

LAVORI DI COLLETTAMENTO DELLE ACQUE REFLUE TRA I COMUNI DI SELLERO - CEDEGOLO E BERZO DEMO IN PROVINCIA DI BRESCIA CUP D57B17000100003

Progetto Esecutivo

Progettista incaricato:

RESPONSABILE AREA TECNICA



Dott. Ing. RICCARDO MARIOLINI

via A. Manzoni n° 33 - 25041 BOARIO TERME
Ordine degli Ingegneri di Brescia n° A. 1686

Collaboratore:

Ing. Marco Puritani

NUMERO	DESCRIZIONE	DATA
rev. 0		agosto 2019
OGGETTO : RELAZIONE TECNICA - IDRAULICA		ELABORATO 1.1
		DATA agosto 2019
		SCALA ///
DISEGNATORE:	CONTROLLATO:	COMMESSA:

INDICE

1	<i>Criteri di Localizzazione del Collettore</i>	3
2	<i>Scelta dei Materiali</i>	5
2.1	<i>Tubazioni in Gres</i>	6
2.1.1	Proprietà Fisico - Meccaniche	6
2.1.1	Giunzioni.....	7
2.2	<i>Tubazioni in Polietilene ad alta densità</i>	7
2.2.1	Abrasione.....	7
2.2.2	Flessibilità	8
2.2.3	Leggerezza	8
2.2.4	Corrosione	8
2.2.5	Basse temperature	8
2.2.6	Effetti chimici.....	8
2.2.7	Stabilità termica	9
2.2.8	Resistenza ai raggi UV	9
2.2.9	Conduzione termica ed elettrica	9
2.2.10	Atossicità	9
3	<i>Calcolo delle Portate</i>	9
3.2	<i>Verifiche idrauliche e dimensionamento delle tubazioni</i>	11
3.3	<i>Verifiche idrauliche dei manufatti di attraversamento dei corsi d'acqua</i>	14
3.3.1	Sifone Fiume Oglio Sez. 64 (Sifone Tipo 1 a doppia canna)	14
3.3.2	Sifone vallette laterali Sez. 92 - 93 (Sifone più sollecitato, Tipo 2 a unica canna).....	16
3.3.3	Sifone vallette laterali Sez. 91 (Sifone più sollecitato, Tipo 3 a unica canna).....	18
4	<i>Organizzazione degli Scavi</i>	20

1 CRITERI DI LOCALIZZAZIONE DEL COLLETTORE

Tutte le aree interessate dai lavori di costruzione, nonché quelle costituenti i bacini di influenza, ricadono nei territori della Provincia di Brescia, a Nord del lago di Iseo.

Il nuovo collettore consortile ha il suo punto di partenza in comune di Berzo Demo in località Saletto ad una quota di campagna pari a 454,037 m s.l.m.

Il tracciato, con uno sviluppo complessivo di 6,5 km circa, si snoda per 2700 metri in sponda orografica sinistra del fiume Oglio fino a valle dell'abitato di Cedegolo nei pressi del vecchio ponte di attraversamento del fiume, dove una volta attraversato il fiume prosegue per circa 3800 metri in sponda destra fino all'immissione nel pozzetto del sifone già realizzato all'inizio del Comune di Capo di Ponte. Il dislivello complessivo è di circa 80 metri, con una pendenza media del 1,23%. Da qui i reflui vengono immessi nel collettore già realizzato fino al limite fra i Comuni di Capo di Ponte e di Sellero

La scelta del tracciato plano-altimetrico del collettore è vincolata ad alcune imprescindibili necessità elementari che ne garantiscono il funzionamento e la funzionalità.

Innanzitutto si sono privilegiate le soluzioni che, grazie alla morfologia del territorio, consentano un funzionamento a gravità e quindi limitino/eliminino l'installazione di impianti di sollevamento costosi all'atto della costruzione ed onerosi in termini di esercizio e manutenzione.

Le scelte attuate sono state finalizzate

- ad agevolare il più possibile l'intercettazione degli scarichi comunali o intercomunali esistenti e, quindi, a ridurre ai minimi termini i costi di costruzione dei nuovi rami di fognatura necessari all'allacciamento al collettore.
- A venire incontro il più possibile e compatibilmente con le necessità tecniche, alle esigenze prospettate dalle Amministrazioni Comunali nella serie di incontri fatti.

Pertanto, considerata l'orografia dei luoghi attraversati dal collettore, preso atto della necessità di ridurre ai minimi termini le interferenze fra i lavori di costruzione dei manufatti e gli insediamenti presenti, si è individuato un percorso che segue per lunghi tratti l'andamento della viabilità pubblica secondaria cercando di stare in zone il più marginali possibili rispetto ai centri abitati e dove ciò non sia stato possibile, si è seguito il percorso del Fiume Oglio.

Fra i possibili tracciati valutati si è optato per quelli che si sviluppano altimetricamente il più possibile sopra il livello di massima piena del corso d'acqua limitrofo, in modo da limitare il rischio di sommersione e danneggiamento delle canalizzazioni.

Il **primo tratto** del collettore (in Grés con diametro interno 300 mm.), raccoglie alla Sezione n° 10 i reflui del Comune di Berzo Demo immissione "Saletto", nel tratto compreso fra le Sezioni n° 10 e n° 11 la seconda immissione del comune di Berzo Demo "Demo". In corrispondenza delle Sezioni n° 20, n° 26 e n° 31 il collettore stesso deve bypassare tre tombotti che convogliano altrettante vallette, il primo attraversamento verrà effettuato mediante la posa di un tratto di tubo sospeso alle strutture esistenti mentre il secondo ed il terzo verranno realizzati mediante struttura a sifone.

In corrispondenza della Sezione n° 35 alla progressiva 2.070,299 il collettore abbandona la SPBS42 e dopo un brevissimo tratto interrato prosegue appeso in sponda sinistra del Fiume Oglio al di sotto della passerella pedonale realizzata su tale sponda fluviale in Comune di Cedegolo. In tale tratta, alla Sezione n° 36, progressiva 2.102,757, è prevista l'immissione di "Cedegolo Nord – Andrista " mentre alle Sezioni n° 48 e n° 54 è previsto l'attraversamento di due vallette laterali mediante l'utilizzo di sifone. Dalla sezione n° 59 si ritorna ad una tubazione interrata nel piazzale dell'ex centrale idroelettrica ENEL (ora Museo dell'energia) ed alla progressiva 3.141,572 si ha l'immissione di "Cedegolo Sud " che comprende anche i reflui dell'abitato di Grevo. Dopo l'immissione di Cedegolo Sud il collettore attraversa la strada di accesso allo storico ponticello ad arco mediante l'uso di spingitubo (questa soluzione è dettata dalla necessità di non intervenire con demolizione e ricostruzione delle vecchie murature portanti della stradella che collega l'abitato di Cedegolo con il vecchio ponte ad arco), procede interrato fino alla Sezione 64 (in prossimità del nuovo ponte a sud di Cedegolo) dove attraversa il fiume Oglio mediante un sifone a doppia canna. Appena oltrepassato il fiume, alla progressiva 3.258,838 è prevista l'immissione di "Novelle".

Il **secondo tratto** del collettore (in Grés con diametro interno 400 mm), parte da dopo l'immissione di " Novelle", in destra idraulica del Fiume Oglio, Da tale progressiva e fino alla Sezione 71, il tubo si mantiene sulla sponda del fiume e deve essere protetto, dall'azione del corso d'acqua, mediante una opportuna scogliera in massi intasati. Dalla Sezione 71 in poi il tracciato della tubazione torna a seguire la SPBS42 raccogliendo:

- alla Sezione n° 76, progressiva 4.015,381, l'immissione " Novelle 2" e bypassando, alla stessa progressiva, un piccolo corso d'acqua mediante una struttura a sifone;
- fra le progressive 4.285,386 e 4.339,122 l'immissione " Sello 4" con il bypass di una valletta mediante sifone;

- alla progressiva 4.791,161 l'immissione " Sellero3", attraversando superiormente, alla medesima progressiva, un tombotto stradale;
- alla progressiva 4.893,745 l'immissione " Sellero2", attraversando, mediante sifone, nelle vicinanze della medesima progressiva, una valletta laterale;

Ed attraversando, oltre ai manufatti sopra richiamati, anche quelli di seguito elencati:

- fra le progressive 4.526,173 e 4.575,669 il superamento di un tombotto stradale mediante sifone;
- alla progressiva 4.966,119 il superamento di un tombotto/valletta stradale mediante sifone;

Dalla Sezione 120, il collettore abbandona la SPBS42 e percorrendo prima Via I° Maggio e poi la vecchia Via Valeriana raggiunge e si immette nel pozzetto in sponda destra del Fiume Oglio, già realizzato a margine del sifone di attraversamento del fiume stesso permettendo quindi ai liquami convogliati dal nuovo tratto di collettore di raggiungere il depuratore di Esine. In tale pozzetto di immissione del nostro collettore verrà realizzata anche l'ultima immissione del Comune di sellero " Sellero" .

2 SCELTA DEI MATERIALI

La rete di collettamento deve essere attentamente studiata anche in rapporto alle acque sotterranee in quanto si deve prevedere la possibilità che i livelli di falda interessino saltuariamente il livello di giacitura delle tubazioni e manufatti costituenti il sistema di collettamento.

Tali aspetti sono stati esaminati con riferimento alla necessità di evitare sia qualsiasi compromissione qualitativa delle acque sotterranee, sia il convogliamento verso l'impianto di depurazione di aliquote significative di tali acque. Ne consegue che i materiali e i criteri progettuali e costruttivi della rete di collettamento (tubazioni e manufatti) sono stati concepiti in modo da presentare, per tutta la durata di vita attesa, ampie garanzie di tenuta idraulica da e verso l'esterno.

La notevole estensione dei tratti di collettore da costruire e le diverse situazioni ambientali attraversate, la natura ed il grado di inquinamento delle portate convogliate, hanno imposto una particolare attenzione alla scelta dei materiali ed al dimensionamento delle tubazioni, al fine di prevedere l'uso delle canalizzazioni che meglio si adattano alle diverse situazioni di posa riscontrate.

Sono state adottate tubazioni in grés in tutti i tratti interrati (quindi sotto le strade e sotto le porzioni sterrate) mentre sono state previste tubazioni in **polietilene ad alta densità**, adatte anche per le portate più inquinate e per i tratti in cui le difficoltà di posa in opera ed i problemi di tracciato sono particolarmente impegnativi. La scelta di tale materiale per le condotte è essenzialmente di carattere tecnico in quanto, pur risultando più costose delle similari tubazioni in calcestruzzo, offrono migliori caratteristiche nei confronti dell'inattaccabilità chimica, della tenuta idraulica anche in tratti sottofalda e della scorrevolezza dei liquami.

2.1 Tubazioni in Gres

Nel panorama dei materiali per fognatura, il gres ceramico, in virtù delle elevate caratteristiche fisico-chimiche, é il materiale in grado di garantire contemporaneamente elevata durabilità e prestazioni costanti nel tempo. Per un gestore ciò si traduce in ridotti costi di gestione, elevata patrimonializzazione e, in virtù dei lunghi ammortamenti possibili, vantaggi reddituali.

Oltre che per le caratteristiche tecniche il gres ceramico è ampiamente conosciuto per le sue caratteristiche ambientali. Si tratta infatti di un materiale ecologico (è costituito da argilla), privo di sofisticazioni, inerte e stabile nel tempo.

2.1.1 Proprietà Fisico - Meccaniche

Le qualità delle tubazioni in gres derivano essenzialmente dalle caratteristiche di base delle argille utilizzate e dal processo ceramico di greificazione.

L' inerzia chimica, le elevate caratteristiche meccaniche, la compatibilità ambientale del gres ne fanno il materiale ideale per la costruzione di componenti per reti di drenaggio urbane. Di seguito le principali proprietà fisiche del gres ceramico.

Peso specifico	22 kN/m ³
Carico di rottura a flessione	15÷40 N/mm ²
Carico di rottura a compressione	100÷200 N/mm ²
Carico di rottura a trazione	10÷20 N/mm ²
Coefficiente dilatazione termica	$5 \cdot 10^{-6} K^{-1}$
Conducibilità termica	1,2 W/(m * K)

Il processo di greificazione chiude tutta la porosità delle argille e rende il gres ceramico altamente impermeabile. Tale elevato valore di impermeabilità viene raggiunto senza l'uso di liner o rivestimenti superficiali, come avviene per altri prodotti, assicurando l'affidabilità nel tempo di questo importante requisito.

Insieme alla assoluta inerzia alla corrosione chimica, la resistenza all'abrasione è la caratteristica di spicco del gres ceramico. Grazie alla sua durezza, questo materiale risulta molto resistente all'azione meccanica dei materiali solidi trasportati dai liquami di fognatura.

Uno dei primi impieghi del gres ceramico è stato quello della costruzione di recipienti e manufatti per l'industria chimica. Il motivo deve ricercarsi nell'assoluta "indifferenza" ai tentativi di aggressione di quasi tutti gli elementi corrosivi organici ed inorganici.

In particolar modo è assolutamente inerte all'idrogeno solforato, gas che compone l'atmosfera presente nelle condotte fognarie non totalmente riempite di liquami.

2.1.1 Giunzioni

Le giunzioni sono prefabbricate e preinstallate riducendo così l'intervento dell'uomo durante le fasi di posa e facendo in modo che la tenuta non sia garantita da elementi applicati in cantiere. La giunzione tipica è quella a bicchiere con guarnizione di tenuta in resina poliuretanica.

2.2 Tubazioni in Polietilene ad alta densità

Il polietilene risulta essere un'alternativa estremamente valida alle condotte realizzate con i materiali tradizionali quali il cemento, ecc. per motivi tecnici ed economici. Il notevole sviluppo e l'ampia diffusione delle condotte in polietilene è attribuibile alle particolari caratteristiche del materiale.

2.2.1 Abrasione

Il polietilene ha una resistenza all'abrasione superiore a quella dell'acciaio e del cemento; tale caratteristica lo rende idoneo al trasporto di sostanze solide in acqua (fanghi) e a operazioni di dragatura di sabbia e di ghiaia. Durante la posa in opera la superficie esterna del tubo non deve essere comunque graffiata ed intagliata da oggetti aguzzi; è quindi opportuno maneggiare con

cura le condotte per evitare di generare sulla superficie intagli di profondità elevata che ridurrebbero le caratteristiche meccaniche della tubazione.

2.2.2 Flessibilità

L'elevata flessibilità del polietilene e la sua capacità di riprendere la forma originaria in seguito a deformazione lo rendono idoneo ad assorbire vibrazioni, urti e sollecitazioni dovute al movimento del suolo e quindi adatto ad essere installato in aree instabili.

2.2.3 Leggerezza

Le condotte di polietilene hanno un basso peso specifico e sono pertanto facili da trasportare e da installare consentendo notevoli riduzioni dei costi.

2.2.4 Corrosione

Il polietilene è chimicamente inerte alle temperature normali di utilizzo; per tale motivo non si fessura, non corrode o non riduce lo spessore di parete in seguito a reazioni elettrochimiche con il terreno circostante. Non favorisce la crescita di alghe, batteri o funghi.

2.2.5 Basse temperature

Le proprietà meccaniche del polietilene consentono alle condotte di poter operare anche a temperature molto basse nell'ordine di -60°C.

2.2.6 Effetti chimici

Il polietilene ha una buona resistenza ad un'ampia gamma di sostanze chimiche; nel lungo periodo, in contatto con alcuni agenti chimici fortemente ossidanti, quali gli acidi forti, può tuttavia degradare. I detergenti possono favorire la propagazione della frattura soprattutto ad alte temperature; alcuni solventi poi (idrocarburi quali petroli ed oli) possono essere assorbiti riducendo la resistenza meccanica.

2.2.7 Stabilità termica

L'esposizione del polietilene alle normali variazioni ambientali di temperatura non ne causa la degradazione; durante la produzione delle condotte il materiale è invece soggetto a temperature di 200°C - 240°C; per evitarne il deperimento chimico-fisico vengono quindi aggiunti opportuni stabilizzanti.

2.2.8 Resistenza ai raggi UV

Per evitare la degradazione del polietilene (invecchiamento) dovuta all'esposizione ai raggi ultravioletti (luce del sole) viene aggiunto il carbon black, opportuno stabilizzante che consente di immagazzinare i tubi anche all'aperto per lunghi periodi di tempo.

2.2.9 Conduzione termica ed elettrica

Il polietilene ha una conducibilità termica molto bassa ma è infiammabile, non devono quindi essere utilizzate fiamme libere per sgelare le condotte o per altre particolari operazioni. Queste devono essere inoltre protette nel caso in cui siano nelle vicinanze di sorgenti di calore che possono innalzare la temperatura superficiale del tubo oltre i 60°C . Il polietilene è anche un povero conduttore di elettricità e quindi non sono richiesti accorgimenti particolari nella realizzazione delle reti di condutture.

2.2.10 Atossicità

Il polietilene è un materiale completamente atossico e quindi adatto al trasporto di acqua potabile o da potabilizzare, è infatti conforme alla normativa igienico sanitaria del Ministero della Sanità (Circolare n° 102 del 2/12/1978).

3 CALCOLO DELLE PORTATE

I criteri progettuali adottati per il calcolo sono conformi a quelli utilizzati per la progettazione dei lotti precedenti già realizzati, in quanto i reflui recapitati confluiranno nei collettori già realizzati prima di defluire nel depuratore di Esine. Per il calcolo delle portate affluenti al depuratore è

Progetto esecutivo:

Lavori di realizzazione del collettamento delle acque reflue dal Comune di Berzo Demo al Comune di Capo di Ponte (BS) fino al collegamento con il collettore già realizzato da "Valle Camonica Servizi"

Relazione tecnica idraulica

necessario stabilire innanzitutto il numero degli abitanti equivalenti asserviti, che sono stati adottati anche nel dimensionamento del progetto esecutivo del 1° lotto già realizzato.

Dal momento che quasi tutti i Comuni prevedono la realizzazione di più di un'immissione si è ipotizzata la distribuzione della popolazione per tratti fognari e, a favore di sicurezza, si è attribuito il maggior numero di abitanti all'immissione più a monte.

Si specifica, tuttavia, che il cambio di dimensione dei collettori è compiuto sul confine dei territori comunali per cui sarà possibile, dopo aver proceduto alle opportune verifiche, modificare la distribuzione del numero degli abitanti equivalenti.

In tempo asciutto si è considerata una portata di 300 l/ab*giorno, mentre per quanto riguarda il tempo di pioggia si è adottato un valore di 1000 l/ab*giorno. Quest'ultimo valore, conforme a quello stabilito nei lotti precedenti già realizzati, è sovrastimato, secondo quanto stabilito dal D.P.R. 24/03/2006 n. 3 "Disciplina e regime autorizzativo degli scarichi di acque reflue domestiche e di reti fognarie" che stabilisce per le aree non sensibili una portata in tempo di pioggia da depurare pari a 750 l/ab*giorno. Si è ritenuto, tuttavia di mantenere il suddetto limite in conformità a quanto utilizzato nei lotti precedenti già realizzati.

Di seguito si riportano le tabelle contenenti il numero di abitanti equivalenti (il numero degli abitanti residenti è stato fornito dalle Amministrazioni Comunali), le portate relative al tempo di pioggia e al tempo asciutto per ogni immissione.

Dall'analisi della popolazione residente, al momento attuale, rispetto a quanto verificato nel 2007, all'atto della stesura del precedente progetto definitivo, si ravvisa una leggera contrazione della popolazione residente (contrazione abbastanza limitata dell'ordine di un 3 – 4 %). Onde evitare problemi di sorta sul dimensionamento delle tubazioni e per tenere in considerazione che comunque la variazione risulta alquanto limitata la valutazione prende in considerazione la popolazione presente all'atto della stesura del precedente progetto definitivo.

Le immissioni sono elencate in base alla posizione planimetrica a partire da monte.

Progetto esecutivo:

Lavori di realizzazione del collettamento delle acque reflue dal Comune di Berzo Demo al Comune di Capo di Ponte (BS) fino al collegamento con il collettore già realizzato da "Valle Camonica Servizi"

Relazione tecnica idraulica

N	Comuni	Nome immissione	A.E.	Pioggia		Tempo asciutto	
				Q imm	Q tot	Q imm	Q tot
				l/sec.	l/sec.	l/sec.	l/sec.
1	BERZO DEMO	Saletto	841	9,73	9,73	2,92	2,92
		Demo	540	6,25	15,98	1,88	4,80
2	CEDEGOLO	Cedegolo Nord e Andrista	487	5,64	21,62	1,69	6,49
		Cedegolo Sud e Grevo	866	10,02	31,64	3,01	9,50
3	SELLERO	Novelle	361	4,18	35,82	1,25	10,75
		Novelle 2	240	2,78	38,60	0,83	11,58
		Sellero 4	75	0,87	39,47	0,26	11,84
		Sellero 3	150	1,74	41,20	0,52	12,36
		Sellero 2	376	4,35	45,56	1,31	13,67
		Sellero	301	3,48	49,04	1,05	14,72

Tabella: immissioni e portate acque reflue del tatto compreso fra Berzo Demo e Sellero.

3.2 Verifiche idrauliche e dimensionamento delle tubazioni

Note le portate di calcolo, si sono valutate le dimensioni delle tubazioni, considerando il deflusso a pelo libero.

Si sono adottati i seguenti criteri di dimensionamento:

- Riempimento della tubazione con diametro < 500 inferiore al 50%;
- Riempimento della tubazione con diametro ≥ 500 inferiore al 70%;
- Velocità della corrente in tempo asciutto superiore a 0,50 m/s: infatti, per velocità minori si manifesterebbe il deposito delle parti in sospensione ed il conseguente intasamento del condotto. Questa verifica deve essere attuata con il valore di portata nera media in tempo asciutto. Qualora non si riuscisse a rispettare tale limite, si dovrebbero prevedere dei pozzetti di cacciata.
- Velocità massima della corrente inferiore a 3 m/s: la presenza di particelle in sospensione e velocità maggiori potrebbero causare un'eccessiva abrasione delle tubazioni e quindi un loro repentino invecchiamento. Quindi, questa verifica deve essere eseguita usando il valore della portata massima in tempo di pioggia.

Si sono considerate condizioni di corrente moto uniforme in regime turbolento, per cui si è applicata la formula di Gauckler-Strickler:

Progetto esecutivo:

Lavori di realizzazione del collettamento delle acque reflue dal Comune di Berzo Demo al Comune di Capo di Ponte (BS) fino al collegamento con il collettore già realizzato da "Valle Camonica Servizi"

Relazione tecnica idraulica

$$v = K_s * R^{2/3} * i^{1/2}$$

considerando il legame fra la portata e la velocità:

$$Q = v * A$$

in cui:

v = Velocità di deflusso

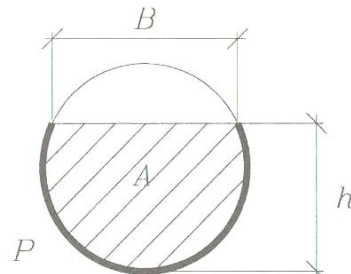
Q = Portata della tubazione

K_s = Coefficiente di scabrezza di Gauckler – Strickler, che nel caso di tubazione lisce in PEAD e/o in Gres, è stato adottato pari $90 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$

R_i = Raggio idraulico, pari al rapporto fra il perimetro e l'area bagnata

A = Area della sezione del fluido

i = Pendenza del fondo della tubazione.



Mentre in fase preliminare si erano ipotizzate delle pendenze medie, ora è possibile calcolare i parametri relativi ad ogni tratto di tubazione in maniera più precisa.

Dalle tabelle di seguito riportate si evincono i parametri di riempimento e di velocità per ogni valore di portata considerando la minima e la massima pendenza del tratto e il diametro della tubazione prevista.

Dalle tabelle si evince come, in linea di massima, si rispettino i parametri richiesti. Si supera il grado di riempimento a progetto della tubazione solo in un tratto in Comune di Ceto e in uno in Comune di Braone. In entrambi i casi per la morfologia dei luoghi si è costretti a posare la tubazione con pendenze molto limitate. Si ritiene tuttavia poco opportuno cambiare il diametro della tubazione per due tratti di limitata estensione. Dovrà essere cura del futuro ente gestore prevedere una specifica e particolare manutenzione dei tratti in oggetto per garantire che non si otturino e che quindi possano svolgere la loro funzione.

Per quanto riguarda le velocità, invece, si può notare come ovunque venga superata la velocità minima, per cui si può prevedere che non sussistano particolari problemi di deposito e intasamento delle tubazioni.

Progetto esecutivo:

Lavori di realizzazione del collettamento delle acque reflue dal Comune di Berzo Demo al Comune di Capo di Ponte (BS) fino al collegamento con il collettore già realizzato da "Valle Camonica Servizi"

Relazione tecnica idraulica

N	Nome immissione	Sez.	i min	Ab	D		Q tempo di pioggia					Q tempo asciutto				
			DN		DI	Immission	Collettore	h/D	Q	v	Immission	Collettore	h/D	Q	v	
			mm		mm				[l/s]	[l/s]				[l/s]	[m/s]	[l/s]
1	Forno Allione	1	0.00%	0	355	300	0,00	0,00	0,19	0,00	0,000	0	0,00	0,11	0,00	0,000
2	Forno Allione 2	4	0.00%	0	355	300	0,00	0,00	0,29	0,00	0,000	0	0,00	0,16	0,00	0,000
			0.00%		355	300		0,00	0,21	0,00	0,000		0,00	0,12	0,00	0,000
3	Saletto	10	0.38%	841	355	300	9,73	9,73	0,39	21,96	0,870	2,92	2,92	0,21	6,59	0,618
			1.80%		355	300		9,73	0,26	21,97	1,529		2,92	0,14	6,87	1,086
4	Demo	24	0.50%	540	355	300	6,25	15,98	0,40	26,78	1,019	1,88	4,80	0,23	9,28	0,755
			2.61%		355	300		15,98	0,26	26,78	1,848		4,80	0,11	5,06	1,129
5	Cedegolo Nord e Andrista	36	1.00%	487	355	300	5,64	21,62	0,37	32,66	1,385	1,69	6,49	0,21	10,72	1,008
			5.00%		355	300		21,62	0,24	32,67	2,465		6,49	0,13	8,75	1,671
6	Cedegolo Sud	62	1.54%	866	355	300	10,02	31,64	0,35	36,57	1,669	3,01	9,50	0,19	10,97	1,180
7	Novelle	63	0.79%	361	486	398	4,18	35,82	0,44	86,97	1,629	1,25	10,75	0,24	26,09	1,164
			1.00%		486	398		35,82	0,42	87,01	1,777		10,75	0,22	26,03	1,265
8	Grevo		0.00%	0	486	398	0,00	35,82	0,48	0,00	0,000	0	10,75	0,25	0,00	0,000
9	Novelle 2	76	0.79%	240	486	398	2,78	38,60	0,50	105,61	1,712	0,83	11,58	0,26	31,67	1,231
10	Sellero 4	80	0.79%	75	486	398	0,87	39,47	0,50	107,53	1,718	0,26	11,84			
11	Grevo 2		0.00%	0	486	398	0,00	39,47	0,45	0,00	0,000	0	11,84	0,24	0,00	0,000
12	Sellero 3	89	0.32%	150	486	398	1,74	41,20	0,46	59,59	1,063	0,52	12,36			
13	Sellero 2	90	0.32%	376	486	398	4,35	45,56	0,49	64,69	1,080	1,31	13,67	0,25	19,17	0,772
			1,74%		486	398		45,56	0,31	64,68	2,002		13,67	0,17	19,17	1,406
14	Sellero	131	0.41%	301	486	398	3,48	49,04	0,47	68,80	1,203	1,05	14,72	0,25	20,66	0,862
			0.87%		486	398		49,04	0,38	68,77	1,588		14,72	0,20	20,66	1,127

Progetto esecutivo:

Lavori di realizzazione del collettamento delle acque reflue dal Comune di Berzo Demo al Comune di Capo di Ponte (BS) fino al collegamento con il collettore già realizzato da "Valle Camonica Servizi"

Relazione tecnica idraulica

3.3 Verifiche idrauliche dei manufatti di attraversamento dei corsi d'acqua

3.3.1 Sifone Fiume Oglio Sez. 64 (Sifone Tipo 1 ad una canna più by-pas)

Trattasi di un sifone rovesciato in PEAD composto da un tratto sub-orizzontale di 40 m circa e da due tratti verticali comprensivi di pozzetti di regolazione in ingresso ed in uscita e di pozzetti d'ispezione, con un dislivello disponibile di 0,53 m.

Abitanti equivalenti Nr. 2734

$$Q_{\min} = (2734 \cdot 300 \text{ l/ab.giorno}) / (24 \cdot 3600) = 9.49 \text{ l/s}$$

$$Q_{\max} = (2734 \cdot 1000 \text{ l/ab.giorno}) / (24 \cdot 3600) = 31.64 \text{ l/s}$$

Coefficiente di scabrezza di Strickler $K_s = 90 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$;

Lunghezza totale $L = 46.36 \text{ m}$

a) DIMENSIONAMENTO CANNA DI MAGRA

Imponendo una velocità minima di 0.6 m/s si ottiene il diametro massimo della tubazione per la portata minima:

$$D_{1, \text{ teor}} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{\min}}{\pi \cdot V_{\min}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot (9.49 / 1000)}{3.1416 \cdot 0.6}} = 0.140 \text{ m}$$

Dunque passando al diametro commerciale immediatamente più piccolo si considera $D_1 = 0.150 \text{ m}$

Applicando l'equazione del bilancio energetico tra monte e valle:

$$\Delta h = L \cdot J + K \cdot \frac{V^2}{2g}$$

$$A_1 = \pi \cdot \frac{0.15^2}{4} = 0.0177 \text{ m}^2$$

$$J_1 = \frac{Q_{\min}^2}{K_s^2 \cdot \left(\frac{D_1}{4}\right)^{4/3} \cdot A_1^2} = \frac{(9.49 \div 1000)^2}{90^2 \cdot \left(\frac{0.15}{4}\right)^{4/3} \cdot 0.0177^2} = 0.0028$$

Si ottiene:

$$V_1 = \frac{(9.49 / 1000)}{0.0177} = 0.54 \text{ m/s}$$

Progetto esecutivo:

Lavori di realizzazione del collettamento delle acque reflue dal Comune di Berzo Demo al Comune di Capo di Ponte (BS) fino al collegamento con il collettore già realizzato da "Valle Camonica Servizi"

Relazione tecnica idraulica

$$\Delta h_{\min} = L \cdot J + K \cdot \frac{Q_{\min}^2}{2g \cdot A_1^2} = 46.36 \cdot 0.0028 + 4 \cdot \frac{(9.49/1000)^2}{2 \cdot 9.81 \cdot 0.0177^2} = 0.1445 \text{ m}$$

Si noti che $\Delta h_{\min} \leq \Delta h_{\text{geod}} = 0.53 \text{ m}$

b) DIMENSIONAMENTO CANNA DI PIENA

Imponendo una velocità massima di 3.0 m/s si ottiene il diametro massimo dell'altra tubazione:

$$D_{2, \text{teor}} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{\max}}{\pi \cdot V_{\max}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot (31.64/1000)}{3.1416 \cdot 3}} = 0.116 \text{ m}$$

Dunque passando al diametro commerciale immediatamente più grande si considera $D_2 = 0.150$ m al quale corrispondono i seguenti dati:

Applicando l'equazione del bilancio energetico tra monte e valle:

$$\Delta h = L \cdot J + K \cdot \frac{V^2}{2g}$$

$$A_2 = \pi \cdot \frac{0.15^2}{4} = 0.0177 \text{ m}^2$$

$$J_2 = \frac{Q_{\min}^2}{K_s^2 \cdot \left(\frac{D_1}{4}\right)^{4/3} \cdot A_2^2} = \frac{(31.64 \div 1000)^2}{90^2 \cdot \left(\frac{0.15}{4}\right)^{4/3} \cdot 0.0177^2} = 0.0314$$

Si ottiene:

$$V_2 = \frac{(31.64/1000)}{0.0177} = 1.79 \text{ m/s}$$

$$\Delta h_{\max} = L \cdot J + K \cdot \frac{Q_{\min}^2}{2g \cdot A_2^2} = 46.36 \cdot 0.0314 + 4 \cdot \frac{(31.64/1000)^2}{2 \cdot 9.81 \cdot 0.0177^2} = 2.11 \text{ m}$$

Si noti che $\Delta h_{\max} > \Delta h_{\text{geod}} = 0.53 \text{ m}$

Quest'ultima perdita di carico non è compatibile con il dislivello disponibile di 0,53 m ed è, quindi, necessario aumentare il diametro D_2 in modo da ridurla.

Passando al diametro $D_2 = 0.50$ m con un salto nella serie di diametri commerciali, si ottengono i seguenti risultati:

Progetto esecutivo:

Lavori di realizzazione del collettamento delle acque reflue dal Comune di Berzo Demo al Comune di Capo di Ponte (BS) fino al collegamento con il collettore già realizzato da "Valle Camonica Servizi"

Relazione tecnica idraulica

$$A_2 = 0.196 \text{ m}^2$$

$$V_2 = 0.1612 \text{ m/s}$$

$$J_2 = 0.0001$$

$$\Delta h_{\max} = 0.009 \text{ m}$$

$$\text{Si noti che } \Delta h_{\max} < \Delta h_{\text{geod}} = 0.53 \text{ m}$$

3.3.2 Sifone vallette laterali Sez. 92 - 93 (Sifone più sollecitato, Tipo 2 a unica canna)

Trattasi di un sifone rovesciato in PEAD composto da un tratto sub-orizzontale di 13 m circa e da due tratti verticali comprensivi di pozzetto d'ispezione, quello di ingresso di 2,38 m e quello di uscita di 2,18 m. con un dislivello disponibile di 0,20 m.

Abitanti equivalenti Nr. 3923

$$Q_{\min} = (3923 \cdot 300 \text{ l/ab.giorno}) / (24 \cdot 3600) = 13.62 \text{ l/s}$$

$$Q_{\max} = (3923 \cdot 1000 \text{ l/ab.giorno}) / (24 \cdot 3600) = 45.41 \text{ l/s}$$

Coefficiente di scabrezza di Strickler $K_s = 90 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$;

Lunghezza totale L= 13.00 m circa

c) DIMENSIONAMENTO DI MAGRA

Imponendo una velocità minima di 0.6 m/s si ottiene il diametro massimo della tubazione per la portata minima:

$$D_{1, \text{ teor}} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{\min}}{\pi \cdot V_{\min}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot (13.62 / 1000)}{3.1416 \cdot 0.6}} = 0.17 \text{ m}$$

Dunque passando al diametro commerciale immediatamente più piccolo si considera $D_1 = 0.20 \text{ m}$

Applicando l'equazione del bilancio energetico tra monte e valle:

$$\Delta h = L \cdot J + K \cdot \frac{V^2}{2g}$$

$$A_1 = \pi \cdot \frac{0.20^2}{4} = 0.0314 \text{ m}^2$$

$$J_1 = \frac{Q_{\min}^2}{K_s^2 \cdot \left(\frac{D_1}{4}\right)^{4/3} \cdot A_1^2} = \frac{(13.62 \div 1000)^2}{90^2 \cdot \left(\frac{0.20}{4}\right)^{4/3} \cdot 0.0314^2} = 0.00126$$

Progetto esecutivo:

Lavori di realizzazione del collettamento delle acque reflue dal Comune di Berzo Demo al Comune di Capo di Ponte (BS) fino al collegamento con il collettore già realizzato da "Valle Camonica Servizi"

Relazione tecnica idraulica

Si ottiene:

$$V_1 = \frac{(13.62/1000)}{0.0314} = 0.54 \text{ m/s}$$

$$\Delta h_{\min} = L \cdot J + K \cdot \frac{Q_{\min}^2}{2g \cdot A_1^2} = 13.00 \cdot 0.00126 + 4 \cdot \frac{(13.62 \cdot 1000)^2}{2 \cdot 9.81 \cdot 0.0314^2} = 0.025 \text{ m}$$

Si noti che $\Delta h_{\min} \leq \Delta h_{\text{geod}} = 0.20 \text{ m}$

d) **DIMENSIONAMENTO DI PIENA**

Imponendo una velocità massima di 3.0 m/s si ottiene il diametro massimo dell'altra tubazione:

$$D_{2, \text{teor}} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{\max}}{\pi \cdot V_{\max}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot (45.41/1000)}{3.1416 \cdot 3}} = 0.138 \text{ m}$$

Dunque passando al diametro commerciale immediatamente più grande si considera $D_1 = 0.200 \text{ m}$ al quale corrispondono i seguenti dati:

Applicando l'equazione del bilancio energetico tra monte e valle:

$$\Delta h = L \cdot J + K \cdot \frac{V^2}{2g}$$

$$A_2 = \pi \cdot \frac{0.20^2}{4} = 0.0314 \text{ m}^2$$

$$J_2 = \frac{Q_{\min}^2}{K_s^2 \cdot \left(\frac{D_1}{4}\right)^{4/3} \cdot A_2^2} = \frac{(45.41 \div 1000)^2}{90^2 \cdot \left(\frac{0.20}{4}\right)^{4/3} \cdot 0.0314^2} = 0.014$$

Si ottiene:

$$V_2 = \frac{(45.41/1000)}{0.0314} = 1.45 \text{ m/s}$$

$$\Delta h_{\max} = L \cdot J + K \cdot \frac{Q_{\min}^2}{2g \cdot A_2^2} = 13.00 \cdot 0.014 + 4 \cdot \frac{(45.41/1000)^2}{2 \cdot 9.81 \cdot 0.0314^2} = 0.29 \text{ m}$$

Si noti che $\Delta h_{\max} > \Delta h_{\text{geod}} = 0.20 \text{ m}$

Quest'ultima perdita di carico non è compatibile con il dislivello disponibile di 0,20 m ed è, quindi, necessario aumentare il diametro D_1 in modo da ridurla .

Progetto esecutivo:

Lavori di realizzazione del collettamento delle acque reflue dal Comune di Berzo Demo al Comune di Capo di Ponte (BS) fino al collegamento con il collettore già realizzato da "Valle Camonica Servizi"

Relazione tecnica idraulica

Passando al diametro $D_1 = 0.315\text{m}$ con un salto nella serie di diametri commerciali, si ottengono i seguenti risultati:

$$A_2 = 0.068 \text{ m}^2$$

$$V_2 = 0.66 \text{ m/s}$$

$$J_2 = 0.00177$$

$$\Delta h_{\max} = 0.046\text{m}$$

$$\text{Si noti che } \Delta h_{\max} < \Delta h_{\text{geod}} = 0.20\text{m}$$

3.3.3 Sifone vallette laterali Sez. 91 (Sifone più sollecitato, Tipo 3 a unica canna)

Trattasi di un sifone rovesciato in PEAD composto da un tratto sub-orizzontale di 10 m circa e da due tratti verticali comprensivi di pozzetto d'ispezione, quello di ingresso di 1,70 m e quello di uscita di 1,50 m. con un dislivello disponibile di 0,20 m.

Abitanti equivalenti Nr. 3923

$$Q_{\min} = (3923 \cdot 300 \text{ l/ab.giorno}) / (24 \cdot 3600) = 13.62 \text{ l/s}$$

$$Q_{\max} = (3923 \cdot 1000 \text{ l/ab.giorno}) / (24 \cdot 3600) = 45.41 \text{ l/s}$$

Coefficiente di scabrezza di Strickler $K_s = 90 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$;

Lunghezza totale $L = 10.00 \text{ m}$ circa

e) DIMENSIONAMENTO DI MAGRA

Imponendo una velocità minima di 0.6 m/s si ottiene il diametro massimo della tubazione per la portata minima:

$$D_{1, \text{ teor}} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{\min}}{\pi \cdot V_{\min}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot (13.62 / 1000)}{3.1416 \cdot 0.6}} = 0.17 \text{ m}$$

Dunque passando al diametro commerciale immediatamente più piccolo si considera $D_1 = 0.20\text{m}$

Applicando l'equazione del bilancio energetico tra monte e valle:

$$\Delta h = L \cdot J + K \cdot \frac{V^2}{2g}$$

$$A_1 = \pi \cdot \frac{0.20^2}{4} = 0.0314 \text{ m}^2$$

Progetto esecutivo:

Lavori di realizzazione del collettamento delle acque reflue dal Comune di Berzo Demo al Comune di Capo di Ponte (BS) fino al collegamento con il collettore già realizzato da "Valle Camonica Servizi"

Relazione tecnica idraulica

$$J_1 = \frac{Q_{\min}^2}{K_s^2 \cdot \left(\frac{D_1}{4}\right)^{4/3} \cdot A_1^2} = \frac{(13.62 \div 1000)^2}{90^2 \cdot \left(\frac{0.20}{4}\right)^{4/3} \cdot 0.0314^2} = 0.00126$$

Si ottiene:

$$V_1 = \frac{(13.62/1000)}{0.0314} = 0.54 \text{ m/s}$$

$$\Delta h_{\min} = L \cdot J + K \cdot \frac{Q_{\min}^2}{2g \cdot A_1^2} = 10.00 \cdot 0.00126 + 4 \cdot \frac{(13.62 \cdot 1000)^2}{2 \cdot 9.81 \cdot 0.0314^2} = 0.051 \text{ m}$$

Si noti che $\Delta h_{\min} \leq \Delta h_{\text{geod}} = 0.20 \text{ m}$

f) **DIMENSIONAMENTO DI PIENA**

Imponendo una velocità massima di 3.0 m/s si ottiene il diametro massimo dell'altra tubazione:

$$D_{2, \text{teor}} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{\max}}{\pi \cdot V_{\max}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot (45.41/1000)}{3.1416 \cdot 3}} = 0.138 \text{ m}$$

Dunque passando al diametro commerciale immediatamente più grande si considera $D_1 = 0.200 \text{ m}$ al quale corrispondono i seguenti dati:

Applicando l'equazione del bilancio energetico tra monte e valle:

$$\Delta h = L \cdot J + K \cdot \frac{V^2}{2g}$$

$$A_2 = \pi \cdot \frac{0.20^2}{4} = 0.0314 \text{ m}^2$$

$$J_2 = \frac{Q_{\min}^2}{K_s^2 \cdot \left(\frac{D_1}{4}\right)^{4/3} \cdot A_2^2} = \frac{(45.41 \div 1000)^2}{90^2 \cdot \left(\frac{0.20}{4}\right)^{4/3} \cdot 0.0314^2} = 0.014$$

Si ottiene:

$$V_2 = \frac{(45.41/1000)}{0.0314} = 1.45 \text{ m/s}$$

$$\Delta h_{\max} = L \cdot J + K \cdot \frac{Q_{\min}^2}{2g \cdot A_2^2} = 10.00 \cdot 0.014 + 4 \cdot \frac{(45.41/1000)^2}{2 \cdot 9.81 \cdot 0.0314^2} = 0.107 \text{ m}$$

Si noti che $\Delta h_{\max} < \Delta h_{\text{geod}} = 0.20 \text{ m}$

Quest'ultima perdita di carico è compatibile con il dislivello disponibile di 0,20 m

Progetto esecutivo:

Lavori di realizzazione del collettamento delle acque reflue dal Comune di Berzo Demo al Comune di Capo di Ponte (BS) fino al collegamento con il collettore già realizzato da "Valle Camonica Servizi"

Relazione tecnica idraulica

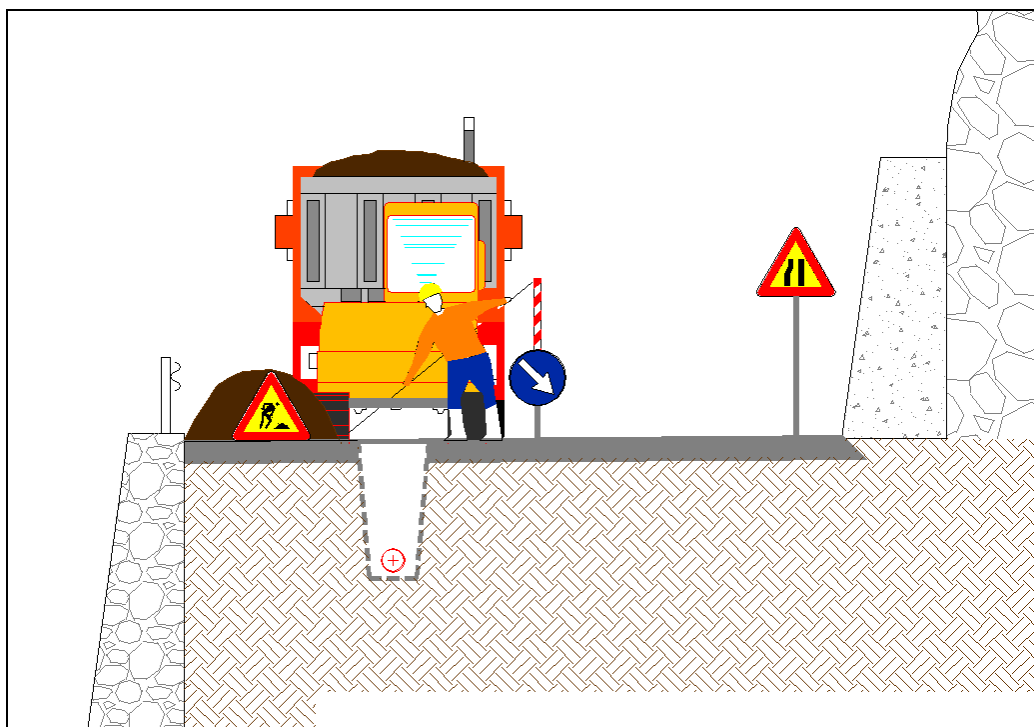
4 ORGANIZZAZIONE DEGLI SCAVI

Il progetto in oggetto prevede la posa del collettore per circa 6,3 km nel tratto compreso fra Berzo Demo e Capo di Ponte

Tratto Berzo Demo-Capo di Ponte: circa 15.850 m³ di scavi corrispondenti alla posa di circa 5,35 Km.;

La maggior parte degli scavi verranno eseguiti strada asfaltata (sia provinciale sia Comunale) , circa 500 ml. saranno compiuti su strada non asfaltata e/o in campagna. Questo comporterà la produzione di circa 3.800 m³ di rifiuti da conferire ad apposite discariche autorizzate. I volumi provenienti dagli scavi in campagna, invece, non rientrano nella categoria dei rifiuti, come previsto dal d.lgs. 152/06 dal momento che non provengono da siti contaminati. Dovranno essere conferiti a discarica, invece, i materiali provenienti dal letto fluviale o dall'alveo dei torrenti, dal momento che eventuali scarichi potrebbero avere contaminato il materiale.

Non sono previsti dei depositi temporanei per le terre di scavo, in quanto, come si evince anche dalle immagini di seguito riportate illustranti le varie tipologie di posa del collettore, si eseguirà lo scavo, posizionando la terra a lato, verrà quindi posata la tubazione e sarà eseguito immediatamente il rinterro. Il materiale di risulta verrà caricato immediatamente su camion e trasportato nel luogo di utilizzo o in discarica autorizzata.



Progetto esecutivo:

Lavori di realizzazione del collettamento delle acque reflue dal Comune di Berzo Demo al Comune di Capo di Ponte (BS) fino al collegamento con il collettore già realizzato da "Valle Camonica Servizi"

Relazione tecnica idraulica

Immagine 1 – Scavo tipo in sede stradale

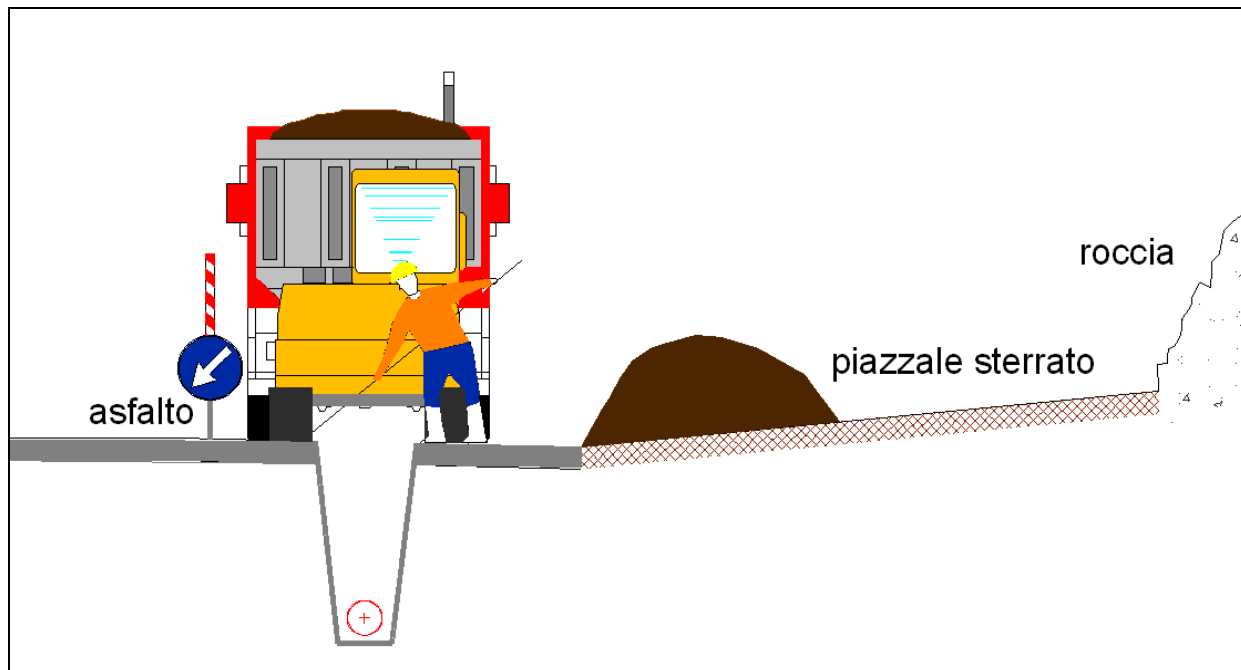


Immagine 2 – Scavo tipo in sede stradale

Progetto esecutivo:

Lavori di realizzazione del collettamento delle acque reflue dal Comune di Berzo Demo al Comune di Capo di Ponte (BS) fino al collegamento con il collettore già realizzato da "Valle Camonica Servizi"

Relazione tecnica idraulica



Immagine 3 – Scavo tipo in campagna

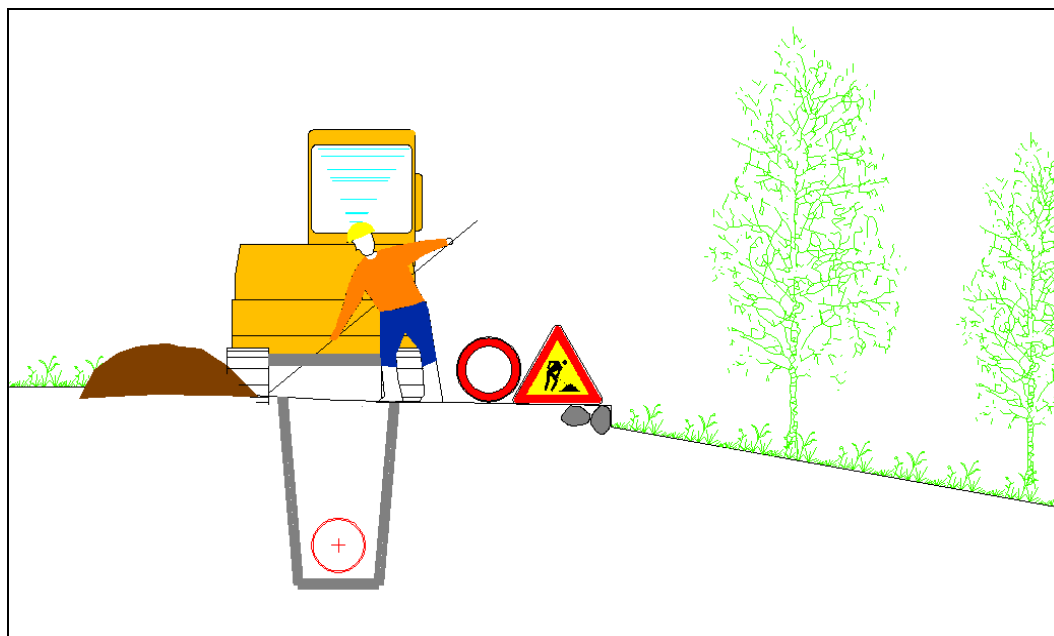


Immagine 4 – Scavo tipo su strada di campagna

Progetto esecutivo:

Lavori di realizzazione del collettamento delle acque reflue dal Comune di Berzo Demo al Comune di Capo di Ponte (BS) fino al collegamento con il collettore già realizzato da "Valle Camonica Servizi"

Relazione tecnica idraulica

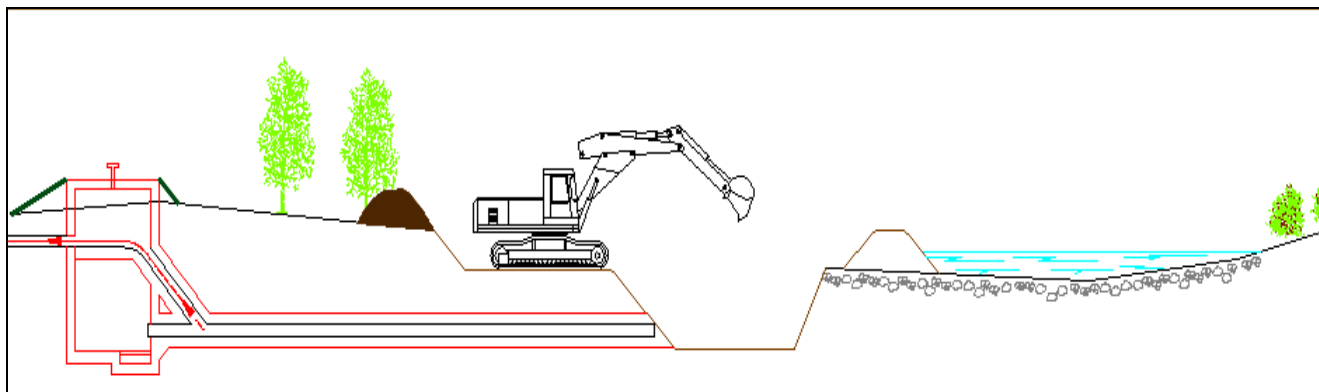


Immagine 5 – Scavo tipo per sifone Fiume Oglio

Per maggiori dettagli sugli effetti ambientali si fa riferimento all'apposita relazione paesaggistica.