



TENNACOLA SpA
SERVIZIO IDRICO INTEGRATO

RETE DEPURATIVA DEL MEDIO BACINO DELL'ETE MORTO

II Stralcio II Lotto

PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA

Progettista: Ing. Sergio Paolucci

COLLABORATORI:
Geom. Maria Rita Maccari
I gqo 00 cwqg'Ej kstej kÁ
Geom. Edoardo Pettinari

ELABORATO: 01.1

revisione

data

NOVEMBRE 2021

01 INTRODUZIONE

Generalità

Tra i problemi che la difesa idraulica di un territorio si pone sono da considerare, oltre a quelli vitali della difesa dalle inondazioni fluviali, anche quelli legati all'allontanamento delle acque piovane dalle superfici urbane e agrarie, al fine di consentire l'ordinato svolgimento delle attività, ed il collettamento delle acque cosiddette "nere".

I problemi idraulici che si pongono nella progettazione di una fognatura bianca, mista o nera, sono quelli relativi alla modellazione di un diffuso sistema di raccolta e di trasporto, con portate via via crescenti da monte verso valle fino al recapito finale. Il processo di moto che si svolge nel sistema di condotte della rete di raccolta e di adduzione è classicamente di moto vario, generalmente a superficie libera.

La descrizione del processo risulta di notevole impegno a causa della complessità della rete e della difficoltà di trattare in modo soddisfacente i fenomeni localizzati: confluenza di condotte, salti di fondo, dissipazioni, ecc.; con un'ulteriore difficoltà, cioè quella di determinare le portate affluenti dalla superficie scolante della rete con un determinato grado di precisione, conforme a quello che si può ottenere con il modello eventualmente usato per trattare il deflusso a moto vario della rete.

In altri termini, le diverse fasi del processo (ricerca degli elementi, loro traduzione in portate affluenti e successivamente loro elaborazione con un appropriato modello) devono presentare un uguale grado di affidabilità, giacché un raffinato procedimento matematico non renderebbe interessanti risultati se questi fossero determinati da non accurati elementi di ingresso.

In queste obiettive condizioni di difficoltà, il riferimento a schemi o modelli semplici rappresenta un modo di procedere pressoché obbligato, reso oltretutto necessario dal primo problema che si deve affrontare nella progettazione: assegnare le dimensioni alle opere e, nel caso trattato, la distribuzione dei diametri, delle pendenze, ecc.

Queste caratteristiche che si assegnano alla rete vengono poi consolidate o modificate successivamente, con procedimenti di verifica fondati anch'essi su schemi semplici e su una consolidata esperienza in materia.

L'impostazione che deriva da quanto enunciato in precedenza rende pertanto appropriato il riferimento ai modi più semplici di trattare il deflusso delle portate: il modo uniforme e quello permanente, da un lato; quello dei fenomeni localizzati ricorrenti come i salti di fondo o gli sfioratori dall'altro.

Definizioni

Per "impianto di fognatura" si intende il complesso di canalizzazioni, generalmente sotterranee, per raccogliere ed allontanare da insediamenti civili e/o produttivi le acque superficiali e quelle reflue provenienti dalle attività umane in generale. Le canalizzazioni funzionano a pelo libero; in tratti particolari il loro funzionamento può essere in pressione (condotte di mandata di stazioni di sollevamento, attraversamento con sifoni, ecc.)

Gli impianti di fognatura possono essere a "sistema separato" con distinti impianti per le acque bianche (meteoriche) e nere o a "sistema unitario o misto". Essi risultano strutturati nelle seguenti sezioni:

- ✓ Rete di raccolta: opere per la raccolta e il convogliamento delle acque nere e bianche nell'ambito delle aree servite;
- ✓ Impianti di trasporto: opere per il convogliamento delle acque agli impianti di depurazione (trasporto primario) e al recapito finale, o al loro riuso (trasporto secondario);
- ✓ Impianti di depurazione: insieme delle opere per il trattamento delle acque e per conferire loro caratteristiche compatibili con quelle del ricettore.

Una rete di fognatura può essere a "sistema misto" quando raccoglie nella stessa canalizzazione sia le acque di tempo asciutto che quelle di pioggia, e a "sistema separato" se le acque reflue vengono raccolte in un'apposita rete distinta da quella che raccoglie le acque superficiali.

Le canalizzazioni, in funzione del ruolo che svolgono, si distinguono in:

- ✓ Fogne: canalizzazioni elementari che raccolgono le acque provenienti da fognoli di allacciamento e/o caditoie, convogliandole poi ai collettori;
- ✓ Collettori: canalizzazioni costituenti l'ossatura principale della rete che raccolgono le acque provenienti dalle fogne e quelle eventualmente a essi addotte in modo diretto da caditoie. I collettori fognari confluiscono a loro volta in un emissario;
- ✓ Emissario: canale che, partendo dal termine della rete, adduce le acque raccolte al recapito finale.

02 DIMENSIONAMENTO DEI COLLETTORI FOGNARI

Portata di tempo asciutto

Generalmente le portate da considerarsi preliminarmente in fase di progetto sono quelle di origine meteorica. Esse sono da utilizzare per assegnare appropriate dimensioni all'insieme dei collettori di vario ordine che formano la rete di fognatura bianca.

In qualche circostanza, in dipendenza dello schema della rete, ad esse possono sommarsi le portate di scarico, dette portate nere, dei centri abitati e delle zone industriali, dando luogo alla fognatura mista, oppure possono distinguersi le due reti: bianca e nera. Nell'uno e nell'altro caso il calcolo delle portate nere massime procede dalla conoscenza di alcuni elementi relativi ai centri abitati, alla loro composizione e caratteristiche.

Naturalmente queste considerazioni sono basilari nel momento in cui si deve progettare una rete di fognatura ex novo o, per esempio, una estensione di una lottizzazione esistente.

In funzione di ciò si è preferito non trattare l'intera portata di fognatura che arriva a valle, ma collettare solamente le acque nere, come buona norma per la progettazione, e, attraverso scolmatori, scaricare le acque bianche non inquinanti nei canali a cielo aperto esistenti.

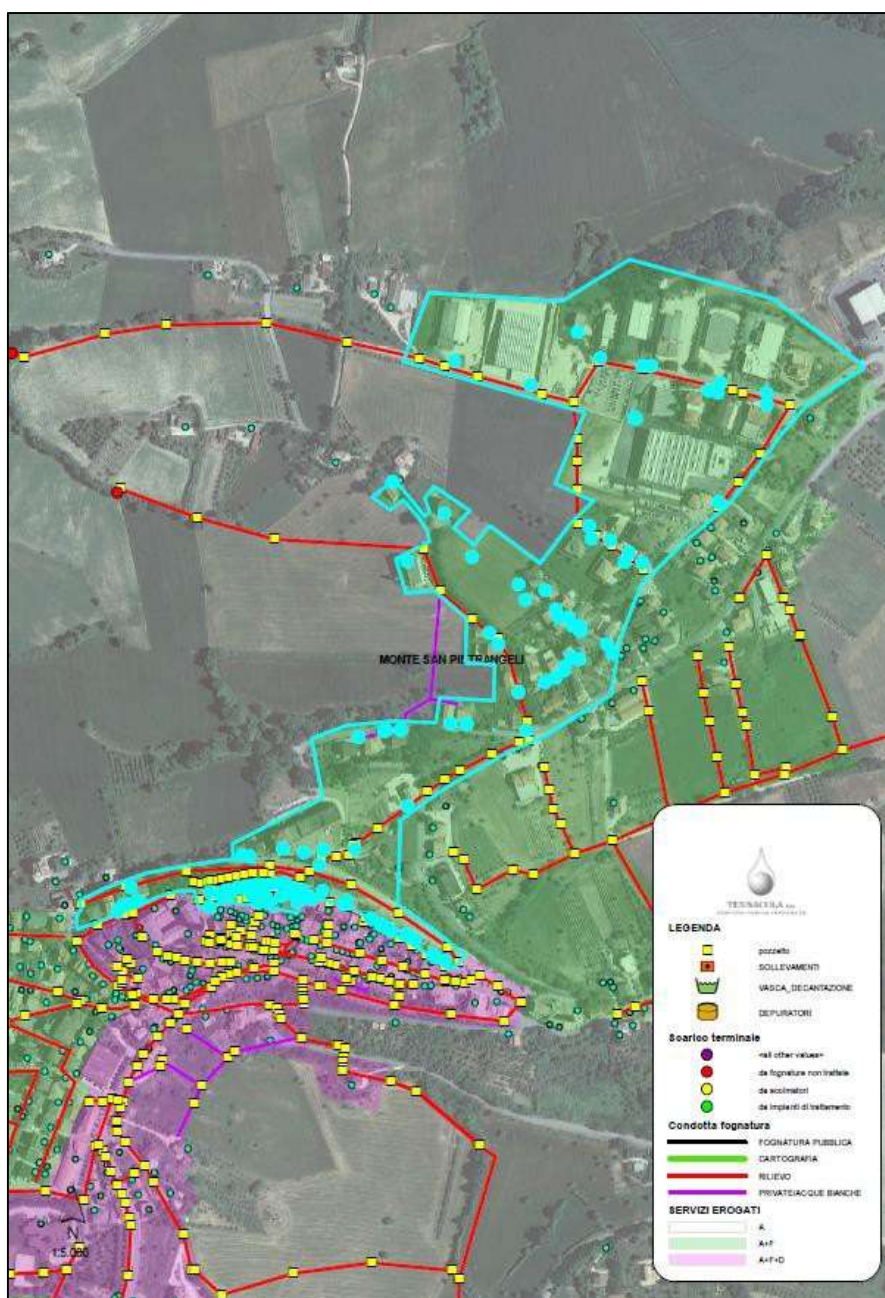
In questo modo la verifica idraulica ha riguardato solo i reflui delle portate di scarico dei centri Mogliano (VERSANTE Ete Morto – progetto da realizzarsi , Francavilla d'Ete e Monte San Pietrangeli, per il cui calcolo è risultata necessaria la conoscenza delle caratteristiche medie dei liquami caratterizzanti i centri stessi.

Per la stima delle portate delle acque nere è necessario conoscere il numero di abitanti equivalenti che scaricano a monte della sezione considerata per il progetto e, naturalmente, la dotazione d'acqua prevista per abitante (cioè la portata media giornaliera nell'anno in litri/giorno·abitante).

In funzione di ciò, sulla base della suddivisione degli abitanti residenti per Comune si è risaliti al carico gravante sul bacino interessato dal progetto, circa 2000 residenti per Mogliano, 250 residenti per Francavilla d'Ete e 450 per Monte San Pietrangeli, per un totale complessivo di circa 3.000 ab/eq considerate le caratteristiche dei centri, si è stabilita una dotazione idrica per abitante di 250 l/g·ab,

Si fa presente che nel calcolo del valore della portata nera di progetto del collettore fognario secondario “Monte San Pietrangeli” si è considerato un numero di abitanti equivalenti pari a Per la stima delle portate nere convogliate è stato considerato un numero complessivo di abitanti equivalenti pari a 2.500 (fonte dati: utenze gestionale Tennacola) così suddivisi:

COMUNE	AB/EQ
MONTE SAN PIETRANGELI	450
FRANCAVILLA D’ETE	250
MOGLIANO	1800
TOTALE	2500



Estratto planimetrico area di collettamento reflui “San Rustico” – Monte San Pietrangeli (fonte: Tennacola S.p.a.)

La portata erogata per abitante nel giorno di massimo consumo è pari alla dotazione idrica giornaliera già citata, moltiplicata per un coefficiente di punta g , al quale può essere ragionevolmente assegnato un valore dell'ordine di $1,2 \div 1,5$: valendo il coefficiente minore per grandi centri e quello maggiore per piccoli centri; nel caso specifico in relazione alle caratteristiche geografiche della zona e ai centri serviti si è assunto un valore a pari a 1,382 (riscontrabile dalla letteratura tecnica in materia).

Allo stesso modo, nell'ora di punta del giorno di massimo consumo, la portata erogata per abitante si assume pari a quella giornaliera del giorno stesso moltiplicata per un coefficiente di punta orario \square_o , che ugualmente può essere assunto pari a 1,382 (riscontrabile sempre dalla letteratura tecnica), arrivando ad un coefficiente incrementativo complessivo pari a 1,91.

Si può inoltre stimare che la frazione d'acqua che giunge alla rete di fognatura sia circa l'80-90% di quella erogata, con un coefficiente di deflusso "X" assunto pari a 0,85.

Detta d la dotazione in $l/g \cdot ab$ e N il numero di abitanti di ciascun Comune considerato, la portata media, in l/s , immessa in fognatura è pari a:

COMUNE	L/S
MOGLIANO	6.50l/s
FRANCAVILLA D'ETE	1 l/s
MONTE SAN PIETRANGELI	1.50 l/s
totale	9 l/s

La portata di punta (Q'), espressa in l/s , immessa in fognatura, considerando i coefficienti maggiorativi sopracitati, sarà di conseguenza:

COMUNE	L/S
MOGLIANO	12.42 /s
FRANCAVILLA D'ETE	1.91 l/s
MONTE SAN PIETRANGELI	2.87 l/s
totale	17.20 l/s

Ai singoli valori di portata sopra ottenuti, occorre poi sommare la corrispondente componente di acque reflue (Q'') inerente alle attività produttive caratterizzanti i Comuni citati. In attinenza ai valori giornalieri riportati a pagina 5, e all'utilizzo del coefficienti incrementativo in precedenza introdotti, si ottiene:

$Q'' = 2,15$ l/s	Mogliano
$Q'' = 0,44$ l/s	Francavilla d'Ete
$Q'' = 0,20$ l/s	Monte San Pietrangeli (ramo "a" + ramo "b")
$Q'' = 2,79$ l/s	Totale complessivo

La portata nera complessiva relativa a ciascun Comune, risulta:

$Q_{PN} = Q' + Q'' = 14,57$ l/s	Mogliano
$Q_{PN} = Q' + Q'' = 2,35$ l/s	Francavilla d'Ete
$Q_{PN} = Q' + Q'' = 3,07$ l/s	Monte San Pietrangeli (ramo "a" + ramo "b")
$Q_{PN} = Q' + Q'' = 20,00$ l/s	Totale complessivo

Considerando, in funzione del dimensionamento di progetto e della successiva verifica, un transito nei collettori fognari di progetto pari a 4 volte la portata nera complessiva calcolata, moltiplicata per un coefficiente di contemporaneità pari a 0,8, si arriva ad un valore di calcolo della portata immessa in fognatura di:

$Q_{3PN} = 4 \cdot Q_{PN} \cdot 0,8 = 53,52$ l/s	Mogliano
$Q_{3PN} = 4 \cdot Q_{PN} \cdot 0,8 = 8,96$ l/s	Francavilla d'Ete
$Q_{3PN} = 4 \cdot Q_{PN} \cdot 0,8 = 4,69$ l/s	Monte San Pietrangeli (ramo "a" + ramo "b")
$Q_{3PN} = 4 \cdot Q_{PN} \cdot 0,8 = \mathbf{67,20}$ l/s	Totale complessivo

Si fa presente che il valore di calcolo della portata immessa nel tratto "B" del collettore fognario principale (tratto compreso fra il picchetto n.28B e il picchetto n.1B - impianto di sollevamento) risulta pari a circa 65,00 l/s, in conseguenza delle portate previste dai progetti relativi al III lotto.

Sulla base delle verifiche idrauliche effettuate e dei parametri di calcolo precedentemente indicati, si è arrivati a determinare, come sinteticamente illustrato di seguito, il diametro dei collettori previsti per il II Lotto.

La restituzione numerica di tali simulazioni è disponibile nei tabulati di calcolo riportati al capitolo 3.

03 TRACCIATI DI PROGETTO

Collettore Principale – Tratto B

Il tratto di collettore principale in questione avrà una lunghezza complessiva di 1.450 ml. e sarà interamente in gres dn 400 a meno del tratto di attraversamento aereo del Fiume Ete Morto che sarà realizzato in PVC SN8 Dn 400.

Il suo percorso inizierà in corrispondenza del pozzetto di innesto del collettore secondario Francavilla (appartenente allo stesso Lotto ma descritto al successivo paragrafo 4.4.2), (picchetto n. 28B), che raccoglie i reflui del Comune di Francavilla d'Ete, e del collettore fognario principale III Lotto, oggetto di futura progettazione.

Dal pozzetto di innesto verrà effettuato un attraversamento aereo del Fiume Ete Morto per complessivi 35 ml circa, da realizzare con tubazione in PVC SN8 De400 e tubo guaina di protezione in acciaio flangiato autoportante, con due appoggi intermedi e tre campate; alle estremità dell'attraversamento saranno realizzati due manufatti di appoggio in cemento armato con soletta portante e pali di fondazione.

A protezione delle strutture portanti saranno previste opportune opere di difesa spondale (viminate).

La tubazione proseguirà fino al termine del tratto in oggetto, corrispondente all'impianto di sollevamento posto in terreno naturale.

Collettore Principale – Tratto in Pressione

La tubazione di mandata in PEAD DN250, di lunghezza pari a c.a. 202 ml, avrà inizio in corrispondenza dell'impianto di sollevamento (picchetto n.1P/1B), e terminerà in corrispondenza del pozzetto di raccordo con il collettore fognario principale di progetto Tratto A a gravità (picchetto n.10P/58A). il tratto sarà caratterizzato da una prevalenza geodetica di circa 9.00 m.

Immediatamente a valle dell'impianto di sollevamento la condotta verrà posata in sede stradale S.P. n 164; successivamente verrà attraversato il fiume Ete Morto con sistema autoportante per complessivi 16 ml; dopo aver attraversato la strada provinciale la condotta verrà posata in terreno naturale fino al pozzetto di raccordo.

La profondità di ricoprimento della tubazione varierà da un minimo pari a 1,00 m in corrispondenza della percorrenza su strada e di 1,2 m in terreno naturale.

In corrispondenza del pozzetto finale di raccordo verranno immessi anche i reflui relativi al ramo secondario Monte San Pietrangeli.

Collettore Principale – Tratto A

Il tratto di collettore principale in questione avrà una lunghezza complessiva di 1.688 ml. e sarà interamente in gres dn 400 mm, a meno del tratto di attraversamento aereo di un fossato minore affluente del Fiume Ete Morto che sarà realizzato in PVC SN8 dn 400.

Il suo percorso inizierà in corrispondenza del pozzetto di salto (picchetto n. 58A/10P/1a) ove confluiscono i reflui del ramo secondario Monte San Pietrangeli e del tratto in pressione del collettore principale.

Data la particolare conformazione orografica del terreno, a partire dal picchetto n. 24A fino al picchetto n. 17A la tubazione verrà ancorata su una struttura portante costituita da una serie di pali trivellati in CLS armato con diametro Ø 50 e profondità di infissione di c.a. 10 m.

Data la particolare topografia del terreno e la presenza di una infrastruttura viaria (SP72 Rapagnanese) occorrerà attraversare un corso d'acqua minore affluente dell'Ete Morto e la Strada Provinciale adiacente. Al fine di garantire la pendenza minima del 2‰ e ridurre al contempo la campata dell'attraversamento aereo, sarà necessario realizzare una presso-trivellazione al disotto della Strada Provinciale ad una profondità dal piano viabile di 4 metri; questo comporterà la realizzazione di adeguate nicchie di spinta e di arrivo e l'utilizzo di un tubo guaina di contenimento in acciaio DN650.

Per quanto riguarda invece l'attraversamento aereo del fossato posto a monte della Strada Provinciale, questo sarà realizzato con tubazione in PVC SN8 dn 400 e tubo guaina in acciaio DN650 autoportante, per uno sviluppo complessivo di circa 18,70.

Collettore Secondario Francavilla d'Ete

Il tratto del ramo secondario in questione avrà una lunghezza complessiva di 1.271 ml. e sarà interamente in PVC-U SN8 di diametro esterno 315 mm.

Collettore Secondario Monte San Pietrangeli

Il tratto del ramo secondario in questione avrà una lunghezza complessiva di 1.286 ml, suddiviso in un tratto (a) di lunghezza 1.064 ml e un tratto (b) di lunghezza 222 ml., e sarà interamente in PVC-U SN8 di dn 315 mm.

Tale suddivisione deriva dalla necessità di intercettare due scarichi esistenti, posti nel versante a Nord

del centro abitato di Monte San Pietrangeli, in C.da Farone, da realizzare mediante raccordi al reticolo fognario esistente a monte degli scarichi stessi.

Per quanto riguarda il tratto (a) il tracciato avrà inizio in corrispondenza di un pozzetto esistente posto nelle immediate vicinanze del primo scarico (picchetto n.29a) a quota terreno 137,50 m.s.l.m., nel quale il piano di scorrimento si trova a -2,70 m rispetto al piano campagna.

In corrispondenza del picchetto 21a, a quota 89,264 m.s.l.m, è previsto un attraversamento in subalveo di un fossato minore, mediante scavo a cielo aperto e inserimento in tubo guaina in acciaio DN 450, per complessivi 13,50 ml.

Al termine dell'attraversamento in subalveo verrà realizzato un pozzetto nel quale confluiranno i reflui trasportati dal tratto (b).

Quest'ultimo avrà inizio in corrispondenza di un pozzetto esistente posto nelle immediate vicinanze del secondo scarico (picchetto n.6b) a quota terreno 107,950 m.s.l.m., nel quale il piano di scorrimento si trova a -2,50 m rispetto al piano campagna.

Per maggiori dettagli riguardanti il tracciato dei collettori fognari di progetto, la posizione dell'impianto di sollevamento, si rimanda alla consultazione degli elaborati progettuali

04 PARAMETRI IDRAULICI

I parametri idraulici considerati nelle verifiche idrauliche sono stati i seguenti:

- ✓ *Abitanti equivalenti*: esprime il numero di abitanti equivalenti associabili al nodo;
- ✓ *Dotazione idrica giornaliera*: associata ad ogni utente;
- ✓ *Coefficiente di dispersione* che tiene conto dell'aliquota di dotazione idrica che non raggiunge la fogna;
- ✓ *Coefficiente di restituzione* che rappresenta l'aliquota di dotazione idrica che raggiunge la fogna;
- ✓ *Coefficiente di punta*: coefficiente che rappresenta il rapporto tra la portata dell'ora considerata per il calcolo
e la portata media giornaliera;
- ✓ *Lunghezza dei singoli tratti di collettore con caratteristiche omogenee*;
- ✓ *Pendenza dei singoli tratti di collettore* calcolato sulla base dei valori delle quote assegnate ai nodi estremi;
- ✓ *Sezione di calcolo*: serve a determinare, nei tratti verificati, la portata al colmo ed il corrispondente grado di riempimento;
- ✓ *Grado di riempimento*: serve per fissare un grado di riempimento massimo a cui può arrivare la corrente nella sezione di calcolo in oggetto;
- ✓ *Tipo di sezione*: nel caso di progetto sono state trattate sezioni chiuse che comprendono le sezioni circolari, ovoidali, a bocca normale, circolare con cunetta e ovoidale con cunetta.

A livello di risultati, per quanto riguarda le portate nere, si è optato per dare risalto idraulicamente alle seguenti grandezze:

- ✓ Portata;
- ✓ Grado di riempimento;
- ✓ Numero di Froude;
- ✓ Velocità critica;
- ✓ Altezza critica;
- ✓ Pendenza critica;
- ✓ Velocità.

05 TABULATI DI CALCOLO COLLETTORI FOGNARI

Tabulati di calcolo collettore fognario principale (tratto A)

Dati di progetto

Nodi

Report di Eraclito



Nome Elemento	Coord. X m	Coord. Y m	Quota m	Coord. X Schema m	Coord. Y Schema m	Quota Schema m
P-1A	2405563.21	4784872.10	62.77	2405563.21	4784872.10	62.77
P-2A	2405547.51	4784867.38	62.80	2405547.51	4784867.38	62.80
P-3A	2405541.46	4784865.92	62.81	2405541.46	4784865.92	62.81
P-4A	2405528.43	4784859.88	62.84	2405528.43	4784859.88	62.84
P-5A	2405513.54	4784856.49	62.87	2405513.54	4784856.49	62.87
P-6A	2405495.40	4784852.03	62.91	2405495.40	4784852.03	62.91
P-7A	2405449.93	4784863.14	63.00	2405449.93	4784863.14	63.00
P-8A	2405403.27	4784870.34	63.09	2405403.27	4784870.34	63.09
P-9A	2405347.77	4784853.53	63.20	2405347.77	4784853.53	63.20
P-10A	2405330.95	4784835.26	63.25	2405330.95	4784835.26	63.25
P-11A	2405300.11	4784785.07	63.37	2405300.11	4784785.07	63.37
P-12A	2405283.52	4784763.50	63.42	2405283.52	4784763.50	63.42
P-13A	2405255.46	4784736.65	63.49	2405255.46	4784736.65	63.49
P-14A	2405234.79	4784711.00	63.56	2405234.79	4784711.00	63.56
P-15A	2405213.13	4784691.31	63.61	2405213.13	4784691.31	63.61
P-16A	2405197.95	4784673.00	63.63	2405197.95	4784673.00	63.63
P-17A	2405185.64	4784656.78	63.70	2405185.64	4784656.78	63.70
P-18A	2405176.93	4784651.21	63.72	2405176.93	4784651.21	63.72
P-19A	2405148.88	4784632.34	63.79	2405148.88	4784632.34	63.79
P-20A	2405139.79	4784626.42	63.81	2405139.79	4784626.42	63.81
P-21A	2405115.98	4784610.93	63.86	2405115.98	4784610.93	63.86
P-22A	2405104.57	4784590.09	63.91	2405104.57	4784590.09	63.91
P-23A	2405095.14	4784569.50	63.95	2405095.14	4784569.50	63.95
P-24A	2405062.63	4784556.59	64.02	2405062.63	4784556.59	64.02
P-25A	2405027.20	4784556.08	64.09	2405027.20	4784556.08	64.09
P-26A	2404973.15	4784569.76	64.20	2404973.15	4784569.76	64.20
P-27A	2404947.03	4784555.78	64.25	2404947.03	4784555.78	64.25
P-28A	2404935.58	4784546.60	64.28	2404935.58	4784546.60	64.28
P-29A	2404923.23	4784531.63	64.32	2404923.23	4784531.63	64.32
P-30A	2404873.56	4784485.78	64.45	2404873.56	4784485.78	64.45
P-31A	2404860.74	4784479.86	64.47	2404860.74	4784479.86	64.47
P-32A	2404826.51	4784459.79	64.55	2404826.51	4784459.79	64.55
P-33A	2404786.15	4784443.31	64.64	2404786.15	4784443.31	64.64
P-34A	2404765.60	4784437.18	64.68	2404765.60	4784437.18	64.68
P-35A	2404750.46	4784425.30	64.72	2404750.46	4784425.30	64.72
P-36A	2404733.18	4784415.78	64.75	2404733.18	4784415.78	64.75
P-37A	2404726.31	4784411.53	64.77	2404726.31	4784411.53	64.77
P-38A	2404695.73	4784409.52	65.60	2404695.73	4784409.52	65.60
P-39A	2404665.62	4784405.27	66.26	2404665.62	4784405.27	66.26
P-40A	2404642.03	4784386.53	66.32	2404642.03	4784386.53	66.32
P-41A	2404604.67	4784376.36	66.39	2404604.67	4784376.36	66.39
P-42A	2404593.57	4784359.93	67.03	2404593.57	4784359.93	67.03
P-43A	2404576.75	4784332.61	68.64	2404576.75	4784332.61	68.64
P-44A	2404561.35	4784310.14	69.41	2404561.35	4784310.14	69.41
P-45A	2404546.39	4784285.47	69.98	2404546.39	4784285.47	69.98
P-46A	2404512.63	4784262.27	70.06	2404512.63	4784262.27	70.06
P-47A	2404481.45	4784246.19	70.21	2404481.45	4784246.19	70.21
P-48A	2404449.84	4784213.07	70.21	2404449.84	4784213.07	70.21

Nodi

Report di Eraclito



Nome Elemento	Coord. X m	Coord. Y m	Quota m	Coord. X Schema m	Coord. Y Schema m	Quota Schema m
P-49A	2404424.23	4784193.34	70.28	2404424.23	4784193.34	70.28
P-50A	2404405.23	4784175.72	70.33	2404405.23	4784175.72	70.33
P-51A	2404387.82	4784161.90	70.37	2404387.82	4784161.90	70.37
P-52A	2404382.63	4784156.97	70.38	2404382.63	4784156.97	70.38
P-53A	2404349.73	4784154.91	70.44	2404349.73	4784154.91	70.44
P-54A	2404324.81	4784164.44	70.50	2404324.81	4784164.44	70.50
P-55A	2404278.49	4784161.13	70.59	2404278.49	4784161.13	70.59
P-56A	2404240.87	4784149.51	70.66	2404240.87	4784149.51	70.66
P-57A	2404206.90	4784138.14	70.73	2404206.90	4784138.14	70.73
P-58A	2404185.03	4784127.85	70.78	2404185.03	4784127.85	70.78



Segmenti

Report di Eraclito

Nome Elemento	Sezione	Nome del Nodo Iniziale	Nome del Nodo Finale
T1	Chiusa	P-1A	P-2A
T2	Chiusa	P-2A	P-3A
T3	Chiusa	P-3A	P-4A
T4	Chiusa	P-4A	P-5A
T5	Chiusa	P-5A	P-6A
T6	Chiusa	P-6A	P-7A
T7	Chiusa	P-7A	P-8A
T8	Chiusa	P-8A	P-9A
T9	Chiusa	P-9A	P-10A
T10	Chiusa	P-10A	P-11A
T11	Chiusa	P-11A	P-12A
T12	Chiusa	P-12A	P-13A
T13	Chiusa	P-13A	P-14A
T14	Chiusa	P-14A	P-15A
T15	Chiusa	P-15A	P-16A
T16	Chiusa	P-16A	P-17A
T17	Chiusa	P-17A	P-18A
T18	Chiusa	P-18A	P-19A
T19	Chiusa	P-19A	P-20A
T20	Chiusa	P-20A	P-21A
T21	Chiusa	P-21A	P-22A
T22	Chiusa	P-22A	P-23A
T23	Chiusa	P-23A	P-24A
T24	Chiusa	P-24A	P-25A
T25	Chiusa	P-25A	P-26A
T26	Chiusa	P-26A	P-27A
T27	Chiusa	P-27A	P-28A
T28	Chiusa	P-28A	P-29A
T29	Chiusa	P-29A	P-30A
T30	Chiusa	P-30A	P-31A
T31	Chiusa	P-31A	P-32A
T32	Chiusa	P-32A	P-33A
T33	Chiusa	P-33A	P-34A
T34	Chiusa	P-34A	P-35A
T35	Chiusa	P-35A	P-36A
T36	Chiusa	P-36A	P-37A
T37	Chiusa	P-37A	P-38A
T38	Chiusa	P-38A	P-39A
T39	Chiusa	P-39A	P-40A
T40	Chiusa	P-40A	P-41A
T41	Chiusa	P-41A	P-42A
T42	Chiusa	P-42A	P-43A
T43	Chiusa	P-43A	P-44A
T44	Chiusa	P-44A	P-45A
T45	Chiusa	P-45A	P-46A
T46	Chiusa	P-46A	P-47A

Segmenti

Report di Eraclito



Nome Elemento	Sezione	Nome del Nodo Iniziale	Nome del Nodo Finale
T47	Chiusa	P-47A	P-48A
T48	Chiusa	P-48A	P-49A
T49	Chiusa	P-49A	P-50A
T50	Chiusa	P-50A	P-51A
T51	Chiusa	P-51A	P-52A
T52	Chiusa	P-52A	P-53A
T53	Chiusa	P-53A	P-54A
T54	Chiusa	P-54A	P-55A
T55	Chiusa	P-55A	P-56A
T56	Chiusa	P-56A	P-57A
T57	Chiusa	P-57A	P-58A

Topologia segmenti di progetto



Parametri Idraulici nei Segmenti con sezione Chiusa

Nome Elemento	Lunghezza m	Pendenza	% Riempimento	Formula	Tipo Scabrezza	Scabrezza	Forma Sezione	Raggio Sezione m
T1	14.10	0.00	0.70	Strickler	Corrente	100.000	Circolare	0.23
T2	8.00	0.00	0.70	Strickler	Corrente	100.000	Circolare	0.23
T3	14.30	0.00	0.70	Strickler	Corrente	100.000	Circolare	0.23
T4	15.40	0.00	0.70	Strickler	Corrente	100.000	Circolare	0.23
T5	18.70	0.00	0.70	Strickler	Corrente	100.000	Circolare	0.23
T6	46.80	0.00	0.70	Strickler	Corrente	100.000	Circolare	0.23
T7	47.00	0.00	0.70	Strickler	Corrente	100.000	Circolare	0.23
T8	58.50	0.00	0.70	Strickler	Corrente	100.000	Circolare	0.23
T9	24.55	0.00	0.70	Strickler	Corrente	100.000	Circolare	0.23
T10	58.55	0.00	0.70	Strickler	Corrente	100.000	Circolare	0.23
T11	27.10	0.00	0.70	Strickler	Corrente	100.000	Circolare	0.23
T12	39.10	0.00	0.70	Strickler	Corrente	100.000	Circolare	0.23
T13	32.85	0.00	0.70	Strickler	Corrente	100.000	Circolare	0.23
T14	28.85	0.00	0.70	Strickler	Corrente	100.000	Circolare	0.23
T15	24.85	0.00	0.70	Strickler	Corrente	100.000	Circolare	0.23
T16	19.85	0.00	0.70	Strickler	Corrente	100.000	Circolare	0.23
T17	10.15	0.00	0.70	Strickler	Corrente	100.000	Circolare	0.23
T18	33.75	0.00	0.70	Strickler	Corrente	100.000	Circolare	0.23
T19	11.05	0.00	0.70	Strickler	Corrente	100.000	Circolare	0.23
T20	28.00	0.00	0.70	Strickler	Corrente	100.000	Circolare	0.23
T21	23.90	0.00	0.70	Strickler	Corrente	100.000	Circolare	0.23
T22	22.80	0.00	0.70	Strickler	Corrente	100.000	Circolare	0.23
T23	35.00	0.00	0.70	Strickler	Corrente	100.000	Circolare	0.23
T24	35.25	0.00	0.70	Strickler	Corrente	100.000	Circolare	0.23
T25	55.55	0.00	0.70	Strickler	Corrente	100.000	Circolare	0.23
T26	28.30	0.00	0.70	Strickler	Corrente	100.000	Circolare	0.23
T27	14.25	0.00	0.70	Strickler	Corrente	100.000	Circolare	0.23
T28	20.00	0.00	0.70	Strickler	Corrente	100.000	Circolare	0.23
T29	56.60	0.00	0.70	Strickler	Corrente	100.000	Circolare	0.23
T30	13.70	0.00	0.70	Strickler	Corrente	100.000	Circolare	0.23
T31	40.30	0.00	0.70	Strickler	Corrente	100.000	Circolare	0.23



Parametri Idraulici nei Segmenti con sezione Chiusa

Nome Elemento	Lunghezza m	Pendenza	% Rimpimento	Formula	Tipo Scabrezza	Scabrezza	Forma Sezione	Raggio Sezione m
T32	43.40	0.00	0.70	Strickler	Corrente	100.000	Circolare	0.23
T33	21.65	0.00	0.70	Strickler	Corrente	100.000	Circolare	0.23
T34	18.80	0.00	0.70	Strickler	Corrente	100.000	Circolare	0.23
T35	19.90	0.00	0.70	Strickler	Corrente	100.000	Circolare	0.23
T36	8.00	0.00	0.70	Strickler	Corrente	100.000	Circolare	0.23
T37	35.80	0.02	0.70	Strickler	Corrente	100.000	Circolare	0.23
T38	30.65	0.00	0.70	Strickler	Corrente	100.000	Circolare	0.23
T39	30.35	0.00	0.70	Strickler	Corrente	100.000	Circolare	0.23
T40	38.30	0.00	0.70	Strickler	Corrente	100.000	Circolare	0.23
T41	19.30	0.02	0.70	Strickler	Corrente	100.000	Circolare	0.23
T42	32.20	0.03	0.70	Strickler	Corrente	100.000	Circolare	0.23
T43	27.65	0.03	0.70	Strickler	Corrente	100.000	Circolare	0.23
T44	29.05	0.02	0.70	Strickler	Corrente	100.000	Circolare	0.23
T45	41.05	0.00	0.70	Strickler	Corrente	100.000	Circolare	0.23
T46	34.40	0.00	0.70	Strickler	Corrente	100.000	Circolare	0.23
T47	46.10	0.00	0.70	Strickler	Corrente	100.000	Circolare	0.23
T48	32.65	0.00	0.70	Strickler	Corrente	100.000	Circolare	0.23
T49	26.00	0.00	0.70	Strickler	Corrente	100.000	Circolare	0.23
T50	22.20	0.00	0.70	Strickler	Corrente	100.000	Circolare	0.23
T51	6.75	0.00	0.70	Strickler	Corrente	100.000	Circolare	0.23
T52	32.80	0.00	0.70	Strickler	Corrente	100.000	Circolare	0.23
T53	26.21	0.00	0.70	Strickler	Corrente	100.000	Circolare	0.23
T54	46.85	0.00	0.70	Strickler	Corrente	100.000	Circolare	0.23
T55	39.45	0.00	0.70	Strickler	Corrente	100.000	Circolare	0.23
T56	35.60	0.00	0.70	Strickler	Corrente	100.000	Circolare	0.23
T57	25.40	0.00	0.70	Strickler	Corrente	100.000	Circolare	0.23

Parametri idraulici segmenti con sezione chiusa

06 RISULTATI VERIFICHE IDRAULICHE

Risultati delle Portate Nere sui Segmenti

Report di Eraclito



Nome Elemento	Portata Vs	% Riempimento	Num. Froude	Altezza Critica m	Pendenza Critica	Velocità Critica m/s	Velocità m/s
T1	105.92	0.55	0.77	0.22	0.00	1.31	1.11
T2	105.92	0.55	0.77	0.22	0.00	1.31	1.11
T3	105.92	0.55	0.77	0.22	0.00	1.31	1.11
T4	105.92	0.55	0.77	0.22	0.00	1.31	1.11
T5	105.92	0.55	0.77	0.22	0.00	1.31	1.11
T6	105.92	0.55	0.77	0.22	0.00	1.31	1.11
T7	105.92	0.55	0.77	0.22	0.00	1.31	1.11
T8	105.92	0.55	0.77	0.22	0.00	1.31	1.11
T9	105.92	0.55	0.77	0.22	0.00	1.31	1.11
T10	105.92	0.55	0.77	0.22	0.00	1.31	1.11
T11	105.92	0.55	0.77	0.22	0.00	1.31	1.11
T12	105.92	0.55	0.77	0.22	0.00	1.31	1.11
T13	105.92	0.55	0.77	0.22	0.00	1.31	1.11
T14	105.92	0.55	0.77	0.22	0.00	1.31	1.11
T15	105.92	0.55	0.77	0.22	0.00	1.31	1.11
T16	105.92	0.55	0.77	0.22	0.00	1.31	1.11
T17	105.92	0.55	0.77	0.22	0.00	1.31	1.11
T18	105.92	0.55	0.77	0.22	0.00	1.31	1.11
T19	105.92	0.55	0.77	0.22	0.00	1.31	1.11
T20	105.92	0.55	0.77	0.22	0.00	1.31	1.11
T21	105.92	0.55	0.77	0.22	0.00	1.31	1.11
T22	105.92	0.55	0.77	0.22	0.00	1.31	1.11
T23	105.92	0.55	0.77	0.22	0.00	1.31	1.11
T24	105.92	0.55	0.77	0.22	0.00	1.31	1.11
T25	105.92	0.55	0.77	0.22	0.00	1.31	1.11
T26	105.92	0.55	0.77	0.22	0.00	1.31	1.11
T27	105.92	0.55	0.77	0.22	0.00	1.31	1.11
T28	105.92	0.55	0.77	0.22	0.00	1.31	1.11
T29	105.92	0.55	0.77	0.22	0.00	1.31	1.11
T30	105.92	0.55	0.77	0.22	0.00	1.31	1.11
T31	105.92	0.55	0.77	0.22	0.00	1.31	1.11
T32	105.92	0.55	0.77	0.22	0.00	1.31	1.11
T33	105.92	0.55	0.77	0.22	0.00	1.31	1.11
T34	105.92	0.55	0.77	0.22	0.00	1.31	1.11
T35	105.92	0.55	0.77	0.22	0.00	1.31	1.11
T36	105.92	0.55	0.77	0.22	0.00	1.31	1.11
T37	105.92	0.28	2.83	0.22	0.00	1.31	2.71
T38	105.92	0.55	0.77	0.22	0.00	1.31	1.11
T39	105.92	0.55	0.77	0.22	0.00	1.31	1.11
T40	105.92	0.55	0.77	0.22	0.00	1.31	1.11
T41	105.92	0.28	2.87	0.22	0.00	1.31	2.74
T42	105.92	0.26	3.30	0.22	0.00	1.31	3.03
T43	105.92	0.27	3.09	0.22	0.00	1.31	2.89
T44	105.92	0.30	2.60	0.22	0.00	1.31	2.55
T45	105.92	0.55	0.77	0.22	0.00	1.31	1.11
T46	105.92	0.55	0.77	0.22	0.00	1.31	1.11
T47	105.92	0.55	0.77	0.22	0.00	1.31	1.11
T48	105.92	0.55	0.77	0.22	0.00	1.31	1.11
T49	105.92	0.55	0.77	0.22	0.00	1.31	1.11
T50	105.92	0.55	0.77	0.22	0.00	1.31	1.11
T51	105.92	0.55	0.77	0.22	0.00	1.31	1.11
T52	105.92	0.55	0.77	0.22	0.00	1.31	1.11
T53	105.92	0.55	0.77	0.22	0.00	1.31	1.11
T54	105.92	0.55	0.77	0.22	0.00	1.31	1.11

Risultati delle Portate Nere sui Segmenti

Report di Eraclito



Nome Elemento	Portata l/s	% Riempimento	Num. Froude	Altezza Critica m	Pendenza Critica	Velocità Critica m/s	Velocità m/s
T55	105.92	0.55	0.77	0.22	0.00	1.31	1.11
T56	105.92	0.55	0.77	0.22	0.00	1.31	1.11
T57	105.92	0.55	0.77	0.22	0.00	1.31	1.11

Pagina 2

Risultati portate nere sui segmenti

Dall'analisi dei risultati relativi alle portate nere sui segmenti, si può osservare che i valori di velocità del refluo rientrano nei limiti imposti dalla normativa vigente: $0,5 \leq V \leq 4$ m/s. Il valore massimo registrato (tronco T42) è risultato pari a 3,03 m/s, mentre il valore minimo è risultato pari a 1,11 m/s riscontrato nella maggior parte dei tronchi del collettore fognario a pendenza pari al 2%. Non si registrano valori del grado di riempimento superiori al valore massimo imposto (70% della sezione liquida della condotta).

07 TABULATI DI CALCOLO COLLETTORE FOGNARIO PRINCIPALE (TRATTO B)

Dati di progetto

Nodi

Report di Eraclito



Nome Elemento	Coord. X m	Coord. Y m	Quota m	Coord. X Schema m	Coord. Y Schema m	Quota Schema m
P-1B	2404018.14	4784216.81	61.26	2404018.14	4784216.81	61.26
P-2B	2403976.13	4784191.40	61.36	2403976.13	4784191.40	61.36
P-3B	2403933.50	4784154.65	61.48	2403933.50	4784154.65	61.48
P-4B	2403895.97	4784082.82	61.64	2403895.97	4784082.82	61.64
P-5B	2403863.07	4784024.92	62.26	2403863.07	4784024.92	62.26
P-6B	2403847.87	4784011.34	62.44	2403847.87	4784011.34	62.44
P-7B	2403762.04	4783975.98	62.77	2403762.04	4783975.98	62.77
P-8B	2403720.25	4783982.15	62.89	2403720.25	4783982.15	62.89
P-9B	2403683.70	4783988.66	63.02	2403683.70	4783988.66	63.02
P-10B	2403635.75	4783997.90	63.66	2403635.75	4783997.90	63.66
P-11B	2403591.08	4784005.18	63.78	2403591.08	4784005.18	63.78
P-12B	2403560.28	4784010.08	64.69	2403560.28	4784010.08	64.69
P-13B	2403536.62	4784014.28	65.51	2403536.62	4784014.28	65.51
P-14B	2403487.68	4784018.20	66.27	2403487.68	4784018.20	66.27
P-15B	2403456.10	4784021.14	66.32	2403456.10	4784021.14	66.32
P-16B	2403375.59	4784028.49	66.49	2403375.59	4784028.49	66.49
P-17B	2403321.13	4784044.24	66.61	2403321.13	4784044.24	66.61
P-18B	2403244.61	4784033.95	66.76	2403244.61	4784033.95	66.76
P-19B	2403201.97	4784011.62	66.86	2403201.97	4784011.62	66.86
P-20B	2403156.40	4783949.87	67.01	2403156.40	4783949.87	67.01
P-21B	2403111.17	4783913.19	67.13	2403111.17	4783913.19	67.13
P-22B	2403060.76	4783881.61	67.25	2403060.76	4783881.61	67.25
P-23B	2402971.99	4783883.99	67.43	2402971.99	4783883.99	67.43
P-24B	2402892.60	4783910.88	67.60	2402892.60	4783910.88	67.60
P-25B	2402860.26	4783920.68	67.67	2402860.26	4783920.68	67.67
P-26B	2402814.54	4783924.25	67.77	2402814.54	4783924.25	67.77
P-27B	2402795.36	4783902.90	67.82	2402795.36	4783902.90	67.82
P-28B	2402771.28	4783877.06	68.79	2402771.28	4783877.06	68.79

Segmenti

Report di Eraclito



Nome Elemento	Sezione	Nome del Nodo Iniziale	Nome del Nodo Finale
T1	Chiusa	P-1B	P-2B
T2	Chiusa	P-2B	P-3B
T3	Chiusa	P-3B	P-4B
T4	Chiusa	P-4B	P-5B
T5	Chiusa	P-5B	P-6B
T6	Chiusa	P-6B	P-7B
T7	Chiusa	P-7B	P-8B
T8	Chiusa	P-8B	P-9B
T9	Chiusa	P-9B	P-10B
T10	Chiusa	P-10B	P-11B
T11	Chiusa	P-11B	P-12B
T12	Chiusa	P-12B	P-13B
T13	Chiusa	P-13B	P-14B
T14	Chiusa	P-14B	P-15B
T15	Chiusa	P-15B	P-16B
T16	Chiusa	P-16B	P-17B
T17	Chiusa	P-17B	P-18B
T18	Chiusa	P-18B	P-19B
T19	Chiusa	P-19B	P-20B
T20	Chiusa	P-20B	P-21B
T21	Chiusa	P-21B	P-22B
T22	Chiusa	P-22B	P-23B
T23	Chiusa	P-23B	P-24B
T24	Chiusa	P-24B	P-25B
T25	Chiusa	P-25B	P-26B
T26	Chiusa	P-26B	P-27B
T27	Chiusa	P-27B	P-28B



Parametri Idraulici nei Segmenti con sezione Chiusa

Nome Elemento	Lunghezza m	Pendenza	% Riempimento	Formula	Tipo Scabrezza	Scabrezza	Forma Sezione	Raggio Sezione m
T1	50.00	0.00	0.70	Strickler	Corrente	100.000	Circolare	0.23
T2	56.40	0.00	0.70	Strickler	Corrente	100.000	Circolare	0.23
T3	81.10	0.00	0.70	Strickler	Corrente	100.000	Circolare	0.23
T4	66.20	0.01	0.70	Strickler	Corrente	100.000	Circolare	0.23
T5	20.50	0.01	0.70	Strickler	Corrente	100.000	Circolare	0.23
T6	92.50	0.00	0.70	Strickler	Corrente	100.000	Circolare	0.23
T7	42.40	0.00	0.70	Strickler	Corrente	100.000	Circolare	0.23
T8	36.40	0.00	0.70	Strickler	Corrente	100.000	Circolare	0.23
T9	49.50	0.01	0.70	Strickler	Corrente	100.000	Circolare	0.23
T10	45.00	0.00	0.70	Strickler	Corrente	100.000	Circolare	0.23
T11	31.20	0.03	0.70	Strickler	Corrente	100.000	Circolare	0.23
T12	23.50	0.04	0.70	Strickler	Corrente	100.000	Circolare	0.23
T13	48.95	0.00	0.70	Strickler	Corrente	100.000	Circolare	0.23
T14	32.00	0.00	0.70	Strickler	Corrente	100.000	Circolare	0.23
T15	80.95	0.00	0.70	Strickler	Corrente	100.000	Circolare	0.23
T16	56.85	0.00	0.70	Strickler	Corrente	100.000	Circolare	0.23
T17	77.25	0.00	0.70	Strickler	Corrente	100.000	Circolare	0.23
T18	48.15	0.00	0.70	Strickler	Corrente	100.000	Circolare	0.23
T19	76.90	0.00	0.70	Strickler	Corrente	100.000	Circolare	0.23
T20	57.80	0.00	0.70	Strickler	Corrente	100.000	Circolare	0.23
T21	59.80	0.00	0.70	Strickler	Corrente	100.000	Circolare	0.23
T22	88.75	0.00	0.70	Strickler	Corrente	100.000	Circolare	0.23
T23	84.00	0.00	0.70	Strickler	Corrente	100.000	Circolare	0.23
T24	33.80	0.00	0.70	Strickler	Corrente	100.000	Circolare	0.23
T25	46.10	0.00	0.70	Strickler	Corrente	100.000	Circolare	0.23
T26	28.50	0.00	0.70	Strickler	Corrente	100.000	Circolare	0.23
T27	35.15	0.00	0.70	Strickler	Corrente	100.000	Circolare	0.19

Topologia segmenti di progetto

Parametri idraulici segmenti con sezione chiusa



Risultati delle Portate Nere sui Segmenti

Report di Eraclito

Nome Elemento	Portata l/s	% Riempimento	Num. Froude	Altezza Critica m	Pendenza Critica	Velocità Critica m/s	Velocità m/s
T1	100.71	0.54	0.77	0.22	0.00	1.29	1.09
T2	100.71	0.53	0.80	0.22	0.00	1.29	1.11
T3	100.71	0.54	0.78	0.22	0.00	1.29	1.09
T4	100.71	0.35	1.79	0.22	0.00	1.29	1.93
T5	100.71	0.35	1.76	0.22	0.00	1.29	1.90
T6	100.71	0.46	1.07	0.22	0.00	1.29	1.35
T7	100.71	0.47	0.99	0.22	0.00	1.29	1.28
T8	100.71	0.46	1.04	0.22	0.00	1.29	1.32
T9	100.71	0.32	2.11	0.22	0.00	1.29	2.17
T10	100.71	0.49	0.92	0.22	0.00	1.29	1.22
T11	100.71	0.26	3.17	0.22	0.00	1.29	2.90
T12	100.71	0.25	3.47	0.22	0.00	1.29	3.10
T13	100.71	0.54	0.78	0.22	0.00	1.29	1.09
T14	100.71	0.54	0.78	0.22	0.00	1.29	1.09
T15	100.71	0.54	0.78	0.22	0.00	1.29	1.09
T16	100.71	0.54	0.78	0.22	0.00	1.29	1.09
T17	100.71	0.54	0.78	0.22	0.00	1.29	1.09
T18	100.71	0.54	0.78	0.22	0.00	1.29	1.09
T19	100.71	0.54	0.78	0.22	0.00	1.29	1.09
T20	100.71	0.54	0.78	0.22	0.00	1.29	1.09
T21	100.71	0.54	0.78	0.22	0.00	1.29	1.09
T22	100.71	0.54	0.78	0.22	0.00	1.29	1.09
T23	100.71	0.54	0.78	0.22	0.00	1.29	1.09
T24	100.71	0.54	0.78	0.22	0.00	1.29	1.09
T25	100.71	0.54	0.78	0.22	0.00	1.29	1.09
T26	100.71	0.54	0.78	0.22	0.00	1.29	1.09
T27	100.71	0.64	0.94	0.23	0.00	1.39	1.34

Risultati portate nere sui segmenti

Dall'analisi dei risultati relativi alle portate nere sui segmenti, si può osservare che i valori di velocità del refluo rientrano nei limiti imposti dalla normativa vigente: $0,5 \leq V \leq 4$ m/s. Il valore massimo registrato (tronco T12) è risultato pari a 3,10 m/s, mentre il valore minimo (tronchi T1, T3, T13, T14, T15, T16, T17, T18, T19, T20, T21, T22, T23, T24, T25, T26) è risultato pari a 1,09 m/s. Non si registrano valori del grado di riempimento superiori al valore massimo imposto (70% della sezione liquida della condotta).

**09 TABULATI DI CALCOLO COLLETTORE FOGNARIO SECONDARIO
FRANCAVILLA D'ETE**

Dati di progetto

Nodi

Report di Eraclito



Nome Elemento	Coord. X m	Coord. Y m	Quota m	Coord. X Schema m	Coord. Y Schema m	Quota Schema m
P-39F	2401897.32	4783159.83	105.81	2401897.32	4783159.83	105.81
P-38F	2401916.57	4783159.40	102.39	2401916.57	4783159.40	102.39
P-37F	2401952.63	4783132.21	98.19	2401952.63	4783132.21	98.19
P-36F	2401976.21	4783134.08	97.84	2401976.21	4783134.08	97.84
P-35F	2401998.82	4783142.97	97.11	2401998.82	4783142.97	97.11
P-34F	2402010.02	4783147.56	97.01	2402010.02	4783147.56	97.01
P-33F	2402061.46	4783186.72	89.84	2402061.46	4783186.72	89.84
P-32F	2402087.26	4783213.36	88.30	2402087.26	4783213.36	88.30
P-31F	2402091.44	4783233.66	88.19	2402091.44	4783233.66	88.19
P-30F	2402095.99	4783281.97	87.95	2402095.99	4783281.97	87.95
P-29F	2402104.91	4783309.32	87.82	2402104.91	4783309.32	87.82
P-28F	2402122.38	4783318.58	87.71	2402122.38	4783318.58	87.71
P-27F	2402139.46	4783340.01	87.58	2402139.46	4783340.01	87.58
P-26F	2402205.48	4783368.94	87.25	2402205.48	4783368.94	87.25
P-25F	2402218.48	4783389.13	87.13	2402218.48	4783389.13	87.13
P-24F	2402231.52	4783409.11	87.01	2402231.52	4783409.11	87.01
P-23F	2402245.74	4783423.07	86.91	2402245.74	4783423.07	86.91
P-22F	2402269.62	4783436.94	86.78	2402269.62	4783436.94	86.78
P-21F	2402297.63	4783455.99	86.61	2402297.63	4783455.99	86.61
P-20F	2402333.89	4783479.00	86.40	2402333.89	4783479.00	86.40
P-19F	2402354.66	4783511.35	86.20	2402354.66	4783511.35	86.20
P-18F	2402392.28	4783572.24	85.85	2402392.28	4783572.24	85.85
P-17F	2402417.57	4783594.06	85.69	2402417.57	4783594.06	85.69
P-16F	2402441.58	4783608.68	84.84	2402441.58	4783608.68	84.84
P-15F	2402459.27	4783618.21	83.64	2402459.27	4783618.21	83.64
P-14F	2402470.86	4783624.22	83.23	2402470.86	4783624.22	83.23
P-13F	2402508.22	4783648.72	82.72	2402508.22	4783648.72	82.72
P-12F	2402549.67	4783652.06	81.26	2402549.67	4783652.06	81.26
P-11F	2402582.11	4783690.42	79.52	2402582.11	4783690.42	79.52
P-10F	2402601.73	4783713.60	77.96	2402601.73	4783713.60	77.96
P-9F	2402626.71	4783735.25	76.78	2402626.71	4783735.25	76.78
P-8F	2402670.92	4783772.26	75.98	2402670.92	4783772.26	75.98
P-7F	2402753.37	4783784.64	75.73	2402753.37	4783784.64	75.73
P-6F	2402767.11	4783799.74	75.50	2402767.11	4783799.74	75.50
P-5F	2402779.62	4783816.29	74.91	2402779.62	4783816.29	74.91
P-4F	2402778.39	4783833.28	73.44	2402778.39	4783833.28	73.44
P-3F	2402775.87	4783848.55	71.55	2402775.87	4783848.55	71.55
P-2F	2402763.64	4783863.96	70.17	2402763.64	4783863.96	70.17
P-1F	2402771.19	4783877.97	69.63	2402771.19	4783877.97	69.63

Segmenti

Report di Eraclito



Nome Elemento	Sezione	Nome del Nodo Iniziale	Nome del Nodo Finale
T1	Chiusa	P-1F	P-2F
T2	Chiusa	P-2F	P-3F
T3	Chiusa	P-3F	P-4F
T4	Chiusa	P-4F	P-5F
T5	Chiusa	P-5F	P-6F
T6	Chiusa	P-6F	P-7F
T7	Chiusa	P-7F	P-8F
T8	Chiusa	P-8F	P-9F
T9	Chiusa	P-9F	P-10F
T10	Chiusa	P-10F	P-11F
T11	Chiusa	P-11F	P-12F
T12	Chiusa	P-12F	P-13F
T13	Chiusa	P-13F	P-14F
T14	Chiusa	P-14F	P-15F
T15	Chiusa	P-15F	P-16F
T16	Chiusa	P-16F	P-17F
T17	Chiusa	P-17F	P-18F
T18	Chiusa	P-18F	P-19F
T19	Chiusa	P-19F	P-20F
T20	Chiusa	P-20F	P-21F
T21	Chiusa	P-21F	P-22F
T22	Chiusa	P-22F	P-23F
T23	Chiusa	P-23F	P-24F
T24	Chiusa	P-24F	P-25F
T25	Chiusa	P-25F	P-26F
T26	Chiusa	P-26F	P-27F
T27	Chiusa	P-27F	P-28F
T28	Chiusa	P-28F	P-29F
T29	Chiusa	P-29F	P-30F
T30	Chiusa	P-30F	P-31F
T31	Chiusa	P-31F	P-32F
T32	Chiusa	P-32F	P-33F
T34	Chiusa	P-34F	P-35F
T35	Chiusa	P-35F	P-36F
T36	Chiusa	P-36F	P-37F
T33	Chiusa	P-34F	P-33F
T38	Chiusa	P-39F	P-38F
T37	Chiusa	P-38F	P-37F



Parametri Idraulici nei Segmenti con sezione Chiusa

Nome Elemento	Lunghezza m	Pendenza	% Riempimento	Formula	Tipo Scabrezza	Scabrezza	Forma Sezione	Raggio Sezione m
T1	15.30	0.04	0.70	Strickler	Corrente	110.000	Circolare	0.15
T2	19.40	0.04	0.70	Strickler	Corrente	110.000	Circolare	0.15
T3	16.00	0.04	0.70	Strickler	Corrente	110.000	Circolare	0.15
T4	17.05	0.01	0.70	Strickler	Corrente	110.000	Circolare	0.15
T5	20.75	0.03	0.70	Strickler	Corrente	110.000	Circolare	0.15
T6	20.55	0.01	0.70	Strickler	Corrente	110.000	Circolare	0.15
T7	83.70	0.00	0.70	Strickler	Corrente	110.000	Circolare	0.15
T8	57.05	0.01	0.70	Strickler	Corrente	110.000	Circolare	0.15
T9	33.55	0.04	0.70	Strickler	Corrente	110.000	Circolare	0.15
T10	30.10	0.04	0.70	Strickler	Corrente	110.000	Circolare	0.15
T11	50.20	0.02	0.70	Strickler	Corrente	110.000	Circolare	0.15
T12	41.70	0.04	0.70	Strickler	Corrente	110.000	Circolare	0.15
T13	45.05	0.01	0.70	Strickler	Corrente	110.000	Circolare	0.15
T14	12.75	0.03	0.70	Strickler	Corrente	110.000	Circolare	0.15
T15	20.00	0.04	0.70	Strickler	Corrente	110.000	Circolare	0.15
T16	28.85	0.03	0.70	Strickler	Corrente	110.000	Circolare	0.15
T17	32.90	0.00	0.70	Strickler	Corrente	110.000	Circolare	0.15
T18	71.85	0.00	0.70	Strickler	Corrente	110.000	Circolare	0.15
T19	38.10	0.01	0.70	Strickler	Corrente	110.000	Circolare	0.15
T20	42.85	0.00	0.70	Strickler	Corrente	110.000	Circolare	0.15
T21	33.75	0.00	0.70	Strickler	Corrente	110.000	Circolare	0.15
T22	28.00	0.00	0.70	Strickler	Corrente	110.000	Circolare	0.15
T23	19.80	0.01	0.70	Strickler	Corrente	110.000	Circolare	0.15
T24	23.85	0.00	0.70	Strickler	Corrente	110.000	Circolare	0.15
T25	23.80	0.00	0.70	Strickler	Corrente	110.000	Circolare	0.15
T26	72.10	0.00	0.70	Strickler	Corrente	110.000	Circolare	0.15
T27	27.40	0.00	0.70	Strickler	Corrente	110.000	Circolare	0.15
T28	20.25	0.01	0.70	Strickler	Corrente	110.000	Circolare	0.15
T29	28.80	0.00	0.70	Strickler	Corrente	110.000	Circolare	0.15
T30	48.45	0.00	0.70	Strickler	Corrente	110.000	Circolare	0.15
T31	20.75	0.00	0.70	Strickler	Corrente	110.000	Circolare	0.15

Topologia segmenti di progetto



Parametri Idraulici nei Segmenti con sezione Chiusa

Nome Elemento	Lunghezza m	Pendenza	% Riempimento	Formula	Tipo Scabrezza	Scabrezza	Forma Sezione	Raggio Sezione m
T32	37.10	0.03	0.70	Strickler	Corrente	110.000	Circolare	0.15
T34	12.15	0.02	0.70	Strickler	Corrente	110.000	Circolare	0.15
T35	24.25	0.01	0.70	Strickler	Corrente	110.000	Circolare	0.15
T36	23.60	0.01	0.70	Strickler	Corrente	110.000	Circolare	0.15
T33	65.00	0.11	0.70	Strickler	Corrente	110.000	Circolare	0.15
T38	19.00	0.18	0.70	Strickler	Corrente	110.000	Circolare	0.15
T37	45.20	0.93	0.70	Strickler	Corrente	110.000	Circolare	0.15

Parametri idraulici segmenti con sezione chiusa

10 RISULTATI VERIFICHE IDRAULICHE



Risultati delle Portate Nere sui Segmenti

Report di Eraclito

Nome Elemento	Portata l/s	% Riempimento	Num. Froude	Altezza Critica m	Pendenza Critica	Velocità Critica m/s	Velocità m/s
T1	11.72	0.15	3.42	0.08	0.00	0.76	1.86
T2	11.72	0.15	3.42	0.08	0.00	0.76	1.86
T3	11.72	0.15	3.42	0.08	0.00	0.76	1.86
T4	11.72	0.18	2.24	0.08	0.00	0.76	1.36
T5	11.72	0.15	3.12	0.08	0.00	0.76	1.74
T6	11.72	0.20	1.97	0.08	0.00	0.76	1.24
T7	11.72	0.27	1.04	0.08	0.00	0.76	0.78
T8	11.72	0.18	2.20	0.08	0.00	0.76	1.34
T9	11.72	0.15	3.42	0.08	0.00	0.76	1.86
T10	11.72	0.15	3.42	0.08	0.00	0.76	1.86
T11	11.72	0.17	2.49	0.08	0.00	0.76	1.47
T12	11.72	0.15	3.42	0.08	0.00	0.76	1.86
T13	11.72	0.20	1.86	0.08	0.00	0.76	1.19
T14	11.72	0.15	3.29	0.08	0.00	0.76	1.80
T15	11.72	0.15	3.42	0.08	0.00	0.76	1.86
T16	11.72	0.15	3.14	0.08	0.00	0.76	1.74
T17	11.72	0.24	1.30	0.08	0.00	0.76	0.91
T18	11.72	0.24	1.32	0.08	0.00	0.76	0.93
T19	11.72	0.23	1.38	0.08	0.00	0.76	0.96
T20	11.72	0.24	1.32	0.08	0.00	0.76	0.92
T21	11.72	0.24	1.32	0.08	0.00	0.76	0.93
T22	11.72	0.24	1.31	0.08	0.00	0.76	0.92
T23	11.72	0.24	1.34	0.08	0.00	0.76	0.93
T24	11.72	0.24	1.32	0.08	0.00	0.76	0.92
T25	11.72	0.24	1.32	0.08	0.00	0.76	0.93
T26	11.72	0.24	1.28	0.08	0.00	0.76	0.90
T27	11.72	0.24	1.33	0.08	0.00	0.76	0.93
T28	11.72	0.24	1.37	0.08	0.00	0.76	0.95
T29	11.72	0.24	1.31	0.08	0.00	0.76	0.92
T30	11.72	0.24	1.33	0.08	0.00	0.76	0.93
T31	11.72	0.24	1.33	0.08	0.00	0.76	0.93
T32	11.72	0.16	3.04	0.08	0.00	0.76	1.70
T34	11.72	0.17	2.62	0.08	0.00	0.76	1.53
T35	11.72	0.20	1.84	0.08	0.00	0.76	1.18
T36	11.72	0.18	2.23	0.08	0.00	0.76	1.36
T33	11.72	0.11	5.89	0.08	0.00	0.76	2.77
T38	11.72	0.10	7.42	0.08	0.00	0.76	3.29
T37	11.72	0.07	16.02	0.08	0.00	0.76	5.84

Risultati portate nere sui segmenti

Dall'analisi dei risultati relativi alle portate nere sui segmenti, si può osservare che i valori di velocità del refluo rientrano nei limiti imposti dalla normativa vigente: $0,5 \leq V \leq 7$ m/s. Il valore massimo registrato (tronco T37) è risultato pari a 5,84 m/s. Si fa presente che per le tubazioni tecnicamente lisce il valore massimo ammissibile per le velocità è pari a 7 m/s.

Non si registrano valori del grado di riempimento superiori al valore massimo imposto (70% della sezione liquida della condotta).

11 TABULATI DI CALCOLO COLLETTORE FOGNARIO SECONDARIO MONTE SAN PIETRANGELI (RAMO "A")

Dati di progetto

Nodi

Report di Eraclito



Nome Elemento	Coord. X m	Coord. Y m	Quota m	Coord. X Schema m	Coord. Y Schema m	Quota Schema m
P1a	2404184.66	4784128.21	71.00	2404184.66	4784128.21	71.00
P2a	2404151.68	4784099.33	72.53	2404151.68	4784099.33	72.53
P3a	2404078.49	4784079.94	73.58	2404078.49	4784079.94	73.58
P4a	2404050.04	4784070.88	74.62	2404050.04	4784070.88	74.62
P5a	2403988.99	4784041.89	75.00	2403988.99	4784041.89	75.00
P6a	2403959.50	4784012.79	77.17	2403959.50	4784012.79	77.17
P7a	2403953.78	4784012.06	78.54	2403953.78	4784012.06	78.54
P8a	2403929.75	4783989.87	78.86	2403929.75	4783989.87	78.86
P9a	2403923.99	4783978.92	79.23	2403923.99	4783978.92	79.23
P10a	2403918.15	4783964.18	79.73	2403918.15	4783964.18	79.73
P11a	2403915.12	4783956.15	80.61	2403915.12	4783956.15	80.61
P12a	2403912.74	4783949.78	82.16	2403912.74	4783949.78	82.16
P13a	2403913.81	4783937.34	83.31	2403913.81	4783937.34	83.31
P14a	2403930.71	4783922.59	83.52	2403930.71	4783922.59	83.52
P15a	2403955.28	4783909.92	83.77	2403955.28	4783909.92	83.77
P16a	2403973.79	4783901.52	83.96	2403973.79	4783901.52	83.96
P17a	2404005.08	4783877.94	84.33	2404005.08	4783877.94	84.33
P18a	2404026.70	4783860.81	84.57	2404026.70	4783860.81	84.57
P19a	2404050.08	4783834.63	85.40	2404050.08	4783834.63	85.40
P20a	2404080.30	4783803.11	85.82	2404080.30	4783803.11	85.82
P21a	2404082.37	4783789.70	85.95	2404082.37	4783789.70	85.95
P22a	2404142.85	4783745.20	94.76	2404142.85	4783745.20	94.76
P23a	2404187.31	4783693.14	99.94	2404187.31	4783693.14	99.94
P24a	2404252.70	4783648.10	107.24	2404252.70	4783648.10	107.24
P25a	2404278.98	4783627.90	110.05	2404278.98	4783627.90	110.05
P26a	2404330.30	4783597.76	116.32	2404330.30	4783597.76	116.32
P27a	2404383.98	4783573.95	124.67	2404383.98	4783573.95	124.67
P28a	2404462.23	4783564.89	133.31	2404462.23	4783564.89	133.31
P29a	2404524.42	4783578.24	134.80	2404524.42	4783578.24	134.80

Topologia nodi di progetto

Segmenti

Report di Eraclito



Nome Elemento	Sezione	Nome del Nodo Iniziale	Nome del Nodo Finale
T1a	Chiusa	P1a	P2a
T2a	Chiusa	P2a	P3a
T3a	Chiusa	P3a	P4a
T4a	Chiusa	P4a	P5a
T5a	Chiusa	P5a	P6a
T6a	Chiusa	P6a	P7a
T7a	Chiusa	P7a	P8a
T8a	Chiusa	P8a	P9a
T9a	Chiusa	P9a	P10a
T10a	Chiusa	P10a	P11a
T11a	Chiusa	P11a	P12a
T12a	Chiusa	P12a	P13a
T13a	Chiusa	P13a	P14a
T14a	Chiusa	P14a	P15a
T15a	Chiusa	P15a	P16a
T16a	Chiusa	P16a	P17a
T17a	Chiusa	P17a	P18a
T18a	Chiusa	P18a	P19a
T19a	Chiusa	P19a	P20a
T21a	Chiusa	P20a	P21a
T22a	Chiusa	P21a	P22a
T23a	Chiusa	P22a	P23a
T24a	Chiusa	P23a	P24a
T25a	Chiusa	P24a	P25a
T26a	Chiusa	P25a	P26a
T27a	Chiusa	P26a	P27a
T28a	Chiusa	P27a	P28a
T29a	Chiusa	P28a	P29a



Parametri Idraulici nei Segmenti con sezione Chiusa

Nome Elemento	Lunghezza m	Pendenza	% Riempimento	Formula	Tipo Scabrezza	Scabrezza	Forma Sezione	Raggio Sezione m
T1a	43.70	0.04	0.70	Strickler	Corrente	110.000	Circolare	0.15
T2a	75.80	0.01	0.70	Strickler	Corrente	110.000	Circolare	0.15
T3a	29.90	0.04	0.70	Strickler	Corrente	110.000	Circolare	0.15
T4a	67.70	0.01	0.70	Strickler	Corrente	110.000	Circolare	0.15
T5a	41.05	0.04	0.70	Strickler	Corrente	110.000	Circolare	0.15
T6a	6.00	0.04	0.70	Strickler	Corrente	110.000	Circolare	0.15
T7a	32.80	0.01	0.70	Strickler	Corrente	110.000	Circolare	0.15
T8a	12.15	0.03	0.70	Strickler	Corrente	110.000	Circolare	0.15
T9a	15.85	0.03	0.70	Strickler	Corrente	110.000	Circolare	0.15
T10a	8.35	0.04	0.70	Strickler	Corrente	110.000	Circolare	0.15
T11a	6.85	0.04	0.70	Strickler	Corrente	110.000	Circolare	0.15
T12a	13.00	0.04	0.70	Strickler	Corrente	110.000	Circolare	0.15
T13a	22.75	0.01	0.70	Strickler	Corrente	110.000	Circolare	0.15
T14a	27.05	0.01	0.70	Strickler	Corrente	110.000	Circolare	0.15
T15a	20.35	0.01	0.70	Strickler	Corrente	110.000	Circolare	0.15
T16a	39.30	0.01	0.70	Strickler	Corrente	110.000	Circolare	0.15
T17a	26.50	0.01	0.70	Strickler	Corrente	110.000	Circolare	0.15
T18a	34.40	0.01	0.70	Strickler	Corrente	110.000	Circolare	0.15
T19a	43.85	0.01	0.70	Strickler	Corrente	110.000	Circolare	0.15
T21a	13.50	0.01	0.70	Strickler	Corrente	110.000	Circolare	0.15
T22a	75.95	0.09	0.70	Strickler	Corrente	110.000	Circolare	0.15
T23a	68.10	0.08	0.70	Strickler	Corrente	110.000	Circolare	0.15
T24a	79.20	0.09	0.70	Strickler	Corrente	110.000	Circolare	0.15
T25a	32.90	0.09	0.70	Strickler	Corrente	110.000	Circolare	0.15
T26a	59.10	0.11	0.70	Strickler	Corrente	110.000	Circolare	0.15
T27a	59.10	0.14	0.70	Strickler	Corrente	110.000	Circolare	0.15
T28a	78.50	0.11	0.70	Strickler	Corrente	110.000	Circolare	0.15
T29a	29.50	0.05	0.70	Strickler	Corrente	110.000	Circolare	0.15

Topologia segmenti di progetto

Parametri idraulici segmenti con sezione chiusa

11 RISULTATI VERIFICHE IDRAULICHE



Risultati delle Portate Nere sui Segmenti

Report di Eraclito

Nome Elemento	Portata l/s	% Riempimento	Num. Froude	Altezza Critica m	Pendenza Critica	Velocità Critica m/s	Velocità m/s
T1a	5.18	0.10	3.27	0.05	0.00	0.61	1.45
T2a	5.18	0.15	1.53	0.05	0.00	0.61	0.83
T3a	5.18	0.10	3.27	0.05	0.00	0.61	1.45
T4a	5.18	0.15	1.42	0.05	0.00	0.61	0.78
T5a	5.18	0.10	3.48	0.05	0.00	0.61	1.52
T6a	5.18	0.10	3.48	0.05	0.00	0.61	1.52
T7a	5.18	0.14	1.77	0.05	0.00	0.61	0.92
T8a	5.18	0.10	3.10	0.05	0.00	0.61	1.40
T9a	5.18	0.10	3.10	0.05	0.00	0.61	1.40
T10a	5.18	0.10	3.48	0.05	0.00	0.61	1.52
T11a	5.18	0.10	3.48	0.05	0.00	0.61	1.52
T12a	5.18	0.10	3.48	0.05	0.00	0.61	1.52
T13a	5.18	0.14	1.75	0.05	0.00	0.61	0.91
T14a	5.18	0.14	1.75	0.05	0.00	0.61	0.91
T15a	5.18	0.14	1.75	0.05	0.00	0.61	0.91
T16a	5.18	0.14	1.75	0.05	0.00	0.61	0.91
T17a	5.18	0.14	1.75	0.05	0.00	0.61	0.91
T18a	5.18	0.14	1.77	0.05	0.00	0.61	0.92
T19a	5.18	0.14	1.77	0.05	0.00	0.61	0.92
T21a	3.18	0.11	1.72	0.04	0.00	0.53	0.80
T22a	3.18	0.06	4.93	0.04	0.00	0.53	1.74
T23a	3.18	0.07	4.54	0.04	0.00	0.53	1.64
T24a	3.18	0.06	5.00	0.04	0.00	0.53	1.76
T25a	3.18	0.06	4.82	0.04	0.00	0.53	1.71
T26a	3.18	0.06	5.31	0.04	0.00	0.53	1.84
T27a	3.18	0.06	6.10	0.04	0.00	0.53	2.04
T28a	3.18	0.06	5.43	0.04	0.00	0.53	1.87
T29a	3.18	0.07	3.77	0.04	0.00	0.53	1.42

Risultati portate nere sui segmenti

Dall'analisi dei risultati relativi alle portate nere sui segmenti, si può osservare che i valori di velocità del refluo rientrano nei limiti imposti dalla normativa vigente: $0,5 \leq V \leq 7$ m/s. Il valore massimo registrato (tronco T27a) è risultato pari a 2,04 m/s, mentre il valore minimo (trono T4a) è risultato pari a 0,78 m/s.

Non si registrano valori del grado di riempimento superiori al valore massimo imposto (70% della sezione liquida ella condotta).

12 TABULATI DI CALCOLO COLLETTORE FOGNARIO SECONDARIO MONTE SAN PIETRANGELI (RAMO "B")

Dati di progetto

Nodi

Report di Eraclito



Nome Elemento	Coord. X m	Coord. Y m	Quota m	Coord. X Schema m	Coord. Y Schema m	Quota Schema m
P1b	2404080.07	4783803.24	86.32	2404080.07	4783803.24	86.32
P2b	2404120.94	4783809.13	93.31	2404120.94	4783809.13	93.31
P3b	2404183.53	4783797.90	98.00	2404183.53	4783797.90	98.00
P4b	2404252.75	4783793.05	103.22	2404252.75	4783793.05	103.22
P5b	2404283.15	4783788.39	105.14	2404283.15	4783788.39	105.14
P6b	2404299.79	4783782.84	105.45	2404299.79	4783782.84	105.45

Topologia nodi di progetto

Segmenti

Report di Eraclito



Nome Elemento	Sezione	Nome del Nodo Iniziale	Nome del Nodo Finale
T1b	Chiusa	P1b	P2b
T2b	Chiusa	P2b	P3b
T3b	Chiusa	P3b	P4b
T4b	Chiusa	P4b	P5b
T5b	Chiusa	P5b	P6b



Report di Eraclito

Parametri Idraulici nei Segmenti con sezione Chiusa

Nome Elemento	Lunghezza m	Pendenza	% Riemplimento	Formula	Tipo Scabrezza	Scabrezza	Forma Sezione	Raggio Sezione m
T1b	41.20	0.17	0.70	Strickler	Corrente	110.000	Circolare	0.15
T2b	63.85	0.07	0.70	Strickler	Corrente	110.000	Circolare	0.15
T3b	69.45	0.08	0.70	Strickler	Corrente	110.000	Circolare	0.15
T4b	29.50	0.07	0.70	Strickler	Corrente	110.000	Circolare	0.15
T5b	18.00	0.02	0.70	Strickler	Corrente	110.000	Circolare	0.15

Parametri idraulici segmenti con sezione chiusa

13 RISULTATI VERIFICHE IDRAULICHE

Risultati delle Portate Nere sui Segmenti

Report di Eraclito



Nome Elemento	Portata Vs	% Riempimento	Num. Froude	Altezza Critica m	Pendenza Critica	Velocità Critica m/s	Velocità m/s
T1b	2.00	0.04	6.44	0.03	0.00	0.47	1.89
T2b	2.00	0.05	4.36	0.03	0.00	0.47	1.41
T3b	2.00	0.05	4.41	0.03	0.00	0.47	1.42
T4b	2.00	0.05	4.37	0.03	0.00	0.47	1.41
T5b	2.00	0.08	2.22	0.03	0.00	0.47	0.85

Risultati portate nere sui segmenti

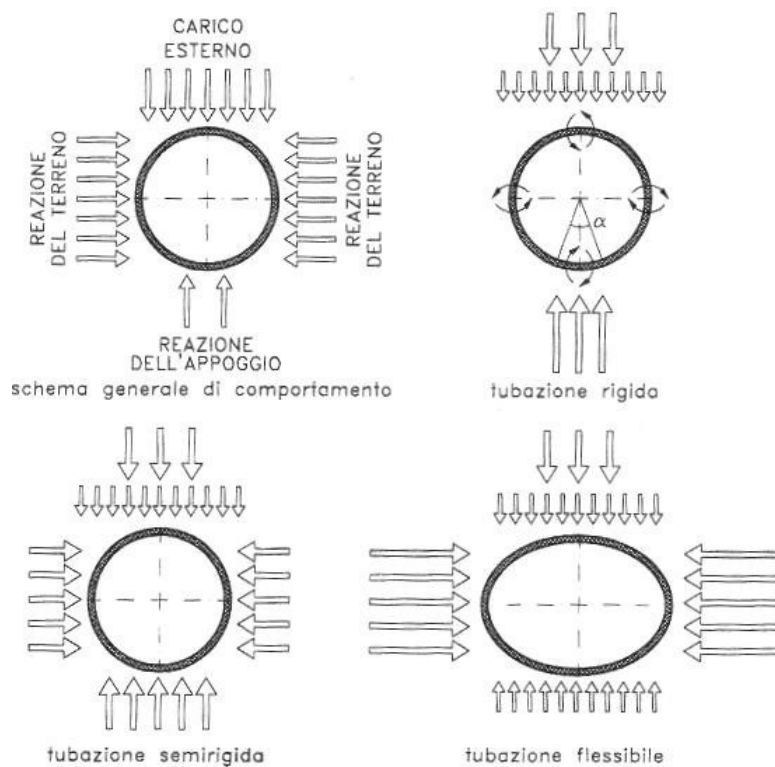
Dall'analisi dei risultati relativi alle portate nere sui segmenti, si può osservare che i valori di velocità del refluo rientrano nei limiti imposti dalla normativa vigente: $0,5 \leq V \leq 7$ m/s. Il valore massimo registrato (tronco T1b) è risultato pari a 1,89 m/s, mentre il valore minimo (tronco T5b) è risultato pari a 0,85 m/s.

Non si registrano valori del grado di riempimento superiori al valore massimo imposto (70% della sezione liquida della condotta).

14 VERIFICA STATICA DELLE TUBAZIONI INTERRATE

Generalità

Il comportamento statico di una tubazione interrata va esaminato considerando nel suo insieme il sistema tubo- terreno, poiché le diverse reazioni che il terreno stesso mobilita sulla tubazione dipendono dalla rigidità (flessibilità) di questa, dalle caratteristiche geometriche della trincea di scavo e dalle proprietà elastiche del suolo di posa.



Schemi di comportamento statico tuba-terreno

L'analisi dello stato di sollecitazione dei tubi interrati si riconduce a quello degli anelli sottili caricati nel piano verticale, cioè caratterizzati da un piccolo valore del rapporto tra spessore e diametro della fibra media. La struttura ad anello opera in regime di presso-flessione e taglio essendo sollecitata da carichi esterni (peso proprio, rinterro e carichi accidentali), dal carico idraulico e dalle reazioni laterali del terreno.

Essa si trova nelle migliori condizioni di stabilità quanto più la struttura ad anello sia premuta dalle reazioni che i suoi spostamenti sotto carico provocano: approssimando, cioè, lo stato ideale di compressione pura che si determina nell'anello sottile premuto dall'esterno da un carico radiale uniforme.

Il rapporto tra la condotta, ridotta strutturalmente ad anello, e il terreno è, ovviamente, diverso dallo stato ideale appena descritto. Esso dipende in modo essenziale dal rapporto tra la rigidità EI dell'anello e quello del terreno.

In questa prospettiva di comportamento i tubi possono essere schematicamente classificati in tre categorie in funzione del rapporto interattivo dell'anello-tubo con il terreno:

- ✓ **Tubi rigidi:** a questa categoria appartengono i tubi di conglomerato cementizio, di fibrocemento, di acciaio di grosso spessore o piccolo diametro. Sono in genere interessati da una modesta deformazione prima della rottura, non sufficiente, in genere, a produrre e mobilitare reazioni laterali da parte del terreno di rinterro. Il criterio di verifica è quello che fa riferimento al "massimo carico di rottura allo schiacciamento". Qualora non sia noto quest'ultimo dato è possibile eseguire la verifica alle tensioni ammissibili (normativa Ouvrages d'assainissement. Fascicule n°70, redatta dal Ministero dei Trasporti francese). Per questo tipo di tubazioni è richiesta una buona preparazione del letto di posa;
- ✓ **Tubi flessibili:** a questa categoria appartengono i tubi di materiale plastico (PE, PVC, PRFV) e d'acciaio di piccolo e medio spessore ma grande diametro. Possono subire deformazioni significative prima di giungere a rottura, mobilitando, ai fini della stabilità, reazioni laterali da parte del materiale di rinterro. Il criterio di dimensionamento considera la "massima inflessione diametrale", la "massima sollecitazione e deformazione a flessione" e la "verifica all'instabilità elastica (buckling)". Per questo tipo di tubazioni è richiesta una buona qualità del rinterro e buon livello di compattazione dello stesso;
- ✓ **Tubi semi-rigidi:** a questa categoria appartengono i tubi di ghisa. Si ovalizzano a sufficienza affinché il carico verticale possa mobilitare la reazione laterale dovuta al rinterro; in questo modo la resistenza ai carichi verticali è ripartita tra la resistenza propria del tubo e quella sviluppata dal rinfranco. Il criterio di verifica considera la "massima sollecitazione a flessione" per piccoli diametri e la "massima inflessione diametrale" per i grandi diametri. Per il sistema tubo semirigido-terreno, la ripartizione degli sforzi tra tubo e rinterro è motivo di garanzia nel caso di evoluzione nel tempo della resistenza meccanica o delle condizioni di appoggio.

Per valutare se una tubazione, o un tratto di essa, ammette un comportamento statico di tipo rigido oppure flessibile, è necessario determinare il valore del coefficiente di elasticità, definito dalla seguente espressione (Norma UNI 7517/1976):

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

- E_T modulo di elasticità del terreno (MPa);
- E_C modulo di elasticità del materiale della condotta (MPa);
- r raggio della fibra media (m);
- s spessore della condotta (m).

La condotta è ritenuta flessibile quando risulta $n \geq 1$.

14.01 Analisi del comportamento statico

Le tubazioni del collettore fognario principale (tratti A e B) e della tubazione di mandata dell'impianto di sollevamento, essendo in ghisa sferoidale, rientrano nella categoria dei tubi semi-rigidi, mentre le tubazioni dei collettori fognari secondari (ramo "Francavilla" e ramo "Monte San Pietrangeli"), essendo in PVC SN8, rientrano nella categoria dei tubi flessibili. Per queste categorie di tubazioni sono state effettuate tre ordini di verifiche:

1. verifica alla massima inflessione diametrale,
2. verifica alla massima sollecitazione a flessione,
3. verifica all'instabilità all'equilibrio elastico (buckling).

Nelle verifiche si è trascurato il sovraccarico idrostatico dovuto alle acque di falda, in quanto la modesta profondità dello scavo non interessa la superficie freatica presente nel substrato permeabile; si è considerata invece l'azione dinamica dovuta al veicolamento stradale di mezzi pesanti (HT45). La procedura risulta così strutturata:

- ✓ Determinazione dei carichi esterni: carico dovuto al rinterro, in funzione del tipo di posa, (trincea stretta o larga), sovraccarichi mobili concentrati e distribuiti, carico dovuto alla massa d'acqua contenuta nella condotta.
- ✓ Calcolo alla massima inflessione diametrale verticale:

$$D_y = \frac{(D_e \cdot W_C + W_L) \cdot K_X \cdot r^3}{(E_t \cdot I + 0.061 \cdot K_a \cdot E \cdot r^3)} + D_a \leq D_{y,max}$$

- D_e fattore di ritardo di inflessione;
- W_C carico dovuto al rinterro (KN/m);
- W_L carico mobile (KN/m);
- K_X coefficiente di inflessione;
- r raggio medio della tubazione $r = (D-s)/2$ (mm);
- E_t modulo di elasticità della tubazione (MPa);
- I momento di inerzia della tubazione (mm⁴);
- K_a, D_a parametri di passaggio da inflessione media a inflessione massima caratteristica;
- E_s modulo di elasticità del terreno (MPa).

L'inflessione diametrale è fortemente dipendente dal modulo di reazione del suolo e praticamente inversamente proporzionale al medesimo, mentre dipende relativamente poco dal fattore di rigidità della tubazione e di conseguenza è anche poco influenzata dal decadimento nel tempo delle caratteristiche meccaniche (diminuzione di E_t). Ai fini del contenimento dell'inflessione è quindi più conveniente agire sul miglioramento delle condizioni di posa (sottofondo e rinfiacco con terreno a grana grossolana e costipamento del rinfiacco) piuttosto che sull'aumento dell'indice di rigidità delle tubazioni impiegate.

- ✓ Verifica alla massima sollecitazione a flessione:

$$\frac{\sigma_L}{\sigma_{lim}} \leq F$$

dove:

- σ_L tensione dovuta all'inflessione diametrale (Ncm⁻²);
- σ_{lim} tensione limite ultima (Ncm⁻²);
- F coefficiente di sicurezza.

- ✓ Verifica all'instabilità all'equilibrio elastico (buckling): consiste nel verificare che la pressione dovuta ai carichi esterni non superi la pressione ammissibile di buckling, grandezza che dipende dalle caratteristiche geometriche della condotta, dal suo materiale e dalle caratteristiche di posa;

è determinabile con la seguente espressione di carattere empirico:

$$q_a = \frac{1}{F_s E_t} \cdot (32 \cdot B' \cdot R_W \cdot E_s \cdot \frac{I}{D^3})^{1/2}$$

con:

– F_s fattore di progettazione, di solito pari a 2,5;

□ $B' = \frac{1}{(1 + 4 \cdot e^{-0,21 H})^2}$ coefficiente di supporto elastico;

– H altezza di rinterro (m);

– R_W fattore di spinta idrostatica, uguale a 1 in assenza di falda;

– E_t modulo di elasticità della tubazione (MPa);

– E_s modulo di elasticità del terreno (MPa);

– I momento di inerzia della sezione trasversale (mm⁴);

– D spessore del terreno (mm).

L'inflessione diametrale e la pressione massima ammissibile di buckling, in una tubazione flessibile interrata dipendono in maniera determinante dal modulo di elasticità del suolo e quindi dal tipo di terreno utilizzato per il sottofondo e il rinfianco della tubazione e dal suo grado di costipamento.

15 PARAMETRI DI CALIBRAZIONE DEL PROGRAMMA DI CALCOLO

Si riportano nelle tabelle seguenti i valori caratteristici dei parametri di riferimento necessari per lo svolgimento delle verifiche alla massima inflessione diametrale e alla massima sollecitazione a flessione.

Tipo di materiale che avvolge la tubazione	Valori di Es in funzione del grado di compattazione del materiale che avvolge la tubazione [MPa]			
	Scaricato alla rinfusa	Costipamento leggero	Costipamento moderato	Costipamento Elevato
a) Terreni a grana fine, con meno del 25% di particelle a grana grossolana; plasticità da media a nulla	0,34	1,4	2,8	6,9
b) Terreni a grana fine, con più del 25% di particelle a grana grossolana; plasticità da media a nulla. Terreni a grana grossolana con più del 12% di fini.	0,69	2,8	6,9	13,8
c) Terreni a grana grossolana con pochi fini o nessuno (<12% di fini).	1,4	6,9	13,8	20,7
d) Roccia frantumata	6,9	-	20,7	-
Appartengono al gruppo a) i seguenti terreni: argille inorganiche con plasticità da bassa a media - limo inorganico - sabbia molto fine				
Appartengono al gruppo b) i seguenti terreni: quelli del gruppo a), ma con più del 25% di particelle a grana grossolana - miscele di ghiaia, sabbia e limo (o argilla) mal graduate - sabbie con limo				
Appartengono al gruppo c) i seguenti terreni: misture di ghiaia e sabbia con pochi fini o				

Valori caratteristici del modulo di elasticità del materiale di rinfianco della tubazione in funzione del grado di costipamento

Coefficiente di inflessione Kx		
Tipo di installazione	Angolo equivalente di letto [°]	Kx
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 $\geq 70\%$)	180	0,083
Fondo sagomato con materiale di riempimento moderatamente costipato ai fianchi del tubo (densità Proctor $\geq 85\%$ e $< 95\%$) o materiale di letto e rinfianco di tipo ghiaioso	60	0,103
Fondo piatto con materiale di riempimento sciolto posato ai fianchi del tubo (non raccomandato)	0	0,110

Valori caratteristici del coefficiente di inflessione KX

Parametri Ka e Da		
Altezza H del rinterro [m]	Da	Ka
H ≤ 4,9 m	0	0,75
H > 4,9 m e materiale scaricato alla rinfusa e con leggero grado di costipamento	0,02 D	1,00
H > 4,9 m e materiale con moderato grado di costipamento	0,01 D	1,00
H > 4,9 m e materiale con elevato grado di costipamento	0,005 D	1,00

Valori caratteristici coefficienti Ka e Da

Fattore di forma Df				
Tipo di materiale di sottofondo e rinfiaccio e grado di costipamento				
Indice della rigidità della tubazione RG [N/m ²]	Ghiaioso		Sabbioso	
	da naturale a leggero	da moderato a elevato	da naturale a leggero	da moderato a elevato
1150	5,5	7,0	6,0	8,0
2300	4,5	5,5	5,0	6,5
4600	3,8	4,5	4,0	5,5
9200	3,3	3,8	3,5	4,5

Valori caratteristici fattore di forma Df

N°	Simbolo convoglio	Massa del convoglio t	Numero degli assi	Sovraccarico della ruota anteriore		Sovraccarico della ruota anteriore	
				kg	kN	kg	kN
1	LT 3	3	2	500	4,903	1000	9,807
2	LT 6	6	2	1000	9,807	2000	19,613
3	LT 12	12	2	2000	19,613	4000	39,227
4	HT 26	26	2	6500	63,744	6500	63,744
5	HT 30	30	3	5000	49,034	5000	49,034
6	HT 38	38	3	6250	61,292	6500	63,744
7	HT 45	45	3	7500	73,550	7500	73,550

Valori dei sovraccarichi esercitati dalle ruote di convogli tipo leggeri (L) e pesanti (H)

Nel caso specifico sono stati impiegati i seguenti parametri:

CARATTERISTICHE DELLE TUBAZIONI

- Materiale gres (collettore principale)PVC
SN8 (collettori secondari)
- Diametro De 315 (collettori
secondari)DN 250 (tratto
in pressione)
DN 400 (collettore principale, tratti "A" e "B")
- Diametro esterno 315 mm (De
315) 274 mm
(DN 250) 480
mm (DN 400)
- Spessore 9,8 mm (De 315)
6,0 mm (DN 250)
7,6 mm (DN 450)
 - Modulo di elasticità 3.500 MPa
(PVC)
17·10⁴ MPa (gres)

Dati per la verifica all'inflessione diametrale verticale

- Fattore di ritardo di inflessione De 2
- Coefficiente di inflessione 0,083
- K_a 0,75
- D_a 0
- Inflessione diametrale ammissibile 10% (PVC)
5% (gres)

Dati per la verifica alla massima sollecitazione a flessione

- Fattore di forma 3,8 (PVC) - 4,5 (gres)
- Rigidezza diametrale 5.000 N/cm² (PVC)
26000 N/cm² (gres)
- Deformazione limite ultima a flessione 5‰ (PVC)
3,3‰ (gres)
- Coefficiente di sicurezza 1,5

CARATTERISTICHE DEL TERRENO

- Tipologia Miscela di ghiaia e sabbia
- Grado di costipamento Elevato
- Modulo di elasticità 2.070 N/cm²
- Peso specifico 19.613 N/cm²
- Angolo di attrito 33°

CARATTERISTICHE DI POSA

- Profondità di ricoprimento valori minimo e massimo riscontrabili dall'analisi dei profili)
- Profondità massima di ricoprimento 6 m (PVC SN8 De 315)
7 m (PEAD DN 250)
5 m (gres DN 400)
- Larghezza fondo trincea 0,70 m (De
315) 0,65 m
(DN 250) 0,85
m (DN 400)
- Coefficiente di posa 1,5

CARATTERISTICHE DEI SOVRACCARICHI MOBILI

- Fattore dinamico 1,41 (per strade e autostrade)
- Tipo di convoglio HT45

16 RISULTATI VERIFICHE STATICHE

Collettore fognario principale

Tratto A (da picchetto 1A a picchetto 58A)

In riferimento alle caratteristiche geometriche delle sezioni "tipo posa" sono state effettuate le seguenti verifiche statiche (per maggiori dettagli si vedano gli elaborati di progetto n.10.1 e 11.1):

- ✓ Verifica statica con rinterro minimo $HR=0,77$ m (picchetto n.38A)
- ✓ Verifica statica con rinterro massimo $HR=3,50$ m (picchetto n.2A)

HR = 0,77 m

Analisi dei carichi

Carico dovuto al rinterro (KN/m)	7,25
Carico verticale per sovraccarichi mobili concentrati (KN/m)	40,95
Carico verticale dovuto alla massa d'acqua in condotta (KN/m)	1,25

Verifica dell'inflessione diametrale

Inflessione diametrale verticale (cm)	0,33
Inflessione diametrale relativa DY/D (%)	0,69
Stato della verifica	soddisfatta

Verifica della sollecitazione massima a flessione

Tensione per sollecitazione di flessione (N/cm^2)	8.369,70
Deformazione per sollecitazione di flessione (per mille)	0,4923
Coefficiente di sicurezza	3,11 > 1,5
Stato della verifica	soddisfatta

Verifica all'instabilità elastica (buckling)

Pressione ammissibile di Buckling (N/cm^2)	244,13
Pressione di Buckling per sovraccarichi mobili (N/cm^2)	10,30
Stato della verifica con sovraccarichi mobili	soddisfatta

HR = 3,50 m

Analisi dei carichi

Carico dovuto al rinterro (KN/m)	32,95
Carico verticale per sovraccarichi mobili concentrati (KN/m)	5,34
Carico verticale dovuto alla massa d'acqua in condotta (KN/m)	1,25

Verifica dell'inflessione diametrale

Inflessione diametrale verticale (cm)	0,42
Inflessione diametrale relativa DY/D (%)	0,88
Stato della verifica	soddisfatta

Verifica della sollecitazione massima a flessione

Tensione per sollecitazione di flessione (N/cm ²)	10.700,2
6Deformazione per sollecitazione di flessione (per mille)	0,6294
Coefficiente di sicurezza	2,43 > 1,5
Stato della verifica	soddisfatta

Verifica all'instabilità elastica (buckling)

Pressione ammissibile di Buckling (N/cm ²)	244,13
Pressione di Buckling per sovraccarichi mobili (N/cm ²)	8,24
Stato della verifica con sovraccarichi mobili	soddisfatta

Tratto in pressione (da picchetto 1P a picchetto 10P)

In riferimento alle caratteristiche geometriche delle sezioni "tipo posa" sono state effettuate le seguenti verifiche statiche (per maggiori dettagli si vedano gli elaborati di progetto n.10.1 e 11.1):

✓ Verifica statica con rinterro massimo $HR=1,50$ m (picchetti n.7P-8P-9P)

HR = 1,50 m

Analisi dei carichi

Carico dovuto al rinterro (KN/m)	8,06
Carico verticale per sovraccarichi mobili concentrati (KN/m)	7,59
Carico verticale dovuto alla massa d'acqua in condotta (KN/m)	0,40

Verifica dell'inflexione diametrale

Inflexione diametrale verticale (cm)	0,09
Inflexione diametrale relativa DY/D (%)	0,33
Stato della verifica	soddisfatta

Verifica della sollecitazione massima a flessione

Tensione per sollecitazione di flessione (N/cm^2)	5.5514,5
Deformazione per sollecitazione di flessione (per mille)	0,3244
Coefficiente di sicurezza	4,71 > 1,5
Stato della verifica	soddisfatta

Verifica all'instabilità elastica (buckling)

Pressione ammissibile di Buckling (N/cm^2)	397,06
Pressione di Buckling per sovraccarichi mobili (N/cm^2)	5,86
Stato della verifica con sovraccarichi mobili	soddisfatta

a

Verifica statica per condotta in pressione

Tensione per sollecitazione di flessione (N/cm ²)	5.857,00
Deformazione per sollecitazione di flessione (per mille)	0,3445
Coefficiente di sicurezza	4,44 > 1,5
Stato della verifica	soddisfatta

Tratto B (da picchetto 1B a picchetto 28B)

In riferimento alle caratteristiche geometriche delle sezioni "tipo posa" sono state effettuate le seguenti verifiche statiche (per maggiori dettagli si vedano gli elaborati di progetto n.10.2 e 11.2):

- ✓ Verifica statica con rinterro minimo $HR=0,90$ m (picchetti n.3B, 20B)
- ✓ Verifica statica con rinterro massimo $HR=2,03$ m (picchetto n.17B)

HR = 0,90 m

Analisi dei carichi

Carico dovuto al rinterro (KN/m)	8,47
Carico verticale per sovraccarichi mobili concentrati (KN/m)	31,26
Carico verticale dovuto alla massa d'acqua in condotta (KN/m)	1,25

Verifica dell'inflessione diametrale

Inflessione diametrale verticale (cm)	0,29
Inflessione diametrale relativa DY/D (%)	0,60
Stato della verifica	soddisfatta

Verifica della sollecitazione massima a flessione

Tensione per sollecitazione di flessione (N/cm^2)	7.300,03
Deformazione per sollecitazione di flessione (per mille)	0,4294
Coefficiente di sicurezza	3,56 > 1,5
Stato della verifica	soddisfatta

Verifica all'instabilità elastica (buckling)

Pressione ammissibile di Buckling (N/cm^2)	244,13
Pressione di Buckling per sovraccarichi mobili (N/cm^2)	8,54
Stato della verifica con sovraccarichi mobili	soddisfatta

HR = 2,03 m

Analisi dei carichi

Carico dovuto al rinterro (KN/m)	19,11
Carico verticale per sovraccarichi mobili concentrati (KN/m)	9,38
Carico vert. dovuto alla massa d'acqua in condotta (KN/m)	1,25

Verifica dell'inflessione diametrale

Inflessione diametrale verticale (cm)	0,29
Inflessione diametrale relativa DY/D (%)	0,60
Stato della verifica	soddisfatta

Verifica della sollecitazione massima a flessione

Tensione per sollecitazione di flessione (N/cm ²)	7.210,28
Deformazione per sollecitazione di flessione (per mille)	0,4241
Coefficiente di sicurezza	3,61 > 1,5
Stato della verifica	soddisfatta

Verifica all'instabilità elastica (buckling)

Pressione ammissibile di Buckling (N/cm ²)	244,13
Pressione di Buckling per sovraccarichi mobili (N/cm ²)	6,20
Stato della verifica con sovraccarichi mobili	soddisfatta

1.1.1 Collettore fognario secondario Francavilla d'Ete

In riferimento alle caratteristiche geometriche delle sezioni "tipo posa" sono state effettuate le seguenti verifiche statiche (per maggiori dettagli si vedano gli elaborati di progetto n.10.3 e 11.3):

- ✓ Verifica statica con rinterro minimo $HR=0,80$ m (picchetti n.5F,6F,7F,14F,15F, 32F,35F)
- ✓ Verifica statica con rinterro massimo $HR=2,20$ m (picchetto n.4F)

HR = 0,80 m

Analisi dei carichi

Carico dovuto al rinterro (KN/m)	4,94
Carico verticale per sovraccarichi mobili concentrati (KN/m)	25,14
Carico verticale dovuto alla massa d'acqua in condotta (KN/m)	0,51

Verifica dell'inflessione diametrale

Inflessione diametrale verticale (cm)	0,42
Inflessione diametrale relativa DY/D (%)	1,32
Stato della verifica	soddisfatta

Verifica della sollecitazione massima a flessione

Tensione per sollecitazione di flessione (N/cm^2)	546,74
Deformazione per sollecitazione di flessione (per mille)	1,5621
Coefficiente di sicurezza	3,20 > 1,5
Stato della verifica	soddisfatta

Verifica all'instabilità elastica (buckling)

Pressione ammissibile di Buckling (N/cm^2)	78,78
Pressione di Buckling per sovraccarichi mobili (N/cm^2)	9,71
Stato della verifica con sovraccarichi mobili	soddisfatta

HR = 2,20 m

Analisi dei carichi

Carico dovuto al rinterro (KN/m)	13,59
Carico verticale per sovraccarichi mobili concentrati (KN/m)	5,65
Carico verticale dovuto alla massa d'acqua in condotta (KN/m)	0,51

Verifica dell'inflessione diametrale

Inflessione diametrale verticale (cm)	0,39
Inflessione diametrale relativa DY/D (%)	1,24
Stato della verifica	soddisfatta

Verifica della sollecitazione massima a flessione

Tensione per sollecitazione di flessione (N/cm ²)	512,99
Deformazione per sollecitazione di flessione (per mille)	1,4657
Coefficiente di sicurezza	3,41 > 1,5
Stato della verifica	soddisfatta

Verifica all'instabilità elastica (buckling)

Pressione ammissibile di Buckling (N/cm ²)	78,78
Pressione di Buckling per sovraccarichi mobili (N/cm ²)	6,27
Stato della verifica con sovraccarichi mobili	soddisfatta

Collettore fognario secondario Monte San Pietrangeli

In riferimento alle caratteristiche geometriche delle sezioni "tipo posa" sono state effettuate le seguenti verifiche statiche (per maggiori dettagli si vedano gli elaborati di progetto n.10.4 e 11.4):

- ✓ Verifica statica con rinterro minimo $HR=0,80$ m (picchetto n.5a,10a,11a,12a – ramo "a")
- ✓ Verifica statica con rinterro massimo $HR=2,38$ m (picchetto n.29a – ramo "a")
- ✓ Verifica statica con rinterro minimo $HR=0,95$ m (picchetto n.1b – ramo "b")
- ✓ Verifica statica con rinterro massimo $HR=2,18$ m (picchetto n.6b – ramo "b")

HR = 0,80 m – ramo "a"

Analisi dei carichi

Carico dovuto al rinterro (KN/m)	4,94
Carico verticale per sovraccarichi mobili concentrati (KN/m)	25,14
Carico verticale dovuto alla massa d'acqua in condotta (KN/m)	0,51

Verifica dell'inflessione diametrale

Inflessione diametrale verticale (cm)	0,42
Inflessione diametrale relativa DY/D (%)	1,32
Stato della verifica	soddisfatta

Verifica della sollecitazione massima a flessione

Tensione per sollecitazione di flessione (N/cm^2)	546,74
Deformazione per sollecitazione di flessione (per mille)	1,5621
Coefficiente di sicurezza	3,20 > 1,5
Stato della verifica	soddisfatta

Verifica all'instabilità elastica (buckling)

Pressione ammissibile di Buckling (N/cm^2)	78,78
Pressione di Buckling per sovraccarichi mobili (N/cm^2)	9,71
Stato della verifica con sovraccarichi mobili	soddisfatta

HR = 2,38 m – ramo "a"

Analisi dei carichi

Carico dovuto al rinterro (KN/m)	14,70
Carico verticale per sovraccarichi mobili concentrati (KN/m)	5,21
Carico verticale dovuto alla massa d'acqua in condotta (KN/m)	0,51

Verifica dell'inflessione diametrale

Inflessione diametrale verticale (cm)	0,41
Inflessione diametrale relativa DY/D (%)	1,31
Stato della verifica	soddisfatta

Verifica della sollecitazione massima a flessione

Tensione per sollecitazione di flessione (N/cm ²)	540,34
Deformazione per sollecitazione di flessione (per mille)	1,5438
Coefficiente di sicurezza	3,24 > 1,5
Stato della verifica	soddisfatta

Verifica all'instabilità elastica (buckling)

Pressione ammissibile di Buckling (N/cm ²)	78,78
Pressione di Buckling per sovraccarichi mobili (N/cm ²)	6,48
Stato della verifica con sovraccarichi mobili	soddisfatta

HR = 0,95 m – ramo "b"

Analisi dei carichi

Carico dovuto al rinterro (KN/m)	5,87
Carico verticale per sovraccarichi mobili concentrati (KN/m)	18,70
Carico verticale dovuto alla massa d'acqua in condotta (KN/m)	0,51

Verifica dell'inflessione diametrale

Inflessione diametrale verticale (cm)	0,36
Inflessione diametrale relativa DY/D (%)	1,15
Stato della verifica	soddisfatta

Verifica della sollecitazione massima a flessione

Tensione per sollecitazione di flessione (N/cm ²)	476,12
Deformazione per sollecitazione di flessione (per mille)	1,3604
Coefficiente di sicurezza	3,68 > 1,5
Stato della verifica	soddisfatta

Verifica all'instabilità elastica (buckling)

Pressione ammissibile di Buckling (N/cm ²)	78,78
Pressione di Buckling per sovraccarichi mobili (N/cm ²)	7,96
Stato della verifica con sovraccarichi mobili	soddisfatta

HR = 2,18 m – ramo "b"

Analisi dei carichi

Carico dovuto al rinterro (KN/m)	13,47
Carico verticale per sovraccarichi mobili concentrati (KN/m)	5,71
Carico verticale dovuto alla massa d'acqua in condotta (KN/m)	0,51

Verifica dell'inflessione diametrale

Inflessione diametrale verticale (cm)	0,39
Inflessione diametrale relativa DY/D (%)	1,23
Stato della verifica	soddisfatta

Verifica della sollecitazione massima a flessione

Tensione per sollecitazione di flessione (N/cm ²)	510,03
Deformazione per sollecitazione di flessione (per mille)	1,4572
Coefficiente di sicurezza	3,43 > 1,5
Stato della verifica	soddisfatta

Verifica all'instabilità elastica (buckling)

Pressione ammissibile di Buckling (N/cm ²)	78,78
Pressione di Buckling per sovraccarichi mobili (N/cm ²)	7,96
Stato della verifica con sovraccarichi mobili	soddisfatta

17 ATTRAVERSAMENTI AEREI

Verifica del tirante in regime di massima piena

Per il calcolo della portata di massima piena, con dato tempo di ritorno, ad una generica sezione di chiusura di un bacino idrografico $Q_{max, tr}$, è possibile fare riferimento al “metodo cinematico”, basato sulla stima del tempo di corrivazione t_c , definito come il tempo necessario affinché le acque di deflusso meteorico raggiungano la sezione di chiusura.

Tale parametro dipende dall'entità del ruscellamento superficiale, a sua volta legato alla morfologia del terreno, alle litologie affioranti e alla copertura vegetale del bacino, e la sua stima è possibile mediante l'applicazione della formula di Giandotti, valida per bacini di estensione compresa tra 70 e 70.000 km² (5.1.1):

$$t_c = \frac{1,5 \cdot L_p + 4 \cdot \sqrt{S_b}}{0,8 \cdot \sqrt{H_m}}$$

dove:

t_c = tempo di corrivazione (h);

L_p = lunghezza dell'asta fluviale principale a monte della sezione di chiusura (km);

S_b = superficie del bacino idrografico a monte della sezione di chiusura

(km²); H_m = altezza media del bacino idrografico rispetto alla sezione di chiusura (m).

Stimato il valore del tempo di corrivazione è possibile effettuare il calcolo della portata di massima piena mediante l'applicazione della formula caratterizzante il metodo di valutazione razionale (5.1.2):

$$Q_{max, tr} = \frac{S_b \cdot c \cdot r \cdot P_{cr}}{t_c}$$

dove:

$Q_{max, tr}$ = portata di massima piena alla sezione di chiusura relativa ad un dato tempo di ritorno t_r (mc/h); c = coefficiente di deflusso;

$r =$ coefficiente di ragguglio;

$P_{cr} =$ precipitazione critica di durata pari al tempo di corrivazione (mm).

Il coefficiente di deflusso c tiene conto della quantità di acqua meteorica che viene trattenuta all'interno del bacino imbrifero e restituita al corso d'acqua solo in tempi successivi; tale parametro è pertanto funzione della copertura vegetale, della permeabilità del terreno e della pendenza del bacino.

Il coefficiente di ragguaglio r tiene conto invece della disomogeneità della distribuzione delle precipitazioni sull'area del bacino.

La precipitazione critica è quella che produce la massima portata del corso d'acqua e corrisponde al tempo di corrivazione del bacino. Il suo valore può essere determinato mediante la distribuzione probabilistica di Gumbel (5.1.3), relativa ad una data serie temporale di durata delle precipitazioni e ad un dato tempo di ritorno:

$$P_{cr} = a \cdot t_c^n$$

dove a ed n sono parametri caratteristici della distribuzione di probabilità specifica.

Nota la portata di massima piena per un dato tempo di ritorno e la geometria della sezione idraulica dell'alveo, si procede infine al calcolo del livello di massima piena, utilizzando per iterazioni successive la formula di Chezy (5.1.4), valida per canali a pelo libero, fino a che la portata di calcolo non converge al valore di massima piena:

$$Q(h) = A(h) \cdot C(h) \cdot \sqrt{R(h)} \cdot i$$

Ipotizzando la formulazione di Bazin per il calcolo del coefficiente $C(h)$, la precedente assume la seguente forma (5.1.5):

$$Q(h) = A(h) \cdot \frac{87}{\frac{\gamma}{R(h)} + \sqrt{R(h)}} \cdot \sqrt{R(h)} \cdot i$$

dove:

$A(h)$ = sezione bagnata corrispondente al livello h ;

$R(h)$ = raggio idraulico corrispondente al livello h , definito come rapporto fra la sezione bagnata e il perimetro bagnato;

i = pendenza dell'alveo;

γ = coefficiente di scabrezza di Bazin ($m^{1/2}$).

Nota l'altezza di massima piena, la tubazione di progetto dovrà risultare posta ad una quota tale da consentire il rispetto di un franco minimo di sicurezza pari a 1,5 m dal pelo d'acqua.

18 ATTRAVERSAMENTO FIUME ETE MORTO (COLLETTORE PRINCIPALE TRATTO “B”)

La sezione ove verrà realizzato l'attraversamento aereo in questione, si trova a circa 3,0 km verso monte dalla sezione fluviale in cui è stato realizzato l'attraversamento su ponte esistente del collettore fognario secondario Monte San Giusto, facente parte del 2° stralcio – 2° lotto del progetto generale (SP 72 Rapagnanese, al confine tra le province di Fermo e Macerata).

In via cautelativa, ai fini del presente progetto, si è deciso di valutare l'altezza di massima piena in corrispondenza della sezione in esame, utilizzando lo stesso valore di portata di massima di piena con tempo di ritorno di 200 anni, relativa al precedente progetto, pari a 148,05 mc/s.

Assumendo cautelativamente una pendenza del fondo alveo pari a 0,8%, considerando un coefficiente di scabrezza di Bazin pari a $2,3 \text{ m}^{1/2}$, corrispondente ad una tipologia di canale in abbandono con vegetazione - come desumibile dalla letteratura tecnica - e adottando una sezione trapezoidale avente le seguenti dimensioni:

- larghezza base inferiore = 5 m
- altezza massima della sezione = 5,61 m
- angolazione ascendente delle sponde = $48,36^\circ$

dall'applicazione della metodologia di calcolo precedentemente descritta, si ottiene un'altezza di massima piena

pari a circa 3,0 m, corrispondente ad una quota s.l.m. pari a 65,450 m.

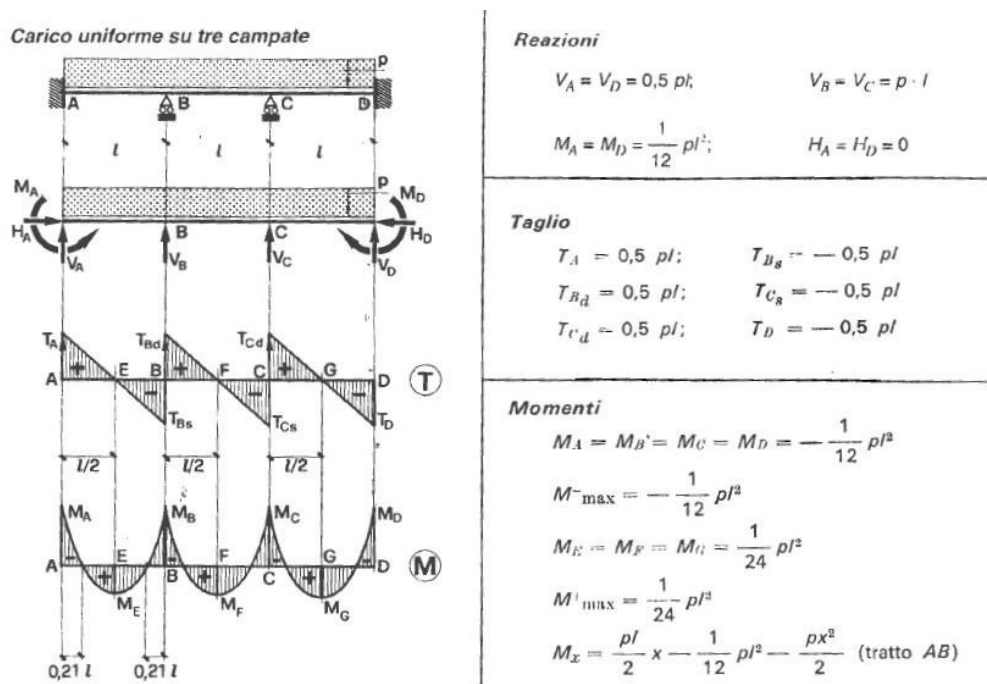
La quota della tubazione aerea in progetto (estradosso inferiore, asse alveo), come desumibile dal profilo idraulico in oggetto (elaborato 11.2), è pari a 68,81 m s.l.m., consentendo pertanto di disporre di un tirante d'aria al di sotto della tubazione aerea di 3,17 m, superiore al valore minimo consentito per la sicurezza idraulica dell'opera pari a 1,5 m.

19 Calcolo della massima inflessione del tubo di contenimento

I tratti di condotta in corrispondenza degli attraversamenti aerei devono essere verificati staticamente in condizioni di esercizio, in modo tale che lo spostamento massimo verticale dovuto alle azioni agenti sulla tubazione sia contenuto entro un certo valore, funzione della distanza fra gli appoggi.

Attraversamento Fiume Ete Morto (Collettore principale tratto "B")

Il tratto aereo in questione può essere schematizzato come una trave a tre campate (campate laterali di lunghezza 7,5 m e campata centrale di 20 m) con incastri alle estremità e due appoggi intermedi sollecitata con un carico verticale uniformemente distribuito, come rappresentato nella figura seguente:



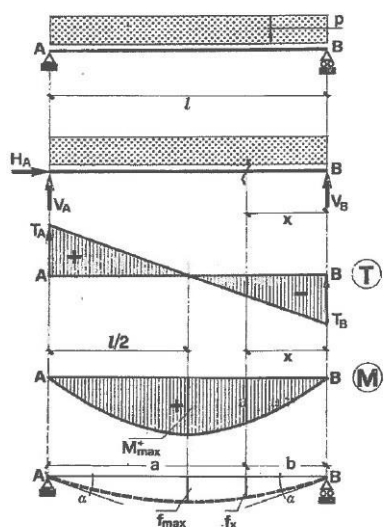
Trave continua con carico uniforme su tre campate

in cui il carico uniformemente distribuito q è dato dalla somma delle seguenti componenti:

- carico dovuto al peso proprio del tubo guaina in acciaio DN600: 0.79 kN/m
- carico dovuto al peso proprio della condotta fognaria De400: 0.23 kN/m
- carico dovuto al refluo, considerando cautelativamente un grado di riempimento del 70%: 0.84 kN/m
- sovraccarico da neve: 0.26 kN/m
- **carico totale:** **2.12 kN/m**

Lo spostamento verticale massimo (f_{max}), data la simmetria della struttura, si avrà in corrispondenza della mezzeria della campata centrale e sarà dato dalla somma delle due componenti di spostamento (f_1 , f_2) riconducibili alle sollecitazioni agenti sulla stessa campata, in particolare il carico totale uniformemente distribuito (schema 1) e le coppie ausiliarie generate dal caricamento della struttura reale a tre campate, pari a -61.18 kNm , ottenute attraverso il metodo di Clapeyron, o equazione dei tre momenti (schema 2).

Carico uniforme su tutta la trave



Reazioni

$$V_A = V_B = \frac{pl}{2}; \quad H_A = 0$$

Taglio

$$T_{A,d} = V_A = \frac{pl}{2}; \quad T_{B,s} = V_B = -\frac{pl}{2}$$

$$T_x = +\frac{p \cdot l}{2} - px = p \left(\frac{l}{2} - x \right)$$

Momenti

$$M_A = M_B = 0$$

$$M_{l/2} = M_{max} = +\frac{pl^2}{8}$$

$$M_x = +\frac{plx}{2} - \frac{px^2}{2} \text{ (parabolico)}$$

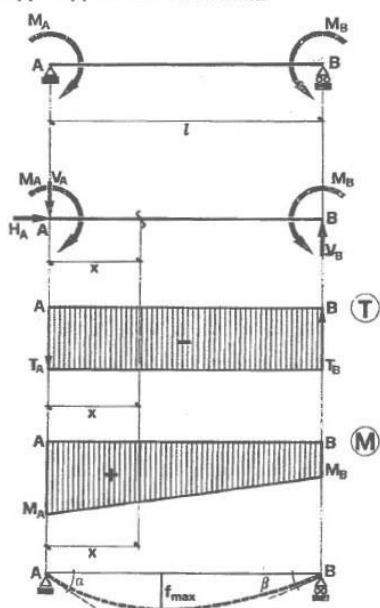
Spostamenti

$$f_{max} = \frac{5}{384} \frac{pl^4}{EJ}; \quad \alpha = \frac{pl^3}{24EJ}$$

$$f_x = \frac{1}{24} \frac{pl^4}{EJ} \frac{ab}{l^2} \left(1 + \frac{ab}{l^2} \right)$$

Schema 1: trave in appoggio con carico uniforme

Coppie applicate alle estremità



Reazioni

$$V_A = \frac{M_A - M_B}{l}; \quad V_B = \frac{M_A - M_B}{l}$$

$$H_A = 0$$

Taglio

$$T_A = -\frac{M_A - M_B}{l}; \quad T_B = -\frac{M_A - M_B}{l}$$

$$T_x = -\frac{M_A - M_B}{l} \text{ (costante)}$$

Momenti

$$M_x = M_B + (M_A - M_B) \frac{(l-x)}{l}$$

Spostamenti per $M_A = M_B = M$

$$f = \frac{Ml^3}{8EJ} \quad \alpha = \beta = \frac{Ml}{2EJ}$$

Schema 2: trave in appoggio con coppie applicate alle estremità

Pertanto, sapendo che:

$E =$ modulo elastico della tubazione in acciaio (210'000 N/mm²),

$J =$ momento di inerzia della sezione della tubazione in acciaio, definita come $= \frac{\pi}{64} \cdot (D^4 - d^4)$,

con D diametro esterno e d diametro interno del tubo guaina,

$$f_{max} = f_1 + f_2 = \frac{5}{384} \cdot \frac{q \cdot l^4}{E \cdot J} + \frac{1}{8} \cdot \frac{M \cdot l^2}{E \cdot J} = 13,9 \text{ mm}$$

