



Provincia di Savona

COMUNE DI BORGHETTO S.S.



Piano Urbanistico Comunale

Progetto definitivo

Il Sindaco
Santiago VACCA

Il Dirigente
geom. Luigi DE VINCENZI

estensori:



responsabile progettazione
arch. PierGiorgio CASTELLARI

arch. Paolo DI DONATO

piazza del Popolo 3/8, 17100 Savona
tel 019 804597 - fax 019 8486939
e-mail archet@archet.it

arch. Roberto SCHNECK

piazza Matteotti 9/6, 17031 Albenga
tel 0182 50276 - fax 0182 52515
e-mail schneck@libero.it

geol. Carlo CIVELLI

agr. Claudio MERLINI

avv. Andrea SACCONI

collaboratori:

Arch. jr Silvia PETRINI
Lorenzo ZACCARINI

oggetto: Allegato della descrizione fondativa (Art. 25 L.R. 04/09/97 n. 36)

Studio idrogeologico per la valutazione delle caratteristiche degli acquiferi e potenzialità delle risorse idriche sotterranee in riferimento alle captazioni di uso potabile nel territorio comunale

All. c

data 24 luglio 2009

cod.	004008	percorso file:	archivio su 'server\utente base\004-008-comune di Borghetto SS\definitiva\consegna\conscommitente\24-07-09\bo-allCdescfondativa-lug09	redatto	corretto	approvato
rev1	24-07-2009	motivo	consegna committente	Civelli	Civelli	
rev2		motivo				
rev3		motivo				

PREMESSA.

L'Amministrazione del Comune di Borghetto Santo Spirito ha commissionato il presente studio idrogeologico riguardante la tipologia e le modalità di sfruttamento delle risorse idriche captate nell'ambito del territorio comunale al fine di poter riunire dati il più possibile aggiornati sia sull'utilizzo che sulla disponibilità di tali risorse in modo da pervenire ad un quadro conoscitivo che permetta una corretta gestione delle captazioni in uso da parte dell'Acquedotto Comunale.

Il presente studio si avvale delle seguenti fonti:

- Cartografie geologiche ed idrogeologiche provenienti dagli studi per la redazione del Piano di Bacino del T. Varatella e dalla descrizione fondativa del Piano Urbanistico Comunale;
- Dati forniti dall'Ufficio Acquedotto Comunale riguardanti l'ubicazione dei pozzi e ove presenti le relative stratigrafie, livelli idrici e profondità;
- Dati forniti dall'Ufficio Acquedotto Comunale riguardanti prelievi annui e mensili;
- Dati forniti dall'Ufficio Acquedotto del Comune di Boissano e del Comune di Loano riguardanti prelievi medi annui da captazioni ubicate nella piana alluvionale del T. Varatella;
- Dati, analisi e considerazioni contenute nel "Piano Provinciale per il superamento di situazioni di Emergenza Idrica" redatto dalla Provincia di Savona – anno 2003.
- Dati, analisi e considerazioni contenute nel "Piano d'Ambito Provinciale in materia di organizzazione del servizio idrico integrato" redatto da A.T.O. Savonese – Autorità d'Ambito per la gestione del Servizio idrico integrato – anno 2003;
- Dati pluviometrici forniti dal Settore climatologico del CMIRL – ARPAL
- Dati pluviometrici provenienti dall'APAT (Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per servizi Tecnici ora ISPRA)

CARATTERISTICHE GEOLOGICHE DEL TERRITORIO COMUNALE E SCHEMA GEOLOGICO DEI BACINI DEL TORRENTE VARATELLA E DEL RIO CASAZZA/CASTELLARO.

I pozzi utilizzati dal Comune di Borghetto Santo Spirito sono tutti ubicati all'interno del territorio comunale, per cui rivestono massima importanza le caratteristiche geologiche stratigrafiche e tettoniche del medesimo.

Tuttavia riveste importanza per la circolazione idrica superficiale e sotterranea anche il generale bacino di alimentazione che nel caso degli acquiferi captati dal Comune di Borghetto può essere identificato con il Bacino idrografico del torrente Varatella e del rio Casazza/Castellaro.

Qui di seguito verranno presentate le caratteristiche geologiche generali di detti bacini e più in dettaglio quelle del territorio comunale

BACINO TORRENTE VARATELLA

Il bacino è caratterizzato geologicamente da un'alta percentuale di affioramenti rocciosi, la litologia dominante è rappresentata da rocce calcareo-dolomitiche, che costituiscono il substrato di quasi il 65 % della superficie del bacino, ad esse sono subordinati litotipi quarzitici e rocce scistose (calcari scistosi scisti quarzosericitici). La parte bassa del bacino è caratterizzata dalla prevalenza di depositi alluvionali.

Le litologie presenti sono:

CONGLOMERATI DI MONTE VILLA (Pliocene sup.? – medio?): sono conglomerati più o meno cementati, legati in superficie da una matrice argillosa rossastra.

FORMAZIONE DI CAPRAUNA (Eocene – Cretacico sup.): si tratta per lo più di scisti calcarei affioranti nella parte occidentale del Bacino. Compiono nelle serie stratigrafiche brianzonesi ed in quella di Case Tuberto.

CALCARI DI VAL TANARELLO (Malm): sono calcari chiari ben stratificati che affiorano soprattutto nella parte centro-occidentale del bacino. Compiono nelle serie brianzonesi.

CALCARI DI ROCCA LIVERNA' (Lias): si tratta di calcari grigi stratificati con locali intercalazioni di microbrecce, affiorano nella parte sud-occidentale del bacino. Compaiono nella serie del Castellermo (unità Arnasco-Castelbianco).

CALCARI DI VERAVERO (Retico): sono calcari grigio scuri che affiorano limitatamente, nella parte sud-occidentale del bacino. Serie stratigrafica del Castellermo (unità Arnasco-Castelbianco).

DOLOMIE DI MONTE ARENA (Norico): si tratta di dolomie cristalline chiare, affioranti nella parte sud-occidentale del bacino. Serie stratigrafica del Castellermo (unità Arnasco-Castelbianco).

FORMAZIONE DI ROCCA PRIONE (Carnico?): si tratta per lo più di brecce dolomitiche vacuolari, con intercalazioni di calcari stratificati. Affiorano nella parte occidentale del bacino. Compaiono nella serie di Case Tuberto.

DOLOMIE DI SAN PIETRO DEI MONTI (Ladinico-Anisico): sono dolomie più o meno calcaree, grigie, con presenza di brecce intraformazionali. Occupano gran parte del bacino, e costituiscono quasi totalmente la parte nord-orientale. Compaiono nelle serie brianzonesi ed affini.

QUARZITI DI PONTE DI NAVA (Scitico): sono quarziti di vari colori, ma per lo più biancastre, diffuse lungo tutto il bacino. Compaiono nelle serie brianzonesi ed affini.

FORMAZIONE DI MONTE PIANOSA (Scitico?- Permico sup.): si tratta per lo più di quarziti conglomeratiche con intercalazioni scistose. Affiorano limitatamente nella parte sud-orientale ed in quella nord-occidentale del bacino. Compaiono nelle serie brianzonesi ed affini.

MIGMATITI DI NUCETTO (Permico medio?): migmatiti affioranti molto limitatamente nella parte nord del bacino, dove sono praticamente indistinguibili dagli gneiss. Serie brianzonesi.

PORFIROIDI DEL MELOGNO (Permico medio? – Carbonifero sup.): si tratta di porfiroidi a grana minuta, affiorano limitatamente nella parte nord-orientale del bacino. Serie brianzonesi.

SCISTI DI GORRA (Permico medio? – Carbonifero sup.): si tratta di quarzoscisti e scisti quarzosericitici che affiorano in tutto il bacino, specie nella parte orientale (Boissano). Compaiono nelle serie brianzonesi.

GNEISS DI ALBISOLA (ant. Carbonifero medio); si tratta di gneiss scuri a grana variabile. Affiorano nella parte nord del bacino (Massiccio di Calizzano-Bardineto) ed in quella orientale (Massiccio di Loano). Serie brianzonesi.

I depositi quaternari sono costituiti da sedimenti alluvionali da antichi a recenti, distribuiti in vari ordini di terrazzi, non ben distinguibili, e da depositi mobili attuali, fluviali e di spiaggia.

Sui versanti sono ampiamente diffuse le coperture detritiche, di natura sia eluviale che colluviale.

BACINO RIO CASAZZA

Il bacino è caratterizzato geologicamente da una buona percentuale di affioramento e dalla presenza di un limitato numero di litologie.

Tutta la parte alta del bacino è caratterizzata da substrato roccioso (quarziti, gneiss, dolomie), la parte media da alluvioni antiche ghiaiose alterate in matrice coesiva, la fascia di piana costiera da sedimenti limo-sabbiosi.

Le formazioni affioranti appartengono principalmente al Dominio Brianzone.

Nella Zona Brianzone sono presenti litologie appartenenti al Basamento precarbonifero superiore (Gneiss di Albisola), alle Formazioni sedimentarie e vulcaniche del Tegumento permo-carbonifero (Formazione di Monte Pianosa), alla Copertura meso-cenozoica (Quarziti di Ponte di Nava, Calcari di Val Tanarello).

La trasgressione marina di età pliocenica è rappresentata dalle Argille di Ortovero, presenti nel bacino con un affioramento assai ridotto arealmente, ma significativo dal punto di vista geomorfologico e paleogeografico.

TETTONICA ED ASSETTO STRUTTURALE (Tavola – carta geologico strutturale bacino torrente Varatella-Rio Casazza)

Il bacino del torrente Varatella-río Casazza, come del resto tutto il settore centrale delle Alpi Liguri risulta costituito da un edificio a falde sovrapposte, costituito dai sovrascorrimenti, durante l'orogenesi alpina, di differenti unità tettoniche l'una sull'altra.

In questo settore la successione delle unità tettoniche è a partire dal basso la seguente: unità brianzone di Monte Carmo (settore centro-settentrionale del bacino), a cui è sovrapposta tettonicamente l'unità brianzone di Castelvechio-Cerisola, che risulta a tratti ricoperta da lembi dell'unità di Case Volte, entrambe le unità sono a loro volta ricoperte da due unità di pertinenza paleogeografica piemontese (settore meridionale del bacino), in posizione inferiore quella di Case Tuberto e tettonicamente sovrapposta quella di Arnasco-Castelbianco; da aggiungere al quadro già complesso la presenza di lembi discontinui dell'unità del massiccio

di Calizzano e Boissano costituite da terreni del basamento cristallino (settore su-orientale del bacino).

Alla fine dell'Eocene l'edificio delle Alpi liguri è ormai costituito nelle sue linee essenziali e sostanzialmente emerso.

Pur attraverso pause ed anche temporanee e locali inversioni di tendenza, esso continuerà nel complesso a sollevarsi fino ai nostri giorni, senza più essere ricoperto integralmente dal mare, ma costituendo invece un'area di alimentazione per gli ingenti volumi dei depositi post-eocenici.

Benché di gran lunga inferiore a quella precedente, l'attività tettonica persiste ed è sufficiente a produrre nel substrato i piegamenti delle "fasi tardive"; essa è inoltre documentata dai caratteri e dalla distribuzione dei sedimenti oligo-mio-pliocenici. Nel corso del pliocene e del Quaternario si sono a più riprese verificati dei movimenti tettonici, in prevalenza a componente verticale, che, oltre a determinare nuovi lineamenti morfologici, come scarpate di faglia, deformazione di preesistenti superfici, ecc., hanno spesso provocato sia fenomeni subsidenza sia modifiche all'assetto dell'idrografia e delle linee di costa.

Di seguito carta geologico strutturale bacino torrente Varatella-Rio Casazza (fonti carta geologica dei PdB torrente Varatella e Torrente Nimbalto – Geologia delle Alpi Liguri: dati problemi ipotesi_ Vanissi et Alii _Mem. Soc. Geol. It. 1984 – Carta Geologica della Liguria_ Gianmarino Giglia Capponi Crispini Piazza_ Dip.Te.Ris UniGe 2002)

TERRITORIO COMUNALE (Tavola – carta geologica territorio Comunale)

Lineamenti geologici generali

Il Territorio del Comune di Borghetto Santo Spirito è caratterizzato geologicamente da una elevata presenza di depositi plio-quadernari terrazzati e non, che costituiscono una piana alluvionale e costiera che, anche se non paragonabile a quella del fiume Centa, presenta comunque una ragguardevole estensione.

Gli affioramenti rocciosi caratterizzano tutte le porzioni di territorio di media ed elevata pendenza, la litologia dominante è rappresentata da rocce calcareo-dolomitiche, ad esse sono subordinati litotipi quarziti.

L'assetto geologico del territorio del Comune di Borghetto Santo Spirito, come del resto tutto il settore centrale delle Alpi Liguri risulta costituito da un edificio a falde sovrapposte, formato dai sovrascorrimenti, durante l'orogenesi alpina, di differenti unità tettoniche l'una sull'altra.

In questo areale sono riconoscibili due principali unità tettoniche riconducibili nell'ambito dell'edificio a falde alpino al dominio paleogeografico Prepiemontese.

L'unità di **Case Tuberto**, che risulta tettonicamente sovrapposta alle unità Brianzoni e sottoposta all'unità Prepiemontese di Arnasco-Castelbianco, è costituita da una successione di terreni che parte dal Permiano fino al Cretaceo/Eocene. Nel territorio del comune di Borghetto i litotipi appartenenti all'unità delimitano a sud e a nord la piana del torrente Varatella.

I litotipi più antichi sono costituiti da conglomerati quarziti e quarziti appartenenti alla "Formazione di Monte Pianosa" ed alle "Quarziti di Ponte di Nava", che affiorano a nord della piana lungo il Monte Castellaro, i terreni più recenti costituiti da dolomie e calcari dolomitici affiorano a sud della piana e sono rappresentati dalla formazione delle Dolomie di San Pietro dei Monti" e dalla "Formazione di Rocca Prione".

Sovrapposta alla precedente è l'unità di **Arnasco-Castelbianco** che è costituita da una successione di terreni di età compresa tra il Trias e l'Eocene. I litotipi appartenenti a questa

unità affiorano lungo la porzione di territorio meridionale confinante con il comune di Ceriale e sono costituiti da rocce calcareo-dolomitiche appartenenti alle seguenti formazioni (a partire dalla più antica): Dolomie di Monte Arena”, “Calcari di Veravo” e “Calcari di Rocca Livernà”.

Litostratigrafia

Le formazioni affioranti nell’ambito del territorio del Comune di Borghetto Santo Spirito sono qui di seguito descritte così come riportate sulla legenda della carta geologica, dalla più recente alla più antica.

ALLUVIONI ATTUALI: sono depositi sedimentari mobili presenti nell’alveo attivo dei corsi d’acqua, specie del torrente Varatella, e nelle spiagge. Sono costituiti da ciottoli, ghiaie e sabbie sciolte per quanto riguarda i depositi fluviali, da sabbie e ghiaie fini per quanto riguarda i depositi di spiaggia.

ALLUVIONI RECENTI (*Olocene*): si tratta di depositi alluvionali in genere non terrazzati costituiti per lo più da sabbie e ghiaie poco alterate con presenza di lenti maggiormente limose. Questi depositi formano l’area di pianura franca intorno al corso del torrente Varatella e del rio Casazza e la piana costiera.

ALLUVIONI ANTICHE (*Pleistocene*): si tratta di depositi alluvionali in parte terrazzati costituiti generalmente da ciottoli, ghiaie e sabbie inglobati in una matrice di alterazione limo-argillosa. Questi depositi costituiscono i terrazzi alluvionali più distanti dall’alveo del Varatella e la parte medio-alta del bacino dei rio Casazza/Castellaro. Sotto questa dicitura sono inglobati i depositi ascrivibili al *fluviale recente ligure* e *fluviale medio ligure* della Carta Geologica d’Italia.

CONGLOMERATI DI MONTE VILLA (*Pliocene sup? – medio?*) conglomerati più o meno cementati, legati in superficie da una matrice argillosa rossastra, affioranti in un piccolo settore ai margini della piana alluvionale alla destra orografica del torrente Varatella.

CALCARI DI ROCCA LIVERNA’ (*Lias*): si tratta di calcari grigi stratificati con locali intercalazioni di microbrecce; la formazione appartiene all’ unità tettonica Arnasco-Castelbianco.

Questa formazione rappresenta il substrato roccioso maggiormente esteso nell'ambito del territorio comunale. Gli affioramenti occupano il settore meridionale del territorio e si estendono lungo la dorsale a confine con il comune di Ceriale, da Capo Santo Spirito fino al Monte Sopra Toirano.

CALCARI DI VERA VO (*Retico*): sono calcari grigio scuri talora scistosi che affiorano limitatamente nella parte sud-occidentale del territorio comunale. La formazione appartiene all'unità tettonica Arnasco-Castelbianco

DOLOMIE DI MONTE ARENA (*Norico*): si tratta di dolomie cristalline chiare a grana grossa, stratificate in banchi di buon spessore. Affiorano limitatamente nella parte sud-occidentale del territorio comunale lungo il rio delle Conche. La formazione appartiene all'unità tettonica Arnasco-Castelbianco

FORMAZIONE DI ROCCA PRIONE (*Carnico?*): si tratta per lo più di brecce dolomitiche vacuolari a matrice pelitica, con intercalazioni di calcari stratificati. Affiorano nella parte meridionale del territorio e costituiscono nell'areale il tetto dell'unità tettonica di Case Tuberto; Si presentano in contatto tettonico (sovrascorrimento) con le formazioni soprastanti appartenenti all'unità tettonica Arnasco-Castelbianco.

DOLOMIE DI SAN PIETRO DEI MONTI (*Ladinico-Anisico*): sono dolomie più o meno calcaree, grigie, con presenza di brecce intraformazionali ed alternanze di calcari dolomitici. La formazione appartiene all'unità tettonica di Case Tuberto. Gli affioramenti occupano un vasto areale posizionato nel settore sud-occidentale del territorio, a partire dal margine meridionale della piana alluvionale.

QUARZITI DI PONTE DI NAVA (*Scitico*): sono quarziti di vari colori, ma per lo più biancastre, in strati e banchi, talvolta scistose; la formazione appartiene all'unità tettonica di Case Tuberto. Gli affioramenti sono circoscritti ad un limitato settore al margine nord della piana alluvionale

FORMAZIONE DI MONTE PIANOSA (*Scitico?- Permico sup.*): si tratta per lo più di quarziti conglomeratiche e conglomerati con elementi di variabile pezzatura costituiti per lo più da quarzo bianco e più raramente da feldspato e rioclitici violacee, sono presenti intercalazioni scistose di vari colori. La formazione appartiene all'unità tettonica di Case Tuberto di cui costituisce la base. Affiorano nella parte nord-orientale del territorio comunale, in particolare lungo le pendici del Monte Castellaro.

Sui versanti sono presenti anche se non ampiamente diffuse le coperture detritiche, di natura

sia eluviale che colluviale.

Di seguito carta geologica del territorio Comunale (fonte P.U.C. progetto definitivo).

CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE DEL TERRITORIO COMUNALE E CARTA DELLA PERMEABILITA'.

PERMEABILITA' DEI TERRENI (Tavola – carta permeabilità territorio Comunale)

I terreni di substrato del territorio del Comune di Borghetto S. Spirito sono stati suddivisi secondo la tipologia di permeabilità; non sono stati riscontrati in superficie terreni eminentemente semipermeabili od impermeabili, per quanto in profondità, specie nei terreni alluvionali possano essere rinvenuti livelli limoargillosi di scarsa permeabilità.

TERRENI PERMEABILI PER FRATTURAZIONE.

Questi terreni sono costituiti dalle rocce di tipo quarzítico e dai conglomerati Pliocenici i quali sono in realtà in parte permeabili anche per porosità, laddove la cementazione risulta scarsa. In questi terreni la falda acquifera risulta in genere profonda e la circolazione idrica sotterranea avviene lungo le discontinuità del substrato roccioso. Questo tipo di acquifero a circolazione lenta risulta poco vulnerabile.

TERRENI PERMEABILI PER FESSURAZIONE E CARSISMO

Questi terreni sono costituiti dalle rocce calcareo-dolomitiche estese a tutti versanti meridionali del territorio. Come avviene per i litotipi quarzíticos la falda acquifera è in genere posizionata in profondità e la circolazione idrica sotterranea avviene lungo le discontinuità dell'ammasso roccioso. Tuttavia i fenomeni di dissoluzione carsica operati dalle acque sulle rocce calcaree ampliano notevolmente i vuoti fra le discontinuità per cui la circolazione idrica

sotterranee risulta più veloce e conseguentemente risulta maggiore la vulnerabilità dell'acquifero.

TERRENI PERMEABILI PER POROSITA'

A questa categoria appartengono tutti i terreni alluvionali che presentano isotropia rispetto alla circolazione delle acque che avviene attraverso i vuoti presenti tra i granuli costituenti il terreno. Conseguentemente maggiore è la granulometria del terreno maggiore è la permeabilità.

I terreni alluvionali sciolti (attuali o recenti) costituiti in genere da sabbie e ghiaie presentano buona permeabilità; i terreni alluvionali antichi in cui è presente una matrice fine di alterazione (limi e argille) risultano di media permeabilità. In profondità nell'ambito dei terreni alluvionali possono essere rinvenuti livelli argillosi scarsamente permeabili. La falda acquifera freatica è in genere ubicata ad esigua profondità, ma risulta estremamente vulnerabile alle attività inquinanti di superficie; acquiferi maggiormente protetti sono rinvenibili a profondità maggiori.

Di seguito carta permeabilità del territorio Comunale (fonte base P.U.C. progetto definitivo).

UNITA' IDROGEOLOGICHE ED ACQUIFERI (Tavola - carta unità idrogeologiche interessanti gli acquiferi presenti nel territorio comunale)

Dalla diversa permeabilità del substrato caratterizzante il territorio comunale dipendono strettamente le tipologie di acquifero. Di conseguenza pur essendo molteplici gli acquiferi, dipendenti anche dalle locali situazioni stratigrafiche e tettoniche, in linea generale possiamo individuare nell'ambito del territorio comunale fondamentalmente tre tipologie di acquifero dipendenti dai diversi tipi di permeabilità prima illustrati.

Per quanto concerne invece le unità idrogeologiche esse non dipendono solo dal tipo di permeabilità, ma anche dal bacino di alimentazione che risulta dipendente non solo dalla topografia ma anche dalle condizioni geologico-strutturali.

In particolare il territorio comunale è interessato da diverse unità idrogeologiche che estendono i loro confini (e quindi il loro bacino di alimentazione) ben al di là dei limiti amministrativi comunali.

UNITA' IDROGEOLOGICA COSTITUITA DA ACQUIFERI IN DEPOSITI ALLUVIONALI

L'unità idrogeologica fa capo ai depositi sedimentari costituenti la piana del torrente Varatella – rio Casazza – e piana costiera.

Questi depositi sono in genere caratterizzati da granulometrie grossolane (sabbie e ghiaie) che andando in profondità presentano una matrice di alterazione limosa e livelli discontinui e di spessore in genere esiguo di depositi argillosi. La permeabilità nei livelli grossolani è buona (per porosità).

Questi terreni ospitano una falda freatica superficiale, e localmente falde più profonde separate da discontinui livelli impermeabili (argille) o poco permeabili (terreni a matrice limo-argillosa).

Dai dati ricavabili dalle stratigrafie di pozzi e sondaggi effettuati nel tempo, lo spessore medio dei terreni alluvionali nel complesso costituenti l'unità idrogeologica può essere considerato intorno ai 20 m.

Questa unità che chiameremo di seguito **Unità Idrogeologica alluvionale** riveste enorme importanza per quanto riguarda gli approvvigionamenti idrici in quanto quasi la totalità dei pozzi presenti sul territorio pesca per lo meno parzialmente da acquiferi appartenenti a questa Unità idrogeologica.

L'estensione superficiale dell'unità idrogeologica costituita dai terreni alluvionali alimentati superficialmente dai bacini del torrente Varatella e del rio Casazza è di circa 4,35 kmq.

UNITA' IDROGEOLOGICHE COSTITUITE DA ACQUIFERI IN ROCCE CALCAREE DOLOMITICHE

Sono successioni di dolomie e calcari interessati da intensa fratturazione e da fenomeni di carsismo superficiali e profondi che conferiscono al complesso una permeabilità da media ad elevata. La presenza di un'importante falda di base è testimoniata da scaturigini che vengono a giorno intercettate da scavi (Anni '70 galleria autostradale M. Piccaro) o in corrispondenza di limiti di permeabilità o incisioni topografiche (esempio sorgenti sommerse falesia di Capo santo Spirito).

Con riferimento alle unità idrogeologiche di interesse per il territorio comunali sono distinguibili due diverse unità entrambe localizzate sui versanti meridionali delimitanti la piana alluvionale.

Una prima unità idrogeologica costituita da rocce carbonatiche appartenenti all'unità tettonica di Case Tuberto che superficialmente occupa la base dei versanti meridionali; Questa unità che chiameremo di seguito **Unità Idrogeologica Carbonatica Uno** riveste enorme importanza per l'alimentazione e la circolazione delle acque sotterranee in quanto si estende al di sotto della piana alluvionale del torrente Varatella in continuità con sottostanti (in termini stratigrafici) ed adiacenti (in termini spaziali) rocce quarzitiche sempre appartenenti alla stessa

unità tettonica (ma a diversa unità idrogeologica viste le differenti modalità di circolazione sotterranea e tipologia di acquifero).

Questa unità contribuisce quindi sia all'alimentazione del materasso alluvionale soprastante oltre ad essere direttamente captata o captabile nei suoi acquiferi più superficiali dai pozzi presenti lungo la piana del torrente Varatella in particolare in sponda destra. L'estensione superficiale dell'unità idrogeologica è di circa 2,66 kmq sui versanti; come già evidenziato il substrato calcareo dolomitico si estende al di sotto del materasso alluvionale della piana del torrente Varatella occupando il settore sud-occidentale probabilmente fino a circa l'asse mediano (in direzione monte-valle) della piana.

Una seconda unità idrogeologica è costituita da rocce carbonatiche appartenenti all'unità tettonica di Arnasco-Castelbianco che occupa la parte sommitale dei versanti che a meridione delimitano la piana alluvionale.

Questa unità che chiameremo di seguito **Unità Idrogeologica Carbonatica Due** riveste minor importanza della precedente, in quanto risultando le rocce costituenti gli acquiferi sovrapposte tettonicamente alla precedente unità, non ha contatti diretti con il materasso alluvionale se non in un limitato tratto all'estremo sud-est della piana. Inoltre vista sia la posizione tettonica delle rocce ospitanti sia la generale direzione di immersione degli strati è probabile che parte delle acque circolanti all'interno dell'unità idrogeologica siano indirizzate verso sud piuttosto che verso la piana del torrente Varatella in cui sono ubicate le principali captazioni.

Globalmente la porzione di unità idrogeologica di interesse per le captazioni presenti lungo il territorio comunale occupa una superficie di circa 5,6 kmq; tuttavia dalle considerazioni di cui sopra la parte di effettivo interesse per la contribuzione alle risorse idriche captabili nel territorio comunale è stimabile in 2,52 kmq.

UNITA' IDROGEOLOGICA COSTITUITA DA ACQUIFERI IN ROCCE QUARZITICHE

Unità idrogeologica costituita da conglomerati quarzoso-arenacei poligenici spesso associati a quarziti e scisti quarzosi appartenenti all'unità tettonica di Case Tuberto che superficialmente occupa la base dei versanti settentrionali delimitanti la piana.

Questa unità che chiameremo di seguito **Unità Idrogeologica Quarzitica** è caratterizzata da acquiferi con una permeabilità medio-bassa per fratturazione. In ogni caso la fratturazione e l'alterazione della coltre superficiale consentono una circolazione idrica superficiale con acquifero freatico anche di un certo rilievo anche se strettamente dipendente dai fenomeni pluviometrici.

Questa unità riveste una discreta importanza per l'alimentazione e la circolazione delle acque sotterranee in quanto si estende al di sotto della piana alluvionale del torrente Varatella in continuità con soprastanti (in termini stratigrafici) ed adiacenti (in termini spaziali) rocce carbonatiche sempre appartenenti alla stessa unità tettonica (ma a diversa unità idrogeologica viste le differenti modalità di circolazione sotterranea e tipologia di acquifero).

Questa unità contribuisce quindi sia all'alimentazione del materasso alluvionale soprastante oltre ad essere direttamente captata o captabile nei suoi acquiferi più superficiali dai pozzi presenti lungo la piana del torrente Varatella in particolare in sponda sinistra. L'estensione superficiale dell'unità idrogeologica è di circa 0,74 kmq sui versanti; come già evidenziato il substrato quarzitico si estende al di sotto del materasso alluvionale della piana del torrente Varatella occupando il settore sud-orientale probabilmente fino a circa l'asse mediano (in direzione monte-valle) della piana.

ALTRE UNITA' IDROGEOLOGICHE

Nell'ambito del Bacino de torrente Varatella e rio Casazza vi sono altre unità idrogeologiche che presumibilmente danno un contributo all'alimentazione delle falde captabili nel territorio comunale:

- Una unità idrogeologica costituita da acquiferi in rocce non esclusivamente ma prevalentemente carbonatiche che fa capo all'unità tettonica del Monte Carmo, che occupa la

porzione centrale e nord-occidentale del bacino del torrente Varatella con una notevole estensione (circa 16 kmq).

Questa unità dal punto di vista tettonico e stratigrafico è posta alla base delle precedenti descritte e quindi estesa al di sotto di queste anche lungo il territorio comunale.

Al fine del presente studio si è considerato un contributo ridotto (il 25% dell'estensione nel bacino idrografico) da parte di questa unità idrogeologica alle falde captate lungo il territorio comunale; questa penalizzazione, estremamente prudentiale nella valutazione degli apporti, consegue dalle seguenti considerazioni: l'Unità idrogeologica M. Carmo alimenta captazioni che per quanto modeste (3-400.000mc anno) non sono considerate nel presente studio in quanto ubicate consistentemente a monte del territorio del comune di Borghetto S. Spirito (sorgenti comune di Boissano, pozzi e sorgenti nel comune di Toirano), l'unità Idrogeologica contribuisce generalmente solo in maniera indiretta all'alimentazione delle falde captate lungo il territorio comunale, mentre l'alimentazione diretta è ipotizzata per il solo pozzo Roba.

- Una unità idrogeologica costituita da limitati acquiferi superficiali in rocce scistose semipermeabili che fa capo ad un lembo dell'unità tettonica di Case Volte, che occupa all'incirca la parte sommitale dei Bacini del rio Taramburle e Marmoraire (affluenti in sponda sinistra del torrente Varatella) con estensione di circa 1,4 kmq.

- Una unità idrogeologica costituita da limitati acquiferi in rocce cristalline metamorfiche (prevalentemente gneiss) poco permeabili per fratturazione che fa capo al Massiccio cristallino di Boissano, che occupa all'incirca la parte sommitale dei bacini del rio Casazza con estensione di circa 1,45 kmq.

Tuttavia l'effettivo apporto di queste unità diventa non facilmente quantificabile sia per il tipo di acquifero, che per la permeabilità che per la posizione geografica e geologico-strutturale. Per cui nel seguito per una valutazione “**prudente**” delle risorse idriche disponibili nel territorio comunale gli apporti di queste unità idrogeologiche non vengono considerati.

**SCHEMA RIEPILOGATIVO DELLE UNITA' IDROGEOLOGICHE DI
IMPORTANZA PER LE RISORSE IDRICHE CAPTABILI NEL
TERRITORIO COMUNALE**

Unità idrogeologiche	Estensione superficiale in kmq
UNITA' IDROGEOLOGICA ALLUVIONALE	4,35
UNITA' IDROGEOLOGICA CARBONATICA UNO	2,66
UNITA' IDROGEOLOGICA CARBONATICA DUE	2,52
UNITA' IDROGEOLOGICA QUARZITICA	0,74
UNITA' IDROGEOLOGICA M. CARMO	4,0

**SCHEMA GENERALE CIRCOLAZIONE IDRICA SOTTERRANEA
(Tavola – schema circolazione idrica sotterranea)**

Come descritto nei paragrafi precedenti diverse unità idrogeologiche contribuiscono alle risorse idriche sotterranee captabili lungo il territorio comunale.

Ogni unità idrogeologica in dipendenza delle caratteristiche di permeabilità, delle

caratteristiche geologiche e geomorfologiche presenta proprie caratteristiche di circolazione delle acque sotterranee al proprio interno e in rapporto alle unità idrogeologiche adiacenti.

Per semplicità nel seguito viene schematizzata la circolazione idrica sotterranea generale secondo le due direzioni più significative, ovvero lungo l'asse longitudinale monte-valle della piana alluvionale e lungo l'asse trasversale a questa. (vedi Tavola seguente)

DIREZIONE LUNGO L'ASSE LONGITUDINALE DELLA PIANA ALLUVIONALE.

Questa direzione di circolazione in direzione est-ovest caratterizza tutti gli acquiferi delle diverse unità idrogeologiche.

Per quanto riguarda i depositi sedimentari costituenti l'unità idrogeologica Alluvionale la circolazione idrica sotterranea sviluppandosi in un mezzo permeabile per porosità (e quindi fondamentalmente isotropo) non dipende da direzioni predefinite dipendenti dalle condizioni strutturali ma essenzialmente dal gradiente idraulico monte-valle; esistono comunque all'interno dell'unità livelli impermeabili o poco permeabili legati alla presenza di sedimenti argillosi che fungono da barriera alla circolazione idrica sotterranea separando gli acquiferi produttivi in maniera in genere piuttosto discontinua.

Nelle falde più profonde caratterizzate dal mezzo completamente saturo la circolazione idrica sotterranea avrà un cinematismo lento e poco dipendente dagli eventi meteorici stagionali; nella falda superficiale freatica o di subalveo la circolazione delle acque sotterranee avrà maggiore velocità e sarà fortemente influenzata dal regime stagionale dei deflussi nei corsi d'acqua e degli eventi meteorici.

Per cui la circolazione idrica assume direzione est-ovest seguendo la direzione di scorrimento superficiale dei corsi d'acqua principali (torrente Varatella, rio Casazza).

La medesima direzione di flusso interessa, anche se in misura minore, le unità idrogeologiche con acquiferi permeabili per fratturazione e/o carsismo. In queste unità la circolazione delle acque sotterranee avviene lungo superfici di frattura e soprattutto di strato essendo quindi fortemente influenzata dall'assetto strutturale dell'ammasso roccioso. La circolazione idrica con direzione asse longitudinale della piana sarà comunque maggiore per quanto concerne l'Unità Idrogeologica Carbonatica M. Carmo rispetto all'unità idrogeologica Carbonatica

Uno” e ancor più rispetto all’”unità idrogeologica Quarzitica”, sia per la maggior estensione a monte dell’unità idrogeologica M. Carmo sia per la permeabilità più rilevante nelle unità carbonatiche grazie ai fenomeni di dissoluzione carsica rispetto all’unità quarzitica in cui la permeabilità dei terreni risulta minore e in genere decresce con la profondità.

DIREZIONE TRASVERSALE ALLA PIANA ALLUVIONALE.

Se si prende una sezione trasversale alla piana alluvionale partendo dalla dorsale M. Picaro-M. Croce incontriamo l’”Unità idrogeologica Carbonatica Due” con circolazione idrica in parte verso il basso e verso nord ad alimentare la sottostante “unità Carbonatica Uno” ed in parte verso sud seguendo le superfici di strato.

Sottostante troviamo l’”unità Carbonatica Uno” con direzione di circolazione verso il basso seguendo le superfici di strato e verso nord seguendo faglie e fratture ad alimentare l’adiacente “unità Alluvionale”.

La piana alluvionale del torrente Varatella caratterizzata dagli acquiferi permeabili per porosità già sopra trattati si interpone tra l’”unità Carbonatica Uno” e l’”unità Quarzitica”. Quest’unità è caratterizzata da circolazione idrica sotterranea diffusa specie nei livelli più superficiale lungo superfici di strato e frattura. Le superfici di strato si dispongono a franapoggio (ovvero nella stessa direzione della pendenza del versante) sia a sud che a nord della dorsale di M. Castellaro. Per cui la direzione di circolazione delle acque meteoriche di infiltrazione sarà a sud della dorsale verso il basso e verso sud ad alimentare i sedimenti della piana alluvionale del torrente Varatella, e a nord della dorsale di M. Castellaro verso il basso e verso nord ad alimentare i sedimenti della piana alluvionale del torrente Casazza-Castellaro.

CAPTAZIONI DI INTERESSE PER L'APPROVVIGIONAMENTO IDRICO COMUNALE (Tavola – ubicazione pozzi)

Le captazioni che rivestono interesse nel presente studio sono quelle facenti capo ad acquedotti comunali. Questo sia per la maggior importanza intrinseca della risorsa idrica destinata al consumo umano, sia perché quantitativamente la quasi totalità dei prelievi idrici è effettuata per tali finalità. Esistono nel territorio d'interesse per il presente studio captazioni ad uso privato, generalmente irriguo, spesso dismesse o prive di regolare concessione, che comunque sono quantitativamente influenti rispetto ai prelievi effettuati dagli acquedotti pubblici.

Le captazioni per approvvigionamento idrico sono rappresentate esclusivamente da pozzi. La quasi totalità dei pozzi è ubicata lungo la piana alluvionale del torrente Varatella, uno lungo la dorsale che separa il bacino del torrente Varatella da quello del rio Casazza_Castellaro, uno lungo la piana costiera che raccorda la piana alluvionale del torrente Varatella a quella del rio Casazza.

La maggior parte delle captazioni serve l'acquedotto del Comune di Borghetto S. Spirito, in misura minore l'acquedotto del Comune di Loano e l'acquedotto del Comune di Boissano.

Nel dettaglio nell'areale d'interesse idrogeologico per questo studio sono presenti:

- 14 pozzi appartenenti all'acquedotto del Comune di Borghetto S. Spirito denominati: pozzo 18- pozzo 17- pozzo 16 (non in uso)- pozzo 15 in Località Loree, pozzo Roba, pozzo 9- pozzo 7- pozzo 5 in Località Grascee, pozzo 12, pozzo 1, pozzo 2, pozzo 3 (non in uso), pozzo Canale (in fase di riattivazione), pozzo Reale
- 1 campo pozzi appartenente all'acquedotto del Comune di Loano
- 1 pozzo appartenente all'acquedotto del Comune di Boissano

Di seguito tavola con ubicazione pozzi comunali.

POZZI IN SPONDA SINISTRA DEL TORRENTE VARATELLA AREA S.L.A.

POZZO 1

L'impianto di captazione è ubicato lungo la piana alluvionale del torrente Varatella ad una quota di circa 7 m s.l.m.

L'area è posta alla sinistra orografica del torrente Varatella, in posizione pressoché equidistante tra la base del versante, che culmina con il Monte Castellaro, costituito da rocce di tipo quarzítico, e la sponda del torrente Varatella; la distanza dal corso d'acqua è di circa 150 metri, la distanza dalla linea di costa è di circa 825 m.

L'intera area è interessata da captazioni ad uso potabile tramite pozzi, in particolare il pozzo 1 è ubicato a circa 130 m dai pozzi 2 e 3, a circa 50 m dal pozzo 12 tutti utilizzati dal Comune di Borghetto S.S. ed a circa 200 m dal campo pozzi utilizzato dal Comune di Loano.

Il pozzo 1 è ubicato all'interno del fabbricato exSLA, che ospita gli impianti acquedottistici comunali, e presenta una profondità di 31 m dal p.c.; la tubazione risulta piena fino a 13 m di profondità e forata tra i 13 ed i 20 m dal p.c.. Il livello statico si attesta all'incirca a 7,5 m di profondità dal p.c.

La portata a progetto di gestione emunta è di 1000 l/m per tale portata il livello dinamico risulta circa 1 m al di sotto di quello statico (-8,5 m dal p.c.).

Il pozzo è ubicato sulla piana alluvionale caratterizzata da sedimenti grossolani; viene tuttavia escluso dalla captazione l'acquifero più superficiale (freatico), mentre viene captata la falda profonda al passaggio tra i sedimenti alluvionali più profondi ed il sottostante substrato

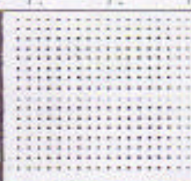
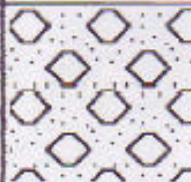
roccioso.

STRATIGRAFIA

Il pozzo 1 è caratterizzato da livelli superficiali di terreno agrario sabbio limosi fino a circa 2 m di profondità dal p.c.; seguiti da terreni alluvionali costituiti da sabbie e ghiaie fino a circa 6 m di profondità; da 6 m fino a 13 m di profondità sono presenti alluvioni molto grossolane costituite da ciottoli e ghiaie. Tutti questi terreni sono caratterizzati da buona permeabilità e ospitano una falda freatica o di subalveo. Al di sotto di questi terreni è presente un livello di più di 2 m di spessore costituito da ghiaie in matrice argillosa di scarsa permeabilità che separa la falda freatica da quella sottostante captata. Da circa 15 m di profondità fino a 19 m riprendono le alluvioni grossolane costituite da ciottoli e ghiaie di buona permeabilità. Da 19 m in poi è rinvenibile il cappellaccio estremamente fratturato del substrato roccioso e sottostante il substrato sano costituito da rocce quarzitiche appartenenti a formazioni Triassiche e Permiane quali “Quarziti di Ponte di Nava” e “Formazione di M. Pianosa”.

L'alimentazione della falda captata fa quindi capo all'Unità Idrogeologica Alluvionale ed all'Unità Idrogeologica Quarzitica.

Di seguito stratigrafia pozzo basata sulle note di perforazione.

LOCALITA': Comune di Borghetto S.S.		POZZO: N° 1 (SLA)			
CONCESSIONE: Uso Potabile		QUOTA: 7 ms.l.m. PROFONDITA': 31 m			
COORDINATE: 1439010 long. 4885190 lat.		REDATTORE: Dott. Geol. Carlo Civelli in base note del perforatore			
DESCRIZIONE E NOTE	LITOLOGIA	PROF M	H2O statico	Falde rinvenute	TUBO Pieno/Forato
terreno agrario limoso		0 2		falda freatica	PIENO
sabbie e ghiaie		4 6			
ciottoli e ghiaie		8 10 12			
ghiaie in matrice argillosa		14		falda produt. in acquif. poroso	FORATO
ciottoli e ghiaie		16 18			
roccia molto alterata		20 22			
roccia: quarziti e scisti quarzitici		24 26 28			PIENO

POZZI 2 e 3

I pozzi risultano pressoché adiacenti e sono ubicati lungo la piana alluvionale del torrente Varatella ad una quota di circa 6 m s.l.m.

L'area è posta alla sinistra orografica del torrente Varatella, in vicinanza della sponda ed a circa 300 m di distanza dal piede del versante culminante con il Monte Castellaro, costituito da rocce di tipo quarzítico; la distanza dal corso d'acqua è di circa 15 metri, la distanza dalla linea di costa è di circa 790 m.

L'intera area è interessata da captazioni ad uso potabile tramite pozzi, in particolare i pozzi 2 e 3 sono ubicati a circa 130 m dal pozzo 1, a circa 170 m dal pozzo 12 tutti utilizzati dal Comune di Borghetto S.S. ed a meno di 100 m dal campo pozzi utilizzato dal Comune di Loano.

Il pozzo 2 è ubicato all'interno di un piccolo fabbricato dedicato, il pozzo 3 è ubicato all'esterno a modesta distanza; il pozzo 2 presenta una profondità di 22,7 m dal p.c.; la tubazione risulta piena fino a 11 m di profondità e forata tra 11 ed 19 m dal p.c.; il pozzo 3 (di cui non è rinvenibile scheda di perforazione) presenta comunque analoghe profondità sia del pozzo che dell'acquifero captato.

Per quanto concerne il pozzo 2 il livello statico si attesta all'incirca a 5,8 m di profondità dal p.c.

La portata a progetto di gestione emunta è di 1000 l/m per tale portata il livello dinamico risulta circa 1,8 m al di sotto di quello statico (7,6 m di profondità).

Il pozzo è ubicato sulla piana alluvionale caratterizzata da sedimenti grossolani; viene tuttavia escluso dalla captazione l'acquifero più superficiale (freatico), mentre viene captata la falda profonda al passaggio tra i sedimenti alluvionali più profondi ed il sottostante substrato roccioso.

STRATIGRAFIA

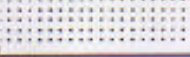
Per quanto riguarda i pozzi 2 e 3 è disponibile solo la nota di perforazione del pozzo 2, tuttavia essendo i pozzi adiacenti e di simile profondità la stratigrafia elaborata è da considerarsi valida per entrambi i pozzi, e del resto la stessa non si discosta molto dalle

caratteristiche dei terreni attraversati dal pozzo 1 ubicato a circa 130 m distanza.

Il pozzo 2, ubicato in vicinanza dell'alveo del torrente Varatella, è già in superficie caratterizzato da terreni alluvionali grossolani, ciottoli e ghiaie, che si spingono fino a circa 13 m di profondità dal p.c., questi terreni sono caratterizzati da buona permeabilità e ospitano una falda freatica o di subalveo. Al di sotto di questi terreni è presente un livello di più di 2 m di spessore costituito da ghiaie in matrice argillosa di scarsa permeabilità che separa la falda freatica da quella sottostante captata. Da circa 15 m di profondità fino a 17 m riprendono le alluvioni grossolane costituite da ciottoli e ghiaie di buona permeabilità. Da 17 m in poi è rinvenibile il cappellaccio estremamente fratturato del substrato roccioso e sottostante il substrato sano costituito da rocce quarzitiche appartenenti alla formazione delle "Quarziti di Ponte di Nava" od alla "Formazione di Monte Pianosa" di simile natura.

L'alimentazione della falda captata fa quindi capo all'Unità Idrogeologica Alluvionale ed all'Unità Idrogeologica Quarzitica.

Di seguito stratigrafia pozzo basata sulle note di perforazione.

LOCALITA': Comune di Borghetto S.S.		POZZO: N° 2			
CONCESSIONE: Uso Potabile		QUOTA: 6 ms.l.m. PROFONDITA': 22,7 m			
COORDINATE: 1439045 long. 4885060 lat.		REDATTORE: Dott. Geol. Carlo Civelli in base note del perforatore			
DESCRIZIONE E NOTE	LITOLOGIA	PROF M	H2O statico	Falde rinvenute	TUBO Pieno/Forato
ciottoli e ghiaie		0 2 4 6			PIENO
sabbie		8			
ciottoli e ghiaie		10 12			
ghiaie in matrice argillosa		14			FORATO
ciottoli e ghiaie		16		falda produttiva in acquif. poroso	
roccia molto alterata		18			
roccia: quarziti scisti quarziticci peliti		20			PIENO
		22			
		24			

POZZO 12

L'impianto di captazione è ubicato lungo la piana alluvionale del torrente Varatella ad una quota di circa 6 m s.l.m.

L'area è posta alla sinistra orografica del torrente Varatella, lungo la piana alluvionale in vicinanza alla fascia di raccordo tra la piana alluvionale e la dorsale, costituita da rocce di tipo quarzítico, che separa il bacino del torrente Varatella da quello del rio Casazza-Castellaro; la distanza dal corso d'acqua dal torrente Varatella è di circa 190 metri, la distanza dalla linea di costa è di circa 825 m.

L'intera area è interessata da captazioni ad uso potabile tramite pozzi, in particolare il pozzo 12 è ubicato a circa 50 m dal pozzo 1 ed a circa 170 m dai pozzi 2 e 3 e Canale, tutti utilizzati dal Comune di Borghetto S.S. ed a circa 220 m dal campo pozzi utilizzato dal Comune di Loano.

Il pozzo 12 presenta una profondità di 41 m dal p.c.; la tubazione risulta piena fino a 11,5 m di profondità, forata tra i 11,5 ed 19 m dal p.c., di nuovo piena tra 19 e 24 m dal p.c., forata tra 24 e 27 m dal p.c., piena tra 27 e 30 m dal p.c., forata tra 30 e 33 m dal p.c. piena tra 33 e 35 m dal p.c., forata tra 35 e 38 m dal p.c. e di nuovo piena fino a 41 m dal p.c..

Il livello statico si attesta all'incirca a 7 m di profondità dal p.c.

La portata a progetto di gestione emunta è di 2700 l/m per tale portata il livello dinamico risulta circa 1,5 m al di sotto di quello statico (-8,5 m dal p.c.).

Il pozzo è ubicato sulla piana alluvionale caratterizzata da sedimenti grossolani; viene tuttavia escluso dalla captazione l'acquifero più superficiale (freatico), mentre vengono captate le falde produttive più profonde ospitate sia nell'acquifero poroso in sedimenti grossolani che nel sottostante acquifero fessurato in roccia quarzítica

STRATIGRAFIA

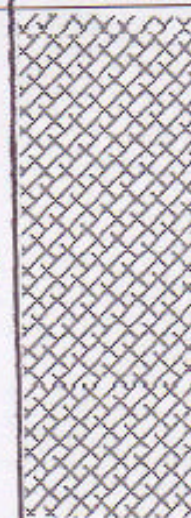
Il [pozzo 12](#) è caratterizzato da livelli superficiali di terreno agrario sabbio limosi fino a circa 2 m di profondità dal p.c.; seguiti da terreni alluvionali grossolani costituiti da ciottoli ghiaie e sabbie fino a circa 10,5 m di profondità; questi terreni sono caratterizzati da buona

permeabilità e ospitano una falda freatica o di subalveo.

Da 10,5 m fino a 12 m è presente un livello di circa 2 m di spessore costituito da argille sabbiose di scarsa o nulla permeabilità che separa la falda freatica da quelle sottostanti captate. Tra 12 e poco più di 16 m di profondità sono presenti alluvioni grossolane costituite da ghiaie che ospitano una falda produttiva in acquifero poroso. Al di sotto di questi terreni è rinvenibile il cappellaccio estremamente fratturato del substrato roccioso e sottostante il substrato sano costituito da rocce quarzitiche appartenenti a formazioni Triassiche e Permiane quali “Quarziti di Ponte di Nava” e “Formazione di M. Pianosa”. All’interno di questi terreni sono ospitate diverse falde produttive in acquifero fessurato.

L’alimentazione delle falde captate fa quindi capo all’Unità Idrogeologica Alluvionale ed all’Unità Idrogeologica Quarzitica.

Di seguito stratigrafia pozzo basata sulle note di perforazione.

LOCALITA': Comune di Borghetto S.S.		POZZO: N° 12			
CONCESSIONE: Uso Potabile		QUOTA: 6 ms.l.m. PROFONDITA': 41 m			
COORDINATE: 1439060 long. 4885225 lat.		REDATTORE: Dott. Geol. Carlo Civelli in base note del perforatore			
DESCRIZIONE E NOTE	LITOLOGIA	PROF M	H2O statico	Falde rinvenute	TUBO Pieno/Forato
terreno agrario limoso		0			
ciottoli e ghiaie		2 4 6 8 10			PIENO
argille sabbiose		12			
ghiaie		14 16		falda produttiva in acquif. poroso	FENESTRATO
roccia molto alterata		18 20 22 24 26			PIENO
roccia: quarziti - scisti quarzitici - conglomerati		28 30		falde produttive in acquif. fessurato	FENESTRATO PIENO

LOCALITA': Comune di Borghetto S.S.		POZZO: N° 12			
CONCESSIONE: Uso Potabile		QUOTA: 6 ms.l.m. PROFONDITA': 41 m			
COORDINATE: 1439060 long. 4885225 lat.		REDATTORE: Dott. Geol. Carlo Civelli in base note del perforatore			
DESCRIZIONE E NOTE	LITOLOGIA	PROF M	H2O statico	Falde rinvenute	TUBO Pieno/Forato
roccia: quarziti - scisti quarzitici - conglomerati poligenici		31		falde produt. in acquif. fessurato	FENESTRATO
		33			
		35			PIENO
		37			FENESTRATO
		39			
		41			PIENO

POZZO CANALE

L'impianto di captazione è ubicato lungo la piana alluvionale del torrente Varatella ad una quota di circa 5 m s.l.m.

L'area è posta alla sinistra orografica del torrente Varatella, al raccordo tra la piana alluvionale del rio Casazza-Castellaro e del torrente Varatella, che risulta separata da una piccola dorsale costituita da rocce di tipo quarzítico.

La distanza dal del torrente Varatella è di circa 240 metri; la distanza dal rio Castellaro è di circa 310 m, la distanza dalla linea di costa è di circa 700 m.

L'intera area è interessata da captazioni ad uso potabile tramite pozzi, in particolare il pozzo

1 è ubicato a circa 220 m, il pozzo 12 a circa 180 m, i pozzi 2 e 3 a circa 240 m, tutti utilizzati dal Comune di Borghetto S.S. ed a circa 210 m dal campo pozzi utilizzato dal Comune di Loano.

Il pozzo Canale non era stato più utilizzato anni addietro, a causa di problemi di qualità delle acque, dato che veniva captata la falda freatica maggiormente vulnerabile; recentemente il pozzo è stato ristrutturato tramite una nuova perforazione che è andata ad intercettare falde più profonde con minor grado di vulnerabilità; alla data della presente il pozzo è in attesa di essere utilizzato per alimentare l'acquedotto del comune di Borghetto Santo Spirito.

Il livello statico si attesta all'incirca a 7,5 m di profondità dal p.c. si è in attesa di effettuare prove di portata.

Il pozzo è ubicato sulla piana alluvionale caratterizzata da sedimenti grossolani; viene tuttavia escluso dalla captazione l'acquifero più superficiale (freatico), mentre vengono captate le falde produttive più profonde ospitate sia nell'acquifero poroso in sedimenti sabbiosi che nel sottostante acquifero fessurato in roccia quarzitica

STRATIGRAFIA

Il [pozzo Canale](#) è caratterizzato da livelli superficiali di terreno sabbio-limoso fino a circa 12 m di profondità dal p.c.; questi terreni sono caratterizzati da buona permeabilità e ospitano una falda freatica o di subalveo. Al di sotto di questi terreni è presente un livello di circa 2 m di spessore costituito da argille sabbiose di scarsa o nulla permeabilità che separa la falda freatica da quelle sottostanti captate. Da circa 14 m di profondità fino a 20 m riprendono le alluvioni costituite da sabbie limose di buona permeabilità che ospitano una falda produttiva in acquifero poroso.

Da 20 m in poi è rinvenibile il substrato roccioso costituito da rocce quarzitiche appartenenti a formazioni Triassiche e Permiane quali "Quarziti di Ponte di Nava" e "Formazione di M. Pianosa". All'interno di questi terreni è ospitata una falda produttiva in acquifero fessurato.

L'alimentazione delle falde captate fa quindi capo all'Unità Idrogeologica Alluvionale ed all'Unità Idrogeologica Quarzitica.

Di seguito stratigrafia pozzo basata sulle note di perforazione.

LOCALITA': Comune di Borghetto S.S.		POZZO: Canale			
CONCESSIONE: Uso Potabile		QUOTA: 5 ms.l.m. PROFONDITA': 26 m			
COORDINATE: 1439230 long. 4885210 lat.		REDATTORE: Dott. Geol. Carlo Civelli in base note del perforatore			
DESCRIZIONE E NOTE	LITOLOGIA	PROF M	H2O statico	Falde rinvenute	TUBO Pieno/Forato
sabbie limose		0 2 4 6 8 10 12		falda freatica	PIENO
argille sabbiose		14			
sabbie limose		16 18 20		falda produttiva in acquif. poroso	FENESTRATO
roccia: quarziti - scisti quarzitici - conglomerati poligenici		22 24 26		falde produttive in acquif. fessurato	
		28 30			

CAMPO POZZI COMUNE DI LOANO

I pozzi risultano tutti pressoché adiacenti e sono ubicati lungo la piana alluvionale del torrente Varatella ad una quota di circa 5 m s.l.m.

L'area è posta alla sinistra orografica del torrente Varatella, in vicinanza della sponda ed a circa 350 m di distanza dalla dorsale, costituita da rocce di tipo quarzítico, che separa il bacino del torrente Varatella da quello del rio Casazza-Castellaro; la distanza dal corso d'acqua è di circa 15 metri, la distanza dalla linea di costa è di circa 650 m.

L'intera area è interessata da captazioni ad uso potabile tramite pozzi, in particolare i pozzi 2 e 3 sono ubicati a meno di 100 m, il pozzo 1 a circa 200m, poco oltre i 200 m il pozzo 12 ed il pozzo Canale tutti utilizzati dal Comune di Borghetto S.S..

Da indicazioni verbali dell'ufficio acquedotto del Comune di Loano la profondità media dei pozzi si aggira intorno ai 20-25 m mentre per quanto riguarda i prelievi essi globalmente si aggirano in media intorno ai 2000 l/m, nella stagione estiva intorno ai 4-5000 l/m.

La profondità dei pozzi risulta analoga a quella del vicino pozzo 2 (circa 100 m) per cui si presume che la stratigrafia dei terreni e degli acquiferi in essi ospitati sia simile a quella di tale pozzo.

In particolare in tutti i pozzi presenti nell'areale di cui si dispone della stratigrafia è presente intorno ai 12 m di profondità un livello caratterizzato da sedimenti argillosi che separa la falda freatica o di subalveo dalle sottostanti falde profonde ospitate in acquiferi porosi e/o fessurati.

Vista l'analoga profondità dei pozzi a quella di altri presenti nell'areale ed alla sostanziale uniformità stratigrafica riscontrata si presume che anche per il campo pozzi del Comune di Loano venga escluso dalla captazione l'acquifero più superficiale (freatico), mentre venga captata la falda profonda al passaggio tra i sedimenti alluvionali più profondi ed il sottostante substrato roccioso.

L'alimentazione della falda captata farà quindi capo all'Unità Idrogeologica Alluvionale ed all'Unità Idrogeologica Quarzitica.

POZZI IN SPONDA DESTRA DEL TORRENTE VARATELLA LOC. GRASCEE - POZZI 5-7-9

I pozzi risultano a poche decine di metri di distanza l'uno d'altro e sono ubicati lungo la piana alluvionale del torrente Varatella ad una quota di circa 9 m s.l.m.

L'area è posta alla destra orografica del torrente Varatella, in vicinanza della sponda ed a circa 400 m di distanza dal piede del versante costituente la dorsale M. Piccaro-M. Croce, costituito da rocce di tipo calcareo; la distanza dal corso d'acqua è di poche decine di metri (in particolare il pozzo 9 è ubicato sulla sponda del torrente Varatella), la distanza dalla linea di costa è di poco meno di 1 km. A pochi metri di distanza dai pozzi scorre canalizzato un piccolo affluente in sponda destra del torrente Varatella, che in realtà, vista l'urbanizzazione dell'area a monte, è da considerarsi un semplice scolo di acque bianche

I pozzi indipendenti l'uno dall'altro sono comunque ubicati a poche decine di metri di distanza con il pozzo 7 in posizione intermedia tra gli altri due (circa 20 m tra il pozzo 7 e 9, circa 40 m tra il pozzo 7-5). Ulteriori pozzi presenti nell'area sono quelli comunali ad uso potabile ubicati in sponda sinistra di cui i più vicini sono i pozzi 2 e 3 ubicati a circa 200 m di distanza.

Il **pozzo 5** presenta una profondità di 14,9 m dal p.c.; il livello statico si attesta all'incirca a 7 m di profondità dal p.c. La portata a progetto di gestione emunta è di 1000 l/m per tale portata il livello dinamico risulta circa 1,5 m al di sotto di quello statico (8,5 m di profondità).

Il **pozzo 7** presenta una profondità di 16,2 m dal p.c.; il livello statico si attesta all'incirca a 5,5 m di profondità dal p.c. La portata a progetto di gestione emunta è di 1000 l/m per tale portata il livello dinamico risulta circa 0,7 m al di sotto di quello statico (6,2 m di profondità dal p.c.).

Il **pozzo 9** presenta una profondità di 14,5 m dal p.c.; il livello statico si attesta all'incirca a 6 m di profondità dal p.c. Il pozzo è solo saltuariamente utilizzato per innaffiamento impianti sportivi ed aree verdi con pompaggio di modeste quantità d'acqua (120 l/m).

STRATIGRAFIA

Il pozzo 5 è caratterizzato da livelli superficiali di terreni alluvionali costituiti da sabbie e ghiaie fino a circa 7 m di profondità; da 7 m fino a 13 m di profondità sono presenti sabbie compatte. Tutti questi terreni sono caratterizzati da buona permeabilità per quanto riguarda i terreni ghiaiosi e media per quanto riguarda i terreni sabbiosi compatti. Da 13 m in poi è rinvenibile il cappellaccio estremamente fratturato del substrato roccioso e sottostante il substrato sano costituito da rocce calcareo-dolomitiche appartenenti all'Unità Tettonica di Case Tuberto affiorante lungo i versanti meridionali delimitanti la piana alluvionale.

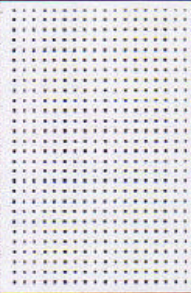
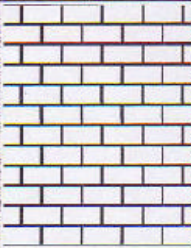
Il pozzo 7, ubicato in vicinanza dell'alveo del torrente Varatella, è in superficie caratterizzato da terreni alluvionali grossolani, costituiti da ghiaie e sabbie, che si spingono fino a circa 7 m di profondità dal p.c., questi terreni sono caratterizzati da buona permeabilità. Al di sotto di questi terreni è presente un livello di quasi 4i 2 m di spessore costituito da terreni compatti costituiti da ciottoli ghiaie e sabbie di media permeabilità vista la compattezza. Da circa 11 m di profondità è rinvenibile il cappellaccio estremamente fratturato del substrato roccioso e sottostante il substrato sano costituito da rocce calcareo-dolomitiche appartenenti all'Unità Tettonica di Case Tuberto affiorante lungo i versanti meridionali delimitanti la piana alluvionale.

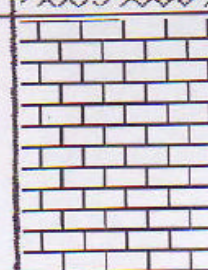
Per quanto riguarda il pozzo 9 non è disponibile la nota di perforazione, tuttavia essendo il pozzo di simile profondità e molto vicino al pozzo7, la stratigrafia elaborata è da considerarsi valida per entrambi i pozzi, e del resto la stessa non si discosta molto dalle caratteristiche dei terreni attraversati dal pozzo 5.

Sono quindi rilevabili due acquiferi: uno superiore rappresentato da terreni alluvionali compatti mediamente permeabili per porosità, ed un acquifero più profondo rappresentato dal substrato roccioso permeabile per fratturazione.

Lo spessore dei terreni alluvionali ospita una falda freatica molto dipendente dagli apporti meteorici diretti; l'acquifero captato è moderatamente protetto dalle infiltrazioni superficiali da uno strato particolarmente compatto di terreni alluvionali, ed è quindi nel complesso costituito da terreni alluvionali profondi all'interfaccia di passaggio con i livelli superficiali del sottostante substrato roccioso calcareo dolomitico. L'alimentazione della falda captata fa quindi capo all'Unità Idrogeologica Alluvionale ed all'Unità Idrogeologica Carbonatica Uno.

Di seguito stratigrafia dei pozzi basata sulle note di perforazione e conoscenza geologica dei luoghi..

LOCALITA': Comune di Borghetto S.S.		POZZO: N° 5 (GRASCEE)			
CONCESSIONE: Uso Potabile		QUOTA: 10 ms.l.m. PROFONDITA': 14,9m			
COORDINATE: 1438805 long. 4885032 lat.		REDATTORE: Dott. Geol. Carlo Civelli in base note del perforatore			
DESCRIZIONE E NOTE	LITOLOGIA	PROF. M	H2O statico	Falde rinvenute	TUBO Pieno/Forato
ghiaie e sabbie		0 2 4 6			Pozzo operante fino a 15m di prof.
sabbie compatte		8 10 12			
roccia molto alterata		14 16			
roccia calcarea		18 20			al di sotto di 15 m di prof. pozzo franato in passato
		22 24 26 28			

LOCALITA': Comune di Borghetto S.S.		POZZO: N° 7 (GRASCEE)			
CONCESSIONE: Uso Potabile		QUOTA: 9 ms.l.m. PROFONDITA': 16,2m			
COORDINATE: 1438832 long. 4885050 lat.		REDATTORE: Dott. Geol. Carlo Civelli in base note del perforatore			
DESCRIZIONE E NOTE	LITOLOGIA	PROF M	H2O statico	Falde rinvenute	TUBO Pieno/Forato
		0			
ghiaie e sabbie		2 4 6			Pozzo operante fino a 16m di prof.
sabbie ghiaie ciottoli compatti		8 10			
roccia molto alterata		12 14 16		falda produt. in acquif. poroso/ fratturato	
roccia calcarea		18 20			al di sotto di 16 m di prof. pozzo franato in passato
		22 24 26			

POZZI IN SPONDA SINISTRA DEL TORRENTE VARATELLA LOC. LOREE

POZZI 15-16-17

I pozzi risultano pressoché adiacenti e sono ubicati lungo la piana alluvionale del torrente Varatella ad una quota di circa 17 m s.l.m.

L'area è posta alla sinistra orografica del torrente Varatella, in vicinanza della sponda ed in posizione circa equidistante tra i due versanti che limitano la piana alluvionale quello costituito da litotipi quarzitici a nord e quello costituito da litotipi carbonatici a sud; la distanza dei pozzi da torrente Varatella è di pochi metri, la distanza dalla linea di costa è di circa 1650 m.

I pozzi indipendenti l'uno dall'altro sono comunque ubicati a poche decine di metri di distanza l'uno dall'altro.

L'intera area è interessata da captazioni ad uso potabile tramite pozzi, in particolare il pozzo 18 è ubicato a poco più di 150 m di distanza così come il pozzo del Comune di Boissano, il pozzo Roba è ubicato a circa 180 m di distanza.

Il pozzo 15 presenta una profondità di 26,5 m dal p.c.; il livello statico si attesta all'incirca a 9,5 m di profondità dal p.c.

La portata a progetto di gestione emunta è di 1000 l/m per tale portata il livello dinamico risulta circa 0,8 m al di sotto di quello statico.

Il pozzo 17 presenta una profondità di 28,5 m dal p.c.; il livello statico si attesta all'incirca a 10,0 m di profondità dal p.c.

La portata a progetto di gestione emunta è di 1000 l/m per tale portata il livello dinamico risulta circa 1,2 m al di sotto di quello statico.

Non sono disponibili dati per il pozzo 16 attualmente non in uso.

STRATIGRAFIA

Non sono disponibili note di perforazione.

Circa 200 m a valle dei pozzi, in posizione poco discosta dall'alveo, sono stati effettuati per conto della RFI due carotaggi spinti fino a 40m di profondità, che hanno evidenziato una falda

freatica a circa 9,5 m di profondità e uno spessore di depositi alluvionali grossolani per almeno 40 m dal p.c.

La stratigrafia del pozzo Roba ubicato a circa 180 m di distanza in posizione però maggiormente a ridosso del versante quarzitico ha evidenziato depositi alluvionali per uno spessore di poco più di 25 m.

Vista la profondità dei pozzi la falda captata risulta quindi ospitata in acquifero costituito da sedimenti grossolani permeabili per porosità; la profondità dei pozzi in rapporto con i dati soprariportati non fa pensare che possa essere stato raggiunto (se non limitatamente al fondo pozzo) il substrato roccioso, rinvenibile nell'areale a non meno di 25 m di profondità. In analogia con gli altri pozzi già trattati si presume che anche per i pozzi 15-17-16 venga escluso dalla captazione l'acquifero più superficiale (freatico o di subalveo), mentre venga captata una falda profonda sempre ospitata in acquifero poroso (o al più al passaggio con il sottostante acquifero fessurato) costituito da sedimenti alluvionali separati dalla falda superficiale da livelli poco o per nulla permeabili..

L'alimentazione della falda captata farà quindi capo direttamente all'Unità Idrogeologica Alluvionale ed indirettamente all'Unità Idrogeologica Carbonatica e Quarzitica alimentanti lateralmente gli acquiferi porosi.

POZZO 18 – POZZO BOISSANO

I pozzi sono ubicati lungo la piana alluvionale del torrente Varatella ad una quota di circa 20 m s.l.m.

L'area è posta alla sinistra orografica del torrente Varatella, in vicinanza della sponda ed in posizione circa equidistante tra i due versanti che limitano la piana alluvionale quello costituito da litotipi quarzitici a nord e quello costituito da litotipi carbonatici; la distanza dei pozzi dal torrente Varatella è di poche decine di metri mentre dal suo affluente rio Marmoraire è di pochi metri, la distanza dalla linea di costa è di circa 1850 m.

L'intera area è interessata da captazioni ad uso potabile tramite pozzi, in particolare i pozzi 15-16-17 sono ubicati a poco più di 150 m di distanza, il pozzo Roba è ubicato a poco più di 300 m di distanza.

Il pozzo 18 presenta una profondità di 38 m dal p.c.; il livello statico si attesta all'incirca a 12 m di profondità dal p.c.

La portata a progetto di gestione emunta è di 1000 l/m per tale portata il livello dinamico risulta circa 1,5 m al di sotto di quello statico.

Dai dati forniti verbalmente dall'ufficio acquedotto del Comune di Boissano il pozzo appartenente al Comune di Boissano presenta una profondità di 34 m dal p.c..

Il pozzo è ritornato in uso negli ultimi quattro anni, con utilizzo limitato ai mesi estivi; la portata emunta in questi mesi è di circa 180.000 mc, corrispondenti a circa 1400 l/m.

STRATIGRAFIA

Non sono disponibili note di perforazione.

Circa 350 m a valle dei pozzi, in posizione poco discosta dall'alveo, sono stati effettuati per conto della RFI due carotaggi spinti fino a 40m di profondità, che hanno evidenziato una falda freatica a circa 9,5 m di profondità e uno spessore di depositi alluvionali grossolani per almeno 40 m dal p.c.

La stratigrafia del pozzo Roba ubicato a circa 300 m di distanza in posizione però maggiormente a ridosso del versante quarzítico ha evidenziato depositi alluvionali per uno spessore di poco più di 25 m.

Vista la profondità e la posizione dei pozzi è quindi molto probabile il raggiungimento del substrato roccioso; le falde captate risulteranno quindi ospitate in acquifero costituito da sedimenti grossolani permeabili per porosità; è inoltre probabile l'utilizzo di sottostanti falde produttive in acquifero fessurato.

Vista la profondità dei pozzi ed in analogia con gli altri pozzi già trattati si presume che venga escluso dalla captazione l'acquifero più superficiale (freatico o di subalveo), mentre venga captata una falda profonda sempre ospitata in acquifero poroso costituito da sedimenti alluvionali separati dalla falda superficiale da livelli poco o per nulla permeabili, nonché eventuali falde sottostanti ospitate in acquifero fessurato

L'alimentazione della falda captata farà quindi capo direttamente all'Unità Idrogeologica

Alluvionale e all'Unità Idrogeologica Carbonatica o Quarzítica.

POZZO ROBA

L'impianto di captazione è ubicato lungo la piana alluvionale del torrente Varatella ad una quota di circa 16 m s.l.m.

L'area è posta alla sinistra orografica del torrente Varatella, lungo la piana alluvionale in vicinanza alla fascia di raccordo tra la piana alluvionale e il piede del versante culminante con il Monte Castellaro, costituito da rocce di tipo quarzítico; la distanza dal piede del versante è di circa 100 m, la distanza dal torrente Varatella è di circa 200 metri, la distanza dalla linea di costa è di circa 1550 m.

L'area è interessata da captazioni ad uso potabile tramite pozzi, in particolare il pozzo Roba è ubicato a circa 180 m di distanza dai pozzi 15-16-17 in Loc. Loree.

Il pozzo Roba presenta una profondità di 68 m dal p.c.; la tubazione risulta piena fino a 58 m di profondità, forata tra i 58 e 66 m dal p.c..

Il livello statico si attesta all'incirca a 11 m di profondità dal p.c.

La portata a progetto di gestione emunta è di 1300 l/m per tale portata il livello dinamico risulta circa 0,5 m al di sotto di quello statico (-11,5 m dal p.c.).

Il pozzo è ubicato sulla piana alluvionale caratterizzata da sedimenti grossolani; viene tuttavia escluso dalla captazione l'acquifero più superficiale (freatico), mentre vengono captate le falde produttive più profonde ospitate nel sottostante acquifero fessurato in roccia.

STRATIGRAFIA

Il pozzo Roba è caratterizzato da livelli superficiali di terreno agrario sabbio limosi fino a circa 1 m di profondità dal p.c.; seguiti da terreni alluvionali grossolani costituiti da ciottoli ghiaie e sabbie fino a circa 11 m di profondità; questi terreni sono caratterizzati da buona permeabilità e ospitano una falda freatica o di subalveo.

Da 11 m fino a 27 m è presente un livello di circa 16 m di spessore costituito da argille praticamente impermeabili che separa la falda freatica da quelle sottostanti captate. Tra 27 e

38 m di profondità sono presenti litotipi rocciosi che dalla descrizione del perforatore sono sicuramente classificabili come rocce quarzitiche, al di sotto dei 38 metri di profondità le note del perforatore non permettono di stabilire con certezza la natura delle rocce che potrebbero essere di natura calcareo-dolomitica o quarzitica.

Studi geologici depositati presso l'ufficio acquedotto a firma del Dott.Geol. G.B. Piacentino classificano detto livello roccioso tra le rocce calcareo dolomitiche (ipotesi maggiormente probabile viste le note di perforazione). In questo caso avremmo litotipi appartenenti a formazioni rocciose più recenti (calcari-dolomie) al di sotto di formazioni rocciose più antiche (quarziti); ciò può essere spiegato dalla presenza di una faglia all'interno della stessa unità tettonica (Case Tuberto) o dall'appartenenza delle rocce calcareo dolomitiche all'unità tettonica di base sottostante (M. Carmo).

L'alimentazione delle falde captate fa quindi capo all'Unità Idrogeologica Quarzitica e probabilmente all'Unità Idrogeologica Carbonatica Uno o all'Unità Idrogeologica Carbonatica M. Carmo.

Di seguito stratigrafia pozzo basata sulle note di perforazione

LOCALITA': Comune di Borghetto S.S.		POZZO: Roba			
CONCESSIONE: Uso Potabile		QUOTA: 16 ms.l.m. PROFONDITA': 68 m			
COORDINATE: 1438430 long. 4885550 lat.		REDATTORE: Dott. Geol. Carlo Civelli in base note del perforatore			
DESCRIZIONE E NOTE	LITOLOGIA	PROF M	H2O statica	Falde rinvenute	TUBO Pieno/Forato
terreno agrario limoso		0			
ciottoli e ghiaie		2 4 6 8 10		falda freatica	
argilla		12 14 16 18 20 22 24 26 28			
roccia: quarziti - scisti quarzitici - conglomerati poligenici		30 32 34 36 38			PIENO
roccia: calcari - breccie calcaree - dolomie		40 42 44 46 48 50 52 54 56 58		falde produt. in acquif. fessurato	FENESTRATO

LOCALITA': Comune di Borghetto S.S.		POZZO: Roba			
CONCESSIONE: Uso Potabile		QUOTA: 16 ms.l.m. PROFONDITA': 68 m			
COORDINATE: 1438430 long. 4885550 lat.		REDATTORE: Dott. Geol. Carlo Civelli in base note del perforatore			
DESCRIZIONE E NOTE	LITOLOGIA	PROF M	H2O statico	Falde rinvenute	TUBO Pieno/Forato
roccia: calcari - breccie calcaree - dolomie		60		falde produt. in acquif fessurato	FENESTRATO
		62			
		64			
		66			
		68			PIENO

POZZO REALE

L'impianto di captazione è ubicato ad una quota di circa 26 m s.l.m. lungo la dorsale, culminante con il Monte Castellaro, costituito da rocce di tipo quarzítico, che separa la piana alluvionale del torrente Varatella da quella del rio Castellaro

La distanza dal torrente Varatella è di circa 550 metri, dal rio Castellaro circa 250 m; la distanza dalla linea di costa è di circa 1300 m.

L'area non è interessata da altre captazioni ad uso potabile.

Il pozzo Reale presenta una profondità di 75 m dal p.c.; la tubazione risulta piena fino a 19 m di profondità, poi si susseguono livelli di tubazione forata e piena a seconda delle falde in roccia rinvenute con la perforazione; i livelli forati e quindi le falde intercettate sono 7.

Il livello statico si attesta all'incirca a 26 m di profondità dal p.c. La portata a progetto di gestione emunta è di 1150 l/m per tale portata il livello dinamico risulta circa 2 m al di sotto di quello statico (-28 m dal p.c.). Portate di gestione superiore a quella sopraindicate hanno provocato anni addietro un eccessivo abbassamento del livello dinamico.

Il pozzo è ubicato su una dorsale caratterizzata in superficie da sedimenti grossolani in matrice argillosa non ospitanti una falda significativa; vengono captate le falde produttive più profonde ospitate nel sottostante acquifero fessurato in roccia quarzítica.

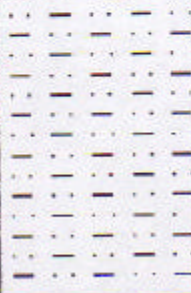
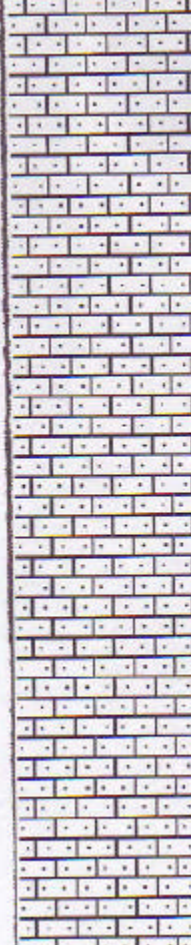
STRATIGRAFIA

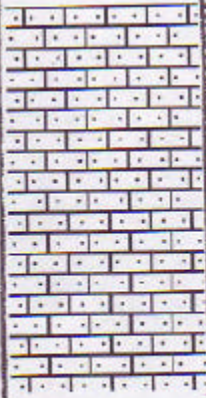
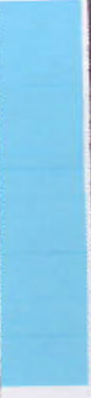
Il pozzo Reale è caratterizzato da livelli superficiali di terreno agrario sabbio limosi fino a circa 2 m di profondità dal p.c.; seguiti da terreni alluvionali grossolani costituiti da argille sabbiose di scarsa o nulla permeabilità fino a circa 15 m di profondità.

Da 15 m fino a circa 20 m è presente un livello di circa 5 m di spessore costituito da argille praticamente impermeabili. Tra 20 e 75 m di profondità sono presenti litotipi rocciosi classificabili come rocce quarzítiche ospitanti più falde.

L'alimentazione delle falde captate fa quindi capo esclusivamente all'Unità Idrogeologica Quarzítica.

Di seguito stratigrafia pozzo basata sulle note di perforazione

LOCALITA': Comune di Borghetto S.S.		POZZO: Reale			
CONCESSIONE: Uso Potabile		QUOTA: 26 ms.l.m. PROFONDITA': 75 m			
COORDINATE: 1438840 long. 4885740 lat.		REDATTORE: Dott. Geol. Carlo Civelli in base note del perforatore			
DESCRIZIONE E NOTE	LITOLOGIA	PROF M	H2O statico	Falde rinvenute	TUBO Pieno/Forato
terreno agrario limoso		0			
		2			
		4			
		6			
		8			
argille sabbiose		10			PIENO
		12			
		14			
		16			
argilla		18			
		20			
		22			FENESTRATO
		24			
		26			
		28			
		30			
		32			PIENO
roccia: quarziti - scisti quarzitici - conglomerati poligenici		34			FENESTRATO
		36			
		38			PIENO
		40			
		42			
		44			FENESTRATO
		46			
		48			PIENO
		50			
		52			FENESTRATO
		54			
		56			PIENO
		58			FENESTRATO

LOCALITA': Comune di Borghetto S.S.		POZZO: Reale			
CONCESSIONE: Uso Potabile		QUOTA: 26 ms.l.m. PROFONDITA': 75 m			
COORDINATE: 1438840 long. 4885740 lat.		REDATTORE: Dott. Geol. Carlo Civelli in base note del perforatore			
DESCRIZIONE E NOTE	LITOLOGIA	PROF M	H2O statico	Falde rinvenute	TUBO Pieno/Forato
roccia: quarziti - scisti quarzitici - conglomerati poligenici		60		falde produt. in acquif. fessurato	FENESTRATO
		62			PIENO
		64			FENESTRATO
		66			PIENO
		68			FENESTRATO
		70			PIENO
		72			FENESTRATO
		74			PIENO
		75			

CONSIDERAZIONI GENERALI SULLE FALDE CAPTATE.

Tutti i pozzi di interesse presenti nell'areale sono ubicati nella piana del torrente Varatella (il pozzo Canale risulta ubicato al raccordo tra la piana del torrente Varatella e quella del rio Casazza) ad eccezione del pozzo Reale.

I pozzi ubicati in area circostante alla S.L.A. (pozzi 1-2-3-12-Canale- campo Pozzi Loano) pescano nelle falde ospitate in acquiferi costituiti da sedimenti alluvionali porosi profondi; in tutto l'areale è presente a circa 12 m di profondità un livello dello spessore di circa 2 m costituito da sedimenti argillosi (o in matrice argillosa) che separa le falde in alluvioni profonde dalla falda freatica superficiale, maggiormente soggetta ad inquinamento e maggiormente dipendente dagli apporti meteorici stagionali. Detti pozzi pescano parzialmente anche in falde profonde ospitate in acquifero costituito da rocce quarzitiche fessurate.

Il pozzo Reale ed il Pozzo Roba pescano in falde ospitate in acquiferi profondi costituiti da rocce fessurate; per quanto riguarda il pozzo Reale tali rocce sono di natura quarzitica, per quanto riguarda il pozzo Roba appare probabile che le rocce siano sia di natura quarzitica che calcarea.

I pozzi in Località Grasce (5-7-9) pescano in falde ospitate in acquiferi porosi alluvionali profondi e nei livelli superficiali del substrato roccioso fessurato di natura calcarea.

I pozzi in Località Loree (15-16-17-18- pozzo Boissano) pescano sicuramente in sedimenti alluvionali porosi (forse con esclusione della falda freatica) ed alcuni di essi in località Loree si spingono forse fino al substrato roccioso sottostante.

Per evidenziare le unità idrogeologiche direttamente (unità idrogeologica con pozzi pescanti direttamente in acquiferi appartenenti alla stessa) od indirettamente (unità idrogeologica alimentante altra unità con pozzi pescanti in acquiferi ad essa appartenenti) alimentanti le falde captate dai pozzi comunali si è elaborata la seguente tabella riassuntiva.

UNITA' IDROGEOLOGICHE ALIMENTANTI LE CAPTAZIONI COMUNALI:

TIPO DI ALIMENTAZIONE: DIRETTA/ INDIRETTA

	UNITA' IDROGEOLOGICA ALLUVIONALE	UNITA' IDROGEOLOGICA QUARZITICA	UNITA' IDROGEOLOGICHE CARBONATICHE
<u>POZZO 1</u>	DIRETTA	INDIRETTA	INDIRETTA-?
<u>POZZO 2</u>	DIRETTA	INDIRETTA	INDIRETTA-?
<u>POZZO 3</u>	DIRETTA	INDIRETTA	INDIRETTA-?
<u>POZZO 12</u>	DIRETTA	DIRETTA	INDIRETTA-?
<u>P. CANALE</u>	DIRETTA	DIRETTA	INDIRETTA-?
<u>C. P.ZI LOANO</u>	DIRETTA	INDIRETTA	INDIRETTA-?
<u>POZZO 5</u>	DIRETTA	INDIRETTA-?	DIRETTA
<u>POZZO 7</u>	DIRETTA	INDIRETTA-?	DIRETTA
<u>POZZO 9</u>	DIRETTA	INDIRETTA-?	DIRETTA
<u>POZZO ROBA</u>	NO	DIR.-?/INDIR.	DIR.-?/INDIR.
<u>POZZO REALE</u>	NO	DIRETTA	NO
<u>POZZO 15</u>	DIRETTA	INDIRETTA-?	INDIRETTA
<u>POZZO 16</u>	DIRETTA	INDIRETTA-?	INDIRETTA
<u>POZZO17</u>	DIRETTA	INDIRETTA-?	INDIRETTA
<u>POZZO 18</u>	DIRETTA	DIR.-?/INDIR.-?	DIR.-?/INDIR.
<u>P. BOISSANO</u>	DIRETTA	DIR.-?/INDIR.-?	DIR.-?/INDIR.

N.B. i punti interrogativi indicano incerta attribuzione dell'acquifero coinvolto dovuta a non interpretabilità delle note di perforazione o specie nel caso di alimentazioni indirette indicano ipotesi di alimentazione con necessità di verifiche con traccianti.

N.B i pozzi 3 e16 non sono attualmente utilizzati; il pozzo 9 ed il pozzo Boissano sono solo saltuariamente utilizzati; il pozzo Canale è di prossimo utilizzo.

Dalla precedente tabella si può verificare come 14 captazioni su 16 interessino direttamente l'Unità Idrogeologica Alluvionale (solo il pozzo Roba ed il pozzo Reale non pescano in acquiferi porosi alluvionali). Tre captazioni pescano sicuramente direttamente nell'Unità Idrogeologica Quarzitica (il pozzo Reale esclusivamente); tre captazioni pescano direttamente, nell'Unità Idrogeologica Carbonatica Uno.

A livello di alimentazione indiretta, che le unità idrogeologiche fessurate di versante e di substrato assicurano in ogni caso agli acquiferi alluvionali in mezzo poroso, dalle evidenze geologico geomorfologiche di superficie, correlate con le conoscenze stratigrafiche dei pozzi, si può evidenziare come l'Unità Idrogeologica Quarzitica rivesta grande importanza specie per le captazioni intorno all'area S.L.A., vista la vicinanza del versante quarzitico e le evidenze stratigrafiche; maggior importanza assumono l'Unità Idrogeologiche Carbonatiche per le captazioni in Località Loree e Grascee vista la vicinanza del versante costituito da rocce carbonatiche e la presenza di faglie indirizzate da tali versanti verso le captazioni; faglie su cui peraltro a livello superficiale si sono impostati gli affluenti di sponda destra del torrente Varatella.

VULNERABILITA' DEGLI ACQUIFERI.

La vulnerabilità della risorsa idrica è strettamente legata a due fattori, uno rappresentato dal tipo di acquifero, ed in particolare alla velocità di scorrimento delle acque ed al potere autodepurante del terreno, l'altro alla presenza di attività inquinanti o potenzialmente inquinanti all'interno del bacino di alimentazione (fattore di rischio).

Per quanto riguarda la presenza attività inquinanti nell'aree individuate di importanza per la ricarica degli acquiferi captati occorre evidenziare che **i fattori di rischio sono modesti e limitati** al possibile inquinamento dovuto a urbanizzazioni (perdite fognarie in particolare) e infrastrutture viarie (possibili sversamenti di materiale inquinante) e ad attività agricole non intensive, che rivestono carattere di potenziale inquinamento per quanto riguarda parametri indesiderabili quali azoto ammoniacale, nitriti e nitrati che sono indice della decomposizione di sostanze organiche. Altro fattore di rischio, riguardante però solo l'acquifero alluvionale

più vicino alla linea di costa, è la possibile ingressione del cuneo salino, che comunque può essere innescata solo da un prelievo superiore alla capacità di ricarica dell'acquifero.

Per quanto riguarda gli acquiferi ospitati nei depositi alluvionali permeabili per porosità i livelli ospitanti la falda freatica superficiale presentano sicuramente una elevata vulnerabilità; tuttavia gli acquiferi captati dai pozzi comunali nell'ambito dei depositi alluvionali sono in genere separati dalla falda superficiale da livelli argillosi, o sono comunque quelli più profondi caratterizzati da terreni granulari molto compatti, che fungono comunque da filtro rispetto ad inquinamenti provenienti dalla superficie; per cui nel caso degli acquiferi effettivamente captati nell'ambito dell'Unità Idrogeologica Alluvionale la vulnerabilità può essere considerata media o medio-alta.

Per quanto riguarda gli acquiferi ospitati nell'ambito delle Unità Idrogeologiche Carbonatiche permeabili per fratturazione e carsismo essi presentano un alto grado di vulnerabilità, aggravato dai veloci tempi di scorrimento delle acque sotterranee dovuto alle stesse cause geologiche (carsismo, buona persistenza e apertura delle fratturazioni) che conferiscono alta permeabilità e forte capacità di infiltrazione.

Tuttavia nel caso specifico delle Unità Idrogeologiche Carbonatiche di interesse per il territorio va evidenziato che nell'areale da esse occupato non sono noti particolari fattori di rischio, se non quelli accidentali legati a perdite fognarie o sversamenti accidentali di liquidi inquinanti lungo la viabilità.

Per quanto riguarda gli acquiferi ospitati in rocce quarzitiche o metamorfiche permeabili per fratturazione (Unità Idrogeologica Quarzitica) la vulnerabilità è da considerarsi medio-bassa in quanto gli acquiferi sono in genere poco profondi e quindi maggiormente vulnerabili ma la velocità di scorrimento delle acque sotterranee è bassa in quanto limitata dalla scarsa apertura e persistenza delle fratturazioni dell'ammasso roccioso.

PRELIEVI DALLE CAPTAZIONI.

I dati sui prelevamenti dagli acquiferi sono stati ricavati dai dati forniti dall'Ufficio acquedotto del Comune di Borghetto S. Spirito riferiti agli anni 2003-2008; dai dati forniti dall'ufficio Acquedotto del Comune di Boissano (come valori medi ultimi anni) e dall'Ufficio Acquedotto a servizio del Comune di Loano (come valori medi giornalieri ultimi anni).

I dati sono stati raffrontati con quelli contenuti nello Studio dell'A.T.O. Savonese riferiti a medie ante 2003.

Lo studio ATO per quanto riguarda i prelievi dall'acquiferi costiero del Varatella stima il totale in 4.205.770 mc/anno.

Tuttavia occorre rilevare che nella perimetrazione dell'ATO l'acquifero costiero del Varatella risulta comprensivo anche dei terreni alluvionali appartenenti al bacino del torrente Nimbalto; per cui il dato riguardante i prelievi risulta comprensivo di quanto emunto dai pozzi appartenenti al Comune di Loano lungo e all'interno del bacino idrografico del torrente Nimbalto.

I prelievi indicati dall'ATO sono quindi in realtà solo indicativamente raffrontabili con quelli esaminati per le finalità del presente studio (che riguarda la valutazione delle risorse idriche disponibili all'interno del territorio del Comune di Borghetto S. Spirito).

PRELIEVI EFFETTUATI DALL'ACQUEDOTTO DEL COMUNE DI BORGHETTO S. SPIRITO.

I dati sono stati forniti dall'ufficio acquedotto comunale e riguardano i prelievi effettuati nel periodo 2003-2008.

Nel presente studio i dati sono stati raggruppati in tabelle riferite al singolo anno in cui sono evidenziati i prelievi annui, i prelievi mensili e i prelievi media/giorno e media/giorno del mese di maggior prelievo.

I dati sono stati anche visualizzati come quantità di prelievo mensile in un grafico in modo da visualizzare l'andamento globale.

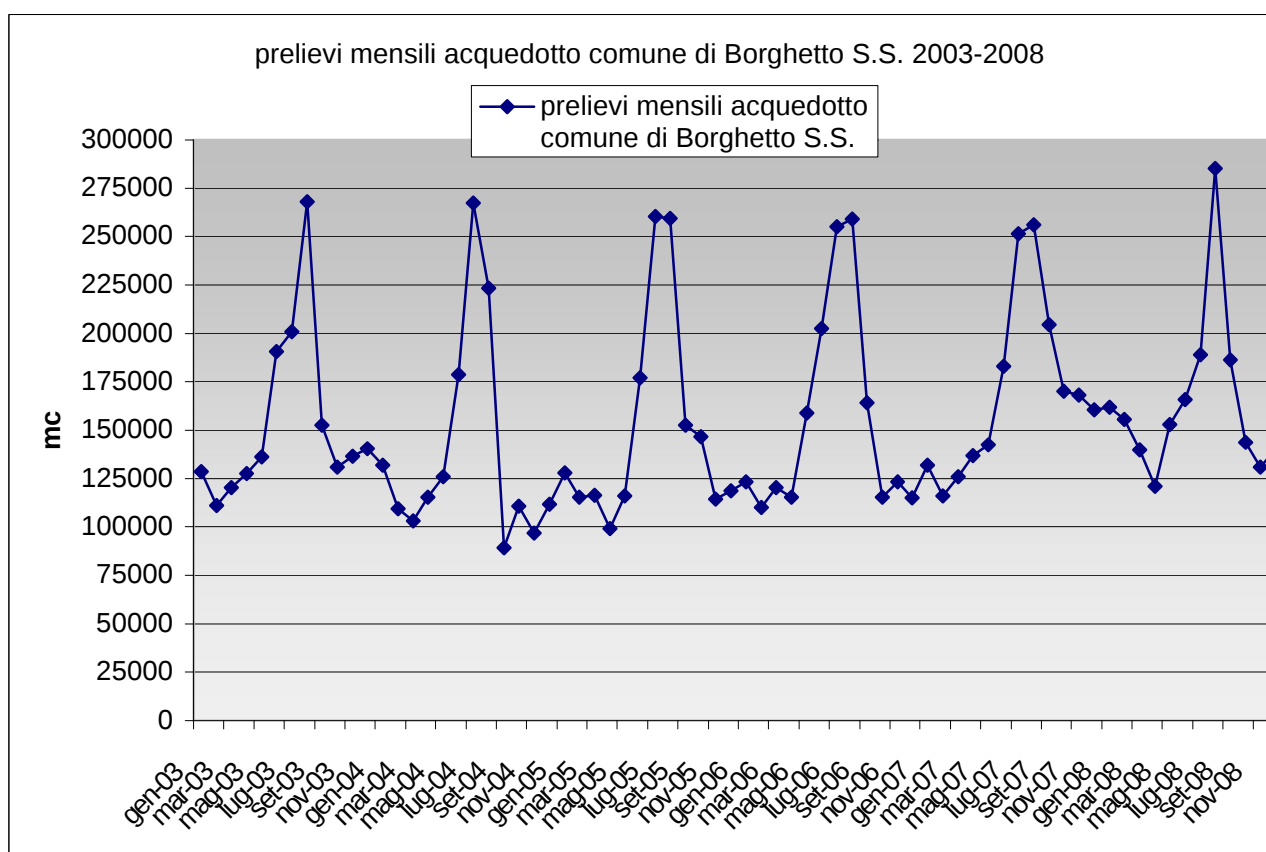
Grafico e tabelle sono qui di seguito rappresentati.

Dal grafico e dalle tabelle si evince come l'andamento e la quantità dei prelievi mensili

abbiano mantenuto sostanzialmente lo stesso trend nel periodo preso in esame.

Il massimo dei prelievi si raggiunge nei mesi di luglio e agosto in corrispondenza del maggior afflusso turistico mentre il minimo si raggiunge in genere nei mesi da novembre a marzo con picco inferiore nel mese di febbraio (mese in genere freddo e caratterizzato da scarse presenze turistiche).

Nei 6 anni presi in esame i prelievi annuali hanno sostanzialmente mantenuto lo stesso quantitativo (con un leggero aumento negli ultimi due anni) aggirandosi come media intorno a 1.850.000 mc/anno. La stessa uniformità sostanziale si ha per i prelievi medi/giorno intorno ai 5000 mc e per i prelievi medi/giorno nel periodo di maggior prelievo (luglio agosto) che si aggirano intorno agli 8500 mc; mentre per i restanti mesi la media si aggira intorno ai 4000 mc/giorno.



PRELIEVI MENSILI ACQUEDOTTO COMUNE DI BORGHETTO S. SPIRITO 2003 - 2008

ANNO 2003	mc
gen-03	128.596
feb-03	111.100
mar-03	120.154
apr-03	127.398
mag-03	136.156
giu-03	190.513
lug-03	200.753
ago-03	267.852
set-03	152.727
ott-03	130.714
nov-03	136.338
dic-03	140.346
TOTALE	1.842.647
Media giorno	5.048
Media giorno Nel mese di Max prelievo	8.640

ANNO 2004	mc
gen-04	131.868
feb-04	109.398
mar-04	102.924
apr-04	115.340
mag-04	125.928
giu-04	178.794
lug-04	267.246
ago-04	223.312
set-04	89.262
ott-04	110.754
nov-04	96.660
dic-04	111.708
TOTALE	1.663.194
Media giorno	4.544
Media giorno Nel mese di Max prelievo	8.620

ANNO 2005	mc
gen-05	127.980
feb-05	115.344
mar-05	116.324
apr-05	99.128
mag-05	116.122
giu-05	177.040
lug-05	260.496
ago-05	259.428
set-05	152.496
ott-05	146.664
nov-05	114.152
dic-05	118.504
TOTALE	1.803.678
Media giorno	4.941
Media giorno Nel mese di Max prelievo	8.403

ANNO 2006	mc
gen-06	123.230
feb-06	110.000
mar-06	120.366
apr-06	115.398
mag-06	158.976
giu-06	202.500
lug-06	255.086
ago-06	259.094
set-06	164.360
ott-06	115.284
nov-06	123.208
dic-06	115.128
TOTALE	1.862.630
Media giorno	5.103
Media giorno Nel mese di Max prelievo	8.358

ANNO 2007	mc
gen-07	131.985
feb-07	115.880
mar-07	125.768
apr-07	136.786
mag-07	142.271
giu-07	182.904
lug-07	251.316
ago-07	255.944
set-07	204.390
ott-07	169.992
nov-07	168.091
dic-07	160.596
TOTALE	2.045.923
Media giorno	5.605
Media giorno Nel mese di Max prelievo	8.256

ANNO 2008	mc
gen-08	161.946
feb-08	155.682
mar-08	139.645
apr-08	121.063
mag-08	153.066
giu-08	165.834
lug-08	189.004
ago-08	285.174
set-08	186.192
ott-08	143.640
nov-08	130.680
dic-08	139.956
TOTALE	1.971.882
Media giorno	5.402
Media giorno Nel mese di Max prelievo	9.199

PRELIEVI EFFETTUATI DAGLI ACQUEDOTTI DEI COMUNI DI BOISSANO E LOANO.

I seguenti dati sono stati forniti verbalmente dagli uffici interessati.

Il **Comune di Boissano** utilizza un pozzo nella piana alluvionale del torrente Varatella.

Il pozzo viene utilizzato dall'anno 2005 e solo durante i mesi estivi caratterizzati dal maggior flusso turistico e da una minor portata delle sorgenti in quota captate dall'acquedotto comunale.

Mediamente i prelievi si aggirano sui 180.000 mc/anno, spalmati però solo su tre mesi estivi (15 giugno-15 settembre) e corrispondenti quindi a una media di 60.000 mc/mese e 2000 mc/giorno.

Il **Comune di Loano** utilizza un campo pozzi nella piana alluvionale del Torrente Varatella. I prelievi medi indicati dall'ufficio sono di circa 4,5 mc/min durante i tre mesi estivi e di circa 2 mc/min durante i restanti 9 mesi.

Questi dati corrispondono a una media di circa 195.000 mc/mese corrispondenti a 6500 mc/giorno durante i mesi estivi, e a circa 87.000 mc/mese pari a circa 2900 mc/giorno durante il restante periodo.

Questi dati corrispondono a un prelievo medio annuo di circa 1.370.000 mc

VALORE MEDIO DEI PRELIEVI ACQUEDOTTISTICI NEL TERRITORIO

Dai dati prima riportati e riferiti al periodo 2003-2008 si può notare come la quantità e l'andamento stagionale dei prelievi interessanti gli acquiferi alimentanti il territorio in esame abbia avuto una sostanziale uniformità. L'unica variazione di rilievo è un generale incremento dei prelievi nell'anno 2007 caratterizzato da scarsi apporti meteorici, e la ripresa dei prelievi a partire dal 2005 dal pozzo del Comune di Boissano; tali prelievi assumono una modesta rilevanza se considerati nel totale annuale, in realtà essendo i prelievi concentrati nei tre mesi estivi assumono rilevanza molto maggiore nell'ambito stagionale.

Dai dati forniti dagli acquedotti comunali il totale medio dei prelievi dagli acquiferi

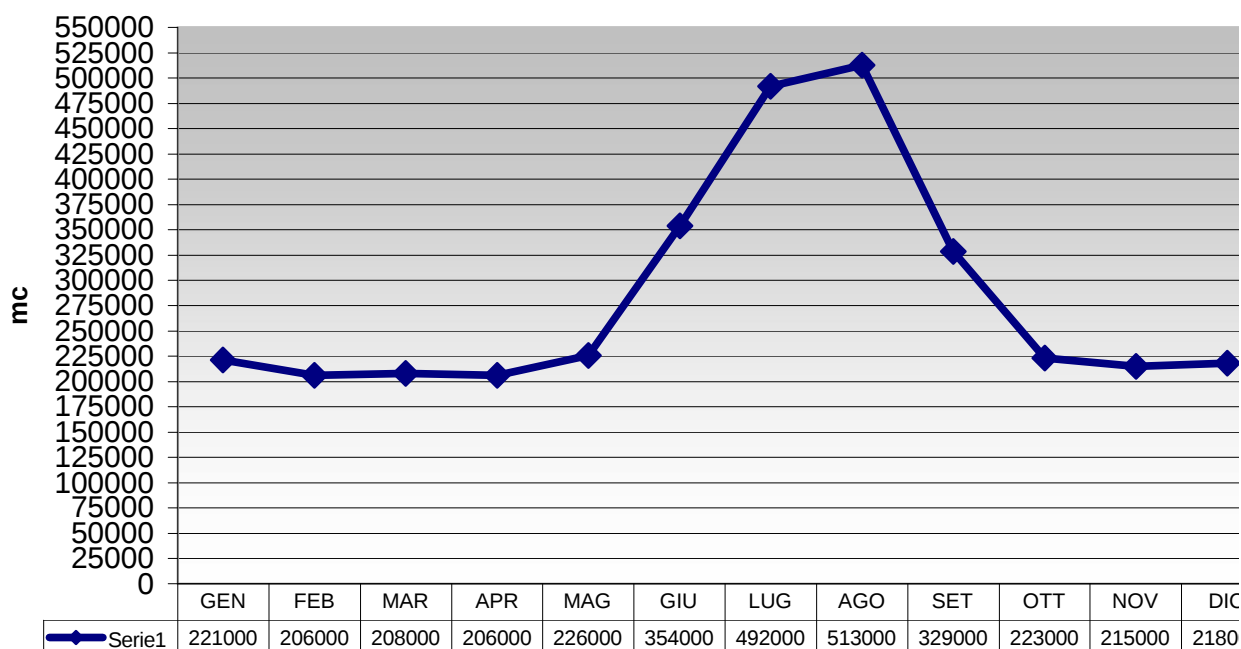
interessanti il territorio del Comune di Borghetto Santo Spirito è quindi di circa 3.400.000 mc/anno.

Tale dato é di circa 800.000 mc inferiore da quanto rilevato nello studio ATO del 2003 per l’acquifero costiero del Varatella; tuttavia come già ricordato in precedenza il dato riguardante i prelievi nello studio ATO risulta comprensivo di quanto emunto dai pozzi appartenenti al Comune di Loano all’interno di altre unità idrogeologiche e altri bacini idrografici.

Nel sottostante grafico è riportato l’andamento medio mensile dei prelievi totali dagli acquiferi in esame.

Importante dato da rilevare è come nei mesi di massime presenze turistiche (luglio- agosto) i prelievi al giorno si attestino intorno a punte di 17.000 mc/giorno

prelievi medi mensili periodo 2003-2008 dagli acquiferi interessanti il territorio del comune di Borghetto



DATI METEOCLIMATICI.

I dati meteo climatici di seguito trattati provengono dalle seguenti fonti:

- CMIRL – ARPAL per i dati 2003-2006
- APAT (Agenzia per la Protezione dell’Ambiente e per servizi Tecnici ora ISPRA) per i dati degli anni precedenti al 1999.

I dati degli anni tra il 1999 e il 2002 sono mancanti in tutta la Liguria in quanto non rilevati durante il periodo di passaggio della rete di osservazione climatologica dall’Ufficio Idrografico e Mareografico di Genova all’ARPAL.

La stazione pluviometrica di riferimento considerata è quella di Loano-Verzi, in quanto seppur geomorfologicamente appartenente al bacino del torrente Nimbalto (adiacente a quelli interessati dal presente studio: Varatella e Casazza-Castellaro), nell’ambito delle stazioni più vicine all’area in esame è quella che presenta per clima e altitudine le migliori caratteristiche di riferimento per le porzioni di territorio fondamentali per la ricarica degli acquiferi captati nel territorio del Comune di Borghetto S. Spirito (vedi carta unità idrogeologiche).

La stazione di Loano-Verzi è infatti ubicata a 95 m s.l.m. al passaggio tra la fascia pedemontana degradante verso la linea di costa con contenute pendenze ed i retrostanti versanti; con esposizione a sud ed in zona climaticamente classificabile come regione biogeografia Mediterranea sottoregione Submediterranea e come regione bioclimatica Temperata continentale. Termotipo: mesotemperato. Ombrotipo: umido-subumido

I dati della stazione sono:

LATITUDINE 44.1569 LONGITUDINE 8.2375 95 QUOTA 95 m s.l.m.

DATI PLUVIOMETRICI.

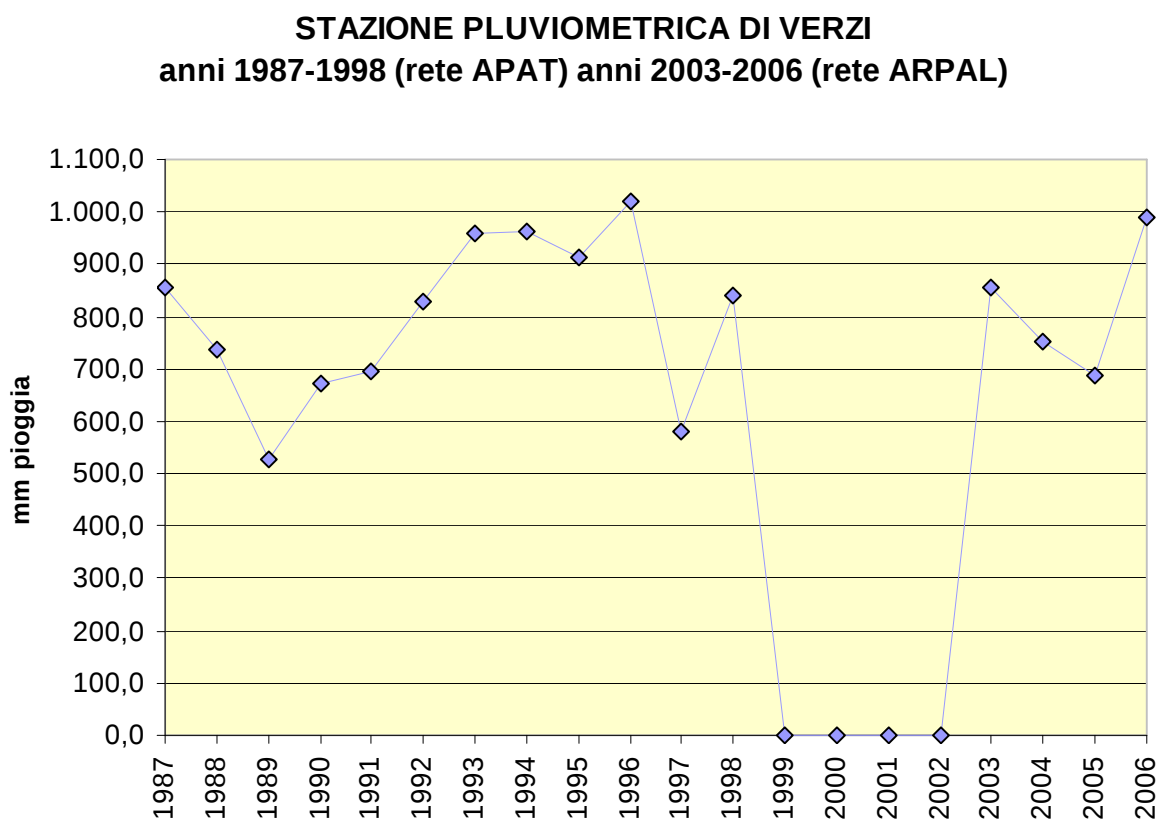
Il periodo preso in maggior considerazione (vedi grafico andamento mensile delle piogge) è quello monitorato dal CMIRL; come andamento annuale e per il calcolo delle piogge medie annuali è stato preso in considerazione il periodo ventennale a partire dal 1987 in quanto da quell’anno i dati pluviometrici sono disponibili con continuità (a parte il periodo

quadriennale transitorio); negli anni precedenti il 1987 i dati pluviometrici riferiti alla stazione di Verzi sono per lo più incompleti o non disponibili.

Il dato medio di piovosità annuale nei venti anni considerati risulta pari a **805 mm**, l'andamento nel periodo considerato con l'alternanza di picchi appare comunque sostanzialmente uniforme; il picco inferiore si ha nell'anno 1989 con 526,4 mm di apporti il picco massimo nel 1996 con 1020 mm di apporti annui.

Detto dato medio trova riscontro in quanto riportato ne "Il clima in Liguria" – G. Brancucci - 1994 nei quali vengono analizzati i dati disponibili per la stazione di Verzi nel periodo 1934-1989 e determinata una piovosità media annua di poco superiore a 900 mm.

Di seguito grafico andamento piogge annuali.

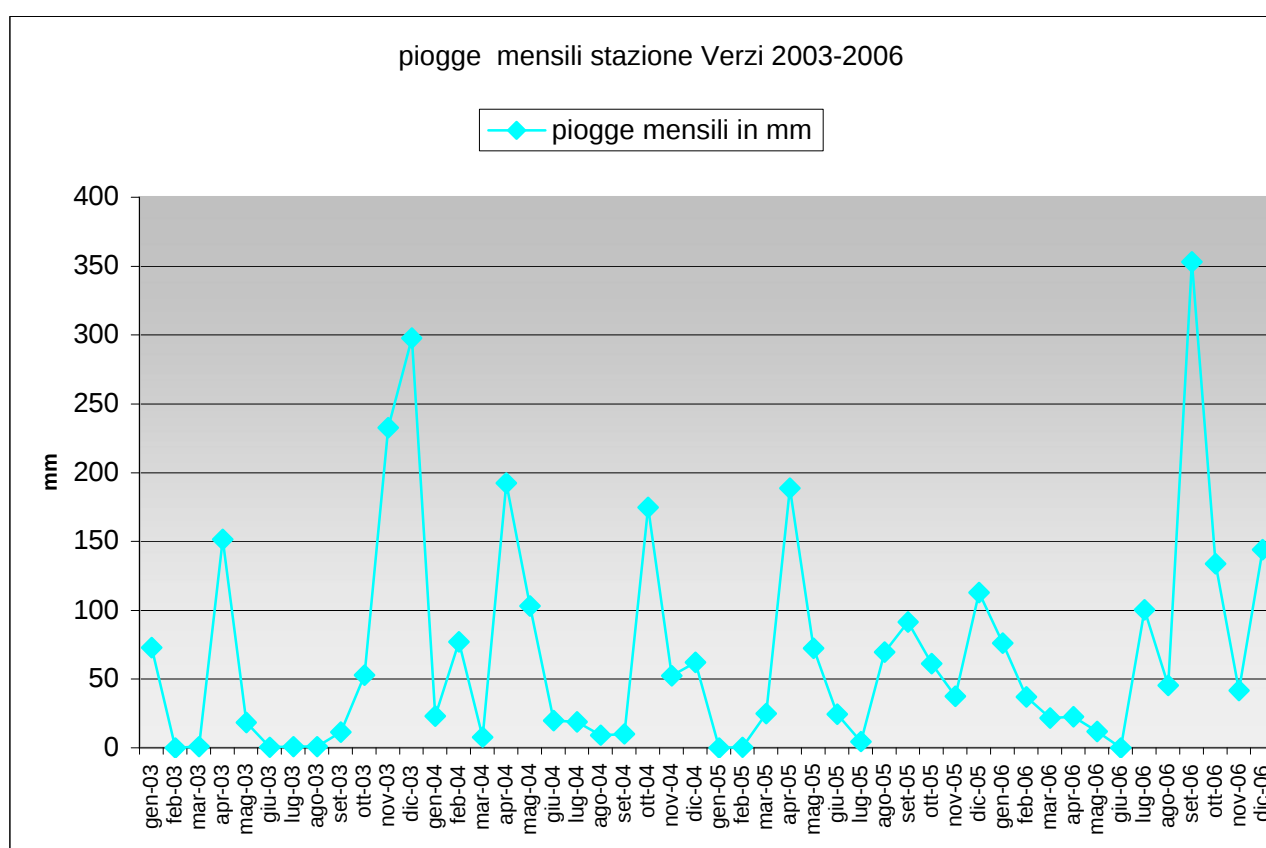


STAZIONE PLUVIOMETRICA DI VERZI
anni 1987-1998 (rete APAT) e anni 2003-2006 (rete
ARPAL)

anno	mm pioggia
1987	855,2
1988	735,4
1989	526,4
1990	672,2
1991	694,4
1992	830,0
1993	960,0
1994	961,2
1995	914,2
1996	1.020,0
1997	582,4
1998	839,0
1999	n.f
2000	n.f
2001	n.f
2002	n.f
2003	854,6
2004	751,2
2005	689,0
2006	988,8
n.f = non funzionante	

La distribuzione media mensile delle piogge nel periodo considerato presenta l'andamento indicato nel seguente grafico.

Si può notare come i mesi più piovosi risultino essere quelli autunnali seguiti dal mese di aprile ed i mesi più siccitosi risultino essere quelli estivi con modeste piogge anche nei mesi invernali.



DATI TERMOMETRICI.

Come per i dati pluviometrici ai fini della determinazione delle temperature medie diurne è stato preso in considerazione il periodo ventennale a partire dal 1987, oltre al periodo quadriennale di sospensione della misurazione per passaggio di competenze dall'APAt al CMIRL i dati sono maggiormente incompleti rispetto a quelli pluviometrici.

Il dato medio di temperatura diurna annuale nei venti anni considerati risulta pari a **14,9 gradi centigradi**, l'andamento nel periodo considerato appare sostanzialmente uniforme; il picco inferiore si ha nell'anno 1996 con 14,2°C, il picco massimo nel 2003 con 15,7°C.

Detto dato medio trova riscontro in quanto riportato ne "Il clima in Liguria" – G. Brancucci - 1994 nei quali vengono analizzati i dati disponibili per la stazione di Verzi nel periodo 1934-1989 e viene determinata una temperatura diurna media annua di circa 15°C.

Di seguito tabella andamento temperature medie diurne annuali.

STAZIONE TERMOMETRICA DI VERZI

anni 1987-1998 (rete APAT) e anni 2003-2006 (rete ARPAL)

TEMPERATURE DIURNE MEDIE ANNUALI

anno	°C
1987	14,4
1988	n.f.
1989	n.f.
1990	n.f.
1991	n.f.
1992	15,1
1993	14,5
1994	15,3
1995	n.f.
1996	14,2
1997	15,3
1998	14,8
1999	n.f.
2000	n.f.
2001	n.f.
2002	n.f.
2003	15,7
2004	14,9
2005	14,6
2006	15,3
n.f = non funzionante	

CAPACITA' DI RICARICA DEGLI ACQUIFERI – RISORSA IDROGEOLOGICA UTILIZZABILE BILANCIO IDROGEOLOGICO.

La stima della ricarica degli acquiferi assume una importanza fondamentale nello studio per la valutazione e quantificazione delle risorse idriche sfruttabili a livello pianificatorio.

Per un corretto piano di sfruttamento delle risorse idriche di un territorio il prelevamento idrico dagli acquiferi non deve superare la capacità di ricarica degli stessi; altrimenti si andrebbe ad intaccare la riserva idrica “geologica” nella sua componente non più rinnovabile, creando quindi squilibri ambientali non facilmente rimediabili (subsidenze, ingresso cuneo salino ecc.).

Nel presente studio quindi l’obiettivo per pervenire ad un bilancio idrogeologico corretto è quello di valutare il quantitativo dei prelievi delle risorse idriche sotterranee su base media annua, rispetto agli apporti idrici negli acquiferi su base media annuale calcolati in funzione della percentuale delle precipitazioni meteoriche che si infiltrano nel sottosuolo in funzione delle caratteristiche idrogeologiche degli acquiferi. Tale dato rappresenta difatti la ricarica su base media annua degli acquiferi ovvero la risorsa annualmente rinnovabile e quindi sfruttabile senza creare disequilibri idrogeologici.

Per pervenire ad una valutazione quantitativa della ricarica degli acquiferi sfruttabili nel territorio del Comune di Borghetto S. Spirito si sono applicate due metodologie diverse seppur concettualmente molto simili.

In prima analisi si è applicata la metodologia utilizzata nel “Piano d’Ambito Provinciale in materia di organizzazione del servizio idrico integrato” redatto da A.T.O. Savonese – Autorità d’Ambito per la gestione del Servizio idrico integrato – anno 2003.

Nell’ambito di tale Piano la ricarica media annua o riserva regolatrice per i vari acquiferi della Provincia di Savona viene calcolata in base all’assegnazione di un valore di ricarica media per kmq basato sulle risultanze di studi precedenti lungo il bacino del fiume Centa ed in Toscana e riferito alla litologia.

Il Piano A.T.O riporta:

“

L'unico studio di dettaglio disponibile è quello del documento (2) in cui le riserve regolatrici (o ricarica media annua) delle alluvioni del Centa sono state quantificate in circa 18 milioni di mc/anno (570 l/s), pari ad una ricarica media annua di 16 l/s per kmq di areale di esistenza.

In mancanza di indicazioni da studi specifici, la ricarica è stata stimata come dotazione idrica per kmq sulla base della similitudine di condizioni climatiche ed idrogeologiche con altre Unità di ambiti territoriali della Toscana. Si può così ottenere una valutazione orientativa, utile per impostare la discussione sulle risorse, ma comunque aperta a futuri contributi conoscitivi ed approfondimenti.

e

“

Per le Unità fratturate, in base alla similitudine con Unità consimili della Toscana e del Veneto, si è fatto ricorso ai seguenti coefficienti Unitari, dal più alto al più basso:

1. Calcari e dolomie carsificati (Unità 18) = 6 l/s/kmq
2. calcari con intercalazioni calcareo-marnose, arenacee e conglomeratiche (tipo Unità 13) = 5 l/s/kmq
3. conglomerati e sabbie cementate del Pliocene (Unità 12) = 4 l/s/kmq
4. calcari con intercalazioni marnose e argillitiche (Unità 16) = 4 l/s/kmq
5. flysch calcareo-arenacei (Unità 17) = 2 l/s/kmq
6. meta-ofioliti con copertura meta-sedimentaria (Unità 14) = 1 l/s/kmq
7. flysch marnoso-arenacei (Unità 15) = 1 l/s/kmq
8. rocce cristalline compatte in cui la permeabilità è data da sistemi di fratturazione regolare (verrucano, graniti, granodioriti, Unità 19 e 21) = 1 l/s/kmq
- “ 9. rocce metamorfiche di tipo filladico-scistoso (Unità 20) = 0.4 l/s/kmq

Applicando questa tabellizzazione alle Unità Idrogeologiche (acquiferi) sfruttabili nel territorio del Comune di Borghetto S. Spirito in base all'astensione Kilometrica delle unità riportata in precedenza nella relativa tabella (vedi paragrafo “unità idrogeologiche ed acquiferi”) si ottiene per le varie Unità Idrogeologiche su base annua:

Contributo Unità idrogeologiche	Estensione superficial e in kmq	Ricarica media annua Per kmq	Quantitativo medio annuale riserva regolatrice disponibile
UNITA' IDROGEOLOGICA ALLUVIONALE	4,35	16 l/s	2.195.000 mc
UNITA' IDROGEOLOGICA CARBONATICA UNO	2,66	6 l/s	503.000 mc
UNITA' IDROGEOLOGICA CARBONATICA DUE	2,52	6 l/s	477.000 mc
UNITA' IDROGEOLOGICA QUARZITICA	0,74	1 l/s	23.000 mc
UNITA' IDROGEOLOGICA M. CARMO	4,0	5 l/s	631.000 mc

TOTALE RICARICA ACQUIFERI =
 = RISORSE DISPONIBILE PER IL PRELEVAMENTO =
 = **3.829.000 mc**

Oltre alla precedente è stata applicata una seconda metodologia basata sui dati meteorologici locali oltre che sulle caratteristiche idrogeologiche degli acquiferi.

Detta metodologia è descritta in “Idrogeologia applicata e ambientale” – Massimo Civita – CEA – 2005 ed anche in “prospezioni idrogeologiche” – Pietro Celico- Liguori Ed- 1998.

Con questa tecnica la ricarica attiva media annua di un determinato intorno territoriale si calcola in base alla piovosità efficace ed alle condizioni idrogeologiche degli acquiferi che vengono conglobate in un indice di infiltrazione X determinato in base alle caratteristiche litologiche superficiali.

Questo sistema fornisce una stima del potenziale delle risorse idriche medie specie in aree prive o povere di dati strumentali, quale è il nostro caso.

I dati di base sono quelli meteorologici di:

P = piovosità media annua = 805 mm

T = temperatura diurna media annua = 14,9°C.

Per la valutazione dell'infiltrazione efficace occorre calcolare la precipitazione efficace Q in base alla relazione $Q = P - E$ ove E = evapotraspirazione reale

Per il calcolo di E si è utilizzata la formula di TURC (1954)

$$E = P / (0,9 + (P^2/L^2))^{1/2}$$

modificata da Santoro (1970) per zone con temperature medie annue comprese tra 10°C e 18°C in cui:

$$L = 586 - 10T + 0,05T^3$$

Applicando le formule si ottiene E = evapotraspirazione reale = 491 mm

Da cui:

$$Q = \text{piovosità media annua efficace} = 314 \text{ mm}$$

Moltiplicando Q per l'indice di infiltrazione X (diverso per ogni litologia e quindi per ogni unità idrogeologica) si otterrà

I = infiltrazione media annua = Q X in mm/anno

Moltiplicando per la superficie di ogni unità idrogeologica si avrà la quantificazione della ricarica media annua o riserva regolatrice.

Sulla base delle indicazioni della citata pubblicazione di Civita sono stati utilizzati per le diverse Unità Idrogeologiche i seguenti indici di infiltrazione X

Unità Idrogeologica alluvionale, costituita da depositi per lo più grossolani X = 0,9

Unità Idrogeologiche Carbonatiche Uno e Due, costituite da calcari e dolomie X = 0,8

Unità Idrogeologica M. Carmo, caratterizzata da litotipi prevalentemente carbonatici ma in serie mista ad altre litologie X = 0,75

Unità Idrogeologica Quarzifica, conglomerati del Verrucano e quarziti, X = 0,4

Le risultanze sono esposte nella seguente tabella:

Contributo Unità idrogeologiche	Estensione superficial e in kmq	Ricarica media annua / infiltrazione efficace annua	Quantitativo medio annuale riserva regolatrice disponibile
UNITA' IDROGEOLOGICA ALLUVIONALE	4,35	282,6 mm	1.229.000 mc
UNITA' IDROGEOLOGICA CARBONATICA UNO	2,66	251,2 mm	668.000 mc
UNITA' IDROGEOLOGICA CARBONATICA DUE	2,52	251,2 mm	633.000 mc
UNITA' IDROGEOLOGICA QUARZITICA	0,74	125,6 mm	126.000 mc
UNITA' IDROGEOLOGICA M. CARMO	4,0	235,5 mm	942.000 mc

TOTALE RICARICA ACQUIFERI =
 = RISORSA DISPONIBILE PER IL PRELEVAMENTO =
 = **3.598.000 mc**

BILANCIO IDROGEOLOGICO – VALUTAZIONE DELLE RISORSE DISPONIBILI.

STUDI PRECEDENTI.

A scala Provinciale esistono due studi che trattano seppur con presupposti e obiettivi diversi le problematiche relative all'approvvigionamento di risorse idriche, questi studi sono contenuti nel:

- “Piano Provinciale per il superamento di situazioni di Emergenza Idrica” redatto dalla Provincia di Savona – anno 2003.
- “Piano d’Ambito Provinciale in materia di organizzazione del servizio idrico integrato” redatto da A.T.O. Savonese – Autorità d’Ambito per la gestione del Servizio idrico integrato – anno 2003.

Il Piano di Protezione Civile Provinciale valuta le problematiche relative alla fornitura di risorse idriche all’utente sotto l’aspetto dell’emergenza. Suddivide il territorio in Comuni in 4 diversi gradi di esposizione al “rischio emergenza idrica” sulla base di dati in particolare quali l’aumento stagionale di utenti causati dal flusso turistico, perdite negli impianti, guasti, interventi di emergenza di vigili del fuoco ecc.. Giustamente essendo una valutazione a fini di protezione civile valuta semplicemente l’entità dell’esposizione a situazioni di emergenza limitate in termini temporali sulla base dei dati di cui sopra.

Detto questo il Comune di Borghetto Santo Spirito come la maggior parte dei comuni costieri circostanti viene catalogato a emergenza idrica nella fascia media con 2-3 fattori di rischio.

La definizione del Comune di Borghetto come territorio a rischio emergenza idrica ha comunque valenza solo ai fini di pianificazione per la prevenzione dell’emergenza, ma non certo ai fini della valutazione e pianificazione della gestione della risorsa idrica sotterranea che parte da altri presupposti basandosi su osservazioni protratte nel tempo di altri tipi di dati, non dipendenti da fattori episodici come il guasto di una pompa concomitante con un picco di afflusso turistico cosa che invece giustamente valuta un piano di emergenza.

Detto questo la classificazione del “Piano Provinciale per il superamento di situazioni di Emergenza Idrica” non è significativa ai fini del presente studio ne ai fini della pianificazione nel tempo dell’utilizzo della risorsa idrica sotterranea, semmai riveste notevole importanza ai fini delle modalità di distribuzione della risorsa, legate a situazione temporalmente limitate di emergenza.

Diverso il discorso per i contenuti del “Piano d’Ambito Provinciale in materia di organizzazione del servizio idrico integrato” redatto da A.T.O. Savonese nel 2003; in questo piano vengono valutate e quantificate seppur per ambiti estesi le risorse idriche sotterranee

disponibili raffrontate ai consumi; per cui le finalità sono raffrontabili a quelle del presente studio e cioè fornire dati per un corretto sfruttamento delle risorse mettendo in luce eventuali situazioni di disequilibrio idrogeologico (prelievi maggiori della capacità di ricarica degli acquiferi su base del ciclo annuale).

Purtroppo le risultanze di questo studio non sono direttamente raffrontabili alla situazione del territorio Comunale di Borghetto S. Spirito, in quanto il Piano prende in esame globalmente la situazione dell'acquifero costiero alluvionale dei bacini del torrente Varatella – rio Casazza – torrente Nimbalto, valutando quindi apporti e prelievi solo per l'Unità idrogeologica Alluvionale su un'area molto più estesa di quella di interesse per il Comune di Borghetto S.S.; tuttavia prendendo il dato come indicazione generale viene messa in luce una situazione di sostanziale equilibrio per l'Unità Idrogeologica Alluvionale con un modesto surplus idrico (150.000 mc/anno).

Tabella tratta dal Piano ATO- 2003

unità porose		3 - Varatella	
spessore medio		15 m	
porosità efficace		0.15	
areale		8'640'000 mq	
volume medio acquifero		129'600'000 mc	
riserva idrica		19'440'000 mc	
riserva regolatrice		4'359'537 mc/y=	0.138 mc/s
tasso rinnovamento		22.4%	
Prelievi acquedottistici		4'205'770 mc/y=	0.133 mc/s
Note sulle risorse residue			
I prelievi per Borghetto S.Spirito pareggiano il bilancio riserva regolatrice / prelievi. Disponibilità ulteriori potrebbero derivare dalla ricerca in temi calcarei sottostanti la coltre alluvionale, in particolare ai piedi delle unità carbonatiche dei monti Ravinet, Acuto e S. Croce.			

INFORMAZIONI ASSUNTE PRESSO L'UFFICIO ACQUEDOTTO COMUNALE

Le informazioni assunte presso l'ufficio acquedotto confermano una situazione quanto meno di equilibrio tra ricarica degli acquiferi e prelievi su base annua.

Di fatti misure sui livelli statici/dinamici evidenziano un abbassamento del livello della

profondità della falda durante i mesi estivi (maggiori consumi accompagnati da minori precipitazioni e maggiori temperature) che viene poi recuperato a seguito degli eventi piovosi autunnali (minori consumi accompagnati da maggiori precipitazioni e minori temperature).

Sostanzialmente negli ultimi anni i livelli di profondità della falda su base media annuale non hanno subito mutazioni.

Solamente nell'anno 2007 (particolarmente siccitoso) i livelli medi di profondità della falda si sono ripristinati nei mesi invernali anziché negli autunnali.

Ovviamente singoli anni particolarmente siccitosi incidono solo limitatamente nel tempo sulle riserve idriche, che vanno valutate su base pluriennale (di fatto il successivo anno 2008 non siccitoso ha riequilibrato il singolo evento 2007); diverso sarebbe se il trend di diminuzione delle precipitazioni si confermasse per più anni consecutivi.

Non sono state evidenziate negli ultimi anni ingressioni del cuneo salino.

BILANCIO IDROGEOLOGICO

Come già ricordato al fine di non provocare squilibri idrogeologici non facilmente reversibili l'utilizzo delle risorse idriche sotterranee non deve andare ad intaccare la riserva "geologica", ma limitarsi allo sfruttamento della parte rinnovabile di tale risorse, ovvero la riserva regolatrice o capacità di ricarica degli acquiferi

Tale dato è stato quantificato nel precedente paragrafo su base media annua con due diverse metodologie, (una utilizzata dallo studio A.T.O. del 2003, e una in base ai parametri meteorologici locali). L'applicazione delle due metodologie, pur fornendo dati diversi a livello di singola unità idrogeologica, a livello di valutazione complessiva delle risorse captabili dagli acquiferi di importanza per il territorio comunale hanno espresso risultati molto simili, addirittura identici valutando solo l'ordine di grandezza.

Ricapitolando:

metodologia studio A.T.O.

capacità di ricarica degli acquiferi = risorse disponibili = **3.800.000 mc/anno**

metodologia dati meteorologici + infiltrazione efficace

capacità di ricarica degli acquiferi = risorse disponibili = **3.600.000 mc/anno**

Il dato di prelievo medio annuo dagli acquiferi di cui si è valutata la capacità di ricarica è di circa **3.400.000 mc/anno** (media 2003-2008 - vedi relativo paragrafo).

Effettuando quindi un **bilancio idrogeologico** risulta che i prelievi medi annui sono inferiori alla capacità di ricarica media annua, per cui viene sfruttata solo la parte rinnovabile delle risorse idriche sotterranee non andando ad intaccare la “riserva geologica”

Nell’ambito della valutazione delle risorse idriche sotterranee si può ragionevolmente affermare che le risorse idriche disponibili per un utilizzo equilibrato all’interno degli acquiferi sfruttabili lungo il territorio comunale siano sufficienti all’attuale utilizzo con un modesto margine di aumento di utilizzo di circa il 10% rispetto all’attuale quantificabile in circa 200.000 – 400.000 mc/anno.

SUGGERIMENTI PER LA GESTIONE DELLA RISORSA IDRICA SOTTERRANEA.

La situazione ricarica acquiferi / prelievi acquedottistici si presenta quindi equilibrata con un saldo moderatamente positivo.

Tenendo conto che le stime sull’estensione delle Unità Idrogeologiche alimentanti gli acquiferi di interesse nelle valutazioni effettuate è stata molto prudentiale, specialmente in riferimento alla effettiva molto maggior estensione areale dell’Unità Idrogeologica Carbonatica Uno e soprattutto dell’Unità Idrogeologica M. Carmo, appare tranquillamente sostenibile un aumento dei prelievi di circa 200.000 – 400.000 mc/anno rispetto alla media riscontrata nel periodo in esame (2003-2008).

Tra l’altro il ripristino del pozzo Canale programmato dall’amministrazione Comunale potrà essere utile sia a livello di una maggior ripartizione o alternanza dei punti di captazione sia a supportare un eventuale maggior aumento dei prelievi sempre nell’ambito della quota sopra indicata.

Se nel tempo dovesse verificarsi la necessità di un più consistente aumento dei prelievi idrici sotterranei sarà giocoforza andare ad interessare acquiferi attualmente non captati direttamente o poco captati.

Di fatto sono da escludere future captazioni pescanti all'interno dell'Unità Idrogeologica Alluvionale o all'interno dell'Unità Idrogeologica Quarzitica; gli eventuali maggiori prelievi oltre la quota indicata dovranno andare ad interessare le Unità Idrogeologiche Carbonatiche ad oggi sfruttate prevalentemente a livello di alimentazione indiretta (solo 3-4 pozzi pescano direttamente all'interno del substrato carbonatico).

Eventuali nuovi pozzi anche se ubicati nella piana alluvionale (preferibilmente sponda destra) dovranno quindi prevedere profondità tali (almeno 70 m) da andare pienamente ad interessare il substrato calcareo escludendo la falda freatica superficiale all'interno dei sedimenti alluvionali; captazioni quindi equivalenti come tipologia a quella rappresentata dal pozzo Roba.

Ovviamente lo scenario alternativo è invece quello di una diminuzione dei prelievi determinata dal risparmio sui consumi e sulle perdite e dispersioni dell'impianto acquedottistico.

Anche sotto questo aspetto ci sono buoni margini d'intervento ad esempio effettuando campagne informative agli utenti per evitare sprechi, e sostituendo preventivamente tratti di impianti e tubazioni vetuste maggiormente soggette a perdite.

Allo stato attuale dato che il bilancio idrogeologico risulta più che equilibrato e non viene compromessa la riserva idrica "geologica", non appaiono necessari interventi strutturalmente più corposi, come a titolo di esempio la ricarica artificiale degli acquiferi, che vengono in genere utilizzati per porre rimedio a situazioni di disequilibrio del bilancio idrogeologico.

Ai fini della corretta gestione delle risorse idriche risulta indispensabile il monitoraggio.

Per quanto riguarda i prelievi questi vengono puntualmente (ogni giorno) rilevati dall'Ufficio Acquedotto del Comune di Borghetto S. Spirito; è auspicabile che tale monitoraggio puntuale sia reso disponibile anche per quanto riguarda le captazioni appartenenti ad altri acquedotti

comunali di cui ad oggi sono disponibili dati medi stagionali.

Per quanto riguarda i dati meteorologici (pur ritenendo comunque rappresentativa la stazione di Verzi) sarebbe bene che il Comune si dotasse di una stazione termopluviometrica lungo il proprio territorio da ubicarsi su versante a quote intorno ai 100-200 m s.l.m. (in modo da essere rappresentativa anche per gli acquiferi carbonatici estesi a monte).

Tale monitoraggio risulta di importanza sia per reperire nuovi dati per un aggiornamento periodico del bilancio idrogeologico, sia per fornire un segnale di “attenzione” qualora le piogge medie annuali assumano per più anni consecutivi valori inferiori alla media indicata nel presente studio (805 mm/anno).

Per quanto riguarda il bilancio idrogeologico risulta indispensabile che venga aggiornato periodicamente ogni circa 5 anni.

Di notevole importanza è anche il monitoraggio periodico dei livelli statici/dinamici nei pozzi. Si consiglia di monitorare tali livelli due volte l'anno, nei periodi di presumibile minimo (fine agosto) e di presumibile massimo (fine dicembre); tale monitoraggio potrà essere limitato ad un pozzo rappresentativo di un areale (ad esempio un pozzo in località Loree, uno in Località Grasce, uno nell'intorno SLA). A questo modo si avranno indicazioni precise su eventuali depauperamenti della risorsa idrica da correlare ai dati meteorologici.

Ceriale, luglio 2009