

## SOMMARIO

PREMESSA.....	3
NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	4
1) STATO DI FATTO ED INTERVENTI IN PROGETTO – IMPIANTI DI DEPURAZIONE E FOSSE IMHOFF.....	5
1.1) PARAMETRI DI PROGETTO.....	5
1.2) CONFRONTO FRA ABITANTI EQUIVALENTI “REALI” E TEORICI – CANALE CORSO VALPONE, CANALE LOC. CIMITERO E VEZZA LOC. BORBORE.....	8
1.3) IMPIANTO DI DEPURAZIONE DI CANALE CORSO VALPONE.....	10
<i>Stato di fatto e parametri di progetto</i> .....	10
Linea liquami.....	10
Linea fanghi.....	10
<i>Parametri del progetto Dismissione impianti depurazione di Vezza Loc. Borbore e Valsesio e allacciamento Loc. Sanche</i> .....	14
<i>Portate progetto</i> .....	15
<i>Dismissione impianti depurazione di Vezza Loc. Borbore e Valsesio e allacciamento Loc. Sanche</i> .....	15
<i>Descrizione degli interventi in progetto – Impianto di depurazione</i> .....	16
Rifacimento del canale di misurazione delle portate in ingresso e sfioro esistente $Q > 5Q_m$ .....	16
Rifacimento del manufatto di grigliatura e sollevamento .....	16
Nuova rotostacciatura .....	17
Adeguamento dello sfioro a monte del biologico $Q > 3Q_m$ .....	18
Adeguamento della vasca di equalizzazione .....	19
Adeguamento del comparto di ossidazione.....	20
Costruzione di un nuovo sedimentatore secondario.....	23
Verifica della disinfezione .....	25
Rifacimento del canale di misurazione delle portate scaricate.....	26
Pozzetto di campionamento dei reflui scaricati.....	26
Installazione di un impianto fotovoltaico.....	26
Ulteriori lavorazioni.....	27
2) INTERVENTI IN PROGETTO – FOGNATURA .....	28
2.1) PARAMETRI DI DIMENSIONAMENTO DEL COLLETTORE IN PROGETTO .....	28
2.2) PARAMETRI DI FUNZIONAMENTO DEL COLLETTORE IN PROGETTO .....	29
2.3) DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI.....	29
<i>Portate sfiorate e campionamento</i> .....	30
<i>Destinazione dell'impianto e relativi collegamenti idraulici</i> .....	31
2.4) VERIFICHE IDRAULICHE CON I PARAMETRI DI DIMENSIONAMENTO DEI COLLETTORI IN PROGETTO .....	31

<i>Verifiche primo tratto con funzionamento in pressione .....</i>	<i>31</i>
<i>Verifiche tratto con funzionamento a gravità.....</i>	<i>33</i>
2.5) VERIFICHE IDRAULICHE CON I PARAMETRI DI FUNZIONAMENTO DEL COLLETTORE IN PROGETTO .....	35
<i>Verifiche primo tratto con funzionamento in pressione .....</i>	<i>35</i>
<i>Verifiche tratto con funzionamento a gravità.....</i>	<i>37</i>
<i>Esito delle verifiche.....</i>	<i>37</i>
2.6) VERIFICHE STATICHE DEL COLLETTORE IN PROGETTO .....	38
<i>Parametri di progetto.....</i>	<i>38</i>
<i>Calcolo dei carichi.....</i>	<i>39</i>
<i>Verifiche per tubazioni flessibili .....</i>	<i>42</i>
<i>Ulteriori verifiche .....</i>	<i>46</i>
<i>Calcolo dei carichi.....</i>	<i>46</i>
<i>Verifiche per tubazioni flessibili .....</i>	<i>46</i>
<i>Esito delle verifiche.....</i>	<i>47</i>
<b>EFFICIENZA ENERGETICA.....</b>	<b>48</b>

## PREMESSA

Nel quadro delle proprie competenze TECNOEDIL S.p.A. ha affidato alla società di ingegneria Saglietto Engineering S.r.l. nella persona del sottoscritto professionista Ing. Fabrizio Saglietto, il compito di redigere il Progetto Definitivo “*Interventi per la razionalizzazione del sistema di collettamento e depurazione dei Comuni del Roero. Dismissione impianti depurazione di Canale Loc. Cimitero e potenziamento impianto di Canale Loc. Valpone. J61D22000250006*”.

Gli interventi previsti nel presente progetto sono un estratto funzionale definito sulla base dello studio di fattibilità condotto dalla Scrivente “Interventi per la razionalizzazione del sistema di collettamento e depurazione dei Comuni del Roero” datato 30 Giugno 2011 e redatto per conto di Tanaro Servizi Acque S.r.l. Le azioni previste nel suddetto studio sono orientate, da un lato, alla revisione del sistema di fognatura del comprensorio in esame, in modo da far confluire i reflui verso poche adduttrici principali, raccogliendo anche gli scarichi di alcuni impianti di depurazione minori; dall’altro, alla concentrazione del trattamento dei liquami, raccolti dal predetto sistema fognario, in pochi impianti di dimensioni maggiori, tali da sfruttare economie di scala e permettere una gestione più efficiente ed efficace, sotto il profilo ambientale ed economico.

Il presente elaborato contiene le verifiche idrauliche e biologiche relative ai parametri di progetto.

## NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Gli interventi in progetto sono redatti in conformità alla seguente Normativa di settore:

- D. Lgs. 3 aprile 2006, n. 152 e s.m.i. “Norme in materia ambientale”;
- D. Lgs. 16 gennaio 2008, n. 4 “Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante Norme in materia ambientale”;
- DIN 1072/1985-12 “Road and foot bridges; design loads”;
- C950-88: AWWA “Standard for Fiberglass Pressure Pipe”.

# 1) STATO DI FATTO ED INTERVENTI IN PROGETTO – IMPIANTI DI DEPURAZIONE E FOSSE IMHOFF

## 1.1) Parametri di progetto

Lo studio dello stato di fatto e l'analisi delle condizioni riscontrate in situ, hanno portato a valutare e definire, tra gli impianti e le fosse Imhoff presenti sul territorio, quali dismettere con il presente progetto (dismissione immediata) e quali in futuro (Vedi tabella sottostante). Inoltre, sono stati inseriti alcuni agglomerati non serviti da fognatura.

I reflui attualmente in arrivo agli impianti e fosse Imhoff di cui è prevista la dismissione, andranno convogliati verso l'impianto di depurazione di Canale Corso Valpone di cui è previsto il potenziamento.

Tra le dismissioni e allacciamenti futuri sono compresi anche n.3 impianti/agglomerati di cui è stato previsto l'allacciamento all'impianto di Canale Corso Valpone nell'ambito della progettazione degli *“Interventi per la razionalizzazione del sistema di collettamento e depurazione dei Comuni del Roero. Dismissione impianti depurazione di Vezza Loc. Bobore e Valtasio e potenziamento impianto di Canale Loc. Valpone”* redatta in parallelo al presente progetto. I restanti impianti saranno dismessi in tempi successivi.

Impianti e fosse Imhoff di cui è prevista la dismissione ed impianto recettore								
Località dello scarico	Autorizzazione allo scarico	Comune	A.E. autorizzati	A.E. di progetto	Tipologia di depurazione	Portata massima	Corso d'acqua recettore	Limiti di accettabilità scarico impianto
<b>Dismissione immediata</b>								
Canale Loc. cimitero	Autorizzazione n.4/2017 del 06/11/2017	Canale	5000	5000	Trattamento secondario	5Qm	Torrente Bobore Rio di Canale (Scaricatore di piena)	Tabella 1 dell'Allegato 5 alla Parte Terza del D.Lgs. 152/06 e s.m.i. (limite in concentrazione giornaliera) Tabella 3 dell'Allegato 5 alla Parte Terza del D.Lgs. 152/06 e s.m.i. - “Scarico in acque superficiali”
Totale dismissione immediata	/	/	/	5000	/	/	/	/
<b>Dismissioni e allacciamenti futuri</b>								

<b>Vezza d'Alba Loc. Borbore- Varasca</b>	Autorizzazione n. 3493 del 18/09/2015	Vezza d'Alba	1200	2000	Trattamento secondario	5Qm	Torrente Borbore	Tab. 2.III All.2 L.R. 13/90 e s.m.i.
<b>Vezza Valtessio (Imhoff)</b>	Autorizzazione n. 167 del 06/03/2013	Vezza d'Alba	100	100	Trattamento secondario	5Qm	Canale (fosso colatoio)	All. 1 L.R. 13/90 e s.m.i.
<b>Vezza Loc. Sanche</b>	(Località non servite attualmente)	Vezza d'Alba	/	350	/	2Qm	/	/
Valmaggiore	(Località non servite attualmente)	Vezza d'Alba	/	650	/	/	/	/
Montà	n. 510 del 09/10/2012	Montà	3000	3000	Trattamento secondario	5Qm	Rio Verde	Tab. 1 – 3 D. Lgs. 152/2006 e s.m.i.
Monteu Roero -Fraz. San Vincenzo* -Fraz. San Vincenzo Oggero* -Capoluogo**	Autorizzazione n. 1/2017 del 06/10/2017	Monteu Roero	100 + 85 + 130 = 315	600	Trattamento primario	5Qm	*Rio di Montaldo Roero **Rio dell'Anima nera	All. 1 L.R. 13/90 e s.m.i.
S. Stefano Roero -Loc. Trebea -Fr. San Grato	Provincia di Cuneo 2014/08.21/214	Santo Stefano Roero	60 + 190 = 250	400	Trattamento primario	5Qm	Rio Caudano	All. 1 L.R. 13/90 e s.m.i.
Totale dismissione futura	/	/	/	7100	/	/	/	/
<b>Totale dismissioni/all acciacimenti immediata + future</b>	/	/	/	12100	/	/	/	/
<b>Impianto recettore Canale Corso Valpone</b>								
<b>Canale Corso Valpone</b>	A.U.A. n.3/2017	Canale	4800	733	Trattamento secondario	5Qm	Torrente Borbore	Tabella 1 – 3 dell'Allegato 5 alla Parte Terza del D.Lgs. 152/06 e s.m.i. - "Scarico in acque superficiali"
<b>Canale Corso Valpone Apporti industriali ***</b>				4667				
<b>TOTALI</b>								
Totale impianto	/	/	/	733+4667+5000 = 10400	/	/	/	/

Canale Corso Valpone con dismissioni immediate								
Totale impianto Canale Corso Valpone con dismissioni immediate e future	/	/	/	733+4667+12100= 17500	/	/	/	/
***Apporti della Ditta Davide Campari Milano S.p.A. inseriti nella filiera di trattamento a monte del biologico dell'impianto di Canale Corso Valpone che verranno definiti in seguito.								

Dalla tabella soprastante si evince una **potenzialità complessiva oggetto del presente progetto pari a 10400 A.E.** ed una potenzialità complessiva oggetto del progetto futuro “*Interventi per la razionalizzazione del sistema di collettamento e depurazione dei Comuni del Roero. Dismissione impianti depurazione di Vezza Loc. Bobore e Valsesio e potenziamento impianto di Canale Loc. Valpone*” pari a  $10400 + 2000 + 100 + 350 = 12850$  A.E.

Nelle potenzialità riportate nella tabella precedente, sono compresi gli apporti delle attività vinicole di seguito indicate:

Scarichi produttivi ed assimilabili presenti nel Comuni oggetto di intervento							
Impianto recettore	Comune	Indirizzo	Nominativo	Attività e origine dello scarico	Portata mc/anno	A.E. Da volume reflui	A.E. Da volume reflui e carico organico
<b>Scarichi produttivi</b>							
Località Cimitero	Canale	C.so Asti, 5	Enrico Serafino/Tenute sella & Mosca	Vinificazione/commercio Lavaggio vasche e impianti	1300	26,00	21,67
	S.S. Roero	Fraz. San Michele	Gonella	Vinificazione/commercio Lavaggio cisterne	350	7,00	5,83
	Totale						33,00
Bobore	Veza d'Alba	Via Castellero, 5	Casetta Fratelli	Vinificazione/commercio Lavaggio cisterne	700	14,00	11,67
	Veza d'Alba	Via Torino, 10	Cantina del Nebbiolo	Vinificazione/commercio Lavaggio cisterne	3130	62,60	52,17

	Vezza d'Alba	Via Montaldo Roero, 3	Rossano Sergio vini	Vinificazione/commercio Lavaggio vasche e impianti	65	1,30	1,08
					Totale	77,90	64,92
<b>Comune</b>	<b>Indirizzo</b>	<b>Nominativo</b>		<b>Portata mc/anno 2020</b>	<b>A.E.</b>		
<b>Scarichi assimilabili</b>							
Canale	C.so Alba, 43	Az. agr. Del Tetto		313	12,52		
Canale	C.so Asti, 5	Enrico Serafino /Tenute Sella & Mosca		525	21		
Canale	via Case sparse, 124	Matteo Correggia		150	6		
Canale	SNC	Az. agr., cantina Destefanis		/	/		
Canale	f.ne San Defendente, 1/A	Az. agr. cantina Giacomo Barbero		45	1,8		
Canale	via S. Stefano Roero, 2	Monchiero Carbone soc. agricola		150	6		
Vezza d'Alba	Via Montaldo Roero, 5	Viano Michele		/	/		

### **1.2) Confronto fra abitanti equivalenti "reali" e teorici – Canale Corso Valpone, Canale Loc. cimitero e Vezza Loc. Borbore**

Si riportano di seguito i volumi trattati e le concentrazioni medie di BOD<sub>5</sub> e COD in ingresso e uscita (anni 2020 e 2021) ottenuti dall'elaborazione dei dati raccolti e dalle analisi condotte dal Gestore sugli impianti di Canale Corso Valpone, Canale Loc. Cimitero e Vezza Loc. Borbore:

<b>Volumi trattati</b>				
<b>Anni 2020 e 2021</b>				
Località dello scarico	Volumi trattati 2020		Volumi trattati 2021	
	mc/anno	mc/d (media)	mc/anno	mc/d (media)
Canale Corso Valpone	123176	333,67	135625	371,57
Canale Loc. cimitero	413986	1134,21	474669	1300,46



Vezza d'Alba Loc. Borbore-Varasca	108146	385,10*	129096	353,69
*Registro da marzo 2020 quando è stato sostituito il misuratore				

<b>Concentrazioni medie</b>					
<b>Anni 2020 e 2021</b>					
Località dello scarico	Parametro	Media analisi 2020		Media analisi 2021	
		mg/l		mg/l	
	/	Ingresso	Uscita	Ingresso	Uscita
Canale Corso Valpone	COD	1478,00	42,33	1274,33	40,25
	BOD <sub>5</sub>	838,75	8,56	555,67	7,2
Canale Loc. cimitero	COD	213,25	23,00	477,75	34,13
	BOD <sub>5</sub>	113,75	6,44	218,50	8,75
Vezza d'Alba Loc. Borbore-Varasca	COD	/	/	498,00	/
	BOD <sub>5</sub>	/	/	258,0	/

Partendo dai valori sopra riportati, considerando apporti unitari idraulico e di BOD<sub>5</sub> pari a 250 l/a.e. d e 60 gBOD<sub>5</sub>/a.e. d rispettivamente ed coefficiente di afflusso in fognatura pari a 0,8, è stato calcolato il numero di abitanti equivalenti su base idraulica e su base BOD<sub>5</sub>:

$$A.E. \cdot base \text{ idraulica} = \frac{333,67 + 1134,21 + 385,10}{\frac{200}{1000}} = 9265 A.E.$$

$$A.E. \cdot base \text{ BOD}_5 = \frac{[(333,67 \cdot 838,75) + (1134,21 \cdot 113,75) + (385,10 \cdot 258,00)] \cdot 1000}{1000 \cdot 60} = 8471 A.E.$$

Dai risultati ottenuti, risulta che, rispetto agli abitanti equivalenti “reali” su base idraulica e su base BOD<sub>5</sub> (9265 A.E. e 8471 A.E. rispettivamente) dei tre impianti considerati (Canale Corso Valpone, Canale Loc. cimitero e Vezza Loc. Borbore), la potenzialità “autorizzata” pari a 733 + 4667 + 5000 + 1200 + 800 = 12400 A.E. risulta superiore e, perciò, rappresentativa e cautelativa. Le portate

“teoriche” medie corrispondenti ad una potenzialità di 12400 A.E. risultano anch’esse cautelative (apporto idraulico unitario di BOD<sub>5</sub> pari a 250 l/a.e. e coefficiente di afflusso in fognatura pari a 0,8):

Parametro	U.M.	Valore
Abitanti equivalenti autorizzati Canale Corso Valpone, Canale Loc. cimitero e Vezza d’Alba Loc. Borbore-Varasca	Aeq	12400
Portata media di tempo secco di progetto (Q <sub>m</sub> ):	mc/d	1896,6 > (333,67 + 1134,21 + 385,10 = 1763,96)
	mc/h	79,03
	l/s	21,95

### 1.3) Impianto di depurazione di Canale Corso Valpone

#### Stato di fatto e parametri di progetto

L’impianto attualmente è autorizzato al trattamento reflui per una potenzialità pari 4.800 A.E. (Autorizzazione Unica Ambientale n.3/2017) ed è articolato nelle seguenti fasi funzionali:

#### *Linea liquami*

- Misuratore di portata Venturi con, in fondo, sfioro  $Q > 5Q_m$ ;
- Grigliatura con filtrococlea e sollevamento liquami;
- Sollevamento dedicato ai reflui industriali Ditta Davide Campari Milano S.p.A.;
- Equalizzazione;
- Trattamento biologico a fanghi attivi;
- Decantazione secondaria;
- Disinfezione;
- Misuratore di portata Venturi.
- Locale compressori e quadri elettrici.

#### *Linea fanghi*

- sollevamento fanghi di ricircolo e supero;
- ispessimento;
- nastropressa.

All'impianto in oggetto pervengono gli scarichi industriali (segnati in tabella) della ditta Davide Campari Milano S.p.A. e mediante un pozzetto di sollevamento dedicato, vengono rilanciati all'interno della vasca di omogeneizzazione dove vanno a miscelarsi con i reflui "civili".

Dai dati rilevati negli ultimi anni, è possibile ricavare le portate e le concentrazioni di progetto relativi alla ditta Campari:

<b>Volumi scaricati</b>				
<b>Ditta Davide Campari Milano S.p.A.</b>				
<b>Anni 2019, 2020 e 2021</b>				
Punto di scarico	u.d.m.	Anno 2019	Anno 2020	Anno 2021
Impianto di depurazione di Canale Corso Valpone Sollevamento dedicato verso la vasca di equalizzazione	mc/anno	57857	62236	73389
	mc/d (media su 220 giorni lavorativi)	262,99	282,89	333,59

<b>Analisi effettuate</b>						
<b>Ditta Davide Campari Milano S.p.A.</b>						
Parametro	U.M	Valore analisi Luglio 2021	Valore analisi Maggio 2022	Valore limite	BOD/COD 2021	BOD/COD 2022
COD	mg/l	1081	868	3000	65 %	71 %
BOD	mg/l	700	620	250		
Solidi Sospesi Totali	mg/l	30	24	500	/	/
pH	/	7,40	8,17	5,5 – 10,5	/	/

Considerando i dati dell'anno 2021 (più recente) ed un apporto unitario di BOD<sub>5</sub> pari a 60 gBOD<sub>5</sub>/a.e. d, è possibile ricavare l'entità degli abitanti equivalenti per quell'anno. Cautelativamente, i valori medi sono stati arrotondati in eccesso:

<b>Parametri di progetto reflui industriali</b>		
<b>Ditta Davide Campari Milano S.p.A.</b>		
Parametro	u.d.m.	Valore
COD	mg/l	1081 ~ 1300
BOD	mg/l	700 ~ 800
Portata	mc/d	333,59 ~ 350

Perciò, risulta:

$$A. E._{base BOD5} = \frac{350 \cdot 800 \cdot 1000}{1000 \cdot 60} = 4667 A. E.$$

**Per quanto sopra esposto, il presente progetto comprende gli interventi necessari per raggiungere una potenzialità di targa totale pari a 5000 (dismissione impianto Loc. Cimitero) + 733 A.E. (impianto Valpone) + 4667 A.E. (apporti Campari) = 10400 A.E.**

Come già sopra riportato gli apporti della Ditta Davide Campari Milano S.p.A. arrivano all'interno di un pozzetto di sollevamento dedicato di rilancio all'interno della vasca di omogeneizzazione, per cui non gravano sull'ingresso dell'impianto. Quindi, le portate di progetto saranno le seguenti:

<b>Impianto di depurazione di Canale Corso Valpone</b>		
<b>Portate di progetto</b>		
Parametro	U.M.	Valore
<b>Potenzialità</b>		
Abitanti equivalenti totali <u>futuri</u> gravanti sull'impianto	Aeq	733+4667+12100 = 17500
Abitanti equivalenti totali <u>di progetto</u> gravanti sull' <u>ingresso impianto</u>	Aeq	733 + 5000 = 5733
Abitanti equivalenti totali <u>di progetto</u> gravanti sul <u>trattamento biologico</u>	Aeq	733+4667+5000 = 10400
<b>Apporti idraulici di progetto</b>		
Portata media di tempo secco di progetto in ingresso impianto (Q <sub>m-ingresso</sub> ):	mc/d	1146,60
	mc/h	47,78

	l/s	13,27
Coeff. portata massima ai pretrattamenti	(-)	5
Portata massima ai pretrattamenti ( $5Q_{m\text{-ingresso}}$ ):	mc/d	5733,00
	mc/h	238,88
	l/s	66,35
Portata media di tempo secco di progetto in ingresso al trattamento biologico ( $Q_{m\text{-biologico}}$ ):	mc/d	1496,60
	mc/h	62,36
	l/s	17,32
Coeff. portata in ingresso al trattamento biologico	(-)	3
Portata massima al trattamento biologico ( $3Q_m$ ):	mc/d	3789,80
	mc/h	157,91
	l/s	43,86
<b>Temperature</b>		
T massima liquami	°C	20
T minima liquami	°C	12

I limiti di emissione allo scarico sono quelli individuati dalla Tabella 1 “Limiti di emissione per gli impianti di acque reflue urbane” e dalla Tabella 3 “Valori limiti di emissione in acque superficiali e in fognatura” dell’Allegato 5 alla Parte III del D.Lgs.152/06:

Parametro	concentrazione		% di riduzione	
	BOD <sub>5</sub>	mg/L	≤ 25	%
COD	mg/L	≤ 125	%	75
SS	mg/L	≤ 35	%	90
Azoto ammoniacale	mg/L	≤ 15	(-)	(-)
Fosforo totale	mg/L	≤ 10	(-)	(-)
Azoto nitroso	mg/L	≤ 0,6	(-)	(-)
Azoto nitrico	mg/L	≤ 20	(-)	(-)

Per il rispetto dei suddetti limiti con la nuova potenzialità di targa prevista per l’impianto (10.400 A.E.), si ritiene necessaria la realizzazione dei seguenti interventi:

- Rifacimento del canale di misurazione delle portate in ingresso e sfioro esistente  $Q > 5Q_m$  \*;
- Rifacimento del manufatto di grigliatura e sollevamento\*;

- Nuova rotostacciatura\*;
- Adeguamento dello sfioro a monte del biologico  $Q > 3Q_m$ ;
- Adeguamento della vasca di equalizzazione;
- Adeguamento del comparto di ossidazione\*;
- Costruzione di un nuovo sedimentatore secondario\*;
- Rifacimento del canale di misurazione delle portate scaricate\*;
- Realizzazione di un pozzetto di campionamento dei reflui scaricati;
- Installazione di un impianto fotovoltaico;
- Sistemazione area;
- Collegamenti idraulici\*;
- Impianto elettrico.

**Gli interventi contrassegnati con il simbolo ”\*” sono stati dimensionati per una potenzialità maggiore (rispetto ai 10400 A.E.) in previsione della realizzazione degli “Interventi per la razionalizzazione del sistema di collettamento e depurazione dei Comuni del Roero. Dismissione impianti depurazione di Vezza Loc. Bobore e Valsesio e potenziamento impianto di Canale Loc. Valpone” che prevede l’allacciamento di ulteriori 2000 (Vezza d’Alba Loc. Bobore-Varasca) + 100 (Vezza Valsesio ) + 350 (Vezza Loc. Sanche ) = 2450 A.E. per un totale di 10400 + 2000 + 100 + 350 = **12850 A.E.****

(Vedi paragrafo dedicato “Parametri del progetto Dismissione impianti depurazione di Vezza Loc. Bobore e Valsesio e allacciamento Loc. Sanche”)

#### Parametri del progetto Dismissione impianti depurazione di Vezza Loc. Bobore e Valsesio e allacciamento Loc. Sanche

Le portate considerate nel progetto futuro “Interventi per la razionalizzazione del sistema di collettamento e depurazione dei Comuni del Roero. Dismissione impianti depurazione di Vezza Loc. Bobore e Valsesio e potenziamento impianto di Canale Loc. Valpone” che prevede l’allacciamento di ulteriori 2000 (Vezza d’Alba Loc. Bobore-Varasca) + 100 (Vezza Valsesio ) + 350 (Vezza Loc. Sanche ) = 2450 A.E. per un totale di 10400 + 2000 + 100 + 350 = 12850 A.E. sono riportate nella seguente tabella:

<b>Impianto di depurazione di Canale Corso Valpone</b>		
<b>Portate progetto</b>		
<b>Dismissione impianti depurazione di Vezza Loc. Borbore e Valsesio e allacciamento Loc. Sanche</b>		
<b>Parametro</b>	<b>U.M.</b>	<b>Valore</b>
<b>Potenzialità</b>		
Abitanti equivalenti totali <u>futuri</u> gravanti sull'impianto	Aeq	733+4667+12100 = 17500
Abitanti equivalenti totali <u>progetto</u> <u>dismissione</u> Borbore+Valsesio+Sanche gravanti sull' <u>ingresso impianto</u>	Aeq	733 + 5000 + 2000 + 100 + 350 = 8183
Abitanti equivalenti totali <u>progetto</u> <u>dismissione</u> Borbore+Valsesio+Sanche gravanti sul <u>trattamento biologico</u>	Aeq	733+4667+5000+2000+100+350 = 12850
<b>Apporti idraulici di progetto</b>		
Portata media di tempo secco di <u>progetto</u> <u>dismissione</u> <u>Borbore+Valsesio+Sanche</u> in ingresso impianto ( $Q_{m-ingresso}$ ):	mc/d	1636,60
	mc/h	68,19
	l/s	18,94
Coeff. portata massima ai pretrattamenti	(-)	5
Portata massima ai pretrattamenti <u>progetto</u> <u>dismissione</u> <u>Borbore+Valsesio+Sanche</u> ( $5Q_{m-ingresso}$ ): Utile al dimensionamento dei seguenti comparti: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grigliatura grossolana</li> <li>• Sollevamento</li> <li>• Rotostacciatura</li> </ul> Misuratore di portata Venturi sullo scarico	mc/d	7973,00
	mc/h	332,21
	l/s	92,28
Portata media di tempo secco di <u>progetto</u> <u>dismissione</u> <u>Borbore+Valsesio+Sanche</u> in ingresso al trattamento biologico ( $Q_{m-biologico}$ ):	mc/d	1986,60
	mc/h	82,78
	l/s	22,99
Coeff. portata in ingresso al trattamento biologico	(-)	3
Portata massima al trattamento biologico <u>progetto</u> <u>dismissione</u> <u>Borbore+Valsesio+Sanche</u> ( $3Q_m$ ): Utile al dimensionamento dei seguenti comparti: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sfiore <math>Q &gt; 3Q_m</math></li> <li>• Trattamento biologico</li> <li>• Decantazione secondaria</li> </ul>	mc/d	5189,80
	mc/h	216,24
	l/s	60,07

Descrizione degli interventi in progetto – Impianto di depurazione*Rifacimento del canale di misurazione delle portate in ingresso e sfioro esistente  $Q > 5Q_m$* 

Il nuovo collettore in progetto in PVC strutturato DE630 PN16 arriverà in corrispondenza dell'attuale misuratore Venturi insieme all'attuale condotta DN400 che convoglia i reflui da Loc. Valpone. Il canale misuratore verrà rifatto in modo da adeguarlo dimensionalmente alle portate attese di entità maggiore rispetto a quelle attuali e sarà costituito da un canale gettato in opera con, all'interno, un canale Venturi prefabbricato tipo Asit Italia AI.4FPC05-SS con misuratore di livello. A valle del Venturi, in fondo al canale, verrà anche previsto un comparto di grigliatura e ridimensionato/rifatto lo sfioro di testa impianto delle portate eccedenti la  $Q > 5Q_m$  in modo da avviare verso l'impianto, inizialmente, una portata massima di 5733,00 mc/d (238,88 mc/h; 66,35 l/s)<sup>1</sup> e portate sempre maggiori (tramite adeguamento della soglia) in base alle successive dismissioni previste in futuro.

*Rifacimento del manufatto di grigliatura e sollevamento*

Il manufatto di grigliatura verrà costruito a nuovo a valle del misuratore Venturi secondo quanto riportato negli elaborati grafici e verrà attrezzato con n.1 sgrigliatore a catenaria equicorrente spaziatura 15 mm tipo VERRA SCE 600-1000 o equivalente e relativi accessori.

Inoltre, saranno presenti uno sfioro  $Q > 5Q_m$  a valle della griglia, uno sfioro di emergenza a monte della macchina che si attiverà in caso di intasamento ed un canale di by-pass adiacente alla griglia automatica attrezzato con una griglia manuale.

Lo sfioro  $Q > 5Q_m$  a valle della griglia sarà disposto ad un'altezza pari a 10 cm dal fondo e sarà di larghezza pari a 50 cm. L'altezza è stata definita considerando la scala di deflusso del canale di grigliatura a forma rettangolare (0,60 x h.1,00 m), in cemento (coefficiente di strickler pari a 70 m<sup>1/3</sup>/s):

h		A	V	Q		
m	cm	mq	m/s	mc/s	mc/h	l/s
0	0	0,000	0,00	0,00	0,00	0,0
<b>0,092</b>	<b>9,243</b>	<b>0,055</b>	<b>1,20</b>	<b>0,07</b>	<b>238,86</b>	<b>66,35</b>
0,100	10	0,060	1,24	0,07	268,90	74,7
0,200	20	0,120	1,70	0,20	735,70	204,4
0,400	40	0,240	2,16	0,52	1866,38	518,4
0,600	60	0,360	2,39	0,86	3102,58	861,8
0,800	80	0,480	2,54	1,22	4383,83	1217,7

<sup>1</sup> Vedi tabella "Portate di progetto".



0,980	98	0,588	2,63	1,54	5557,37	1543,7
-------	----	-------	------	------	---------	--------

Dalla scala di deflusso si evince che alla portata  $5Q_m = 66,35$  l/s corrisponde un'altezza idrica di 9,24 cm. Perciò, l'altezza è stata fissata a 10 cm.

L'altezza dello sfioro di emergenza è stata, invece, fissata ad un'altezza di 50 cm dal fondo.

La sezione di grigliatura sarà dotata di quadro elettrico.

Per il sollevamento verrà sfruttato il manufatto attuale, previa pulizia ed impermeabilizzazione e verranno installate n.1+1R elettropompe tipo FLYGT N3171.181 MT432 o equivalenti.

### *Nuova rotostacciatura*

L'eliminazione delle particelle più minute sarà affidata a n.1 rotostaccio tipo VERRA GRT 1500 o equivalente con griglia rotante a tamburo con dimensioni di passaggio pari a 1 mm che verrà posizionato a valle del sollevamento iniziale e sopra l'attuale vasca di equalizzazione a completamento del comparto di pretrattamento. È previsto un cassonetto per la raccolta e allontanamento del grigliato. La macchina in progetto riesce a trattare fino ad un massimo di 240 mc/h a 200 ppm, in linea con la portata prevista nel presente progetto:

$$5Q_{m\text{-ingresso}} = 5733,00 \text{ mc/d} = 238,88 \text{ mc/h} = 66,35 \text{ l/s.}$$

Il tamburo rotante è percorso dall'acqua due volte. La prima volta dall'esterno verso l'interno, dove il materiale separato rimane all'esterno del cilindro per essere poi asportato dal coltello raschiatore. La seconda volta l'acqua attraversa il tamburo dall'interno verso l'esterno, riportando con sé eventuali particelle incastrate negli spazi delle barrette filtranti.

All'uscita del comparto in oggetto, una nuova tubazione di breve lunghezza alimenterà lo sfioro di smistamento del refluo grigliato tarato per avviare  $Q \leq 3Q_m$  verso l'equalizzazione e trattamento biologico, ed il resto verso lo scarico.

In sede di allacciamento di ulteriori agglomerati (Dismissione Vezza Loc. Bobore + Valtasio + Sanche), a completamento del comparto, verrà aggiunto n.1 rotostaccio di analoghe caratteristiche (tipo VERRA GRT 1500 o equivalente) in modo da garantire il trattamento di massimo di 480 mc/h (totale) a 200 ppm, in linea con la portata prevista:

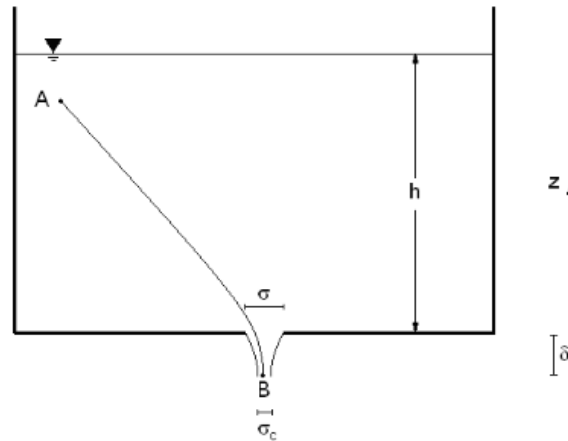
$$5Q_{m\text{-ingresso}} = 7973,00 \text{ mc/d} = 332,21 \text{ mc/h} = 92,28 \text{ l/s.}$$

La sezione di rotostacciatura sarà dotata di compattatore tipo VERRA CT300 o equivalente e di quadro elettrico.

### Adeguamento dello sfioro a monte del biologico $Q > 3Q_m$

Lo sfioro esistente a monte dell'equalizzazione, avverrà all'interno di un vano in acciaio inox AISI 304 a pianta quadrata.<sup>2</sup>

Per il dimensionamento del foro di alimentazione dell'equalizzazione posto sul fondo del vano, è stata applicata la formula che definisce l'efflusso attraverso una luce circolare a spigolo vivo sotto battente sul fondo di un serbatoio:



$$Q = \mu \cdot b \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

dove:

Q: portata

$\mu$ : coefficiente di efflusso pari a 0,6 per luci a spigolo vivo di piccole dimensioni;

$b$ : area della sezione della luce ( $m^2$ );

$g$ : accelerazione di gravità ( $m/s^2$ );

$h$ : carico sulla luce (m).

Considerando l'altezza di sfioro della sezione in cui vengono scaricati i reflui in uscita dal rotostaccio (30 cm) corrispondente al carico sulla luce ( $h$ ), è stato determinato, per tentativi, il diametro del foro sul fondo (a spigolo vivo e sotto battente) richiesto per scaricare in vasca la  $3Q_m = 43,86$  L/s e sfiorare il resto dei volumi in arrivo:

Parametro	u.d.m.	valore
$\mu$	(-)	0,6
diámetro luce	m	0,1955

<sup>2</sup> Vedi elaborato grafico dedicato "3.11\_Particolari costruttivi".

	cm	19,55
$\bar{b}$	m <sup>2</sup>	0,0300
g	m/s <sup>2</sup>	9,81
h	m	0,30
Portata di progetto 3Q <sub>m</sub>	l/s	43,70

Il diametro richiesto risulta pari a 19,55cm. Perciò, il foro avrà un diametro pari a 20 cm a spigolo vivo.

### *Adeguamento della vasca di equalizzazione*

La vasca di equalizzazione è a pianta rettangolare di dimensioni utili 10,60 m x 10,60 m x h. 3 m. Nel presente Progetto è stato previsto:

- Il ripristino delle superfici in calcestruzzo attualmente ammalorate della vasca effettuato secondo quanto riportato in seguito:
  - svuotamento della vasca;
  - rimozione delle apparecchiature presenti;
  - pulizia del fondo e dei muri interni con getto d'acqua a forte pressione;
  - rimozione delle parti di calcestruzzo ammalorate e incoerenti anche mediante spicconatura;
  - bonifica dei ferri d'armatura con spazzolatura dei ferri, trattamento con prodotto passivante;
  - ripristino delle porzioni di calcestruzzo rimosso mediante utilizzo di malta cementizia tissotropica antiritiro;
  - impermeabilizzazione di tutte le superfici interne con rivestimento impermeabile ad elevata elasticità.
- installazione di n.1 nuova rete di aerazione composta da n.120 diffusori a bolle fini tipo XYLEM Sanitaire da 9'' o equivalente alimentati da n.1 compressori tipo AERZEN a lobi GM 4 S o equivalente (portata 230 Nmc/h, pressione differenziale 500 mbar potenza motore 7,5 kW). La soffiante di riserva del comparto di ossidazione, costituirà anche la riserva dell'equalizzazione. I compressori verranno installati all'interno dell'attuale locale compressori;

- installazione di n.2 elettromiscelatori del tipo Flygt SR 4640.412 - 083709SF o equivalente e relativi accessori per la miscelazione del refluo ad aerazione spenta.

### *Adeguamento del comparto di ossidazione*

Dopo un'attenta valutazione dei dati e delle richieste specifiche del progetto, la tecnologia MBBR puro è stata valutata idonea e compatibile con le caratteristiche del refluo in ingresso e con la volumetria a disposizione della vasca di ossidazione esistente di circa 1300 mc.

La vasca di ossidazione esistente verrà suddivisa in n.4 volumetrie (pre-denitro + ossidazione carbonio + nitrificazione + coagulazione/flocculazione), aggiungendo dei setti nuovi. La sezione di coagulazione e flocculazione è stata prevista per l'abbattimento del fosforo e condizionamento della biomassa a monte della sedimentazione secondaria e dimensionata in modo da garantire un tempo di ritenzione per la coagulazione superiore a 10 minuti e per la flocculazione superiore a 3 – 4 minuti.

### *Parametri in ingresso*

I calcoli sono stati svolti considerando il carico atteso del progetto “*Interventi per la razionalizzazione del sistema di collettamento e depurazione dei Comuni del Roero. Dismissione impianti depurazione di Vezza Loc. Borbore e Valtésio e potenziamento impianto di Canale Loc. Valpone*”, quindi corrispondente ad una potenzialità di 12.850 A.E.:

<b>Parametro</b>	<b>U.M.</b>	<b>Valore atteso in ingresso all'impianto</b>
Portata media di tempo secco di <u>progetto dismissione Borbore+Valtesio+Sanche</u> in ingresso al trattamento biologico ( $Q_{m\text{-biologico}}$ ):	mc/d	1986,60
	mc/h	82,78
Apporto unitario di carico organico BOD <sub>5</sub>	g/Aeq d	60,00
Carico organico totale civile BOD <sub>5</sub>	kg/d	770,98
Concentrazione BOD <sub>5</sub>	mg/l	388,09
Apporto unitario di carico organico COD	g/Aeq d	150,00
Carico organico totale civile COD	kg/d	1927,45
Concentrazione COD	mg/l	970,23
Apporto unitario di carico organico SST	g/Aeq d	90,00
Carico organico totale civile SST	kg/d	1156,47

Concentrazione SST	mg/l	582,14
Apporto unitario di TKN	g/Aeq d	12,00
Carico totale TKN	kg/d	154,20
Concentrazione TKN	mg/l	77,62
Apporto unitario di NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	g/Aeq d	9,00
Carico totale NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	kg/d	115,65
Concentrazione NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	mg/l	58,21
Apporto unitario di P	g/Aeq d	3,00
Carico totale P	kg/d	38,55
Concentrazione P	mg/l	19,40

Per la verifica del comparto biologico è stato cautelativamente ipotizzato nullo l'abbattimento in termini di carico organico e di azoto a monte del trattamento biologico.

I limiti allo scarico da rispettare, in tutte le stagioni, sono quelli corrispondenti alle Tabelle 1 e 3 del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i., tra cui:

Parametro	U.M.	Valore limite
BOD <sub>5</sub>	mg/l	< 25
COD	mg/l	< 125
SST	mg/l	< 35
NH <sub>4</sub>	mg/l	< 15
N-NO <sub>3</sub>	mg/l	< 20
P <sub>tot</sub>	mg/l	< 10

#### *Volumetrie delle singole sezioni*

Le volumetrie delle diverse sezioni di trattamento biologico sono le seguenti:

Parametro	U.M.	Volume
Pre-denitrificazione	mc	473,72
Ossidazione	mc	212,36
Nitrificazione	mc	541,91
Coagulazione/flocculazione	mc	31,50
Volume totale	mc	1268

Le diverse sezioni saranno divise da setti in cemento armato di spessore 40 o 50 cm.

#### *Lavorazioni e attrezzature*

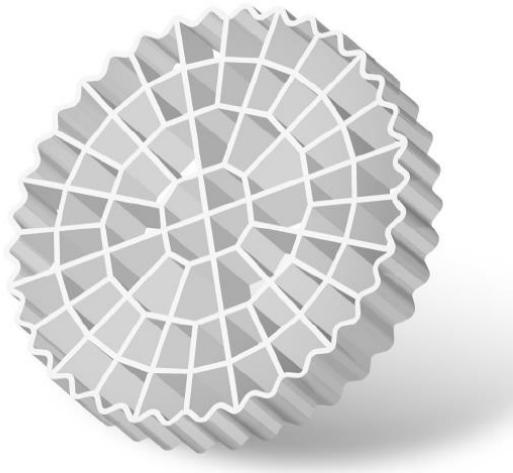
Sono previste alcune lavorazioni iniziali di sistemazione della vasca esistente:

- svuotamento della vasca;
- rimozione delle apparecchiature presenti;
- pulizia del fondo e dei muri interni con getto d'acqua a forte pressione;
- costruzione dei setti divisorii (vedi architettonico dedicato);
- impermeabilizzazione di tutte le superfici interne con rivestimento impermeabile ad elevata elasticità.

Inoltre, è prevista l'installazione di alcune attrezzature e opere elettromeccaniche:

- miscelatore verticale anossico nel comparto di pre-denitrificazione del tipo Anoxk<sup>TM</sup>Mixer by INVENT HCM/2500-34-11 (diametro 2,50 m, potenza motore 11kW) o equivalente supportato da una passerella in cemento armato;
- griglie di trattenuta dei carrier all'interno dei vari reattori fissate ai setti divisorii che consentono il passaggio del solo liquame, fatte in acciaio AISI 304 e aventi forma cilindrica, diametro 63,7 cm e lunghezza 2 m;
- nuova rete di insufflazione dell'aria in acciaio AISI 304 a bolle medie sul fondo vasca delle diverse sezioni tranne in quella di pre-denitrificazione;
- n. 1 + 1R compressori tipo AERZEN turbo G5 plus At 75-0.8 S o equivalente (portata massima 2650 Nmc/h, pressione differenziale 650 mbar potenza motore 59,3 kW) regolate in base alla misurazione continua della concentrazione di ossigeno disciolto in vasca. I compressori verranno installati all'interno del locale compressori esistenti (Vedi planimetria di progetto);
- sensoristica: n.5 centraline + n.3 trasmettitori di livello idrostatico + n.2 sensori di ossigeno + n.3 sensori pH/Temperatura + n.2 sensori NOxN + n.1 sensore NH4-N;
- ricircolo della miscela aerata (portata: 430 mc/h, prevalenza: 6,63 m) con n.1+1R elettropompe tipo FLYGT N3153.182 LT411 o equivalenti.

La tipologia di carrier scelta è Anox<sup>KT</sup>M5 (o equivalente) avente superficie utile specifica (protetta) pari a 800 mq/mc in HDPE.



### Costruzione di un nuovo sedimentatore secondario

Per quanto riguarda la sedimentazione secondaria, è prevista la **costruzione di un nuovo sedimentatore a pianta circolare** simile a quello esistente:

<b>Sedimentazione secondaria circolare esistente</b>		
Parametro	U.M.	Valore
Diametro	m	12,00
Superficie (S)	mq	113,10
Profondità periferia	m	2,15
Profondità centrale	m	2,55
Volume (V)	mc	258,24
Portata media di progetto ( $Q_m$ )	mc/h	62,36
<b>Sedimentazione secondaria circolare In progetto</b>		
Parametro	U.M.	Valore
Diametro	m	12,00
Superficie (S)	mq	113,10
Profondità periferia	m	2,15
Profondità centrale	m	2,55
Volume (V)	mc	258,24

Portata media di progetto ( $Q_m$ )	mc/h	62,36
Portata massima in arrivo dal trattamento biologico ( $3Q_m$ )	mc/h	157,91

Il carroponete sarà del tipo VERRA OLEOPNEUMATICA SPM12 o equivalente con relativi accessori.

L'estrazione fanghi sarà effettuata da una **stazione di sollevamento fanghi di ricircolo e supero** posta in adiacenza alla vasca composta da pozzetto interrato e n. 1+1R pompe di sollevamento del tipo FLYGT NP 3127.161 MT437 o equivalenti e relativi accessori. I fanghi di ricircolo andranno nella vasca di trattamento biologico e quelli di supero andranno verso l'ispessimento e, successivamente, verso la vasca di digestione aerobica dei fanghi.

Per le verifiche relative al carico idraulico superficiale ( $C_{is}$ ) ed al tempo di ritenzione ( $t_{rit}$ ), vengono ritenuti ottimali i seguenti valori:

$Q_m$		
$C_{is}$	m/h	$\leq 0,2 - 0,5$
$t_{rit}$	h	$\geq 3 - 4$
$Q_{max}$		
$C_{is}$	m/h	$\leq 2 - 2,5$
$t_{rit}$	min	$\geq 40 - 50$

dove:

- carico idraulico superficiale:

$$C_{is} = \frac{Q}{S}$$

- tempo di ritenzione:

$$t_{rit} = \frac{V}{Q}$$

I risultati ottenuti dalle verifiche effettuate, considerando i volumi di entrambi i sedimentatori, sono riportati in seguito. Il dimensionamento è stato effettuato considerando la portata media ( $Q_m$ ) e la portata massima in arrivo dal trattamento biologico ( $3Q_m$ ):



<b>Q<sub>m</sub></b>			<b>Parametro di verifica</b>
Q = Q <sub>m</sub>	mc/h	82,78	/
C <sub>is</sub>	m/h	0,37	≤ 0,2 – 0,5
t <sub>rit</sub>	h	7,42	≥ 3 - 4
	min	445	/
<b>3Q<sub>m</sub></b>			<b>Parametro di verifica</b>
Q = 3Q <sub>m</sub>	mc/h	219,16	/
C <sub>is</sub>	m/h	0,97	≤ 2 – 2,5
t <sub>rit</sub>	h	2,80	/
	min	168	≥ 40 - 50

Si conclude che il sedimentatore previsto in progetto risulta adeguato.

#### Verifica della disinfezione

Si riporta in seguito il calcolo del tempo di contatto all'interno della vasca di disinfezione rispetto alla portata media di tempo secco del trattamento biologico (Q<sub>m-biologico</sub>) pari a 1496,60 mc/d (62,36 mc/h; 17,32 l/s)<sup>3</sup>. La verifica risulta soddisfatta se, considerando la portata media Q<sub>m</sub>, il tempo di residenza risulta uguale o maggiore a 20 - 30 minuti.

Inoltre, si riporta anche il calcolo rispetto alle portate 3Q<sub>m-biologico</sub> e 5Q<sub>m-ingresso</sub> attese.

<b>Disinfezione</b>		
Parametro	U.M.	valore
Portata media (Q <sub>m-biologico</sub> )	L/s	17,32
	mc/h	62,36
Portata massima al trattamento biologico (3Q <sub>m-biologico</sub> )	L/s	43,86
	mc/h	157,91
Portata massima ai pretrattamenti (5Q <sub>m-ingresso</sub> )	L/s	66,35
	mc/h	238,88
Volume disinfezione attuale	mc	14,40
<b>Tempo di contatto portata media (Q<sub>m-biologico</sub>)</b>	<b>min</b>	<b>13,86</b>

<sup>3</sup> Vedi tabella "Portate di progetto".

<b>Tempo di contatto di verifica per la portata media (<math>Q_{m\text{-biologico}}</math>)</b>	<b>min</b>	<b>20 – 30</b>
Tempo di contatto portata massima al trattamento biologico ( $3Q_{m\text{-biologico}}$ )	min	6,57
Tempo di contatto portata massima ai pretrattamenti ( $5Q_{m\text{-ingresso}}$ )	min	4,34

Il tempo di ritenzione risulta sotto la soglia raccomandata ed il comparto richiede un aumento delle volumetrie utili.

Considerando le disponibilità economiche e che, sono previste ulteriori dismissioni a breve termine<sup>4</sup> (e, quindi, aumenteranno nuovamente gli apporti di refluo in arrivo alla disinfezione), l'ampliamento è stato previsto nel "lotto" successivo.

#### *Rifacimento del canale di misurazione delle portate scaricate*

Il canale misuratore sullo scarico verrà rifatto in modo da adeguarlo dimensionalmente alle portate attese di entità maggiore rispetto a quelle attuali e sarà costituito da un canale gettato in opera con, all'interno, un canale Venturi prefabbricato tipo Asit Italia AI.4FPC04-SS con misuratore di livello.

#### *Pozzetto di campionamento dei reflui scaricati*

Lungo la condotta di scarico impianto, verrà posato un nuovo pozzetto di campionamento secondo quanto riportato negli elaborati grafici.

#### *Installazione di un impianto fotovoltaico*

È prevista l'installazione di un impianto fotovoltaico da 19,2 kW disposto sul tetto manufatto di alloggiamento compressori, quadri elettrici e trattamento fanghi esistente e composto da n. 48 moduli 400 Wp (24 moduli per falda), n.1 inverter di stringa trifase del tipo ZCS Azzurro 3PH 24000TL-V3 o equivalente, quadro elettrico e relativi accessori. I pannelli saranno fissati sulla copertura in tegole lasciando i giusti spazi per il passaggio di un operatore e ad un metro dalla gronda per evitare brusche cadute di neve nei mesi invernali.

Si stima una produzione annua pari a 23.040 kWh/anno.

<sup>4</sup> "Interventi per la razionalizzazione del sistema di collettamento e depurazione dei Comuni del Roero. Dismissione impianti depurazione di Vezza Loc. Borbore e Valtieso e potenziamento impianto di Canale Loc. Valpone"

*Ulteriori lavorazioni*

- Sistemazione area
- Collegamenti idraulici
- Impianto elettrico

## 2) INTERVENTI IN PROGETTO – FOGNATURA

### 2.1) Parametri di dimensionamento del collettore in progetto

Le portate medie e massime, derivanti dalla **dismissione di tutti gli impianti elencati in precedenza (dismissioni immediate e future)**, utili al **dimensionamento della condotta di collegamento** (che progressivamente convoglierà gli apporti attualmente trattati nei suddetti impianti di cui è prevista la dismissione) con l'impianto di Canale Corso Valpone sono le seguenti<sup>5</sup>:

Parametri di dimensionamento del collettore in progetto							
Località dello scarico	A.E.	Portata media Q <sub>m</sub>			Portata massima 5Q <sub>m</sub> (mista) 2Q <sub>m</sub> (nera - Sanche)		
		mc/d	mc/h	l/s	mc/d	mc/h	l/s
Canale Corso Valpone (Impianto recettore)	733	146,60	6,11	1,70	733,00	30,54	8,48
Canale Loc. cimitero	5000	1000,00	41,67	11,57	5000,00	208,33	57,87
Veza d'Alba Loc. Bobore-Varasca	2000	400,00	16,67	4,63	2000,00	83,33	23,15
Veza Valsesio (Imhoff)	100	20,00	0,83	0,23	100,00	4,17	1,16
Veza Loc. Sanche	1000	70,00	2,92	0,81	140,00	5,83	1,62
Valmaggione	1000	130,00	5,42	1,50	650,00	27,08	7,52
Montà	3000	800,00	44,44	12,35	4000,00	222,22	61,73
Monteu Roero -Fraz. San Vincenzo* -Fraz. San Vincenzo Oggero* -Capoluogo**	1000	200,00	8,33	2,31	1000,00	41,67	11,57

<sup>5</sup> Calcolate considerando il numero di abitanti equivalenti, un apporto unitario idraulico pari a 250 l/a.e. d ed coefficiente di afflusso in fognatura pari a 0,8. Tranne che per l'impianto di Montà in quanto le portate in arrivo dall'impianto di Montà sono quelle definite nel progetto redatto dalla Scrivente intitolato "Potenziamento e ristrutturazione dell'impianto di depurazione acque reflue di Loc. San Martino nel Comune di Montà" successivamente suddiviso in due lotti (I e II Lotto). La dotazione idrica unitaria era pari a 270 l/ae d e la portata giornaliera è stata suddivisa in 18 ore anziché in 24 ore:

$$Q_{m18} = 800 \text{ mc/d} = 44,44 \text{ mc/h} = 12,35 \text{ l/s}$$

$$5Q_{m18} = 4000,00 \text{ mc/d} = 222,22 \text{ mc/h} = 61,73 \text{ l/s}$$

$$3Q_{m18} = 2400 \text{ mc/d} = 133,33 \text{ mc/h} = 37,04 \text{ l/s}$$

S. Stefano Roero -Loc. Trebea -Fr. San Grato							
Totale presente progetto dismissione Loc. Cimitero	10400	1146,60	47,78	13,27	5733,00	238,88	66,35
Totale presente progetto dismissione Borbore+Valtesio+Sanche	12850	1636,60	68,19	18,94	7973,00	332,21	92,28
TOTALE	17500	2776,60	126,39	35,11	13623,00	623,18	173,11

## 2.2) Parametri di funzionamento del collettore in progetto

Le portate medie e massime, derivanti dalla dismissione immediata, utili alla verifica delle condotte di collegamento con l'impianto di Canale Corso Valpone nelle condizioni di funzionamento progettuali, sono le seguenti:

Portate di verifica del collettore in progetto							
Località dello scarico	A.E.	Portata media Qm			Portata massima 5Qm		
		mc/d	mc/h	l/s	mc/d	mc/h	l/s
Canale Corso Valpone (Impianto recettore)	733	146,60	6,11	1,70	733,00	30,54	8,48
Canale Loc. cimitero	5000	1000,00	41,67	11,57	5000,00	208,33	57,87
TOTALE	5733	1146,60	47,78	13,27	5733,00	238,88	66,35

## 2.3) Descrizione degli interventi

L'intervento prevede la dismissione dell'impianto di **Canale Loc. Cimitero e la realizzazione di una stazione di sollevamento all'interno di una vasca esistente, verso la quale confluiranno in futuro anche tutti gli altri impianti e fosse Imhoff in dismissione futura, all'impianto di depurazione di Canale loc. Valpone.** Il collettore sarà costituito da un primo tratto (410 m) in PEAD PE100 RC DE315 PN16 con funzionamento in pressione e da un successivo tratto in PVC strutturato

DE630 PN16 con funzionamento a gravità di lunghezza pari a 2468 m ed avrà le seguenti caratteristiche:

<b>Collettore sollevamento Loc. Cimitero verso impianto Canale Loc. Valpone</b>				
Distanze progressive		Funzionamento	Materiale	Pendenza
m		(-)	(-)	%
0,000	410,000	pressione	PEAD PE100 RC DE315 PN16	variabile
410,000	670,000	gravità	PVC strutturato DE630 SN16	0,200
670,000	901,600			0,718
901,600	2365,870			0,200
2365,870	2790,000			0,266
2790,000	2844,073			8,211
2844,073	2878,221			1,576

Il tratto con funzionamento in pressione in PEAD PE100 RC DE315 PN16 è stato dimensionato per convogliare le portate dei due progetti in corso. Per allacciare gli ulteriori flussi derivanti dalle successive dismissioni all'impianto recettore, si provvederà in futuro alla posa di una nuova condotta. Questo in quanto non è stato possibile garantire le corrette condizioni di funzionamento previste dalle dismissioni graduali con una condotta unica.

Il tratto a gravità, invece, è stato dimensionato e verificato per portare gli apporti di tutte le dismissioni e allacciamenti precedentemente elencati.

La condotta percorre principalmente pista ciclabile su Strada Provinciale (sez. 49 – 170) con un tratto iniziale percorso lungo campi e filari (sez. 17 – 42). La condotta si allaccia, nell'ultima sezione, all'intervento 1.

### Portate sfiorate e campionamento

Le portate miste sfiorate ( $Q > 5Q_m$ ) in corrispondenza del sollevamento, saranno avviate verso l'attuale condotta di sfioro dell'impianto dismesso. La portata di attivazione dello sfioro è pari a 57,87 l/s.

A valle degli sfiori previsti, sarà presente un pozzetto di campionamento.

**Destinazione dell'impianto e relativi collegamenti idraulici**

I diversi comparti dell'impianto di Loc. Cimitero verranno dismessi e ripuliti con idropulitrice. Sarà compito del Gestore provvedere ad un eventuale sgombero e smaltimento.

Non appena completato l'avvio della nuova stazione di pompaggio ovvero la dismissione dell'impianto, le condotte di alimentazione ai medesimi, nonché quelle di scarico, purché non impiegate per il sistemi nella sua nuova configurazione, saranno opportunamente sigillate/demolite. Parimenti, per quanto attiene gli eventuali manufatti sfioratori di piena a servizio degli attuali impianti, se dismessi.

**2.4) Verifiche idrauliche con i parametri di dimensionamento dei collettori in progetto****Verifiche primo tratto con funzionamento in pressione**

La perdita di carico totale lungo il tratto di condotta in pressione ( $\Delta H_{tot}$ ) è data dalla somma delle perdite di carico distribuite ( $\Delta H_l$ ) e concentrate ( $\Delta H_c$ ):

$$\Delta H_{tot} = \Delta H_l + \Delta H_c$$

Il calcolo delle perdite di carico distribuite è stato effettuato mediante la formula di Colebrook-White di seguito riportata:

$$Q = -\frac{\pi D^2}{2} \cdot \sqrt{2gDi} \cdot \log\left(\frac{2,51\nu}{D\sqrt{2gDi}} + \frac{\varepsilon/D}{3,71}\right)$$

dove

$i$ : pendenza motrice;

$\nu$ : viscosità del liquido pari a  $1,15 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ ;

$\varepsilon$ : scabrezza assoluta della tubazione.

Le perdite di carico concentrate, invece, sono state valutate secondo la consueta relazione:

$$\Delta H_c = \xi \cdot \frac{U^2}{2g}$$

dove

$\xi$ : coefficiente che assume differenti valori in funzione della singolarità idraulica in esame;

$U$ : velocità media della corrente;

g: accelerazione di gravità ( $m/s^2$ ).

Si riportano, in seguito, le verifiche idrauliche condotte:

<b>Verifiche idrauliche con i parametri di dimensionamento dei collettori in progetto</b>									
<b>Tratto fognario con funzionamento in pressione</b>									
Tratti		Materiale	D <sub>i</sub>	L	Q	U	ε	ξ	ΔH <sub>tot</sub>
m		(-)	mm	m	mc/h	m/s	mm	(-)	m
Mandate pompe		Acciaio DN150	160,3	7,000	301,67	4,15	0,015	1,84	2,00
0,000	410,000	PEAD PE100 RC DE315 PN16	257,8	410,000	301,67	1,61	0,015	0,85	3,00

Sommando, alle perdite di carico ottenute, l'altezza geodetica è possibile ottenere la prevalenza richiesta alle pompe di sollevamento:

<b>Verifiche idrauliche con i parametri di dimensionamento dei collettori in progetto</b>		
<b>Prevalenza richiesta alle pompe</b>		
ΔH <sub>tot</sub>	Altezza geodetica	Prevalenza richiesta alle pompe
m	m	m
2,00	9,00	14,00
3,00		

Perciò, verranno installate n.1+1R elettropompe tipo FLYGT N3171.181 MT433 o equivalenti aventi ognuna le seguenti caratteristiche:

<b>Potenza</b>	<b>Portata</b>	<b>Prevalenza</b>
18,5 kW	7240,0 mc/d 301,67 mc/h	14,0 m



	83,80 l/s	
--	-----------	--

### Verifiche tratto con funzionamento a gravità

Venendo ora alla verifica idraulica dei tratti con funzionamento a superficie libera, è stata allo scopo utilizzata la formula di Chèzy per correnti in moto uniforme:

$$Q = A \cdot \chi \cdot \sqrt{R \cdot i}$$

dove:

$Q$  = portata defluente [ $\text{m}^3/\text{s}$ ];

$A$  = area della sezione liquida [ $\text{m}^2$ ];

$\chi = cR^{1/6}$ ;

$i$  = pendenza del fondo [ $\text{m}/\text{m}$ ];

con

$c$  = coefficiente di scabrezza di Strickler [ $\text{m}^{1/3}\text{s}^{-1}$ ];

$R$  = raggio idraulico (area della sezione liquida/contorno bagnato) [ $\text{m}$ ].

Per questi tratti, il coefficiente di scabrezza di Strickler è stato assunto pari a  $80 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$ .

Sulla base dei suddetti dati e a mezzo della relazione sopra riportata, sono stati ricavati i valori dell'altezza d'acqua, del grado di riempimento e della velocità.

Inoltre, è stata condotta una verifica sulla base dei numeri di Froude e Vedernikov.

Il numero di *Froude* ( $F_r$ ) è dato da:

$$F_r = \frac{V}{\sqrt{g \cdot h_m}}$$

dove  $V$  e  $h_m$  rappresentano velocità media ed altezza media della corrente.

Per le canalizzazioni fognarie si può assumere che il limite di stabilità corrisponda ad un numero di Froude pari a tre.

Quando si è in presenza di canali a pendenza molto forte può capitare che la corrente non riesca a dissipare tutta l'energia potenziale fornita dall'abbassamento del fondo. In questi casi, definiti correnti rapide, il moto della corrente assume un aspetto irregolare caratterizzato dalla formazione spontanea di treni di onde frangenti, le "roll waves". Queste dissipano energia con vortici ad asse orizzontale, interessando il canale per un'altezza maggiore di quella di moto uniforme. La condizione

limite di stabilità del moto uniforme può essere espressa mediante il numero di *Vedernikov* ( $V_e$ ), che deve risultare minore dell'unità:

$$V_e = n \cdot g_v \cdot F_r$$

dove

$n=2/3$  esponente del raggio idraulico nella formula del moto uniforme;

$g_v=0,5$  parametro di forma per sezioni semicircolari;

$F_r$ = numero di Froude.

Si riportano, in seguito, le verifiche idrauliche condotte:

<b>Verifiche idrauliche con i parametri di dimensionamento del collettore in progetto</b>									
<b>Tratto fognario con funzionamento a superficie libera</b>									
<b>Portata media <math>Q_m</math></b>									
Distanze progressive	Materiale	$Q_m$	$D_i$	$i$	Altezza d'acqua	Franco	V	Fr	$V_e$
m	(-)	mc/h	mm	%	cm	cm	m/s	(-)	(-)
410,000 – 670,000	PVC strutturato DE630 SN16	126,39	583,0	0,20	14,46	43,86	0,68	0,57	0,19
670,000 – 901,600				0,72	10,49	47,83	1,07	1,06	0,35
901,600 – 2365,870				0,20	14,46	43,86	0,68	0,57	0,19
2365,870 – 2790,000				0,27	13,45	44,87	0,75	0,66	0,22
2790,000 – 2844,073				8,21	5,78	52,54	2,56	<b>3,40</b>	<b>1,13</b>
2844,073 – 2878,221				1,58	8,64	49,68	1,42	1,55	0,52

<b>Verifiche idrauliche con i parametri di dimensionamento del collettore in progetto</b>									
<b>Tratto fognario con funzionamento a superficie libera</b>									
<b>Portata media <math>Q_{max}</math></b>									
Distanze progressive	Materiale	$Q_{max}$	$D_i$	$i$	Altezza d'acqua	Franco	V	Fr	$V_e$
m	(-)	mc/h	mm	%	cm	cm	m/s	(-)	(-)
410,000 – 670,000	PVC strutturato	631,93	583,0	0,20	34,15	24,17	1,07	0,58	0,19
670,000 – 901,600				0,72	23,74	34,58	1,69	1,11	0,37

901,600 – 2365,870	DE630			0,20	34,15	24,17	1,07	0,58	0,19
2365,870 – 2790,000	SN16			0,27	31,31	27,01	1,18	0,68	0,23
2790,000 – 2844,073				8,21	12,67	45,65	<b>4,05</b>	<b>3,63</b>	<b>1,21</b>
2844,073 – 2878,221				1,58	19,30	39,02	2,24	1,63	0,54

## 2.5) Verifiche idrauliche con i parametri di funzionamento del collettore in progetto

### Verifiche primo tratto con funzionamento in pressione

Si riportano, in seguito, le verifiche idrauliche condotte:

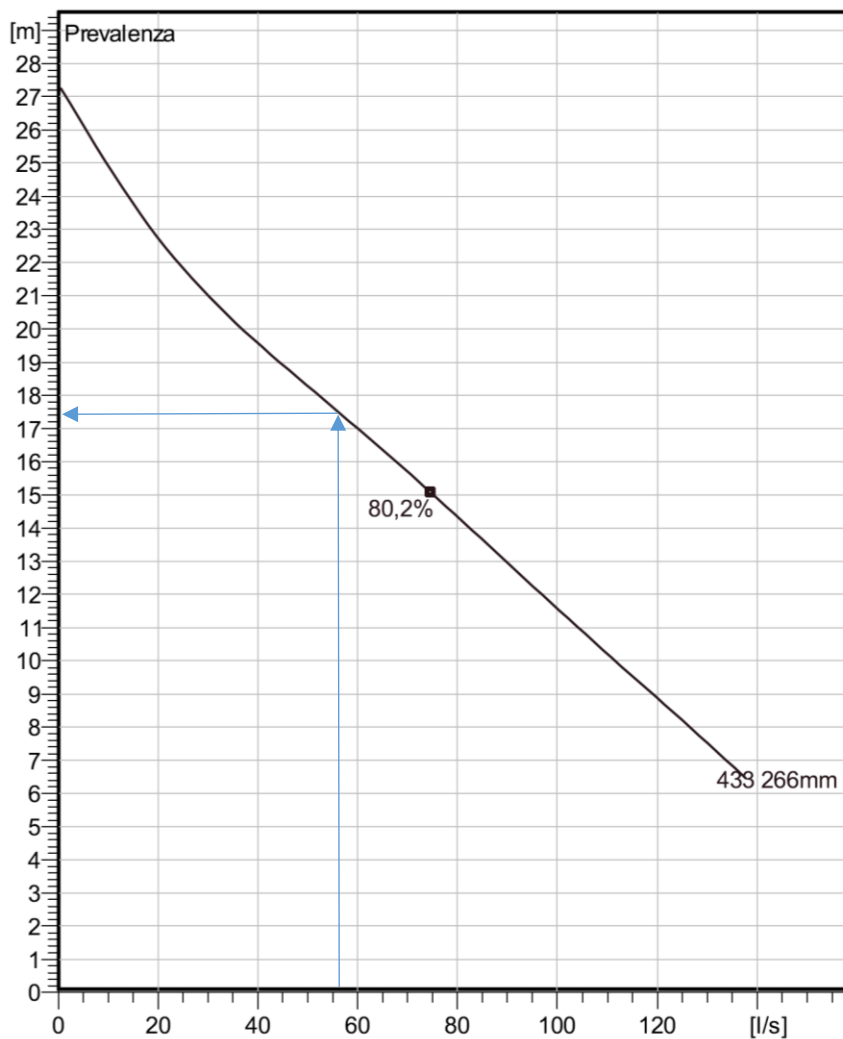
Verifiche idrauliche con i parametri di funzionamento del collettore in progetto									
Tratto fognario con funzionamento in pressione									
Tratti		Materiale	D <sub>i</sub>	L	Q	U	ε	ξ	ΔH <sub>tot</sub>
m		(-)	mm	m	mc/h	m/s	mm	(-)	m
Mandate pompe		Acciaio DN150	160,3	7,000	208,33	2,87	0,300	1,84	1,14
0,000	410,000	PEAD PE100 RC DE315 PN16	257,8	410,000	208,33	1,11	0,015	0,85	1,65

Sommando, alle perdite di carico ottenute, l'altezza geodetica è possibile ottenere la prevalenza richiesta alle pompe di sollevamento:

Verifiche idrauliche con i parametri di funzionamento del collettore in progetto		
Prevalenza richiesta alle pompe		
ΔH <sub>tot</sub>	Altezza geodetica	Prevalenza richiesta alle pompe
m	m	m
1,14	9,00	11,79
1,65		

Perciò, le n.1+1R elettropompe tipo FLYGT N3171.181 MT433 o equivalenti che verranno installate risultano adeguate:

Potenza	Portata	Prevalenza
18,5 kW	5000,0 mc/d 208,33 mc/h 57,87 l/s	17,40 m



Curva di funzionamento FLYGT N3171.181 MT433

Verifiche tratto con funzionamento a gravità

Si riportano, in seguito, le verifiche idrauliche condotte:

<b>Verifiche idrauliche con i parametri di funzionamento del collettore in progetto</b>									
<b>Tratto fognario con funzionamento a superficie libera</b>									
<b>Portata media <math>Q_m</math></b>									
Distanze progressive	Materiale	$Q_m$	$D_i$	$i$	Altezza d'acqua	Franco	V	Fr	Ve
m	(-)	mc/h	mm	%	cm	cm	m/s	(-)	(-)
410,000 – 670,000	PVC strutturato DE630 SN16	47,78	583,0	0,20	8,89	49,43	0,52	0,55	0,18
670,000 – 901,600				0,72	6,51	51,81	0,81	1,02	0,34
901,600 – 2365,870				0,20	8,89	49,43	0,52	0,55	0,18
2365,870 – 2790,000				0,27	8,29	50,03	0,57	0,63	0,21
2790,000 – 2844,073				8,21	3,64	54,68	1,91	<b>3,20</b>	<b>1,07</b>
2844,073 – 2878,221				1,58	5,38	52,94	1,07	1,48	0,49

<b>Verifiche idrauliche con i parametri di funzionamento del collettore in progetto</b>									
<b>Tratto fognario con funzionamento a superficie libera</b>									
<b>Portata media <math>Q_{max}</math></b>									
Distanze progressive	Materiale	$Q_{max}$	$D_i$	$i$	Altezza d'acqua	Franco	V	Fr	Ve
m	(-)	mc/h	mm	%	cm	cm	m/s	(-)	(-)
410,000 – 670,000	PVC strutturato DE630 SN16	238,88	583,0	0,20	20,05	38,27	0,82	0,58	0,19
670,000 – 901,600				0,72	13,87	51,63	1,29	1,08	0,36
901,600 – 2365,870				0,20	20,05	38,27	0,82	0,58	0,19
2365,870 – 2790,000				0,27	18,62	68,08	0,90	0,67	0,22
2790,000 – 2844,073				8,21	7,87	86,50	3,08	<b>3,50</b>	<b>1,17</b>
2844,073 – 2878,221				1,58	11,85	79,69	1,71	1,58	0,53

Esito delle verifiche

Il **sollevamento** risulta correttamente dimensionato in quanto la prevalenza fornita rispetto alla portata di progetto risulta uguale o maggiore di quella richiesta.

Per quanto riguarda i tratti a **superficie libera**, si osserva che:

- nel dimensionamento di condotte circolari chiuse di diametro compreso fra 40 cm e 1 m, è buona pratica costruttiva che il **franco** (tra pelo libero e generatrice superiore della sezione), con le portate di progetto, sia maggiore o uguale a 20 cm per questioni di sicurezza e per l'alimentazione d'aria della corrente. Detta condizione viene soddisfatta;
- considerando, invece, che la **velocità** della corrente nelle canalizzazioni fognarie rispetto alla portata media di tempo secco non deve essere inferiore a 0,5 m/s per evitare la formazione di depositi persistenti di materiali sedimentabili, né maggiore di 5 m/s, rispetto alle portate massime, si nota che dette condizioni vengono soddisfatte;
- per quanto riguarda i **numeri di Froude e di Vedernikov**, si conclude che le verifiche hanno avuto esito positivo nella quasi totalità dei tratti verificati. Ove le pendenze sono più marcate, si osserva un leggero superamento dei due parametri. Questo significa che la corrente non riesce a dissipare tutta l'energia potenziale fornita dall'abbassamento del fondo, per cui il moto della corrente assume un aspetto irregolare caratterizzato dalla formazione spontanea di treni di onde frangenti (roll waves) che dissipano energia con vortici ad asse orizzontale, interessando il canale per un'altezza maggiore di quella di moto uniforme. Dalle tabelle si evince però, viste le esigue altezze d'acqua, come sopra il pelo libero venga garantito un adeguato franco di sicurezza.

## 2.6) **Verifiche statiche del collettore in progetto**

### Parametri di progetto

Le condotte soggette a verifica sono in PEAD PE100 RC DE315 PN16 e PVC strutturato DE630 SN16.

La verifica statica di una tubazione interrata consiste nell'accertare che i carichi agenti sulla struttura provochino tensioni e deformazioni ammissibili, cioè compatibili con il materiale costituente la tubazione e con le esigenze di progetto. Le verifiche delle tubazioni flessibili possono essere effettuate seguendo le indicazioni riportate nella norma AWWA (American Water Works Association) C950/88.

Il criterio di verifica da adottare dipende dal comportamento della tubazione nei confronti della deformabilità, cioè dall'elasticità in sito. La distinzione tra struttura rigida e flessibile viene effettuata tramite il coefficiente d'elasticità in sito (n):

$$n = \frac{E_s}{E_t} \cdot \left(\frac{r}{s}\right)^3$$

dove

$E_s$ : modulo di elasticità del terreno che avvolge la tubazione;

$E_t$ : modulo di elasticità istantaneo del materiale costituente la tubazione;

$r = (D-s)/2$  raggio medio della tubazione;

$s$ : spessore della tubazione.

La tubazione interrata è flessibile (o deformabile) se risulta  $n \geq 1$ .

Valori di progetto:

Parametro	U.d.m.	PEAD PE100 RC DE315 PN16	PVC strutturato DE630 SN16
$E_s$	kN/mq	13800	13800
$E_t$ istantaneo	kN/mq	900000	3000000
$E_t$ a lungo t	kN/mq	225000	1500000
D (diametro esterno)	m	0,3150	0,630
Di (diametro interno)	m	0,2578	0,583
r	m	0,1432	0,3033
s	m	0,0286	0,0234
n	(-)	1,92	10,02
		FLESSIBILE	FLESSIBILE

### Calcolo dei carichi

#### 1) Calcolo del carico dovuto al rinterro

Il carico dovuto al rinterro viene calcolato in maniera differente a seconda che la posa sia in trincea stretta o in trincea larga. Si dice che un tubo avente diametro esterno (D) è posato in trincea stretta quando la larghezza della trincea (B) a livello della generatrice superiore del tubo e l'altezza del rinterro (H) al di sopra di questa generatrice soddisfano una delle seguenti condizioni:

$$B \leq 2D \quad \text{con} \quad H \geq 1,5B$$

$$2D < B < 3D \quad \text{con} \quad H \geq 3,5B$$

Si dice che un tubo è posato in trincea larga quando le relazioni fra B, D, H differiscono da quelle sopra indicate.

Parametro	U.d.m.	PEAD PE100 RC DE315 PN16	PVC strutturato DE630 SN16
D	m	0,3150	0,630
B	m	0,90	1,4
H (massima)	m	2,24	3,39
Tipo di trincea	(-)	LARGA	LARGA

Per la posa in trincea larga il carico dovuto al rinterro ( $P_{ST}$ ) viene valutato secondo la seguente espressione:

$$P_{ST} = C_e \cdot \gamma_t \cdot D^2$$

dove

$C_e$ : coefficiente funzione del rapporto H/D. Per rinfianco in materiale arido, sempre necessario per tubazioni flessibili:

$$C_e = \frac{H}{D}$$

$\gamma_t$ : peso specifico del rinterro (saturo).

Per la posa in trincea stretta, invece, il carico dovuto al rinterro ( $P_{ST}$ ) viene valutato secondo:

$$P_{ST} = H \cdot \gamma_t \cdot D$$

Per cui:

Parametro	U.d.m.	PEAD PE100 RC DE315 PN16	PVC strutturato DE630 SN16
$C_e$	(-)	7,11	4,08
$\gamma_t$	kN/mc	20,00	20,00
$P_{st}$	kN/m	14,11	42,65

## 2) Calcolo del carico dovuto ai sovraccarichi mobili

Il calcolo del carico sulla generatrice superiore del tubo generato da un carico mobile agente in superficie viene calcolato tramite la seguente espressione:



$$P_{din} = p_v \cdot D \cdot \varphi$$

dove

$p_v$ : pressione verticale sulla generatrice superiore del tubo dovuta ai sovraccarichi mobili concentrati (N/mq). E' ricavabile da grafici forniti dalla norma DIN 1072 in funzione dell'altezza H e del carico per ruota (P) definito in base alle classi di carico HT (autocarro pesante) ed LT (autocarro leggero o ferroviario). Nel caso in oggetto si valuta il carico dovuto al transito di un convoglio HT60 a cui si attribuisce un carico per ruota di 100kN;

$\varphi$ : coefficiente di incremento. Nel caso di traffico stradale e autostradale è dato da:

$$\varphi = 1 + \frac{0,3}{H}$$

Risulta:

<b>Parametro</b>	<b>U.d.m.</b>	<b>PEAD PE100 RC DE315 PN16</b>	<b>PVC strutturato DE630 SN16</b>
$p_v$	t/mq	2,20	1,50
$\varphi$	(-)	1,134	1,089
$P_{din}$	kN/m	7,71	10,09

### 3) Calcolo del carico dovuto alla massa dell'acqua contenuta dentro il tubo

Il carico verticale sulla generatrice superiore del tubo dovuta alla massa dell'acqua contenuta nel tubo ( $P_a$ ) è funzione del diametro interno ( $D_i$ ). Il tubo si considera riempito per tre quarti ( $P_a$ ), e si calcola con la formula:

$$P_a = 5788 \cdot D_i^2$$

Nei casi di funzionamento in pressione, le tubazioni si considerano riempite completamente.

Per cui si ha:

<b>Parametro</b>	<b>U.d.m.</b>	<b>PEAD PE100 RC DE315 PN16</b>	<b>PVC strutturato DE630 SN16</b>
$D_i$	m	0,2578	0,5832
$P_a$	kN/m	0,52	1,97

### 4) Calcolo del carico dovuto alla pressione idrostatica esterna

A titolo cautelativo, la superficie della falda viene assunta coincidente con la quota di piano campagna. Per cui la tubazione sarà soggetta ad una pressione idrostatica esterna che può essere calcolata attraverso:

$$Q_w = \gamma_w \cdot \left( H_w + \frac{D}{2} \right) \cdot D$$

dove

$\gamma_w$ : peso specifico dell'acqua pari a 10000 N/mc;

$H_w$ : altezza della superficie libera della falda sulla sommità della canalizzazione.

Per cui:

Parametro	U.d.m.	PEAD PE100 RC DE315 PN16	PVC strutturato DE630 SN16
H <sub>w</sub>	m	2,24	3,39
Q <sub>w</sub>	kN/m	7,55	23,31

### Verifiche per tubazioni flessibili

#### 1) Verifica dell'inflessione diametrale a lungo termine

L'inflessione diametrale assoluta del tubo in senso verticale con il 95% della probabilità, è fornita dalla seguente formula:

$$\Delta y = \frac{(D_e \cdot P_{st} + P_{din}) \cdot K_x}{8 \cdot RG + 0,061 \cdot K_a \cdot E_s} + \Delta a$$

dove

$D_e$ : fattore di ritardo d'inflessione che tiene conto che il terreno continua a costiparsi nel tempo. Per grado di costipamento da moderato a elevato è pari a 2,0;

$K_x$ : coefficiente d'inflessione che dipende dalla capacità di sostegno fornita dal suolo all'arco inferiore d'appoggio del tubo. Per fondo sagomato con materiale di riempimento ben costipato ai fianchi del tubo (densità proctor  $\geq 95\%$ ) o materiale di letto e rinfianco di tipo ghiaioso leggermente costipato (densità proctor  $\geq 70\%$ ) è pari a 0,083;

$RG$ : indice di rigidezza =  $\frac{E_t \cdot I}{D^3}$ ;

$I$ : momento d'inerzia del tubo  $I = \frac{s^3}{12}$ ;

$E_t$  riferito al modulo di elasticità a lungo termine del materiale costituente la tubazione);

$K_a$  e  $\Delta_a$ : parametri che consentono di passare dall'inflessione media (50% di probabilità) all'inflessione massima caratteristica (frattile di ordine 0,95 della distribuzione statistica dell'inflessione). Per  $H \leq 4,9$  m risultano  $K_a = 0,75$  e  $\Delta_a = 0$ .

Risulta:

<b>Parametro</b>	<b>U.d.m.</b>	<b>PEAD PE100 RC DE315 PN16</b>	<b>PVC strutturato DE630 SN16</b>
De	(-)	2,0	2,0
Kx	(-)	0,083	0,083
RG	N/cm <sup>q</sup>	1,87	0,72
Ka	(-)	0,75	0,75
$\Delta_a$	(-)	0,00	0,00
$\Delta y$	cm	0,38	1,15

Nota la deformazione assoluta ( $\Delta y$ ), si calcola la deformazione relativa come rapporto tra  $\Delta y$  ed il diametro esterno (D). La verifica è soddisfatta se il parametro  $\Delta y/D$  non supera il 5% del diametro iniziale della condotta:

<b>Parametro</b>	<b>U.d.m.</b>	<b>PEAD PE100 RC DE315 PN16</b>	<b>PVC strutturato DE630 SN16</b>
$\Delta y/D$	%	1,21	1,82
Esito della verifica	(-)	POSITIVO	POSITIVO

## 2) Verifica all'instabilità all'equilibrio elastico (Buckling)

In una tubazione interrata, la pressione che determina instabilità elastica ("pressione di buckling") dipende, non solamente dall'indice di rigidità della tubazione (RG), ma anche dal modulo elastico del suolo che circonda la tubazione ( $E_s$ ) in quanto il sistema terreno-tubazione si comporta come un'unica entità. L'espressione di stima della pressione ammissibile di buckling (N/cm<sup>q</sup>) è:

$$q_a = \left(\frac{1}{FS}\right) \cdot (32 \cdot R_w \cdot B' \cdot E_s \cdot \frac{E_t \cdot I}{D^3})^{\frac{1}{2}}$$

dove

FS: fattore di progettazione, pari a 2,5;

$R_w$ : fattore di spinta idrostatica della falda eventualmente presente con:

$$R_w = 1 - 0,33 \frac{H_w}{H} \quad \text{con} \quad 0 \leq H_w \leq H;$$

$H_w$ : altezza della superficie libera della falda sulla sommità della tubazione;

$B'$ : coefficiente empirico di supporto elastico

$$B' = \frac{1}{1 + 4 \cdot e^{-0,213H}};$$

$$RG: \text{indice di rigidezza} = \frac{E_t \cdot I}{D^3};$$

$$I: \text{momento d'inerzia del tubo} I = \frac{s^3}{12}.$$

Per cui:

Parametro	U.d.m.	PEAD PE100 RC DE315 PN16	PVC strutturato DE630 SN16
FS	(-)	2,5	2,5
R <sub>w</sub>	(-)	0,67	0,67
B'	(-)	0,29	0,34
q <sub>a</sub>	N/cm <sup>2</sup>	43,68	32,09

La verifica all'instabilità elastica si esegue confrontando la pressione ammissibile di buckling ( $q_a$ ) con la risultante della pressione dovuta ai carichi esterni applicati in presenza di sovraccarichi mobili ( $p_e$ ):

$$p_e = \gamma_w \cdot H_w + \frac{R_w \cdot P_{st}}{D} + \frac{P_{din}}{D}$$

Deve risultare  $p_e \leq q_a$ .

Parametro	U.d.m.	PEAD PE100 RC DE315 PN16	PVC strutturato DE630 SN16
$p_e$	N/cm <sup>2</sup>	7,69	9,52
Esito della verifica	(-)	POSITIVO	POSITIVO

### 3) Verifica della sollecitazione massima di flessione

La sollecitazione massima di flessione che risulta dall'inflessione del tubo, nel caso di tubazioni funzionanti a superficie libera, non deve eccedere la resistenza a flessione a lungo termine del prodotto, ridotta di un fattore di sicurezza:

$$\sigma = D_f \cdot E_t \cdot \frac{\Delta y}{D} \cdot \frac{s}{D} \leq \frac{\sigma_{lim}}{\mu}$$

dove

$\sigma$ : tensione dovuta alla deflessione diametrale;

RG: indice di rigidezza =  $\frac{E_t \cdot I}{D^3}$ ;

$D_f$ : fattore di forma funzione dell'indice di rigidezza (RG) della tubazione e delle caratteristiche geotecniche del rinterro (composizione granulometrica e grado di costipamento);

$E_t$  a lungo t: modulo di elasticità a lungo t del materiale costituente la tubazione;

$\sigma_{lim}$ : tensione limite ultima;

$\mu$ : coefficiente di sicurezza, fissato di norma in 1,5.

Nel caso, invece, di tubazioni in pressione, la verifica consiste nell'accertare che la sollecitazione massima risultante dagli effetti combinati della pressione interna e dell'inflessione diametrale non ecceda la resistenza a flessione a lungo termine del manufatto ridotta di un fattore di sicurezza:

$$\sigma = \frac{P_w \cdot D}{2 \cdot s} + D_f \cdot E_t \cdot \frac{\Delta y}{D} \cdot \frac{s}{D} \leq \frac{\sigma_{lim}}{\mu}$$

dove

$P_w$ : pressione massima interna.

Si ha:

Parametro	U.d.m.	PEAD PE100 RC DE315 PN16	PVC strutturato DE630 SN16
$P_w$	N/mq	1600000	/
$D_f$	(-)	4,50	4,50
$\sigma$	N/cmq	992,59	457,47
$\sigma_{lim}$	N/cmq	2000	2000
$\mu$	(-)	1,50	1,50
$\sigma_{lim}/\mu$	N/cmq	1333	1333

Esito della verifica	(-)	POSITIVO	POSITIVO
----------------------	-----	----------	----------

### Ulteriori verifiche

È stata condotta un'ulteriore verifica dell'altezza di ricoprimento minima presente:

Parametro	U.d.m.	PEAD PE100 RC DE315 PN16	PVC strutturato DE630 SN16
Parametri di progetto:			
D	m	0,3150	0,630
B	m	0,90	1,4
H (minima)	m	0,88	0,591 *
Tipo di trincea	(-)	LARGA	LARGA
Ce	(-)	2,80	0,94
$\gamma_t$	kN/mc	20,00	20,00
Pst	kN/m	5,56	7,45
<u>Calcolo dei carichi</u>			
1) Calcolo del carico dovuto ai sovraccarichi mobili:			
pv	t/mq	6,00	8,8
$\varphi$	(-)	1,34	1,508
Pdin	kN/m	24,83	81,97
2) Calcolo del carico dovuto alla massa dell'acqua contenuta dentro il tubo:			
Di	m	0,2578	0,5832
Pa	kN/m	0,52	1,97
3) Calcolo del carico dovuto alla pressione idrostatica esterna:			
Hw	m	0,88	0,591
Qw	kN/m	3,28	5,71
<u>Verifiche per tubazioni flessibili</u>			
1) Verifica dell'inflexione diametrale a lungo termine			
De	(-)	2,0	2,0

Kx	(-)	0,083	0,083
RG	N/cmq	1,87	0,72
Ka	(-)	0,75	0,75
$\Delta a$	(-)	0,00	0,00
$\Delta y$	cm	0,38	1,17
$\Delta y/D$	%	1,21	1,85
Esito della verifica	(-)	POSITIVO	POSITIVO
2) Verifica all'instabilità all'equilibrio elastico (Buckling)			
FS	(-)	2,5	2,5
Rw	(-)	0,67	0,67
B'	(-)	0,23	0,22
qa	N/cmq	39,24	28,88
pe	N/cmq	9,95	14,39
Esito della verifica	(-)	POSITIVO	POSITIVO
3) Verifica della sollecitazione massima di flessione			
Pw	N/mq	1600000	/
Df	(-)	4,50	4,50
$\sigma$	N/cmq	992,68	464,51
$\sigma_{lim}$	N/cmq	2000	2000
$\mu$	(-)	1,50	1,50
$\sigma_{lim}/\mu$	N/cmq	1333	1333
Esito della verifica	(-)	POSITIVO	POSITIVO

\*: Nelle ultime sezioni, in arrivo all'impianto, si evidenziano ricoprimenti ancora più bassi. Per la protezione di questi ultimi tratti è stata prevista la realizzazione di un ricoprimento con calcestruzzo di spessore 20 cm con doppia rete elettrosaldata di 10 mm con maglie 10 x 10 mm.

### Esito delle verifiche

Si conclude che le verifiche hanno avuto esito positivo.

## EFFICIENZA ENERGETICA

La definizione delle proposte progettuali è stata basata, oltre che da diversi criteri di economicità, massima efficacia, semplicità realizzativa e gestionale, sulla base delle esigenze concrete della Committenza e di un'analisi costi-benefici, anche sul seguente tagging climatico<sup>6</sup>: *“il rinnovo del sistema completo per acque reflue comporti una riduzione del consumo energetico medio di almeno il 10% (esclusivamente mediante misure di efficienza energetica e non mediante cambiamenti materiali o di carico).* In questo caso, il risparmio risulta pari a 10,03 % come dimostrato in seguito. Nell'impianto attuale di Cimitero, di cui è prevista la dismissione, sono stati rilevati i seguenti consumi energetici annuali:

Impianto	Totale consumi	
	Anno 2020	Anno 2021
	kW/anno	kW/anno
Veza d'Alba (CN)	157638	<b>179969</b>

Nell'impianto attuale di Loc. Valpone, invece, sono stati rilevati i seguenti consumi energetici annuali:

Impianto	Totale consumi	
	Anno 2020	Anno 2021
	kW/anno	kW/anno
Loc. Valpone (CN)	208151	<b>205747</b>

Sono stati presi come riferimento i consumi relativi all'anno 2021 in quanto più recenti.

Con la conclusione delle lavorazioni previste in progetto, le apparecchiature presenti nell'impianto di Loc. Valpone rimarranno in funzione ad eccezione di quelle segnalate come dismesse nella seguente tabella (prevista sostituzione) e quelle presenti nell'impianto di Cimitero verranno dismesse. Inoltre, verranno installate le nuove pompe di rilancio da Cimitero verso Loc. Valpone:

Apparecchiature		n°	kW unitari
		(-)	kW
Dismesse Cimitero	Griglia grossolana	1	0,75
	Pompe sollevamento	2	6,5

<sup>6</sup> Allegato VI Reg. UE 2021/241 – Intervento 41 bis nota 11.



	Rotostaccio	1	0,75
	Compressori ox. <sup>7</sup>	1	11,25
	Carroponte sed sec	1	0,75
	Ricircolo fanghi	2	2,7
	Pompa estrazione fanghi	1	2,7
Dismesse Loc. Valpone	Griglia grossolana	1	0,75
	Sollevamento iniziale	1	18,50
	Sollevamento equalizzazione	1	7,50
	Compressore ox. <sup>8</sup>	1	48,75
Installate Loc. Valpone	Griglia grossolana	1	0,75
	Sollevamento iniziale	1+1R	18,50
	Rotostaccio	1	0,75
	Compattatore	1	3,00
	Miscelatori equalizz.	2	1,94
	Compressore equalizz. <sup>9</sup>	1	5,63
	Sollevamento equalizzazione	1+1R	18,50
	Miscelatore verticale ox.	1	11,00
	Compressore ox. <sup>10</sup>	1+1R	44,48
	Ricircolo M.A.	1+1R	18,50
	Carroponte	1	0,37
	Ricircolo fanghi e supero	1+1R	5,90
Installate Cimitero	Sollevamento	1+1R	18,50

Perciò, considerando il consumo annuo 2021 e le ore di funzionamento al giorno ed i giorni di funzionamento all'anno (365 giorni) delle apparecchiature dismesse e di nuova installazione, si

<sup>7</sup> È stata considerata una riduzione della potenza della macchina pari al 75% in quanto dotata di inverter.

<sup>8</sup> È stata considerata una riduzione della potenza della macchina pari al 75% in quanto dotata di inverter.

<sup>9</sup> È stata considerata una riduzione della potenza della macchina pari al 75% in quanto dotata di inverter.

<sup>10</sup> È stata considerata una riduzione della potenza della macchina pari al 75% in quanto dotata di inverter.

ottiene il bilancio energetico seguente:

Parametro		n°	kW unitari	Ore giorno	kW totali	
		(-)	kW		kW	
Consumo annuale attuale Cimitero	Anno 2021	/	/	/	179969	
Apparecchiature dismesse Cimitero	Griglia grossolana	1	0,75	4	1095	184617 (in linea con il consumo annuale 2021)
	Pompe sollevamento	2	6,5	6	28470	
	Rotostaccio	1	0,75	6	1643	
	Compressori ox.	1	11,25	24	98550	
	Carroponte sed sec	1	0,75	24	6570	
	Ricircolo fanghi	2	2,7	24	47304	
	Pompa estrazione fanghi	1	2,7	1	986	
Apparecchiature installate Cimitero	Sollevamento	1+1R	18,50	4	27010	27010
Consumo annuale attuale Loc. Valpone	Anno 2021	/	/	/	205747	205747
Apparecchiature dismesse Loc. Valpone	Griglia grossolana	1	0,75	4	1095	485085
	Sollevamento iniziale	1	18,50	6	40515	
	Sollevamento equalizzazione	1	7,50	6	16425	
	Compressore ox.	1	48,75	24	427050	
Apparecchiature installate Loc. Valpone	Griglia grossolana	1	0,75	4	1095	681265
	Sollevamento iniziale	1	18,50	6	40515	
	Rotostaccio	1	0,75	6	1643	
	Compattatore	1	3,00	6	6570	
	Miscelatori	2	1,94	20	28324	
	Compressore equalizzazione	1	5,63	4	8213	
	Sollevamento equalizzazione	1	18,50	6	40515	
	Miscelatore verticale ox	1	11,00	24	96360	

	Compressore ox.	1	44,48	24	389601	
	Ricircolo M.A.	1	18,50	2	13505	
	Carroponte	1	0,37	24	3241	
	Ricircolo fanghi e supero	1	5,90	24	51684	
TOTALE stima consumo futuro	= 27010+205747+681265-179969-485085					
						= 248968 kW

Il consumo energetico futuro, verrà in parte abbattuto dai pannelli fotovoltaici previsti in progetto con i quali si prevede di produrre annualmente circa 24960 kW che costituiscono **un risparmio del 10,13%** rispetto al consumo energetico futuro:

<b>TOTALE stima consumo futuro</b>	248968 kW
<b>TOTALE produzione fotovoltaico</b>	24960 kW
<b>Risparmio</b>	10,03 %