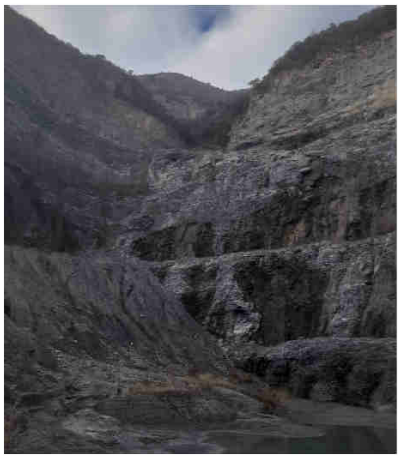
Firmato digitalmente da
Silvio De Ambroggi

O = Ordine degli Ingegneri della Provincia di Savona
C = IT
Data e ora della firma: 19/09/2024 10:37:56

Comune di Castelbianco

Provincia di Savona



CAVA PENNAVAIRE, COMUNE DI CASTELBIANCO (SV) – ISTANZA, AI SENSI DELLA L.R. N. 12/2012 E S.M.I., FINALIZZATA ALL'AUTORIZZAZIONE DEL PROGRAMMA DI COLTIVAZIONE E ALL'ESERCIZIO DELL'ATTIVITÀ ESTRATTIVA IN CONFORMITÀ AL P.T.R.A.C. APPROVATO CON D.C.R. N. 7/2020 CON MESSA IN SICUREZZA DEI FRONTI ATTUALI

COMMITTENTE

IMPRESA Tre Torri
Via al Piemonte 19 - 17031 Albenga (SV)

PROGETTISTI INCARICATI:

Ing. Roberto Desalvo - StAigeS Ingegneria S.r.l.
Corso Italia 22/6 - 17100 Savona

StAigeS Ingegneria S.r.l.
Corso Italia 22/6 - 17100 Savona (SV) - email: info@staiges.com
tel. 019.80.54.20 p.iva/c.f.: 01582920094

Studio Associato di Geologia Tecnica
di Canavero & Santini
Piazza Diaz 11/5 - 17100 Savona
tel 019813843 - 0192051420
e-mail: geolab@studiogeolab.it
website: www.studiogeolab.it

Dott. Ing. Giovanni DE CICCO
Via F. Cascione, 74
18100 IMPERIA (IM)
P.IVA 00208900084
Tel/fax 0183/61155

Dott. Fabio Palazzo
Dottore Agronomo, Guida Alpina-maestro di alpinismo
Landscape & Mountain design & planning
Via XX Settembre 28 10A - 16121 Genova

DOTT. ING. SILVIO DE AMBROGGI
ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI SAVONA N°1830
VIA SS. GIACOMO E FILIPPO 1-B/4, 17015 CELLE LIGURE (SV)
TELEFONO: 3392121891 - E-MAIL: silvio.de.ambroggi@gmail.com

REV.	DATA	DESCRIZIONE
00	SETTEMBRE 2024	PRIMA EMISSIONE

APPENDICE ALLO STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE RELAZIONE SULLA REGIMAZIONE DELLE ACQUE SUPERFICIALI

SOMMARIO

1. PREMESSE 3
2. DESCRIZIONE DELLA RETE DI REGIMAZIONE ACQUE 3
3. VALUTAZIONI DELLE PORTATE 6
4. VERIFICHE IDRAULICHE 8
4.1 Metodo di calcolo 9
4.2 FASE 1: Risultati 9
4.3 FASE 2: Risultati 12
4.4 FASE 3: Risultati 13
5. TRATTENUTA DELLE ACQUE TORBIDE 14

ALLEGATI

a) Elaborato grafico i03 – Fase 1: regimazione acque superficiali
b) Elaborato grafico i04 – Fase 2: regimazione acque superficiali
c) Elaborato grafico i05 – Fase 3: regimazione acque superficiali

1. PREMESSE

La società Tre Torri Costruzioni srls ha presentato un programma di coltivazione ed esercizio dell'attività estrattiva in conformità al P.T.R.A.C. approvato con il D.C.R. n.7/2020, con conseguente messa in sicurezza dei fronti attuali, per la cava sita in Via Pennavaire 1, nel comune di Castelbianco (SV).

Il progetto è redatto in compartecipazione dall'Ing. Roberto Desalvo – StAigeS di Savona e dall'Ing. Giovanni De Cicco di Imperia, i quali hanno curato la redazione degli elaborati progettuali necessari all'istanza e le tavole grafiche di riferimento. La documentazione ha inoltre previsto i contributi della Dott.ssa Geol. Sabrina Santini – Geo.Lab di Savona e del Dott. Fabio Palazzo – Più Spazio di Genova (oltre che dello scrivente professionista) per alcune prestazioni specialistiche di carattere geologico, idraulico ed ambientale, per completezza di documentazione.

In sede di valutazione di assoggettabilità a VIA, sono state richieste alcune integrazioni e chiarimenti ex art. 19 comma 2 del D.Lgs. 152/2006. Tra queste, vi è l'aspetto relativo alla gestione delle acque, al dimensionamento della rete di regimazione delle stesse e le soluzioni per evitare il convogliamento delle acque torbide ai corpi recettori superficiali.

A tal proposito, lo scrivente Dott. Ing. Silvio De Ambroggi, con studio in Celle Ligure, Via SS. Giacomo e Filippo n°1-B/4, iscritto all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Savona con posizione n. 1830, ha ricevuto incarico di redigere la presente relazione tecnica integrativa.

Nel presente documento vengono pertanto descritte, dopo la definizione della rete di drenaggio prevista nelle varie fasi di coltivazione della cava, le verifiche idrauliche condotte per il corretto dimensionamento dei vari rami della rete di smaltimento acque. Si precisa infine che il livello progettuale della presente trattazione è tipico di quello associato all'ottenimento del titolo/autorizzazione; pertanto, si rimanda ai successivi livelli di progettazione per eventuali valutazioni di carattere esecutivo.

2. DESCRIZIONE DELLA RETE DI REGIMAZIONE ACQUE

Come anticipato in premessa, la proposta progettuale prevede un programma di coltivazione ed esercizio dell'attività estrattiva in conformità al P.T.R.A.C. approvato con il D.C.R. n.7/2020, con conseguente messa in sicurezza dei fronti attuali. Il programma si articola in quattro fasi (c.f.r. "Relazione tecnica illustrativa" e "Relazione idraulica" per ogni approfondimento), precedute dalla fase preliminare in cui è previsto l'iniziale inalveamento temporaneo del Rio Crosu in posizione differente rispetto alla sede demaniale, in accordi al citato progetto a firma dell'Ing. Giovanni De Cicco di Imperia e della Dott.ssa Geol. Sabrina Santini – Geo.Lab di Savona.

Ai fini delle valutazioni circa la regimazione delle acque, si riportano di seguito alcune considerazioni relative ad ogni fase prevista dalla proposta progettuale:

a) FASE 1: l'iniziale inalveamento temporaneo del Rio Crosu permetterà di convogliare le acque derivanti dai versanti a sud in modo organizzato verso la confluenza con il Rio Moglie, attraverso i rami indipendenti sviluppati lungo la pista di arroccamento. La conseguente realizzazione della porzione terminale definitiva del rio re-inalveato permetterà di convogliare le acque derivanti dai versanti a nord e ovest direttamente al T. Pennavaire, grazie ai rami realizzati in corrispondenza del piazzale ed al loro collegamento con la testa del tratto sistemato, in corrispondenza della vasca di sedimentazione. Anche le zone non raggiungibili in questa fase di intervento saranno comunque drenate direttamente dai tratti terminali del corso d'acqua nelle due configurazioni;
b) FASE 2: le attività di coltivazione dei fronti rocciosi nelle aree nord ed ovest permetteranno di estendere la rete di drenaggio organizzata anche in queste aree, mantenendo nel complesso i rami realizzati in precedenza nei tratti più a valle;
c) FASE 3: l'abbancamento di materiale al di sopra della quota del piazzale, se da un lato comporta la tombinatura del tratto provvisorio del Rio Crosu, dall'altro lato permette la realizzazione dell'alveo del rio Crosu nella sua configurazione definitiva, con relativa pista di arroccamento in configurazione finale. Pertanto, con l'avanzamento del riempimento (da valle, n.d.r.), saranno realizzati i relativi rami di convogliamento acque verso il rio, sviluppati lungo la pista di arroccamento e localmente lungo il versante. Il mantenimento del tratto terminale (a cielo aperto) del rio Crosu nella sua configurazione temporanea permetterà ancora di convogliare le acque delle aree drenate più a sud verso il rio Moglie, così come rimarranno sempre operativi i rami sviluppati verso il tratto terminale a nord-est;
d) FASE 4: gli interventi finali di rinaturalizzazione del sito non comporteranno modifiche alla rete di regimazione acque, che si considera a tutti gli effetti "definitiva". Dal punto di vista degli apporti idrici, la presenza di vegetazione comporterà un generale effetto di laminazione, con conseguente riduzione delle portate defluenti.

In quest'ottica, per ogni fase di intervento è stata definita la rispettiva rete di drenaggio (c.f.r. elaborati grafici Tav i03, Tav i04, tav i05), nella seguente modalità:

1. FASE 1 – complessivi 10 rami, suddivisi in
    a. Rami 1 e 2, tra i nodi P1-P2 e P1-P3 per regimazione aree a sud – corpo idrico recettore: Rio Crosu nella configurazione temporanea, quindi Rio Moglie;
    b. Rami da 3 a 8, tra i nodi P4-P5-P6-P7-P8, per regimazione aree a nord e ovest verso il piazzale – corpo idrico recettore: Rio Crosu nella configurazione definitiva, tratto finale;

c. Rami 9 e 10, tra i nodi P8-P9 e P10-P9 per regimazione aree a est, a valle del piazzale – Corpo idrico recettore: Torrente Pennavaire.

2. FASE 2 – complessivi 13 rami, suddivisi in:
   a. Rami 1 e 2, tra i nodi P1-P2 e P1-P3 per regimazione aree a sud – corpo idrico recettore: Rio Crosu nella configurazione temporanea, quindi Rio Moglie (inalterati rispetto a fase 1);
   b. Rami 3 e 4, tra i nodi P11-P12 e P13-P14 per regimazione aree a ovest dei fronti rocciosi – corpo idrico recettore: Rio Crosu nella configurazione temporanea, quindi Rio Moglie;
   c. Rami 5 e 6, tra i nodi P15-P16 e P17-P18 per regimazione aree a nord-ovest dei fronti rocciosi – corpo idrico recettore: Rio Crosu nella configurazione definitiva (convogliati su piazzale);
   d. Rami da 7 a 11, tra i nodi P4-P5-P6-P7, per regimazione aree a nord e ovest verso il piazzale – corpo idrico recettore: Rio Crosu nella configurazione definitiva, tratto finale (lievemente variati rispetto a fase 1);
   e. Rami 12 e 13, tra i nodi P8-P9 e P10-P9 per regimazione aree a est, a valle del piazzale – Corpo idrico recettore: Torrente Pennavaire (inalterati rispetto a fase 1).

3. FASE 3 – complessivi 10 rami, suddivisi in:
   a. Rami 1, 3, 7 tra i nodi P1-P2, P19-P20 e P21-P22 per regimazione aree a sud lungo il versante – corpo idrico recettore: Rio Crosu nella configurazione definitiva, tratto di monte;
   b. Ramo 2, tra i nodi P23-P24, per regimazione aree a sud lungo la pista di arroccamento – corpo idrico recettore: Rio Crosu nella configurazione definitiva, tratto intermedio;
   c. Ramo 8, tra i nodi P25-P26, per regimazione aree a sud-est lungo la pista di arroccamento – corpo idrico recettore: Rio Crosu nella configurazione temporanea, quindi Rio Moglie;
   d. Rami 4 e 5, tra i nodi P11*-P12* e P15*-P6*, per regimazione aree a ovest lungo la pista di arroccamento – corpo idrico recettore: Rio Crosu nella configurazione definitiva, tratto intermedio;
   e. Ramo 6, tra i nodi P6*-P5*, per regimazione aree in testa alle terre rinforzate – corpo idrico recettore: Rio Crosu nella configurazione definitiva, tratto di valle;
   f. Rami 9 e 10, tra i nodi P8-P9 e P10-P9 per regimazione aree a est, a valle del piazzale – Corpo idrico recettore: Torrente Pennavaire (inalterati rispetto a fase 1 e 2).

3. VALUTAZIONI DELLE PORTATE

I bacini tributari dei vari rami/reti sono indicati negli elaborati grafici Tav i03, Tav i04, tav i05 e sono sinteticamente riassunti nelle tabelle seguenti, con la portata prodotta per T=50 anni, applicando la normativa prevista dal Piano di Bacino per bacini di superficie inferiore a 2 kmq, ovvero:

$$Q_T = K_T \, A \, U_{A=2} \quad [m^3/s]$$

in cui con Q_T si indica la portata per il tempo di ritorno T (in anni), K_T il coefficiente di frequenza che tiene conto del periodo di ritorno T, A l'area del bacino considerato, $U_{A=2}$ un coefficiente di portata relativo ai bacini di dimensione pari a 2 Kmq. Sono quindi state differenziate le tre fasi di indagine sopra menzionate.

Facendo riferimento alla documentazione già agli atti, si considera:

- Rio Crosu ricadente nel Piano di bacino stralcio per il rischio idrogeologico del Fiume Centa;
- Area drenata dalla rete di regimazione = 0.148 Km² - bacino di secondo livello in riferimento al R.R. 1/2016.
- Bacino di tipo C per l'area interessata dal programma di coltivazione.

N (-)	*A* (mq)	*A* (Kmq)	$U_{A=2}$ (m/s)	$Q_{50\,d}$ (l/s)	*Recapito* (-)
A1	9820.6	0.0098	5.05	172.09	Ramo P1-P2
A2	3609.9	0.0036	5.05	63.26	Ramo P1-P3
A3	7235.5	0.0072	5.05	126.79	Rio Crosu temporaneo
A4	9942.3	0.0099	5.05	174.22	Rio Crosu temporaneo
A5	10507.1	0.0105	5.05	184.12	Rio Crosu temporaneo
A6	32535.2	0.0325	5.05	570.13	Ramo P4-P5
A7	22348.0	0.0223	5.05	391.62	Rio Crosu temporaneo
A8	2677.4	0.0027	5.05	46.92	Ramo P6-P5
A9	2832.8	0.0028	5.05	49.64	Ramo P6-P7
A10	5965.0	0.0060	5.05	104.53	Ramo P4-P5
A11	5732.3	0.0057	5.05	100.45	Ramo P4-P7
A12	10786.8	0.0108	5.05	189.02	Ramo P4-P7
A13	4068.3	0.0041	5.05	71.29	Ramo P8-P7
A14	3459.0	0.0035	5.05	60.61	Rio Crosu definitivo
A15	7095.0	0.0071	5.05	124.33	Ramo P8-P9
A16	7119.2	0.0071	5.05	124.75	Ramo P10-P9
A17	2318.6	0.0023	5.05	40.63	T. Pennavaire
totale	148053.1	0.1480			

Tabella 1: definizione dei bacini tributari e relativo recapito – Fase 1

N (-)	*A* (mq)	*A* (Kmq)	$U_{A=2}$ (m/s)	$Q_{50\ d}$ (l/s)	*Recapito* (-)
A1	9820.6	0.0098	5.05	172.09	Ramo P1-P2
A2	3609.9	0.0036	5.05	63.26	Ramo P1-P3
A3	7235.5	0.0072	5.05	126.79	Rio Crosu temporaneo
A4	9942.3	0.0099	5.05	174.22	Rio Crosu temporaneo
A5	8672.8	0.0087	5.05	151.98	Ramo P11-P12
A6.1	8460.1	0.0085	5.05	148.25	Ramo P13-P14
A6.2	15269.7	0.0153	5.05	267.58	Ramo P15-P16
A6.3	7431.0	0.0074	5.05	130.22	Ramo P17-P18
A7	16811.3	0.0168	5.05	294.59	Rio Crosu temporaneo
A8	3177.2	0.0032	5.05	55.67	Ramo P6-P5
A9	5209.3	0.0052	5.05	91.28	Ramo P6-P7
A10	15433.7	0.0154	5.05	270.45	Ramo P4-P5
A11	12763.2	0.0128	5.05	223.66	Ramo P4-P7
A12	3278.2	0.0033	5.05	57.45	Ramo P4-P7
A13	946.5	0.0009	5.05	16.59	Ramo P8-P7
A14	3459.0	0.0035	5.05	60.61	Rio Crosu definitivo
A15	7095.0	0.0071	5.05	124.33	Ramo P8-P9
A16	7119.2	0.0071	5.05	124.75	Ramo P10-P9
A17	2318.6	0.0023	5.05	40.63	T. Pennavaire
totale	148053.1	0.1480			

Tabella 2: definizione dei bacini tributari e relativo recapito – Fase 2

N (-)	*A* (mq)	*A* (Kmq)	$U_{A=2}$ (m/s)	$Q_{50\ d}$ (l/s)	*Recapito* (-)
A1	9993.9	0.0100	5.05	175.13	Ramo P1-P2
A2	10525.5	0.0105	5.05	184.44	Ramo P23-P24
A3	5454.0	0.0055	5.05	95.57	Ramo P19-P20
A4	9942.3	0.0099	5.05	174.22	Rio Crosu temporaneo
A5	14182.8	0.0142	5.05	248.53	Ramo P11*-P12*
A6.1	10542.2	0.0105	5.05	184.74	Ramo P15*-P16*
A6.2	7221.4	0.0072	5.05	126.54	Ramo P15*-P16*
A7	16811.3	0.0168	5.05	294.59	Rio Crosu temporaneo
A8	5025.0	0.0050	5.05	88.06	Ramo P6*-P5
A10	16280.5	0.0163	5.05	285.29	Rio Crosu definitivo
A11	6549.0	0.0065	5.05	114.76	Ramo P23-P24

A12	6642.7	0.0066	5.05	116.40	Ramo P21-P22
A13	8890.8	0.0089	5.05	155.80	Ramo P25-P26
A14	3459.0	0.0035	5.05	60.61	Rio Crosu definitivo
A15	7095.0	0.0071	5.05	124.33	Ramo P8-P9
A16	7119.2	0.0071	5.05	124.75	Ramo P10-P9
A17	2318.6	0.0023	5.05	40.63	T. Pennavaire
totale	148053.1	0.1480			

Tabella 3: definizione dei bacini tributari e relativo recapito – Fase 3

4. VERIFICHE IDRAULICHE

Nel presente paragrafo vengono descritte, dopo una breve esposizione del metodo utilizzato, le verifiche idrauliche per il dimensionamento dei singoli rami della rete di drenaggio, nelle tre fasi di coltivazione ed esercizio dell'attività estrattiva.

Per tutte le valutazioni delle tre fasi, sono state considerate le tre sezioni tipo associate ai rami della rete, con sezione trapezia e sezione circolare nel caso del ramo sotto il piazzale (c.f.r. tav 11 particolari costruttivi).

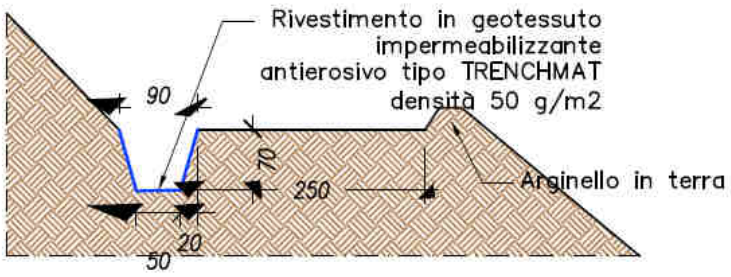


Figura 1: sezione tipologica 1 di canaletta smaltimento acque.

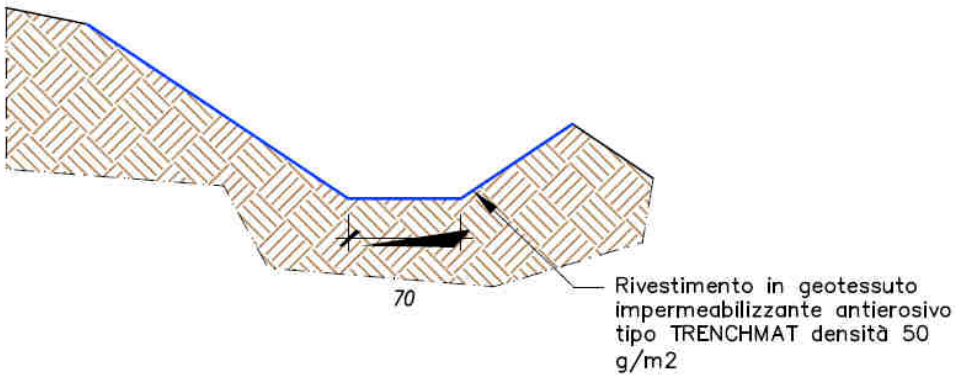


Figura 2: sezione tipologica 2 di canaletta smaltimento acque.

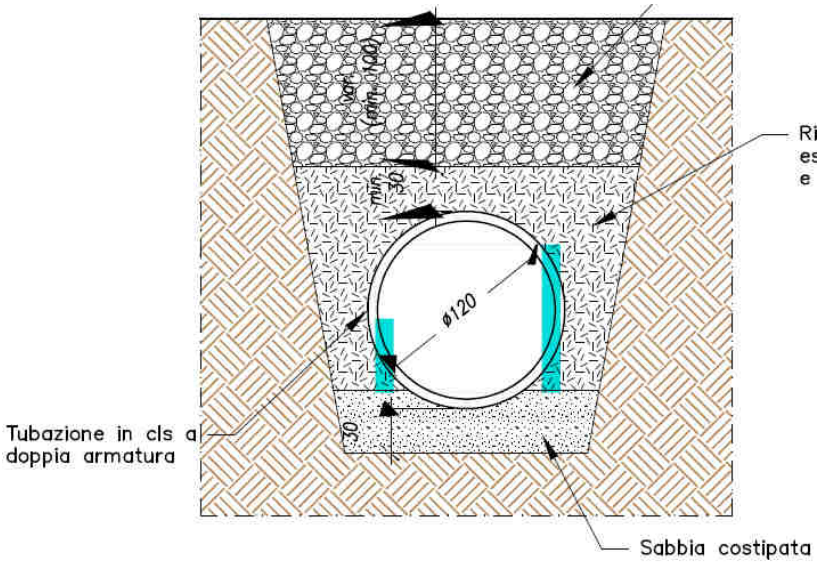


Figura 3: sezione tipologica 3 per tubazione di attraversamento del piazzale

4.1 Metodo di calcolo

Le verifiche idrauliche delle sezioni di deflusso sono state condotte applicando, in via generale, l'equazione del moto uniforme, sia per le sezioni trapezie che per le sezioni circolari. L'equazione si può scrivere nella seguente forma

$$Q = K_s \, A \, R^{2/3} \sqrt{if}$$

dove:

Q	= portata liquida	[m³/s]
A	= area della sezione liquida	[m²]
if	= pendenza del tratto in oggetto	[m/m]
R	= raggio idraulico della corrente	[m]
Ks	= coefficiente di scabrezza alla Gauckler-Strickler	[$s^{-1}m^{1/3}$]

Quale coefficiente di scabrezza Ks si è assunto il valore 80 $m^{1/3} s^{-1}$, in quanto le condotte in progetto saranno ricavate dallo scavo in roccia e/o riempimenti, adeguatamente rivestite con geotessuto impermeabilizzante anti-erosivo. Nell'assunzione del parametro si è tenuto conto delle possibili irregolarità presenti.

4.2 FASE 1: Risultati

Le verifiche sono state condotte per la rete composta da 10 rami, ovvero:

- Rami 1 e 2 di tipo "sorgente", tra i nodi P1-P2 e P1-P3;
- Rami 8 e 9 di tipo "sorgente", tra i nodi P8-P9 e P10-P9;

- Rami 3, 4, 5, 6, 7 di tipo "sorgente", tra i nodi P4-P5, P6-P5, P6-P7, P4-P7 e P8-P7;
- Ramo 8 comprensivo dai differenti apporti in P7, tra i nodi P7-P5.

I dati geometrici delle canalette e condotta sono riportati nelle seguenti tabelle (nella tabella "A1-A1.1" i dati geometrici di canalette e condotta e nella tabella "B1-B1.1" i risultati delle verifiche), con le seguenti notazioni:

tratto		=	denominazione della condotta tra due nodi
L	[m]	=	Lunghezza della condotta tra due nodi
Nodo IN/OUT		=	Denominazione del nodo di ingresso/uscita
Quota IN/OUT	[m slm]	=	Quota del terreno del nodo
Prof IN/OUT	[m]	=	Distanza tra il piano di campagna ed il fondocanale/ tubo nel nodo
if	[%]	=	Pendenza del tratto
Base min	[mm]	=	Base minore della canaletta a sezione trapezia
altezza	[mm]	=	Profondità della canaletta a sezione trapezia
DN	[mm]	=	Diametro nominale (esterno per condotte PEAD) del tubo
Ks	$[m^{1/3}s^{-1}]$	=	Coefficiente scabrezza
V speco pieno	[m/s]	=	Velocità fluido a sezione trapezia piena / tubo pieno
Q speco pieno	[l/s]	=	Portata a sezione trapezia piena / tubo pieno
Y/φ , Y/h		=	Rapporto di riempimento della sezione trapezia / tubo
Ri	[m]	=	Raggio idraulico con riempimento inferiore al 100%
V	[m/s]	=	Velocità fluido con riempimento inferiore al 100%
Q	[l/s]	=	Portata con riempimento inferiore al 100%
Q progetto	[l/s]	=	Portata di progetto

Si noti che, in questa fase, nei calcoli è stata cautelativamente considerata una sezione rettangolare al posto di una sezione trapezia per le canalette, caratterizzata da base pari alla base minore in riferimento alle sezioni tipologiche. In tabella è inoltre riportata la verifica anche nel caso di sezione rettangolare per il ramo P7-P5 al di sotto del piazzale, di sezione tipologica 2 invece che di tipo 3. Nella tabella successiva è invece riportata la verifica con sezione circolare.

tratto	L	nodo IN	nodo OUT	Quota IN	Quota OUT	Prof. IN	Prof. OUT	if	base	altezza	Ks
[-]	[m]	[-]	[-]	[m s.l.m.]	[m s.l.m.]	[m]	[m]	[%]	[mm]	[mm]	[$m^{1/3}/s$]
1	210.0	P1	P2	239.00	230.00	0.3	0.3	4.29	500	300	80
2	221.5	P1	P3	239.00	178.00	0.3	0.3	27.54	500	300	80
3	272.0	P4	P5	154.00	152.00	0.5	0.5	0.74	700	500	80
4	121.2	P6	P5	152.00	152.00	0.3	0.6	0.25	500	300	80
5	112.2	P6	P7	152.00	152.00	0.3	0.5	0.18	500	300	80
6	249.1	P4	P7	154.00	152.00	0.5	0.5	0.80	700	500	80
7	124.5	P8	P7	178.00	153.00	0.3	0.3	20.08	500	300	80
8	52.3	P7	P5	152.00	152.00	1.3	1.5	0.38	700	500	80
9	430.4	P8	P9	152.00	110.00	0.3	0.5	9.81	500	300	80
10	144.5	P10	P9	111.00	110.00	0.3	0.5	0.83	500	300	80

Tabella A1: FASE 1 – dati geometrici dei rami

tratto	V speco pieno	Q speco pieno	Y/h	Ri vero	V	Q_n	Q_d
[-]	[m/s]	[l/s]	[-]	[m]	[m/s]	[l/s]	[l/s]
1	4.39	658.2	0.50	0.09	3.42	256.3	172.09
2	11.12	1668.5	0.50	0.09	8.66	649.8	63.26
3	2.39	837.2	0.90	0.20	2.32	731.3	674.66
4	1.05	158.2	0.50	0.09	0.82	61.6	46.92
5	0.89	134.2	0.50	0.09	0.70	52.3	49.64
6	2.50	874.8	0.80	0.19	2.34	655.6	289.47
7	9.50	1424.6	0.50	0.09	7.40	554.9	71.29
8	1.73	604.0	0.90	0.20	1.68	527.6	410.40
9	6.64	995.5	0.50	0.09	5.17	387.7	124.33
10	1.93	289.7	0.60	0.10	1.62	145.7	124.75

Tabella B1: FASE 1 – verifiche

tratto	L	nodo IN	nodo OUT	Quota IN	Quota OUT	Prof. IN	Prof. OUT	if	φ_{int}	D_N	Ks
[-]	[m]	[-]	[-]	[m s.l.m.]	[m s.l.m.]	[m]	[m]	[%]	[mm]	[mm]	[$m^{1/3}/s$]
8	52.3	P7	P5	152.00	152.00	1.3	1.5	0.38	1000	1150	80

Tabella A1.1 FASE 1 – dati geometrici tubazione (sezione tipologica 3)

tratto	V speco pieno	Q speco pieno	Y/φ	Ri vero	V	Q_n	Q_d
[-]	[m/s]	[l/s]	[-]	[m]	[m/s]	[l/s]	[l/s]
8	1.96	1542.7	0.50	0.25	1.96	757.9	410.40

Tabella B1.1: FASE 1 – verifiche tubazione (sezione tipologica 3)

Come è possibile notare, le portate potenzialmente smaltibili dai singoli rami e dalla rete risultano sufficienti rispetto alle portate "idrologiche" previste: pertanto, tutte le verifiche risultano rispettate. Dal punto di vista delle velocità, si evidenziano in alcuni punti valori elevati: in sede esecutiva si provvederà, tramite lo studio di un profilo adeguato, ad inserire salti localizzati o altri dispositivi per il controllo della velocità.

4.3 FASE 2: Risultati

Le verifiche sono state condotte per la rete composta da 13 rami, ovvero:

- Rami 1 e 2 di tipo "sorgente", tra i nodi P1-P2 e P1-P3;
- Rami 12 e 13 di tipo "sorgente", tra i nodi P8-P9 e P10-P9;
- Rami 3 e 4 di tipo "sorgente", tra i nodi P11-P12 e P13-P14;
- Rami 5 e 6 di tipo "sorgente", tra i nodi P15-P16 e P17-P18;
- Rami 7, 8, 9, 10, 7 di tipo "sorgente", tra i nodi P4-P5, P6-P5, P6-P7, P4-P7;
- Ramo 11 comprensivo dai differenti apporti in P7, tra i nodi P7-P5.

I dati geometrici delle canalette e condotta sono riportati nelle seguenti tabelle (nella tabella "A2-A2.1" i dati geometrici di canalette e condotta e nella tabella "B2-B2.1" i risultati delle verifiche), con le notazioni definite al paragrafo precedente.

tratto	*L*	*nodo IN*	*nodo OUT*	*Quota IN*	*Quota OUT*	*Prof. IN*	*Prof. OUT*	*if*	*base*	*altezza*	*Ks*
[-]	*[m]*	*[-]*	*[-]*	*[m s.l.m.]*	*[m s.l.m.]*	*[m]*	*[m]*	*[%]*	*[mm]*	*[mm]*	*[$m^{1/3}/s$]*
1	210.0	P1	P2	239.00	230.00	0.3	0.3	4.29	500	300	80
2	221.5	P1	P3	239.00	178.00	0.3	0.3	27.54	500	300	80
3	146.8	P11	P12	250.00	246.00	0.3	0.3	2.72	500	300	80
4	184.9	P13	P14	170.00	169.00	0.3	0.3	0.54	500	300	80
5	136.5	P15	P16	209.50	208.00	0.3	0.3	1.10	500	300	80
6	146.5	P17	P18	170.00	169.50	0.3	0.3	0.34	500	300	80
7	378.1	P4	P5	154.00	152.00	0.5	0.5	0.53	700	500	80
8	130.4	P6	P5	152.00	152.00	0.3	0.6	0.23	500	300	80
9	130.9	P6	P7	152.00	152.00	0.3	0.6	0.23	500	300	80
10	237.1	P4	P7	154.00	152.00	0.5	0.5	0.84	700	500	80
11	113.1	P7	P5	152.00	152.00	1.3	1.5	0.18	800	500	80
12	430.4	P8	P9	152.00	110.00	0.3	0.3	9.76	500	300	80
13	144.5	P10	P9	111.00	110.00	0.3	0.3	0.69	500	300	80

Tabella A2: FASE 2 – dati geometrici dei rami

tratto	*L*	*nodo IN*	*nodo OUT*	*Quota IN*	*Quota OUT*	*Prof. IN*	*Prof. OUT*	*if*	*φ_{int}*	*D_N*	*Ks*
[-]	*[m]*	*[-]*	*[-]*	*[m s.l.m.]*	*[m s.l.m.]*	*[m]*	*[m]*	*[%]*	*[mm]*	*[mm]*	*[$m^{1/3}/s$]*
11	113.1	P7	P5	152.00	152.00	1.3	1.5	0.18	1000	1150	80

Tabella A2.1 FASE 2 – dati geometrici tubazione (sezione tipologica 3)

tratto	*V speco pieno*	*Q speco pieno*	*Y/φ*	*Ri vero*	*V*	*Q_n*	*Q_d*
[-]	*[m/s]*	*[l/s]*	*[-]*	*[m]*	*[m/s]*	*[l/s]*	*[l/s]*
11	1.33	1048.4	0.50	0.25	1.33	515.0	388.97

Tabella B2.1: FASE 2 – verifiche tubazione (sezione tipologica 3)

tratto	*V speco pieno*	*Q speco pieno*	*Y/h*	*Ri vero*	*V*	*Q_n*	*Q_d*
[-]	*[m/s]*	*[l/s]*	*[-]*	*[m]*	*[m/s]*	*[l/s]*	*[l/s]*
1	4.39	658.2	0.50	0.09	3.42	256.3	172.09
2	11.12	1668.5	0.50	0.09	8.66	649.8	63.26
3	3.50	524.7	0.50	0.09	2.72	204.4	151.98
4	1.56	233.8	0.80	0.12	1.45	174.1	148.25
5	2.22	333.3	0.90	0.13	2.15	290.3	267.58
6	1.24	185.7	0.80	0.12	1.15	138.3	130.22
7	2.03	710.0	0.90	0.20	1.97	620.3	335.56
8	1.02	152.5	0.50	0.09	0.79	59.4	55.67
9	1.01	152.2	0.80	0.12	0.94	113.3	107.87
10	2.56	896.6	0.80	0.19	2.40	671.9	281.10
11	1.23	493.6	0.90	0.21	1.19	430.2	388.97
12	6.62	993.2	0.50	0.09	5.16	386.8	124.33
13	2.30	344.9	0.60	0.10	1.93	173.4	124.75

Tabella B2: FASE 2 – verifiche

Anche nella configurazione associata alla fase 2, le portate potenzialmente smaltibili dai singoli rami e dalla rete risultano sufficienti rispetto alle portate "idrologiche" previste: pertanto, tutte le verifiche risultano rispettate. In riferimento alle velocità, valgono le stesse considerazioni del caso precedente.

4.4 FASE 3: Risultati

Le verifiche sono state condotte per la rete composta da 10 rami, ovvero:

- Rami 1, 3 e 7 di tipo "sorgente", tra i nodi P1-P2, P19-P20 e P21-P22, lungo il versante;
- Rami 2 e 8 di tipo "sorgente", tra i nodi P23-P24 e P25-P26, lungo la pista di arroccamento est;
- Rami 4 e 5 di tipo "sorgente", tra i nodi P11*-P12* e P15*-P6*, lungo la pista di arroccamento ovest;
- Ramo 6 di tipo "sorgente", tra i nodi P6*-P5* a tergo delle terre rinforzate;
- Rami 9 e 10 di tipo "sorgente", tra i nodi P8-P9 e P10-P9 lungo le terre rinforzate e a valle ;

I dati geometrici delle canalette sono riportati nelle seguenti tabelle (nella tabella "A3" i dati geometrici e nella tabella "B3" i risultati delle verifiche. Si noti che non è più utilizzata la sezione tipologica 3, associata alla condotta, visto che non risulta più necessario realizzare un canale interrato), con le notazioni definite al paragrafo precedente.

tratto	*L*	*nodo IN*	*nodo OUT*	*Quota IN*	*Quota OUT*	*Prof. IN*	*Prof. OUT*	*if*	*base*	*altezza*	*Ks*
[-]	*[m]*	*[-]*	*[-]*	*[m s.l.m.]*	*[m s.l.m.]*	*[m]*	*[m]*	*[%]*	*[mm]*	*[mm]*	*[$m^{1/3}/s$]*
1	186.4	P1	P2	268.00	257.00	0.3	0.3	5.90	500	300	80
2	363.0	P23	P24	231.00	180.00	0.3	0.3	14.05	500	300	80
3	145.2	P19	P20	257.00	249.00	0.3	0.3	5.51	500	300	80

4	146.8	P11*	P12*	250.00	246.00	0.3	0.3	2.72	500	300	80
5	349.1	P15*	P16*	271.00	233.00	0.3	0.3	10.89	500	300	80
6	167.8	P6*	P5	153.00	153.00	0.3	0.6	0.18	500	300	80
7	105.0	P21	P22	233.00	232.00	0.3	0.3	0.95	500	300	80
8	235.2	P25	P26	177.00	158.00	0.3	0.3	8.08	500	300	80
9	430.4	P8	P9	152.00	110.00	0.3	0.3	9.76	500	300	80
10	144.5	P10	P9	111.00	110.00	0.3	0.3	0.69	500	300	80

Tabella A3: FASE 3 – dati geometrici dei rami

tratto	$V_{speco\ pieno}$	$Q_{speco\ pieno}$	*Y/h*	Ri_{vero}	*V*	Q_n	Q_d
[-]	*[m/s]*	*[l/s]*	*[-]*	*[m]*	*[m/s]*	*[l/s]*	*[l/s]*
1	5.15	772.2	0.50	0.09	4.01	300.8	175.13
2	7.94	1191.6	0.50	0.09	6.19	464.1	299.21
3	4.97	746.2	0.50	0.09	3.87	290.6	95.57
4	3.50	524.7	0.50	0.09	2.72	204.4	126.79
5	6.99	1049.0	0.50	0.09	5.45	408.6	311.28
6	0.90	134.4	0.80	0.12	0.83	100.1	88.06
7	2.07	310.3	0.50	0.09	1.61	120.8	116.40
8	6.02	903.7	0.50	0.09	4.69	352.0	155.80
9	6.62	993.2	0.50	0.09	5.16	386.8	124.33
10	1.76	264.5	0.60	0.10	1.48	133.0	124.75

Tabella B3: FASE 3 – verifiche

Anche nella configurazione associata alla fase 3, le portate potenzialmente smaltibili dai singoli rami e dalla rete risultano sufficienti rispetto alle portate "idrologiche" previste: pertanto, tutte le verifiche risultano rispettate. In riferimento alle velocità, valgono le stesse considerazioni dei casi precedenti.

5. TRATTENUTA DELLE ACQUE TORBIDE

Come anticipato in premessa, tra le integrazioni vi è la richiesta di un approfondimento in merito alla gestione delle acque, evidenziando le soluzioni poste in atto per evitare il convogliamento delle acque torbide ai corpi recettori superficiali.

Su tale aspetto, si rimarca che la soluzione proposta è l'inserimento di vasche di sedimentazione in punti/nodi strategici della rete, già a partire dalla fase 1 di coltivazione.

In riferimento all'elaborato grafico i03, si evidenzia la presenza di una prima vasca di sedimentazione in corrispondenza del nodo P5, ovvero in testa al tratto del rio Crosu nella sua configurazione definitiva: qui saranno infatti convogliate le acque della rete afferenti al piazzale. I contributi dei bacini delle aree più a nord,

nei punti non interessati dall'intervento, risultano drenati direttamente dal tratto terminale del rio Crosu nella configurazione definitiva: è pertanto prevista una seconda vasca di sedimentazione a monte della confluenza nel Torrente Pennavaire. In questo modo, tutti gli apporti subiranno almeno un transito all'interno di un sedimentatore.

Analogo discorso è applicabile al Rio Crosu nella sua configurazione temporanea, a cielo aperto. Lungo il tracciato sono infatti previste due vasche di decantazione, che generano un analogo trattamento di sedimentazione sulle acque torbide di afflusso dalle aree verso sud. Pertanto, in analogia con il tratto definitivo, si considera anche in questo caso l'inserimento di una nuova vasca di sedimentazione subito a monte della confluenza con il Rio Moglie, in modo da garantire almeno un transito all'interno di un sedimentatore per ogni afflusso previsto.

Le vasche inserite nella fase 1 saranno mantenute in essere anche nella fase 2, in modo da garantire il trattamento delle acque torbide per tutta la durata dell'attività (c.f.r. elaborato grafico i04).

In relazione alla fase 3, si evidenzia che il tracciato definitivo del Rio Crosu risulterà operativo solo al termine della fase, mentre risulterà in funzione il tratto provvisorio, in parte tombinato. Le due vasche di sedimentazione già presenti e operative in fase 1 e 2 nel tracciato definitivo di valle, saranno mantenute anche nella sistemazione finale, in modo da garantire sempre lo stesso trattamento di decantazione (c.f.r. elaborato grafico i04). Gli apporti dei bacini afferenti al tracciato temporaneo saranno oggetto di trattamento in ogni caso, vista la presenza della vasca di sedimentazione a tergo della confluenza con il rio Moglie: questo anche durante il periodo in cui il tracciato temporaneo risulterà tombinato.

Celle Ligure, Settembre 2024

Il Tecnico

Ing. Silvio De Ambroggi