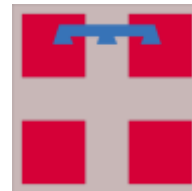




**REGIONE PIEMONTE
PROVINCIA DEL V.C.O.
COMUNE DI OGGEBBIO**



**PROPOSTA DI RIDEFINIZIONE DELLE AREE DI SALVAGUARDIA
DELLA SORGENTE “FONTE BRUNELLA”**

STUDIO IDROGEOLOGICO ED AMBIENTALE

(D.Lgs. n. 152/2006 - D.P.G.R. n. 15/R 11.12.2006)

	RELAZIONE IDROGEOLOGICA	
--	--------------------------------	--

Data: maggio 2017

COMMITTENTE: Comuni Riuniti V.C.O. Srl
Piazza Enrico Bianchetti, 6
28877 ORNAVASSO (VB)

IL TECNICO
dott. geol. F. D'Elia

STUDIO GEOLOGICO D'ELIA

Via Roma, 3/A - 28802 Mergozzo (VB) tel. e fax 0323/80206 e-mail geodeliaf@gmail.com

SOMMARIO

1. PREMESSA.....	1
2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO, GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO REGIONALE 5	
2.1. Inquadramento geografico e cartografico.....	5
2.2. Inquadramento geologico	5
2.3 Inquadramento Morfologico ed Evoluzione Quaternaria	7
3. SITUAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA LOCALE	9
3.1. Caratteristiche del bottino di presa	10
4. CONSIDERAZIONI SULL'ASSETTO STRUTTURALE DEL SUBSTRATO ROCCIOSO ...	12
5. PARAMETRI FISICI DELLA SORGENTE	14
6. PLUVIOMETRIA DELL'AREA IN ESAME.....	16
7. RIDEFINIZIONE DELLE AREE DI SALVAGUARDIA DELLA SORGENTE "FONTE BRUNELLA".....	20
7.1 Metodologia utilizzata.....	20
7.2 Zona di Tutela Assoluta (ZTA) comma 3, art. 94 D. Lgs. 152/2006.....	22
7.3 Zona di Rispetto (ZR) comma 4, art. 94 D. Lgs. 152/2006.....	22
7.4 Zona di protezione (ZP) comma 5, art. 94 D. Lgs. 152/2006	23
8. MONOGRAFIA DEL PUNTO DI CAPTAZIONE	24
8.1 Sorgente "FONTE BRUNELLA".....	24
8.2 Dimensioni della Zona di Tutela Assoluta e Zona di Rispetto della sorgente.....	25
9. UBICAZIONE DEI CENTRI DI PERICOLO	27
9.1 Proposta di intervento per la mitigazione del rischio di contaminazione.....	29
10. NOTE CONCLUSIVE.....	30

Allegati

- localizzazione sorgente, in scala 1:10.000
- grafici relativi all'idrogramma sorgivo della sorgente *Fonte Brunella*
- documentazione fotografica

Elaborati grafici

- Carta geologica , geomorfologica ed idrogeologica in scala 1: 5.000, con sezione geologica interpretativa (Tav. 1);
- Carta dei centri di potenziale pericolo, in scala 1: 5.000 (Tav. 2);
- Planimetria catastale aree di salvaguardia, in scala 1: 1.000 (Tav. 3).

1. PREMESSA

Nel territorio comunale di Oggebbio esiste l'ex sorgente di acque minerali, denominata "Fonte Brunella", situata in destra idrografica del Rio Varga, a valle di Via Panoramica; tale sorgente, nel passato era stata oggetto di Concessione per Acque Minerali, da parte della Regione Piemonte, scaduta in data 06-08-1996 e non rinnovata per rinuncia dei beneficiari della Concessione, per la quale era stato redatto il Verbale di Consegna, in data 03-12-1996, successivamente trasmesso dalla Regione Piemonte – Assessorato Turismo, Sport e Tempo Libero, Acque Minerali e Termali, Parchi Naturali, al Comune di Oggebbio, con nota del 15-01-1997, prot. n. 210.

Con la redazione di tale verbale, la sorgente di Acqua Minerale "Fonte Brunella", con le relative strutture annesse (bottino di presa, condotta di adduzione allo stabilimento), nonché la costituzione della servitù di passaggio, sui terreni privati, venivano incamerate e prese in carico nelle disponibilità della Regione Piemonte - Assessorato Turismo, Sport e Tempo Libero, Acque Minerali e Termali.

Nello specifico, tale sorgente di Acqua Minerale "Fonte Brunella" fu utilizzata per alcuni decenni per l'imbottigliamento e commercializzazione di acqua minerale naturale, oligominerale e iposodica, con il marchio "Fonte Brunella" (Decreto Ministeriale N°681 del 24/7/56), rinnovata con D.P.G.R. n°116/14945 in data 28/07/1987.

La sospensione a tempo indeterminato dell'attività di imbottigliamento dell'acqua minerale, a seguito dei risultati di analisi microbiologiche, è riportata dal Comunicato del P.G.R. n.7622 del 16/08/1988.

Il Ministero della Sanità, con Decreto 30 dicembre 1996, revocò l'autorizzazione alla vendita.

L'Amministrazione Comunale di Oggebbio, già dal 2003 (anno di grave siccità in tutta la Provincia del VCO in particolare e nell'intero Piemonte in generale), aveva avanzato richiesta alla Regione Piemonte di far predisporre un allacciamento provvisorio alla Sorgente "Fonte Brunella", per soddisfare il fabbisogno della frazione Barbé Inferiore.

La Regione Piemonte – Direzione Turismo – Sport – Parchi, con nota del Direttore, dr. Gaudenzio De Paoli, del 10-10-2003, prot. n. 20835/21, autorizzava *"i lavori di allacciamento temporaneo della Fonte Brunella al locale acquedotto comunale"*, prescrivendo *"la presente autorizzazione, che è valida solo nei riguardi tecnico-minerari, è vincolata alla richiesta alla provincia del VCO di apposita istanza di concessione mineraria, che verrà inoltrata da codesta Amministrazione, nonché agli esiti favorevoli delle analisi in corso eseguite dall'ASL competente per territorio"*.

Ciò premesso, avendo il Comune di Oggebbio l'intenzione di acquisire il diritto allo sfruttamento idropotabile dell'ex sorgente di Acqua Minerale "Fonte Brunella", richiedeva al Gestore del Servizio del Servizio Idrico Integrato, Soc. Comuni Riuniti VCO s.r.l., di comprendere anche la suddetta sorgente nello Studio Idrogeologico, finalizzato a ridefinire le aree di salvaguardia delle sorgenti captate per scopi idropotabili alimentanti l'acquedotto comunale, redatto dallo Studio Geologico D'Elia di Mergozzo.

L'attuale fascia di rispetto della sorgente è rappresentata da una sorta di semicerchio, ampio circa 40 m verso monte e circa 25 m verso valle, centrata sulla sorgente stessa ed inserita nel vigente P.R.G. di

Oggebbio.

La ridefinizione delle fasce di rispetto della sorgente in esame (Zona di Tutela Assoluta, Zona di Rispetto, Zona di Protezione) è stata svolta secondo i dettami della normativa vigente in materia di qualità delle acque potabili, costituita dal D.Lgs. n. 152/2006 *“Testo unico (Norme in materia ambientale)”*, che ha aggiornato quanto riportato nel D.Lgs. 11-05-1999, n. 152 *“Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole”*, dalla L.R. n. 22 del 30-04-1996 *“Ricerca, uso e tutela delle acque sotterranee”*, dal D.P.G.R. del 11-12-2006 n. 15/R con il quale viene adottato ed approvato il *“Regolamento Regionale recante: Disciplina delle aree di salvaguardia delle acque destinate al consumo umano (L.R. 29-12-2000 n. 61)”*.

Più nello specifico, il Decreto Legislativo 152/2006, all'art. 94, ha ripreso quanto riportato all'art. 21 del D. Lgs. 11-05-1999, n. 152, con il quale erano state introdotte alcune sostanziali modifiche al D.P.R. 24-05-88, n. 236, aggiornandolo come qui di seguito riportato:

“Articolo 94 (disciplina delle aree di salvaguardia delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano)”

Comma 1: Su proposta delle Autorità d'Ambito, le Regioni, per mantenere e migliorare le caratteristiche qualitative delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano erogate a terzi mediante impianto di acquedotto che riveste carattere di pubblico interesse, nonché per la tutela dello stato delle risorse, individuano le aree di salvaguardia distinte in zone di tutela assoluta e zone di rispetto, nonché, all'interno dei bacini imbriferi e delle aree di ricarica della falda, le zone di protezione.

Comma 3: la Zona di Tutela Assoluta è costituita dall'area immediatamente circostante le captazioni o derivazioni; essa, in caso di acque sotterranee e, ove possibile, per le acque superficiali, deve avere una estensione di almeno dieci metri di raggio dal punto di captazione, deve essere adeguatamente protetta e adibita esclusivamente ad opere di captazione o presa e ad infrastrutture di servizio.

Comma 4: la Zona di Rispetto è costituita dalla porzione di territorio circostante la zona di tutela assoluta da sottoporre a vincoli e destinazioni d'uso tali da tutelare qualitativamente e quantitativamente la risorsa idrica captata e può essere suddivisa in zona di rispetto ristretta e zona di rispetto allargata, in relazione alla tipologia dell'opera di presa o captazione e alla situazione locale di vulnerabilità e rischio della risorsa [...].

Comma 6: in assenza dell'individuazione da parte della Regione della zona di rispetto ai sensi del comma 1, la medesima ha un'estensione di 200 metri di raggio rispetto al punto di captazione o di derivazione.

Comma 7: le zone di protezione devono essere delimitate secondo le indicazioni delle Regioni per assicurare la protezione del patrimonio idrico. In esse si possono adottare misure relative alla destinazione del territorio interessato, limitazioni e prescrizioni per gli insediamenti civili, produttivi, turistici, agro-forestali e zootecnici da inserirsi negli strumenti urbanistici comunali, provinciali, regionali, sia generali sia di settore.

Comma 8: le Regioni, al fine della protezione delle acque sotterranee, anche di quelle non ancora utilizzate per l'uso umano, individuano e disciplinano, all'interno delle zone di protezione, le seguenti aree:

- a) aree di ricarica della falda;
- b) emergenze naturali ed artificiali della falda;
- c) zone di riserva.

Per quanto concerne la Zona di Rispetto, il comma 1 dell'art. 5 del “*Regolamento Regionale recante: “Disciplina delle aree di salvaguardia delle acque destinate al consumo umano (L.R. 29-12-2000 n. 61)”*” cita anche che “*la Zona di Rispetto...è di norma distinta in Zona di Rispetto Ristretta e Zona di Rispetto Allargata*”, dimensionate sulla scorta delle risultanze degli studi e dei criteri di cui all'Allegato A del citato regolamento, in relazione alla vulnerabilità della risorsa captata.

Si è provveduto, pertanto, ad eseguire un'accurata indagine in sito, evidenziando i principali lineamenti idrogeologici che caratterizzano l'assetto idrogeologico e strutturale della sorgente in questione ed alla relativa zona di alimentazione.

A tale scopo, sono stati eseguiti numerosi sopralluoghi, che hanno interessato, tanto il settore in cui è ubicata la sorgente di interesse, quanto le aree limitrofe, poste in un intorno significativo, durante i quali sono stati rilevati i lineamenti geologici e geomorfologici salienti dell'area investigata; in corrispondenza degli affioramenti rocciosi osservati, sono stati effettuati rilievi di carattere strutturale, in modo da definire le caratteristiche giaciture ed i caratteri dei diversi sistemi di discontinuità del substrato roccioso, con particolare riferimento alla definizione dell'assetto idrogeologico locale ed ai meccanismi di alimentazione delle acque sorgive.

Successivamente, si è proceduto all'individuazione di eventuali centri di pericolo in rapporto alla futura destinazione idropotabile delle acque captate, estendendo le osservazioni ad un'area circolare di raggio 1 km, con centro nel punto di captazione, e, per un lungo periodo, sono state condotte misure relative alla portata ed ai parametri fisici delle acque sorgive (temperatura e conducibilità a 20° C).

Attraverso le risultanze delle osservazioni e delle misurazioni svolte in campagna, e sulla base dell'elaborazione dei dati raccolti e rilevati, sono state infine individuate le aree di salvaguardia della captazione oggetto di studio.

A tal fine, come indicato anche dal citato “*Regolamento Regionale recante: Disciplina delle aree di salvaguardia delle acque destinate al consumo umano (L.R. 29-12-2000 n. 61)”* contenuto nel D.P.G.R. del 11-12-2006 n. 15/R, è stato applicato il metodo proposto da M.Civita¹, che costituisce un tipo di approccio attuabile qualora siano noti una serie di aspetti di tipo qualitativo e quantitativo, relativi alla sorgente di interesse, quali l'assetto idrogeologico locale, la direzione media di flusso della circolazione idrica, i possibili rapporti di interferenza tra acque superficiali e sotterranee, nonché l'idrogramma sorgivo ricostruito attraverso l'esecuzione di una serie di misure di portata della sorgente in esame.

Le presenti note, che costituiscono la sintesi esplicativa di quanto emerso dai sopralluoghi e rilievi esperiti in sito, nonché dalle misure di portata stagionali, e dalle successive elaborazioni e determinazioni,

¹ “Una metodologia per la definizione e il dimensionamento delle aree di salvaguardia delle opere di presa e delle sorgenti normali” – Estratto dal Bollettino dell'Associazione Mineraria Subalpina Anno XXV, n. 4, dicembre 1988.

sono state così articolate:

- inquadramento geologico regionale;
- situazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica locale ed analisi sistema di fratture nel substrato;
- caratteristiche della sorgente in esame e misura dei parametri fisici;
- cenni sulla pluviometria dell'area in esame;
- definizione delle aree di tutela assoluta e di rispetto della sorgente *Fonte Brunella*;
- definizione dell'area di protezione;
- monografia del punto di captazione e individuazione dei centri di pericolo;
- note conclusive.

Il presente studio si compone, inoltre dei seguenti elaborati grafici:

- grafici relativi all'idrogramma sorgivo della sorgente *Fonte Brunella*;
- documentazione fotografica;
- localizzazione sorgente, in scala 1:10.000
- carta geologica , geomorfologica ed idrogeologica in scala 1: 5.000, con sezione geologica interpretativa (Tav. 1);
- carta dei centri di potenziale pericolo, in scala 1: 5.000 (Tav. 2);
- planimetria catastale aree di salvaguardia, in scala 1: 1.000 (Tav. 3).

2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO, GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO REGIONALE

2.1. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E CARTOGRAFICO

L'opera di captazione oggetto della presente indagine è localizzata nel settore settentrionale del territorio del Comune di Oggebbio, a Sud Ovest della fraz. Barbè Sup., in sponda destra del Rio Varga, circa 40 m a valle della Strada Comunale Gonte-Barbé.

Le coordinate *UTM* – *WGS84* e la quota della captazione in esame risultano le seguenti:

32T E 473413 N 5094892 295 m s.l.m.

Dal punto di vista cartografico, tali opere sono ubicate nella Base Dati Territoriale di Riferimento degli Enti (BDTRE) alla Sezione n. 52160 ("Trarego Viggiona"), così come rappresentato nell'elaborato *Localizzazione sorgente*, in scala 1:10.000, proposto in allegato.

L'opera di captazione risulta censita nella Mappa Catastale di Oggebbio al Fg. 9, mapp. 406.

2.2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Nella cartografia geologica ufficiale, l'area in esame è illustrata al foglio n°16 "Cannobio" nella Carta Geologica d'Italia, in scala 1: 100.000.

La regione alpina, nel cui ambito ricade l'areale in esame, è stata caratterizzata da condizioni di elevata mobilità durante buona parte della sua storia geologica con alternanza di eventi geodinamici contrastanti.

In estrema sintesi, l'evoluzione pre-alpina è segnata dapprima da una lunga orogenesi paleozoica (450-300 Ma), riferita secondo le varie tesi ai cicli cadomiano, panafricano, caledoniano e varisico (ercinico), quindi da un periodo di distensione litosferica (290-150 Ma) che culmina nel rifting continentale e nell'espansione dei bacini oceanici della Tetide. Le condizioni convergenti riprendono nel Cretaceo con l'orogenesi alpina, comunemente suddivisa in tre stadi principali (eoalpino, mesoalpino e neoalpino).

Le Alpi hanno una struttura crostale a doppia vergenza, cioè sono formate da due catene a falde che si sono propagate in senso opposto; vengono distinte in una catena a vergenza europea, o catena alpina in senso stretto, costituita da una sequenza di sistemi tettonici traslati, a partire dal Cretaceo, verso l'avampaese europeo (in media verso NW), ed un sistema tettonico meridionale che dal Neogene assume una prevalente vergenza africana (verso Sud), noto con il termine di Alpi Meridionali o Sudalpino.

La catena alpina a vergenza europea è suddivisa in alcuni elementi strutturali maggiori (sistemi tettonici) formati da gruppi di falde caratterizzate da una analoga storia cinematica o che rappresentano, in accordo con le concezioni tradizionali, i resti di bacini mesozoici distinti, ubicati in specifici domini paleogeografici della Tetide. Con riferimento alla struttura attuale della pila delle falde si osservano, in successione dall'alto verso il basso e procedendo dalle zone interne della catena verso l'avampaese meso-europeo:

- i sistemi Austroalpini delle Alpi occidentali ed orientali;

- i sistemi tettonici della Zona Pennidica (superiori/interni, intermedi ed inferiori/esterni), dominanti nelle Alpi centro-occidentali, cui si associano, a vari livelli strutturali, alcune unità ofiolitiche mesozoiche di origine oceanica;
- il sistema Elvetico-Delfinese, molto esteso nel settore esterno delle Alpi occidentali e centrali, ridotto ad una fascia sottile e discontinua in quelle orientali;
- il bacino della molassa (avanfossa), prisma di sedimenti oligocenico-neogenici, in parte scagliato e traslato sotto il settore frontale del sistema Elvetico;
- le sottili falde di scollamento del Giura franco-svizzero.

Per quanto riguarda le Alpi Meridionali, il fondamentale contributo dei dati geofisici sul sottosuolo della pianura padana ne ha dimostrata la generale alloctonia e la natura di catena neogenica a falde di basamento e copertura sud-vergenti.

Il contatto tra le Alpi Meridionali e la catena a vergenza europea è tettonico: i due sistemi sono delimitati dal lineamento Periadriatico, sistema neogenico di fratture subverticali (a dominante carattere trascorrente) che si estende dalla linea del Canavese a quella del Tonale (Insubrica), della Pusteria, della Gailtal e delle Karawanken; in un breve tratto del settore nordoccidentale il lineamento si suddivide in due rami che delimitano la ristretta zona tettonica del Canavese, interposta tra Austroalpino e Sudalpino.

Le unità Sudalpine si estendono sino al sottosuolo della pianura padana; il loro sovrascorrimento frontale sull'avampaese neogenico padano-adriatico, privo a tratti di un'avanfossa significativa, si avvicina sensibilmente al fronte compressivo sepolto degli Appennini ed alla loro profonda avanfossa plio-quadernaria.

Nel tratto orientale, le deformazioni neogeniche delle Alpi Meridionali interferiscono con il sistema paleogenico delle Dinaridi, vergente a SW.

Le Alpi Meridionali sono costituite dalla Serie dei Laghi (suddivisa a sua volta negli Scisti dei Laghi e nella Zona Strona Ceneri) e dalla Zona Ivrea-Verbanò; il contatto tra le due unità principali è di tipo tettonico (linee di Cossato-Mergozzo-Brissago e del Pogallo).

Il territorio comunale di Oggebbio ricade interamente nella Serie dei Laghi (Scisti dei Laghi), caratterizzata da micascisti e paragneiss a due miche e granato, con staurolite e cianite, di natura pelitica; tali litotipi costituiscono il basamento a metamorfismo varisco, entro cui sono inclusi corpi plutonici trasformati in ortogneiss (M. Morissolo, Pieggiò, Quarcino) e gneiss granitoidi (M. Piancompra).

Il passaggio tra gli Scisti dei Laghi e la Zona Strona-Ceneri (gneiss minuti e paragneiss con intrusioni di ortogneiss) è segnato dalla presenza di una fascia di metabasiti (anfiboliti a orneblenda e plagioclasio e gneiss anfibolitici) localmente dislocata e raddoppiata da lineamenti tettonici.

Superata la linea del Pogallo (che disloca in trascorrenza la linea Cossato-Mergozzo-Brissago), si entra nella crosta inferiore della Zona Ivrea-Verbanò, la più classica ed estesa sezione di crosta continentale profonda delle Alpi, che comprende due principali unità litologiche di età diversa: il complesso kinzigitico, formato dall'associazione di metapeliti (tra cui prevalenti paragneiss a biotite, granato e

sillimanite, detti kinzigiti, vari tipi di metabasiti ad affinità tholeiitica, marmi puri ed a silicati, ed il corpo basico permiano.

Le principali discontinuità tettoniche si sviluppano lungo due direzioni principali: ESE, come la maggior parte delle aste torrentizie del versante orientale ed ENE, come la direzione della scistosità regionale e di alcuni allineamenti morfologici (contropendenza della Colma della Nevia, Rio Erbia, ramo superiore del Rio Ballone).

Al confine settentrionale del territorio comunale, lungo il Rio Valle di Bugnago (confine con Cannero) si trova il ramo occidentale della faglia inversa (sovrascorrimento) che interessa il M. Morissolo.

Si segnala che estese porzioni del substrato roccioso sono caratterizzate da una profonda alterazione (arenitizzazione) pre-glaciale (tardo Miocene-Pliocene), in settori nei quali non si è verificata l'erosione glaciale.

In genere si tratta di versanti esposti a Sud, tra 700 e 1300 m s.l.m., solitamente in affioramenti gneissici (Premeno, M.te Morissolo, Piancompra).

2.3 INQUADRAMENTO MORFOLOGICO ED EVOLUZIONE QUATERNARIA

Il territorio in esame appare dominato dagli effetti dell'azione morfogenetica del grande apparato glaciale che, a più riprese nel Pleistocene, ha modellato la valle del Ticino, sovraescavando sistemi lacustri ed accumulando grandi sistemi morenici, cerchie allo sbocco nella Pianura Padana, morene laterali e di fondo sulle pendici montuose e nei fondovalle.

L'impronta glaciale determina le peculiarità delle forme vallive: lungo i fianchi montuosi le pareti sono interrotte a mezza costa da rotture di pendio se non, addirittura, da veri e propri terrazzi (spalle glaciali), prodotto dell'esarazione glaciale prima e del successivo accumulo di depositi morenici.

L'intervento antropico è diffuso in queste fasce di versante a minore acclività (spesso terrazzate per essere assoggettate ad un migliore e più razionale sfruttamento agricolo), sedi di piccoli nuclei abitati o di alpeggi per l'allevamento del bestiame.

All'azione morfogenetica glaciale ha fatto seguito quella legata alla dinamica torrentizia dei corsi d'acqua, caratterizzati, lungo le valli laterali, da intensa attività erosiva con approfondimento più o meno marcato delle incisioni (il classico profilo a "V") e parziale obliterazione dei tratti morfologici di impronta glaciale.

In corrispondenza dello sbocco di molti corsi d'acqua nel bacino lacustre, si sono formate conoidi di deiezione (la maggior parte delle quali è situata parzialmente od interamente, al di sotto del livello lacustre).

Le conoidi di deiezione si formano per accumulo del materiale solido, eroso e trasportato dai torrenti nei tronchi montani; i materiali convogliati dalla corrente si depositano rapidamente allo sbocco delle valli, dove spesso si ha una forte diminuzione della pendenza dell'alveo e, conseguentemente, della capacità di trasporto del corso d'acqua.

Nel territorio comunale sono stati individuati i seguenti apparati conoidali (emersi): Rio Sengia/Rancone, Rio Ballone, Rio Val Maggia e Rio Valdora (al confine con il territorio comunale di Ghiffa).

Nell'ambito di queste strutture deposizionali si nota una classazione granulometrica in senso longitudinale: passando dai settori apicali a quelli distali, i depositi sono caratterizzati da una progressiva diminuzione nelle dimensioni dei ciottoli e nella granulometria della matrice.

Vanno infine ricordati i processi legati alla dinamica gravitativa dei versanti rocciosi, con crolli di porzioni lapidee e formazione di accumuli detritici grossolani; erosione e disgregazione dei versanti in roccia sono favorite, oltre che dalla presenza di famiglie di superfici strutturali che disarticolano gli ammassi, anche dai processi crioclastici.

Un antico accumulo di frana da crollo in roccia è presente sulle pendici della Cresta della Ceresa, nei pressi di Manegra.

3. SITUAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA LOCALE

Sull'area in questione è stato svolto un accurato rilievo geologico, esteso ad un intorno significativo, con particolare riguardo per le aree poste a monte della sorgente, coprendo l'intera area del bacino idrografico del Rio Varga.

La sorgente “Fonte Brunella” è una sorgente di frattura in roccia ed è situata, a circa 295 m.s.l.m, sul versante, rivolto a ESE, che digrada direttamente verso il Lago Maggiore; il bottino di presa è posto nell’incisione del Rio Varga, impostato completamente in roccia, addossato al versante posto in destra orografica.

L’area, caratterizzata da una buona vegetazione arborea, a tratti, arbustiva infestante, è costituita, a diverse quote, da placche discontinue di materiale glaciale e/o fluvio-glaciale, dato generalmente da alternanze di sabbie limose, con elementi ghiaiosi e da ghiaie eterometriche con matrice sabbiosa, addensate, intercalate da livelli di ghiaie pulite spigolose; localmente, soprattutto nei livelli stratigrafici inferiori, quasi a contatto con il substrato lapideo, le sabbie limose risultano molto ben addensate e consolidate, con un alto peso specifico e, grazie all'abbondanza di matrice fine ed al consolidamento, risultano scarsamente permeabili (“tassone”).

Tali placche di copertura glaciale, localmente abbastanza potenti, sono state spesso rimaneggiate dalle acque di ruscellamento superficiale; gli impluvi sono spesso impostati in roccia, incidendo profondamente, sia il substrato lapideo, che le coperture di materiale glaciale.

Si tratta di impluvi costituiti da brevi, ma spesso profonde incisioni, generalmente asciutte, che consentono il deflusso delle acque di precipitazione, in occasione di eventi meteorici intensi e prolungati.

Il substrato roccioso è costituito, in corrispondenza della sorgente, da ortogneiss con orneblenda, a grana fine, con grado di scistosità da spiccata a quasi massiva, con un discreto grado di fratturazione e debolmente alterato dall’umidità e dalla forte presenza di residui vegetazionali.

Nella parte alta del bacino imbrifero del Rio Varga affiorano gneiss granitoidi con struttura “a flaser” e tessitura decisamente gneissica, con subordinati livelli a paragneiss.

Per quanto riguarda gli aspetti più specificatamente idrogeologici, la filtrazione in sottterraneo dell’acqua sorgiva avviene quasi interamente attraverso i sistemi di fratturazione del substrato roccioso (permeabilità secondaria).

Si tratta quindi di sorgente di fessura, drenante il substrato roccioso fratturato e caratterizzata da una permeabilità di tipo non matriciale, per cui le indagini in sito si sono concentrate sulle caratteristiche geo-strutturali degli ammassi rocciosi, in particolare lungo il versante immediatamente sovrastante la sorgente.

L'area sembra essere interessata, a grande scala, da due diversi ordini di discontinuità principali, orientate: le prime parallelamente alla scistosità, quindi con direzione NE-SW, mentre le seconde hanno una direzione perpendicolare alle prime e sono disposte secondo la linea di massima pendenza del versante.

Lungo la prima direzione sono orientate le numerose, brevi soglie rocciose, alte fino a 6-8 m., che si incontrano lungo le incisioni degli impluvi, dove formano veri e propri sbarramenti all'erosione retrograda degli stessi; questo stesso ordine di faglie e/o disturbo tettonico contribuisce a dislocare il versante su settori di diversa acclività.

Con direzione NW-SE sono invece disposte le numerose incisioni in cui sono impostati gli impluvi.

In queste due direzioni sono orientati due dei principali set di giunti rilevati nell'analisi geostrutturale, come si vedrà nel capitolo seguente.

In particolare, facendo riferimento al bacino idrografico del Rio Varga, si nota che l'asta principale dell'impluvio prosegue verso monte, con un andamento discretamente rettilineo, in direzione NW; lungo l'impluvio si incontra, a circa 390 m.s.l.m., a ridosso di un fabbricato rurale ristrutturato, un'altra emergenza idrica, molto meno importante rispetto alla sorgente captata, dalla quale la fuoriuscita d'acqua è discontinua, spesso assente (sorgente temporanea).

Si tratta di un punto posto a non molta distanza da placche di materiale glaciale ed è individuato dalla presenza, nell'incisione, di depositi caratterizzati in superficie da frammenti lapidei puliti (ghiaie e sabbie grossolane) in cui sono assenti le frazioni più fini.

Subito a monte del suddetto fabbricato rurale l'impluvio si dirama prima in due e poi tre brevi incisioni, impostate abbastanza profondamente nei depositi glaciali, caratterizzati da una fitta vegetazione arborea; l'asta principale, che prosegue in direzione NW, ha termine bruscamente in corrispondenza di una soglia rocciosa, alta circa 6 m., a monte della quale il versante assume un andamento più regolare e le incisioni si riducono a modeste ondulazioni disposte lungo la linea di massima pendenza.

Il bacino idrografico del Rio Varga, con sezione di chiusura in corrispondenza della sorgente "Fonte Brunella", arriva ad una quota massima di circa 700 m.s.l.m.; più a monte si rientra nell'ambito del bacino del Rio Bugnano o in quelli dei rii minori che solcano il versante ai lati del Rio Varga.

3.1. CARATTERISTICHE DEL BOTTINO DI PRESA

Il bottino di presa della sorgente "Fonte Brunella" è inserito in una struttura chiusa in muratura e c.a. addossata alla parete in sponda destra del Rio Varga.

La porta d'accesso, in acciaio, presenta due finestre per il ricircolo dell'aria.

All'interno della struttura vi sono due aperture, ciascuna a doppio sportello in acciaio inossidabile: nella prima si accede alle due vasche (di raccolta e di calma), separate da uno sfioratore in cls, mentre nella seconda (a valle) si accede ai rubinetti che regolano l'uscita dell'acqua attraverso due tubazioni di adduzione; infatti, dall'interno del bottino partono due tubazioni in acciaio, di cui una alimentava lo stabilimento d'imbottigliamento dell'acqua minerale e l'altra porta acqua ad un serbatoio in c.a. posto poche decine di metri a valle.

Oltre a queste due tubazioni sono presenti anche uno scarico di "troppo pieno" (i cui deflussi finiscono nell'alveo del rio) ed un sottile tubo in acciaio (capillare), che dal punto esatto della scaturigine porta una modesta quantità d'acqua al punto di prelievo, per controllo, esterno al bottino.

Esternamente alla struttura si nota, nella parte superiore del manufatto, un rivestimento in cls del versante, realizzato con lo scopo di proteggere il bottino di presa da infiltrazioni delle acque meteoriche che, provenendo dai terreni situati a monte, ricchi di residui vegetali, che con la possibile presenza di liquami ed escrementi di animali, avrebbero potuto contaminare le acque della sorgente.

Da un'attenta analisi interna al bottino di presa si osserva che la sorgente è costituita da almeno due punti di scaturigine dell'acqua, distanti tra loro circa un metro.

L'ammasso roccioso all'interno dell'opera di presa mostra caratteristiche litologiche e di fratturazione analoghe agli affioramenti rocciosi esterni, ma un grado di alterazione decisamente minore (praticamente assente, grazie alla mancanza dell'azione chimica e meccanica degli apparati vegetali).

In relazione allo stato di conservazione del manufatto (fabbricato), durante i sopralluoghi esperiti è stato possibile notare che le strutture non evidenziano alcun sintomo di ammaloramento.

Il serbatoio di raccolta delle acque sorgive è situato poche decine di metri a valle della sorgente (270 m s.l.m.), sempre in sponda destra dell'incisione del Rio Varga.

4. CONSIDERAZIONI SULL'ASSETTO STRUTTURALE DEL SUBSTRATO ROCCIOSO

Nell'ambito del presente capitolo vengono individuate e commentate le caratteristiche geometriche ed i parametri che caratterizzano i diversi sistemi di discontinuità che interessano il substrato roccioso, in quanto i caratteri di geologia strutturale che connotano il substrato roccioso nell'areale in esame, sono necessari allo sviluppo di un modello idrogeologico affidabile.

Nel caso della presenza di sets di fratturazione in comunicazione fra loro si può ipotizzare la possibilità di una circolazione d'acqua per fessurazione, con l'esistenza di acquiferi in roccia anche perenni.

In genere, nell'acquifero la circolazione sotterranea avviene lungo un reticolo di fratture e litoclasti intercomunicanti, alcuni dei quali si configurano come "barriere", determinando l'interruzione del flusso idrico sotterraneo e permettendo, in tal modo, la venuta a giorno delle acque sotterranee.

Rilievi strutturali sugli ammassi rocciosi sono stati condotti in corrispondenza degli affioramenti ubicati nei pressi dell'opera di presa (Stazione Strutt. 1) e, sia pure in misura necessariamente limitata, all'interno del bottino stesso; inoltre sono stati rilevati strutturalmente gli ammassi presenti sempre lungo l'impluvio del Rio Varga, ma a monte della Strada Comunale Gonte-Barbé (Stazione Strutt. 2).

	<i>Staz. Strutturale n°1</i> <i>"Fonte Brunella" 295 m s.l.m.</i> <i>UTM: 32T N 5094892, E 0473413</i>	<i>Staz. Strutturale n°2</i> <i>Testata Rio Varga 370 m s.l.m.</i> <i>UTM: 32T N 5095009, E 0473277</i>
<i>Litotipo</i>	Gneiss a orneblenda, con feldspati e biotite, scistoso, tessitura occhiadina evidente all'interno del bottino di presa; la fratturazione è abbastanza fitta. Alterazione da limitata ad assente.	
<i>Orientazioni discontinuità</i>	Sc 323/80 K1 330/32 K2 126/23 K3 37/80 K4 230/65	Sc 140/88 K3 30/35 K4 235/60 K5 190/59
<i>Spaziatura</i>	Sc 10-30 cm K1 20-50 cm K2 50-100 cm K3 20-80 cm K4 100-150 cm	Sc 20-30 cm K3 100-150 cm K4 150-200 cm K5 150-200 cm
<i>Apertura</i>	tutte le discontinuità hanno in superficie aperture variabili tra 0 e 3 mm.	tutte le discontinuità hanno in superficie aperture variabili tra 0 e 2 mm; le Sc mostrano aperture medie di 2-3 mm
<i>Persistenza</i>	Sc 100% K1 100% K2 50% K3 100% K4 20-50%	Sc 100% K3 50-70% K4 20-50% K5 80-100%

I rilievi sono volti a definire le caratteristiche geometriche ed i parametri dei diversi sistemi di frattura che pervadono il substrato, ponendo particolare attenzione alle discontinuità lungo le quali si osservano o sono possibili eventuali venute d'acqua.

In base alle osservazioni effettuate in sito durante l'esecuzione dei rilievi strutturali sull'ammasso roccioso presente in corrispondenza della Fonte Brunella e dall'analisi ragionata dei dati sopra riportati, si evince che la direzione preferenziale di deflusso idrico sotterraneo, nella zona della sorgente, avviene principalmente lungo le fratture appartenenti al sistema Sc, in una zona nella quale il livello piezometrico, rappresentato dai deflussi idrici profondi, viene intercettato dal profilo del terreno.

Le discontinuità appartenenti ai sistemi K3 e K4, orientati parallelamente all'incisione del Rio Varga (in particolare dalla K3 che ha un'elevata persistenza), vengono intersecate dalle fratture appartenenti alla scistosità Sc, ad esse perpendicolari, che garantiscono in tal modo un effetto barriera per le acque presenti all'interno dell'ammasso. Dato il grado di fratturazione del substrato roccioso, in particolare lungo gli impluvi, impostati lungo linee di debolezza tettonica, non si esclude la possibilità di scambi tra le acque di superficie e quelle sotterranee.

Da queste considerazioni, integrate dai rilievi in sito ed in particolare dell'assetto geomorfologico dei rilievi sovrastanti l'area della sorgente, si ritiene che la zona di alimentazione della Fonte Brunella possa essere individuata nell'acquifero costituito dal substrato roccioso fratturato delimitato, a Nord dal Rio Valle di Bugnago, a Ovest dalla zona della Colma della Nevia ed a Sud dalle incisioni del Rio Sengia (nella parte alta del versante) e dei Rii Viganelli e Mietti (nella parte bassa).

5. PARAMETRI FISICI DELLA SORGENTE

Come accennato in premessa, onde poter rilevare l'entità delle variazioni di portata e trarre utili indicazioni sui tempi di risposta, in relazione ad eventuali picchi pluviometrici, sono state eseguite periodiche misure di portata che hanno coperto un arco temporale di circa dodici mesi (da maggio 2016 ad aprile 2017), un lasso di tempo che costituisce un periodo significativo ai fini del presente studio; in questo lungo periodo di tempo, al fine di individuare le caratteristiche delle acque destinate in futuro al consumo umano e delle variazioni di portata, in funzione degli apporti meteorici, sono state effettuate, oltre alle misure di portata, anche misurazioni relative alla temperatura ed alla conducibilità dell'acqua.

Le suddette rilevazioni hanno permesso di accreditare lo schema idrogeologico proposto, per motivare la dinamica idraulica della sorgente, al fine di determinarne il grado di vulnerabilità e di ridefinirne le aree di salvaguardia, nonché di eseguire un confronto tra le due scaturigini.

I dati registrati nel corso del presente studio idrogeologico vengono riportati, in modo schematico, nella tabella qui di seguito proposta; le numerose rilevazioni eseguite dei parametri di temperatura e conducibilità evidenziano modestissime variazioni.

Tab. 1 Valori di portata, conducibilità e temperatura, sia dell'aria, sia delle acque sorgive, rilevati in corrispondenza della sorgente oggetto della presente indagine

Data	T aria (°C)	T acqua (°C)	Conducibilità a 20°C (µS/cm)	Portata (l/s)
03/05/2016	16	12.1	137.1	6.2
16/05/2016	15	12	137	6.3
14/06/2016	19.6	12.1	136.5	6.7
27/06/2016	24	12.2	136	6.9
20/07/2016	27.5	12.2	138.6	6.0
02/08/2016	21.5	12.2	138.1	6.4
26/08/2016	30.1	12.2	136.8	5.1
22/09/2016	23.4	12.5	135.7	5.1
19/10/2016	16.2	12.1	137.2	4.6
11/11/2016	6.3	12.1	138.0	4.2
01/12/2016	14.0	12.0	137.8	6.3
04/01/2017	11	12.0	138.0	3.5
31/01/2017	7	12.1	137.5	4.1
23/02/2017	9.7	11.9	137.4	4.8
10/03/2017	12.1	12.0	137.3	4.4
27/03/2017	12.4	12.0	137.5	4.3
19/04/2017	20.5	12.1	137.3	4.4

Dall'esame dei dati registrati, considerato il numero delle misure eseguite ed il congruo periodo di tempo in cui esse sono state rilevate, si possono trarre le seguenti indicazioni, sia di tipo qualitativo, che di

tipo quantitativo, qui di seguito sintetizzate:

- i valori di portata registrati indicano che la sorgente può essere ascritta al 5° ordine della scala di Meinzer (range di portata da 1 a 10 l/s); si ritiene di poter affermare che tali valori possano, nel loro insieme, contribuire efficacemente al soddisfacimento del fabbisogno idrico dell'acquedotto comunale;
- in relazione alla distribuzione dei picchi di portata della sorgente nei confronti dei più significativi eventi pluviometrici registrati nell'arco degli anni 2016/primavera 2017, osservando gli idrogrammi sorgivi (*segmento ascendente*) è possibile dedurre come i tempi di risposta ai fenomeni meteorici risultino limitati a pochi giorni dai picchi di piovosità; ciò conferma che l'ammasso roccioso, costituente l'acquifero fratturato, risulta caratterizzato da un grado medio di permeabilità per fessurazione e sta ad indicare una rete di alimentazione "diretta", lungo la quale la circolazione idrica sotterranea avviene con buona efficacia;
- analizzando i dati di temperatura, è possibile notare che, nonostante le ovvie variazioni stagionali di temperatura dell'aria, le temperature delle acque sorgive fanno registrare oscillazioni minime (0.5 °C), attestandosi tra 12.0°C e 12.5 °C; questo aspetto assume di per sé una valenza di particolare interesse, in quanto la scarsa influenza delle oscillazioni termiche esterne sulla temperatura dell'acqua sorgiva costituisce un indice della discreta estensione che il bacino di alimentazione delle scaturigini presenta; infatti, lo stato termico delle acque sorgive può giungere ad un livello posto ad una temperatura grosso modo costante solo nell'ipotesi in cui le acque di infiltrazione seguano percorsi sotterranei sufficientemente sviluppati e profondi;
- i valori medi di conducibilità (135-139 $\mu\text{S}/\text{cm}$), registrati presso la sorgente, dovuti al passaggio delle acque entro litoclasti e fratture del substrato litico, testimoniano un discreto arricchimento in sali minerali, disciolti in soluzione, nonostante i litotipi attraversati dalla risorsa idrica siano tendenzialmente "resistenti" ai processi chimici dissolutivi esercitati dalle acque; ciò conferma l'ipotesi secondo cui le acque della sorgente "Fonte Brunella" emergono dopo aver compiuto un percorso sotterraneo sufficientemente lungo, avendo in tal modo la possibilità di arricchirsi di elettroliti; pertanto, per le ragioni sin qui esposte, è possibile affermare che il tempo di permanenza nel sottosuolo delle acque che provvedono a ricaricare la sorgente in esame risulta sufficientemente lungo da permetterne un'adeguata autodepurazione da inquinanti eventualmente percolati per infiltrazione dalla superficie.

6. PLUVIOMETRIA DELL'AREA IN ESAME

I dati di riferimento relativi all'andamento delle idrometeore nell'area esaminata sono stati desunti dalle pubblicazioni di tipo scientifico del C.N.R. – I.S.E. Istituto per lo Studio degli Ecosistemi (ex Istituto Idrobiologico Italiano) di Pallanza.

Per quanto attiene le precipitazioni medie annue la *Carta delle Potenzialità Pluviometriche di 12 Mesi* di A. Carollo, F. Contardi, V. Libera, A. Rolla, elaborata sulla base dei dati raccolti tra il 1921 ed il 1970 indica, per l'area esaminata, precipitazioni di 2000-2100 mm; le precipitazioni estreme annuali, verificate sempre nello stesso arco di tempo ed indicate dalla carta suddetta, fanno registrare un massimo di 3600 mm ed un minimo di 800 mm.

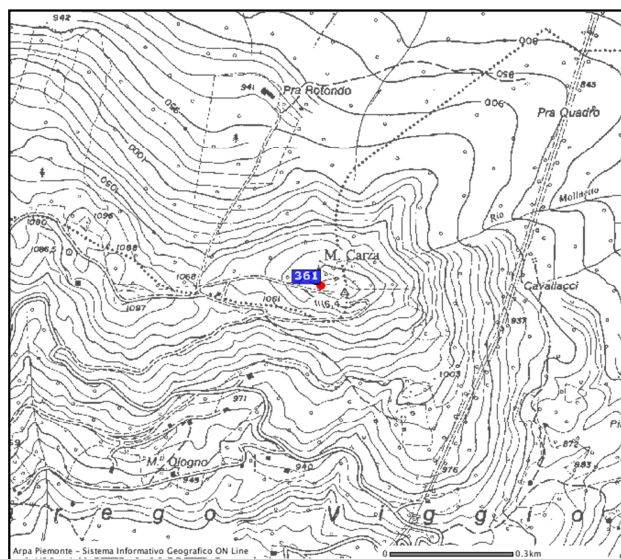
Dalla *Carta delle Precipitazioni Stagionali*, si ricava che l'area in esame è caratterizzata da una distribuzione abbastanza omogenea delle precipitazioni con un minimo invernale (200-300 mm), mentre nel resto dell'anno gli eventi meteorici si ripartiscono in modo piuttosto equilibrato, tra l'estate (600 mm), autunno (600-700 mm) e la primavera (500-600 mm).

Per meglio analizzare i dati di piovosità dell'area in cui sono localizzate le sorgenti in esame, è possibile fare riferimento ai dati registrati dal pluviometro automatico della stazione termo-igro-pluviometrica del Monte Carza (VB):

Anagrafica Stazione:

Tipo Stazione:	Termopluviometrica
Codice stazione:	361
Quota sito:	1110 m s.l.m.
Comune:	Trarego Viggiona (VB)
Bacino idr.:	Ticino
Località:	Monte Carza
	UTM: N 5099029; E 475300

sotto: foto stazione Monte Carza; a destra ubicazione



Tab. 2a M. Carza (VB). Precipitazioni giornaliere (mm), relative al periodo aprile-ottobre 2016

GIORNO	APRILE	MAGGIO	GIUGNO	LUGLIO	AGOSTO	SETTEMBRE	OTTOBRE
1	19.2	18.6	15.6	5.0	3.8	0.0	0.2
2	2.2	8.4	10.6	0.2	15.0	0.0	2.4
3	0.0	0.0	7.0	7.8	0.2	2.0	-
4	7.6	0.0	3.0	0.2	0.0	0.0	-
5	29.0	0.0	12.0	0.6	67.4	0.0	0.0
6	3.4	0.0	2.6	0.0	10.6	0.0	4.8
7	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.4
8	21.6	0.6	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0
9	11.4	1.6	1.4	0.6	0.0	0.0	0.0
10	0.4	10.4	0.2	0.0	9.2	0.0	11.8
11	0.0	25.6	0.0	41.4	0.4	1.8	0.0
12	2.4	58.8	21.4	8.0	0.0	0.0	27.4
13	1.6	29.4	0.2	7.6	0.0	34.2	0.0
14	5.8	0.0	0.0	4.2	0.0	0.0	9.2
15	0.0	0.0	1.6	0.0	0.0	0.0	49.4
16	5.2	0.0	11.8	0.0	6.6	53.6	39.0
17	17.6	0.0	91.6	0.0	6.6	7.6	0.2
18	26.6	0.0	8.0	0.0	0.4	12.8	0.0
19	13.4	2.8	0.4	0.0	0.0	0.2	0.0
20	0.0	16.2	0.0	0.0	0.4	0.0	0.2
21	0.0	0.0	0.0	0.0	44.2	0.0	0,0
22	0.0	0.0	0.0	1.4	0.2	6.4	0,0
23	0.0	0.4	0.0	10.0	0.0	0.0	5,8
24	3.6	30.8	0.0	19.4	0.0	0.0	4,8
25	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4,0
26	0.0	0.0	12.6	0.0	0.0	0.0	2,0
27	2.4	0.0	7.4	4.6	0.0	0.0	7,4
28	0.0	0.0	0.0	7.4	0.0	0.2	0,0
29	0.0	12.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0,0
30	0.2	59.4	1.0	0.0	3.6	0.0	0,0
31	//	7.2	//	//	1.4	//	0,0
TOTALE	173.8	283.0	209.0	118.4	170.0	118.8	INCOMPLETO

Tab. 2b M. Carza (VB). Precipitazioni giornaliere (mm), relative al periodo novembre 2016 - aprile 2017

GIORNO	NOVEMBRE	DICEMBRE	GENNAIO	FEBBRAIO	MARZO	APRILE
1	0,0	0,0	0,0	0,0	21,8	0,0
2	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	5,8
3	0,0	0,0	0,0	19,2	0,0	2,6
4	2,4	0,6	-	18,6	8,8	0,0
5	2,0	0,0	0,0	1,4	22,6	0,0
6	12,6	0,0	-	-	12,2	0,0
7	6,6	0,0	-	13,2	0,2	0,0
8	0,0	0,0	-	0,0	0,2	0,0
9	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0
10	-	0,0	-	-	0,0	0,0
11	0,0	0,0	-	-	0,0	0,2
12	1,0	0,0	-	-	0,0	0,0
13	0,0	0,0	-	4,8	0,0	0,0
14	0,0	0,0	-	0,2	0,0	0,0
15	0,0	0,0	-	0,2	0,0	0,0
16	0,0	0,0	-	0,2	0,0	0,0
17	0,0	-	-	0,0	0,0	0,0
18	0,6	0,0	-	0,0	0,0	0,0
19	7,0	0,0	-	0,0	0,0	0,0
20	14,0	-	-	0,0	0,0	0,0
21	3,8	6,0	-	0,0	0,0	0,0
22	55,6	0,6	-	0,0	9,0	0,0
23	78,8	0,0	-	0,0	38,0	0,0
24	31,6	0,0	-	0,2	20,2	0,0
25	13,4	0,0	0,0	0,0	3,4	4,0
26	33,6	0,0	0,0	0,0	12,4	46,6
27	1,6	0,0	-	0,0	4,0	47,4
28	0,2	0,0	-	0,0	0,0	27,0
29	0,2	0,0	-	//	0,0	12,0
30	-	-	0,0	//	0,0	0,0
31	//	0,0	0,0	//	0,0	//
TOTALE	INCOMPLETO	INCOMPLETO	INCOMPLETO	INCOMPLETO	152.8	145.6

Si rileva che per quanto concerne la distribuzione mensile delle precipitazioni, il periodo considerato (da aprile 2016 ad aprile 2017) conferma quanto affermato in precedenza, riguardo alla distribuzione delle precipitazioni sul lungo periodo: massimi in primavera e autunno e marcato minimo invernale.

Si notano le abbondanti precipitazioni fatte registrare a fine maggio e metà giugno 2016, che hanno determinato aumenti di portata piuttosto marcati, permettendo di individuare un picco di riferimento adeguato per l'analisi dell'idrogramma sorgivo.

Il picco di portata, al quale fare riferimento in sede di analisi dell'idrogramma sorgivo e quindi di

definizione delle fasce di rispetto della sorgente, risulta essere quello registrato il 27 giugno 2016; si evidenzia anche un altro picco di portata del 01-12-2016, legato alle forti precipitazioni del 17-11-2016.

L'andamento della curva di svuotamento della sorgente in esame, nel periodo successivo alla data del 27-06-2016, non risulta affetto da significativi fenomeni di ricarica dell'acquifero, cosicché l'analisi del ramo discendente dell'idrogramma sorgivo può fornire valide indicazioni sulle caratteristiche idrogeologiche e strutturali del sistema di alimentazione delle scaturigini.

7. RIDEFINIZIONE DELLE AREE DI SALVAGUARDIA DELLA SORGENTE “FONTE BRUNELLA”

7.1 METODOLOGIA UTILIZZATA

Lo studio delle zone di tutela delle opere di captazione in aree montane, che spesso sfruttano sorgenti locali con acquiferi costituiti da ammassi rocciosi fratturati, risulta in linea generale più complesso rispetto alla definizione delle fasce di rispetto dei pozzi perforati in aree di pianura, in corpi a permeabilità di tipo matriciale; tale complessità è determinata da vari fattori, sia dipendenti dalle maggiori difficoltà nel modellizzare la geometria ed i parametri idrodinamici dell'acquifero, sia dalla mancanza di precise e consolidate direttive tecnico-legislative.

Dal punto di vista teorico, sarebbe auspicabile che il dimensionamento delle aree di tutela delle risorse idriche fosse improntato a criteri di salvaguardia temporali, in base alla effettiva velocità di filtrazione delle acque (velocità di flusso) e quindi in base alla velocità di propagazione di un eventuale inquinante idroportato.

Nel caso di sorgenti per fessurazione in roccia, la velocità di flusso può essere ad esempio calcolata mediante la formula di Darcy, basandosi sul metodo suggerito da *Letourneur & Michel*².

Questo metodo necessita della determinazione della permeabilità K , la quale, negli ammassi fratturati, può essere calcolata secondo quanto suggerito da Scesi e Saibene³, procedendo cioè ad un rilievo geomeccanico degli ammassi rocciosi posti in prossimità della scaturigine da esaminare.

Nel caso in esame, essendo poco affidabile procedere alla stima della permeabilità sulla base di tali dati, preso atto, inoltre, che l'impiego di traccianti è reso impraticabile dall'impossibilità di individuare punti di immissione certi, si è deciso di utilizzare la metodologia, per la delimitazione delle aree di salvaguardia delle sorgenti, proposta da Civita⁴.

Tale metodologia, ripresa dalla citata normativa regionale, consente di stimare la vulnerabilità della risorsa idrica in maniera più precisa anche quando non si dispone di studi e valutazioni rigorosi; secondo tale metodo, infatti, le aree di salvaguardia possono essere discriminate in base a quattro condizioni di vulnerabilità della risorsa idrica, differenziate in funzione del tempo di dimezzamento della portata massima annuale t_D (espresso in giorni).

Tale tempo di dimezzamento è direttamente proporzionale alla velocità di svuotamento della parte più permeabile del serbatoio acquifero e, quindi, alla massima velocità di spostamento di un inquinante idroportato; pertanto, minore risulta essere il tempo di dimezzamento, tanto più breve è il tempo di permanenza sotterranea dell'acqua.

La tabella che segue elenca le quattro condizioni di vulnerabilità intrinseca, contrassegnate da lettere maiuscole, individuate da Civita ed indicate nell'Allegato A del “Regolamento Regionale recante: “Disciplina delle aree di salvaguardia delle acque destinate al consumo umano (L.R. 29-12-2000 n. 61)””.

2 J. LETOURNEUR & R. MICHEL:- "Géologie du génie civil", Librairie Armand Colin 1971

3 L. SCESI, L. SAIBENE - "Valutazioni della permeabilità di un ammasso roccioso tramite rilievo geologico-strutturale", Mem. Soc. Geol. It. - 32 pp 253-277.

4 Vedi nota 1

Tabella 7.1 - **Classi di vulnerabilità**

<i>Classe di vulnerabilità intrinseca</i>	<i>Tempo di dimezzamento (t_D giorni)</i>	<i>Velocità di flusso stimata v (m/s)</i>
Elevata - "A"	$t_D < 5$	$> 10^{-2}$
Alta - "B"	$5 \leq t_D \leq 20$	$10^{-2} \div 10^{-3}$
Media - "C"	$20 < t_D \leq 50$	$10^{-3} \div 10^{-4}$
Bassa - "D"	$t_D > 50$	$< 10^{-4}$

La situazione "A" esprime quindi la condizione di massima vulnerabilità, caratterizzata da alte velocità di flusso, mentre la situazione "D" quella di vulnerabilità minima.

Qui di seguito si riportano gli idrogrammi sorgivi della scaturigine esaminata, relativi alle misurazioni di portata effettuate nel periodo compreso tra maggio 2016 ed aprile 2017, in base ai quali, come detto nel capitolo precedente, sono stati determinati i valori delle portate massime, conseguenti ad eventi piovosi di riferimento, e del relativo tempo di dimezzamento.

Sulla scorta del confronto effettuato tra le misure eseguite in sito, riportate nei grafici proposti in allegato, ed i dati relativi alle precipitazioni meteoriche rilevate presso la stazione termo-igro-pluviometrica del M. Carza (VB), si ritiene che la portata misurata il 27 giugno 2016 possa essere considerata come valore di picco di riferimento per la sorgente.

Per la determinazione del tempo di dimezzamento è stato quindi analizzato l'andamento delle *curve di svuotamento*, ricavate prendendo quale portata iniziale di riferimento i valori misurati in tali occasioni.

La *curva di svuotamento*, in particolare, è ulteriormente scomponibile in due rami distinti:

1. il tratto iniziale o "*curva di decremento*", a maggiore pendenza, che comprende i valori di portata registrati nel lasso di tempo in cui la zona satura è ancora influenzata dall'infiltrazione; tale fenomeno tende a diminuire nel tempo fino ad annullarsi.
2. il tratto finale o "*curva di esaurimento*", che tende asintoticamente all'orizzontale, rappresentativo dell'intervallo in cui l'infiltrazione è nulla ed il sistema si scarica in "regime non influenzato"; esso rappresenta il contributo della zona satura dell'acquifero che alimenta la sorgente.

La curva di esaurimento costituisce un buon indicatore dell'acquifero, in quanto esprime essenzialmente le caratteristiche idrogeologiche e strutturali del sistema.

L'andamento nel tempo delle misure di portata può essere analizzato mediante elaborazioni statistiche, ad esempio la regressione esponenziale di *Maillet*, per ottenere, sia il "*coefficiente di esaurimento*" (α), dipendente dalle caratteristiche idrogeologiche e strutturali del sistema, che il "*coefficiente di decremento*" (β), direttamente proporzionale alla velocità di svuotamento della parte più permeabile del serbatoio acquifero ed alla massima velocità di trasmissione di un inquinante idroportato.

Nel caso in esame si è considerato l'intero tratto discendente degli idrogrammi (curva di decremento + curva di esaurimento), procedendo ad analizzare i dati di portata secondo la metodologia sottoindicata:

I dati di portata sono stati interpolati con il metodo dei minimi quadrati mediante un'espressione esponenziale del tipo:

$$Q_t = Q_0 e^{-at}$$

dove:

- $Q_0 = Q_{max}$; Q_{max} è la massima portata, registrata alla data 27 giugno 2016;
- $t = 0$ in corrispondenza della data citata.

Si è assunto come tempo di dimezzamento il valore t (giorni) che dimezza la portata Q_{max} .

Determinata la classe di vulnerabilità della captazione si sono quindi definite le aree di salvaguardia, riportate nel capitolo successivo.

7.2 ZONA DI TUTELA ASSOLUTA (ZTA) COMMA 3, ART. 94 D. LGS. 152/2006

La zona di tutela assoluta è stata dimensionata (Civita, 1973) nel seguente modo:

- lunghezza "D" misurata a partire dalla scaturigine verso monte rispetto al flusso idrico sotterraneo;
- lunghezza " $\frac{3}{4}$ D" misurata lateralmente;
- lunghezza "d" misurata verso valle.

I valori "D" e "d" proponibili per le diverse situazioni idrodinamiche sono riportati nella seguente tabella:

OPERA	VULNERABILITÀ	SOGGIACENZA	"D" (m)	"d" (m)	" $\frac{3}{4}$ D"
Alla sorgente	Elevata - "A"	nulla	40	10	30
	Alta - "B"	nulla	30	5	22.5
	Media - "C"	nulla	20	5	15
	Bassa - "D"	nulla	10	2	7.5

Questa tabella viene riproposta, con misure analoghe, anche al punto 3.2 dell'Allegato A del citato *Regolamento Regionale recante: "Disciplina delle aree di salvaguardia delle acque destinate al consumo umano (L.R. 29-12-2000 n. 61)"*.

7.3 ZONA DI RISPETTO (ZR) COMMA 4, ART. 94 D. LGS. 152/2006

Il tracciamento della forma più adatta per delimitare la Zona di Rispetto, secondo quanto riportato dalla vigente legislazione, fa riferimento alla situazione idrodinamica ricorrente nella porzione di acquifero libero immediatamente adiacente all'area sorgiva.

Tale forma risulta essere quella di un trapezoide rovescio orientato secondo la direzione di flusso locale dell'acquifero, con base minore coincidente con il limite a valle della zona di tutela assoluta, con apertura laterale di almeno 30° rispetto ai margini esterni della Zona di Tutela Assoluta ed avente estensione a monte, in funzione delle quattro situazioni di vulnerabilità discriminate, pari a quanto indicato nella tabella seguente:

SITUAZIONE	ESTENSIONE A MONTE (metri)
Elevata - "A"	L'intero il bacino di alimentazione
Alta - "B"	L = 2000 m
Media - "C"	L = 400 m
Bassa - "D"	L = 200 m

Al punto 3.3 dell'Allegato A del *Regolamento Regionale recante: "Disciplina delle aree di salvaguardia delle acque destinate al consumo umano (L.R. 29-12-2000 n. 61)"* viene indicato che *"qualora, per ragioni geografiche, il limite superiore dell'area determinata...superi la cresta spartiacque del bacino imbrifero sotteso alla sorgente, il limite superiore dell'area corrisponderà con la cresta spartiacque indipendentemente dal parametro L"* determinato.

Inoltre, *"per le classi di vulnerabilità intrinseca elevata (A), alta (B) e media (C), la Zona di Rispetto (ZR) può essere suddivisa in Zona di Rispetto Ristretta (ZRR) e Zona di Rispetto Allargata (ZRA)"*; in questo caso, la normativa citata prevede che *"l'estensione della Zona di Rispetto Ristretta non potrà comunque essere inferiore a 200 m"*.

7.4 ZONA DI PROTEZIONE (ZP) COMMA 5, ART. 94 D. LGS. 152/2006

La normativa prevede anche una Zona di Protezione, che nel caso di sorgenti montane viene di norma fatta coincidere con l'area di ricarica dell'acquifero da proteggere; nel caso in esame, tenuto conto delle caratteristiche morfologiche del versante indagato, della direzione di deflusso sotterraneo, nonché dell'estensione della Zona di Rispetto, è possibile proporre una Zona di Protezione delimitata, verso Nord, dall'impluvio del Rio Valle di Bugnago e ad Ovest dalla Colma della Nevia.

8. MONOGRAFIA DEL PUNTO DI CAPTAZIONE

L'osservazione dell'idrogramma sorgivo della sorgente “Fonte Brunella” e in particolare della curva di svuotamento, ha permesso di determinare il tempo di dimezzamento, riferito ad un determinato intervallo temporale, relativo alla captazione esaminata e conseguentemente di individuare la classe di vulnerabilità cui la stessa appartiene.

Qui di seguito si riporta la monografia della sorgente, in cui si evidenziano le dimensioni delle fasce di rispetto determinate, nonché le particelle catastali interessate.

8.1 SORGENTE “FONTE BRUNELLA”

<u>Scheda sorgente:</u>	<i>Denominazione</i>	“Fonte Brunella”
	<i>Tipo di captazione</i>	Bottino di presa
	<i>Quota</i>	295 m s.l.m.
	<i>Rif. Topografico</i>	Sponda destra del Rio Varga, circa 40 m a valle della Strada Comunale Gonte-Barbé
	<i>Coordinate UTM – WGS 84</i>	473413 Est
	32T	5094892 Nord
	<i>Carta Tecnica Regionale</i>	Sezione n. 052160 “Trarego Viggiona”
	<i>Catastale</i>	NCT Comune di Oggebbio Fg. n. 9, mappale 406
	<i>Temp. acqua sorgente (°C)</i>	12.2 (media)
	<i>Conducibilità elettrica specifica a 20° C (μS/cm)</i>	137.1 (media)
<u>Idrogramma sorgivo:</u>	<i>Periodo misure</i>	03/05/2016 ÷ 19/04/2017
	<i>Portata massima</i>	6.9 l/s (27/06/2016)
	<i>Portata minima</i>	3.5 l/s (04/01/2017)

Valori relativi alle curve di decremento

<i>Periodo di osservazione</i>	Q_{max} (l/sec)	Q_f (l/sec)	β	R^2	T_D (giorni)	<i>Classe di vulnerabilità</i>
02/08/2016÷11/11/2016	6.4	4.2	0.004	0.8944	173	D

8.2 DIMENSIONI DELLA ZONA DI TUTELA ASSOLUTA E ZONA DI RISPETTO DELLA SORGENTE

Le considerazioni sull'assetto strutturale del substrato lapideo nell'ambito dell'area in esame, esposta nel capitolo 4, hanno permesso di avvalorare l'ipotesi secondo cui la circolazione sotterranea avviene lungo un reticolo di fratture interconnesse, con ricarica dell'acquifero ad opera di acque superficiali (nel caso in esame del Rio Varga, Sengia, Viganelli e Mietti e, in parte, del Rio Valle di Bugnago), che si infiltrano in profondità lungo i percorsi determinati dalle fratture appartenenti soprattutto al sistema K3, ma anche, in misura minore, a K4, i quali assolvono pertanto alla funzione di collettori drenanti nei confronti delle acque di infiltrazione; detti sistemi di discontinuità drenano il flusso in direzione Sud-Est, mentre le fratture appartenenti al sistema Sc, che intersecano e interrompono i precedenti, garantiscono un effetto barriera per le acque presenti all'interno dell'ammasso roccioso, favorendo l'emergenza delle stesse.

Sulla base della serie di considerazioni esposte in dettaglio nel capitolo 5, riguardanti, in sintesi, la scarsa influenza delle oscillazioni di temperatura dell'aria sullo stato termometrico delle acque sorgive, i valori medi di conducibilità registrati e la gradualità con cui decresce il segmento discendente dell'idrogramma sorgivo, appare ragionevole ritenere che l'area di alimentazione della sorgente in esame abbia un'estensione discretamente ampia.

Secondo quanto suggerito da Civita, si ritiene di indicare, per la sorgente in esame, una vulnerabilità di tipo "D", cui corrisponde l'individuazione di una Zona di Rispetto (ZR) di 200 metri di estensione.

Pertanto, per la perimetrazione delle Zone di Tutela Assoluta (ZTA) e per le Zone di Rispetto (ZR) vengono proposte le dimensioni di seguito riportate in tabella:

ZONA DI TUTELA ASSOLUTA (ZTA)	ZONA DI RISPETTO (ZR)
D = 10 m	L = 200 m (ZR)
$\frac{3}{4} D = 7.5$ m	Angolo di apertura = 30°
d = 2 m	Bisettrice orientata 310° N

Essendo, la Fonte Brunella, costituita da un unico "bottino di presa", è stata individuata un'unica Zona di Tutela Assoluta (ZTA), di forma rettangolare, avente un'estensione complessiva di 17x17.5 m, così come rappresentato nella Tavola 3 – *Planimetria catastale aree di salvaguardia*, in scala 1:1.000.

Con riferimento, quindi, alle dimensioni sopra indicate ed a quanto rappresentato nella Tavola n. 3, le particelle catastali che risultano comprese nelle fasce di rispetto della sorgente, indicate secondo la numerazione del N.C.T. del Comune di Oggebbio, sono sintetizzate nella seguente tabella:

FASCIA TIPO	NUMERO DI PARTICELLE
<i>Zona di Tutela Assoluta (ZTA)</i>	N.C.T. Oggebbio Fg. n. 9 <i>mappali interi:</i> --- <i>mappali pro parte:</i> 299-300-393-406
<i>Zona di Rispetto Ristretta (ZR)</i>	N.C.T. Oggebbio Fg. n. 6 <i>mappali interi:</i> 206-207-208-209-220-228-231-232-233-246-247-260-267 <i>mappali pro parte:</i> 138-150-151-204-205-210-211-212-214-215-217-218-219-221-222-227-230-234-235-236-237-238-241-243-248-249-262-263-264-266 N.C.T. Oggebbio Fg. n. 8 <i>mappali interi:</i> 18-19-20-21-22-23-24-27-28-30-31-32-33-154 <i>mappali pro parte:</i> 16-26-29-34-38-39-40-153-155-159-162 N.C.T. Oggebbio Fg. n. 9 <i>mappali interi:</i> 297 <i>mappali pro parte:</i> 257-298-299-300-301-390-391-392-393-406-623-870

9. UBICAZIONE DEI CENTRI DI PERICOLO

Nel presente capitolo vengono individuati gli elementi e le attività costituenti potenziali fonti di inquinamento della risorsa idrica.

A tale proposito, e con specifico riferimento all'art. 94 del D. Lgs. 152/06, sono stati censiti i principali centri di pericolo presenti nel raggio di 1 km dal punto di captazione, procedendo quindi alla rappresentazione degli stessi nell'allegata Tavola n. 2 - *Carta dei centri di potenziale pericolo*, in scala 1:5.000; le possibili "fonti" di inquinamento ricadenti all'interno delle Zone di Salvaguardia, vengono, altresì, rappresentate con maggior dettaglio nella Tavola n. 3 - *Planimetria catastale aree di salvaguardia*, in scala 1: 1.000.

La normativa regionale suddivide le potenziali fonti di pericolo per la risorsa idrica in cinque categorie, elencate al punto 6 dell'Allegato A del *Regolamento Regionale recante: "Disciplina delle aree di salvaguardia delle acque destinate al consumo umano (L.R. 29-12-2000 n. 61)"* contenuto nel D.P.G.R. del 11-12-2006 n. 15/R:

- GRUPPO 1: attività agricole e di verde pubblico;
- GRUPPO 2: opere igienico-sanitarie e scarichi acque reflue;
- GRUPPO 3: attività comportanti detenzione e stoccaggio di materiali pericolosi e/o produzione di rifiuti pericolosi e tossici e nocivi;
- GRUPPO 4: infrastrutture ed aree edificate;
- GRUPPO 5: pozzi diversi da quello idropotabile.

Con riferimento alla sopra citata tabella, nell'areale investigato, avente raggio di 1 km dall'opera di captazione, sono stati presi in considerazione le attività e le infrastrutture in grado di costituire direttamente o indirettamente fattori di degrado della qualità delle acque.

1) Attività agricole e zootecniche

Il settore di versante a monte della scaturigine si presenta quasi totalmente colonizzato da estesa copertura boschiva; inoltre, da decine di anni non si attua lo sfruttamento agricolo e zootecnico intensivo del territorio nell'areale racchiuso entro il raggio di 1 km dalle opere di captazione.

Presenza saltuaria di pochi capi di ovi-caprini a monte della S.C. – Via Panoramica.

Non si rilevano aree soggette a spandimento agronomico di pesticidi e fertilizzanti e/o di liquami zootecnici.

2) Opere igienico-sanitarie e scarichi acque reflue

La frazione di Barbé Superiore è servita dalla rete fognaria comunale, pertanto solamente alcuni edifici residenziali isolati risultano dotati di vasca biologica e rete disperdente (sub-irrigazione e/o pozzo perdente).

In ogni caso, né la rete fognaria, né gli impianti di dispersione delle singole unità abitative, risultano ricadere nelle aree di salvaguardia della sorgente, fatta eccezione per l'edificio residenziale censito al Fg. n. 6, mapp.

260, il quale è dotato di vasca Imhoff per la chiarificazione delle acque reflue, collegato ad un pozzo perdente, ricadenti all'interno della Zona di Rispetto della Fonte Brunella.

Per eliminare il pericolo di contaminazione dell'acqua sorgiva, viene proposto lo spostamento dell'impianto di dispersione, collocandolo nel mappale 264, ad una distanza di 30 m in direzione Est, provvedendo a collegare la vasca Imhoff al pozzo perdente con doppia tubazione a tenuta.

3) Attività comportanti detenzione e stoccaggio di materiali pericolosi

Come precedentemente affermato, l'opera di captazione è localizzata ai margini del territorio antropizzato, in un'area prevalentemente boscata, in cui non sono presenti attività produttive di tipo artigianale e/o industriale.

Non si segnala la presenza di cisterne interrate o fuori terra per idrocarburi (gasolio e gas) per il riscaldamento domestico, dato che tutti gli edifici d'abitazione sono allacciati alla rete di distribuzione del gas metano.

Tali rete di distribuzione risulta esterna alle aree di salvaguardia.

Sono assenti discariche e centri di stoccaggio di rifiuti.

4) Infrastrutture

Per quanto concerne questa categoria, sono state rappresentate le seguenti opere:

- Strada Statale n. 34, il cui tracciato corre a valle dell'opera di captazione, sulla sponda del Lago Maggiore;
- Strada Provinciale n. 134, il cui tracciato corre esternamente alle aree di salvaguardia della sorgente e che collega Barbè Sup. alla S.S. n. 34;
- Strada Comunale – Via Panoramica, che si sviluppa parallelamente al lago e collega le frazioni Novaglio e Camogno; si tratta di una strada asfaltata, dotata di cunetta, la quale provvede ad allontanare le acque meteoriche verso la S.P. 134;
- metanodotto, il cui tracciato collega le frazioni di Oggebbio.

Si precisa che nell'area investigata sono presenti pochi sentieri di collegamento tra le frazioni lacustri e gli alpeggi montani, utilizzati con finalità escursionistiche.

5) Pozzi ad uso diverso dall'idropotabile

Nell'area analizzata non si sono rilevati pozzi ad uso civile-tecnologico né industriale.

Infine, per quanto concerne gli elementi naturali, nell'areale investigato non sono stati evidenziati segnali di dissesto in atto o potenziale che potrebbero interferire con le scaturigini in esame.

Qui di seguito vengono individuati gli elementi e le attività costituenti potenziali fonti di inquinamento della risorsa idrica captata.

A tale proposito sono stati censiti i centri di pericolo presenti nelle aree di rispetto proposte, rappresentandoli nella Tav. 3 – Planimetria Catastale, in scala 1 :1.000.

In dettaglio, facendo l'analisi dei centri di pericolo, che potrebbero potenzialmente determinare inquinamento della risorsa idrica captata, si elencano qui di seguito i siti rilevati, puntualizzandone la specificità:

- Edificio abitazione unifamiliare **(a)** (famiglia Martinella), posto a quota 325 m s.l.m. Situato sulla Strada Comunale Gonte-Barbé, a monte della stessa, in sinistra idrografica del Rio Varga, a circa 60 m dalla sorgente. E' inserito nella Zona di Rispetto. Nel terreno situato a NE dell'abitazione, tenuto ad orto, sono stati posati una fossa biologica ed un pozzo perdente, attraverso il quale avviene la dispersione delle acque nere nel suolo. Sono inoltre presenti: piazzola posteggio autovetture e tettoia ricovero mezzi agricoli a motore.
- Edificio d'abitazione bifamiliare **(b)** (famiglie Lussetti e Zanni), posto a quota 320 m s.l.m. Situato sulla Strada Comunale Gonte-Barbé, a valle della stessa, in destra idrografica del Rio Varga, a circa 55 m dalla sorgente. L'edificio d'abitazione (b) ricade esternamente alla Zona di Rispetto, che lambisce aree ricovero attrezzi e autovetture (b'). Gli scarichi delle acque nere sono allontanate, mediante doppia tubazione a tenuta, fino ai pozzi perdenti situati nel versante a valle, lungo il Rio Viganelli, lontano dalla sorgente, in una zona localizzata ad una quota inferiore rispetto alla captazione. Esternamente alla ZR sono presenti anche una fossa biologica periodicamente soggetta a svuotamento, orto e pollaio, aree cortilizie e rampe di accesso alla viabilità pubblica impermeabilizzate.
- Strada Comunale – Via Panoramica **(c)**, asfaltata, in cui la pavimentazione impermeabile intercettando le acque meteoriche, le convoglia verso la S.P. 134.
- Fabbricati rurali **(d-e)** ad uso agro-pastorale non intensivo (allevamento di pochi capi di ovi-caprini). I fabbricati rurali sono situati in destra idrografica del Rio Varga, tra la quota 360-385 m s.l.m., a 120-220 m a monte della sorgente. Ricadono entro la Zona di Rispetto. La maggior parte di questi fabbricati appaiono in disuso.
- Fabbricato rurale ristrutturato **(f)**, ad uso residenza saltuaria, situato in sponda sinistra del Rio Varga, alla quota 395 m s.l.m., a 190 m di distanza dalla sorgente, nel versante a monte (in corrispondenza di una sorgente non captata nella testata dell'alveo inciso del Rio Varga).

Si ritiene che tra i punti sopra elencati, solo il primo **(a)**, attraverso gli scarichi nel terreno delle acque reflue chiarificate, relative all'abitazione Martinella, potrebbe in qualche modo interferire con la qualità delle acque della sorgente.

In ogni caso, come indicano i risultati delle analisi chimiche e microbiologiche, eseguite, su campione prelevato da un tecnico di laboratorio autorizzato CSL-VCO, il 27 marzo 2017, fornite in allegato, anche nella situazione attuale, le acque della sorgente non sembrano risentire in alcun modo di contaminazioni esterne.

9.1 PROPOSTA DI INTERVENTO PER LA MITIGAZIONE DEL RISCHIO DI CONTAMINAZIONE

Benché, come detto, i risultati delle analisi chimiche e microbiologiche recentemente effettuate mostrano, per le acque della sorgente Fonte Brunella, valori ampiamente rientranti nei limiti di legge, si rileva che il pozzo perdente attualmente è ubicato all'interno (mapp. 260) della Zona di Rispetto, così come è stata individuata nella presente indagine.

La proposta d'intervento prevede, quindi, di allontanare il pozzo perdente dalla ZR, mediante collegamento con doppia tubazione a tenuta e di riposizionarlo entro il mapp. 264, così come indicato nell'elab. grafico Tav. 3, alla distanza di circa 30 m, in direzione Est.

10. NOTE CONCLUSIVE

Il presente studio è stato effettuato al fine di individuare le caratteristiche geolitologiche, geostrutturali ed idrogeologiche che caratterizzano il bacino di alimentazione della sorgente denominata “Fonte Brunella”, la quale, previo ottenimento di Autorizzazione alla Regione Piemonte e di Concessione alla derivazione della Provincia del VCO, potrebbe essere collegata all’acquedotto Comunale di Oggebbio e ridefinire le Aree di Salvaguardia di tale sorgente, ai sensi del D.Lgs. n. 152/2006 e s.m.i. e del Regolamento Regionale n. 15/R, approvato con D.P.G.R. dell’11-12-2006.

In base alle indagini eseguite ed ai rilievi effettuati, si ritiene di poter esprimere le seguenti valutazioni.

- L’opera di captazione oggetto della presente indagine è localizzata nel settore settentrionale del territorio del Comune di Oggebbio, a Sud Ovest della fraz. Barbè Sup., in sponda destra del Rio Varga, a 295 m s.l.m., circa 40 m a valle della S. C. - Via Panoramica.
- Litologicamente, nell’area in esame il substrato roccioso è costituito da ortogneiss con orneblenda appartenenti agli *Scisti dei Laghi*, a grana fine, con grado di scistosità da spiccata a quasi massiva, con un discreto grado di fratturazione e debolmente alterato dall’umidità e dalla forte presenza di residui vegetazionali.
- In base alle osservazioni dirette effettuate in sito, è possibile ipotizzare che le acque di precipitazione meteorica si infiltrino efficacemente in profondità ed alimentino la sorgente in esame seguendo i percorsi determinati dalle fratture appartenenti soprattutto al sistema K3 ed in misura minore al sistema K4, che assolvono alla funzione di collettori drenanti nei confronti delle acque di infiltrazione favorendo il flusso in direzione Sud-Est, mentre le discontinuità appartenenti alla scistosità Sc, perpendicolari a K3, garantiscono un effetto barriera per le acque presenti all’interno dell’ammasso roccioso, favorendo l’emergenza delle stesse. I valori di portata registrati, in un arco di tempo compreso tra maggio 2016 ed aprile 2017, indicano che la sorgente può essere ascritta al 5° ordine della scala di Meinzer (range di portata da 1 a 10 l/s).
- In relazione alla distribuzione dei picchi di portata della sorgente nei confronti dei più significativi eventi pluviometrici registrati nell’arco degli anni 2016/primavera 2017, osservando gli idrogrammi sorgivi (*segmento ascendente*) è possibile dedurre come i tempi di risposta ai fenomeni meteorici risultino limitati a pochi giorni dai picchi di piovosità; ciò conferma che l’ammasso roccioso, costituente l’acquifero fratturato, risulta caratterizzato da un medio grado di permeabilità per fessurazione e sta ad indicare una rete di alimentazione “diretta”, lungo la quale la circolazione idrica sotterranea avviene con buona efficacia.
- Analizzando i dati di temperatura, è possibile notare che, nonostante le ovvie variazioni stagionali di temperatura dell’aria, le temperature delle acque sorgive fanno registrare oscillazioni minime (0.5 °C), attestandosi tra 12.0°C e 12.5 °C; questo aspetto assume di per sé una valenza di particolare interesse, in quanto la scarsa influenza delle oscillazioni termiche esterne sulla temperatura dell’acqua sorgiva costituisce un indice della discreta estensione che il bacino di alimentazione della scaturigine presenta; infatti, lo stato termico delle acque sorgive può giungere ad un livello posto ad

una temperatura grosso modo costante solo nell'ipotesi in cui le acque di infiltrazione seguano percorsi sotterranei sufficientemente sviluppati e profondi.

- I valori medi di conducibilità (135-139 $\mu\text{S}/\text{cm}$), registrati presso la sorgente, dovuti al passaggio delle acque entro litoclasti e fratture del substrato litico, testimoniano un discreto arricchimento in sali minerali, disciolti in soluzione, nonostante i litotipi attraversati dalla risorsa idrica siano tendenzialmente “resistenti” ai processi chimici dissolutivi esercitati dalle acque; ciò conferma l'ipotesi secondo cui le acque della sorgente “Fonte Brunella” emergono dopo aver compiuto un percorso sotterraneo sufficientemente lungo, avendo in tal modo la possibilità di arricchirsi di elettroliti.
- Sulla base delle considerazioni sin qui esposte, è ragionevole supporre che il tempo di permanenza nel sottosuolo delle acque, che provvedono a ricaricare le sorgenti in esame, risulta sufficientemente lungo da permetterne un'adeguata autodepurazione da agenti inquinanti eventualmente percolati per infiltrazione dalla superficie.

In relazione alle problematiche connesse con il dimensionamento delle Aree di Salvaguardia, la metodologia di studio adottata è stata così strutturata:

- rilevamento geologico - strutturale ed idrogeologico in corrispondenza della sorgente ed in corrispondenza degli affioramenti rocciosi rilevati e posti anche a monte della stessa;
- determinazione degli idrogrammi sorgivi mediante una serie di misure di portata effettuate in un arco di tempo compreso tra maggio 2016 ed aprile 2017.

L'analisi dei dati strutturali raccolti ha permesso una prima valutazione della velocità di deflusso delle acque sorgive e quindi di propagazione di un eventuale inquinante idroportato infiltratosi dalla superficie; quanto ottenuto, integrato dall'elaborazione degli idrogrammi sorgivi e dal calcolo del tempo di dimezzamento delle portate massime annuali (T_D), ci ha permesso di stimare la vulnerabilità della risorsa idrica, riferendosi in particolare alla metodologia ed alle classi di vulnerabilità proposte da Civita e riprese, quale metodologia di riferimento, dalla normativa regionale rappresentata dal D.P.G.R. dell'11-12-2006 n. 15/R con cui viene adottato il “*Regolamento Regionale recante: Disciplina delle aree di salvaguardia delle acque destinate al consumo umano (L.R. 29-12-2000 n. 61)*”.

Nota la classe di vulnerabilità delle risorse idriche in esame, sono state applicate le seguenti aree di salvaguardia:

- ZTA: Zona di Tutela Assoluta;
- ZR: Zona di Rispetto;
- ZP: Zona di Protezione.

Le indicazioni fornite da Civita sono state utilizzate come linee-guida per il dimensionamento delle aree di salvaguardia, tenendo comunque in considerazione le caratteristiche idrogeologiche locali.

I dati idrologici e catastali relativi alla sorgente in esame, nonché il dimensionamento delle aree di salvaguardia, sono raccolti e sintetizzati nella monografia relativa al punto di captazione (vedi capitolo 8).

Infine, sono stati censiti tutti i centri di pericolo compresi nel raggio di 1 km dalla sorgente captata,

riscontrando che in linea generale la risorsa idrica captata si trova in un contesto territoriale dotato di un grado di naturalità piuttosto alto (superfici prevalentemente boscate).

Benché, come detto, i risultati delle analisi chimiche e microbiologiche recentemente effettuate mostrano, per le acque della sorgente, valori ampiamente rientranti nei limiti di legge, si rileva che il pozzo perdente attualmente ubicato all'interno (mapp. 260) della Zona di Rispetto, così come è stata individuata nella presente indagine, vada allontanato.

La proposta d'intervento prevede, quindi, di allontanare il pozzo perdente dalla ZR, mediante collegamento con doppia tubazione a tenuta e di riposizionarlo entro il mapp. 264, così come indicato nell'elab. grafico Tav. 3, spostandolo di circa 30 m in direzione Est.

A conclusione di quanto fin qui riportato, si ricorda brevemente quanto previsto dalla normativa vigente per le fasce di rispetto elaborate nell'ambito di questo studio, così come previsto dagli articoli 4 e 6 del Regolamento Regionale n. 15/R.

Per la Zona di Tutela Assoluta (ZTA), l'art.4, comma 2 del D.P.G.R. dell'11-12-2006, recita: *“la zona di tutela assoluta è adeguatamente protetta da possibili infiltrazioni d'acqua dalla superficie e, salvo motivata deroga, recintata al fine di garantire l'integrità e l'efficienza delle relative opere”*.

Il bottino di presa è inserito in una struttura chiusa in c.a. addossata alla parete in sponda destra del Rio Varga; la porta d'accesso, in acciaio, presenta due finestre per il ricircolo dell'aria.

Esternamente alla struttura si nota, nella parte superiore del manufatto, un rivestimento in cls, realizzato con lo scopo di proteggere il bottino di presa da infiltrazioni delle acque meteoriche che, provenendo dai terreni situati a monte, ricchi di residui vegetali, che con la possibile presenza di acque superficiali, avrebbero potuto contaminare le acque della sorgente.

A tal proposito, tenuto conto delle particolari condizioni orografiche e topografiche dell'areale in cui risulta ubicata la sorgente in esame, si propone di non predisporre la recinzione della Zona di Tutela Assoluta, in quanto le opere di captazione delle acque sorgive sono già protette ed inaccessibili.

Nella Zona di Rispetto sono **vietate** tutte le attività di cui all'art. 6, del sopra citato Regolamento Regionale, ossia:

- a) dispersione di fanghi e acque reflue, anche se depurati;
- b) accumulo di concimi chimici, fertilizzanti o prodotti fitosanitari;
- c) spandimento di concimi chimici, fertilizzanti, o prodotti fitosanitari, salvo che l'impiego di tali sostanze sia effettuato sulla base delle indicazioni di uno specifico piano di utilizzazione dei fertilizzanti e dei fitosanitari di cui all'Allegato B;
- d) impiego per scopi non agricoli di mezzi di tipo chimico finalizzati al contenimento della vegetazione;
- e) scarichi di acque reflue anche se depurate, nonché dispersione nel sottosuolo di acque bianche provenienti da piazzali e strade;
- f) aree cimiteriali;
- g) apertura di cave;
- h) apertura di pozzi o realizzazione di altre perforazioni del suolo, ad eccezione di quelli finalizzati all'estrazione delle acque di cui all'art. 1, comma 1 (del Regolamento Regionale 15/R), e di quelli

finalizzati alla variazione di tale estrazione, nonché di piezometri ovvero di pozzi o altri strumenti di monitoraggio necessari per il controllo e la tutela delle risorse idriche;

- i) gestione rifiuti;
- j) stoccaggio di prodotti, ovvero sostanze chimiche pericolose e sostanze radioattive;
- k) centri di raccolta, demolizione e rottamazione di autoveicoli;
- l) pozzi perdenti e fosse imhoff o equivalenti sistemi di trattamento di acque reflue;
- m) pascolo e stabulazione di bestiame che ecceda i centosettanta chilogrammi per ettaro di azoto presente negli effluenti, al netto delle perdite;
- n) insediamento di attività industriali ed artigianali;
- o) cambiamento di destinazione d'uso degli insediamenti di cui al punto n) esistenti, salvo che il medesimo sia volto alla riduzione del livello di rischio.

Inoltre, nella Zona di Rispetto sono comunque **vietati**:

- a) la stabulazione del bestiame;
- b) lo stoccaggio di effluenti zootecnici, concimi chimici, fertilizzanti o prodotti fitosanitari;
- c) la realizzazione di fognature, pozzi neri a tenuta, impianti e strutture di depurazione di acque reflue, salvo che siano necessari per la messa in sicurezza di fabbricati non rilocalizzabili o per mitigare la situazione di rischio;
- d) la realizzazione di fabbricati a qualsiasi uso destinati, ad eccezione delle infrastrutture del servizio idrico integrato strettamente funzionali alla captazione idrica. Per i fabbricati esistenti alla data di presentazione della proposta di definizione delle aree di salvaguardia, regolarmente autorizzati a norma delle disposizioni urbanistiche ed edilizie, possono essere consentiti solo gli interventi edilizi di recupero conservativo che non comportino l'aumento delle unità immobiliari e gli interventi di adeguamento igienico-sanitario che non comportino nuovi allacciamenti;
- e) la realizzazione di opere viarie e ferroviarie, fatta eccezione per le piste ciclabili e la viabilità agro-silvo-pastorale, interpodereale e, ove non diversamente localizzabile, comunale;
- f) la realizzazione di infrastrutture di servizio che possano interferire, qualitativamente o quantitativamente, in modo diretto o indiretto, con il corpo idrico captato.

CLASSIFICAZIONE DELLE SORGENTI DI MEINZER

ORDINE DI GRANDEZZA	PORTATA
1°	10 m³/sec o più
2°	da 1 a 10 m³/sec
3°	da 0,1 a 1 m³/sec (da 100 a 1000 l/sec)
4°	da 10 a 100 dm³/sec
5°	da 1 a 10 dm³/sec
6°	da 0,1 a 1 dm³/sec (da 100 a 1000 cm³/sec)
7°	da 10 a 100 cm³/sec
8°	meno di 10 cm³/sec.