

Come spiegato nel paragrafo precedente, questo tipo di simulazione caratterizzato da uno ietogramma di progetto di tipo Chicago ha riguardato la sola condotta posta al di sotto dello stradello di accesso all'area e il nuovo fosso di guardia di via Paradigna.

Tab. 5 Dati di dimensionamento della condotta di drenaggio posta al di sotto dello stradello di accesso al piazzale (Ietogramma Chicago, TR 50 anni e durata pari ad 1 ora)

Collettore	Lung. (m)	D (mm) b÷Bxh (m)	Materiale	i	Qf (l/s)	Qmax (l/s)	Qmax/ Qf	Z max (m)	h/D	Vmax (m/s)
B01 - B02	35,0	400,0	PVC	3‰	13	133	0,10	-0,88	0,44	0,17
B02 - B03	34,0	400,0	PVC	3‰	30	133	0,23	-0,96	0,40	0,30
B03 - Pozzetto_Strada	34,0	400,0	PVC	3‰	46	133	0,35	-1,04	0,40	0,50
Fosso di guardia via Paradigna	72,0	0,4÷1,2x0,4	Terra	2‰	11	202	0,05	-0,62	0,28	0,24

La condotta PVC SN8 DN400, posata con pendenza pari al 3‰, risulta verificata per l'evento considerato, presentando un grado di riempimento minore del 50% e una velocità in condotta entro i limiti di letteratura, non oltrepassando mai il valore di 0,50 m/s.

Il valore medio del grado di riempimento è inferiore al 50% per garantire all'interno del collettore un volume residuale per l'eventuale laminazione degli afflussi meteorici.

Nella successiva Fig. 19 è riportato il profilo idraulico della dorsale in progetto.

Per quanto riguarda il fosso di guardia a lato di via Paradigna, si nota un grado di riempimento inferiore al 30%, dunque ampiamente verificato; il profilo del fosso è riportato nella successiva Fig. 20.

6.2.2. Evento con ietogramma Chicago, TR 100 anni e durata 1 ora

Si riportano in forma tabellare nella successiva le principali caratteristiche delle condotte e le caratteristiche associate al deflusso della portata al colmo per l'evento con TR 100 anni e durata 1 ora.

Tab. 6 Dati di dimensionamento della condotta di drenaggio posta al di sotto dello stradello di accesso al piazzale (Ietogramma Chicago, TR 50 anni e durata pari ad 1 ora)

Collettore	Lung. (m)	D (mm) b÷Bxh (m)	Materiale	i	Qf (l/s)	Qmax (l/s)	Qmax/ Qf	Z max (m)	h/D	Vmax (m/s)
B01 - B02	35,0	400,0	PVC	3‰	14	133	0,11	-0,87	0,49	0,18
B02 - B03	34,0	400,0	PVC	3‰	33	133	0,25	-0,92	0,58	0,32
B03 - Pozzetto_Strada	34,0	400,0	PVC	3‰	52	133	0,39	-1,03	0,42	0,50
Fosso di guardia via Paradigna	72,0	0,4÷1,2x0,4	Terra	2‰	13	202	0,06	-0,61	0,30	0,26

Anche in questo caso, nonostante l'evento centennale, si ha un grado di riempimento minore del 60% e una velocità in condotta entro i limiti di letteratura, non oltrepassando mai il valore di 0,5 m/s. Non si ha quindi tracimazione dai pozzetti per l'evento considerato e il collettore non entra in pressione, come rappresentato nella successiva Fig. 21, in cui è riportato il profilo idraulico della dorsale in progetto. Si ha inoltre del volume residuale all'interno del collettore per l'eventuale laminazione delle piene.

Per quanto riguarda il fosso di guardia a lato di via Paradigna, si nota un grado di riempimento pari al 30%, quindi ampiamente verificato.

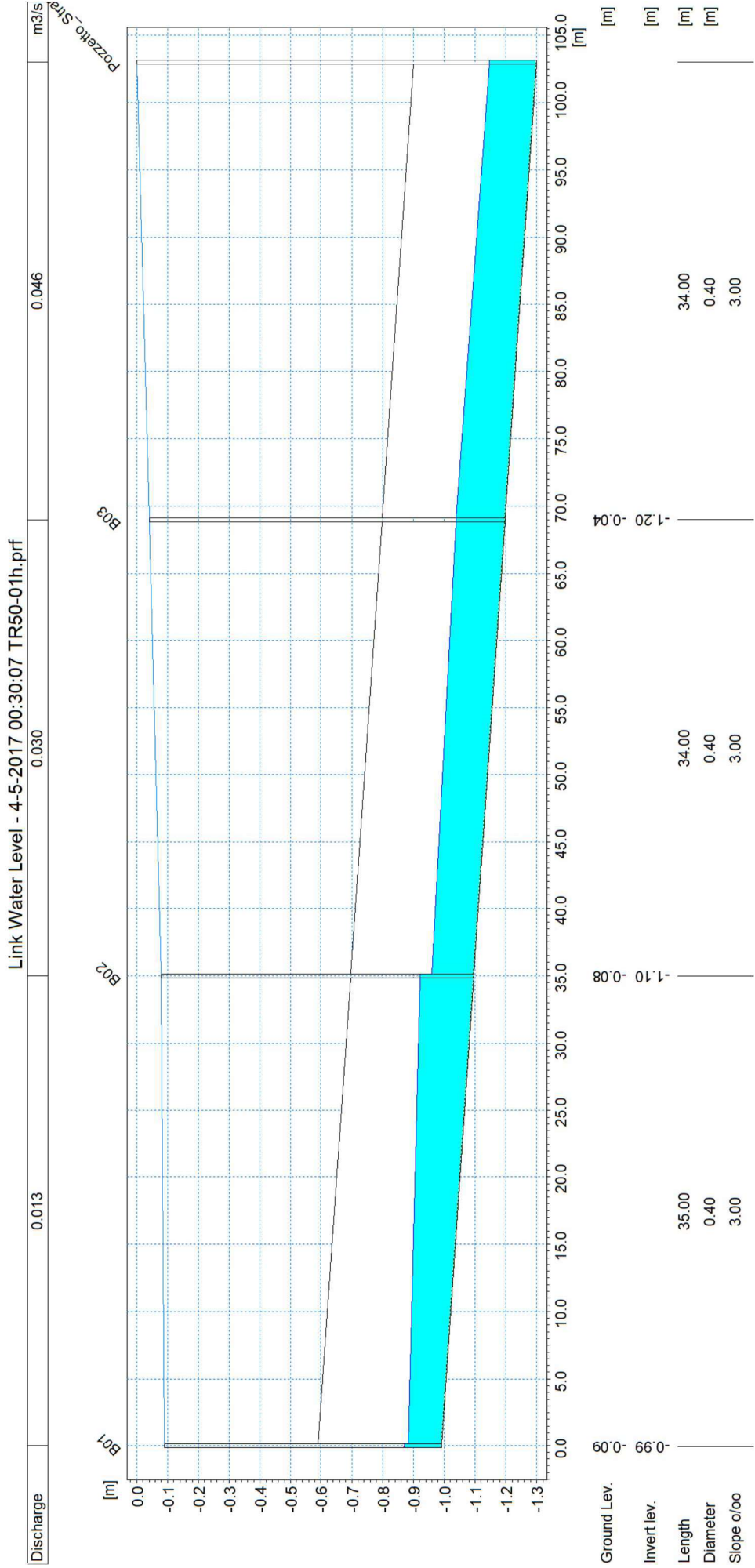


Fig. 19 Profilo della condotta DN400 posta sullo stradello di accesso, dal pozzetto B01 alla confluenza nella rete fognaria esistente, per l'evento di riferimento con TR pari a 50 anni e durata pari a 1 h

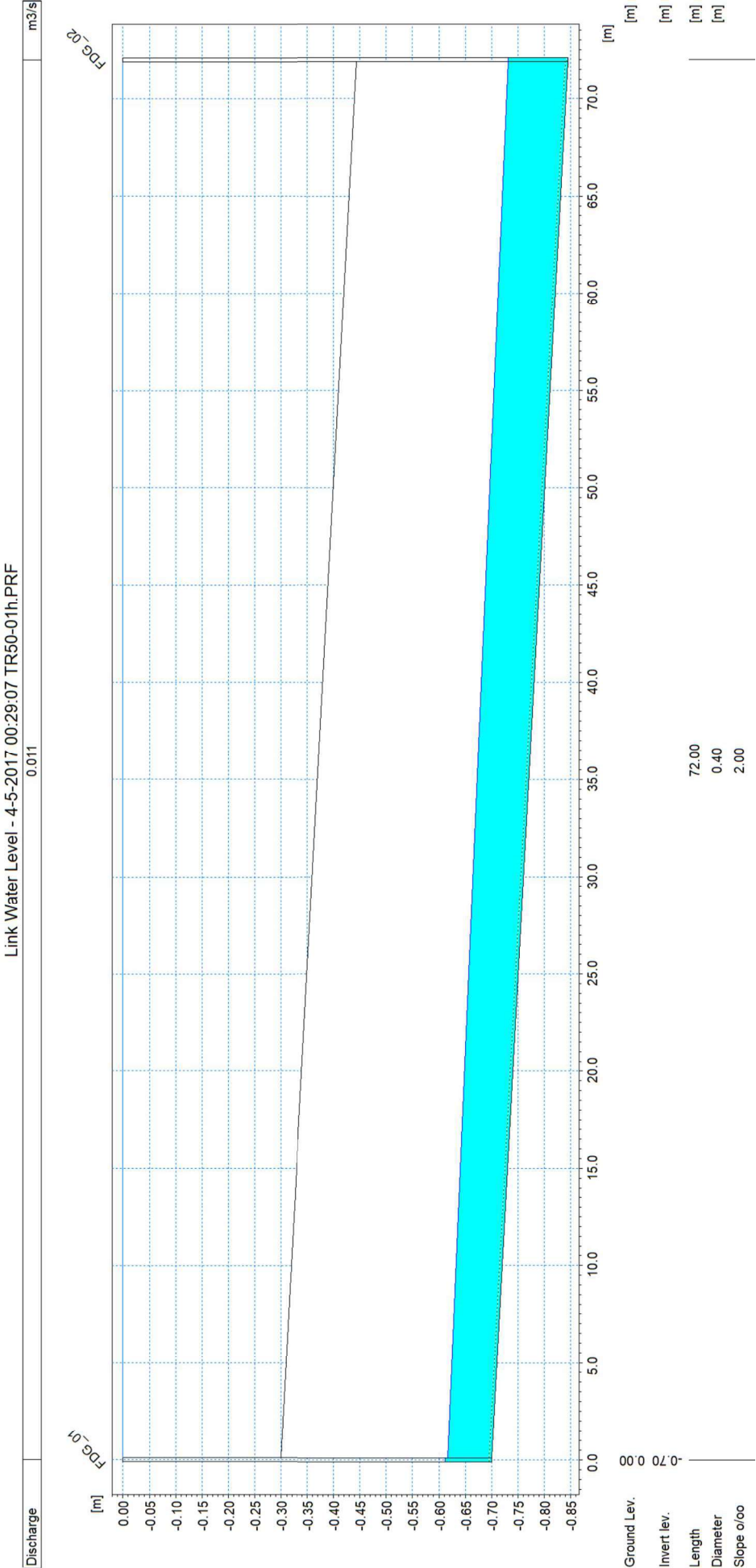


Fig. 20 Profilo del nuovo fosso di guardia a est di strada Paradigna in riferimento all’evento con TR pari a 50 anni e durata pari a 1 h

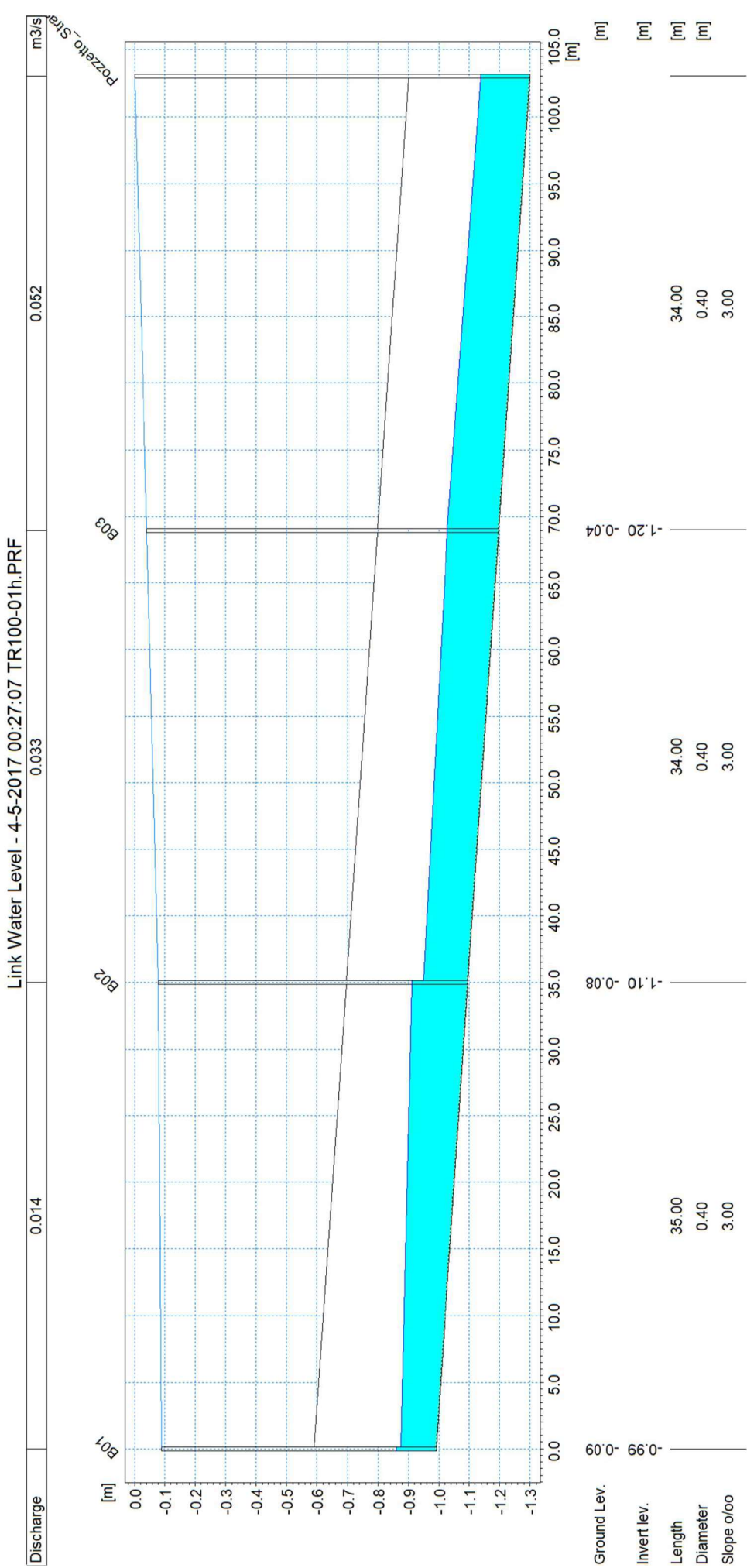


Fig. 21 Profilo della condotta DN400 posta sullo stradalino di accesso, dal pozzetto B01 alla confluenza nella rete fognaria esistente, per l'evento con TR pari a 100 anni e durata pari a 1 h

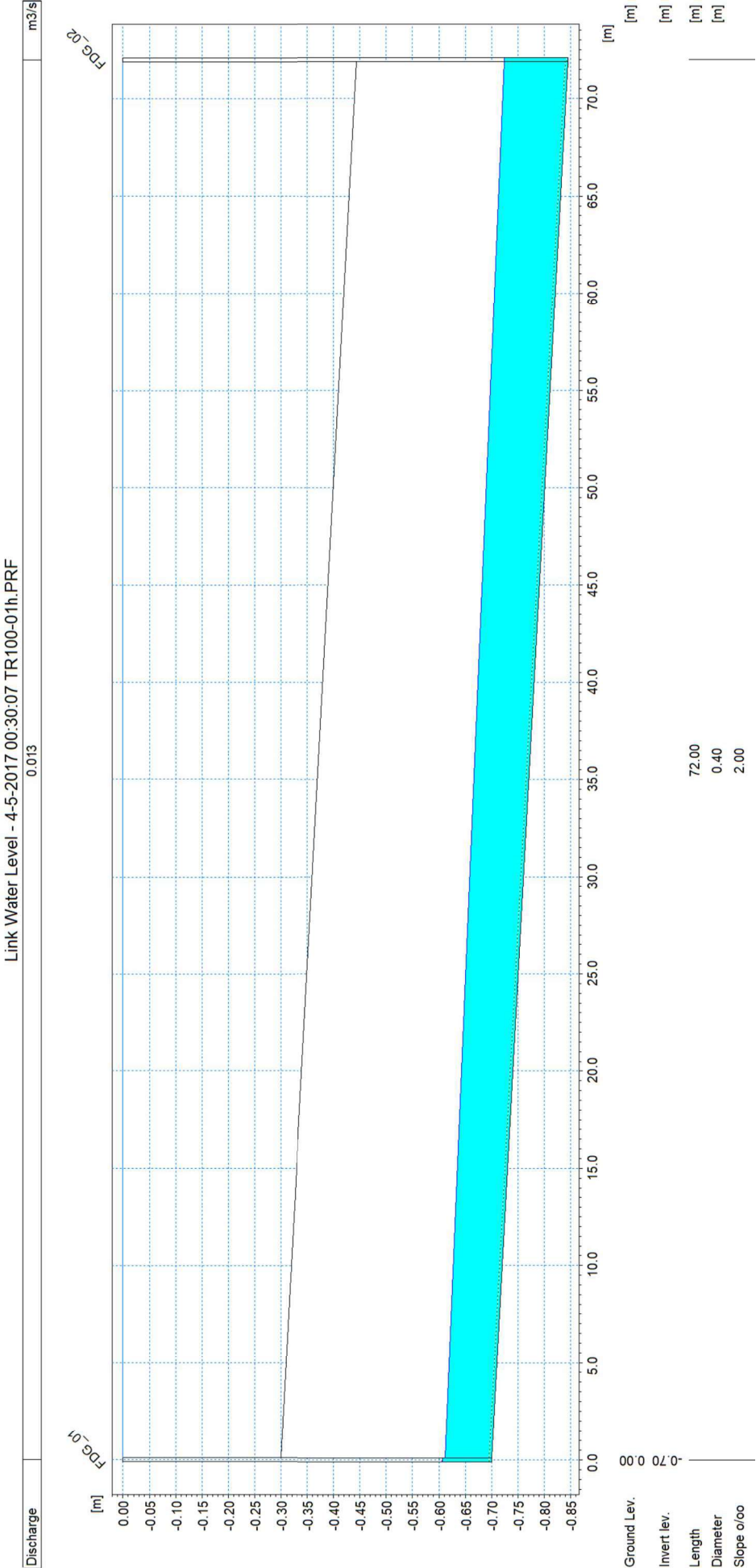


Fig. 22 Profilo del nuovo fosso di guardia a est di strada Paradigna in riferimento all’evento con TR pari a 100 anni e durata pari a 1 h

6.2.3. Evento con ietogramma triangolare, TR 50 anni e durata 24 ore

Dopo aver analizzato le verifiche che hanno guidato il dimensionamento del collettore posto al di sotto dello stradello di accesso e il fosso di guardia di via Paradigna, si riportano ora le simulazioni riguardanti la rete all'interno del piazzale e i relativi fossi di recapito, caratterizzate da uno ietogramma di tipo triangolare con TR 50 anni e durata 24 ore, essendo questa la durata che determina la condizione di massimo invaso nella rete.

Si riportano in forma tabellare nella successiva Tab. 7 le principali caratteristiche dei collettori e le caratteristiche associate al deflusso della portata al colmo:

- Collettore = identificativo del collettore con codice dei pozzetti di estremità;
- Lunghezza = lunghezza del collettore (m);
- D = diametro nominale condotta circolare (mm);
- BxH = dimensioni interne (base ed altezza) dei collettori scatolari (cm);
- Materiale = indicazione del materiale di composizione del collettore;
- i = pendenza di posa del collettore;
- Q_f = portata di moto uniforme relativa al collettore (l/s);
- Q_{max} = portata massima transitante nel collettore durante la simulazione (l/s);
- Q_{max}/Q_f = rapporto tra massima portata transitata e quella di moto uniforme;
- Z_{max} = massima quota di pelo libero raggiunta (m);
- h/D = grado di riempimento massimo del collettore;
- V_{max} = velocità massima del flusso all'interno del collettore.

Tab. 7 Dati di dimensionamento della rete di smaltimento della rete delle acque meteoriche (evento con TR 50 anni e durata pari ad 24 ore)

Collettore	Lung. (m)	D (mm) b÷Bxh (m)	Materiale	i	Q _f (l/s)	Q _{max} (l/s)	Q _{max} / Q _f	Z max (m)	h/D	V _{max} (m/s)
A01 - A01_1	40,0	315	PVC	2‰	3	51	0,059	-0,43	2,19	0,12
A01_1 - Fosso4_3	24,5	315	PVC	2‰	3	51	0,059	-0,43	2,36	0,22
A02 - A02_1	40,0	315	PVC	2‰	1	51	0,020	-0,43	2,09	0,11
A02_1 - Fosso4_2	24,5	315	PVC	2‰	2	51	0,039	-0,43	2,26	0,19
A03 - A03_1	40,0	315	PVC	2‰	1	51	0,020	-0,43	1,99	0,11
A03_1 - Fosso4_1	24,5	315	PVC	2‰	2	51	0,039	-0,43	2,15	0,24
A04 - A04_1	40,0	315	PVC	2‰	1	51	0,020	-0,43	1,88	0,11
A04_1 - Fosso4	21,5	315	PVC	2‰	2	51	0,039	-0,43	2,02	0,26
A05 - A05_1	40,0	315	PVC	2‰	1	51	0,020	-0,43	1,77	0,12
A05_1 - Fosso3_1	21,5	315	PVC	2‰	1	51	0,020	-0,43	1,91	0,24
Fosso1 - Fosso2	16,0	2,7÷4,1x0,7	Terra	2‰	1	3069	0,000	-0,43	0,71	0,05
Fosso2 - Fosso3	15,0	5,3÷4,7x0,7	Terra	2‰	3	6544	0,000	-0,43	0,70	0,05
Fosso3 - Fosso3_1	10,0	6,0÷7,8x0,9	Terra	2‰	2	8518	0,000	-0,43	0,64	0,05
Fosso3_1 - Fosso4	17,0	6,0÷7,8x0,9	Terra	2‰	3	8979	0,000	-0,43	0,68	0,05
Fosso4 - Fosso4_1	15,6	2,0÷4,0x1,0	Terra	2‰	3	3908	0,001	-0,43	0,65	0,11
Fosso4_1 - Fosso4_2	16,4	2,0÷4,0x1,0	Terra	2‰	3	3908	0,001	-0,43	0,68	0,11

Collettore	Lung. (m)	D (mm) b÷Bxh (m)	Materiale	i	Qf (l/s)	Qmax (l/s)	Qmax/ Qf	Z max (m)	h/D	Vmax (m/s)
Fosso4_2 - Fosso4_3	16,0	2,0÷4,0x1,0	Terra	2‰	3	3908	0,001	-0,43	0,71	0,11
Fosso4_3 - Fosso5	30,0	2,0÷4,0x1,0	Terra	2‰	3	3908	0,001	-0,43	0,77	0,07
Fosso5-Pozzetto_Strada	16,0	200	PVC	2‰	1,47	17	0,059	-0,43	3,85	0,30
Fosso6 - Fosso5	71,0	2,5÷4,5x1,0	Terra	2‰	3	4698	0,001	-0,43	0,77	0,05

Si precisa che la rete di drenaggio, svolgendo la funzioni di collettamento e laminazione degli afflussi meteorici, è stata sviluppata con la pendenza di progetto pari al 2‰.

Come si vede dalla tabella le condotte hanno un grado di riempimento maggiore del 70%, valore standard da letteratura utilizzato nei dimensionamenti, a testimonianza del fatto che la rete entra in pressione.

Questo è dovuto al limite di scarico imposto nel recapito di valle, che crea rigurgito nel fosso di gronda e quindi nelle relative condotte afferenti: la rete quindi svolge anche il ruolo di invaso e buona parte del volume di pioggia rimane nel fosso e nei collettori, causando livelli idrici elevati, anche se le portate e le velocità in condotta sono ridotte. A dimostrazione di questo si vedano i valori di Qmax/Qf nella Tab. 7, che risultano sempre nettamente inferiori a 1: questo significa che le portate in transito non sono critiche per la condotta; inoltre le velocità massime risultano ridotte (mai superiori a 0,3 m/s).

Benché la rete entri in pressione, si vuole precisare che per l'evento cinquantennale non si registrano tracimazioni dai pozzetti, come evidenziato nei profili riportati nelle successive immagini, dalla Fig. 24 alla Fig. 30, dove sono rappresentate le dorsali delle condotte e dei fossi in progetto. Il livello massimo registrato durante l'evento in tutta la rete è infatti pari a -0,43 m, minore del piano campagna circostante e delle quote di strada Paradigna, del piazzale e dei parcheggi pubblici in progetto. Per l'individuazione della quota minima di sicurezza idraulica relativamente all'evento TR50 si rimanda al successivo cap. 7.

Si precisa che la simulazione è stata condotta nel rispetto dei limiti di scarico visti in precedenza, come testimoniato dal grafico riportato nella successiva Fig. 23, dove si nota che non viene mai superato il valore massimo di portata di 1,47 l/s, come spiegato nel paragrafo 5.4.

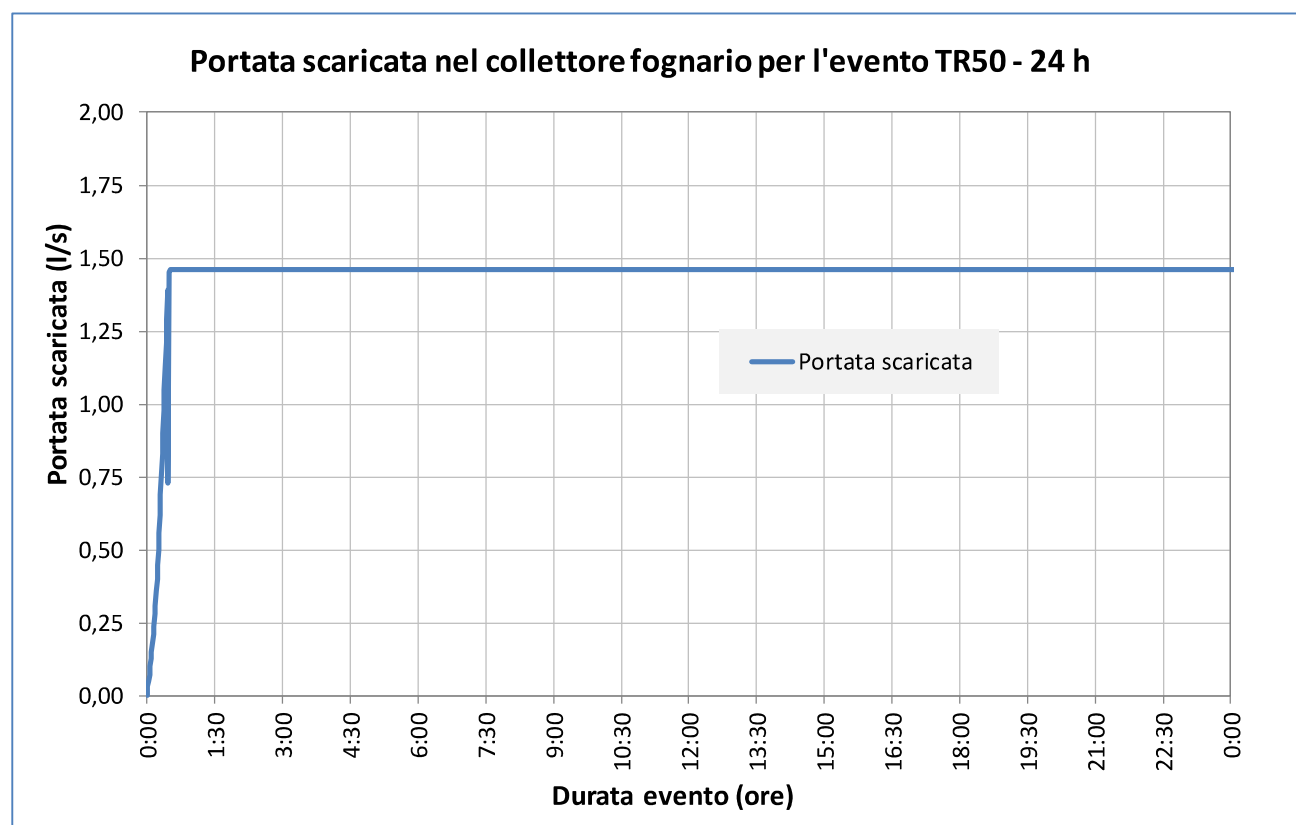


Fig. 23 Portata scaricata nel collettore fognario esistente per l'evento TR50 con durata 24 h

Link Water Level - 5-5-2017 22:33:07 TR50-24h.prf		0.000		0.000		m3/s	
Discharge							

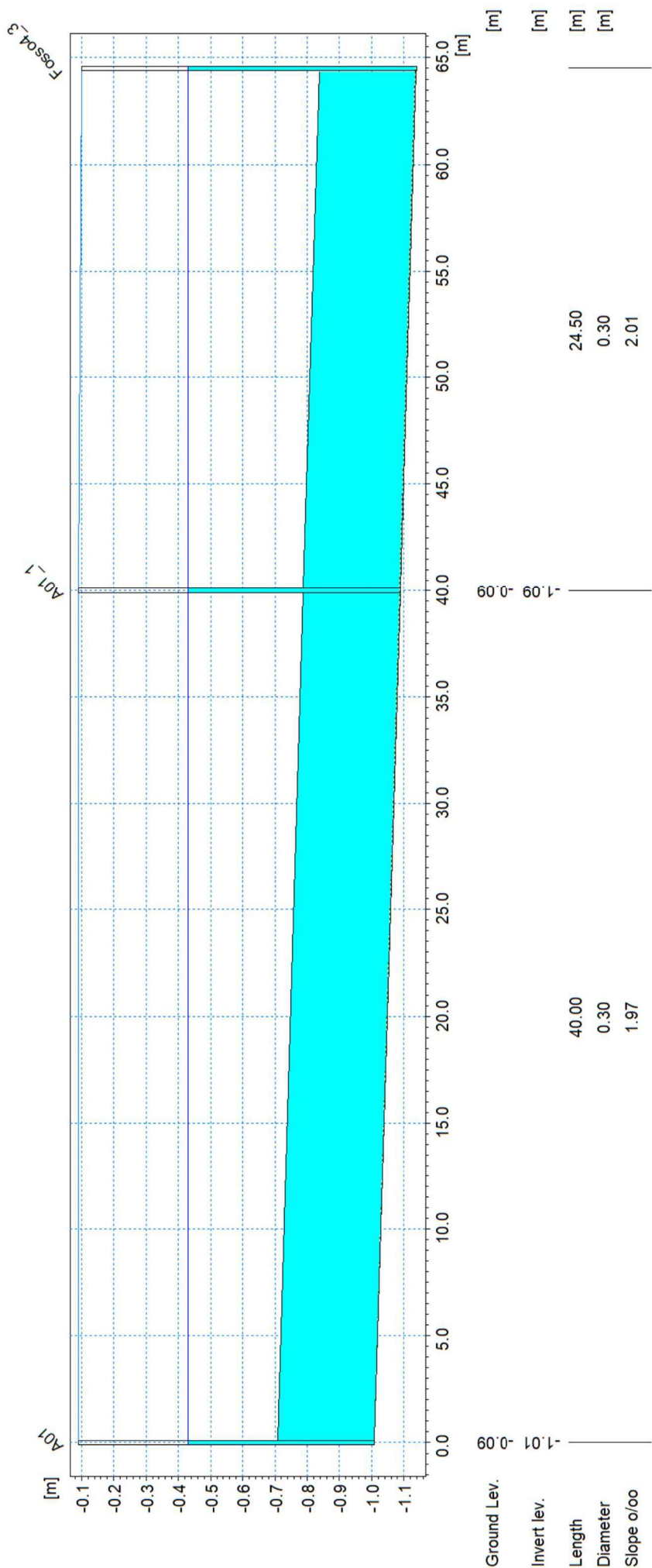


Fig. 24 Profilo della condotta DN315, dal pozzetto A01 alla confluenza nel fosso di gronda nord per l'evento con TR pari a 50 anni e durata pari a 24 h

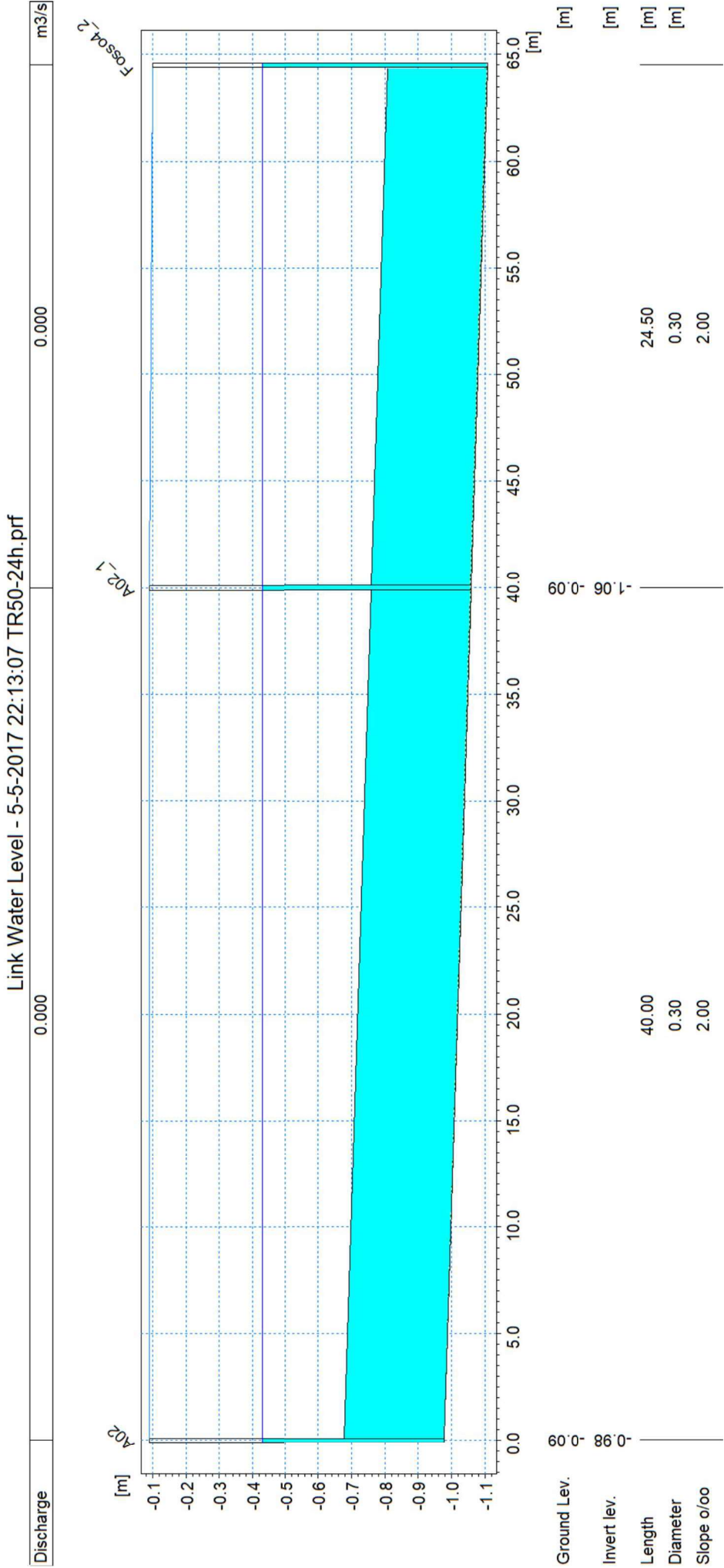
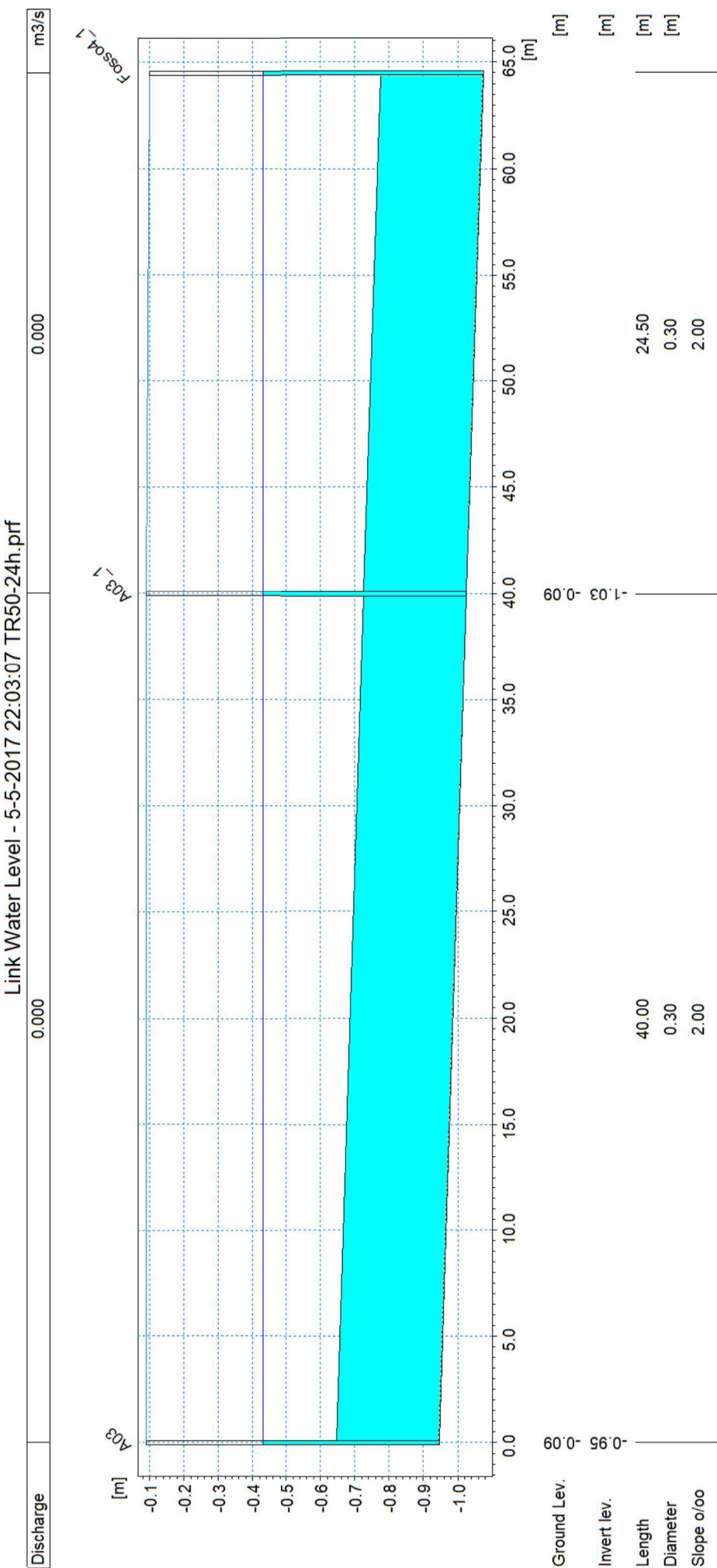


Fig. 25 Profilo della condotta DN315, dal pozzetto A02 alla confluenza nel fosso di gronda nord per l'evento con TR pari a 50 anni e durata pari a 24 h



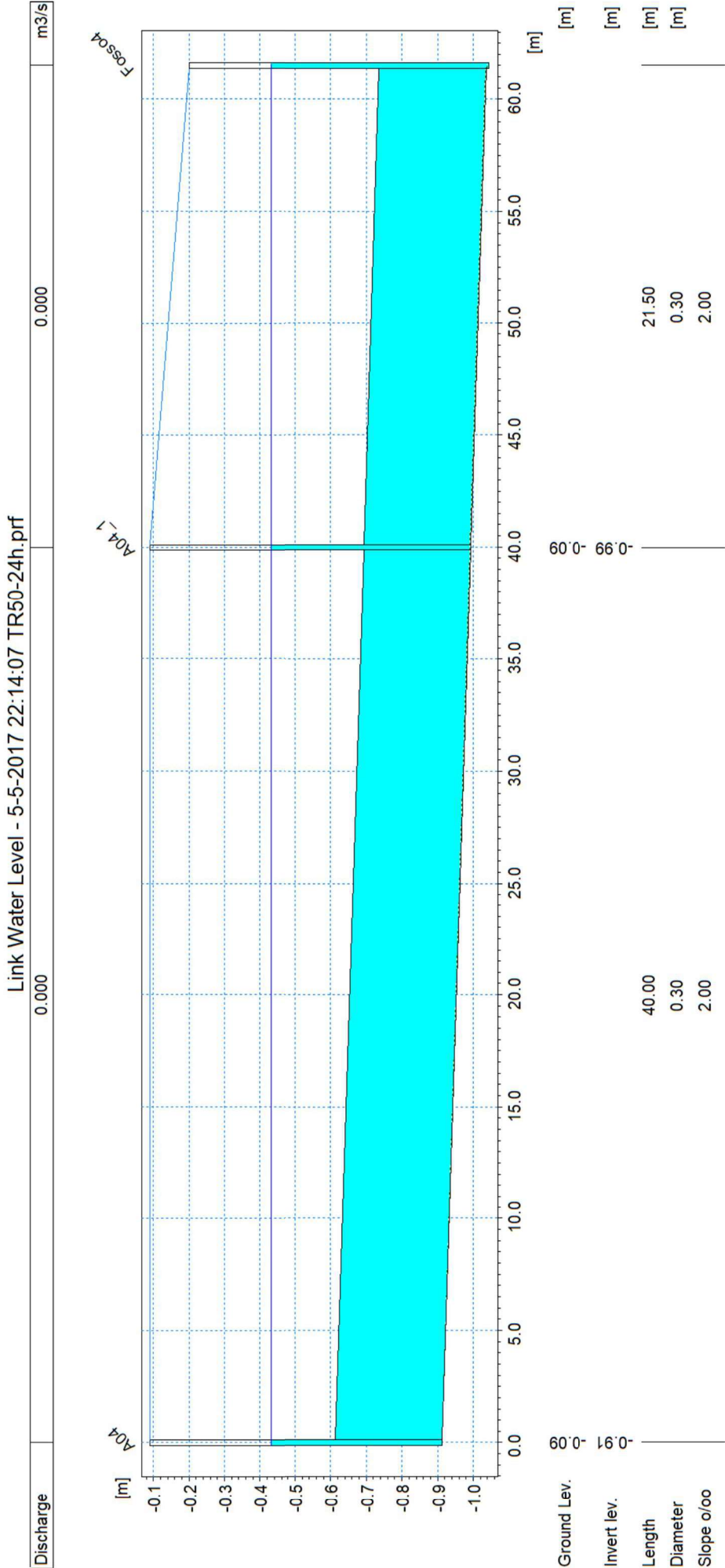


Fig. 27 Profilo della condotta DN315, dal pozzetto A04 alla confluenza nel fosso di gronda nord per l'evento con TR pari a 50 anni e durata pari a 24 h

Discharge	0.000	0.000	m3/s
-----------	-------	-------	------

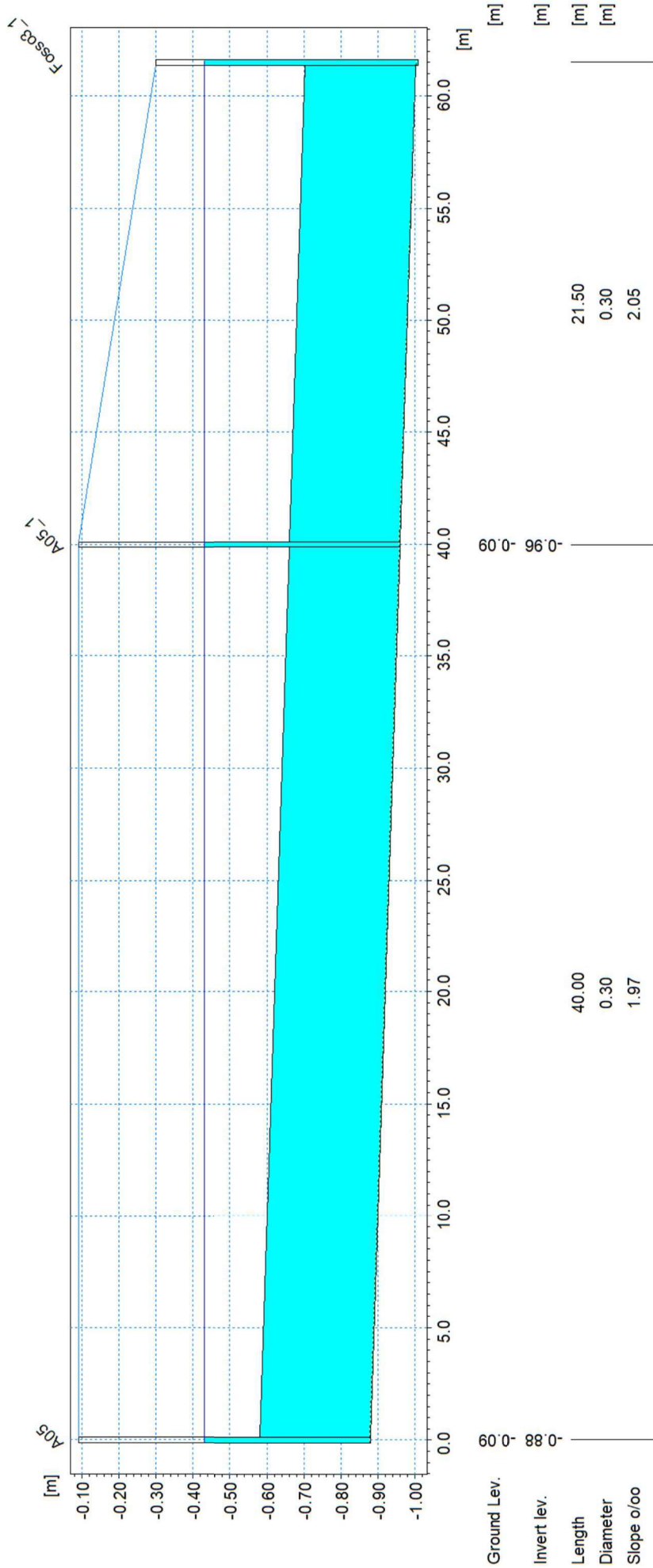


Fig. 28 Profilo della condotta DN315, dal pozzetto A05 alla confluenza nel fosso di gronda nord per l'evento con TR pari a 50 anni e durata pari a 24 h

Link Water Level - 5-5-2017 21:57:07 TR50-24h.prj

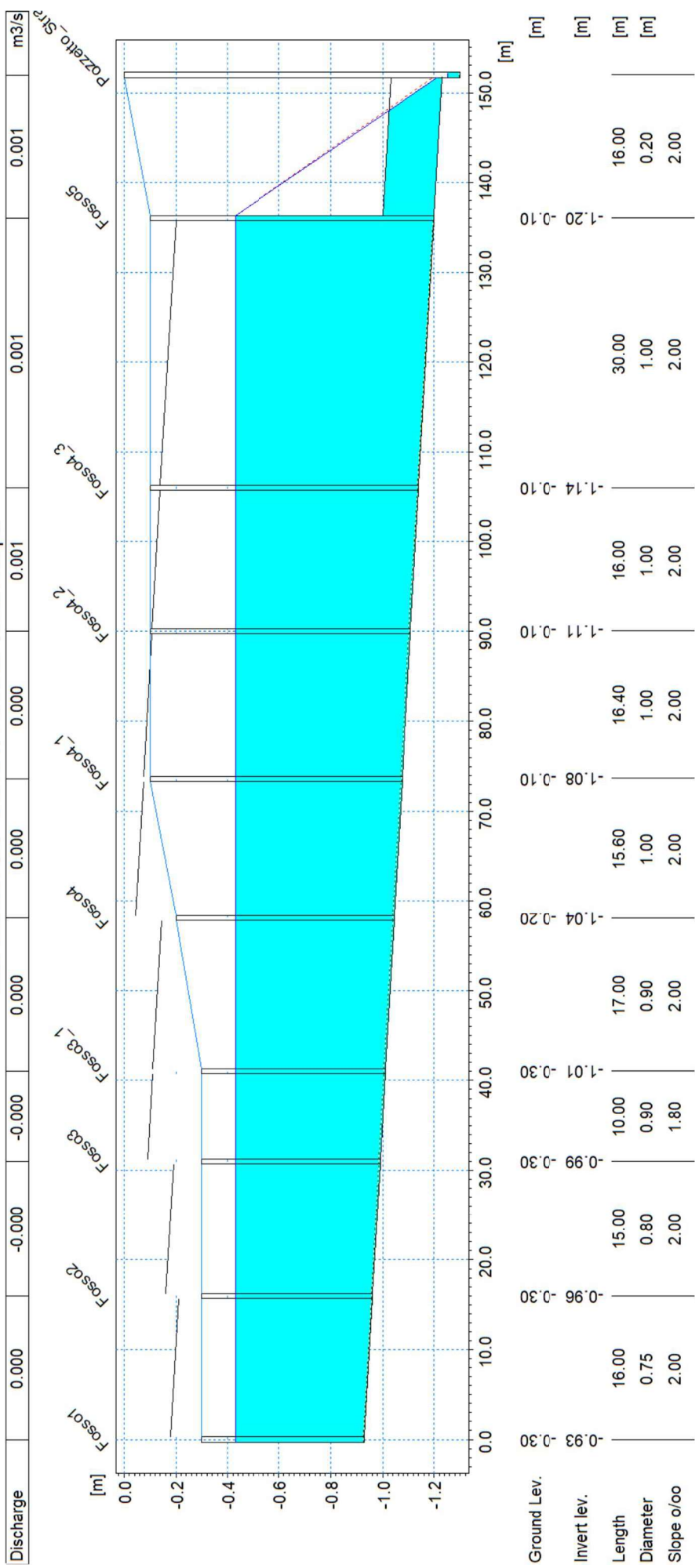


Fig. 29 Profilo del fosso di gronda nord, dall'estremità di monte alla confluenza nel pozzetto terminale per l'evento con TR pari a 50 anni e durata pari a 24 h

Link Water Level - 5-5-2017 22:33:07 TR50-24h.prf		
Discharge	0.000	m3/s

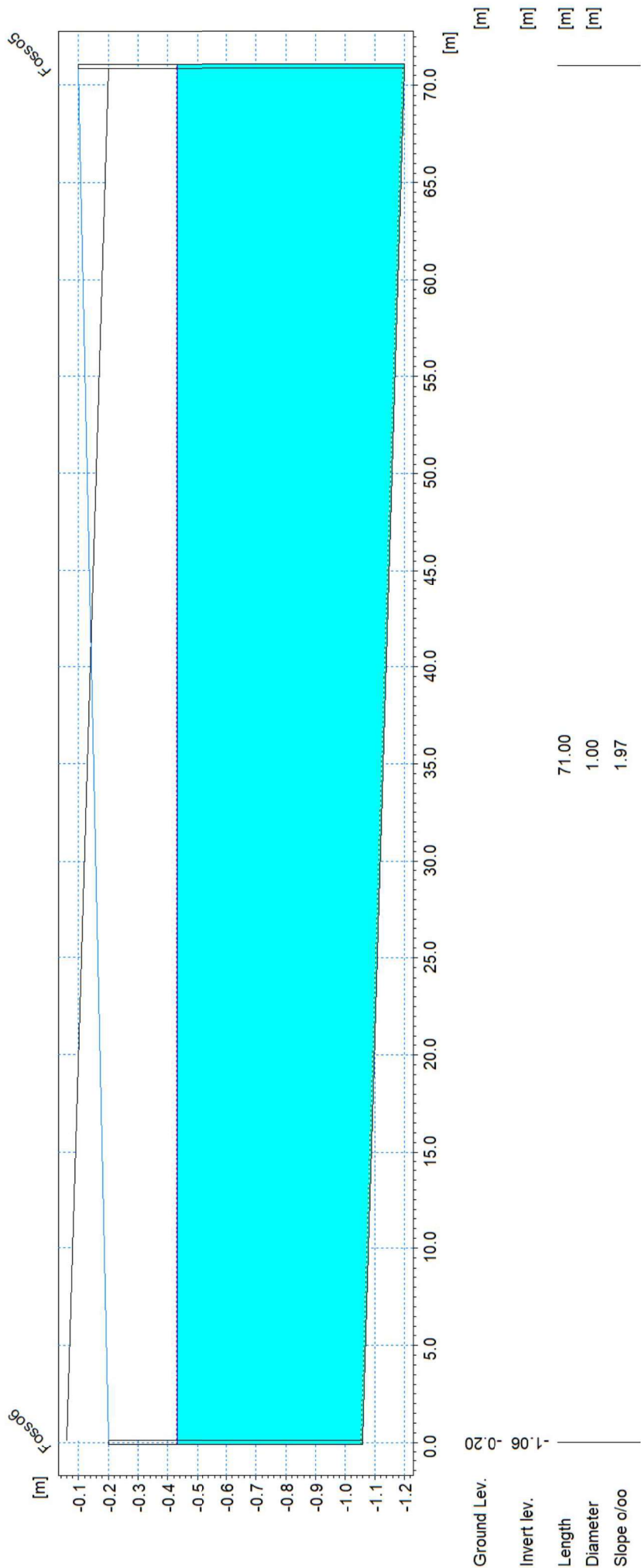


Fig. 30 Profilo del fosso di gronda ovest, dall'estremità di monte alla confluenza nel pozzetto terminale per l'evento con TR pari a 50 anni e durata pari a 24 h

6.2.4. Evento con ietogramma triangolare, TR 100 anni e durata 24 ore

Si riportano in forma tabellare nella successiva Tab. 8 le principali caratteristiche dei collettori e le caratteristiche associate al deflusso della portata al colmo riguardanti la rete all'interno del piazzale e i relativi fossi di recapito, per l'evento caratterizzato da uno ietogramma di tipo triangolare con TR 100 anni e durata 24 ore.

Tab. 8 Dati di dimensionamento della rete di smaltimento della rete delle acque meteoriche (evento con TR 100 anni e durata pari ad 24 ore)

Collettore	Lung. (m)	D (mm) b÷Bxh (m)	Materiale	i	Qf (l/s)	Qmax (l/s)	Qmax/ Qf	Z max (m)	h/D	Vmax (m/s)
A01 - A01_1	40,0	315	PVC	2‰	4,0	51	0,078	-0,37	2,39	0,12
A01_1 - Fosso4_3	24,5	315	PVC	2‰	4,0	51	0,078	-0,37	2,55	0,22
A02 - A02_1	40,0	315	PVC	2‰	1,0	51	0,019	-0,37	2,29	0,11
A02_1 - Fosso4_2	24,5	315	PVC	2‰	2,0	51	0,039	-0,37	2,45	0,19
A03 - A03_1	40,0	315	PVC	2‰	1,0	51	0,019	-0,37	2,18	0,11
A03_1 - Fosso4_1	24,5	315	PVC	2‰	3,0	51	0,059	-0,37	2,35	0,24
A04 - A04_1	40,0	315	PVC	2‰	1,0	51	0,019	-0,37	2,07	0,11
A04_1 - Fosso4	21,5	315	PVC	2‰	2,0	51	0,039	-0,37	2,22	0,26
A05 - A05_1	40,0	315	PVC	2‰	1,0	51	0,019	-0,37	1,96	0,12
A05_1 - Fosso3_1	21,5	315	PVC	2‰	1,0	51	0,019	-0,37	2,11	0,24
Fosso1 - Fosso2	16,0	2,7÷4,1x0,7	Terra	2‰	1,0	3069	0,000	-0,37	0,79	0,05
Fosso2 - Fosso3	15,0	5,3÷4,7x0,7	Terra	2‰	3,0	6544	0,000	-0,37	0,78	0,05
Fosso3 - Fosso3_1	10,0	6,0÷7,8x0,9	Terra	2‰	2,0	8518	0,000	-0,37	0,71	0,05
Fosso3_1 - Fosso4	17,0	6,0÷7,8x0,9	Terra	2‰	3,0	8979	0,000	-0,37	0,75	0,05
Fosso4 - Fosso4_1	15,6	2,0÷4,0x1,0	Terra	2‰	3,0	3908	0,001	-0,37	0,70	0,11
Fosso4_1 - Fosso4_2	16,4	2,0÷4,0x1,0	Terra	2‰	4,0	3908	0,001	-0,37	0,74	0,11
Fosso4_2 - Fosso4_3	16,0	2,0÷4,0x1,0	Terra	2‰	3,0	3908	0,001	-0,37	0,77	0,11
Fosso4_3 - Fosso5	30,0	2,0÷4,0x1,0	Terra	2‰	3,0	3908	0,001	-0,37	0,83	0,07
Fosso5-Pozzetto_Strada	16,0	200	PVC	2‰	1,47	17	0,087	-0,37	4,14	0,30
Fosso6 - Fosso5	71,0	2,5÷4,5x1,0	Terra	2‰	3,0	4698	0,001	-0,37	0,83	0,05

Come nella simulazione precedente, si nota che le condotte hanno un grado di riempimento maggiore del 70%, a causa del limite di scarico imposto a valle, che crea rigurgito nel fosso di gronda e nei collettori afferenti. Nonostante i livelli idrici piuttosto elevati, le portate e le velocità in condotta sono ridotte, come si nota dai valori di Qmax/Qf nella Tab. 8, che risultano sempre nettamente inferiori a 1.

Benché la rete entri in pressione, come evidenziato nei profili riportati nelle successive immagini, si precisa che per l'evento centennale non si registrano tracimazioni dai pozzetti. Infatti il livello massimo registrato durante l'evento in tutta la rete è infatti pari a -0,37 m, minore del piano campagna circostante e delle quote di strada Paradigna e del piazzale e dei parcheggi pubblici in progetto.

Durante l'evento di pioggia risulta rispettato il limite di scarico visto in precedenza, come testimoniato dal grafico riportato nella successiva Fig. 31, dove si nota che non viene mai superato il valore massimo di portata di 1,47 l/s, come spiegato nel paragrafo 5.4.

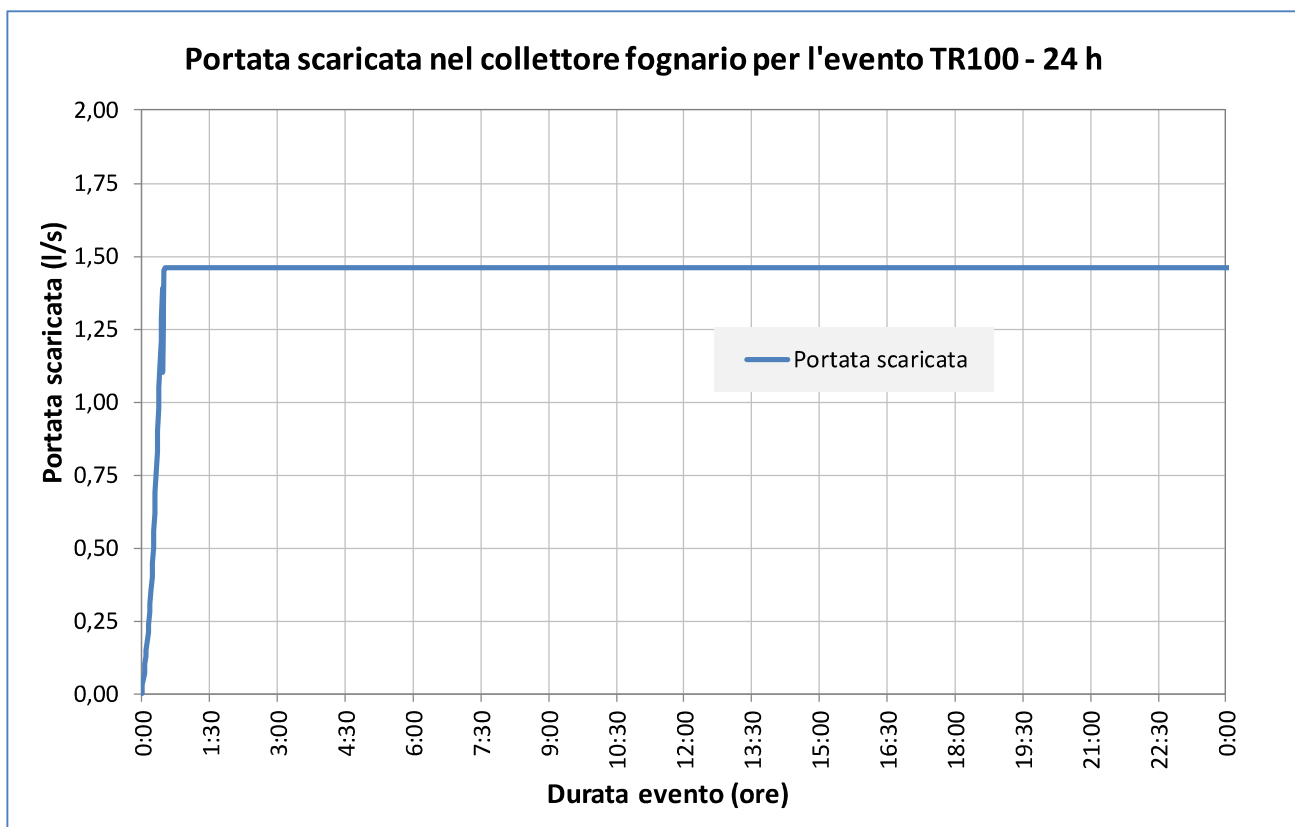
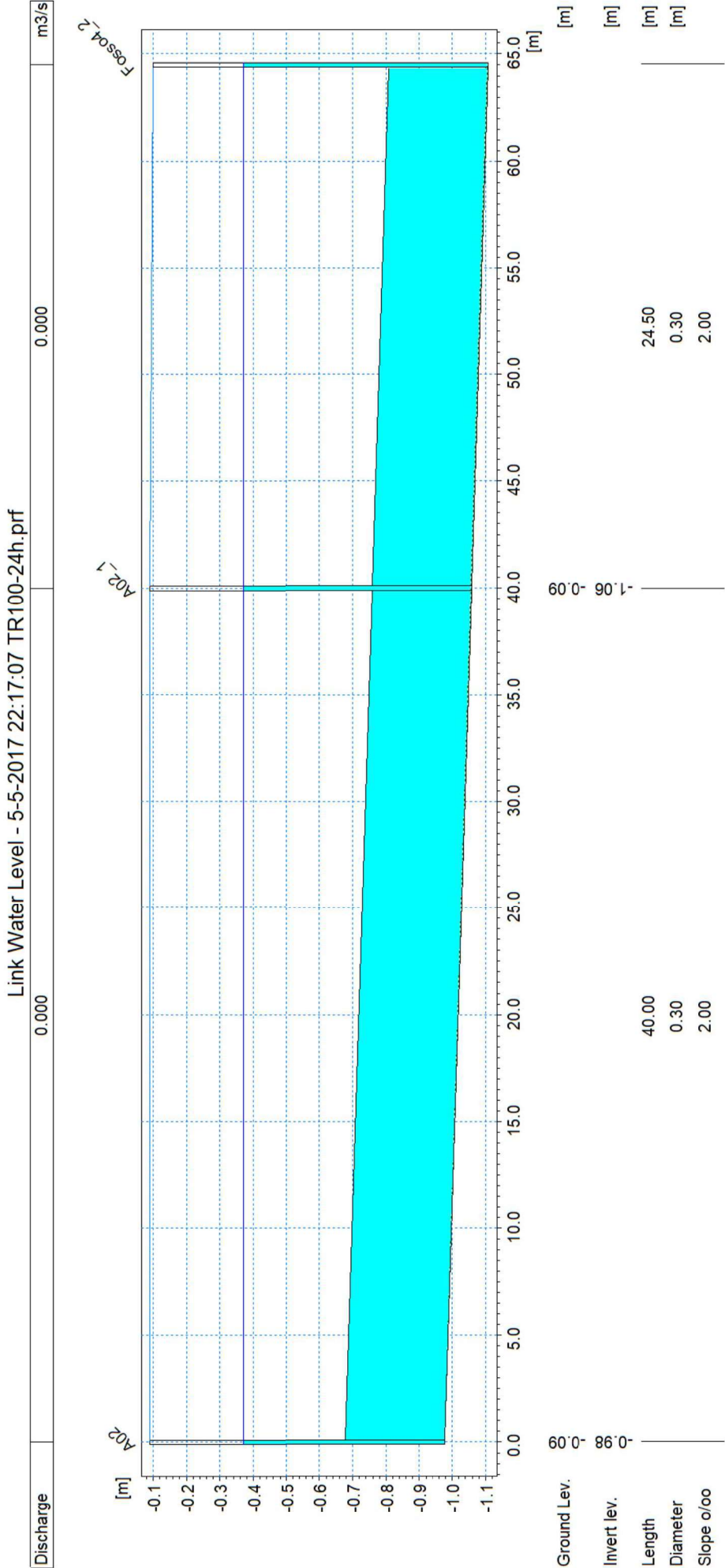


Fig. 31 Portata scaricata nel collettore fognario per l'evento TR100 con durata 24 h



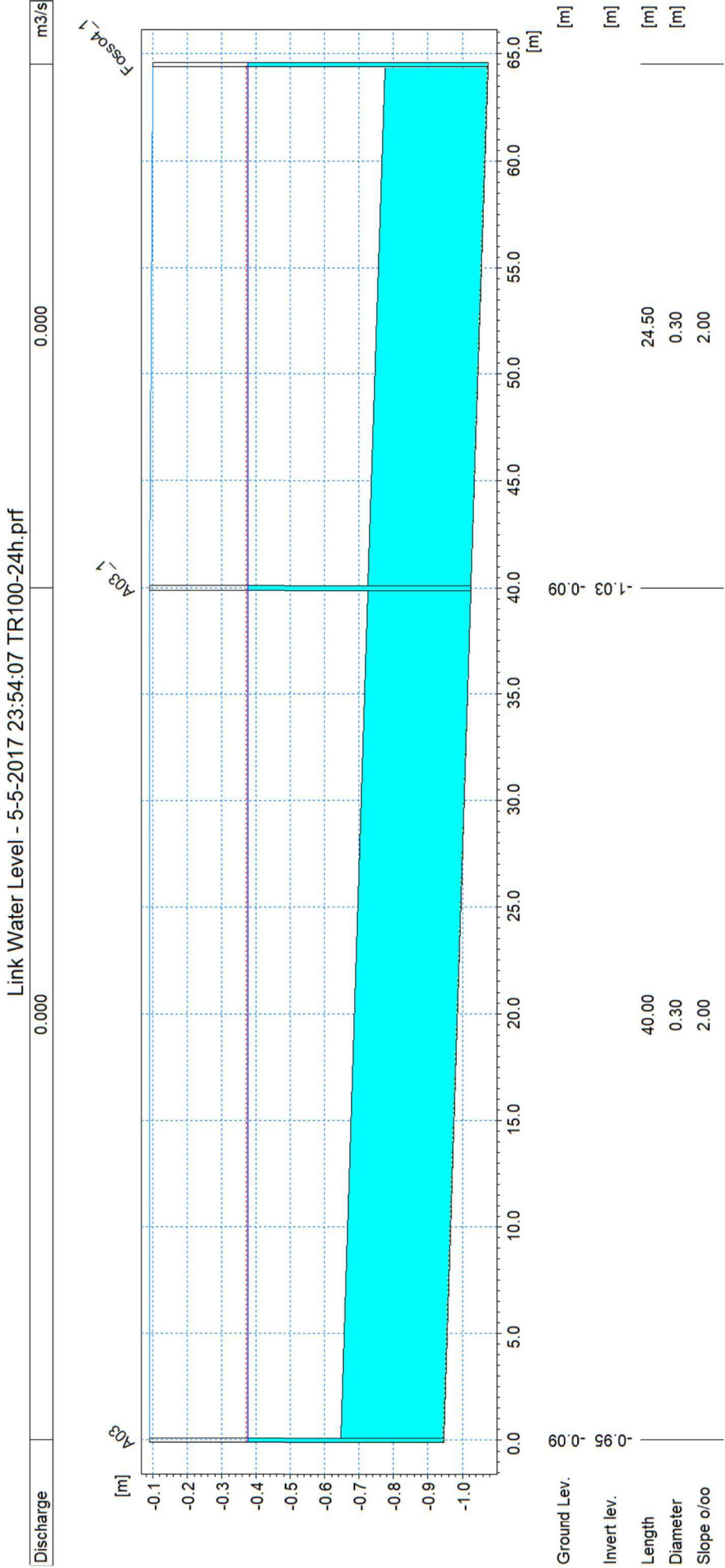


Fig. 34 Profilo della condotta DN315, dal pozzetto A03 alla confluenza nel fosso di gronda nord per l'evento con TR pari a 100 anni e durata pari a 24 h

Link Water Level - 5-5-2017 22:09:07 TR100-24h.prj	
Discharge	m3/s
0.000	0.000

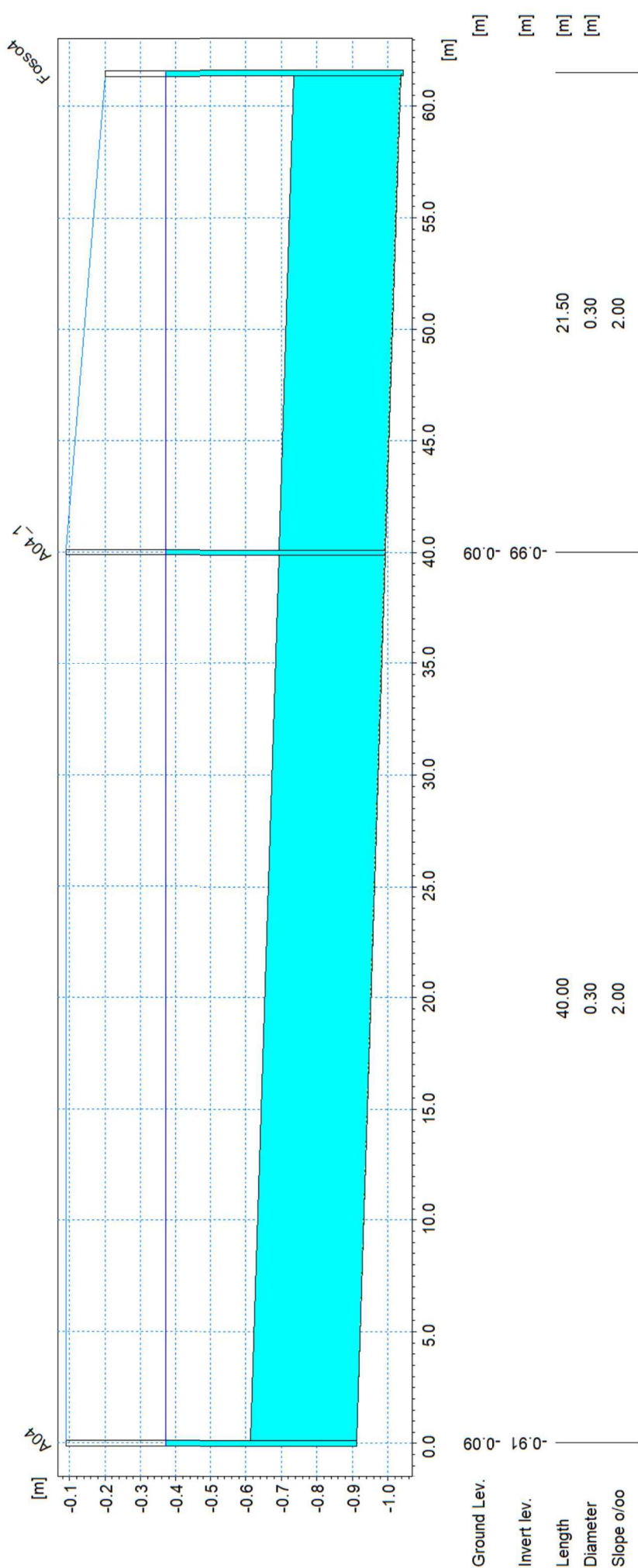


Fig. 35 Profilo della condotta DN315, dal pozzetto A04 alla confluenza nel fosso di gronda nord per l'evento con TR pari a 100 anni e durata pari a 24 h

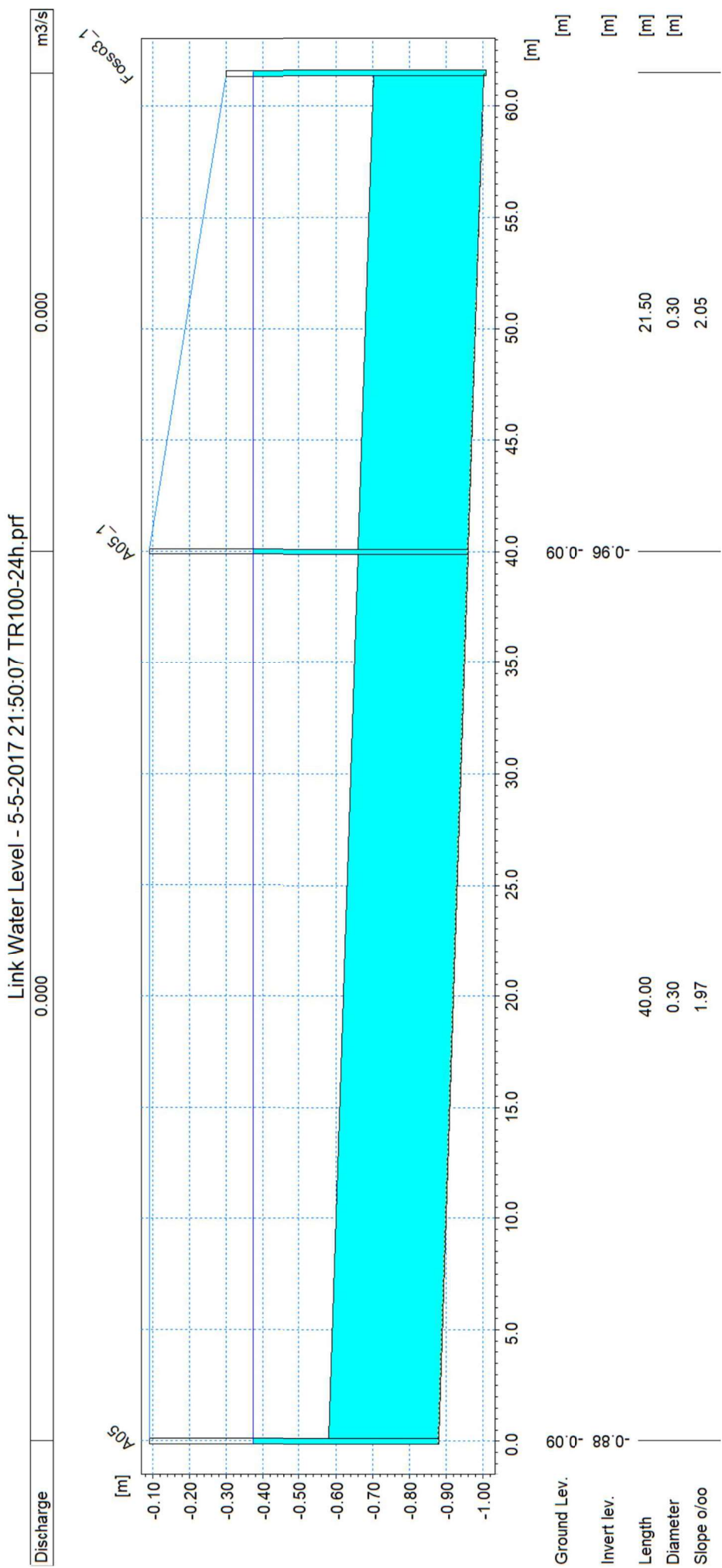


Fig. 36 Profilo della condotta DN315, dal pozzetto A05 alla confluenza nel fosso di gronda nord per l’evento con TR pari a 100 anni e durata pari a 24 h

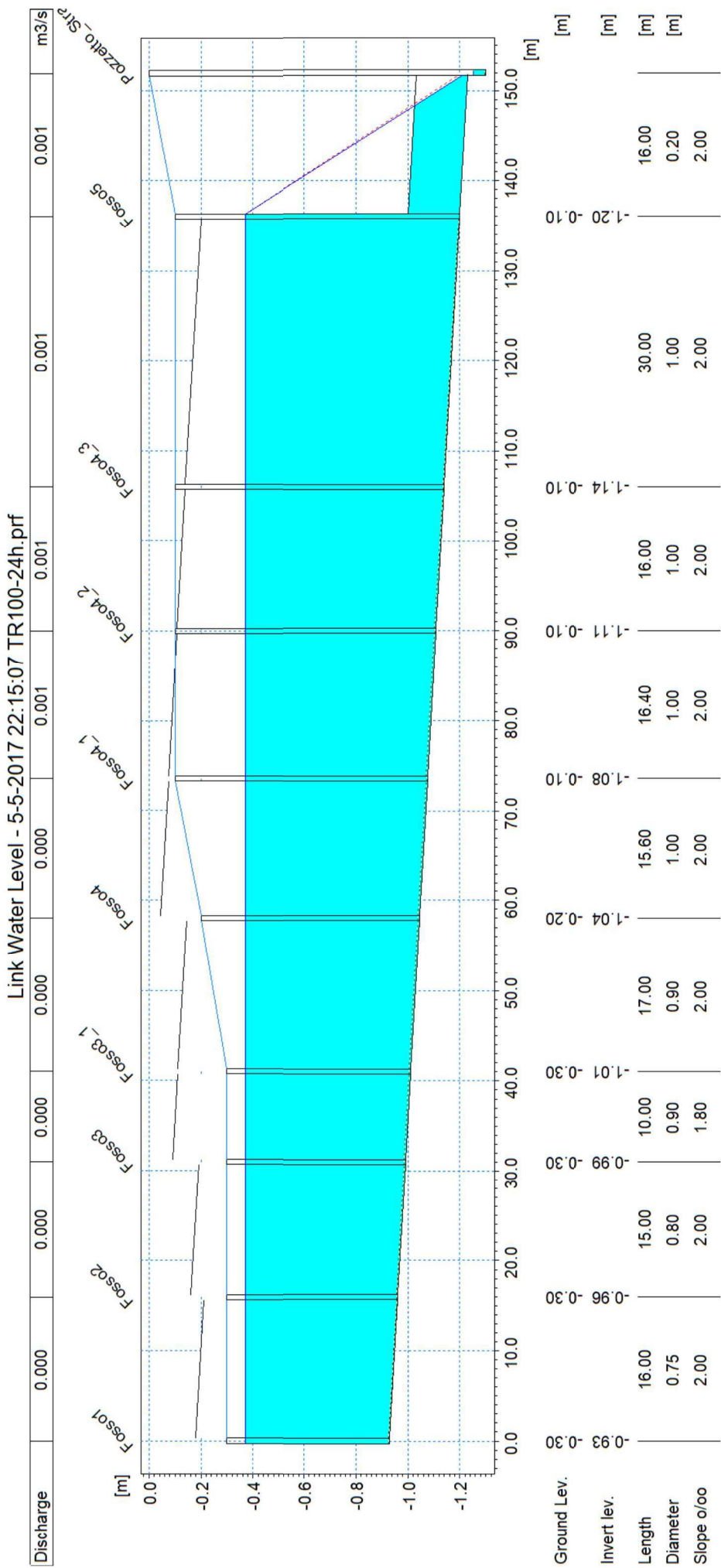


Fig. 37 Profilo del fosso di gronda nord, dall'estremità di monte alla confluenza nel pozzetto terminale per l'evento con TR pari a 100 anni e durata pari a 24 h

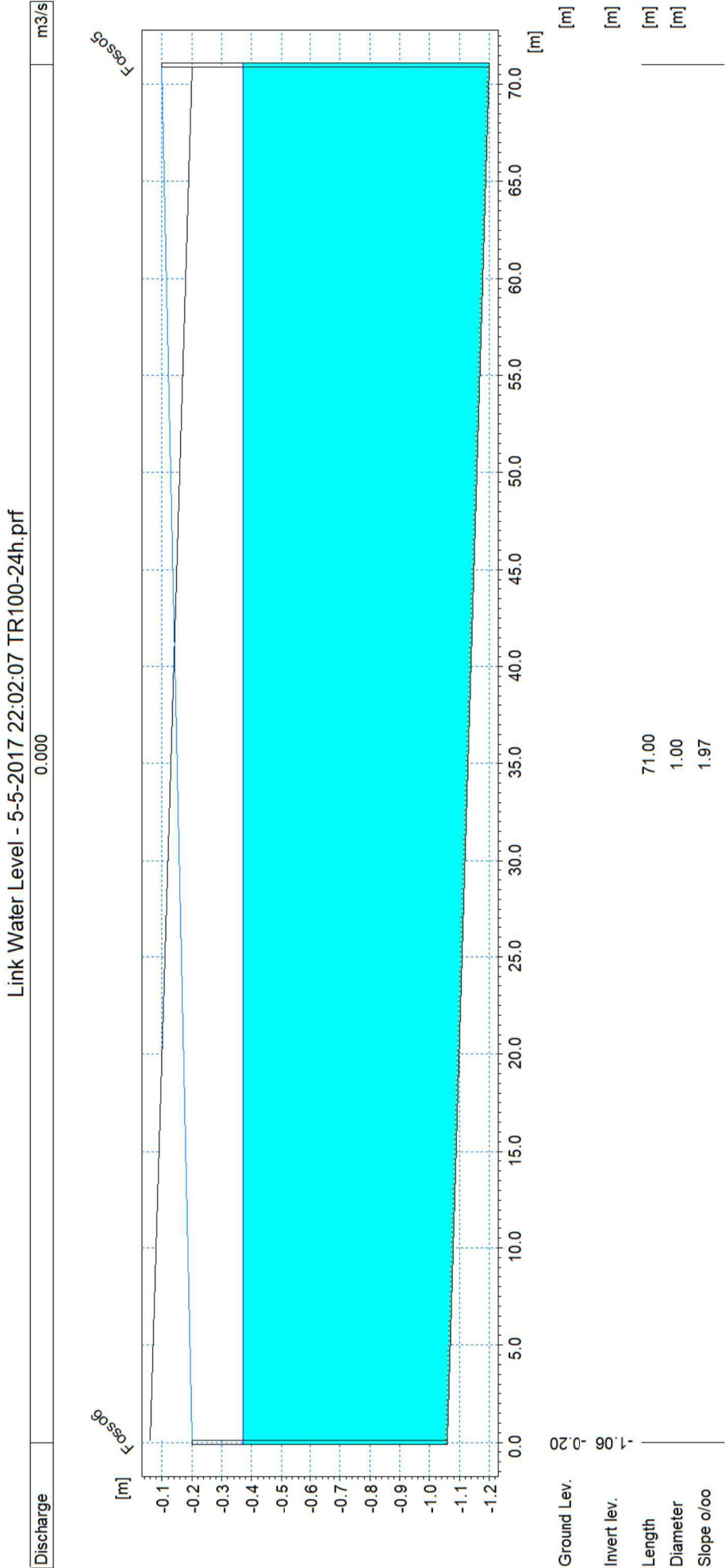


Fig. 38 Profilo del fosso di gronda ovest, dall'estremità di monte alla confluenza nel pozzetto terminale per l'evento con TR pari a 100 anni e durata pari a 24 h

7 Quota minima di sicurezza idraulica

La quota minima di sicurezza idraulica è definita come la quota raggiunta dal potenziale allagamento dell'area; il relativo tirante idrico deve essere definito rispetto alla quota del marciapiede più alto o alla quota stradale più elevata.

Tale quota, espressa in valore assoluto rispetto al livello del mare, deve essere definita attraverso analisi idrauliche che determinino la quota raggiunta dalla piena considerando l'evento preso come riferimento per la progettazione.

In questo caso è stato considerato l'evento con tempo di ritorno cinquantennale e durata pari a 24 ore; come visto nel paragrafo 6.2.3, questo evento determina un livello nella rete di drenaggio pari a -0,43 m, che corrisponde alla quota assoluta +38,61 m s.l.m..

Tale quota è stata posta in relazione con le quote di strade, marciapiedi ed edifici circostanti; i risultati sono riportati nella seguente tabella di confronto.

Tab. 9 Quota minima di sicurezza idraulica e relativo franco per l'evento meteorico TR50-24 h

Quota	Z max (m)	Z max (m s.l.m.)	Franco (m)
Livello max evento TR50-24 h	-0,43	38,61	
Edificio presso parcheggio	±0,00	39,04	0,43
Marciapiede (quota max)	+0,16	39,20	0,59
Piazzale parcheggio (quota max)	-0,02	39,02	0,41
Strada Paradigna (presso imbocco stradello)	±0,00	39,04	0,43
Stradello presso ingresso parcheggio	-0,07	38,97	0,36

Come si può notare, per l'evento con TR pari a 50 anni, si ha un franco superiore a 40 cm rispetto al piazzale e a strada Paradigna, mentre nel caso del marciapiede di delimitazione dei parcheggi pubblici si ha un franco superiore a 50 cm.

L'analisi è stata inoltre condotta anche per l'evento con tempo di ritorno centennale e durata pari a 24 ore; come emerso dal paragrafo 6.2.4, il livello massimo raggiunto dalla rete di drenaggio è pari a -0,37 m, corrispondenti alla quota assoluta di 38,67 m s.l.m..

Si può quindi concludere che, anche nel caso dell'evento maggiormente intenso, non si determinino tracimazioni dai pozzetti e non avvengano allagamenti, dal momento che il livello raggiunto è minore del piano campagna circostante, delle quote di strada Paradigna, del piazzale e dei parcheggi pubblici in progetto

8 Valutazioni sull'ufficiosità del recapito su strada Paradigna

Come spiegato nel capitolo 5, la rete di collettori del parcheggio e del relativo stradello di accesso recapitano nel collettore fognario esistente posto a ovest di strada Paradigna, costituito da una condotta in calcestruzzo DN700.

Si precisa che questo rappresenta sia lo scenario futuro ma anche lo stato di fatto, dal momento che l'area interessata dall'intervento in progetto è attualmente occupata da un parcheggio temporaneo la cui rete di drenaggio è autorizzata a scaricare, previa laminazione mediante bocca tarata, nel collettore di Strada Paradigna. Inoltre lo stradello di accesso al parcheggio drena gli afflussi meteorici verso un fosso di guardia, posto a sud dell'area di intervento, anch'esso collegato al collettore di via Paradigna, come descritto nel capitolo 3.

Lo scenario di progetto vuole confermare tale assetto, con le reti di drenaggio del parcheggio e dello stradello di accesso che afferiscono al collettore DN700 di Via Paradigna.

Volendo studiare l'ufficiosità idraulica di tale collettore, come richiesto nelle integrazioni al presente progetto richieste dal Comune, si sono calcolate le portate massime transitanti nelle condotte, le quali sono state poi messe in relazione tra loro.

Le portate massime della rete di drenaggio nello scenario di progetto sono le seguenti:

- l'afflusso proveniente dal parcheggio è limitato, indipendentemente dall'evento, ed è pari a 1,47 l/s;
- per lo stradello di accesso è stato considerato l'evento di riferimento con tempo di ritorno cinquantennale, che prevede una portata di picco pari a 46 l/s (si veda par. 6.2.1).

Sommando quindi questi due contributi si ottiene una portata massima afferente alla fognatura pubblica pari a 47,47 l/s.

Volendo confrontare tale contributi con la portata massima transitabile nella condotta di via Paradigna, utilizzando la portata di moto uniforme secondo la formula di Chezy, si ottiene:

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

in cui:

- Q_U : portata di moto uniforme del collettore (m^3/s);
- A : area della sezione idraulica del collettore (m^2);
- χ : coefficiente di scabrezza ($\text{m}^{1/3}/\text{s}$);
- R : raggio idraulico della sezione (m);
- i : pendenza longitudinale della condotta.

Considerando una sezione pari a 700 mm in calcestruzzo (scabrezza $75 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$) con una pendenza del 1,6‰, si ottiene una portata di moto uniforme pari a 361 l/s.

Confrontando questa portata con i contributi della rete di drenaggio, si ottiene il seguente rapporto:

$$Q_{\text{TR50}}/Q_{\text{UNIF}} = 47,47/361 = 13,1\%$$

La portata di picco delle due reti in progetto rappresenta quindi, nel caso di evento meteorico con tempo di ritorno cinquantennale, circa il 13% degli afflussi convogliabili nella condotta fognaria di strada Paradigna.

Tale collettore, di cui sono note le criticità dovute alla capacità idraulica non adeguata agli apporti dei bacini afferenti in caso di eventi intensi, è stato oggetto di un approfondito studio idrologico-idraulico, inerente al progetto di urbanizzazione del sub-ambito S7S2A, depositato mediante PUA in data 05/08/2020 (pg. num. 122111).