

CLIENTE: 	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023089
	LOCALITÀ Regione Liguria		SPC. LA-E-83069	
WBS CLIENTE NR / 17144	PROGETTO Metanodotto Sestri Levante - Recco		Fg. 1 di 38	Rev. 0

METANODOTTO SESTRI LEVANTE - RECCO

DN 400 (16"), DP 75 bar ed opere connesse

Integrazioni allo Studio di Impatto Ambientale

Studi idrogeologici suppletivi

Annesso G al Documento SPC LA-E-83075 - Approfondimenti tematici

0	Emissione per integrazioni SIA	Mencucci	Guidotti	Guiducci	mag. '20
Rev.	Descrizione	Elaborato	Verificato	Approvato	Data

CLIENTE: 	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023089
	LOCALITÀ Regione Liguria		SPC. LA-E-83069	
WBS CLIENTE NR / 17144	PROGETTO Metanodotto Sestri Levante - Recco		Fg. 2 di 38	Rev. 0

INDICE

PREMESSA		3
1. OSSERVAZIONI DELLA REGIONE LIGURIA		4
1.1 Punto 11		4
1.1.1	Introduzione	4
1.1.2	Settori collinari	5
1.1.3	Torrente Petronio	6
1.1.4	Torrente Gromolo	8
1.1.5	Torrente Graveglia	9
1.1.6	Torrente Garibaldi	11
1.1.5	Torrente Sturla	13
1.1.6	Torrente Lavagna	15
1.1.7	Considerazioni conclusive	21
1.2 Punto 12		22
1.2.1	Introduzione	22
1.2.1.1	SG19	23
1.2.1.2	SG21	26
1.2.1.3	SG22	30
1.2.1.4	SG23	33
1.2.1.5	PZ5	37

CLIENTE: 	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023089
	LOCALITÀ Regione Liguria		SPC. LA-E-83069	
WBS CLIENTE NR / 17144	PROGETTO Metanodotto Sestri Levante - Recco		Fg. 3 di 38	Rev. 0

PREMESSA

La presente documentazione, relativa al progetto denominato “Metanodotto Sestri Levante - Recco DN 400 (16”), DP 75 bar ed opere connesse” con sviluppo nella Regione Liguria, è redatta a seguito del parere espresso dalla Regione Liguria ai sensi dell’Art. 24, comma 3 del D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii. con Prot. N. PG/2019/235533, Classif./Fasc. G13/2019/14 del 12/08/2019.

In particolare vengono fornite integrazioni alle osservazioni indicate che richiedono maggiori evidenze sia per quanto riguarda le interferenze dell’opera in progetto con eventuali falde che gli approfondimenti idrogeologici integrativi.

CLIENTE: 	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023089
	LOCALITÀ Regione Liguria		SPC. LA-E-83069	
WBS CLIENTE NR / 17144	PROGETTO Metanodotto Sestri Levante - Recco		Fg. 4 di 38	Rev. 0

1. OSSERVAZIONI DELLA REGIONE LIGURIA

Di seguito si riportano le parti più significative delle osservazioni trasmesse dalla Regione Liguria che fanno riferimento al paragrafo:

- A) Interferenze sull'assetto geomorfologico ed idrogeologico.

1.1 Punto 11

...per tutte le aree di scavo dovrà essere data evidenza all'intersezione di eventuali falde. In particolare nei casi di attraversamento dei principali corsi d'acqua (Petronio, Gromolo, Graveglia, Sturla e Lavagna) dovranno essere acquisite informazioni dirette sui livelli piezometrici e le direzioni di flusso dell'acquifero superficiale, secondo quanto previsto all'allegato 5 del DPR 120/17.

1.1.1 Introduzione

L'interferenza con le acque sotterranee per i settori collinari viene esaminata nel paragrafo 1.1.2, mentre, per ognuno dei principali corsi d'acqua, l'esame viene condotto in dettaglio ed illustrato nei paragrafi successivi, tenendo conto dei dati acquisiti riguardo ai livelli piezometrici degli acquiferi alluvionali tramite una campagna di rilevamenti piezometrici effettuata dal Novembre 2018 al Novembre 2019.

Gli acquiferi alluvionali, ospitati nei principali fondovalle interferiti, sono caratterizzati da estensione ridotta e spessori limitati. I pozzi esistenti sono relativamente pochi. Nella maggioranza dei casi si tratta di pozzi privati, ad uso irriguo prevalente. Generalmente, inoltre, i pozzi sono costruiti con tubazioni chiuse, non accessibili per l'esecuzione di misure piezometriche, a meno di effettuare lo smontaggio di parte dell'impianto. In diversi casi, tuttavia, dati di soggiacenza di tipo semi-quantitativo sono stati ricavati sulla base del valore medio del livello piezometrico fornito su indicazioni dei proprietari.

Sia il numero ridotto dei pozzi che la loro distribuzione e accessibilità non consentono attualmente la redazione di una carta delle isofreatiche che rappresenti in maniera esaustiva le direzioni di deflusso degli acquiferi; lo stesso dicasi per l'acquifero relativamente più esteso del torrente Lavagna.

Come precedentemente detto, la stima dei livelli piezometrici si basa quindi su dati semi-quantitativi, derivati principalmente dalle indicazioni dei proprietari e sulle misure eseguite nei sondaggi geognostici del progetto. In pochi casi è stato possibile eseguire misure dirette della falda all'interno dei pozzi, solo là dove il diametro della tubazione era sufficiente all'introduzione della sonda piezometrica.

Tali informazioni aggiuntive hanno arricchito alcune schede di pozzi presentate nel capitolo 4.4 (Schede di pozzi e sorgenti) del contributo LA-E-83018 "Relazione Idrogeologica e Censimento Pozzi e Sorgenti", Annesso B al progetto di Fattibilità Tecnico-Economica che, per questo motivo, viene rimesso in revisione 1. Si precisa che le schede arricchite con tali informazioni sono evidenziate da un colore blu nel documento citato.

CLIENTE: 	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023089
	LOCALITÀ Regione Liguria		SPC. LA-E-83069	
WBS CLIENTE NR / 17144	PROGETTO Metanodotto Sestri Levante - Recco		Fg. 5 di 38	Rev. 0

1.1.2 Settori collinari

Nella prima parte del tracciato di progetto (KP 0.0 – KP 9,5 circa), in corrispondenza delle valli del Petronio e del Gromolo, i rilievi collinari sono costituiti interamente da terreni dell'acquifero ofiolitico che il tracciato di progetto percorre con sostanziale continuità lungo linee di spartiacque. In tali condizioni la circolazione idrica, profonda in ragione della elevata permeabilità per fratturazione, della morfologia e dell'assenza di limiti di permeabilità significativi all'interno dell'ammasso roccioso, consente di escludere che la condotta possa interferire con terreni saturi.

Nel seguito del percorso, in cui il tracciato attraversa i versanti della Val Graveglia e della Val Sturla, e nel tratto lungo il versante destro della Val Lavagna, ad Ovest del torrente Liteglia (KP 11.0 – KP 38.0), i rilievi sono formati in massima parte da terreni appartenenti all'aquitardo argilloso-marnoso. Le successioni torbiditiche che costituiscono tale dell'aquitardo sono formate da prevalenti sequenze marnoso-argillose con subordinate intercalazioni arenacee e calcaree e sono caratterizzate nel complesso da scarsa circolazione idrica profonda e dalla presenza di ridotti circuiti a carattere locale, sviluppati negli orizzonti superficiali più alterati e fratturati. Poiché il tracciato segue anche in queste aree in massima parte linee di cresta e di crinale, in cui la profondità di scavo è limitata, l'attraversamento di terreni saturi si può escludere, fatta eccezione per la possibile interferenza con circuiti di carattere locale nei pochi casi di percorrenza dei settori inferiori dei versanti, che in ogni caso non appartengono a falde di significativa rilevanza per le risorse idriche.

L'acquifero delle Arenarie del Gottero viene attraversato per circa quattro chilometri lungo il crinale Monte dei Preti – Monte Carnella – Costa Crocetta (KP 18.0 – KP 22.0): date le condizioni morfologiche e il grado di permeabilità medio-elevato la circolazione idrica è profonda e porta ad escludere possibilità di interferenza con le acque sotterranee. Analoghe condizioni possono invocarsi per i brevi tratti in cui il tracciato di progetto interessa l'acquifero carbonatico della Formazione del Monte Antola nelle parti sommitali dei rilievi.

Per quanto riguarda le opere in sotterraneo previste all'interno dei rilievi collinari (*microtunnel*, *raise borer* e gallerie tradizionali), la maggior parte di esse attraversa terreni dell'aquitardo argilloso-marnoso, caratterizzato da scarsa circolazione profonda e dall'assenza di limiti di permeabilità significativi tra le varie formazioni che vi appartengono, in cui quindi l'interferenza con le acque sotterranee è limitata e non interessa risorse idriche di rilievo.

Alcune delle opere in sotterraneo saranno scavate per contro all'interno di complessi acquiferi (Complesso ofiolitico, Arenarie del Monte Gottero, Formazione di Monte Antola), nei quali l'interferenza con terreni saturi non può essere esclusa. Per quanto riguarda l'esecuzione dei *microtunnel*, si evidenzia che nei tratti sottofalda è possibile realizzare un tunnel impermeabilizzato durante tutte le fasi costruttive, adottando una postazione di trivellazione a tenuta idraulica con fresa "a bilanciamento" delle pressioni idrostatiche esterne e giunti di tenuta idraulica tra gli elementi tubolari posati. Ciò consente di evitare fenomeni di drenaggio e di deflusso lungo lo scavo. Sistemi ed interventi di impermeabilizzazione del cavo possono essere adottati anche nell'esecuzione delle gallerie tradizionali (funzionali alla realizzazione dei *raise borer*), al fine di evitare in questo tipo di opere significativi effetti di drenaggio della circolazione idrica. Questo tipo di interventi consentono di ridurre in maniera sostanziale l'impatto con le acque sotterranee in considerazione delle ridotte dimensioni di queste opere e delle caratteristiche idrogeologiche degli ammassi rocciosi.

CLIENTE: 	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023089
	LOCALITÀ Regione Liguria		SPC. LA-E-83069	
WBS CLIENTE NR / 17144	PROGETTO Metanodotto Sestri Levante - Recco		Fg. 7 di 38	Rev. 0

ofiolitico che costituisce anche i due versanti della valle. La permeabilità relativa media delle serpentiniti può considerarsi inferiore a quella dell'acquifero alluvionale (Fig. 1.1/A)

Dati di sottosuolo

I pozzi privati PZ1 e PZ2 (Fig. 1.1/A) profondi oltre 25 metri dal p.c. non sono utilizzabili per ricavare informazioni sul livello piezometrico della falda freatica dell'acquifero alluvionale in quanto attingono le acque sotterranee del complesso ofiolitico.

I sondaggi geognostici eseguiti più a monte, in sponda destra (BH01) e in sponda sinistra (BH02), hanno fornito valori di soggiacenza della falda di circa 6 metri dal piano campagna. Tali valori sono compatibili con un rapporto falda/fiume in cui il corso d'acqua alimenta la falda freatica dell'acquifero alluvionale, considerando che il dislivello tra alveo e piana alluvionale è generalmente compreso tra 2 e 4 metri. I dati piezometrici disponibili non consentono di fare altre considerazioni sulla direzione di flusso dell'acquifero alluvionale.

Interferenza del metanodotto con la falda dell'acquifero alluvionale

Nei depositi alluvionali del fondovalle del Petronio la soggiacenza misurata nei sondaggi geognostici è pari a circa 6 metri dal p.c.; con tale valore di soggiacenza, pur considerando un'escursione stagionale importante pari a circa 1-2 metri, è altamente improbabile l'interferenza del metanodotto con la superficie freatica in quanto le profondità raggiunte dagli scavi sono limitate ai primi 2 metri dal piano campagna.

Fa eccezione l'intorno dei due attraversamenti dell'alveo in cui la profondità di scavo è maggiore (compresa nell'intervallo 3-7 m e pari a circa 4 metri al di sotto dell'alveo) e dove la soggiacenza della falda è minore.

CLIENTE: 	PROGETTISTA 	UNITÀ 000	COMMESSA 023089
	LOCALITÀ Regione Liguria		SPC. LA-E-83069
WBS CLIENTE NR / 17144	PROGETTO Metanodotto Sestri Levante - Recco	Fg. 8 di 38	Rev. 0

1.1.4 Torrente Gromolo



Fig. 1.1/B: Stralcio modificato dalla Carta idrogeologica a scala 1:10.000 (Dis. LB-D-83217) nel tratto compreso tra kp7.0 e kp8.0. **LEGENDA:** tracciato della variante sul Torrente Gromolo (linea rossa – LA-E-83023); tracciato di progetto presentato nel SIA (linea verde); Complesso ofiolitico (cof)

Inquadramento idrogeologico

Nell'area di attraversamento il torrente Gromolo presenta un alveo profondamente inciso nel substrato serpentinitico con sponde caratterizzate da elevate acclività. Il materasso alluvionale all'interno dell'incisione valliva è costituito da sedimenti ghiaioso-ciottolosi e da blocchi serpentinitici e secondariamente diasprigni, che non permette l'esistenza di una vera e propria falda freatica.

Dati di sottosuolo

Nell'area non vi sono pozzi, né sono stati eseguiti sondaggi geognostici.

Interferenza del metanodotto con la falda dell'acquifero alluvionale

In assenza del materasso alluvionale il tracciato interferisce esclusivamente con la portata di deflusso superficiale del corso d'acqua.

CLIENTE: 	PROGETTISTA 	UNITÀ 000	COMMESSA 023089
	LOCALITÀ Regione Liguria		SPC. LA-E-83069
WBS CLIENTE NR / 17144	PROGETTO Metanodotto Sestri Levante - Recco	Fg. 9 di 38	Rev. 0

1.1.5 Torrente Graveglia

Asta principale

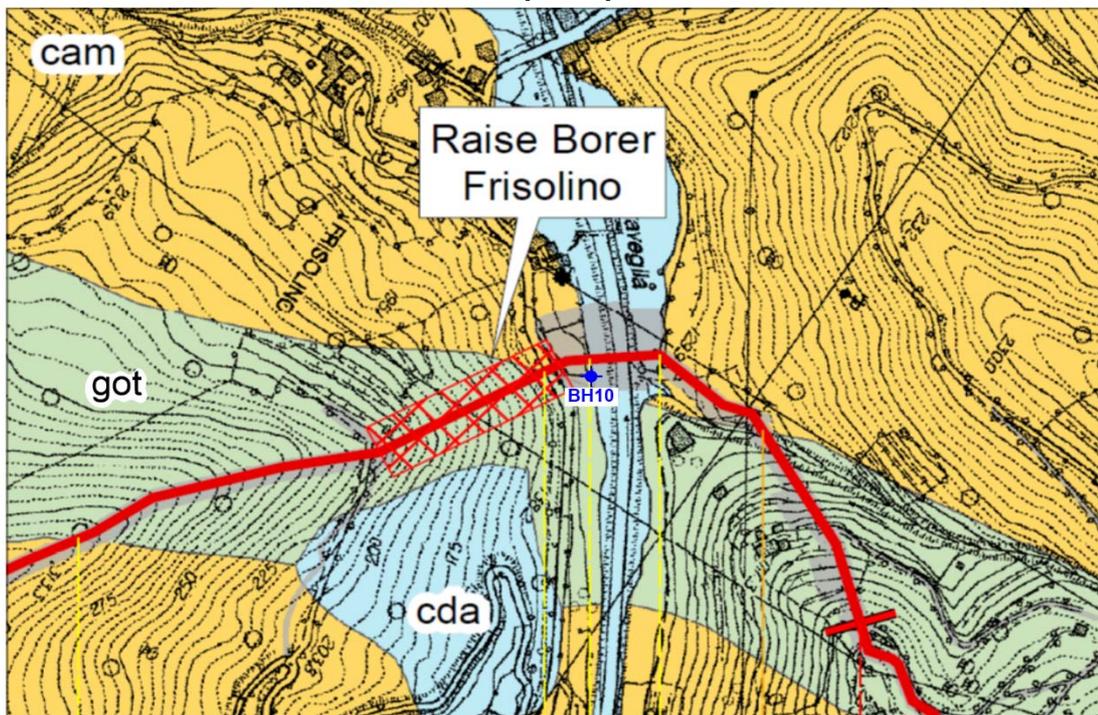


Fig. 1.1/C: Stralcio modificato dalla Carta idrogeologica a scala 1:10.000 (Dis. LB-D-83217) nel tratto compreso tra kp11.0 e kp12.0. **LEGENDA:** tracciato di progetto (linea rossa), *microtunnel* (quadrettato rosso), Complesso argilloso-marnoso (cam), Complesso detritico-alluvionale (cda), Arenarie del Monte Gottero (got), sondaggi geognostici (serie BH).

Inquadramento idrogeologico

Nell'intorno dell'attraversamento l'acquifero alluvionale del Graveglia ha un'estensione laterale molto ridotta (circa 45 metri lungo il tracciato), che aumenta fino ad un centinaio di metri a valle. Anche lo spessore dell'acquifero è limitato, pari a qualche metro (4 metri nel sondaggio geognostico BH10). I sedimenti alluvionali sono costituiti da sabbie e ghiaie in matrice sabbioso-limosa (Fig. 1.1/C).

Dati di sottosuolo

Non sono presenti pozzi nel settore di attraversamento. Nel sondaggio geognostico BH10 è stata misurata una soggiacenza di 3,4 metri dal p.c. Considerando che la misura è stata eseguita in periodo di falda relativamente bassa, è ipotizzabile che la soggiacenza minima possa essere intorno a 3 metri dal p.c.

Interferenza del metanodotto con la falda dell'acquifero alluvionale

Date le dimensioni limitate dell'acquifero alluvionale, il flusso della falda presenta una direzione NW-SE seguendo necessariamente l'andamento morfologico della valle. È ragionevole stimare che in quest'area, nella piana del Graveglia, la soggiacenza minima si aggiri verosimilmente attorno a 3 metri, sia in sponda sinistra, dove il livello piezometrico è stato misurato, sia in sponda destra, di simili caratteristiche morfologiche-idrogeologiche. In corrispondenza dell'attraversamento del corso d'acqua, considerando

CLIENTE: 	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023089
	LOCALITÀ Regione Liguria		SPC. LA-E-83069	
WBS CLIENTE NR / 17144	PROGETTO Metanodotto Sestri Levante - Recco		Fg. 10 di 38	Rev. 0

che la profondità di scavo della condotta sarà in gran parte superiore ai 3 metri, è molto probabile l'interferenza con la falda freatica. Si evidenzia che tale interferenza è del tutto temporanea, essendo legata ai tempi di scavo, posa e rinterro della condotta. In considerazione della natura ghiaioso-sabbiosa dei depositi alluvionali, e della conformazione morfologica del fondovalle (valle stretta), al termine dei lavori, si avrà il naturale ripristino delle condizioni idrologiche dell'area.

CLIENTE: 	PROGETTISTA 	UNITÀ 000	COMMESSA 023089
	LOCALITÀ Regione Liguria		SPC. LA-E-83069
WBS CLIENTE NR / 17144	PROGETTO Metanodotto Sestri Levante - Recco	Fg. 11 di 38	Rev. 0

1.1.6 Torrente Garibaldo

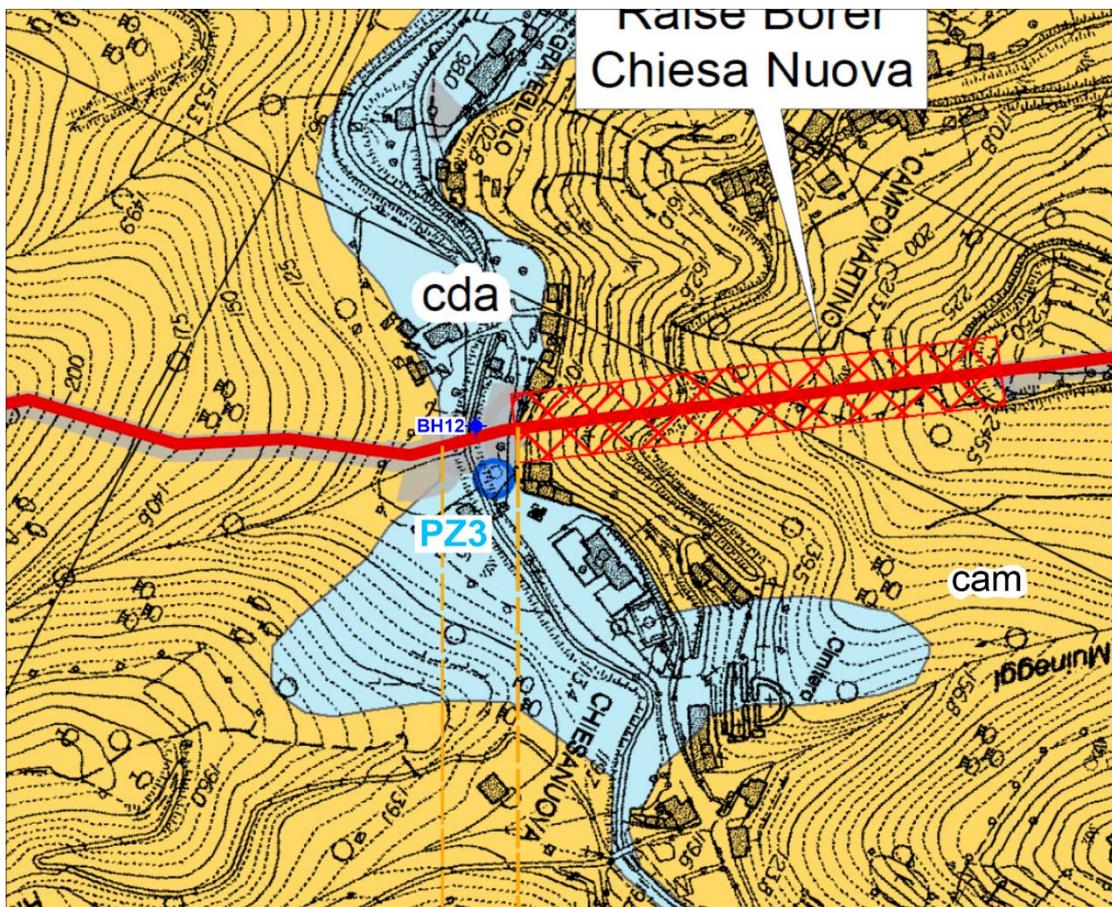


Fig. 1.1/D: Stralcio modificato dalla Carta idrogeologica a scala 1:10.000 (Dis. LB-D-83217) nel tratto compreso tra KP14.7 e KP15.0. **LEGENDA:** tracciato di progetto (linea rossa), *microtunnel* (quadrettato rosso), complesso argilloso-marnoso (cam), complesso detritico-alluvionale (cda), pozzi (serie PZ)

Inquadramento idrogeologico

Nell'intorno dell'attraversamento l'acquifero alluvionale del torrente Garibaldo ha un'estensione laterale molto ridotta (circa 40 metri lungo il tracciato), che aumenta fino ad una larghezza di circa 80 metri verso valle, in corrispondenza dell'abitato di Gravegliolo. A monte dell'attraversamento l'acquifero alluvionale è alimentato anche dalle coltri detritiche affioranti sui versanti.

Lo spessore del materasso alluvionale è inferiore ad una decina di metri (8,5 m in BH12). I sedimenti alluvionali sono costituiti da limi sabbiosi alternati a ghiaie con abbondante matrice sabbioso-limosa (Fig. 1.1/D).

Dati di sottosuolo

Nel pozzo (PZ3) situato in sponda destra in prossimità dell'alveo, durante la campagna di rilevamento (11/2018-11/2019) sono state misurate soggiacenze comprese tra 3,80 e 3,10 m dal piano campagna, con un'escursione di 0,70 metri. Il valore di 3,10 metri può

CLIENTE: 	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023089
	LOCALITÀ Regione Liguria		SPC. LA-E-83069	
WBS CLIENTE NR / 17144	PROGETTO Metanodotto Sestri Levante - Recco		Fg. 12 di 38	Rev. 0

considerarsi prossimo al valore minimo di soggiacenza (rilievo effettuato nella stagione autunnale in un periodo di intensa piovosità). Nel sondaggio geognostico BH12 è stata misurata una soggiacenza di 4,4 metri dal p.c..

Interferenza del metanodotto con la falda dell'acquifero alluvionale

La soggiacenza misurata in un pozzo aperto nel periodo autunnale (PZ3, con soggiacenza pari a circa 3 metri dal p.c.) può considerarsi vicina al valore minimo. Si ritiene pertanto che, considerando la profondità di scavo (superiore a 3 metri nel fondovalle), si verifichi interferenza con la falda freatica non solo in corrispondenza dell'attraversamento dell'alveo ma anche nei terrazzi della piana alluvionale del torrente Garibaldo.

in considerazione della natura ghiaioso-sabbiosa dei depositi alluvionali, e della conformazione morfologica del fondovalle (valle stretta), al termine dei lavori, si avrà il naturale ripristino delle condizioni idrologiche dell'area.

Date le dimensioni limitate dell'acquifero alluvionale, le direzioni di flusso seguono necessariamente l'andamento della valle. Per quanto riguarda il pozzo PZ3, essendo questo situato a monte-flusso rispetto al metanodotto, possono escludersi interferenze con il campo di moto della falda che lo alimenta.

CLIENTE: 	PROGETTISTA 	UNITÀ 000	COMMESSA 023089
	LOCALITÀ Regione Liguria		SPC. LA-E-83069
WBS CLIENTE NR / 17144	PROGETTO Metanodotto Sestri Levante - Recco		Rev. 0

1.1.5 Torrente Sturla

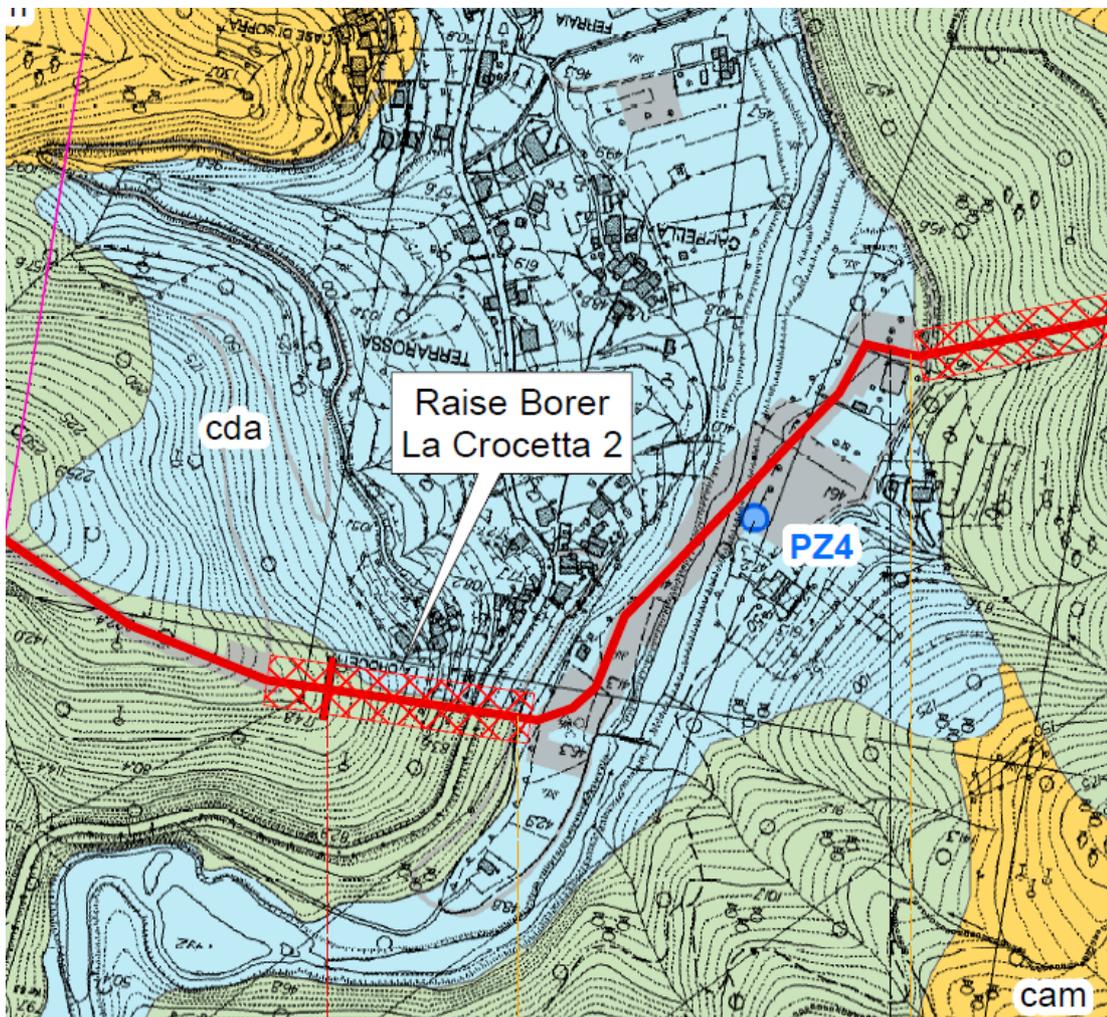


Fig. 1.1/E: Stralcio modificato dalla Carta idrogeologica a scala 1:10.000 (Dis. LB-D-83217) nel tratto compreso tra kp14.7 e kp15.0. LEGENDA: tracciato di progetto (linea rossa), *microtunnel* (quadrettato rosso), Complesso argilloso-marnoso (cam), complesso detritico-alluvionale (cda), arenarie del Monte Gottero (got), pozzi (serie PZ).

Inquadramento idrogeologico

L'attraversamento del Torrente Sturla è situato nel settore terminale della valle, in cui l'acquifero ha un'estensione laterale di circa un centinaio di metri, che sale ad oltre duecento a valle della frazione di Cappella. Il materasso alluvionale è in comunicazione su entrambe le sponde con i depositi detritici di versante affioranti. I sedimenti alluvionali, costituiti da ghiaie ciottolose con matrice sabbiosa, hanno uno spessore limitato, verosimilmente attorno a 4-5 metri: il substrato roccioso (Arenarie del Monte Gottero) affiora infatti in sponda destra, circa un centinaio di metri a monte dell'attraversamento di progetto (Fig. 1.1/E).

CLIENTE: 	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023089
	LOCALITÀ Regione Liguria		SPC. LA-E-83069	
WBS CLIENTE NR / 17144	PROGETTO Metanodotto Sestri Levante - Recco		Fg. 14 di 38	Rev. 0

Dati di sottosuolo

Non sono stati eseguiti sondaggi geognostici nell'intorno dell'attraversamento. Il pozzo PZ4 è l'unico censito nell'area, ma non è utilizzabile per misure piezometriche in quanto non accessibile; il pozzo ha una profondità pari a circa 13-15 metri (informazioni raccolte dai proprietari) ed il livello piezometrico medio si situa intorno a circa 5 metri dal p.c.. Il pozzo è scavato nella sottile copertura dei depositi alluvionali ed in gran parte nell'acquifero sottostante delle Arenarie del Monte Gottero, da cui trae verosimilmente buona parte della ricarica.

Interferenza del metanodotto con la falda dell'acquifero alluvionale

La soggiacenza attorno a 5 metri dal p.c., funzione del livello piezometrico nell'acquifero arenaceo, non è utilizzabile per una stima del livello di falda nei depositi alluvionali, verosimilmente minore di tale valore. Non si può escludere quindi che si verifichi una parziale interferenza della condotta con la falda freatica in corrispondenza di una parte dell'attraversamento dell'acquifero alluvionale, soprattutto in periodi di falda alta, considerando che la profondità di scavo prevista è compresa tra 3 e 4 m dal p.c.. I dati piezometrici disponibili non consentono di ricostruire il campo di moto della falda dell'acquifero alluvionale.

Si evidenzia comunque che l'interferenza con la falda freatica sarà del tutto temporanea, essendo legata ai tempi di scavo, posa e rinterro della condotta e che, inoltre, questo attraversamento, come tutti gli altri, sarà realizzato durante i periodi estivi/siccitosi.

Per quanto riguarda l'interferenza dell'opera con il pozzo, il tracciato di progetto passa a circa 25 metri di distanza dal pozzo, a valle-flusso. Si può pertanto escludere, considerando il quadro idrogeologico, che il metanodotto possa modificare l'alimentazione del pozzo.

CLIENTE: 	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023089
	LOCALITÀ Regione Liguria		SPC. LA-E-83069	
WBS CLIENTE NR / 17144	PROGETTO Metanodotto Sestri Levante - Recco		Fg. 15 di 38	Rev. 0

1.1.6 Torrente Lavagna

Inquadramento idrogeologico

I depositi alluvionali dell'acquifero del Lavagna vengono attraversati dal tracciato di progetto più volte e in diverse aree separate. Gli attraversamenti si collocano tra le progressive kp24.1 e kp24.4, tra kp29.0 e kp29.2 ed infine tra kp29.4 e kp29.5.

I depositi alluvionali attraversati ricadono per la gran parte sul versante destro della valle in quei settori ove non sono previste opere in sotterraneo progettate invece, per il superamento dei rilievi collinari.

L'acquifero alluvionale del Lavagna è il più esteso tra quelli interessati dal tracciato del metanodotto, soprattutto nel corso inferiore, dove raggiunge l'ampiezza di diverse centinaia di metri. I depositi sono costituiti da ghiaie sabbiose con rilevante frazione ciottolosa. Lo spessore del materasso alluvionale, in base ai dati bibliografici inerenti le stratigrafie dei pozzi gestiti da Iren Acqua Tigullio S.p.A. ed ai risultati delle indagini geognostiche, è relativamente ridotto, variando da 10 a 15 m circa. La permeabilità primaria per porosità può essere stimata come medio - elevata, in ragione dell'abbondanza frazione ghiaioso-ciottolosa. Nel seguito vengono descritte le tre aree di attraversamento: la piana di Scaruglia, la piana di Seriallo e l'area compresa tra Pian dei Cunei e i Prati di Calvari (Fig. 1.1/F).

CLIENTE: 	PROGETTISTA 	UNITÀ 000	COMMESSA 023089	
	LOCALITÀ Regione Liguria		SPC. LA-E-83069	
WBS CLIENTE NR / 17144	PROGETTO Metanodotto Sestri Levante - Recco		Fg. 16 di 38	Rev. 0

Pian di Scaruglia

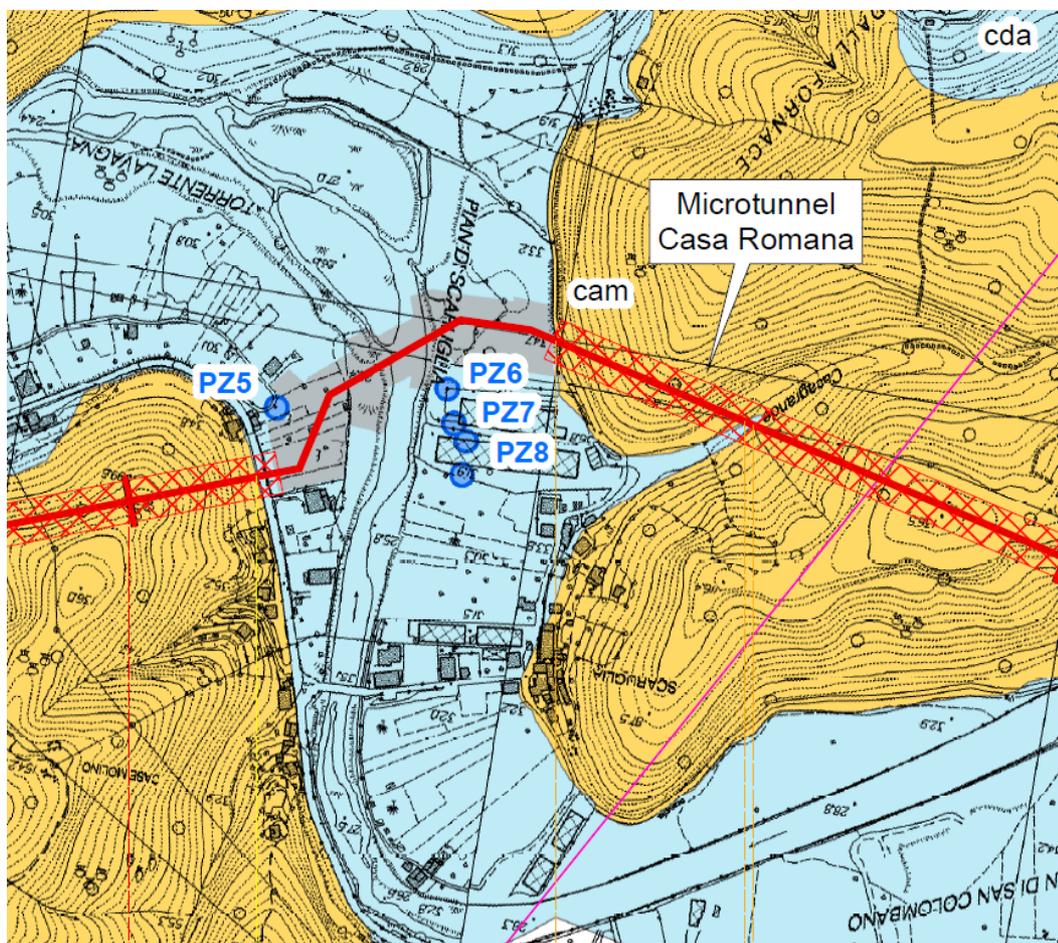


Fig. 1.1/F: Stralcio modificato dalla Carta idrogeologica a scala 1:10.000 (Dis. LB-D-83217) nel tratto compreso tra kp24.0 e kp25.0 circa. **LEGENDA:** tracciato di progetto (linea rossa), *microtunnel* (quadrettato rosso), Complesso argilloso-marnoso (cam), Complesso detritico-alluvionale (cda), pozzi (serie PZ).

Dati di sottosuolo

Nel Pian di Scaruglia sono presenti in sponda destra diversi pozzi ad uso industriale, scavati a profondità comprese tra 8,5 e 12 metri circa dal p.c., che attraversano verosimilmente l'intera sequenza dell'acquifero alluvionale. I dati medi di soggiacenza, forniti dai proprietari (tutti i pozzi non sono accessibili per realizzare misure piezometriche) indicano valori dell'ordine di 6-8 metri dal p.c. a distanze relativamente ridotte dall'alveo. In sponda sinistra il pozzo PZ5, abbandonato da diversi anni, non è accessibile; per analogia con le condizioni della sponda opposta si possono stimare valori simili di soggiacenza. Tali dati sono compatibili con condizioni di alimentazione della falda da parte del corso d'acqua, ma non consentono di ricostruire il campo di moto dell'acquifero freatico.

CLIENTE: 	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023089
	LOCALITÀ Regione Liguria		SPC. LA-E-83069	
WBS CLIENTE NR / 17144	PROGETTO Metanodotto Sestri Levante - Recco		Fg. 17 di 38	Rev. 0

Interferenza del metanodotto con la falda dell'acquifero alluvionale

Nell'area del Pian di Scaruglia il tracciato attraversa l'alveo in direzione circa perpendicolare all'andamento della valle. La profondità di scavo prevista in corrispondenza dell'attraversamento è pari a 5 metri (profondità massima sotto l'alveo).

Considerando una soggiacenza dell'ordine di 6-8 metri dal p.c., si ritiene che si possano verificare interferenze con la circolazione idrica sotterranea nell'intorno dell'attraversamento e nelle aree immediatamente adiacenti.

Si evidenzia che tali interferenze saranno del tutto temporanee e legate al periodo dei lavori eseguiti per la realizzazione della condotta al termine dei quali si avrà il naturale ristabilirsi delle condizioni idrologiche dell'area in considerazione della natura ghiaioso-sabbiosa dei depositi alluvionali e della conformazione morfologica della valle.

CLIENTE: 	PROGETTISTA 	UNITÀ 000	COMMESSA 023089
	LOCALITÀ Regione Liguria		SPC. LA-E-83069
WBS CLIENTE NR / 17144	PROGETTO Metanodotto Sestri Levante - Recco	Fg. 18 di 38	Rev. 0

Piano di Seriallo

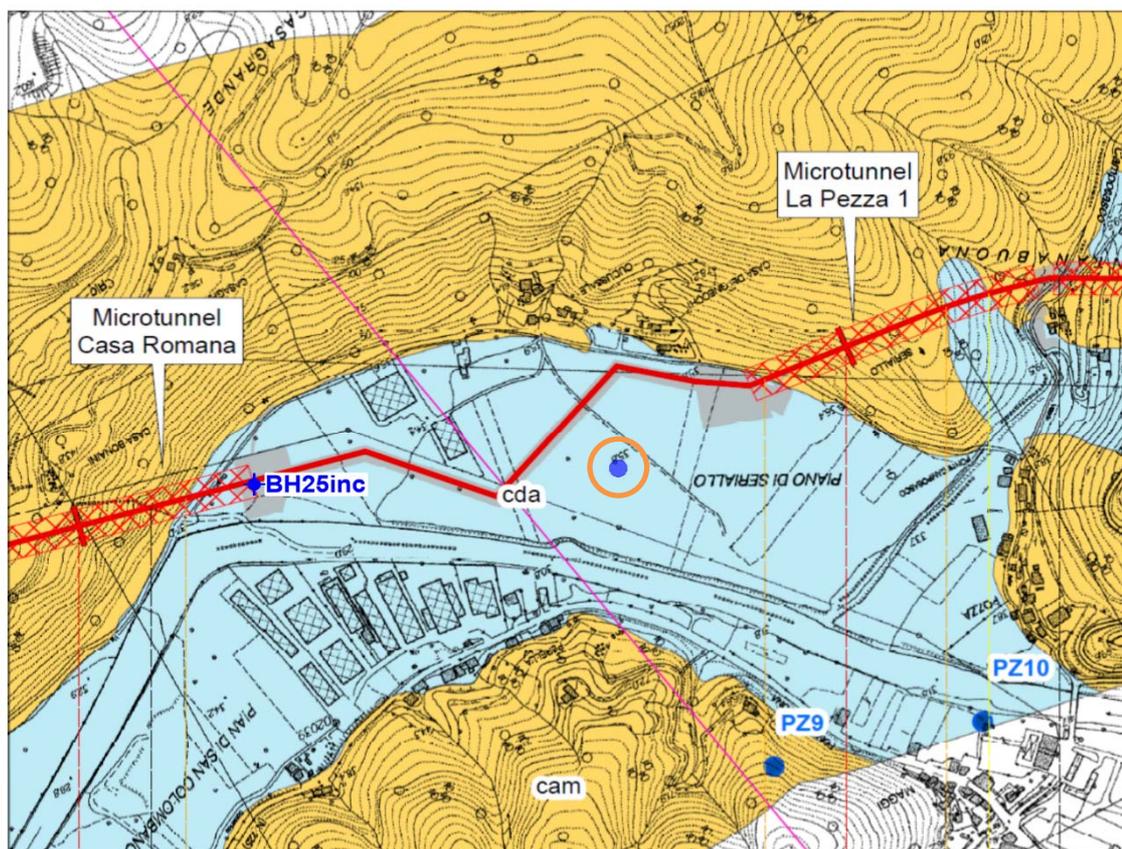


Fig. 1.1/G: Stralcio modificato dalla Carta idrogeologica a scala 1:10.000 (Dis. LB-D-83217) nel tratto compreso tra kp25.0 e kp26.0. **LEGENDA:** tracciato di progetto (linea rossa), *microtunnel* (quadrettato rosso), Complesso argilloso-marnoso (cam), Complesso detritico-alluvionale (cda), pozzi (serie PZ).

Dati di sottosuolo

Nel Piano di Seriallo con il pozzo PZ10 indicato in figura Fig. 1.1/G è rappresentato il campo pozzi dell'acquedotto pubblico di San Colombano gestito da Iren Tigullio S.p.A. I pozzi, distanti dal tracciato circa 500 metri, sono posti a distanze di pochi metri l'uno dall'altro, in sponda sinistra del Lavagna. Non sono stati resi disponibili dati stratigrafici e costruttivi. In sponda destra, dove è situato il tracciato di progetto, ad una distanza di circa 80 m, è presente un pozzo dotato di pompa a mano (simbolo circolare blu in Fig. 1.1/G all'interno del circoletto arancio, distante circa 80 metri dal tracciato), inaccessibile, non compreso nell'archivio ufficiale della Regione Liguria. Si evidenzia che il "BH25in" è un sondaggio inclinato, non adatto per misurazioni del livello piezometrico (Fig. 1.1/G).

Interferenza del metanodotto con la falda dell'acquifero alluvionale

Nella percorrenza della piana di Seriallo, la profondità di scavo prevista è dell'ordine di circa 2 metri dal p.c. In assenza di dati piezometrici locali, si possono stimare condizioni analoghe a quelle della vicina Piana di Scaruglia, con soggiacenze (intorno a 5-6 m) marcatamente superiori alla profondità di scavo. Poiché il tracciato, in gran parte, percorre la piana alluvionale a distanze superiori al centinaio di metri dal corso d'acqua,

CLIENTE: 	PROGETTISTA 	UNITÀ 000	COMMESSA 023089
	LOCALITÀ Regione Liguria		SPC. LA-E-83069
WBS CLIENTE NR / 17144	PROGETTO Metanodotto Sestri Levante - Recco	Fg. 19 di 38	Rev. 0

si può valutare che la falda venga interessata in misura limitata dallo scavo, solo eventualmente nel tratto maggiormente vicino all'alveo. Allo stato attuale delle conoscenze non sono possibili considerazioni sul campo di moto della falda freatica.

Pian dei Cunei - Prati di Calvari

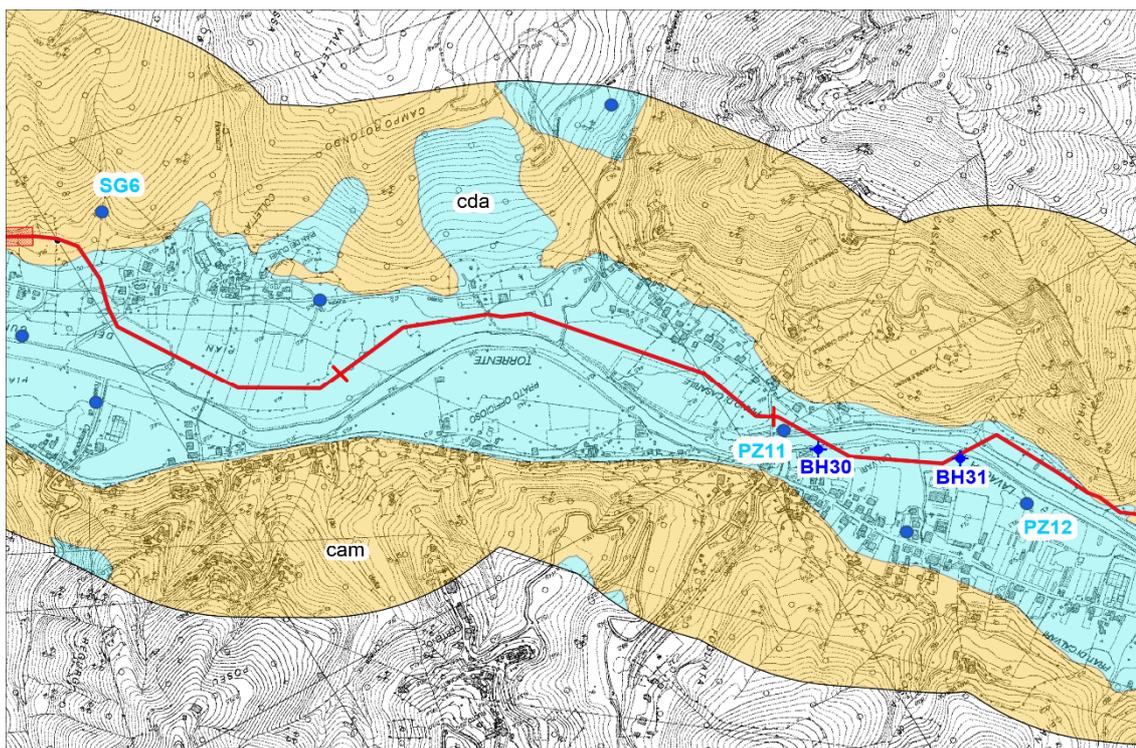


Fig. 1.1/H: Stralcio modificato dalla Carta idrogeologica a scala 1:10.000 (Dis. LB-D-83217) nel tratto compreso tra kp27.0 e kp29.0. **LEGENDA:** tracciato di progetto (linea rossa), microtunnel (quadrettato rosso), Complesso argilloso-marnoso (cam), Complesso detritico-alluvionale (cda), pozzi (serie PZ), sondaggi geognostici (serie BH).

Dati di sottosuolo

Le misure piezometriche eseguite nei sondaggi geognostici della sponda sinistra (BH30 e BH31, posti ad una distanza di circa 15 m dall'alveo), indicano un valore di soggiacenza della falda pari a 4-5 metri dal p.c.

Dai dati stratigrafici del campo pozzi dell'acquedotto pubblico di San Colombano (PZ12), gestito da Iren Tigullio S.p.A., situato in località Calvari, all'interno dell'acquifero alluvionale della sponda sinistra del Lavagna, si ricava che lo spessore del materasso alluvionale, prevalentemente sabbioso, è di circa 8 m, su una profondità complessiva di perforazione pari a circa 10 m. Non sono state fornite indicazioni di soggiacenza.

Nel pozzo PZ11, profondo circa 8 metri (fondo foro situato al limite tra depositi alluvionali e substrato roccioso) la soggiacenza media è dell'ordine di 6 – 7 m dal p.c.; in condizioni di magra il pozzo è soggetto a prosciugamento (indicazioni fornite dai proprietari, il pozzo non è accessibile per misure dirette) (Fig. 1.1/H).

CLIENTE: 	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023089
	LOCALITÀ Regione Liguria		SPC. LA-E-83069	
WBS CLIENTE NR / 17144	PROGETTO Metanodotto Sestri Levante - Recco		Fg. 20 di 38	Rev. 0

Interferenza del metanodotto con la falda dell'acquifero alluvionale

Il percorso di maggiore estensione nel fondovalle del Lavagna viene coperto, in sponda destra, da Pian dei Cunei a Piano di Casarile, ad una distanza compresa tra 50 e 100 metri dall'alveo. In tale tratto è prevista una profondità di scavo pari a circa 2 metri dal p.c. Nel tratto compreso tra i due attraversamenti del Lavagna la profondità aumenta a circa 5 metri dal p.c., per tornare a circa 2 metri nel tratto finale ancora in sponda destra.

I dati di soggiacenza disponibili (valori compresi tra 4-5 m e 6-7 m dal p.c.) sono limitati al settore del Piano di Casarile. In sponda sinistra, stimando un'escursione di ordine metrico del livello piezometrico in periodi di bassa soggiacenza, si può ritenere che l'interferenza con la falda sia modesta per la maggior parte del tracciato, e avvenga soprattutto nell'intorno degli attraversamenti del Lavagna. Per l'esteso settore di attraversamento della piana alluvionale della sponda destra, il valore elevato di soggiacenza di PZ11 indicherebbe verosimilmente un basso rischio di interferenza, considerando sia la distanza del tracciato dall'alveo sia che il Lavagna alimenti la falda. Allo stato attuale delle conoscenze non sono possibili altre considerazioni sul campo di moto dell'acquifero freatico.

Per quanto riguarda il pozzo PZ11, situato ad una distanza minima di una ventina di metri dal tracciato, si ritiene improbabile, anche nel tratto a maggiore profondità di scavo, che il metanodotto intercetti la falda, considerando la soggiacenza elevata stimata per PZ11. Nel caso in cui durante lo scavo venga comunque intercettato il volume saturo dell'acquifero, si provvederà al rinterro della trincea di scavo con materiale granulare, e alla compartimentazione della trincea di scavo con setti in argilla, posizionati perpendicolarmente allo scavo, al fine di evitare un eventuale deflusso preferenziale delle acque lungo lo scavo stesso.

CLIENTE: 	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023089
	LOCALITÀ Regione Liguria		SPC. LA-E-83069	
WBS CLIENTE NR / 17144	PROGETTO Metanodotto Sestri Levante - Recco		Fg. 21 di 38	Rev. 0

1.1.7 Considerazioni conclusive

I dati disponibili relativi ai livelli piezometrici degli acquiferi alluvionali, ricavati da sondaggi geognostici e da pozzi esistenti, hanno consentito di fornire valutazioni in gran parte semi-quantitative del campo di moto delle falde superficiali.

Nel caso dei corsi d'acqua minori il quadro delineato può considerarsi esaustivo: nel tratto di attraversamento del torrente Gromolo non esiste l'acquifero alluvionale; per quanto riguarda i torrenti Graveglia e Garibaldo, date le dimensioni limitate dell'acquifero alluvionale, le direzioni di flusso seguono necessariamente l'andamento della valle ed i pochi dati piezometrici ottenuti sono ritenuti sufficienti a valutare la reale interferenza del tracciato di progetto con la falda superficiale, minima e temporanea in ogni caso.

Per gli acquiferi alluvionali del Petronio, dello Sturla e del Lavagna, considerata la maggiore estensione degli acquiferi e quindi la bassa densità di dati piezometrici acquisiti, si ritiene necessario, allo scopo di definire l'andamento delle isofreatiche e la direzione di flusso delle falde, realizzare una campagna di monitoraggio basata sull'esecuzione di una serie di piezometri da installare a questo fine (vedi capitolo 1 del documento LA-E-83070 che illustra le integrazioni richieste dal Ministero dell'Ambiente).

CLIENTE: 	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023089
	LOCALITÀ Regione Liguria		SPC. LA-E-83069	
WBS CLIENTE NR / 17144	PROGETTO Metanodotto Sestri Levante - Recco		Fg. 22 di 38	Rev. 0

1.2 Punto 12

...si rendono necessari studi idrogeologici di dettaglio per le opere di presa maggiormente interferite dal tracciato ed, in particolare, P5, SG19, SG21, SG22, SG23.

1.2.1 Introduzione

In questo capitolo viene illustrato lo studio idrogeologico delle quattro sorgenti indicate nella richiesta di integrazione della Regione Liguria; gli studi idrogeologici dei punti d'acqua (pozzi e sorgenti) situati all'interno della fascia di indagine di 500 metri sono stati affrontati nel documento SPC. LA-E-83018, a cui si fa riferimento.

Lo studio idrogeologico delle quattro sorgenti indicate nella richiesta di integrazione della Regione Liguria è stato eseguito secondo questo schema:

- inquadramento idrogeologico della sorgente nell'acquifero che la alimenta;
- caratterizzazione del terreno mediante i parametri chimico-fisici misurabili;
- valutazione in prima approssimazione dell'area di ricarica della sorgente;
- stima dell'interferenza potenziale con il tracciato di progetto del metanodotto.

Per le sorgenti appartenenti all'acquifero carbonatico della Formazione del Monte Antola (*fan*), l'area di ricarica delle sorgenti, o zona di alimentazione, è stata valutata con il criterio altimetrico/morfologico, descritto in Borsari *et al.* (1994)¹. Tale metodo tende generalmente a sovrastimare l'area di ricarica; in acquiferi carbonatici tuttavia, poiché la zona di alimentazione è spesso più estesa dell'area del bacino idrografico, la sovrastima ha carattere cautelativo e può considerarsi di minor peso.

Per quanto riguarda il pozzo P5, non è stato possibile eseguire misure piezometriche nel pozzo; lo studio è consistito quindi solamente nell'inquadramento idrogeologico del settore dell'acquifero alluvionale in cui è situato il pozzo, e nella stima dell'interferenza dell'opera di presa con il tracciato del metanodotto in progetto.

¹ Borsari *et al.* (1994) – *Carta delle aree di possibile alimentazione delle sorgenti censite nell'Appennino modenese con l'ubicazione delle fonti inquinanti potenziali* – Studi sulla vulnerabilità degli acquiferi, n.6, Pitagora Editrice, Bologna

CLIENTE: 	PROGETTISTA 	UNITÀ 000	COMMESSA 023089	
	LOCALITÀ Regione Liguria		SPC. LA-E-83069	
WBS CLIENTE NR / 17144	PROGETTO Metanodotto Sestri Levante - Recco		Fg. 23 di 38	Rev. 0

1.2.1.1 SG19

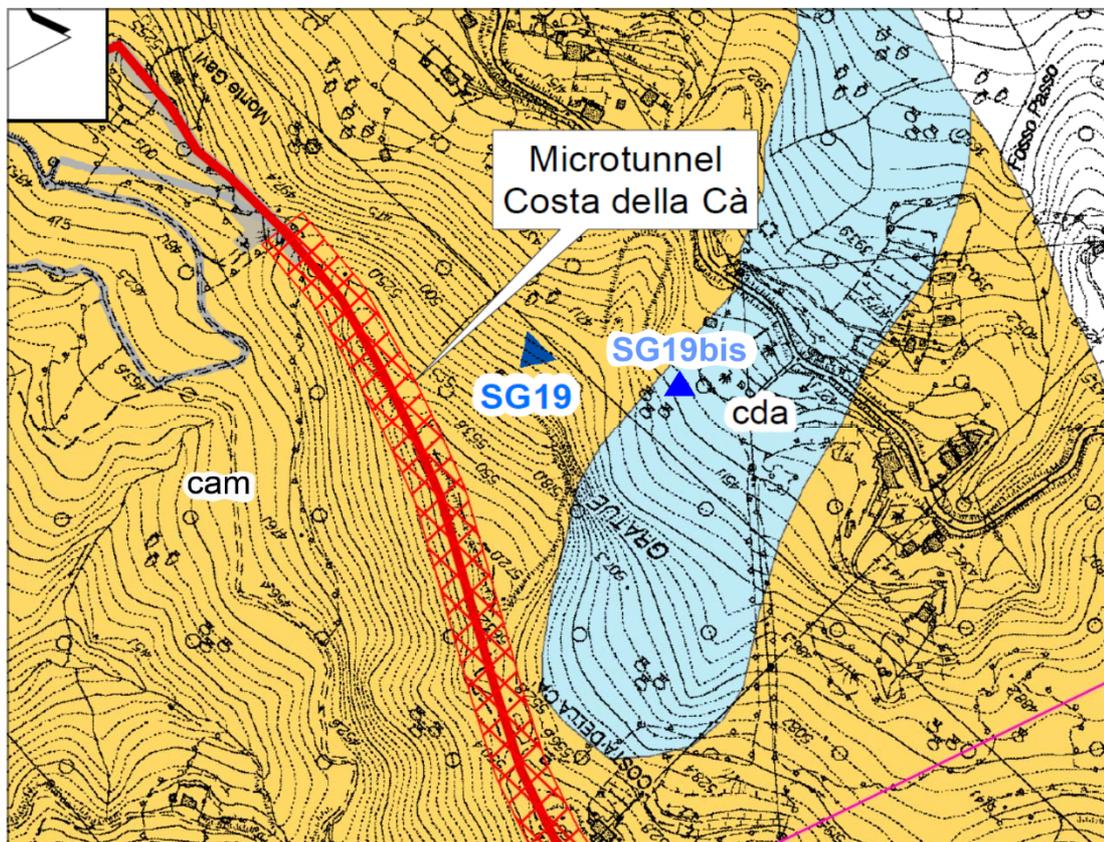


Fig. 1.2/A: Stralcio modificato dalla Carta idrogeologica a scala 1:10.000 nel tratto attorno a kp45 (Dis. LB-D-83217). **LEGENDA:** tracciato di progetto (linea rossa), microtunnel (quadrettato rosso), Complesso detritico-alluvionale (cda), Complesso argilloso-marnoso (cam)

Localizzazione della sorgente

Con la sigla SG19 di Fig. 1.2/A è rappresentata, in base alle coordinate geografiche fornite nel sito *web* della Regione Liguria, la sorgente Siasea, che risulta non più in esercizio. Nel versante ad est delle pareti rocciose di Gratue tuttavia, in cui SG19 risulta posizionata nel database di cui sopra, non è stata rilevata alcuna sorgente. A valle di SG19, attorno a quota 445 m s.l.m., sono stati rilevati un vecchio bottino di presa in muratura, abbandonato, privo di acqua, e un serbatoio in polietilene, alimentato da una portata minima (<1 l/min) (rilevazione del dicembre 2019) per mezzo di una tubazione, la cui scaturigine, posta probabilmente poco più a monte, non è stata però osservata. Si ritiene che la sorgente Siasea dell'archivio regionale possa essere rappresentata da questo secondo impianto (etichetta SG19bis in Fig. 1.2/A).

Inquadramento idrogeologico

SG19bis è verosimilmente una sorgente per limite di permeabilità indefinito, situata all'interno del complesso detritico, e alimentata principalmente dalla modesta circolazione all'interno di esso.

CLIENTE: 	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023089
	LOCALITÀ Regione Liguria		SPC. LA-E-83069	
WBS CLIENTE NR / 17144	PROGETTO Metanodotto Sestri Levante - Recco		Fg. 24 di 38	Rev. 0



Fig. 1.2/B: Bottino di presa abbandonato della sorgente SG19bis



Fig. 1.2/C: Serbatoio della sorgente SG19bis

CLIENTE: 	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023089
	LOCALITÀ Regione Liguria		SPC. LA-E-83069	
WBS CLIENTE NR / 17144	PROGETTO Metanodotto Sestri Levante - Recco		Fg. 25 di 38	Rev. 0

Potenziale interferenza con il metanodotto

Il tracciato di progetto attraversa la dorsale con *microtunnel* ad una distanza planimetrica minima di 200 metri dall'emergenza, ed un dislivello attorno ad un centinaio di metri. Poiché la sorgente SG19bis è alimentata principalmente da circolazione all'interno del corpo detritico non attraversato dal tracciato e considerando la distanza notevole, unita alla bassa portata, indicativa di una zona di ricarica di ridotte dimensioni, si ritiene che il *microtunnel* per le sue modalità realizzative (a tenuta idraulica) non interferisca con il regime di alimentazione della sorgente.

CLIENTE: 	PROGETTISTA 	UNITÀ 000	COMMESSA 023089
	LOCALITÀ Regione Liguria		SPC. LA-E-83069
WBS CLIENTE NR / 17144	PROGETTO Metanodotto Sestri Levante - Recco		Rev. 0

1.2.1.2 SG21

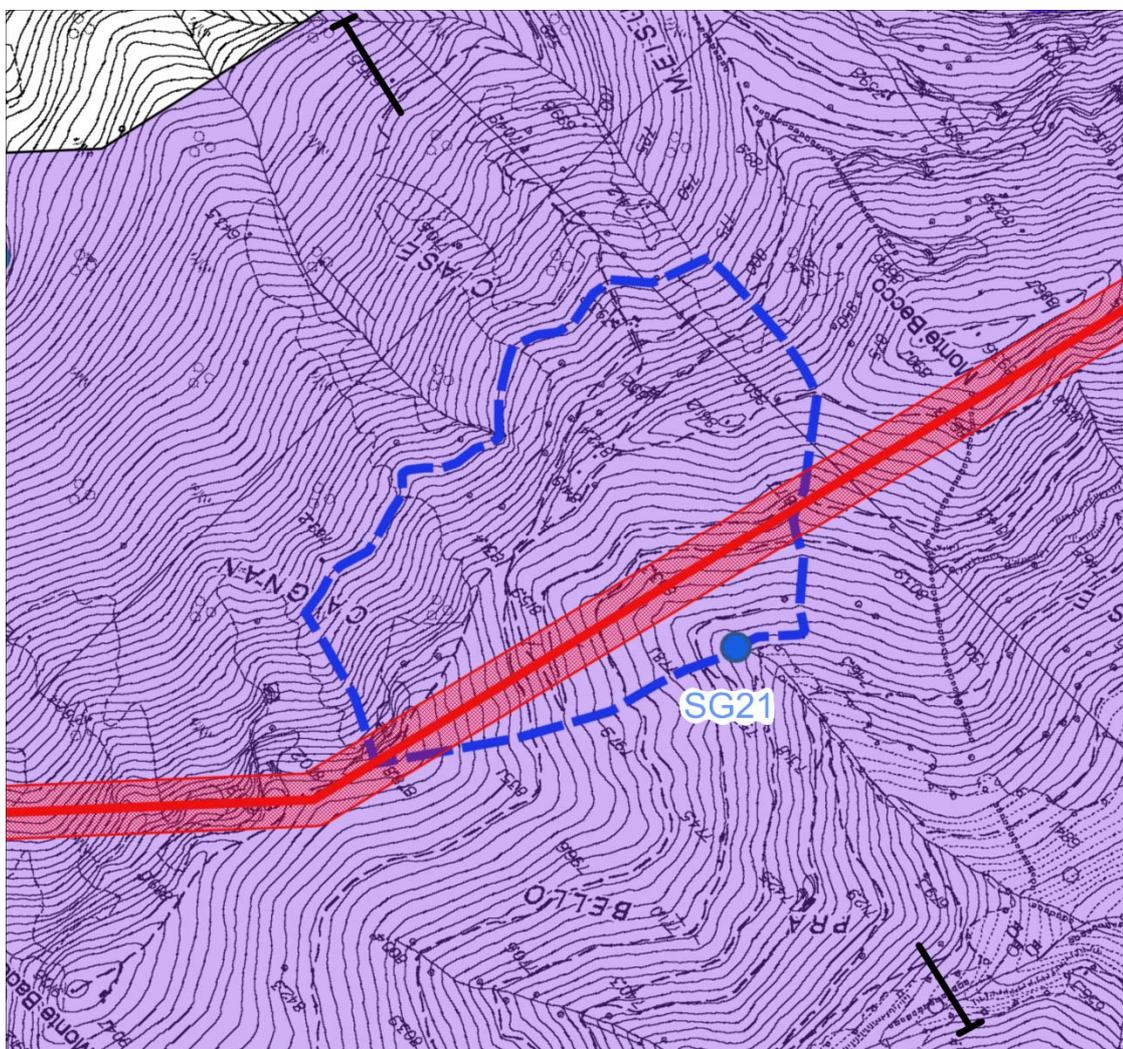


Fig. 1.2/D: Stralcio modificato dalla Carta idrogeologica a scala 1:10.000 (Dis. LB-D-83217) attorno al kp47,5. **LEGENDA:** tracciato di progetto (linea rossa), *trenchless* (quadrettato rosso), Formazione di Monte Antola (fan – retino viola), area di ricarica stimata (linea tratteggiata blu), traccia di sezione (linea nera).

Localizzazione della sorgente

Sorgente situata sul versante occidentale della dorsale Monte Bado – Monte Becco, ad una quota di 765 metri s.l.m., alla testata di un tributario del Fosso Moggie, in prossimità del crinale del rilievo. La sorgente, che scaturisce alla base di una scarpata rocciosa, è captata, ma non è presente nel *data-base* regionale. In particolare è visibile la copertura metallica del bottino di presa e l'uscita del troppo pieno.

L'utilizzo non è noto, probabilmente l'uso è irriguo o igienico-sanitario (Fig. 1.2/D, Fig. 1.2/E).

CLIENTE: 	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023089
	LOCALITÀ Regione Liguria		SPC. LA-E-83069	
WBS CLIENTE NR / 17144	PROGETTO Metanodotto Sestri Levante - Recco		Fg. 27 di 38	Rev. 0



Fig. 1.2/E: Sorgente SG21

Inquadramento idrogeologico

Si tratta di una sorgente per limite di permeabilità indefinito, alimentata da circuiti di carattere locale all'interno dell'acquifero carbonatico della Formazione del Monte Antola. In Fig. 1.2/D, applicando il metodo altimetrico/morfologico (Borsari *et al.*, 1994) è stata rappresentata la possibile area di ricarica della sorgente. In tale ipotesi cautelativa l'area di ricarica si estende anche nel versante opposto della dorsale, condizione frequente in acquiferi carbonatici, ed è limitata lateralmente da incisioni dell'idrografia superficiale. Nella sezione ONO-ESE (Fig. 1.2/G) è stata riportata l'area di ricarica ed il tracciato della galleria del Monte Bado.

Caratteristiche della sorgente

I dati di portata, ricavati durante la campagna di rilevamento, si riferiscono al deflusso di troppo pieno della sorgente (Tab. 1.2/A).

Tab. 1.2/A: Parametri chimico-fisici della sorgente SG21

Data	23/10/19	5/11/19	20/11/19	7/12/19
Portata (l/min)	12,0	23,0	75,0	12,0
t (°C)	14,7	13,9	11,0	9,9
Conducibilità (µS/cm)	366	362	277	271
TDS (mg/l)	242	241	187	178

Dai dati di portata si è ricavato l'indice di variabilità di Meinzer, pari al 206%, indicativo di una sorgente variabile (il limite inferiore della classe è il 100%).

CLIENTE: 	PROGETTISTA 	UNITÀ 000	COMMESSA 023089	
	LOCALITÀ Regione Liguria		SPC. LA-E-83069	
WBS CLIENTE NR / 17144	PROGETTO Metanodotto Sestri Levante - Recco		Fg. 28 di 38	Rev. 0

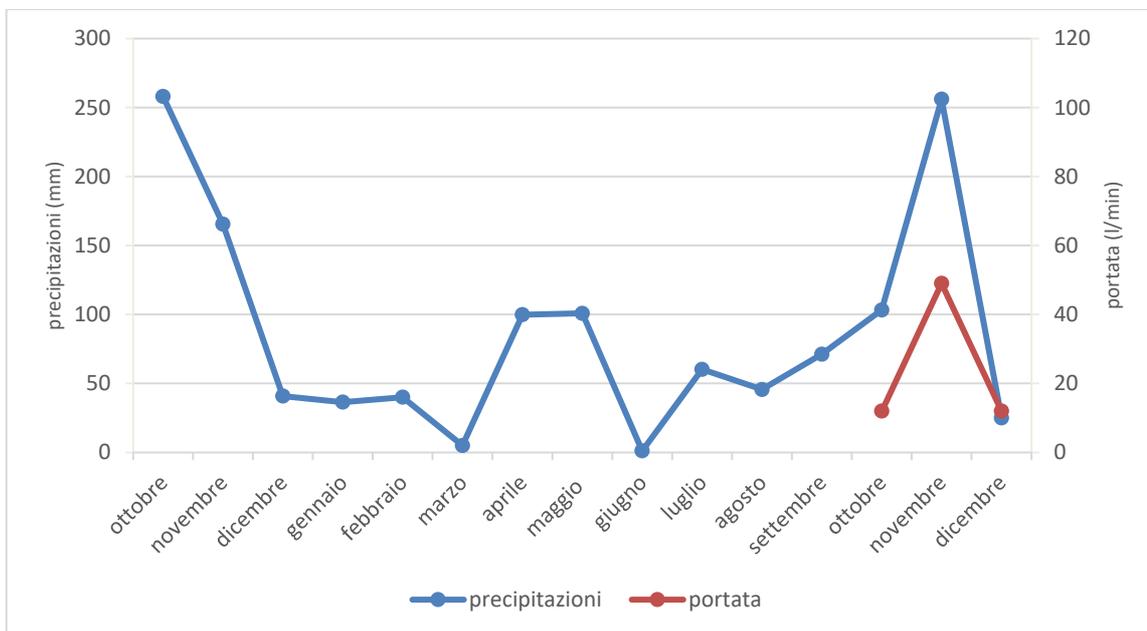


Fig. 1.2/F: Diagramma precipitazioni - portata della sorgente SG21

Nel diagramma di Fig. 1.2/F, in cui sono riportate le precipitazioni (valori cumulati mensili del periodo 2018-2019) e le portate (valore medio per novembre), si osserva una forte e diretta correlazione, indicativa di circuiti brevi, che rispondono senza ritardo alle precipitazioni.

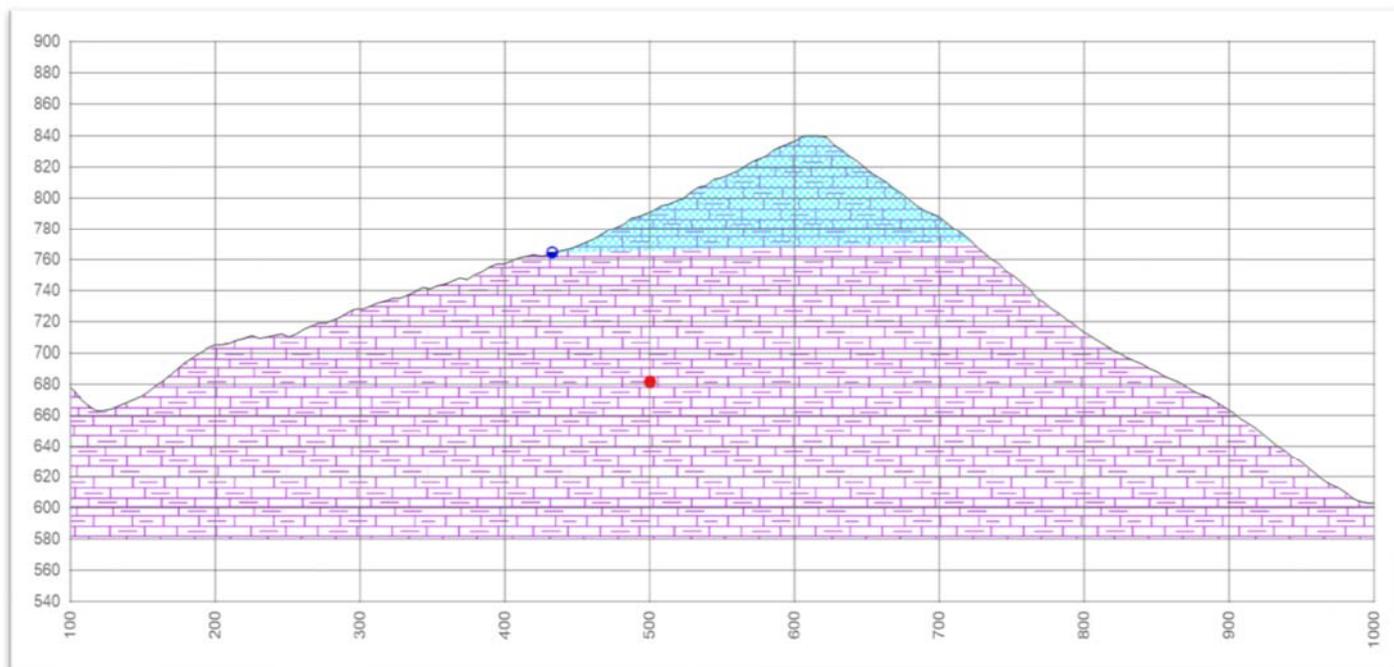


Fig. 1.2/G: Sezione normale all'andamento della galleria del Monte Bado (traccia in Fig. 1.2/D). LEGENDA: complesso carbonatico (quadrettato viola), area di ricarica (azzurro), galleria in progetto (cerchio rosso), sorgente (cerchio blu)

CLIENTE: 	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023089
	LOCALITÀ Regione Liguria		SPC. LA-E-83069	
WBS CLIENTE NR / 17144	PROGETTO Metanodotto Sestri Levante - Recco		Fg. 29 di 38	Rev. 0

Potenziale interferenza con il metanodotto

Nell'area della sorgente il tracciato di progetto attraversa l'acquifero carbonatico mediante tecnologia trenchless (microtunnel). La trenchless sarà realizzata a quote ampiamente inferiori (attorno ad un centinaio di metri) a quella di emergenza della sorgente e non interferirà con l'area di ricarica della stessa; pertanto, si può escludere ogni interferenza dell'opera con la circolazione idrica sotterranea che alimenta la sorgente.

CLIENTE: 	PROGETTISTA 	UNITÀ 000	COMMESSA 023089
	LOCALITÀ Regione Liguria		SPC. LA-E-83069
WBS CLIENTE NR / 17144	PROGETTO Metanodotto Sestri Levante - Recco		Rev. 0

1.2.1.3 SG22

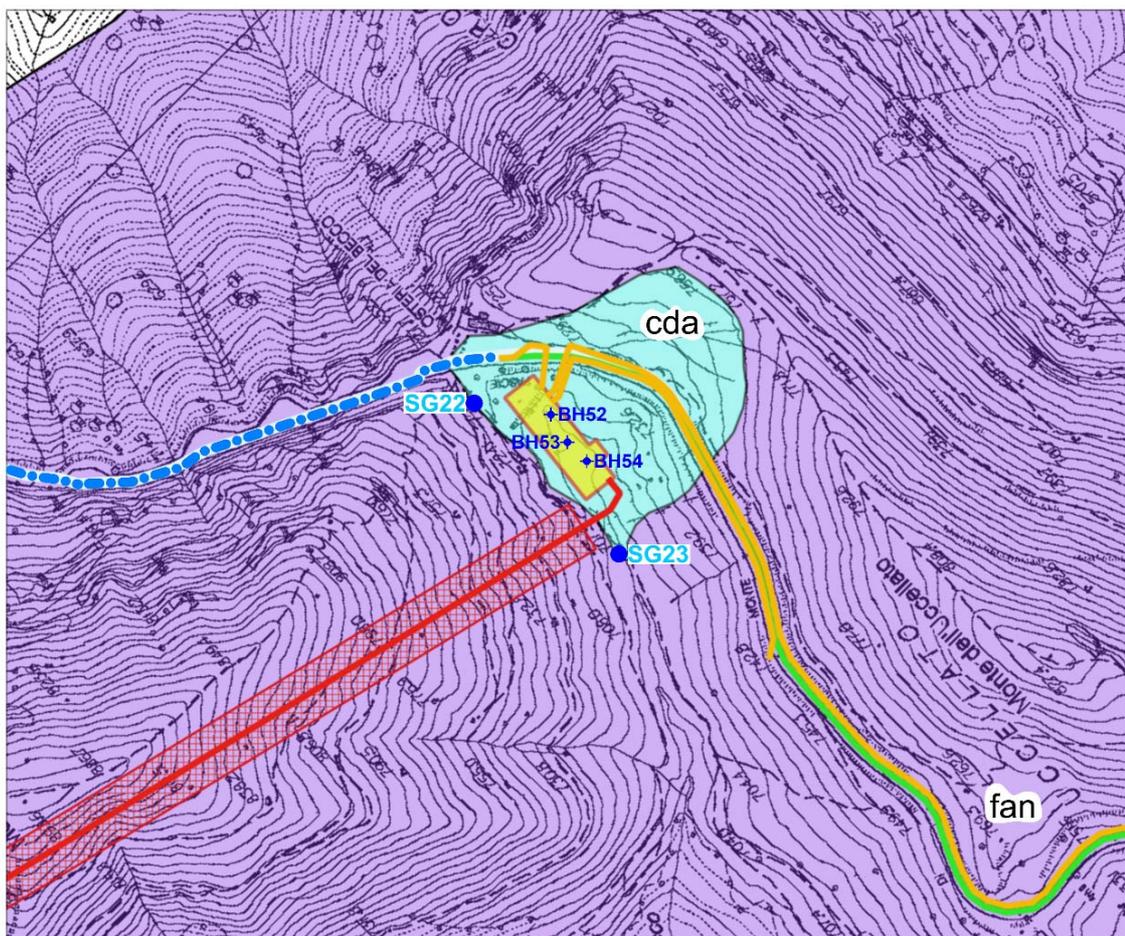


Fig. 1.2/H: Stralcio modificato dalla Carta idrogeologica a scala 1:10.000 (Dis. LB-D-83217) attorno al kp48. LEGENDA: tracciato di progetto (linea rossa), microtunnel (quadrettato rosso), stazione di lancio e ricevimento (rettangolo giallo), Formazione di Monte Antola (fan), complesso detritico (cda).

Localizzazione della sorgente

La sorgente Rio Cretti (SG22) è situata alla quota di 730 m s.l.m. nella testata del rio Fosso del Becco, a monte del sentiero per il Monte Bado. Utilizzata in passato per scopi irrigui, attualmente non è in esercizio, ma è utilizzata saltuariamente, come l'adiacente sorgente SG23, da bestiame (cavalli) al pascolo.

Inquadramento idrogeologico

La sorgente SG22 è una sorgente di portata molto bassa, con presenza saltuaria e sporadica di venute d'acqua, che scaturisce dai depositi detritici di versante, formati da scheletro lapideo calcareo e matrice limoso-argillosa, localmente prevalente. L'area di ricarica appare quindi limitata alla sottile coltre detritica che occupa il versante a monte della sorgente e in misura modesta ai livelli superficiali fratturati dell'ammasso roccioso calcareo-marnoso che la coltre ricopre. Durante la campagna di rilevamento, un deflusso

CLIENTE: 	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023089
	LOCALITÀ Regione Liguria		SPC. LA-E-83069	
WBS CLIENTE NR / 17144	PROGETTO Metanodotto Sestri Levante - Recco		Fg. 31 di 38	Rev. 0

anche se minimo è stato sempre osservato; appare tuttavia probabile che in periodi di secca la sorgente si esaurisca.



Fig. 1.2/I: Sorgente SG22.

Caratteristiche della sorgente

Tab. 1.2/B: Parametri chimico-fisici della sorgente SG22

Data	11/03/19	23/10/19	5/11/19	20/11/19	7/12/19
Portata (l/min)	0,15	0,80	10,0	30,0	2,5
t (°C)	10,1	15,0	14,7	13,0	12,6
Conducibilità (µS/cm)	426	363	379	339	317
TDS (mg/l)	-	241	253	226	210

Dai dati di portata si è ricavato l'indice di variabilità di Meinzer, pari al 343%, indicativo di una sorgente estremamente variabile (il limite inferiore della classe è 100%).

Nel diagramma di Fig. 1.2/J, in cui sono riportate le precipitazioni (valori cumulati mensili del periodo 2018-2019) e le portate (valore medio per novembre), si osserva una forte e diretta correlazione, indicativa sia dell'esistenza di circuiti brevi e superficiali che rispondono senza ritardo alle precipitazioni, che di un serbatoio di dimensioni molto limitate.

Potenziale interferenza con il metanodotto

Tra le sorgenti oggetto di studio, la sorgente SG22 è quella caratterizzata da portate più basse (verosimilmente nulle in estate), dalla massima variabilità dei deflussi e da una forte correlazione precipitazioni-portate. Tale quadro è compatibile con un'area di

CLIENTE: 	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023089
	LOCALITÀ Regione Liguria		SPC. LA-E-83069	
WBS CLIENTE NR / 17144	PROGETTO Metanodotto Sestri Levante - Recco		Fg. 32 di 38	Rev. 0

ricarica di dimensioni ridotte e con circuiti superficiali che alimentano portate minime alla sorgente.

Sia la stazione di lancio e l'impianto di riduzione di Sori, che saranno costruiti a valle dell'emergenza ad una distanza minima di 50 metri, che la trenchless di Monte Bado – Monte Becco, realizzata nel tratto di interesse in *microtunnel*, situata anch'essa a quote inferiori all'emergenza, non possono interferire in alcun modo con il regime della sorgente.

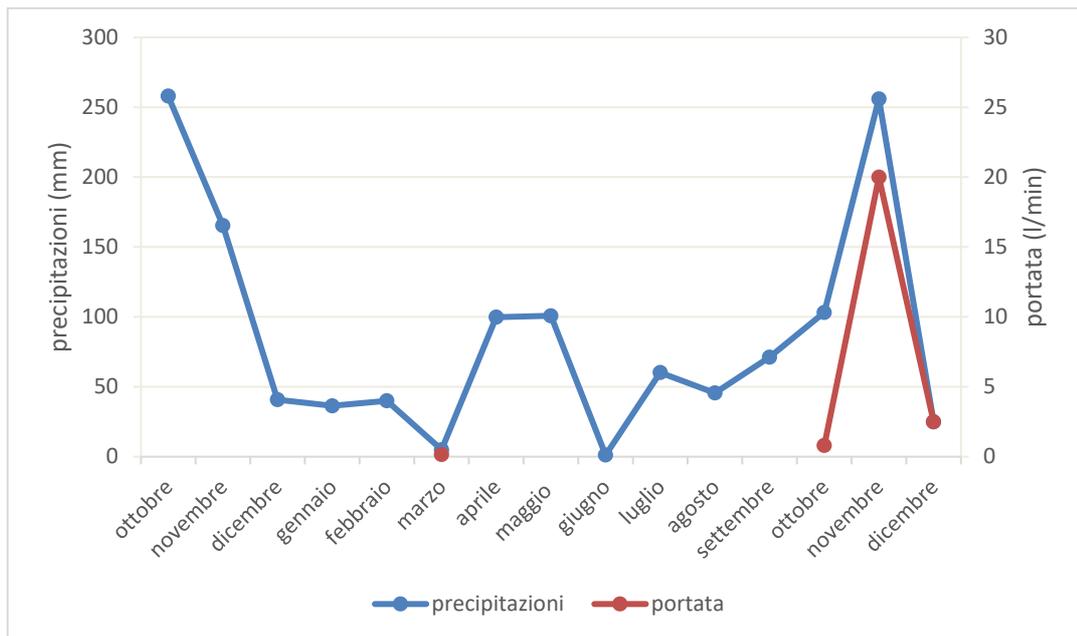


Fig. 1.2/J: Diagramma precipitazioni - portata della sorgente SG22

CLIENTE: 	PROGETTISTA 	UNITÀ 000	COMMESSA 023089
	LOCALITÀ Regione Liguria		SPC. LA-E-83069
WBS CLIENTE NR / 17144	PROGETTO Metanodotto Sestri Levante - Recco		Rev. 0

1.2.1.4 SG23

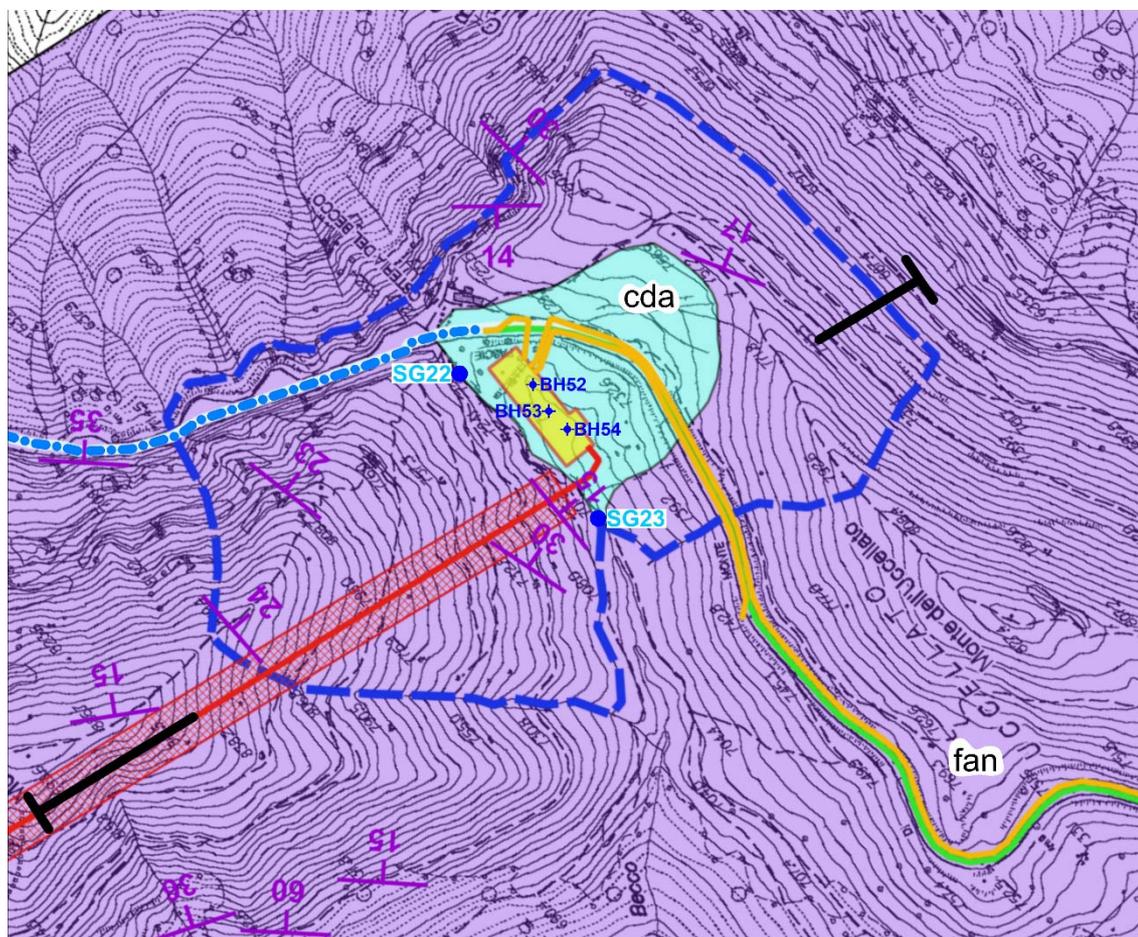


Fig. 1.2/K: Stralcio modificato dalla Carta idrogeologica a scala 1:10.000 (Dis. LB-D-83217) attorno al kp48. **LEGENDA:** tracciato di progetto (linea rossa), *microtunnel* (quadrettato rosso), stazione di lancio e ricevimento (rettangolo giallo), linee secondarie in progetto (linea arancione), linee secondarie in dismissione (linea tratteggiata azzurra), Formazione di Monte Antola (fan), complesso detritico (cda), area di ricarica stimata (linea blu tratteggiata), traccia di sezione (linea nera).

Localizzazione della sorgente

L'emergenza scaturisce alla quota di 705 m s.l.m., da una bassa scarpata incisa nella coltre detritica, a valle della superficie sub-pianeggiante situata alla testata del Fosso del Becco. Si tratta di una sorgente non captata e non registrata nel database della regione Liguria, il cui deflusso, verosimilmente perenne, alimenta il corso d'acqua.

Inquadramento idrogeologico

La sorgente è alimentata in prevalenza dalle coltri detritiche. Nel fondovalle pianeggiante a monte della sorgente, dove è prevista la costruzione della stazione di lancio e ricevimento nonché l'impianto di riduzione di Sori, sono stati eseguiti 3 sondaggi geognostici. I risultati indicano che gli spessori della coltre detritica di versante che copre

CLIENTE: 	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023089
	LOCALITÀ Regione Liguria		SPC. LA-E-83069	
WBS CLIENTE NR / 17144	PROGETTO Metanodotto Sestri Levante - Recco		Fg. 34 di 38	Rev. 0

i Calcari del Monte Antola sono compresi tra 2 e 3 metri nel fondovalle sub-pianeggiante della valletta. Nel terzo sondaggio realizzato a valle dei due precedenti (BH54), alla base del versante sinistro, si riconosce un orizzonte superficiale, dello spessore di oltre 5 m, costituito dal substrato roccioso calcareo-marnoso degradato e fratturato, ridotto ad una breccia in matrice limoso-argillosa, con blocchi conservati di dimensioni metriche. Le caratteristiche morfologiche del versante sinistro, suggeriscono che il substrato destrutturato e la coltre che lo ricopre si estendano anche a monte della strada provinciale. Nel versante destro l'ammasso roccioso calcareo-marnoso affiora frequentemente in sequenze scarsamente fratturate. In Fig. 1.2/K sono stato cartografati i limiti del deposito detritico, in cui è compreso anche il materiale di riporto che forma il ripiano situato a fianco degli edifici in località "Osteria del Becco", a monte della sorgente.



Fig. 1.2/L: Sorgente SG23

Caratteristiche della sorgente

Tab. 1.2/C: Parametri chimico-fisici della sorgente SG23

Data	11/03/19	23/10/19	5/11/19	20/11/19	7/12/19
Portata (l/min)	10,0	-	90,0	288,0	21,0
t (°C)	10,1	15,1	13,5	11,0	10,8
Conducibilità (µS/cm)	586	500	466	384	438
TDS (mg/l)	-	332	312	248	290

Le portate sono state misurate qualche decina di metri a valle dell'emergenza, dove il deflusso si restringe e forma un modesto salto. Dai dati di portata si è ricavato un valore indicativo dell'indice di variabilità di Meinzer, pari al 245%, caratteristico di una sorgente molto variabile (il limite inferiore della classe è il 100%).

Rispetto alla SG22, situata a breve distanza (intorno a 150 m), si osserva tuttavia una minore variabilità; i valori di conducibilità sono marcatamente maggiori in SG23, ad

CLIENTE: 	PROGETTISTA 	UNITÀ 000	COMMESSA 023089	
	LOCALITÀ Regione Liguria		SPC. LA-E-83069	
WBS CLIENTE NR / 17144	PROGETTO Metanodotto Sestri Levante - Recco		Fg. 35 di 38	Rev. 0

indicare verosimilmente circuiti sotterranei più lunghi e una maggiore permanenza nel sottosuolo delle acque sotterranee.

Nel diagramma di Fig. 1.2/M, la correlazione tra le precipitazioni (valori cumulati mensili del periodo 2018-2019) e le portate misurate (valore medio per novembre), è anche in questo caso molto forte, e fornisce una conferma dell'esistenza di circuiti brevi e superficiali, che rispondono senza ritardo alle precipitazioni.

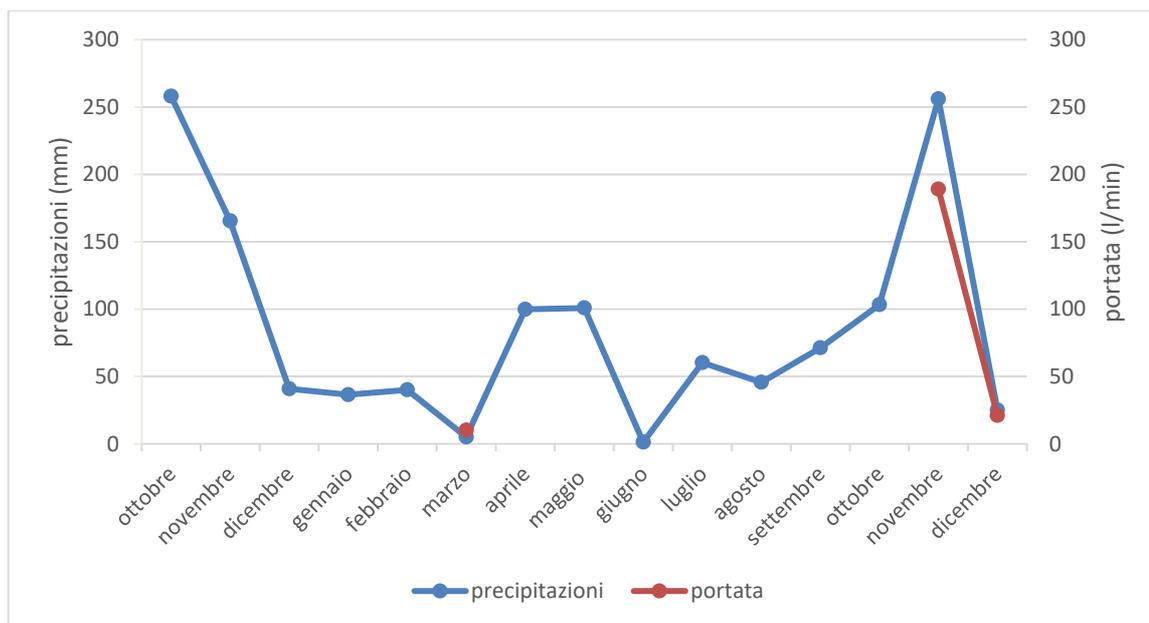


Fig. 1.2/M: Diagramma precipitazioni - portata della sorgente SG23

La sorgente è alimentata in buona parte dalle coltri detritiche. I livelli superficiali maggiormente fratturati del substrato calcareo-marnoso, in particolare del versante sinistro, forniscono verosimilmente un apporto secondario.

In Fig. 1.2/K, applicando il metodo altimetrico/morfologico (Borsari *et al.*, 1994) è stata rappresentata la possibile area di ricarica della sorgente. In tale ipotesi cautelativa l'area di ricarica si estende anche nel versante opposto della dorsale, condizione in linea di principio non escludibile in acquiferi carbonatici, ed è limitata lateralmente nel versante destro da incisioni dell'idrografia superficiale. In una sezione circa ONO-ESE (Fig. 1.2/K) è stata riportata l'ipotetica area di ricarica ed il tracciato della trenchless del Monte Bado. Misure piezometriche eseguite nei sondaggi al termine delle perforazioni nella valletta indicano soggiacenze comprese tra 4 e 5 m dal p.c. Tali valori sono probabilmente sovrastimati, a causa di un non raggiunto equilibrio con la circolazione sotterranea durante le misure.

Potenziale interferenza con il metanodotto

Interferenze potenziali con le acque sotterranee possono verificarsi sia nella realizzazione del microtunnel di Monte Bado che della stazione di lancio.

Anche ipotizzando che vi sia un contributo alla ricarica della sorgente da parte dell'ammasso roccioso del versante orografico destro (Monte Becco), come cautelativamente assunto nell'ipotesi della massima ampiezza stimabile per la zona di ricarica (Fig. 1.2/N), il microtunnel di Monte Bado può interferire con la circolazione

CLIENTE: 	PROGETTISTA 	UNITÀ 000	COMMESSA 023089
	LOCALITÀ Regione Liguria		SPC. LA-E-83069
WBS CLIENTE NR / 17144	PROGETTO Metanodotto Sestri Levante - Recco	Fg. 36 di 38	Rev. 0

sotterranea di possibile alimentazione della sorgente solo molto parzialmente, nel tratto finale dell'opera, situato a quote superiori alla sorgente. Per la costruzione del *microtunnel* sarà impiegata una fresa con bilanciamento delle pressioni sul fronte di scavo e saranno utilizzati tubi di rivestimento in c.a. a tenuta idraulica. Tali accorgimenti consentiranno di evitare fenomeni di drenaggio verso il tunnel, riducendo l'interferenza dell'opera al minimo effetto barriera prodotto dalla tubazione, trascurabile nell'ammasso roccioso fratturato prossimo alla superficie, caratterizzato dall'assenza di marcate direzioni preferenziali di filtrazione.

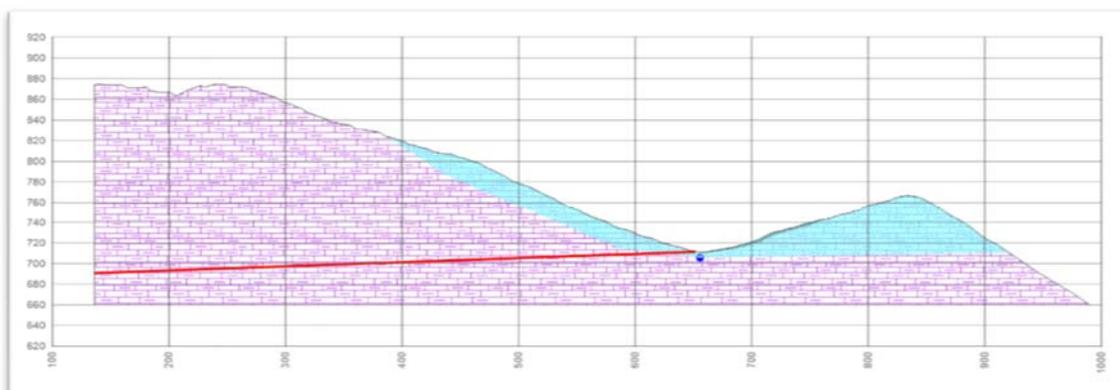


Fig. 1.2/N: Sezione parallela all'andamento del microtunnel di Monte Bado. LEGENDA: complesso carbonatico (quadrettato viola), area di ricarica stimata (azzurro), galleria in progetto (linea rossa), sorgente (cerchio blu)

L'impianto sarà costruito in parte in rilevato nel fondovalle ed in parte in scavo, principalmente nei due versanti. Data la ridotta profondità degli scavi, appare improbabile che l'opera interferisca con i terreni saturi che alimentano la sorgente (anche se la soggiacenza misurata è probabilmente sovrastimata, i valori della falda misurati sono compresi tra 4 e 5 m dal p.c.).

Per quanto riguarda l'interferenza delle opere in progetto con il regime della sorgente, la costruzione di una superficie sostanzialmente permeabile, sulla quale sorgeranno gli impianti, situata ad una distanza minima di circa 40 m a monte dell'emergenza, non ridurrà l'infiltrazione delle acque superficiali nel deposito di fondovalle, anche se si potrebbe verificare una leggera diminuzione delle portate della sorgente e comunque solo temporanea, in corrispondenza della fase delle operazioni di cantiere.

È difficile stimare tale leggera riduzione, anche in considerazione del fatto che, in particolare dal versante sinistro, è ipotizzabile un contributo non trascurabile proveniente dai livelli superficiali degradati del substrato calcareo-marnoso, non interessati dai lavori di costruzione della stazione di lancio.

CLIENTE: 	PROGETTISTA 	UNITÀ 000	COMMESSA 023089	
	LOCALITÀ Regione Liguria		SPC. LA-E-83069	
WBS CLIENTE NR / 17144	PROGETTO Metanodotto Sestri Levante - Recco		Fig. 37 di 38	Rev. 0

1.2.1.5 PZ5

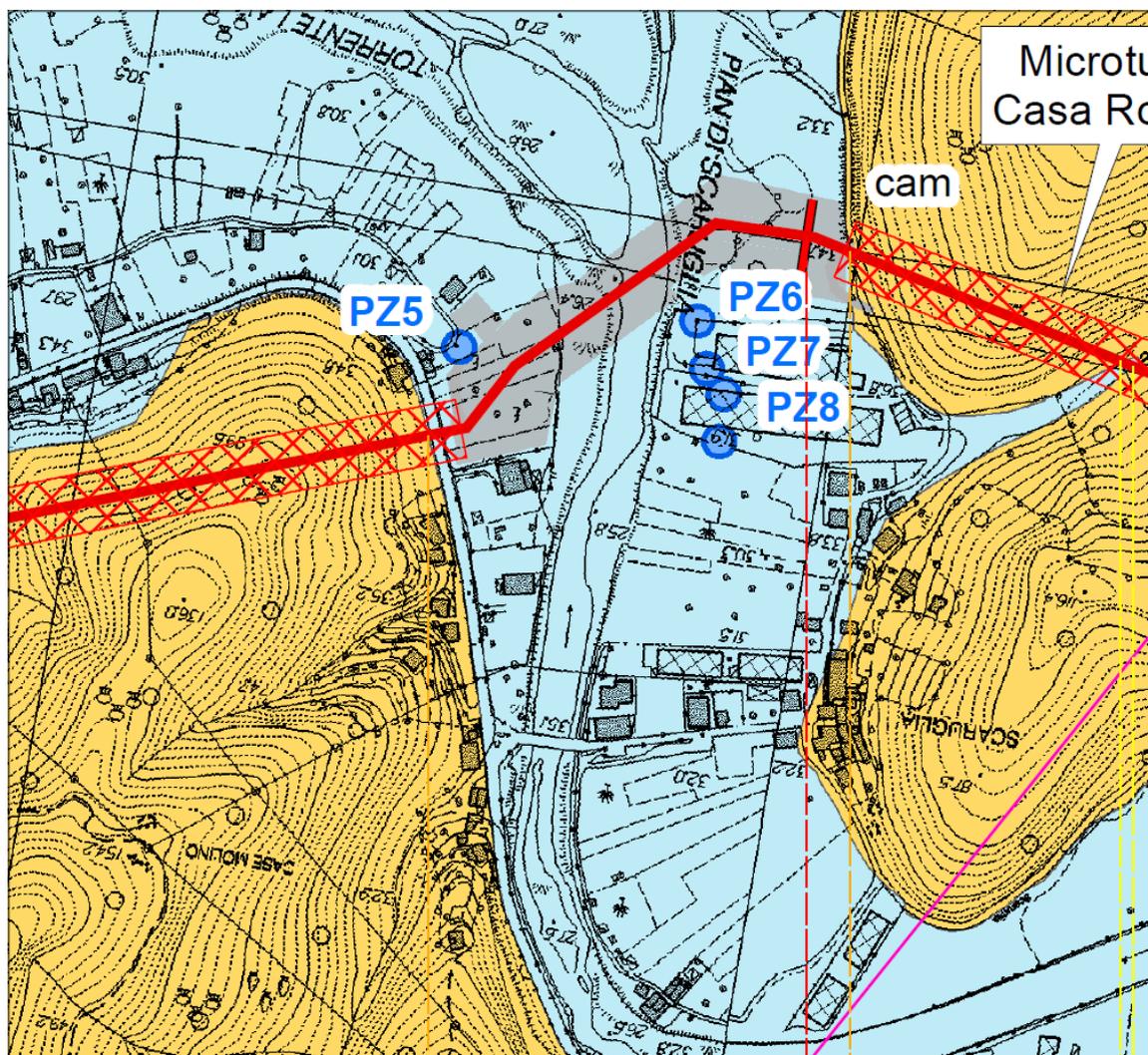


Fig. 1.2/O: Stralcio modificato dalla Carta idrogeologica a scala 1:10.000 in prossimità del kp24 (Dis. LB-D-83217). **LEGENDA:** tracciato di progetto (linea rossa), *microtunnel* (quadrettato rosso), stazione di lancio e ricevimento (rettangolo giallo), Complesso argilloso - marnoso (cam).

Localizzazione e caratteristiche del pozzo

Il pozzo PZ5 è situato nel Pian di Scaruglia, nei depositi alluvionali della sponda sinistra del Lavagna. Si tratta di un pozzo abbandonato da diversi anni, ancora fornito di pompa di superficie. I proprietari attuali non sono reperibili (i precedenti, che installarono il pozzo, sono deceduti). Non è stato possibile eseguire misure piezometriche, anche smontando parzialmente la tubazione dalla pompa. Il pozzo è situato ad una distanza di circa 45 m dal tracciato di progetto.

Nel Pian di Scaruglia sono presenti diversi pozzi ad uso industriale (PZ6, PZ7, PZ8), scavati a profondità comprese tra 8,5 e 12 metri circa dal p.c., che attraversano verosimilmente l'intera sequenza dell'acquifero alluvionale. I dati medi di soggiacenza, forniti dai proprietari (tutti i pozzi non sono accessibili per misure piezometriche) indicano

CLIENTE: 	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023089
	LOCALITÀ Regione Liguria		SPC. LA-E-83069	
WBS CLIENTE NR / 17144	PROGETTO Metanodotto Sestri Levante - Recco		Fg. 38 di 38	Rev. 0

valori dell'ordine di 6-8 m dal p.c., a distanze relativamente ridotte dall'alveo in sponda destra.

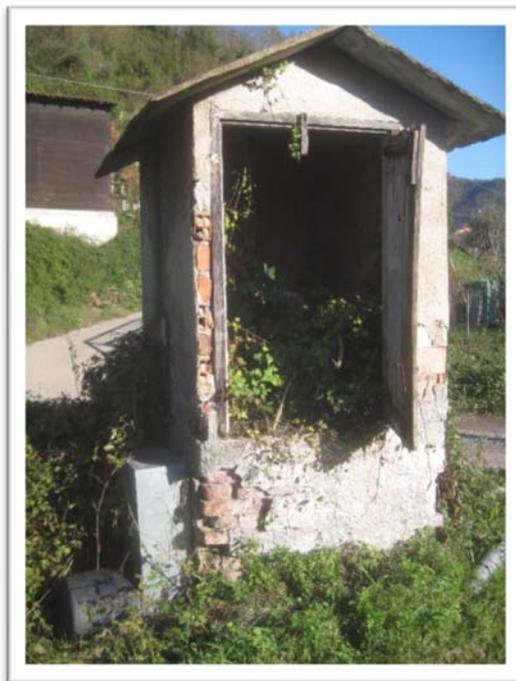


Fig. 1.2/P: PZ5

Interferenza del metanodotto con la falda dell'acquifero alluvionale

Nell'area del Pian di Scaruglia il tracciato attraversa l'alveo circa normalmente all'andamento della valle. La profondità di scavo prevista è pari a circa 5 metri (profondità massima sotto l'alveo). Considerando una soggiacenza dell'ordine di 6-8 metri dal p.c., si può stimare che l'interferenza con la falda freatica si verifichi nell'intorno dell'attraversamento e nelle aree immediatamente adiacenti e sia progressivamente meno probabile con l'allontanamento dall'alveo.

Il programma di monitoraggio degli acquiferi superficiali illustrato in LA-E-83070 consentirà di approfondire l'assetto idrogeologico della piana alluvionale del versante sinistro della valle.