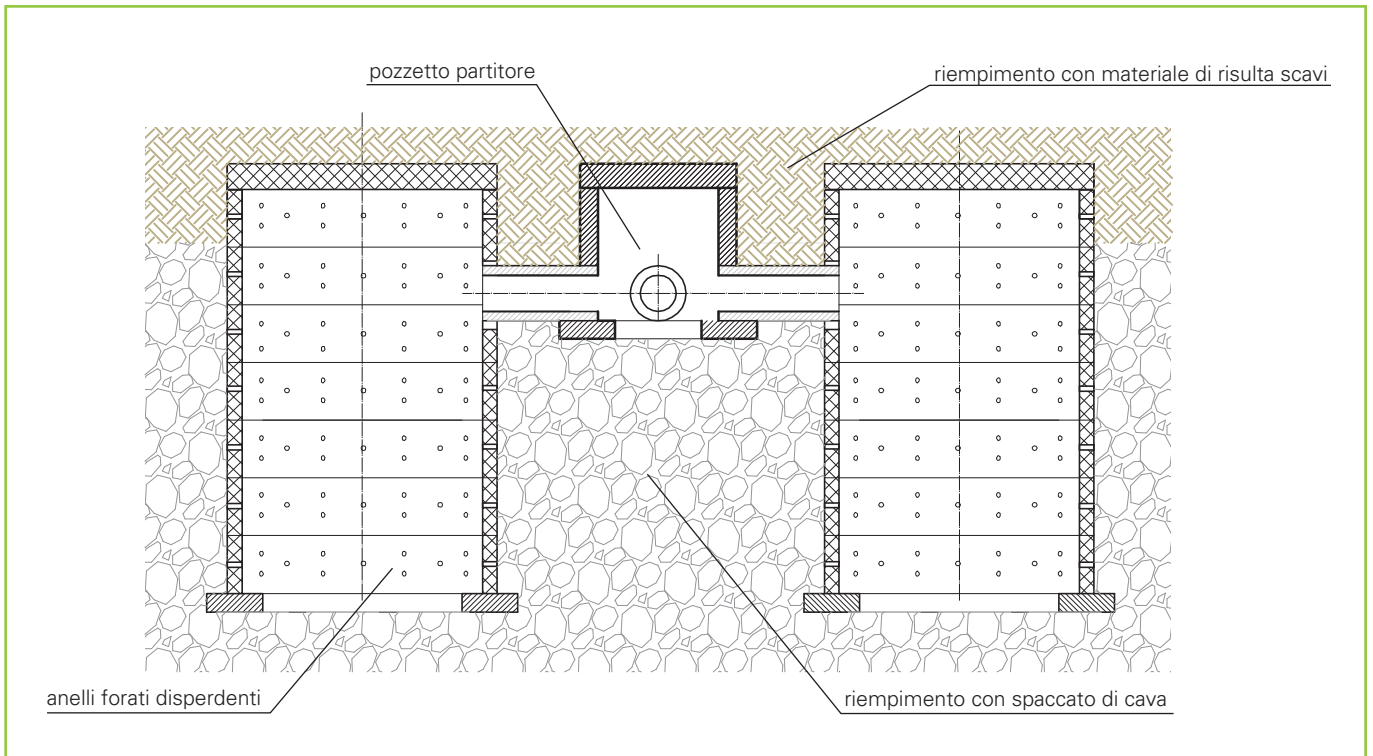
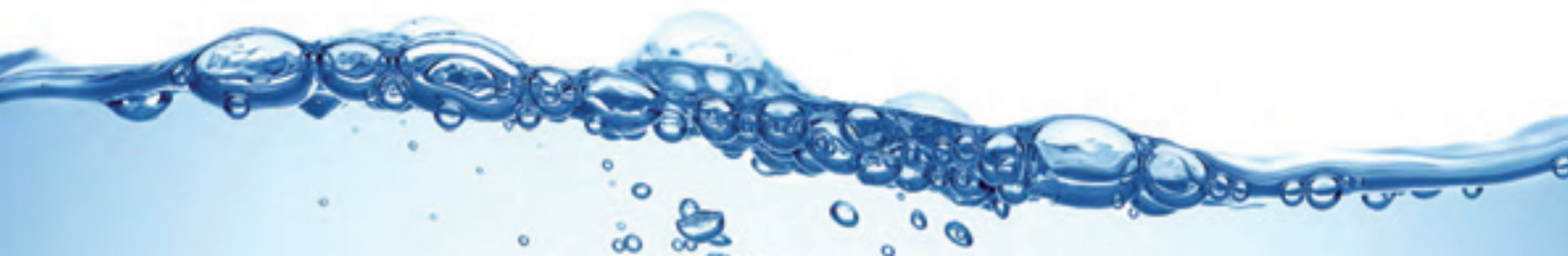
Al fine della fruibilità del parco le opere realizzate non avranno alcun impatto. A quota piano campagna sono visibili solo i chiusini per l'ispezione dei pozzetti partitori.

**Figura 17** - Opera di derivazione di acqua dalla roggia



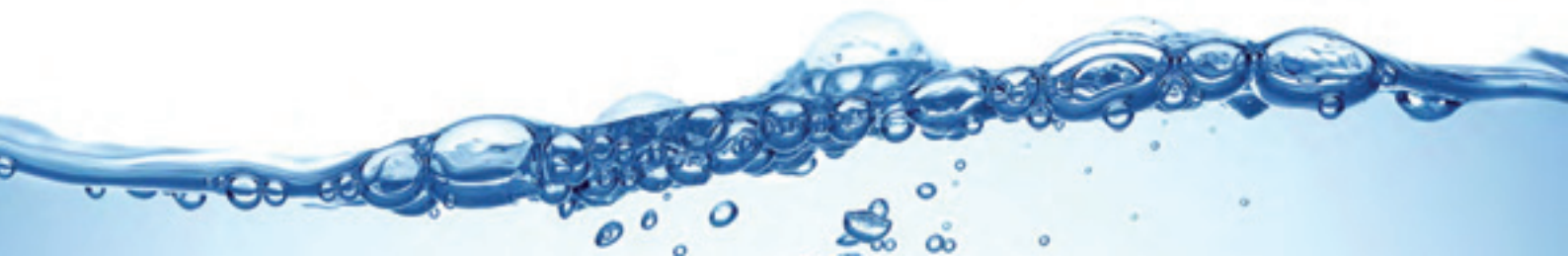
**Figura 18** - Planimetria di posa campo pozzi e opera di derivazione



**Figura 19** - Sezione del campo pozzi**Foto 30 e 31** - Lavori in corso

## BIBLIOGRAFIA

- AA.VV. (2012). *Le Aree Forestali di Infiltrazione (AFI). Progetto RiduCaReflui*. Regione del Veneto. Veneto Agricoltura.
- Baruffi F., Bisaglia M., Battagion P., Bongiovanni S., Niceforo U. (2010). *Acqua in cassaforte: tre sperimentazioni sulla ricarica artificiale della falda nei bacini del Brenta, Piave e Tagliamento*. Pubblicazione divulgativa del progetto LIFE+ TRUST (LIFE07 ENV/IT/475).
- Bouwer H. (1969). *Theory of seepage from open channels – Advances in hydroscience*. Academic Press, Vol. 5, U.S..
- Bouwer H. (2002). *Artificial recharge of groundwater: hydrogeology and engineering*. Journal of hydrogeology 10(1), 2002, p. 121-142.
- Chiesa G. (1992). *La ricarica artificiale delle falde*. Geo Graph Ed., Segrate (MI).
- Civita M. (2005). *Impianti di produzione e di ricarica delle acque sotterranee*. Capitolo 11 in *Idrogeologia applicata e ambientale*. Casa Editrice Ambrosiana, Milano.
- Dal Prà A. Mazzola M., Niceforo U. (1998). *Misure sperimentali sulla dispersione delle acque irrigue alle falde nell'alta pianura del Brenta*. Rivista Irrigazione e Drenaggio, anno XLV, n. 3, luglio-settembre 1998, Edagricole.
- Dal Prà A., Mezzalira G. & Niceforo U. (2010). *Esperienze di ricarica della falda con aree forestali di infiltrazione*. In "Associazione Idrotecnica Italiana, Rivista "l'Acqua", n. 2/2010, pag. 97."
- Dal Prà A., Veronese F. (1974). *Considerazioni sulla possibilità di alimentazione artificiale della falda freatica nelle conoidi alluvionali del Brenta*. Atti Giornate di Studio, SEP Pollution 1974, Padova.
- Mezzalira G. (2007). *Alberi ed infiltrazione dell'acqua: il progetto Democrito*. Alberi e Territorio, n. 10/11-2007.
- Niceforo U., Baruffi F. (2011). *Acqua in cassaforte. Una sperimentazione sulla ricarica artificiale della falda nel bacino del Brenta*. Trust Life Plus. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare. Autorità di Bacino dei fiumi Isonzo, Tagliamento, Livenza, Piave, Brenta-Bacchiglione.
- Pellizzari P. (2009). *La ricarica delle falde acquifere nella Provincia di Vicenza*. Economia e Ambiente, anno XXVIII, n. 1-2.
- Provincia Autonoma di Bolzano - Alto Adige - Agenzia Provinciale per l'Ambiente (2008). *Linee guida per la gestione sostenibile delle acque meteoriche*.
- Regione Veneto & Veneto Agricoltura (2012), *Le Aree Forestali di Infiltrazione (AFI)*. Veneto Agricoltura, Legnaro (PD).
- Sieker F. (1984). *Stormwater infiltration in urban areas*. Proceedings of the Third International Conference on Urban Storm Drainage, Goteborg, Svezia.
- Sottani N., Pretto L., Marcolongo B. (1982). *Gli acquiferi nella pianura a nord di Vicenza*.
- Troisi S. (1988). *La ricarica artificiale delle falde acquifere*. Editoriale BIOS, Cosenza.
- Troisi S. & Fallico C. (2000). *La ricarica delle falde sotterranee*. Franco Angeli Ed., Milano.







PROVINCIA DI  
VICENZA

[www.provincia.vicenza.it](http://www.provincia.vicenza.it)

..... Partners .....



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



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



[www.altapianuraveneta.eu](http://www.altapianuraveneta.eu)



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



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



[www.venetoagricoltura.org](http://www.venetoagricoltura.org)

.....

# AQUOR

ABBIAMO A CUORE  
L'ACQUA

**CONTATTI**

**[www.lifeaquor.org](http://www.lifeaquor.org)**

**Provincia di Vicenza - Servizio Risorse Idriche**

Palazzo Nievo, contrà Gazzolle n. 1 - 36100 Vicenza

**Responsabile di progetto**

**Provincia di Vicenza**

**dott.ssa Muraro Teresa**

e-mail: [life.aquor@provincia.vicenza.it](mailto:life.aquor@provincia.vicenza.it)

Tel. 0444.908310 - fax 0444.908538

**Sportello tecnico**

Veneto Agricoltura

Centro per la Biodiversità Vegetale e Fuori Foresta

Via Bonin - Longare, 4 - 36030 Montecchio Precalcino (VI)

Tel. 0445.865275 - e-mail: [aquor.sportello@venetoagricoltura.org](mailto:aquor.sportello@venetoagricoltura.org)

