

COMUNE DI PADOVA QUARTIERE N°3 EST
 PIANO URBANISTICO ATTUATIVO "MARGHERITA"

VALUTAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

All. A - Relazione idraulica

COMMITTENTE: Consorzio Urbanistico Margherita	PROGETTISTA: Ing .Giuseppe Baldo	GRUPPO DI LAVORO : Ing. Francesco Guidolin Ing. Claudio Tamai
REDAZIONE: Ing. Francesco Guidolin 26 04 16	CONTROLLO INTERNO : Ing. Claudio Tamai 26 04 16	APPROVAZIONE INTERNA : Ing. Giuseppe Baldo 26 04 16
PERCORSO DIGITALE : \...P897-Working-Tavole	PROGETTO ARCHITETTONICO: Studio d'Architettura Vanzetto Mario Alessandro	DATA: aprile 2016

Sommario

1	PREMESSA	1
2	INQUADRAMENTO IDRAULICO.....	3
3	INQUADRAMENTO METODOLOGICO	4
4	ANALISI REGIONALIZZATA DELLE PRECIPITAZIONI.....	5
4.1	Campo di analisi e scelta delle stazioni.....	6
4.2	Calcolo delle curve segnalatrici di possibilità pluviometrica di riferimento	7
4.2.1	Curve segnalatrici a tre parametri per sottoaree omogenee	7
4.2.2	Attribuzione delle curve segnalatrici ai territori comunali	8
4.2.3	Curve segnalatrici per la zona omogenea sud-occidentale (ipotesi B).....	11
4.2.4	Curve segnalatrici a due parametri e loro utilizzo.....	12
4.2.5	Determinazione di pluviogrammi di progetto.....	13
5	DESCRIZIONE DELLO STATO DI FATTO	14
6	ANALISI DELLO STATO DI PROGETTO	16
7	CALCOLO DEI VOLUMI DA RENDERE DISPONIBILI PER LA LAMINAZIONE.....	18
8	INDIVIDUAZIONE DEI VOLUMI DI LAMINAZIONE E DELLO SCARICO DELLE ACQUE METEORICHE	20
8.1	Sistema di laminazione Comparto A.....	20
8.2	Sistema di laminazione Comparto B.....	23
8.3	Sistema di laminazione Comparto C	24
8.4	Sistema di laminazione Comparto Extra	26
9	SISTEMI DI REGOLAZIONE DELLE PORTATE	28
9.1	Manufatto di laminazione comparto A	29
9.2	Manufatto di laminazione comparto B	30
9.3	Manufatto di laminazione comparto C	31
9.4	Manufatto di laminazione comparto Extra.....	32
10	IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO.....	33
11	VERIFICA RETE CON MODELLO MATEMATICO	36
11.1	Implementazione del modello matematico	36
11.2	Parametri geometrici ed idraulici imposti.....	38
11.3	Simulazione per analisi volumi di invaso per TR 50 anni.....	40
11.3.1	Risultati modellazione Comparto A	40
11.3.2	Risultati modellazione Comparto B	45
11.3.3	Risultati modellazione Comparto C	48
11.4	Simulazione per analisi collettamento portate di picco per TR 20 anni	51
11.4.1	Risultati modellazione Comparto A	52
11.4.2	Risultati modellazione Comparto B	53
11.4.3	Risultati modellazione Comparto C	54

12 CONCLUSIONI.....57

1 PREMESSA

La presente relazione riguarda lo studio idrologico idraulico per la valutazione della compatibilità idraulica del Piano Urbanistico Attuativo denominato "Margherita" previsto nel quartiere n°3 di Padova nei pressi di via Bortignon.

Il sito sul quale sarà realizzato l'intervento è posto a est del centro di Padova ed è individuato nella figura sotto riportata, tratta dal sito maps.google.com.



Figura 1. Inquadramento geografico (<http://maps.google.it/maps>).

Lo studio idraulico è volto all'individuazione delle misure compensative da realizzare al fine di non aggravare, con le opere di progetto di Piano, l'equilibrio idraulico dell'area in cui esse andranno ad inserirsi, garantendo il principio dell'invarianza idraulica per eventi caratterizzati da un tempo di ritorno di 50 anni.

La normativa a cui si riferisce la presente analisi idraulica è fornita dalla D.G.R. N. 1322 del 10.05.2006 che fornisce gli indirizzi operativi e le linee guida per la verifica della compatibilità idraulica delle previsioni urbanistiche con la realtà idrografica e le caratteristiche idrologiche ed ambientali del territorio.

E' certamente maturata in questi anni la consapevolezza che l'azione antropica ha contribuito ad accrescere il rischio idraulico, influenzando negativamente sui processi di trasformazione degli afflussi meteorici in deflussi nei corpi idrici, modificando la natura del regime idrologico ed incrementando sensibilmente i contributi specifici dei terreni.

L'esperienza acquisita in questo periodo di applicazione dai soggetti istituzionalmente preposti ha peraltro evidenziato la necessità di garantire omogeneità di approccio agli studi di compatibilità idraulica. Questi si concretizzano sostanzialmente in elaborazioni

idrologiche ed idrauliche finalizzate a definire progettualmente gli interventi che hanno funzione compensativa per garantire l'"invarianza idraulica", laddove il principio di invarianza idraulica delle trasformazioni del territorio viene così definito: "Per trasformazione del territorio ad invarianza idraulica si intende la trasformazione di un'area che non provochi un aggravio della portata di piena del corpo idrico ricevente i deflussi superficiali originati dall'area stessa."

La Deliberazione di Giunta Regionale del Veneto n. 1322 del 10.05.2006, è stata successivamente integrata con la Deliberazione di Giunta Regionale del Veneto n. 1841 del 19.06.2007 e n. 2948 del 6 Ottobre 2009, a modifica di quanto precedentemente stabilito, ed ha fornito un aggiornamento dei contenuti relativi alle modalità di valutazione della compatibilità idraulica degli interventi, subordinando quest'ultima al parere della competente autorità idraulica.

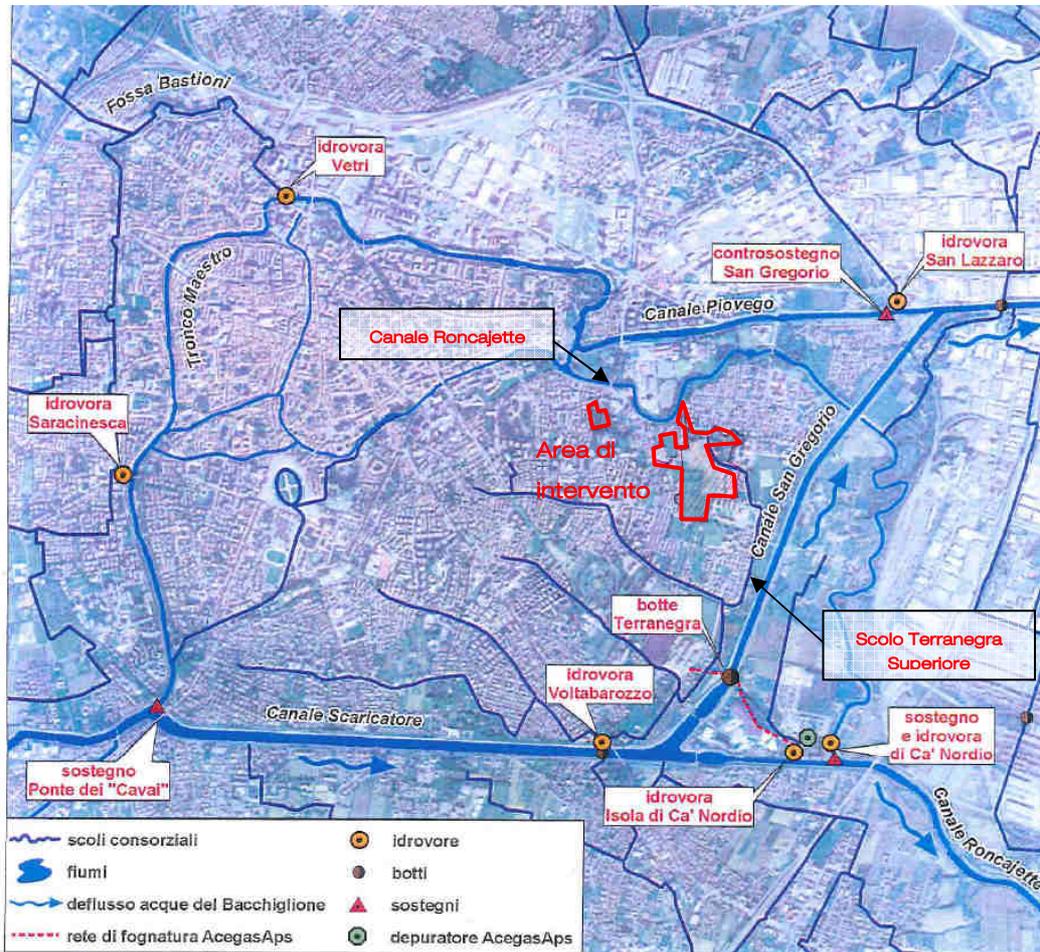
Nell'allegato A alla D.G.R. 1322/06 (e ripreso nell'Allegato A alla 1841/07 e nella 2948/2009) viene introdotta una classificazione degli interventi di trasformazione delle superfici; sulla base di tali soglie dimensionali si applicano considerazioni differenziate in relazione all'effetto atteso dell'intervento.

Tabella 1. Soglie dimensionali per gli interventi urbanistici da All. A alla D.G.R.V. 1841/07.

Classe di intervento	Definizione
Trascurabile impermeabilizzazione potenziale	intervento su superfici di estensione inferiore a 0,1 ha
Modesta impermeabilizzazione potenziale	intervento su superfici comprese fra 0,1 e 1 ha
Significativa impermeabilizzazione potenziale	intervento su superfici comprese fra 1 e 10 ha; interventi su superfici di estensione oltre 10 ha con $imp < 0,3$
Marcata impermeabilizzazione potenziale	interventi su superfici superiori a 10 ha con $imp > 0,3$

- Trascurabile impermeabilizzazione potenziale, è sufficiente adottare buoni criteri costruttivi per ridurre le superfici impermeabili, quali le superfici dei parcheggi;
- Modesta impermeabilizzazione, oltre al dimensionamento dei volumi compensativi cui affidare funzioni di laminazione delle piene è opportuno che le luci di scarico non eccedano le dimensioni di un tubo di diametro 200 mm e che i tiranti idrici ammessi nell'invaso non eccedano il metro;
- Significativa impermeabilizzazione, andranno dimensionati i tiranti idrici ammessi nell'invaso e le luci di scarico in modo da garantire la conservazione della portata massima defluente dall'area in trasformazione ai valori precedenti l'impermeabilizzazione;
- Marcata impermeabilizzazione, è richiesta la presentazione di uno studio di dettaglio molto approfondito.

2 INQUADRAMENTO IDRAULICO



L'area oggetto di studio si trova compresa tra i canali della rete idrografica principale di competenza regionale Roncajette e San Gregorio Magno.

Nello specifico, allo stato attuale, l'area di intervento fa parte del sottobacino dello scolo Terranegra Superiore e le acque su di esso gravanti vengono allontanate verso sud tramite una botte a sifone che sottopassa il canale Scaricatore e in casi estremi esse vengono sollevate dall'impianto idrovoro di Voltabarozzo e scaricati nello Scaricatore.

3 INQUADRAMENTO METODOLOGICO

Nella redazione della presente relazione, sono stati approfonditi i seguenti punti:

- a) definizione dei dati pluviometrici e curve segnalatrici di possibilità pluviometrica di riferimento;
- b) determinazione preliminare del coefficiente di deflusso medio, quindi determinazione della pioggia efficace;
- c) definizione preliminare di misure compensative da attuare al fine di ottenere un assetto idrologico della zona oggetto di studio compatibile con la rete ricettrice.

All'esposizione dei risultati numerici si fa una premessa essenziale: tutti i dati pluviometrici, i parametri per la regionalizzazione delle precipitazioni, nonché i dati delle curve segnalatrici di possibilità pluviometrica (ovvero, quanto ai punti (b), (c) e (d) del precedente elenco) sono quelli ricavati dallo studio *"Analisi regionalizzata delle precipitazioni per l'individuazione di curve segnalatrici di possibilità pluviometrica di riferimento"* condotto da *NORDEST INGEGNERIA S.R.L.* nella persona dell'Ing. Alvise Fiume, per conto del "Commissario delegato per l'emergenza concernente gli eccezionali eventi meteorologici del 26 Settembre 2007 che hanno colpito parte del territorio della Regione Veneto".

4 ANALISI REGIONALIZZATA DELLE PRECIPITAZIONI

Nel presente capitolo vengono introdotti i dati pluviometrici da utilizzare per il calcolo degli eventi meteorici di progetto e della volumetria da rendere disponibile per l'invaso ai sensi della normativa di riferimento cioè la già citata DGR 2948/09.

Le analisi a seguire risultano in linea con quanto prescritto dallo studio dell'ex struttura Commissariale Delegata per l'emergenza concernente gli eccezionali eventi meteorologici che hanno colpito parte del territorio della Regione del Veneto nel giorno 26 settembre 2007; tali indicazioni tecniche nascono dall'esigenza di individuare delle curve segnalatrici di possibilità pluviometrica di riferimento per l'area nelle province di Venezia, Padova e Treviso colpite dalle recenti avversità atmosferiche. Il calcolo di leggi che restituiscano un valore atteso di precipitazione in funzione del tempo di ritorno e della durata di pioggia costituisce un passo fondamentale per il corretto dimensionamento delle opere idrauliche; i risultati dovranno essere utilizzati sia nell'ambito degli interventi straordinari per la riduzione del rischio idraulico, sia come dati di riferimento per le opere di laminazione imposte ai privati dalla normativa regionale e comunale. Si è scelto di svolgere un'analisi regionalizzata, che mira cioè ad analizzare in forma congiunta le registrazioni operate in diversi siti di interesse, valutando contestualmente il grado di omogeneità dei valori massimi annuali misurati nelle varie stazioni e la presenza di eventuali trend spaziali. Tale procedimento limita l'influenza di singole registrazioni eccezionali, individua le caratteristiche comuni del regime pluviometrico sull'intero territorio considerato e fornisce gli strumenti per un'eventuale suddivisione dell'area in sottoinsiemi omogenei, ai quali attribuire una singola curva segnalatrice di possibilità pluviometrica.

Lo scopo di un'analisi pluviometrica consiste nel determinare una stima dell'altezza di pioggia puntuale $h(T)$ di durata d ed assegnato tempo di ritorno T . Il tempo di ritorno è definito come l'intervallo temporale entro cui una certa altezza di precipitazione viene eguagliata o superata mediamente una volta e misura quindi il grado di rarità di un evento.

La stima $h(d,T)$ viene generalmente espressa da curve segnalatrici di possibilità pluviometrica, che per vari parametri T di riferimento (per esempio 2, 5, 10, 20, 50, 100, 200 anni) esprimono la precipitazione attesa $h_i(d)$ in funzione della durata d .

Di norma, la stima delle altezze di precipitazione avviene mediante regolarizzazione statistica, individuando cioè una distribuzione teorica di probabilità che bene si accorda con i valori osservati. A tal proposito, la letteratura statistica ha sviluppato una varietà di metodi per la scelta della distribuzione più idonea alle differenti tipologie di dato e per l'inferenza dei parametri di una distribuzione a partire da un campione di misure.

4.1 Campo di analisi e scelta delle stazioni

Le stazioni pluviometriche utilizzate per l'analisi pluviometrica sono state scelte in modo da circoscrivere completamente l'area interessata dagli eventi meteorici eccezionali del 26 settembre 2007 oggetto di studio, selezionando 27 siti caratterizzati da almeno 10 anni di registrazioni.

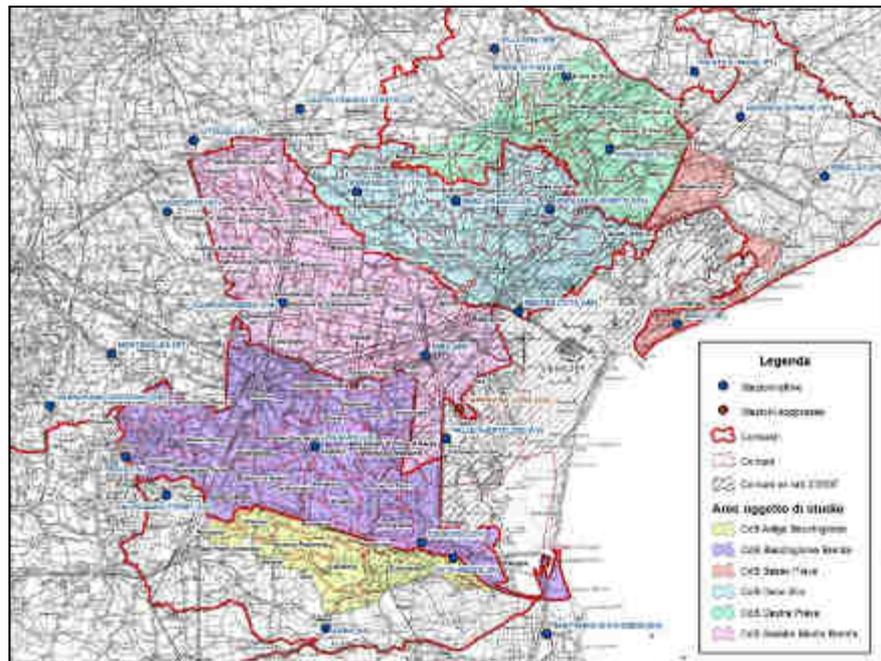


Figura 2. Planimetria dell'area oggetto di studio e delle stazioni del Centro Meteorologico di Teolo considerate.

Per ogni stazione sono stati considerati i valori massimi annui misurati su intervalli temporali di 5, 10, 15, 30 e 45 minuti consecutivi e di 3, 6, 12 e 24 ore consecutive. I valori sono stati forniti dal Centro Meteorologico di Teolo CMT a partire da serie validate, eliminando i valori relativi ad eventuali anni in cui il funzionamento della strumentazione fosse stato inferiore al 95% del totale teorico di oltre 105.000 letture annue ogni 5 minuti.

4.2 Calcolo delle curve segnalatrici di possibilità pluviometrica di riferimento

Gli elementi proposti ai punti precedenti permettono una valutazione delle altezze di pioggia attese per ciascuna delle dieci durate considerate. Da tali stime è necessario elaborare le curve segnalatrici di possibilità pluviometrica, cioè le formule che esprimono la precipitazione h in funzione della durata t .

Le formule più diffuse in letteratura sono le seguenti:

$$(1) h = \frac{a}{(t+b)^c} t$$

$$(2) h = a \cdot t^n$$

caratterizzate rispettivamente da 3 o 2 parametri che devono essere ottenuti per taratura.

La formula (2) non consente una buona interpolazione dei dati per tutte le durate considerate: è bene pertanto riferirsi di norma all'espressione (1) con tre parametri.

4.2.1 Curve segnalatrici a tre parametri per sottoaree omogenee

Le curve segnalatrici possono essere calcolate con riferimento ad una singola stazione, oppure, come in questa sede, per sottoaree omogenee. A tale scopo, è stata effettuata un'indagine delle medie dei massimi annuali mediante metodologie matematiche che producono dei raggruppamenti ottimi di una serie di osservazioni (dette tecniche di *cluster analysis*), in modo tale che ciascun gruppo risulti omogeneo al proprio interno e distinto dagli altri.

I risultati hanno evidenziato che si delineano 3 macrogruppi, uno relativo all'area nord-orientale, uno relativo alla zona sud-occidentale e uno costituito da due sottozone: l'area costiera e lagunare da lesolo a Chioggia e l'entroterra cittadellese; il metodo ha avuto difficoltà ad assegnare ai rispettivi gruppi le stazioni di Mestre e Mira: si ritiene quindi che Mira, possa essere lasciata con la zona sud-occidentale (ipotesi A), oppure assegnata al raggruppamento costiero (ipotesi B), anche in base a criteri di carattere amministrativo.

Una volta individuati i macrogruppi, le curve segnalatrici sono state calcolate valutando per ciascuna durata la media dei massimi di precipitazione delle stazioni del gruppo, calcolando poi le altezze di precipitazione per i vari tempi di ritorno e per le varie durate e producendo infine la stima dei parametri a , b e c per ottimizzazione numerica. Si ricorda che nell'applicazione della curva segnalatrice

$$h = \frac{a}{(t+b)^c} t$$

i tempi t devono essere espressi in minuti e il risultato è restituito in millimetri.

4.2.2 Attribuzione delle curve segnalatrici ai territori comunali

Per un'applicazione univoca dei risultati del presente studio, si ritiene utile assegnare ciascun comune a una specifica zona omogenea tra quelle precedentemente individuate. Tale attribuzione deve essere effettuata tenendo conto delle caratteristiche geografiche, idrografiche e amministrative di ciascun territorio comunale.

Il criterio oggettivo qui proposto prevede l'utilizzo dei cosiddetti *topoiets*, o *poligoni di Thiessen*. Considerato l'insieme delle stazioni di misura, si congiunge ciascun sito con quelli ad esso prossimi, ottenendo un reticolo di maglie triangolari. Di ciascun segmento tracciato si individua l'asse, cioè la perpendicolare nel punto medio; gli assi permettono di definire dei poligoni irregolari, uno per stazione: per costruzione, ogni punto interno al topoiets è così associato alla stazione più vicina. Il topoiets individua così l'area di influenza della stazione in esso contenuta.

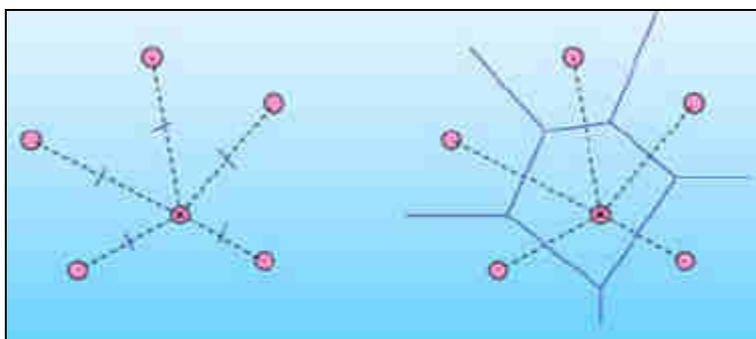


Figura 3. Metodo di costruzione dei poligoni di Thiessen a partire da un insieme di punti.

L'applicazione del metodo dei topoiets al caso in esame prevede di intersecare i topoiets con i perimetri dei comuni e associare poi ogni comune alla zona omogenea "prevalente", i cui topoiets contengono la maggioranza relativa del territorio comunale. In Figura 4 è rappresentato il risultato della ripartizione con riferimento all'ipotesi B (stazione di Mira assegnata al cluster costiero) di definizione delle zone omogenee.

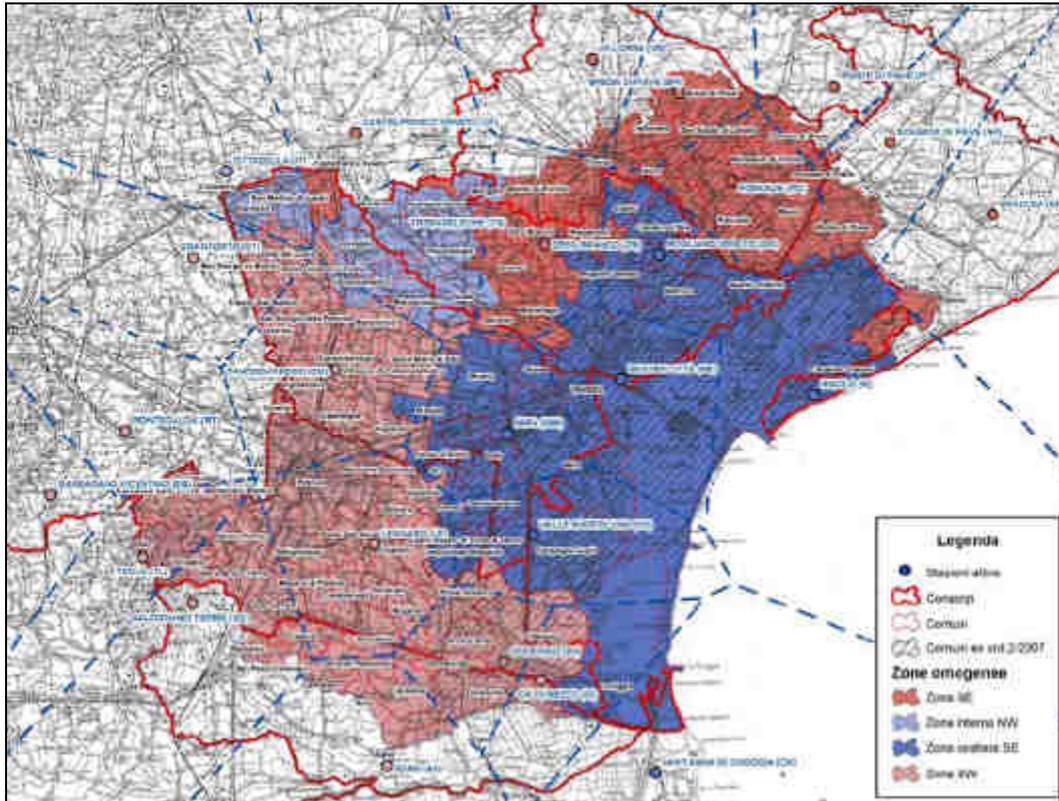


Figura 4. Possibile ripartizione dei comuni tra le quattro zone omogenee individuate dall'ipotesi B.

La Tabella seguente specifica invece Comuni appartenenti a ciascuna Zona Omogenea. Il Comune di Padova risulta incluso all'interno dell'area omogenea denominata "SW"; a tal proposito saranno, pertanto, scelti i parametri specifici di questa zona nel calcolo degli afflussi meteorici di progetto.

Tabella 2. Ripartizione dei comuni per provincia e per zone omogenee, individuate in base all'ipotesi B. L'eventuale ripartizione in base all'ipotesi A si ottiene trasferendo sette comuni della provincia di Venezia, indicati nella tabella in corsivo, dalla zona costiera SE alla zona SW.

Zona omogenea	Provincia		
	PD	TV	VE
SW	Abano Terme, Agna, Albignasego, Arre, Arzergrande, Borgoricco, Bovolenta, Brugine, Cadoneghe, Campo San Martino, Campodarsego, Candiana, Cartura, Casalserugo, Cervarese Santa Croce, Codevigo, Conselve, Correzzola. Curtarolo, Due Carrare, Legnaro, Limena, Maserà di Padova, <i>Montebelluna</i> , Piove di sacco, Polverara, Ponte san Nicolò, Pontelongo, Rovolon, Saccolongo, San Giorgio delle Pertiche, san Giorgio in Bosco, San Pietro Viminario, Santa Giustina in Colle, Sant'Angelo di Piove di sacco, Saonara, Selvazzano dentro, Teolo, Terrassa Padovana, Torreglia, Vigodarzere, Vigonza, Villa del conte, Villanova di Camposampiero		Cona, Santa Maria di Sala, Vigonovo
Costiera SE		Casale sul Sile, Casier, Mogliano Veneto	Campagna Lupia, Campolongo Maggiore, Camponogara, Cavallino-Treporti, Chioggia, <i>Dolo</i> , Fiesso d'Artico, <i>Fosso</i> , Marcon, <i>Mira</i> , <i>Mirano</i> , <i>Pianiga</i> , Quarto d'Altino, <i>Spinea</i> , <i>Stra</i> , Venezia
Interna NW	Camposampiero, Cittadella, Loreggia, Massanzago, Piombino Dese, San Martino di Lupari, Tombolo, Trebaseleghe	Istrana, Morgano, Resana	Noale
NE		Breda di Piave, Carbonera, Castelfranco Veneto, Monastier di Treviso, Preganziol, Quinto di Treviso, Roncade, San Biagio di Callalta, Silea, Treviso, Vedelago, Zenson di Piave, Zero branco	Fossalta di Piave, Jesolo, Martellago, Meolo, Musile di Piave, Salzano, Scorzè

4.2.3 Curve segnalatrici per la zona omogenea sud-occidentale (ipotesi B)

Stazioni: Teolo (TL), Legnaro (LE), Montegalda (MT), Ca' di Mezzo (DI). Codevigo (DV), Campodarsego (CM), Grantorto (GT), Galzignano Terme (GG)

Grandezze indice:

Durata (min)	5	10	15	30	45	60	180	360	720	1440
h	10.078	18.924	21.444	29.535	33.891	36.372	46.207	53.720	62.702	73.215

Valori attesi di precipitazione:

T (anni)	durata (min)									
	5	10	15	30	45	60	180	360	720	1440
2	9.7	16.3	20.6	28.0	31.8	34.2	42.7	49.4	57.7	67.0
5	12.2	20.7	26.4	36.7	41.9	45.2	57.6	66.7	77.5	90.6
10	13.8	23.5	30.0	42.3	48.7	52.7	68.2	79.3	91.9	108.1
20	15.3	28.0	33.4	47.7	55.2	60.0	78.9	92.3	106.7	126.4
30	16.1	27.4	35.3	50.8	59.0	64.3	85.3	100.2	115.8	137.7
50	17.1	29.1	37.7	54.7	63.7	69.7	93.6	110.5	127.6	152.7
100	18.4	31.3	40.8	59.9	70.2	77.2	105.4	125.3	144.6	174.4
200	19.6	33.3	43.7	65.0	76.7	84.7	117.7	141.1	162.7	197.9

Parametri della curva segnalatrice:

T	a	b	c
2	20.6	10.8	0.842
5	27.4	12.1	0.839
10	31.6	12.9	0.834
20	35.2	13.6	0.827
30	37.1	14.0	0.823
50	39.5	14.5	0.817
100	42.4	15.2	0.808
200	45.0	15.9	0.799

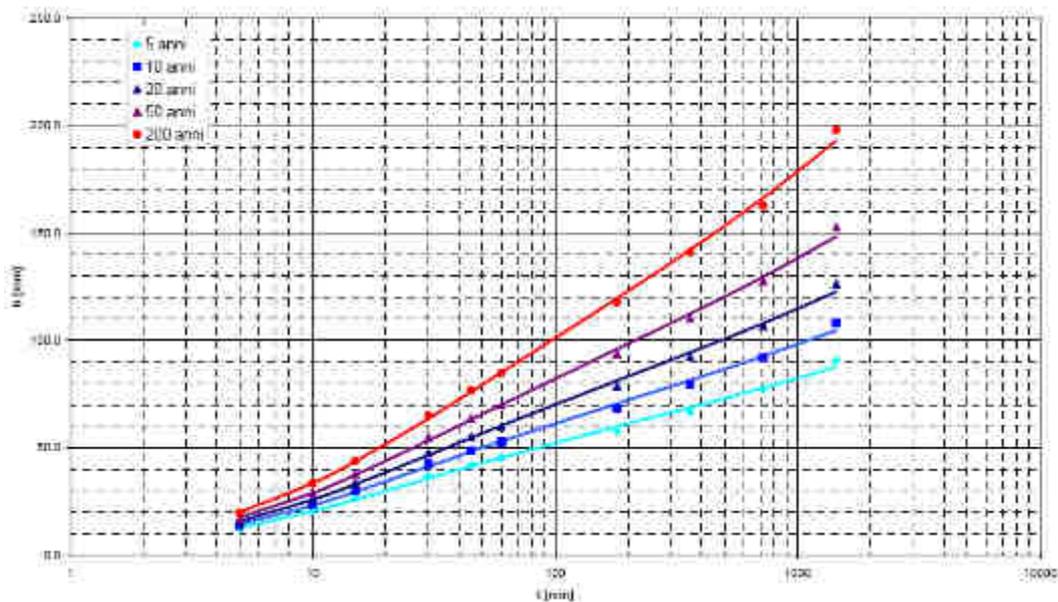


Figura 5. Curve segnalatrici a tre parametri.

4.2.4 Curve segnalatrici a due parametri e loro utilizzo

Si riportano di seguito il calcolo delle curve segnalatrici a due parametri:

$$h = a \cdot t^n$$

per le quattro zone omogenee. Tale calcolo è svolto unicamente per l'utilizzo delle formule della letteratura che richiedono i coefficienti a ed n dell'espressione tradizionale a due parametri.

Si ribadisce che i dati ottenuti dall'analisi probabilistica non possono essere interpolati adeguatamente da una curva a due parametri per l'intero range di durate da 5 minuti a 24 ore. E' opportuno invece individuare intervalli più ristretti di durate, entro i quali la formula bene approssimi i valori ottenuti con la regolarizzazione regionale.

Si forniscono pertanto i parametri delle curve segnalatrici tarate su intervalli di cinque dati, per i vari tempi di ritorno. Il parametro Δ indica l'errore medio relativo dell'approssimazione. I tempi t devono essere espressi in minuti. Il risultato è in millimetri.

Come detto in precedenza, la zona omogenea considerata è quella sud occidentale "SW".

<i>Zona sud-occidentale senza Mira</i>																		
T	tp~15 minuti			tp~30 minuti			tp~45 minuti			tp~1 ora			tp~3 ore			tp~6 ore		
	da 5 min a 45 min			da 10 min a 1 ora			da 15 min a 3 ore			da 30 min a 6 ore			da 45 min a 12 ore			da 1 ora a 24 ore		
anni	a	n	Δ	a	n	Δ	a	n	Δ	a	n	Δ	a	n	Δ	a	n	Δ
2	4.5	0.533	6.4%	8.6	0.412	3.2%	10.2	0.287	5.0%	13.5	0.221	1.3%	14.2	0.212	0.5%	14.2	0.212	0.4%
5	5.4	0.556	6.2%	7.9	0.437	3.3%	12.4	0.307	5.3%	16.9	0.235	1.5%	18.2	0.220	0.4%	18.5	0.218	0.2%
10	6.0	0.570	6.0%	8.6	0.453	3.3%	13.6	0.322	5.4%	18.8	0.247	1.6%	20.6	0.229	0.7%	21.1	0.224	0.4%
20	6.4	0.582	5.8%	9.2	0.470	3.3%	14.5	0.337	5.5%	20.3	0.260	1.7%	22.6	0.238	1.0%	23.4	0.232	0.7%
30	6.7	0.590	5.7%	9.4	0.479	3.3%	15.0	0.346	5.5%	21.0	0.268	1.7%	23.6	0.244	1.2%	24.6	0.237	0.9%
50	7.0	0.598	5.5%	9.8	0.491	3.3%	15.5	0.358	5.6%	21.9	0.278	1.8%	24.8	0.252	1.4%	26.1	0.243	1.1%
100	7.3	0.610	5.2%	10.1	0.507	3.3%	16.1	0.373	5.6%	22.8	0.292	1.8%	26.3	0.263	1.6%	27.9	0.253	1.4%
200	7.7	0.621	4.9%	10.4	0.524	3.3%	16.5	0.390	5.6%	23.5	0.307	1.9%	27.5	0.275	1.9%	29.5	0.263	1.7%

4.2.5 Determinazione di pluviogrammi di progetto

Lo ietogramma utilizzato per la presente relazione è lo ietogramma rettangolare, generalmente il più usato nei calcoli di dimensionamento e verifica di reti di fognatura bianca. Il tempo di ritorno di progetto considerato è pari a 50 anni.

La tabella seguente riporta per varie durate di pioggia l'altezza di precipitazione totale in millimetri e l'intensità di pioggia espressa in millimetri all'ora calcolate secondo gli ietogrammi rettangolari dei quali, a titolo esemplificativo, ne vengono riportati tre nella figura seguente.

Tabella 3. Altezza di precipitazione totale e intensità di pioggia espresse rispettivamente in millimetri e millimetri all'ora per varie durate di pioggia, per la zona omogenea SW, per un tempo di ritorno di 50 anni

TEMPO DI PIOGGIA	ALTEZZA DI PRECIPITAZIONE	INTENSITA'
minuti	millimetri	millimetri/ora
5	17,44	209
15	37,31	149
30	53,33	107
45	63,10	84
60	70,02	70
90	79,66	53
120	86,42	43
150	91,64	37
180	95,90	32

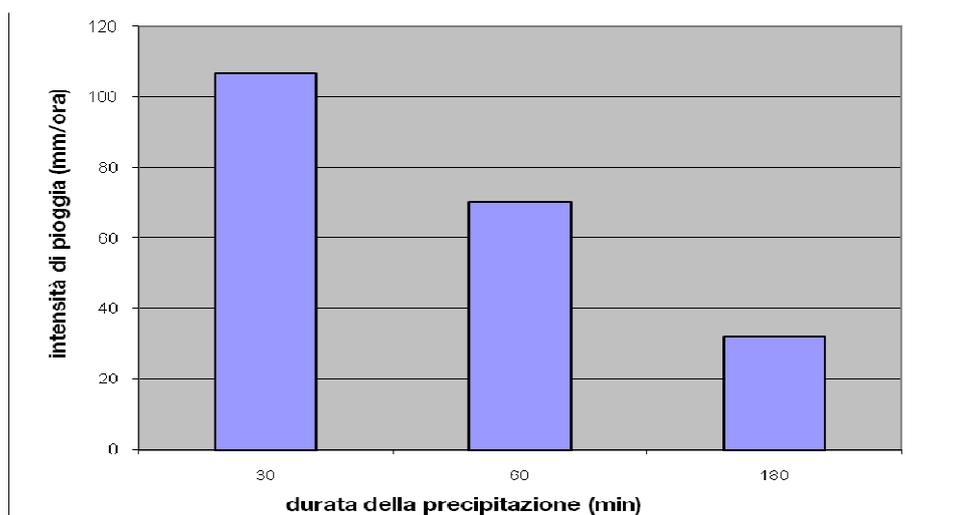


Figura 6. Ietogrammi rettangolari relativi a piogge di durata rispettivamente di 180, 60 e 30 minuti caratterizzate da un tempo di ritorno di 50 anni, per la zona omogenea SW.

5 DESCRIZIONE DELLO STATO DI FATTO

Il Piano Urbanistico Attuativo Margherita è previsto su una superficie complessiva di circa 17 ettari che allo stato di fatto risultano adibiti a prato o allo sfruttamento agricolo.



Figura 7. Stato di fatto area P.U.A Margherita.

In linea con quanto riportato nell'allegato A alla D.G.R. 1322/06 i coefficienti di deflusso, ove non determinati analiticamente, possono essere convenzionalmente assunti pari a 0,1 per le aree agricole e pari a 0,2 per le aree verdi permeabili.

Secondo la distribuzione delle tipologie di superficie che caratterizza l'area si può stimare un **coefficiente di deflusso pari a 0,15** e un **coefficiente idrometrico di 10 l/s,ha**.



Figura 8: veduta panoramica dell'area a nord di via Bortignon



Figura 9: veduta panoramica dell'area a sud di via Bortignon

6 ANALISI DELLO STATO DI PROGETTO

In funzione dell'estensione e della configurazione dell'ipotesi progettuale di piano, l'area di intervento è stata suddivisa in 4 comparti idraulici.

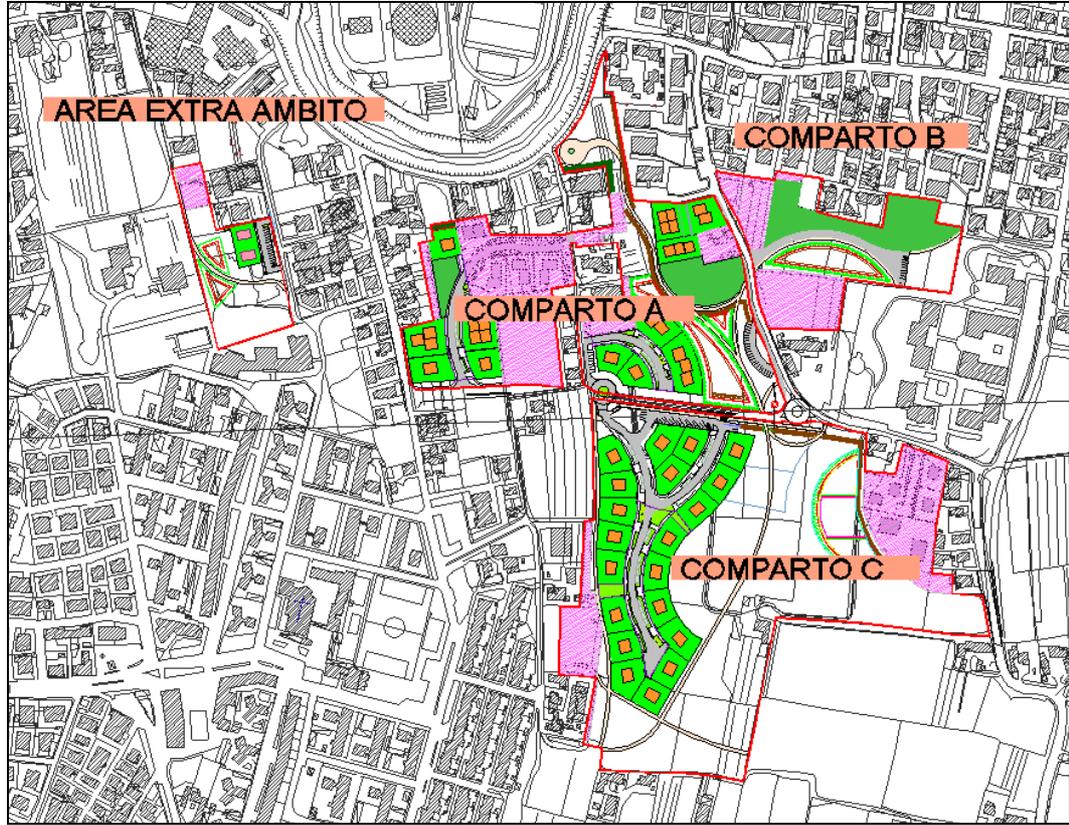


Figura 10 Suddivisione dell'area di interventi in 4 comparti distinti e indicazioni in magenta delle porzioni che costituiranno un secondo stralcio.

I comparti sono identificati come da Figura 10 e si anticipa che per i comparti A, C ed Extra saranno analizzate dal punto di vista idraulico solamente le superfici che caratterizzano il primo stralcio funzionale mentre per il comparto B vengono già considerate le superfici del secondo stralcio in funzione degli esigui futuri spazi liberi a disposizione.

Tabella 4: distinta delle superficie secondo i due stralci funzionali

	superficie totale [mq]	superficie primo stralcio [mq]	superficie secondo stralcio [mq]
comparto A	52306	35943	16363
comparto B	21579	14961	6618
comparto C	86504	79829	6675
comparto extra	9780	8715	1065
S complessive	170169	139448	30721

Per il calcolo dei massimi volumi da rendere disponibili per l'invaso delle maggiori portate generate dall'incremento di impermeabilizzazione del suolo, si è fatto riferimento ai coefficienti di deflusso stimati in sede di sviluppo architettonico del Piano.

La stima ha tenuto conto delle seguenti considerazioni:

- All'area occupabile dagli edifici, dai marciapiedi privati, dalla viabilità e comunque assimilabili a superfici impermeabili è stato attribuito un coefficiente di deflusso pari a 0,9;
- Alle superfici semipermeabili ovvero ai marciapiedi pubblici e ai viali in ingresso è stato attribuito un coefficiente di deflusso pari a 0,6;
- Alle restanti aree a verde è stato attribuito un coefficiente di deflusso pari a 0,2 ritenendo che queste siano totalmente permeabili e non essendo queste direttamente collegate alla rete di smaltimento acque meteoriche.

Tabella 5. tabella riassuntiva dell'analisi delle superfici.

	superficie analizzata [mq]	Φ stato di fatto	Φ stato di progetto	impermeabilizzazione progettuale [mq]
comparto A	35943	0.15	0.36	7580
comparto B	21579	0.15	0.40	5459
comparto C	79829	0.15	0.29	11256
comparto extra	8715	0.15	0.29	1214

L'impermeabilizzazione progettuale è pari alla differenza di area effettiva tra stato di fatto e di progetto.

In sede di secondo stralcio saranno valutate idraulicamente le superfici che subiranno ulteriore trasformazione, individuando le dovute misure di mitigazione idraulica al fine di non gravare sul sistema di invaso dimensionato per il primo stralcio.

7 CALCOLO DEI VOLUMI DA RENDERE DISPONIBILI PER LA LAMINAZIONE

Considerato il livello di pericolosità del sottobacino di appartenenza dell'area in trasformazione, il Consorzio di Bonifica Bacchiglione con nota prot. N. 10950 del 18 dicembre 2015 sottolinea l'opportunità di trattare l'intervento in esame adottando le seguenti indicazioni:

- Dimensionamento delle opere di invaso per un tempo di ritorno di 50 anni;
- Coefficiente udometrico allo scarico per il calcolo dei volumi $u = 2$ l/s,ha

Il calcolo dei volumi da rendere disponibili per l'invaso delle maggiori portate generate dalla nuova configurazione di progetto può essere con buona approssimazione condotto come differenza tra i volumi affluiti alla rete ed i volumi massimi ammessi alla rete di idrografica ricettiva.

Nel caso specifico, ricadendo nella classe di marcata impermeabilizzazione potenziale, lo studio idraulico sarà supportato da modellazione matematica.

Ipotizzando cautelativamente di scaricare una tale portata si possono calcolare, tramite l'equazione del metodo delle sole piogge, i massimi volumi di invaso relativi ad una determinata durata τ della precipitazione.

$$W_i = W_e - W_u = S \cdot \varphi \cdot \left[\frac{a}{(t+b)^c} \cdot t \right] - Q_u \cdot t$$

dove:

W_i è il volume di invaso;

W_e è il volume in ingresso;

W_u è il volume in uscita;

S è la superficie scolante;

φ è il coefficiente di deflusso medio dell'area;

t è la durata della precipitazione.

La durata critica, ossia la durata per la quale si ha il massimo volume di invaso da rendere disponibile, si ottiene ponendo nulla la derivata prima, in funzione del tempo, dell'equazione sopra riportata.

Si ottiene dunque:

$$t = \sqrt{\frac{Q_u}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot \left[-\frac{c \cdot t}{t+b} + 1 \right]}} - b$$

che, a convergenza, porta a determinare:

$$t_{critico} = \sqrt[c]{\frac{Qu}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot \left[-\frac{c \cdot t_{critico}}{t_{critico} + b} + 1 \right]}} - b$$

e conseguentemente:

$$Wi = We - Wu = S \cdot \varphi \cdot \left[\frac{a}{(t_{critico} + b)^c} \cdot t_{critico} \right] - Qu \cdot t_{critico}$$

L'applicazione di tale metodo, trascurando il processo di trasformazione afflussi deflussi che avviene nel bacino scolante, comporta una sopravvalutazione delle portate di piena in ingresso alla rete e conseguentemente dei volumi in invaso.

L'applicazione delle equazioni sopra riportate al caso studio ha portato ad individuare:

Tabella 6. tabella riassuntiva del calcolo dei volumi per i singoli comparti

	portata uscente di calcolo [l/s]	durata critica [ore]	volume di invaso specifico [mc/ha]	volume di invaso [mc]
comparto A	7.19	13	381.38	1371
comparto B	4.32	15	437.59	944
comparto C	15.97	10	291.45	2327
comparto extra	1.74	10	289.25	252

Oltre ai volumi da recuperare per la compensazione della precipitazione saranno recuperati i volumi persi per tombamento di alcune scoline.

Tramite rilievo topografico sono stati individuati dei fossati esistenti all'interno della perimetrazione del comparto A e del comparto C; i volumi rispettivi da recuperare sono di 176 mc e 358,25 mc.

In questa fase pianificatoria non si prevede alcun innalzamento del piano campagna rispetto alla situazione esistente tale da compromettere la sicurezza idraulica circostante.

8 INDIVIDUAZIONE DEI VOLUMI DI LAMINAZIONE E DELLO SCARICO DELLE ACQUE METEORICHE

Il volume per invarianza idraulica atto a compensare la trasformazione di progetto fino ad eventi meteorici caratterizzati da **tempo di ritorno 50 anni** sarà ricavato all'interno dei vari comparti tramite capacità in linea lungo le tubazioni circolari di collettamento, lungo i fossati di gronda (nel caso dei comparti A e C) e tramite la realizzazione di bacini di laminazione a cielo aperto.

Le opere di raccolta delle acque meteoriche comprenderanno, inoltre, una rete secondaria e una serie di caditoie che a favore di sicurezza non sono state computate ai fini dei volumi di invaso da ricavare.

Secondo la Carta Idrogeologica del PTCP della Provincia di Padova la zona oggetto di studio è caratterizzata da una soggiacenza della falda freatica di circa -1.50 m; le prove geognostiche specifiche effettuate per lo studio idrogeologico dell'area nell'Aprile 2014 hanno riscontrato un livello di falda a partire dalla profondità di -1.80 / -1.90 circa dal piano campagna.

Le opere di invaso e collettamento saranno progettate per essere compatibili ai livelli freaticometrici locali.

Come prescritto dal settore Opere Infrastrutturali Manutenzioni e Arredo urbano del Comune di Padova, le pendenze massime dei bacini di laminazione non dovranno essere maggiori del 15% al fine di migliorare la fruibilità dell'area in periodo asciutto ed agevolare le operazioni di manutenzione.

8.1 Sistema di laminazione Comparto A

Il sistema di collettamento e invaso del comparto A è costituito da:

- Tubazioni circolari in calcestruzzo armato di diametro variabile da 40 cm a 60 cm;
- Fossato di gronda che percorre in direzione nord sud la fascia est del comparto;
- 2 bacini di invaso a cielo aperto connessi con le tubazioni e con il fossato di gronda tramite arginelli trascinabili.

Per non interferire con i livelli di falda non è stato possibile prevedere la posa di tubazioni sovradimensionate a favore dell'invaso; in funzione di ciò, fermo restando il rispetto dell'invarianza idraulica in termini di volumi di invaso fino a tempi di ritorno di 50 anni, la rete di tubazioni è progettata per essere in grado di allontanare verso i bacini di laminazione le portate di picco generabili in caso di precipitazioni intense caratterizzate da brevi durate fino a tempi di ritorno dell'ordine di 20 anni.

Le quote di progetto fondamentali sono +8.80 m relativa allo scorrimento del foro calibrato previsto all'interno del manufatto di laminazione e + 9.60 corrispondente alla quota di massimo invaso.

Si sottolinea fin d'ora che in fase di rilievo è stato rilevato che una piccola porzione dell'estremità nord del comparto e una zona esterna limitrofa presentano quote altimetriche molto prossime al massimo livello di invaso; nelle fasi di progettazione

successive sarà valutato se operare un livellamento del terreno che possa mitigare tale situazione oppure si valuterà se sconnettere un certa porzione di comparto dalla rete di collettamento principale dotandola di un dedicato impianto di sollevamento.

Tabella 7. tabella riassuntiva dei volumi in linea nelle tubazioni circolari all'interno del comparto A

Verifica disponibilità di invaso		Volumi in condotta						L tot
		Tronco1	Tronco2	Tronco3	Tronco4	Tronco5	Tronco6	
lunghezza rete di pertinenza	ml	30	231	103	20	106	75	565
pendenza fondo	m/m	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.0005	volume totale
D rete	m	0.6	0.6	0.5	0.4	0.4	0.6	
quota scorrimento fondo	m	8.8	8.86	9.091	9.196	8.912	8.8	
altezza iniziale	m	0.800	0.740	0.509	0.404	0.688	0.800	
grado di riempimento medio	%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
area liquida media	mq	0.28	0.28	0.19	0.13	0.13	0.28	
volume in condotta	mc	8.48	65.31	19.32	2.50	13.32	21.21	130.15

Tabella 8. tabella riassuntiva dei volumi in fossato di gronda all'interno del comparto A

FOSSATO DI GRONDA COMPARTO A	
tratto sud	
lunghezza [m]	179.1
pendenza longitudinale	0.0005
larghezza fondo [m]	0.60
scarpa O/V	1
quota fondo di valle	8.83
quota pc valle	10.00
quota massimo invaso	9.60
profondità di valle [m]	1.17
larghezza di valle al pc [m]	2.94
tirante di valle [m]	0.77
tirante medio [m]	0.73
B liquida media [m]	2.05
sezione media [mq]	0.96
volume di invaso [mc]	172.13
tratto nord	
lunghezza [m]	105
pendenza longitudinale	0.0005
larghezza fondo [m]	0.60
scarpa O/V	1
quota fondo di valle	8.92
quota pc valle	9.60
quota massimo invaso	9.60
profondità di valle [m]	0.68
larghezza di valle al pc [m]	1.96
tirante di valle [m]	0.68
tirante medio [m]	0.65
B liquida media [m]	1.91
sezione media [mq]	0.82
volume di invaso [mc]	86.15

Il volume complessivo disponibile all'interno del fossato di gronda risulta di 258.23 mc.

Tabella 9. tabella riassuntiva dei volumi in bacino di invaso all'interno del comparto A

BACINO DI INVASO A1		
Scarpa O/V	6.67	
Franco di sicurezza su bacino	0.60	m
Quota media piano campagna bacino	10.20	m
tirante medio h	0.562	m
Area fittizia invaso misurata in cad	1974.00	m ²
Volume invasato	1109.39	mc

BACINO DI INVASO A2		
Scarpa O/V	6.67	
Franco di sicurezza su bacino	0.60	m
Quota media piano campagna bacino	10.20	m
tirante medio h	0.550	m
Area fittizia invaso misurata in cad	102.00	m ²
Volume invasato	56.10	mc

Il volume complessivo disponibile all'interno dei due bacini di invaso a cielo aperto risulta di 1165.49 mc.

Il volume complessivo di invaso potenziale ai fini dell'invarianza per il comparto A è pari a 1554 mc a fronte del volume minimo necessario di 1547 mc.

In sede di primo stralcio è prevista anche la realizzazione di una connessione tra il bacino di invaso A1 e il fossato di gronda facente parte del sistema di invaso del Comparto C.

Tale accorgimento idraulico sarà costituito da una tubazione di diametro 50 cm con scorrimento a +9.45 e, oltre a garantire un miglior bilanciamento tra i volumi di invaso del Comparto A e del Comparto C per effetto rete, potrà essere sfruttato in futuro per il trasferimento di portata verso il bacino C1 (l'unico a potere essere ampliato in quanto ubicato su di un'ampia area verde) qualora gli interventi futuri del secondo stralcio non possano trovare completa laminazione a nord di via Bortignon.

La tubazione sovrappasserà la tubazione esistente di diametro 800 mm di via Bortignon e sarà dotata di valvola a clapet allo sbocco nel fossato.

8.2 Sistema di laminazione Comparto B

Il sistema di collettamento e invaso del comparto B è costituito da:

- Tubazioni circolari in calcestruzzo armato di diametro variabile da 30 cm a 60 cm;
- bacino di invaso a cielo aperto caricato da un dispositivo scolmatore ubicato nel manufatto di laminazione.

Per non interferire con i livelli di falda non è stato possibile prevedere la posa di tubazioni sovradimensionate a favore dell'invaso; in funzione di ciò, fermo restando il rispetto dell'invarianza idraulica in termini di volumi di invaso fino a tempi di ritorno di 50 anni, la rete di tubazioni è progettata per essere in grado di allontanare verso i bacini di laminazione le portate di picco generabili in caso di precipitazioni intense caratterizzate da brevi durate fino a tempi di ritorno dell'ordine di 20 anni.

Le quote di progetto fondamentali sono +8.82 m relativa allo scorrimento del foro calibrato previsto all'interno del manufatto di laminazione e + 9.50 corrispondente alla quota di massimo invaso.

Tabella 10. tabella riassuntiva dei volumi in linea nelle tubazioni circolari all'interno del comparto B

Verifica disponibilità di invaso		Volumi in condotta				
		Tronco1	Tronco2	Tronco3	Tronco4	L tot
lunghezza rete di pertinenza	ml	6	42	38	38	124
pendenza fondo	m/m	0.001	0.001	0.001	0.001	volume totale
D rete	m	0.6	0.6	0.5	0.4	
quota scorrimento fondo	m	8.82	8.854	8.862	8.9	
altezza iniziale	m	0.680	0.646	0.638	0.600	
grado di riempimento medio	%	100%	100%	100%	100%	
area liquida media	mq	0.28	0.28	0.20	0.13	
volume in condotta	mc	1.70	11.88	7.46	4.78	

Tabella 11. tabella riassuntiva dei volumi in bacino di invaso all'interno del comparto B

BACINO DI INVASO B1	
Scarpa O/V	6.67
Franco di sicurezza su bacino	0.20 m
Quota media piano campagna bacino	9.70 m
tirante medio h	0.620 m
Area fittizia invaso misurata in cad	1500.00 mq
Volume invasato	930.00 mc

Il volume complessivo di invaso potenziale ai fini dell'invarianza per il comparto B è pari a 955.81 mc a fronte del volume minimo necessario di 944.27 mc.

8.3 Sistema di laminazione Comparto C

Il sistema di collettamento e invaso del comparto C è costituito da:

- Tubazioni circolari in calcestruzzo armato di diametro variabile da 30 cm a 100 cm;
- Fossato di gronda che percorre il confine nord est del lotto;
- Bacino di invaso a cielo aperto connesso alla rete tramite il fossato di gronda.

Per non interferire con i livelli di falda non è stato possibile prevedere la posa di tubazioni sovradimensionate a favore dell'invaso; in funzione di ciò, fermo restando il rispetto dell'invarianza idraulica in termini di volumi di invaso fino a tempi di ritorno di 50 anni, la rete di tubazioni è progettata per essere in grado di allontanare verso i bacini di laminazione le portate di picco generabili in caso di precipitazioni intense caratterizzate da brevi durate fino a tempi di ritorno dell'ordine di 20 anni.

Le quote di progetto fondamentali sono +8.36 m relativa allo scorrimento del foro calibrato previsto all'interno del manufatto di laminazione e + 9.60 corrispondente alla quota di massimo invaso.

Tabella 12. tabella riassuntiva dei volumi in linea nelle tubazioni circolari all'interno del comparto C

Verifica disponibilità di invaso		Volumi in condotta				
		Tronco1	Tronco2	Tronco3	Tronco4	Tronco5
lunghezza rete di pertinenza	ml	15	185.4	58	82	96
pendenza fondo	m/m	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
D rete	m	1	0.6	0.5	0.4	0.6
quota scorrimento fondo	m	8.38	8.53	8.71	8.71	8.47
altezza iniziale	m	1.220	1.070	0.890	0.890	1.130
grado di riempimento medio	%	100%	100%	100%	100%	100%
area liquida media	mq	0.79	0.28	0.20	0.13	0.28
volume in condotta	mc	11.78	52.42	11.39	10.30	27.14

Volumi in condotta			
Tronco6	Tronco7	altri dn 60	L tot
33.6	30	13	513
0.001	0.001	0.001	volume totale
0.4	0.4	0.6	
8.62	8.62	8.36	
0.980	0.980	1.240	
241%	100%	100%	
0.13	0.13	0.28	
4.22	3.77	3.68	

Tabella 13. tabella riassuntiva dei volumi in fossato di gronda all'interno del comparto C

FOSSATO DI GRONDA COMPARTO C	
tratto unico	
lunghezza [m]	229
pendenza longitudinale	0.0005
larghezza fondo [m]	0.60
scarpa O/V	1
quota fondo di valle	8.36
quota pc valle	10.00
quota massimo invaso	9.60
profondità di valle [m]	1.64
larghezza di valle al pc [m]	3.88
tirante di valle [m]	1.24
tirante medio [m]	1.18
B liquida media [m]	2.97
sezione media [mq]	2.11
volume di invaso [mc]	482.86

Il bacino di invaso funge da golena per il fossato di gronda ed è strutturato secondo dei terrazzamenti in modo da essere interessato completamente da allagamento per eventi al di sopra di un certo periodo di ritorno.

Esso è costituito da un'area depressa di fondo con quota minima di +8.80 m posta circa 40 cm al di sopra del fondo del fossato e da due ali a quote più elevate che iniziano ad essere allagate per livelli idrici superiori ai +9.10 m.

Tabella 14. tabella riassuntiva dei volumi in bacino di invaso all'interno del comparto C

BACINO DI INVASO C1 parte depressa		
Scarpa O/V	6.67	
Franco di sicurezza su bacino	0.40	m
Quota media piano campagna bacino	10.00	m
tirante medio h	0.782	m
Area fittizia invaso misurata in cad	1448.00	mq
Volume invasato	1132.34	mc

BACINO DI INVASO C1 ALA NORD		
Scarpa O/V	6.67	
Franco di sicurezza su bacino	0.40	m
Quota media piano campagna bacino	10.00	m
tirante medio h	0.483	m
Area fittizia invaso misurata in cad	989.00	mq
Volume invasato	477.69	mc

BACINO DI INVASO C1 ALA SUD		
Scarpa O/V	6.67	
Franco di sicurezza su bacino	0.40	m
Quota media piano campagna bacino	10.00	m
tirante medio h	0.483	m
Area fittizia invaso misurata in cad	1004.00	mq
Volume invasato	484.93	mc

Il volume complessivo disponibile all'interno del bacino di invaso a cielo aperto ammonta a 2095 mc.

Il volume complessivo di invaso potenziale ai fini dell'invarianza per il comparto C è pari a 2702.5 mc a fronte del volume minimo necessario di 2685 mc.

L'intervento sul Comparto C prevede inoltre la sistemazione idraulica del fossato perimetrale esistente a sud est per il quale in passato si sono manifestate delle problematiche di deflusso; per esso è previsto un risezionamento con espurgo del fondo di circa 20 cm e la realizzazione di una golena di espansione verso l'area a verde presente all'interno del Comparto in trasformazione.

8.4 Sistema di laminazione Comparto Extra

Il sistema di collettamento e invaso del comparto Extra è costituito da:

- Tubazione circolare in calcestruzzo armato di diametro 50 cm;
- 2 bacini di invaso a cielo aperto connessi con la tubazione con funzionamento a rigurgito.

Per non interferire con i livelli di falda non è stato possibile prevedere la posa di tubazioni sovradimensionate a favore dell'invaso; in funzione di ciò, fermo restando il rispetto dell'invarianza idraulica in termini di volumi di invaso fino a tempi di ritorno di 50 anni, la rete di tubazioni è progettata per essere in grado di allontanare verso i bacini di laminazione le portate di picco generabili in caso di precipitazioni intense caratterizzate da brevi durate fino a tempi di ritorno dell'ordine di 20 anni.

Le quote di progetto fondamentali sono +9.97 m relativa allo scorrimento del foro calibrato previsto all'interno del manufatto di laminazione e + 10.40 corrispondente alla quota di massimo invaso.

Tabella 15. tabella riassuntiva dei volumi in linea nelle tubazioni circolari all'interno del comparto Extra

Verifica disponibilità di invaso		Volumi in condotta
		Tronco1
lunghezza rete di pertinenza	ml	88
pendenza fondo	m/m	0.001
D rete	m	0.5
quota scorrimento fondo	m	9.77
altezza iniziale	m	0.630
grado di riempimento medio	%	100%
area liquida media	mq	0.20
volume in condotta	mc	17.28

Tabella 16. tabella riassuntiva dei volumi in bacino di invaso all'interno del comparto Extra

BACINO DI INVASO X1		
Scarpa O/V	6.67	
Franco di sicurezza su bacino	0.20	m
Quota media piano campagna bacino	10.60	m
tirante h	0.52	m
Area fittizia invaso misurata in cad	233.00	mq
Volume invasato	120.00	mc

BACINO DI INVASO X2		
Scarpa O/V	6.67	
Franco di sicurezza su bacino	0.20	m
Quota media piano campagna bacino	10.60	m
tirante h	0.50	m
Area fittizia invaso misurata in cad	242.50	mq
Volume invasato	120.04	mc

Il volume complessivo disponibile all'interno dei due bacini di invaso a cielo aperto ammonta a 240 mc

Il volume complessivo di invaso potenziale ai fini dell'invarianza per il comparto Extra è pari a 257.28 mc a fronte del volume minimo necessario di 252 mc.

9 SISTEMI DI REGOLAZIONE DELLE PORTATE

Come precedentemente descritto in funzione dell'estensione e della configurazione dell'ipotesi progettuale di piano, l'area di intervento è stata suddivisa in 4 comparti che dal punto di vista idraulico coincidono con 4 sottobacini.

Trattandosi di sottobacini indipendenti per ognuno di essi si prevede la realizzazione di un manufatto di laminazione delle portate.

A seguito degli incontri con l'ente AcegasApsAmga l'indirizzo progettuale da rispettare ove possibile è quello di avviare le portate già laminate ad un impianto di sollevamento da ubicare nei pressi dell'intersezione tra via Testa e via Bortignon che scaricherà a nord nel Canale Roncajette.

I singoli manufatti di regolazione saranno realizzati con un pozzetto prefabbricato in calcestruzzo di dimensioni 100x100 cm dotato di due spalle interne con gargami sulle quali trova alloggio un pancone in acciaio forato sul fondo sollevabile in caso di manutenzione o pulizia. La dimensione del foro delle luce a battente è calcolata mediante le equazioni della foronomia $Q = c_c \cdot A \cdot \sqrt{2gh}$ attribuendo al coefficiente di contrazione C_c un valore pari a 0,61.

Fissata una portata uscente massima derivante dal coefficiente udometrico e fissato il massimo livello di invaso per un tempo di ritorno di 50 anni l'equazione permette di determinare il diametro del foro; in accordo con i tecnici del Consorzio di Bonifica Bacchiglione, si fissa comunque un diametro minimo di 10 cm in modo da evitare intasamenti che compromettano l'efficienza del sistema.

Per livelli inferiori alla quota di coronamento del pancone è attiva solo la luce a battente che permette di scaricare la portata laminata mentre per livelli superiori si attiva lo sfioro di troppo pieno che permette di allontanare un'ulteriore portata al verificarsi di un evento di precipitazione caratterizzata da tempo di ritorno maggiore ai 50 anni a volumi completamente riempiti.

Al di sopra dei manufatti sarà posizionata una griglia metallica in modo da favorire l'ispezione visiva al fine di mantenere la completa efficienza del sistema con la manutenzione periodica.

9.1 Manufatto di laminazione comparto A

Le acque laminate dal manufatto del Comparto A saranno convogliate verso l'impianto di sollevamento; secondo indicazioni ricevute da AcegasApsAmga è possibile scaricare verso il sollevamento una portata derivante da un coefficiente udometrico di 5 l/s,ha.

Il foro di laminazione è stato quindi dimensionato secondo tale portata specifica.

Tabella 17: dimensionamento del foro di laminazione

Dimensionamento foro		
superficie comparto	35943	mq
coefficiente udometrico	5	l/s,ha
portata uscente	17.97	l/s
quota scorrimento foro	8.80	m
quota massimo invaso	9.60	m
Cq(for)	0.61	
diametro foro risultante	0.10	m

Il risultato fornisce un valore di diametro del foro direttamente compatibile con il valore minimo prescritto dal Consorzio di Bonifica.

La Tabella sottostante descrive la scala delle portate del manufatto di regolazione per tiranti calcolati con riferimento all'interasse del foro.

Tabella 18. Tabella riassuntiva della scala delle portate del manufatto di regolazione.

tirante	luce di fondo
y (m)	Q (l/s)
0.05	4.64
0.1	6.56
0.2	9.28
0.3	11.36
0.4	13.12
0.5	14.67
0.6	16.07
0.7	17.36
0.75	17.98

A valle del manufatto di regolazione è prevista una tubazione circolare in c.a. DN 40 cm collettante all'impianto di sollevamento; essa permetterà l'allontanamento di portate di picco fino a circa 60 l/s generate dalla configurazione di progetto in caso di eventi con tempo di ritorno superiore a 50 anni.

9.2 Manufatto di laminazione comparto B

Il Comparto B si trova ad est dello scolo Terranegra Superiore che scorre lungo via Testa; localmente lo scolo è una condotta scatolare di dimensioni 80x80 cm che costituisce una barriera fisica al collettamento della portata verso l'impianto di sollevamento.

In funzione di ciò e del fatto che lo scolo consortile Terranegra Superiore viene comunque sgravato dai contributi generabili dal Comparto A e dal Comparto C si ritiene possibile scaricare la portata laminata nello scolo medesimo.

In questo caso si impone di scaricare una portata laminata derivante da un coefficiente udometrico di 2 l/s,ha.

Il foro di laminazione è stato quindi dimensionato secondo tale portata specifica.

Tabella 19: dimensionamento del foro di laminazione

Dimensionamento foro		
superficie comparto	21579	mq
coefficiente udometrico	2	l/s,ha
portata uscente	4.32	l/s
quota scorrimento foro	8.82	m
quota massimo invaso	9.5	m
Cq(foro)	0.61	
diametro foro risultante	0.05	m

Il diametro del foro sarà di 10 cm compatibilmente con il valore minimo prescritto dal Consorzio di Bonifica.

La Tabella sottostante descrive la scala delle portate del manufatto di regolazione per tiranti calcolati con riferimento all'interasse del foro.

Tabella 20. Tabella riassuntiva della scala delle portate del manufatto di regolazione.

tirante	luce di fondo
y (m)	Q (l/s)
0.05	1.21
0.1	1.71
0.2	2.41
0.3	2.96
0.4	3.41
0.5	3.82
0.6	4.18
0.64	4.32

A valle del manufatto di regolazione è prevista una tubazione circolare in c.a. DN 60 cm dotata di valvola a clapet collettante allo scolo Terranegra Superiore; essa permetterà l'allontanamento di portate di picco fino a circa 190 l/s generate dalla configurazione di progetto in caso di eventi con tempo di ritorno superiore a 50 anni.

9.3 Manufatto di laminazione comparto C

Come per il Comparto A, le acque laminate dal manufatto del Comparto C saranno convogliate verso l'impianto di sollevamento secondo un coefficiente udometrico di 5 l/s,ha.

Il foro di laminazione è stato quindi dimensionato secondo tale portata specifica.

Tabella 21: dimensionamento del foro di laminazione

Dimensionamento foro		
superficie comparto	79829	mq
coefficiente udometrico	5	l/s,ha
portata uscente	39.91	l/s
quota scorrimento foro	8.36	m
quota massimo invaso	9.60	m
Cq(for)	0.61	
diametro foro risultante	0.13	m

Il risultato fornisce un valore di diametro del foro direttamente compatibile con il valore minimo prescritto dal Consorzio di Bonifica.

La Tabella sottostante descrive la scala delle portate del manufatto di regolazione per tiranti calcolati con riferimento all'interasse del foro.

Tabella 22. Tabella riassuntiva della scala delle portate del manufatto di regolazione.

tirante	luce di fondo
y (m)	Q (l/s)
0.05	8.24
0.1	11.65
0.2	16.48
0.3	20.18
0.4	23.30
0.5	26.05
0.6	28.54
0.8	32.96
1.0	36.85
1.17	39.92

A valle del manufatto di regolazione è prevista una tubazione circolare in c.a. DN 40 cm collettante all'impianto di sollevamento; essa permetterà l'allontanamento di portate di picco fino a circa 60 l/s generate dalla configurazione di progetto in caso di eventi con tempo di ritorno superiore a 50 anni.

In questo caso, per arrivare all'impianto di sollevamento, dovrà essere sottopassata la tubazione stradale di diametro 800 mm esistente lungo via Bortignon che localmente risulta avere una quota di scorrimento attorno agli 8.00 m.

9.4 Manufatto di laminazione comparto Extra

Il Comparto Extra si trova in posizione distaccata rispetto al nucleo del PUA Margherita e le acque laminate dal manufatto saranno convogliate nella rete stradale esistente di via Toniolo che localmente risulta di diametro 60 cm.

In questo caso si impone di scaricare una portata laminata derivante da un coefficiente udometrico di 2 l/s,ha.

Il foro di laminazione è stato quindi dimensionato secondo tale portata specifica.

Tabella 23: dimensionamento del foro di laminazione

Dimensionamento foro		
superficie comparto	8715	m ²
coefficiente udometrico	2	l/s,ha
portata uscente	1.74	l/s
quota scorrimento foro	9.77	m
quota massimo invaso	10.40	m
Cq(foro)	0.61	
diámetro foro risultante	0.32	m

Il diametro del foro sarà di 10 cm compatibilmente con il valore minimo prescritto dal Consorzio di Bonifica.

La Tabella sottostante descrive la scala delle portate del manufatto di regolazione per tiranti calcolati con riferimento all'interasse del foro.

Tabella 24. Tabella riassuntiva della scala delle portate del manufatto di regolazione.

tirante	luce di fondo
y (m)	Q (l/s)
0.05	0.50
0.1	0.70
0.2	0.99
0.3	1.22
0.4	1.41
0.5	1.57
0.6	1.72
0.61	1.74

A valle del manufatto di regolazione è prevista una tubazione circolare in c.a. DN 50 cm dotata di valvola a clapet collettante alla fognatura stradale; essa permetterà l'allontanamento di portate di picco fino a circa 115 l/s generate dalla configurazione di progetto in caso di eventi con tempo di ritorno superiore a 50 anni.

10 IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO

Come già anticipato, in collaborazione con l'ente AcegasApsAmga sarà realizzato un impianto di sollevamento che recapiterà le portate generate sui comparti A e C direttamente nel Canale Roncajette attraverso una condotta in ghisa sferoidale di diametro 500 mm della lunghezza di circa 380 m da realizzare al di sotto del percorso ciclopedonale della futura lottizzazione.

In accordo con l'ente Aps, in questa sede di valutazione di compatibilità idraulica sarà effettuato solamente il predimensionamento idraulico della vasca di alloggiamento pompe lasciando all'ente il dimensionamento definitivo delle opere elettromeccaniche accessorie.

Secondo indicazioni dello stesso Ente l'impianto avrà una capacità di sollevamento potenziale di 85 l/s a servizio esclusivo del PUA Margherita alla quale si aggiunge una ulteriore capacità di portata di circa 300 l/s a servizio di altre aree esterne al PUA in esame.

Nelle stazioni equipaggiate con più pompe sono possibili due sequenze di attacco-stacco delle pompe stesse: una sequenza, chiamata sequenza 1, prevede l'attacco di ogni pompa quando il livello dell'acqua raggiunga nella vasca una prefissata quota e il suo stacco quando il livello scenda fino a quello per il quale è stato previsto l'avviamento della pompa che opera al livello inferiore (o si raggiunga il livello minimo in vasca); l'altra, definita sequenza 2, prevede ancora l'attacco di ogni pompa a un prefissato livello, ma lo stacco avviene per tutte le pompe una volta che il livello sia disceso fino al minimo previsto nella vasca di raccolta. Le due sequenze sono rappresentate graficamente in Figura 11.

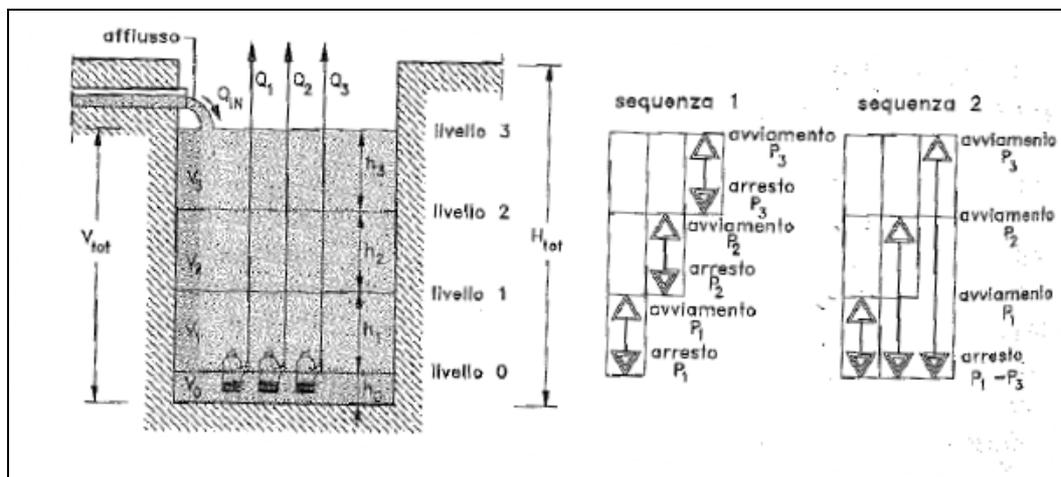


Figura 11. Sequenze di funzionamento del sistema di sollevamento.

La sequenza 1 è quella che da modo di ottenere una mandata più uniforme, mentre la sequenza 2 è quella che consente di assegnare il minor volume alla vasca.

Tabella 25. Volumi utili da assegnare alle vasche utilizzando la sequenza di funzionamento 1 o 2 nel caso di pompe tutte uguali [Fonte: "Fognature" L. Da Deppo, C. Datei]

n° pompe uguali	sommatoriaV/V	
	sequenza 1	sequenza 2
1	1	1,000
2	2	1,392
3	3	1,660
4	4	1,865
5	5	2,030

Di seguito è riportato il riepilogo dei principali risultati di calcolo per attribuire il valore del volume della vasca di sollevamento. Scegliendo di far lavorare le macchine in sequenza 2, con un numero di 8 avviamenti per ora di progetto, il volume calcolato risulta pari a 21 mc da ricavarsi al di sopra del livello minimo d'acqua che dovrà essere sempre garantito nella vasca stessa per il corretto funzionamento delle elettropompe sommergibili.

Tabella 26. Tabella riassuntiva di calcolo del volume da assegnare alla vasca di pompaggio

n° pompe uguali	4
Q (l/s) singola pompa	100
T ciclo (s)	450
n° attacchi/stacchi,ora	8
Volume seq. 1 (m ³)	45
Volume seq. 2 (m ³)	21

Secondo le buone norme tecniche per la realizzazione degli impianti di sollevamento le 4 pompe saranno alloggiare all'interno di una vasca di pompaggio di dimensioni 4x3 m e il tirante idrico minimo al di sopra del livello minimo anzidetto sarà di 1.75 m.

In funzione delle quote delle tubazioni in arrivo e delle dimensioni indicative di pompe di tali portata, la vasca avrà le seguenti caratteristiche:

Tabella 27. Tabella riassuntiva delle caratteristiche geometriche della vasca di alloggiamento pompe

quota fondo vasca	6.93	m
lato interno A	3	m
lato interno B	4	m
altezza interna vasca	2.77	m
spessore pareti	0.3	m
spessore fondo	0.4	m
spessore soletta	0.3	m

Ipotizzato un livello di falda attorno ai 9.00 m, corrispondente a circa 1 metro di profondità dal piano campagna (valore cautelativo se confrontato con i livelli desunti dalla documentazione in possesso analizzata), la verifica al galleggiamento (considerando cautelativamente solo il peso di fondo, pareti, soletta e non delle opere accessorie) è soddisfatta con fattore di sicurezza 1.39.

La vasca di pompaggio sarà dotata di una finestra di troppo pieno di altezza 52 cm e larghezza 100 cm con soglia sfiorante alla quota di +9.18 (coincidente con la quota massima di progetto per l'impianto).

Con un carico di 42 cm sulla soglia, lo sfioratore sarà in grado di scaricare una portata di circa 460 l/s (superiore alla massima capacità di sollevamento di progetto dell'impianto 400 l/s) all'interno di un pozzettone di raccordo dal quale partirà una tubazione in cls di diametro 60 cm e pendenza 4% in grado di allontanare tale portata verso lo scolo consortile Terranegra Superiore.

11 VERIFICA RETE CON MODELLO MATEMATICO

La simulazione tramite modellazione matematica a moto vario è stata eseguita al fine di verificare il sistema di collettamento e invaso delle acque meteoriche, costituito dalla nuova rete di drenaggio a servizio dell'area oggetto di studio.

Per lo studio è stato utilizzato il software **EPA's Storm Water Management Model (SWMM)** sviluppato dal dipartimento della protezione ambientale statunitense – **United States Environmental Protection Agency (EPA)** – dal 1971, aggiornato ed ottimizzato fino alla corrente versione 5.0.022.

Si tratta di un modello idraulico monodimensionale che permette la simulazione qualitativa e quantitativa del completo ciclo idrologico applicato alle reti urbane e suburbane di scolo delle acque meteoriche.

Sebbene il programma sia nato per il calcolo della rete urbana tombinata è possibile applicarlo anche a tratti di canali, sia con forma regolare che con forma varia.

Il modello idraulico a moto vario tiene conto di particolari manufatti di regolazione delle portate, bocche tarate e invasi di laminazione.

La schematizzazione della rete è stata quindi completata definendo i parametri di infiltrazione ed idrologici del territorio.

11.1 Implementazione del modello matematico

La schematizzazione della rete di progetto è costituita dai seguenti elementi di carattere geometrico:

-sottobacini ("subcatchments"): essi sono stati definiti tenendo in considerazione le distribuzioni planimetriche di progetto di viabilità e piazzali;

-rete di drenaggio ("link"): essa è costituita da tubazioni in calcestruzzo secondo lo schema di progetto (tubazioni di diametri compresi tra i 300 mm e i 1000 mm) e da due fossati di gronda;

-bacini di invaso ("storage unit"): simulano la presenza delle aree di laminazione previste;

-manufatto di laminazione dotato di foro per lo svuotamento dei volumi di invaso, che limita la portata uscente ai valori di progetto.

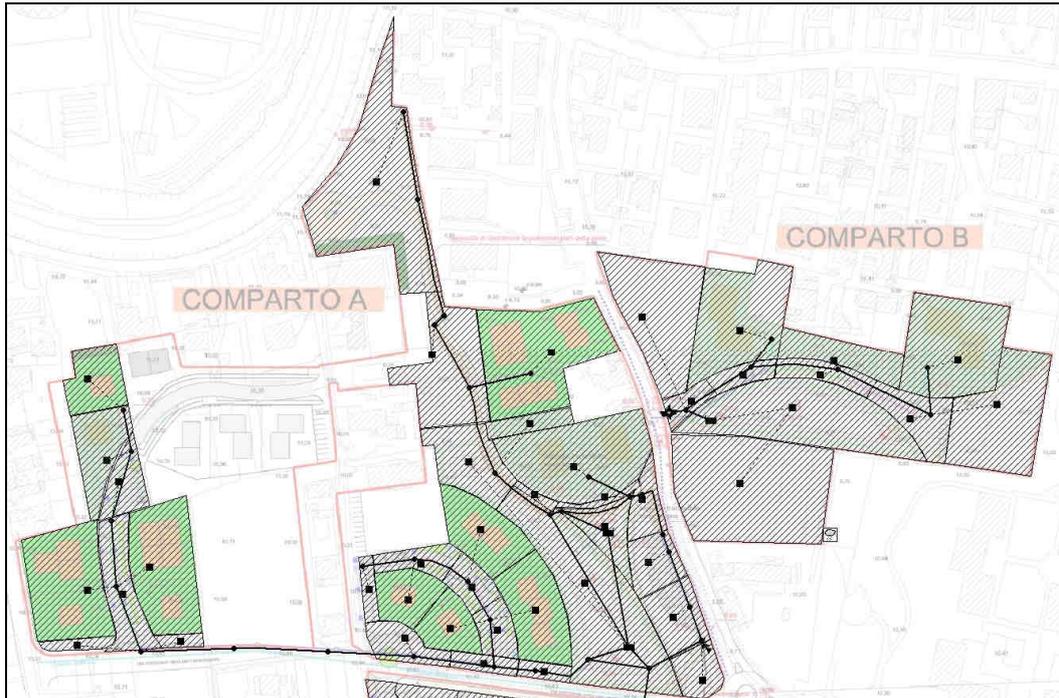


Figura 12 Schematizzazione delle rete idraulica di progetto dei comparti a nord di via Bortignon



Figura 13 Schematizzazione delle rete idraulica di progetto dei comparti a sud di via Bortignon

In funzione della semplicità della rete e della ridotta estensione del Comparto Extra, per esso non è stata effettuata la verifica tramite modello.

Le simulazioni effettuate hanno voluto verificare il comportamento della rete secondo le seguenti due condizioni:

1. Comportamento della rete per eventi pluviometrici di lunga durata caratterizzati da **tempo di ritorno di 50 anni** massimizzanti il volume di invaso;
2. Comportamento della rete per eventi pluviometrici di breve durata caratterizzati da **tempo di ritorno di 20 anni** massimizzanti le portate generate;

11.2 Parametri geometrici ed idraulici imposti

Elemento subcatchment

Property	Value
Name	84
X-Coordinate	593.086
Y-Coordinate	482.248
Description	
Tag	
Rain Gage	A
Outlet	34
Area	0.26
Width	80
% Slope	0.1
% Imperv	40
N-Imperv	0.011
N-Perv	0.15
Dstore-Imperv	2.54
Dstore-Perv	5.08
%Zero-Imperv	25
Subarea Routing	OUTLET
Percent Routed	100
Infiltration	HORTON

Figura 14: parametri tipo dei sottobacini

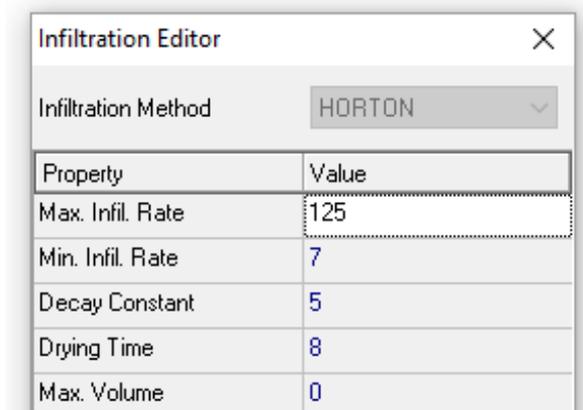
La Figura 14 riporta gli specifici parametri tipo adottati per i sottobacini.

Per quanto riguarda la percentuale di impermeabilizzazione, essa è stata stimata per le differenti tipologie di superficie presenti.

Modello di infiltrazione

Per quanto concerne le aree non impermeabilizzate dall'intervento, si è utilizzato il modello hortoniano di generazione dei deflussi superficiali.

Si è quindi ipotizzato che l'acqua si accumuli nelle depressioni superficiali del terreno ed in parte si infiltri fino a saturarlo; a questo punto l'acqua meteorica si infiltra solamente in minima parte e la quasi totalità ruscella fino a raggiungere la rete drenante.



Infiltration Editor	
Infiltration Method	HORTON
Property	Value
Max. Infil. Rate	125
Min. Infil. Rate	7
Decay Constant	5
Drying Time	8
Max. Volume	0

Figura 15: parametri specifici del modello di infiltrazione

Elemento link o conduit

Agli elementi link oltre alle specifiche caratteristiche geometriche è stato imposto il coefficiente di scabrezza di Manning (0.014 per le condotte in calcestruzzo e 0.03 per i tratti di fossato)

Storage unit

La storage unit schematizza le caratteristiche del bacino di laminazione nel rispetto delle caratteristiche di progetto: la curva delle aree inserita determina l'andamento dei volumi invasati all'interno del bacino tra la quota di fondo e il piano campagna.

11.3 Simulazione per analisi volumi di invaso per TR 50 anni

In questa simulazione la rete di progetto è stata verificata secondo eventi pluviometrici di durate differenti in modo da determinare gli eventi critici associati a ciascun singolo sottobacino indipendente.

Si riporta di seguito una tabella riassuntiva dei risultati del modello matematico che permette di individuare le durate critiche per i tre sottobacini analizzati.

Tabella 28. Tabella riassuntiva della scala delle portate del manufatto di regolazione.

durata [ore]	altezza di pioggia [mm]	intensità [mm/h]	volume bacini comparto A [mc]	volume bacino comparto B [mc]	volume bacino comparto C [mc]
2.00	86.42	43.21	901	765	1643
3.00	95.90	31.97	976	841	1889
6.00	112.30	18.72	966	848	1928
8.00	119.32	14.91	906	781	1717
10.00	124.89	12.49	841	693	1376

Si riportano di seguito i principali risultati idraulici forniti dalla simulazioni.

11.3.1 Risultati modellazione Comparto A

Come si evince dalla tabella precedente la durata critica di precipitazione per il Comparto A è di 3 ore.

Si riportano di seguito i principali profili longitudinali delle dorsali principali che costituiscono la rete di drenaggio all'istante in cui si manifestano i massimi livelli ovvero nell'intorno dell'ora 3 nel caso specifico.

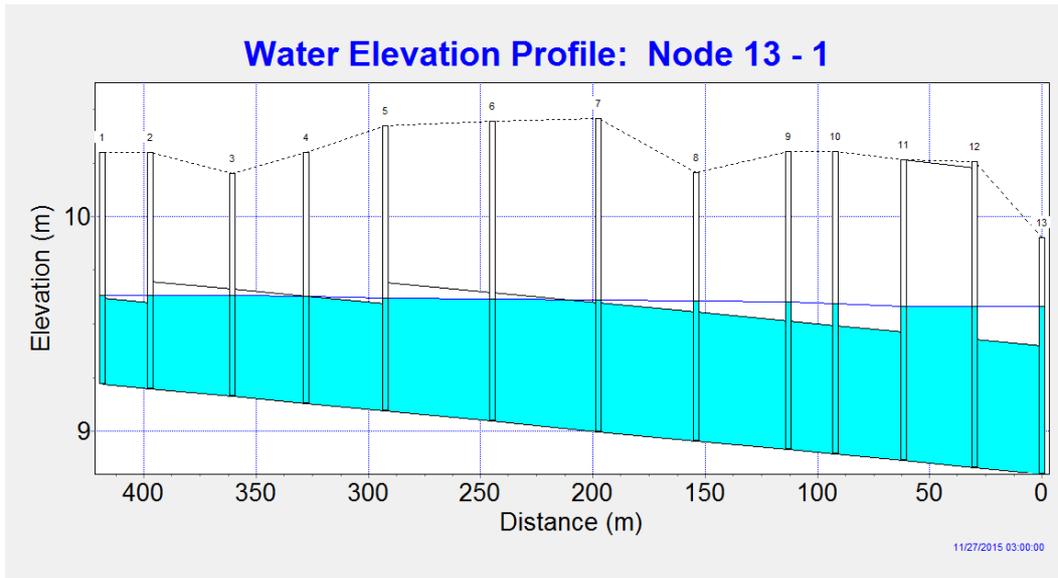


Figura 16: profilo longitudinale rappresentante il ramo di tubazioni ovest dall'estremità di monte fino al manufatto di laminazione.

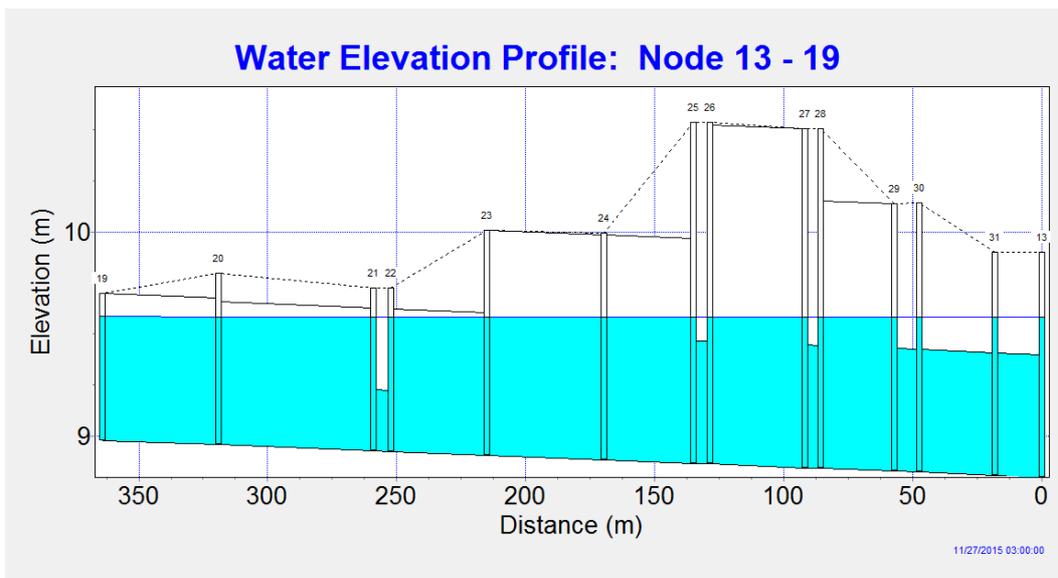


Figura 17: profilo longitudinale rappresentante il fossato di gronda est dall'estremità di monte fino al manufatto di laminazione.

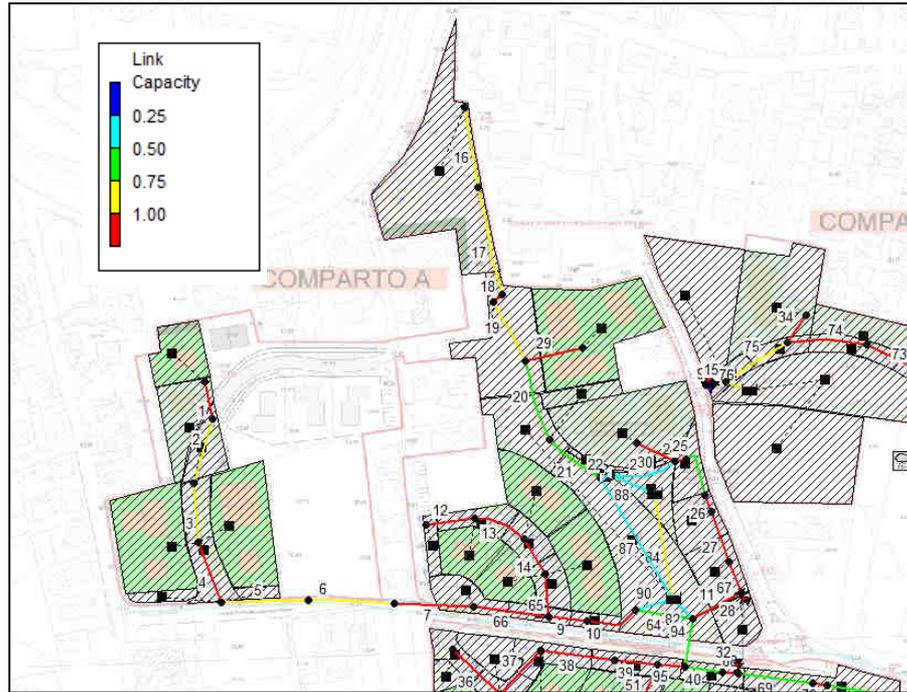


Figura 18: planimetria riportante i gradi di riempimento di condotte e fossati all'istante di massimo invaso nel Comparto A

In alcuni tratti della rete le tubazioni hanno comportamento a pressione ma la simulazione non evidenzia fenomeni di allagamento.

Si riportano di seguito altri risultati idraulici rilevanti.

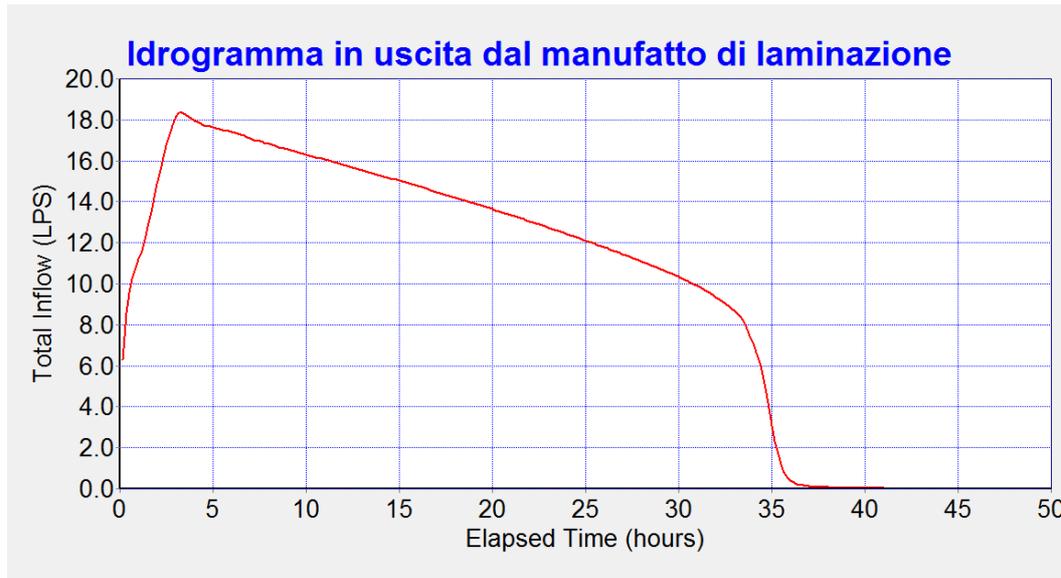


Figura 19: idrogramma della portata in uscita dal manufatto di laminazione diretta verso l'impianto di sollevamento.

Dal grafico si evince che la portata massima in uscita dal foro di laminazione è circa 18 l/s e coincide con la massima portata ammissibile derivante dai 5 l/s, ha di progetto.

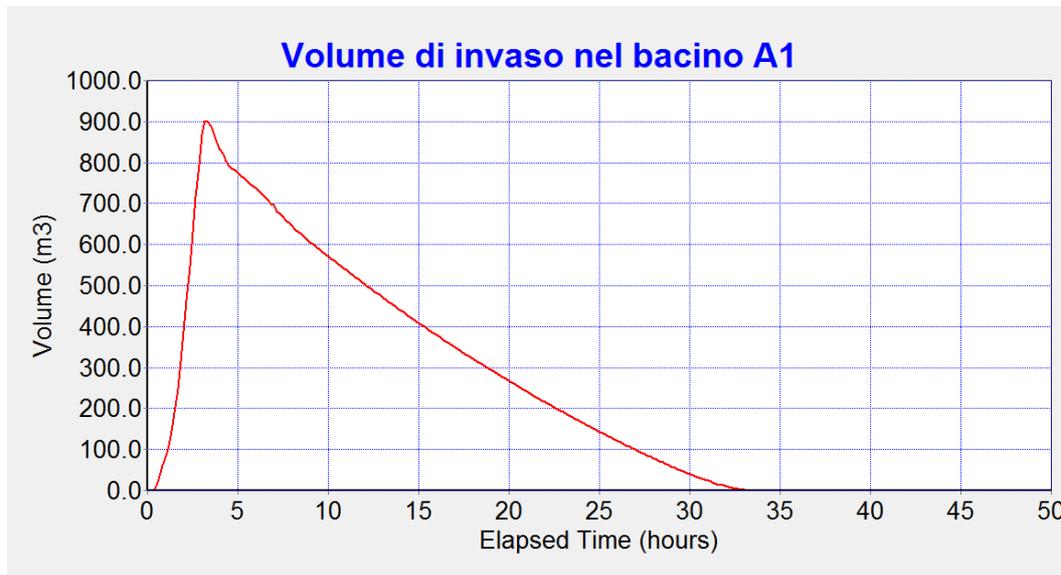


Figura 20: curva dei volumi di invaso all'interno del bacino di laminazione A1

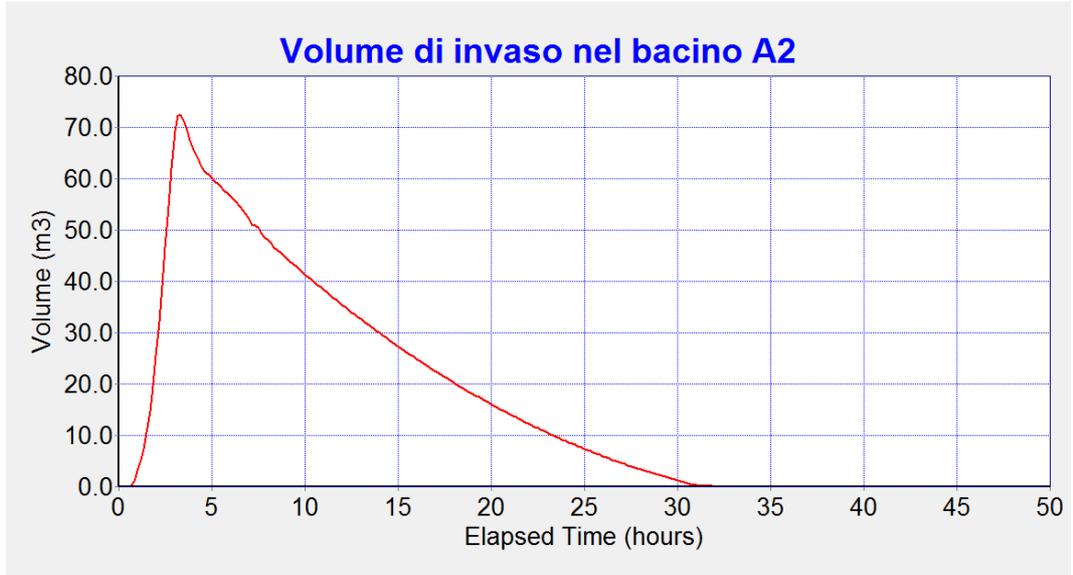


Figura 21: curva dei volumi di invaso all'interno del bacino di laminazione A2

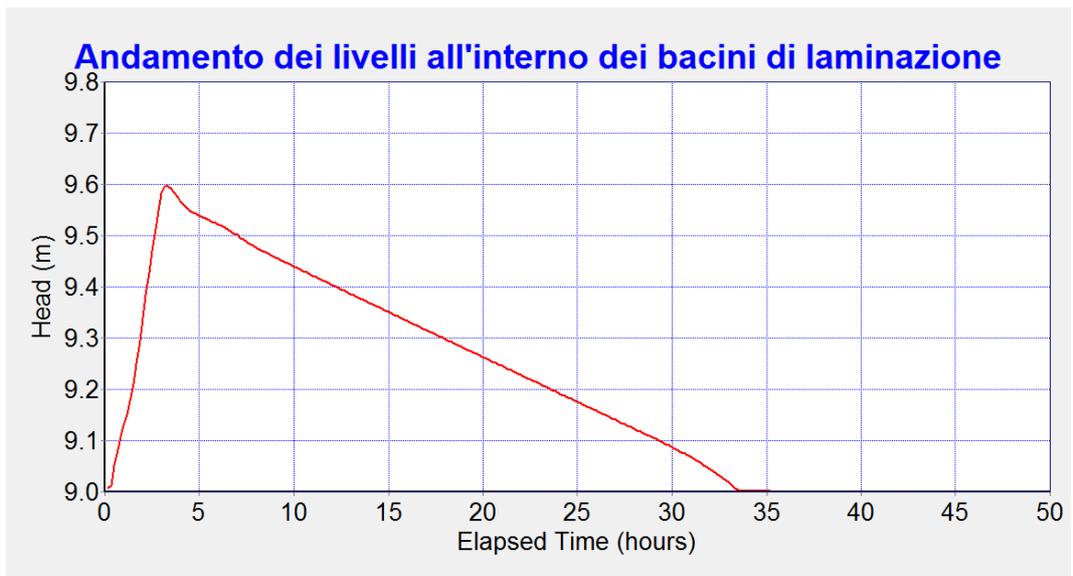


Figura 22: curva dei livelli raggiunti all'interno dei bacini di laminazione

La modellazione dimostra il non superamento del massimo livello di invaso di progetto fissato in 9.60 m.

11.3.2 Risultati modellazione Comparto B

La durata critica di precipitazione per il Comparto B è di 6 ore.

Si riportano di seguito i principali profili longitudinali della dorsale principale che costituisce la rete di drenaggio all'istante in cui si manifestano i massimi livelli ovvero nell'intorno dell'ora 6 nel caso specifico.

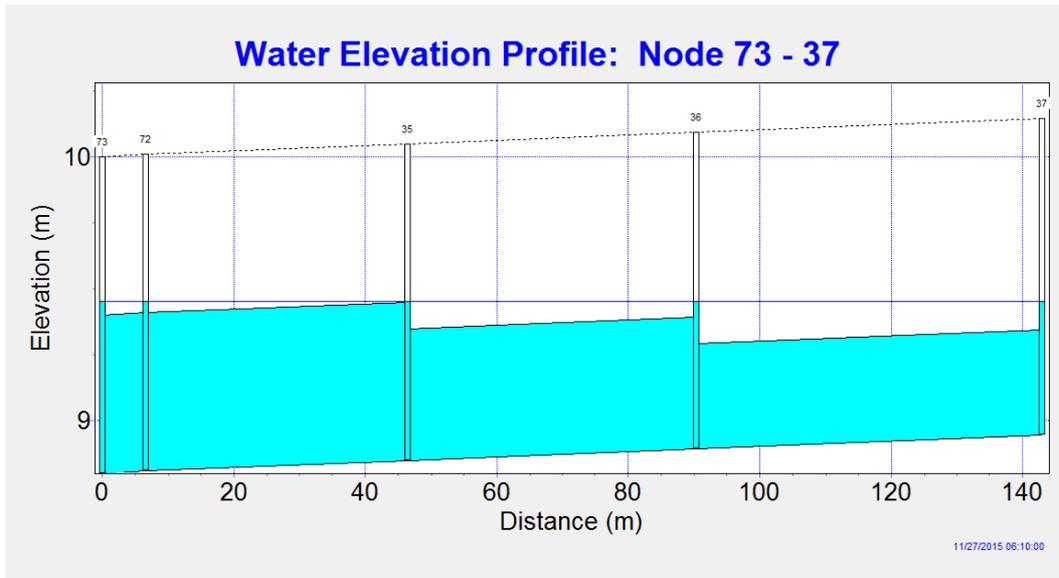


Figura 23: profilo longitudinale rappresentante il ramo di tubazioni dall'estremità di monte fino al manufatto di laminazione.

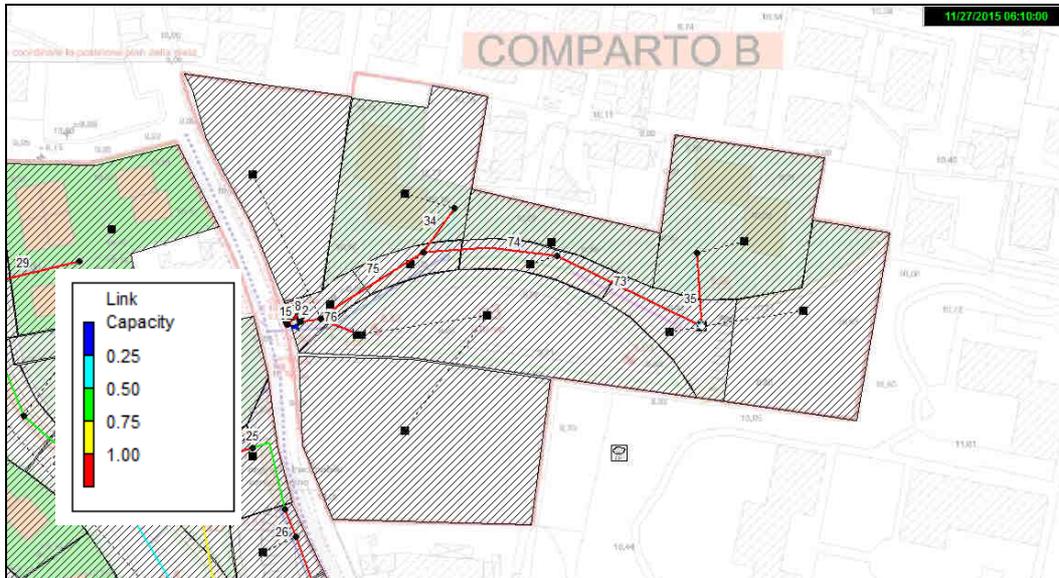


Figura 24: planimetria riportante i gradi di riempimento di condotte e fossati all'istante di massimo invaso nel Comparto B

Tutte le tubazioni della rete hanno comportamento a pressione ma la simulazione non evidenzia fenomeni di allagamento.

Si riportano di seguito altri risultati idraulici rilevanti.

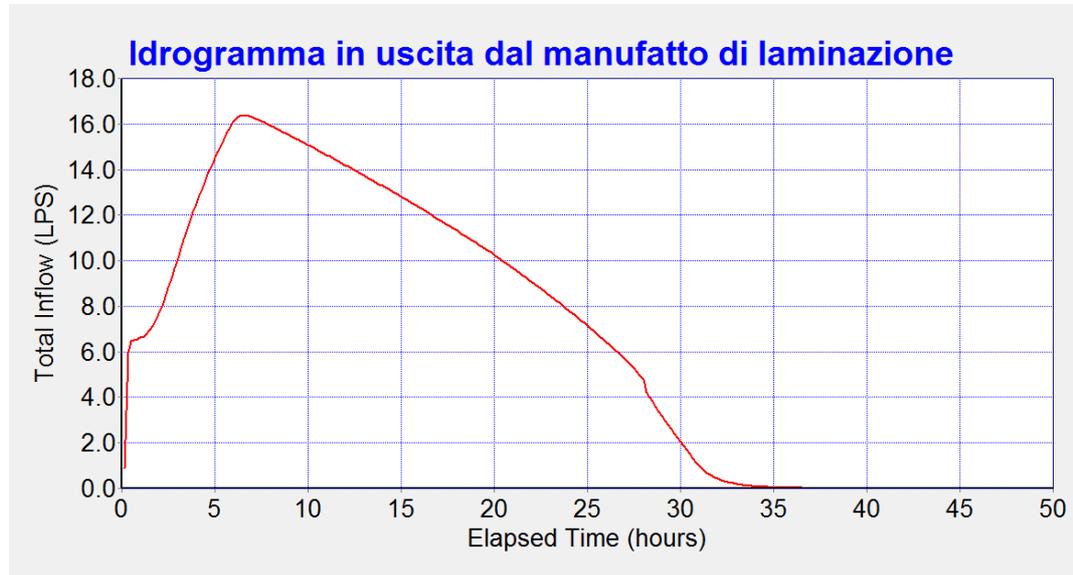


Figura 25: idrogramma della portata in uscita dal manufatto di laminazione diretta verso lo scolo Terranegra Superiore.

Dal grafico si evince che la portata massima in uscita dal foro di laminazione è circa 16 l/s; il valore è maggiore della portata di progetto derivante dal coefficiente udometrico 2 l/s, ha e ciò è dovuto alla realizzazione del foro di diametro minimo 10 cm.

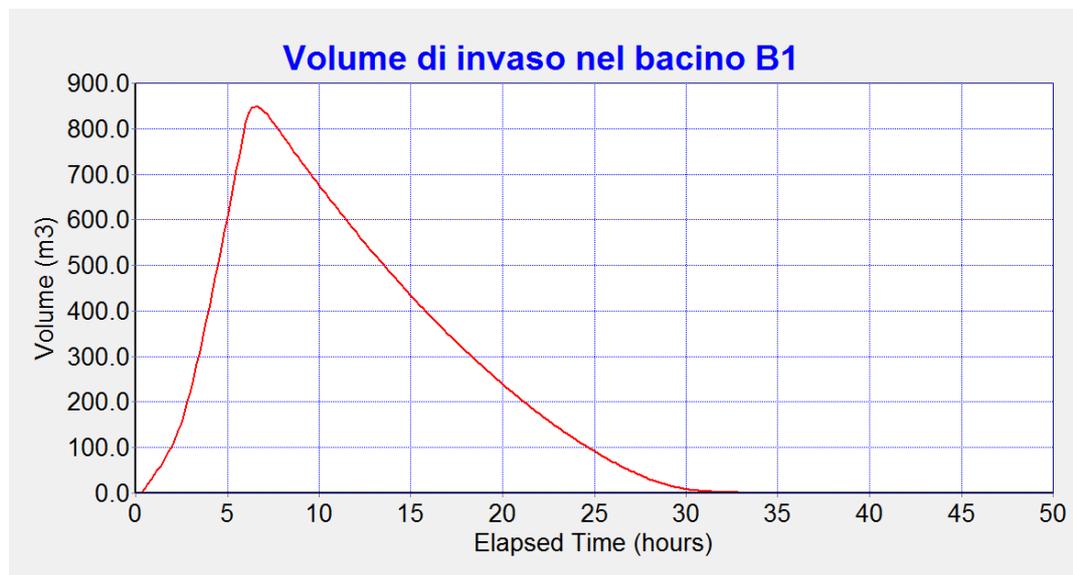


Figura 26: curva dei volumi di invaso all'interno del bacino di laminazione B1

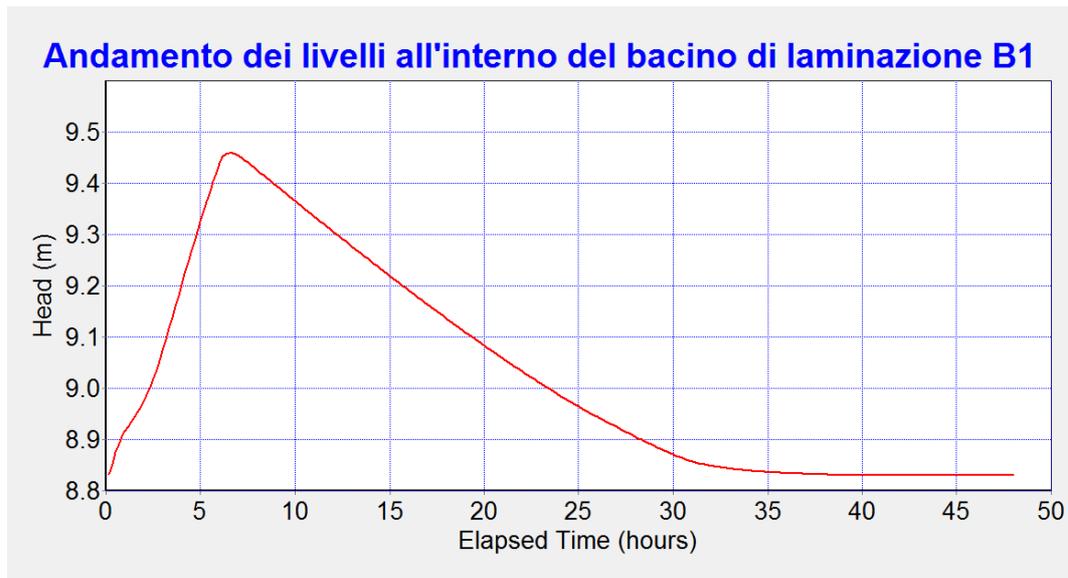


Figura 27: curva dei livelli raggiunti all'interno del bacino di laminazione B1.

La modellazione dimostra il non superamento del massimo livello di invaso di progetto fissato in 9.50 m.

11.3.3 Risultati modellazione Comparto C

Come per il Comparto B, la durata critica di precipitazione per il Comparto C è di 6 ore.

Si riportano di seguito i principali profili longitudinali delle dorsali principali che costituiscono la rete di drenaggio all'istante in cui si manifestano i massimi livelli ovvero nell'intorno dell'ora 6 nel caso specifico.

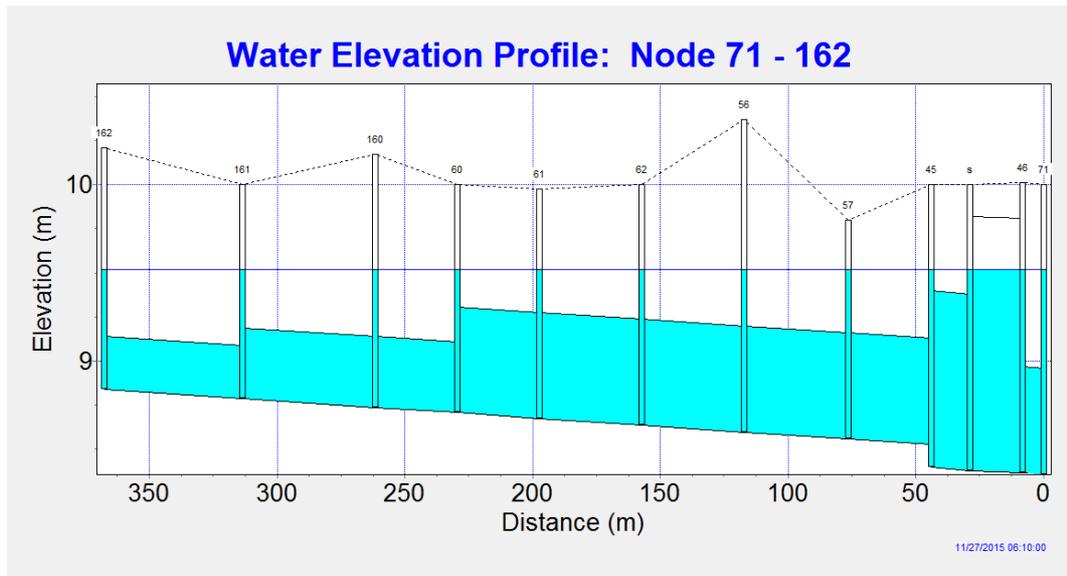


Figura 28: profilo longitudinale rappresentante il ramo di tubazioni ovest dall'estremità di monte fino al manufatto di laminazione.

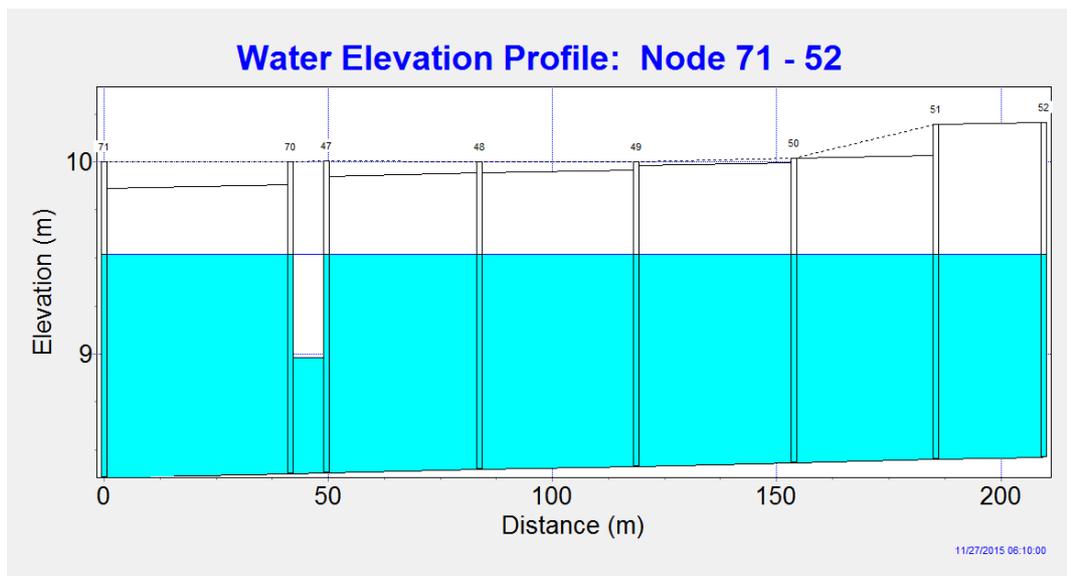


Figura 29: profilo longitudinale rappresentante il fossato di gronda est dall'estremità di monte fino al manufatto di laminazione.

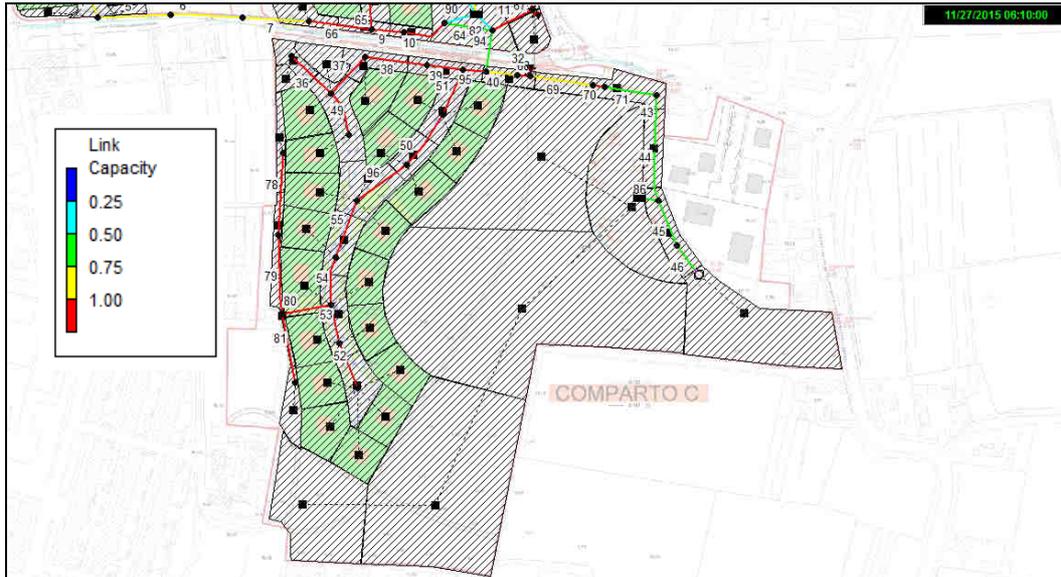


Figura 30: planimetria riportante i gradi di riempimento di condotte e fossati all'istante di massimo invaso nel Comparto C

Nella maggior parte della tubazioni della rete si ha comportamento a pressione ma la simulazione non evidenzia fenomeni di allagamento.

Si riportano di seguito altri risultati idraulici rilevanti.

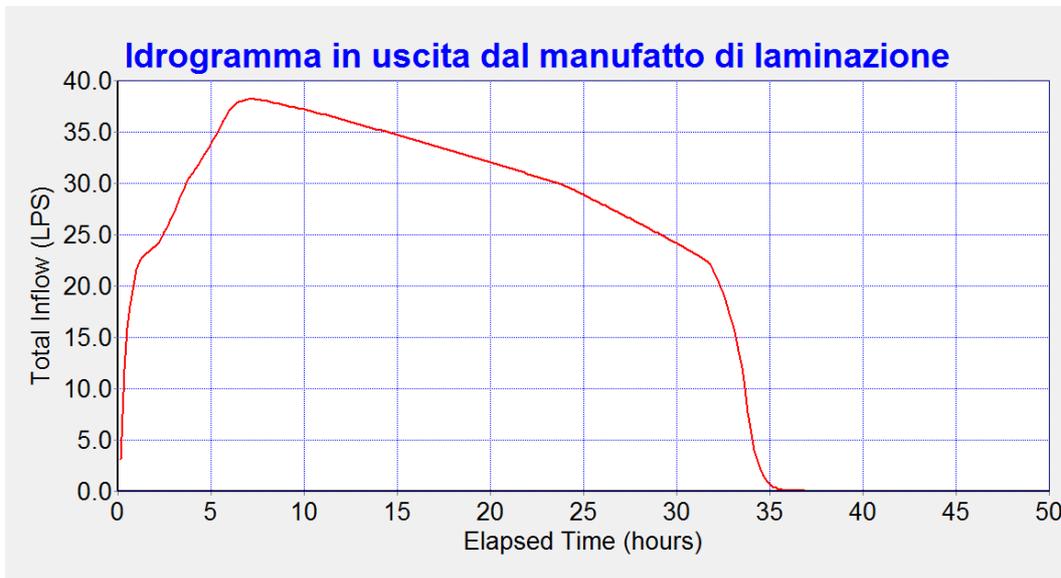


Figura 31: idrogramma della portata in uscita dal manufatto di laminazione diretta verso l'impianto di sollevamento.

Dal grafico si evince che la portata massima in uscita dal foro di laminazione è circa 39 l/s e coincide con la massima portata ammissibile derivante dai 5 l/s, ha di progetto.

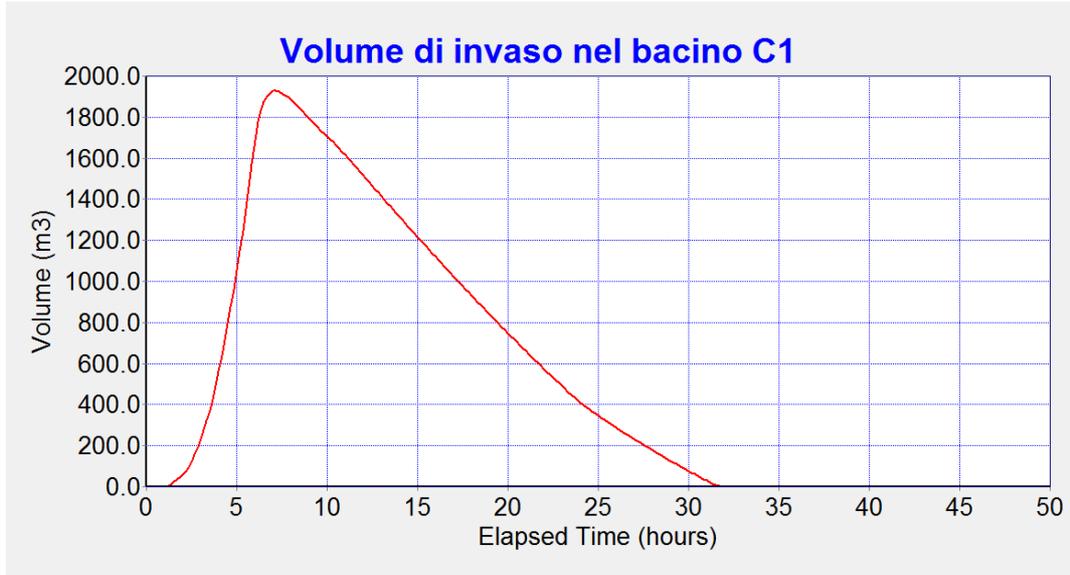


Figura 32: curva dei volumi di invaso all'interno del bacino di laminazione C1

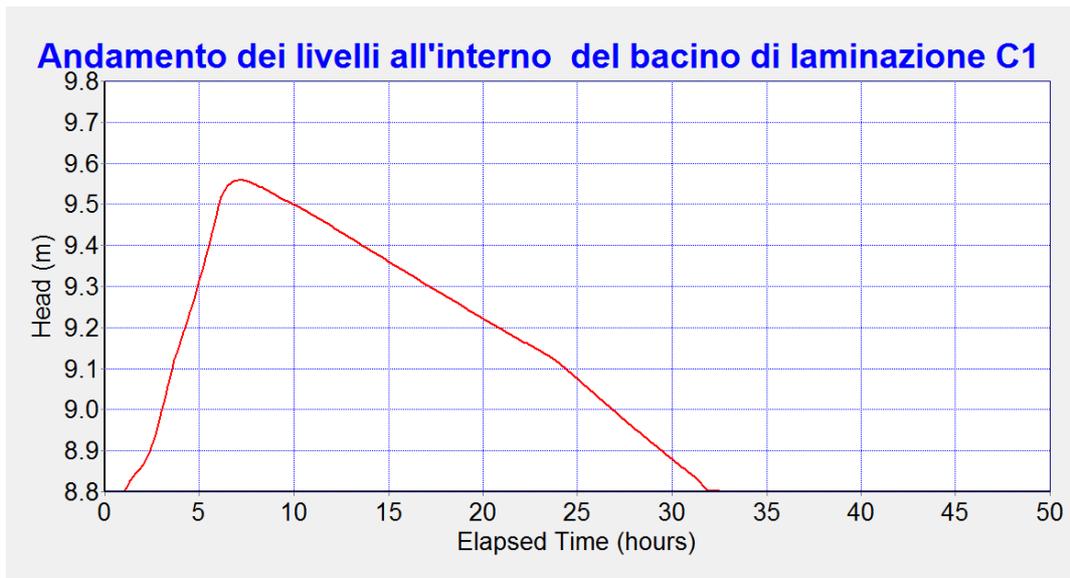


Figura 33: curva dei livelli raggiunti all'interno del bacino di laminazione C1

La modellazione dimostra il non superamento del massimo livello di invaso di progetto fissato in 9.60 m.

11.4 Simulazione per analisi collettamento portate di picco per TR 20 anni

In questa simulazione è stato riprodotto il comportamento della rete di drenaggio per le portate massime generabili sull'area di intervento e quindi in presenza di un evento particolarmente intenso caratterizzato dalla durata pari al tempo di corrivazione per un tempo di ritorno di 20 anni.

Secondo la curva di possibilità pluviometrica per Tr 20 anni si hanno 32.98 mm caduti nella durata di 15 minuti in cui è stimato il tempo di corrivazione a cui corrisponde un'intensità media di 131.91 mm/ora.

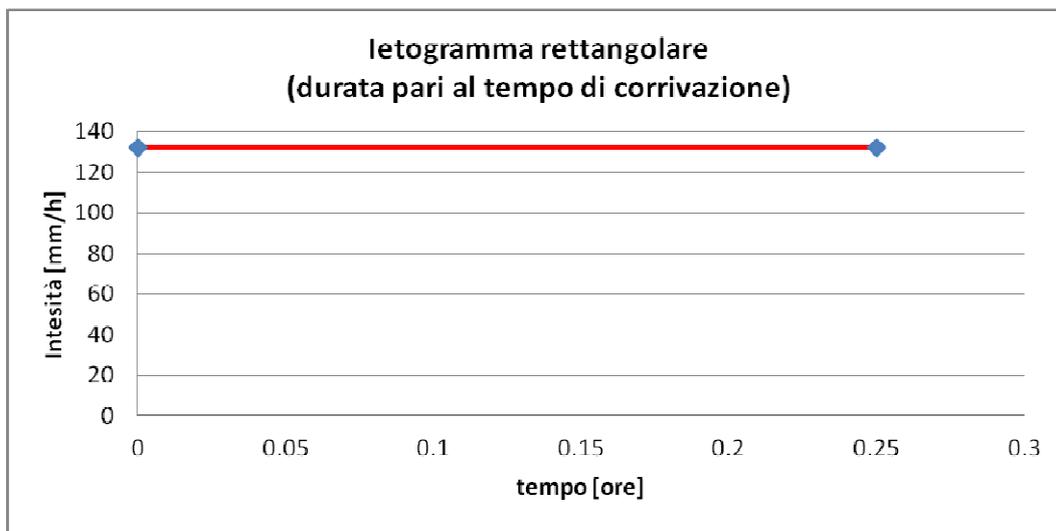


Figura 34 Ietogramma rettangolare: Tr=20 anni, 32.98 mm, durata 15 minuti.

11.4.1 Risultati modellazione Comparto A

Si riportano di seguito i principali profili longitudinali delle dorsali principali che costituiscono la rete di drenaggio all'istante in cui si manifestano i massimi livelli per un evento di durata pari al tempo di corrivazione.

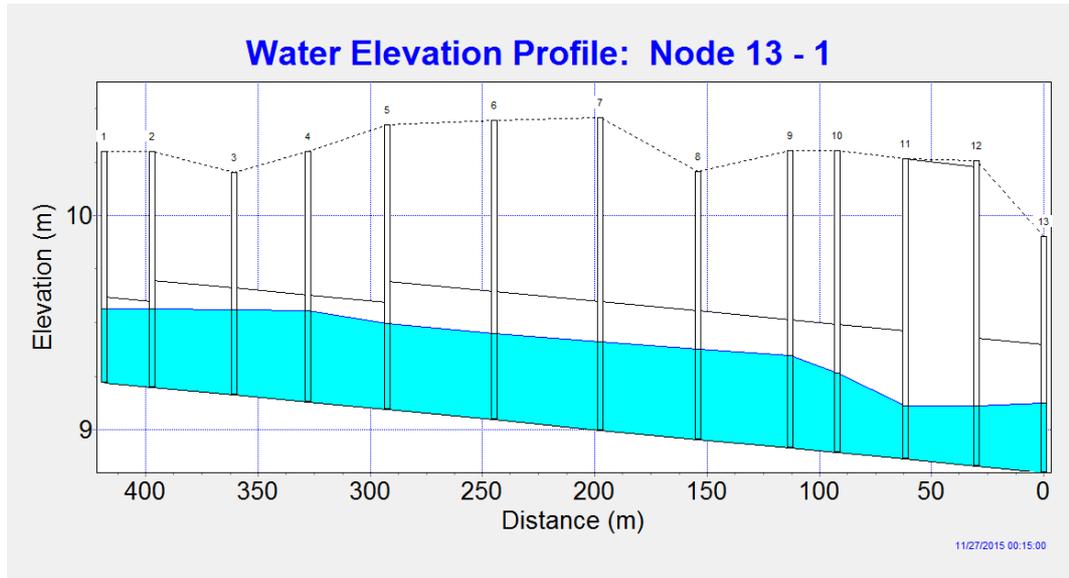


Figura 35: profilo longitudinale rappresentante il ramo di tubazioni ovest dall'estremità di monte fino al manufatto di laminazione.

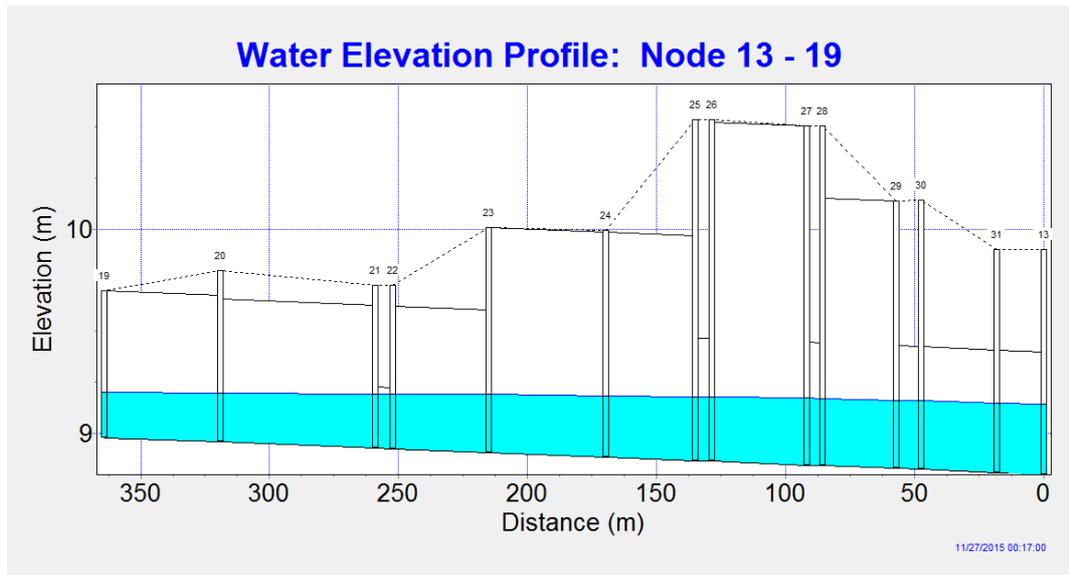


Figura 36: profilo longitudinale rappresentante il fossato di gronda est dall'estremità di monte fino al manufatto di laminazione.

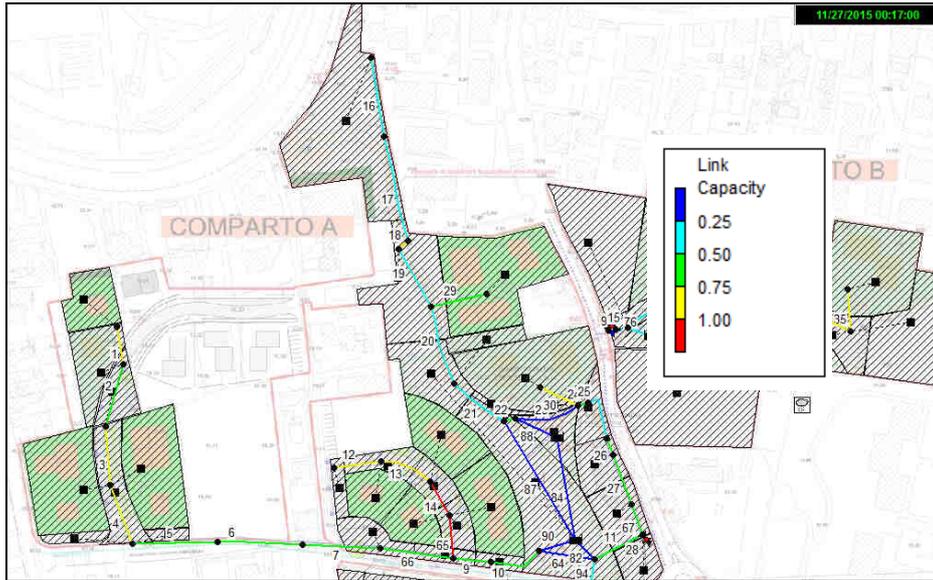


Figura 37: planimetria riportante i gradi di riempimento di condotte e fossati all'istante di massimo livello nel Comparto A

La rete funziona quasi completamente a gravità e nei alcuni tratti in cui si ha comportamento a pressione la simulazione non evidenzia fenomeni di allagamento.

11.4.2 Risultati modellazione Comparto B

Si riportano di seguito il principale profilo longitudinale della dorsale principale che costituisce la rete di drenaggio all'istante in cui si manifestano i massimi livelli per un evento di durata pari al tempo di corrivazione.

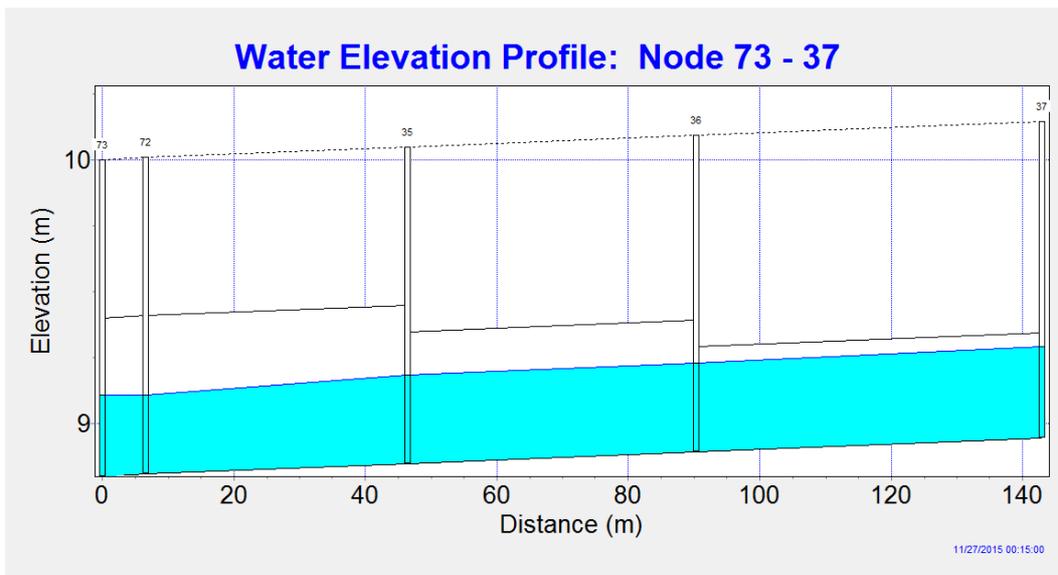


Figura 38: profilo longitudinale rappresentante il ramo di tubazioni dall'estremità di monte fino al manufatto di laminazione.

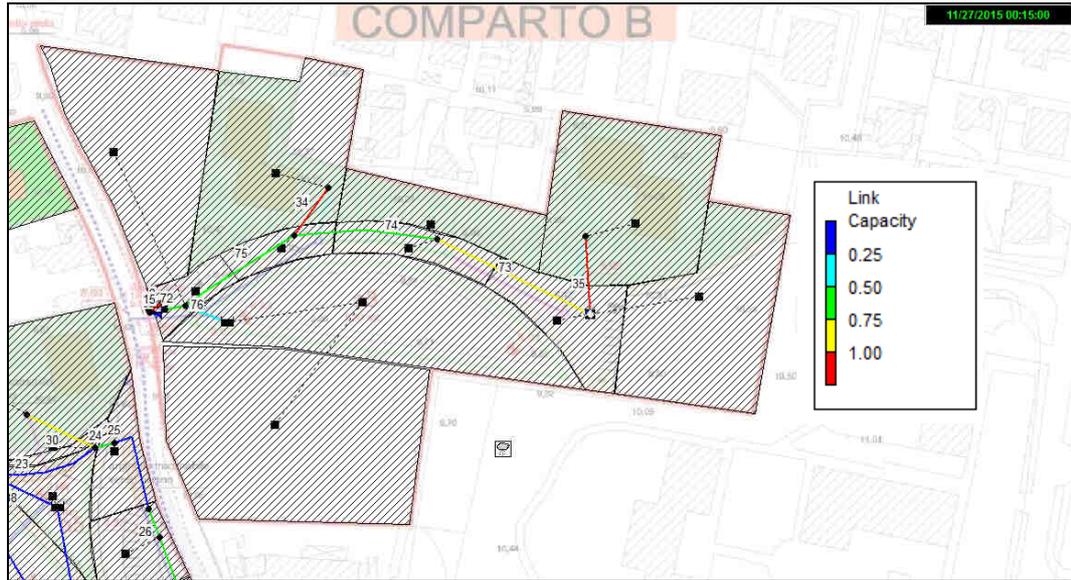


Figura 39: planimetria riportante i gradi di riempimento di condotte e fossati all'istante di massimo livello nel Comparto B

La rete funziona quasi completamente a gravità e nei alcuni tratti in cui si ha comportamento a pressione la simulazione non evidenzia fenomeni di allagamento.

11.4.3 Risultati modellazione Comparto C

Si riportano di seguito i principali profili longitudinali delle dorsali principali che costituiscono la rete di drenaggio all'istante in cui si manifestano i massimi livelli per un evento di durata pari al tempo di corrvazione.

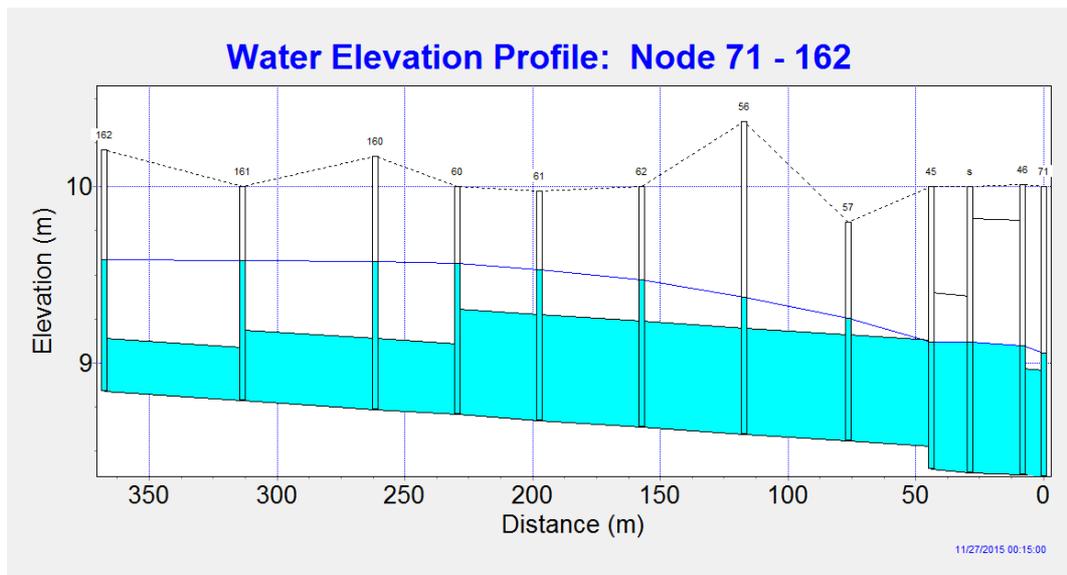


Figura 40: profilo longitudinale rappresentante il ramo di tubazioni ovest dall'estremità di monte fino al manufatto di laminazione.

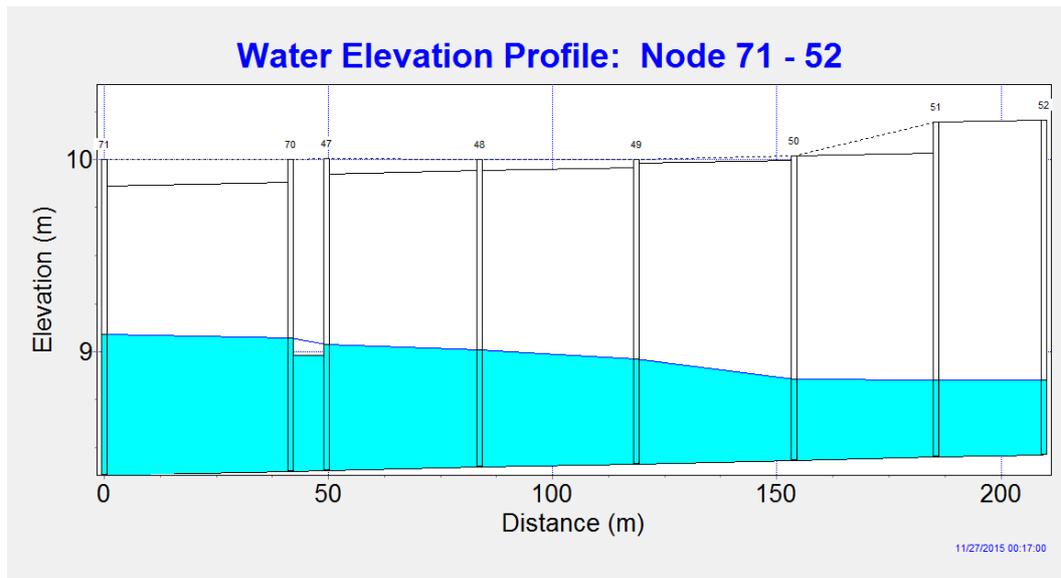


Figura 41: profilo longitudinale rappresentante il fossato di gronda est dall'estremità di monte fino al manufatto di laminazione.

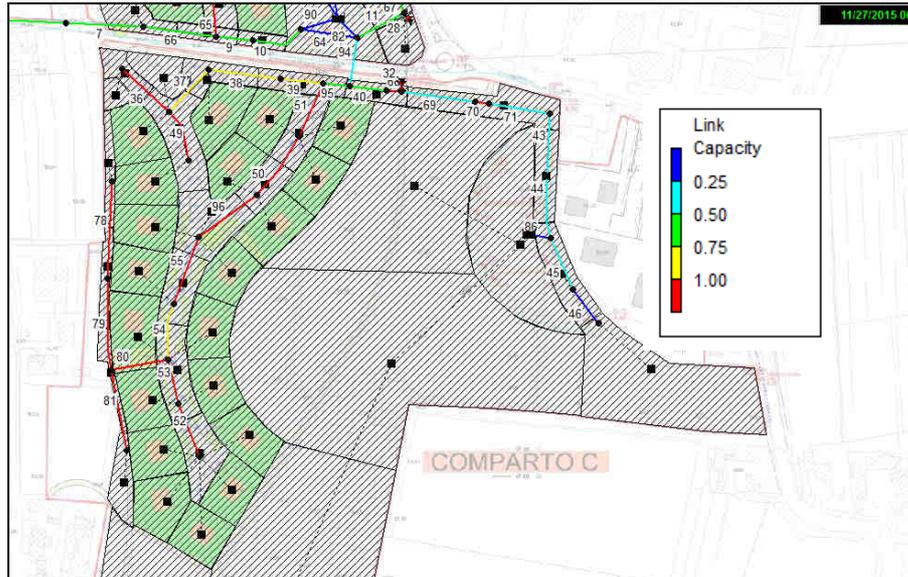


Figura 42: planimetria riportante i gradi di riempimento di condotte e fossati all'istante di massimo livello nel Comparto C

In molti tratti della rete di tubazioni si ha comportamento a pressione ma la simulazione non evidenzia fenomeni di allagamento.

12 CONCLUSIONI

La valutazione di compatibilità idraulica del Piano Urbanistico Attuativo denominato "Margherita" previsto nel quartiere n°3 di Padova nei pressi di via Bortignon è stata sviluppata secondo quanto previsto dalla D.G.R.V. N. 1322 del 10.05.2006 e ss.mm.ii. per compensare la trasformazione fino al verificarsi di eventi meteorici caratterizzati da un **tempo di ritorno di 50 anni**.

Considerato il livello di pericolosità del sottobacino di appartenenza dell'area in esame, e considerata la nota prot. N. 10950 del 18 dicembre 2015 del Consorzio di Bonifica Bacchiglione, il **dimensionamento delle opere di invaso** è stato effettuato in funzione di un coefficiente udometrico di progetto **u pari a 2 l/s,ha**.

L'intera area di intervento, in funzione della sua vastità e configurazione progettuale, è stata suddivisa in 4 comparti idraulici e in questa sede sono state studiate le superfici afferenti al primo stralcio funzionale lasciando al secondo stralcio la determinazione delle misure di mitigazione ad esso necessarie.

Per quando riguarda il comparto B e il comparto Extra i rispettivi manufatti di laminazione scaricheranno all'interno dello scolo Terranegra Superiore e all'interno della rete di collettamento stradale secondo un coefficiente udometrico di 2 l/s,ha in linea con i parametri di dimensionamento dei volumi di invaso.

Per quando riguarda invece i comparti A e C i manufatti di laminazione permetteranno l'allontanamento di una portata derivante dal coefficiente udometrico 5 l/s,ha verso l'impianto di sollevamento che sarà realizzato in collaborazione con l'ente AcegasApsAmga; in questi due comparti quindi si avrà a disposizione un volume di invaso potenziale maggiore rispetto a quello effettivamente necessario; in fase di esercizio, le dimensioni dei due fori di laminazione presenti in questi due manufatti, potranno comunque essere ricalibrati con semplici lavori di carpenteria e ridotti a diametri minori (relativi al coefficiente udometrico 2 l/s,ha e con diametro minimo di 10 cm per evitare intasamenti).

In accordo con l'ente Aps, in questa sede di valutazione di compatibilità idraulica è stato effettuato solamente il predimensionamento idraulico della vasca di alloggiamento pompe lasciando all'ente il dimensionamento definitivo delle opere elettromeccaniche accessorie.

Secondo indicazioni dello stesso Ente l'impianto avrà una capacità di sollevamento potenziale di 85 l/s a servizio esclusivo del PUA Margherita alla quale si aggiunge una ulteriore capacità di portata di circa 300 l/s a servizio di altre aree esterne al PUA in esame.

In funzione delle indicazioni disponibili sui livelli di falda, non è stato possibile provvedere alla posa di tubazioni sovradimensionate a favore dell'invaso; ma è stata progettata comunque una rete di collettamento e connessione con i bacini di invaso in grado di allontanare le portate massime generate da precipitazioni intense caratterizzate da brevi durate fino a tempi di ritorno dell'ordine di 20 anni.

I risultati dello studio idraulico per i singoli comparti sono riepilogati nelle seguenti tabelle:

COMPARTO A		
superficie analizzata	35943	mq
coefficiente di deflusso medio di progetto	0,36	-
coefficiente udometrico di progetto	2	l/s,ha
volumi invarianza precipitazione	1371	mc
volumi fossati esistenti da recuperare	176	mc
volume totale da recuperare	1547	mc
volume bacini di invaso di progetto	1165	mc
volume tubazioni di progetto	130	mc
volume fossati di progetto	258	mc
volume totale di invaso di progetto	1554	mc

COMPARTO B		
superficie analizzata	21579	mq
coefficiente di deflusso medio di progetto	0,40	-
coefficiente udometrico di progetto	2	l/s,ha
volumi invarianza precipitazione	944	mc
volumi fossati esistenti da recuperare	0	mc
volume totale da recuperare	944	mc
volume bacini di invaso di progetto	930	mc
volume tubazioni di progetto	26	mc
volume fossati di progetto	0	mc
volume totale di invaso di progetto	956	mc

COMPARTO C		
superficie analizzata	79829	mq
coefficiente di deflusso medio di progetto	0,29	-
coefficiente udometrico di progetto	2	l/s,ha
volumi invarianza precipitazione	2327	mc
volumi fossati esistenti da recuperare	358	mc
volume totale da recuperare	2685	mc
volume bacini di invaso di progetto	2095	mc
volume tubazioni di progetto	125	mc
volume fossati di progetto	483	mc
volume totale di invaso di progetto	2703	mc

COMPARTO EXTRA		
superficie analizzata	8715	mq
coefficiente di deflusso medio di progetto	0,29	-
coefficiente udometrico di progetto	2	l/s,ha
volumi invarianza precipitazione	252,08	mc
volumi fossati esistenti da recuperare	0	mc
volume totale da recuperare	252,08	mc
volume bacini di invaso di progetto	240,03	mc
volume tubazioni di progetto	17,28	mc
volumi fossati di progetto	0,00	mc
volume totale di invaso di progetto	257,31	mc

La rete di collettamento ed invaso di progetto è stata verificata tramite modellazione matematica; le simulazioni effettuate hanno analizzato il comportamento della rete per eventi pluviometrici di lunga durata caratterizzati da tempo di ritorno di 50 anni massimizzanti il volume di invaso e il comportamento della rete per eventi pluviometrici di breve durata caratterizzati da tempo di ritorno di 20 anni massimizzanti le portate generate.

I risultati forniti dal modello hanno confermato il corretto dimensionamento della rete di drenaggio evidenziando il rispetto dei massimi livelli di invaso di progetto e di conseguenza l'assenza di fenomeni di allagamento.

La configurazione progettuale proposta, prevedendo il trasferimento delle portate generate sui Comparti A e C al Canale Roncajette tramite impianto di sollevamento, permette di sgravare notevolmente lo scolo Terranegra Superiore che allo stato di fatto costituisce il ricettore dei contributi di pioggia (riduzione di 11,5 ettari di bacino afferente). In funzione di ciò si ritiene quindi accettabile che la portata laminata nei Comparti B ed Extra possa essere indirizzata verso i ricettori attuali.

Nelle successive fasi di progettazione dovranno essere individuate le misure di compensazione idraulica atte a mitigare un eventuale innalzamento del piano campagna di progetto e dovrà essere maggiormente dettagliato il mantenimento di eventuali continuità idrauliche interessate dall'intervento e necessarie a non compromettere il grado di sicurezza idraulica alle aree limitrofe.

Si lascia al gestore AcegasApsAmga la scelta eventuale di connettere l'impianto di sollevamento anche alla rete stradale esistente (scolo Terranegra Superiore e tubazione dn 800mm di via Bortignon) allo scopo di apportare ulteriori benefici idraulici al territorio circostante.

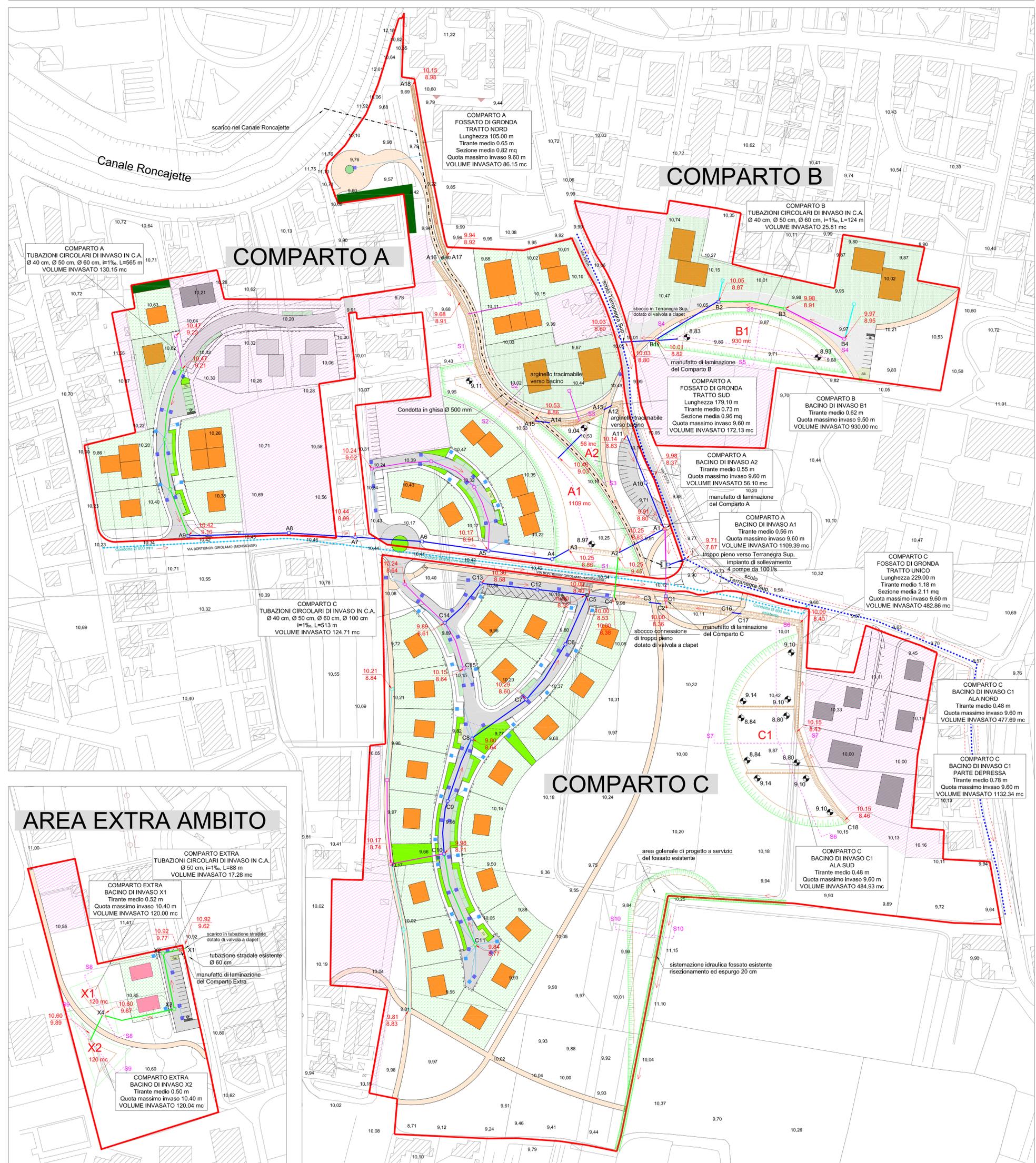
All.01 - Planimetria rete

COMMITTENTE: Consorzio Urbanistico Margherita	PROGETTISTA: Ing. Giuseppe Baldo	GRUPPO DI LAVORO: Ing. Francesco Guidolin Ing. Claudio Tamai
REDAZIONE: Ing. Francesco Guidolin 26/04/16	CONTROLLO INTERNO: Ing. Giuseppe Baldo 26/04/16	APPROVAZIONE INTERNA: Ing. Francesco Baldo 26/04/16
PERCORSO DIGITALE: L_P897-Working-Tavole	PROGETTO ARCHITETTONICO: Studio d'Architettura Vanzotto Mario Alessandro	DATA: aprile 2016

ACQUA **INGEGNERIA**

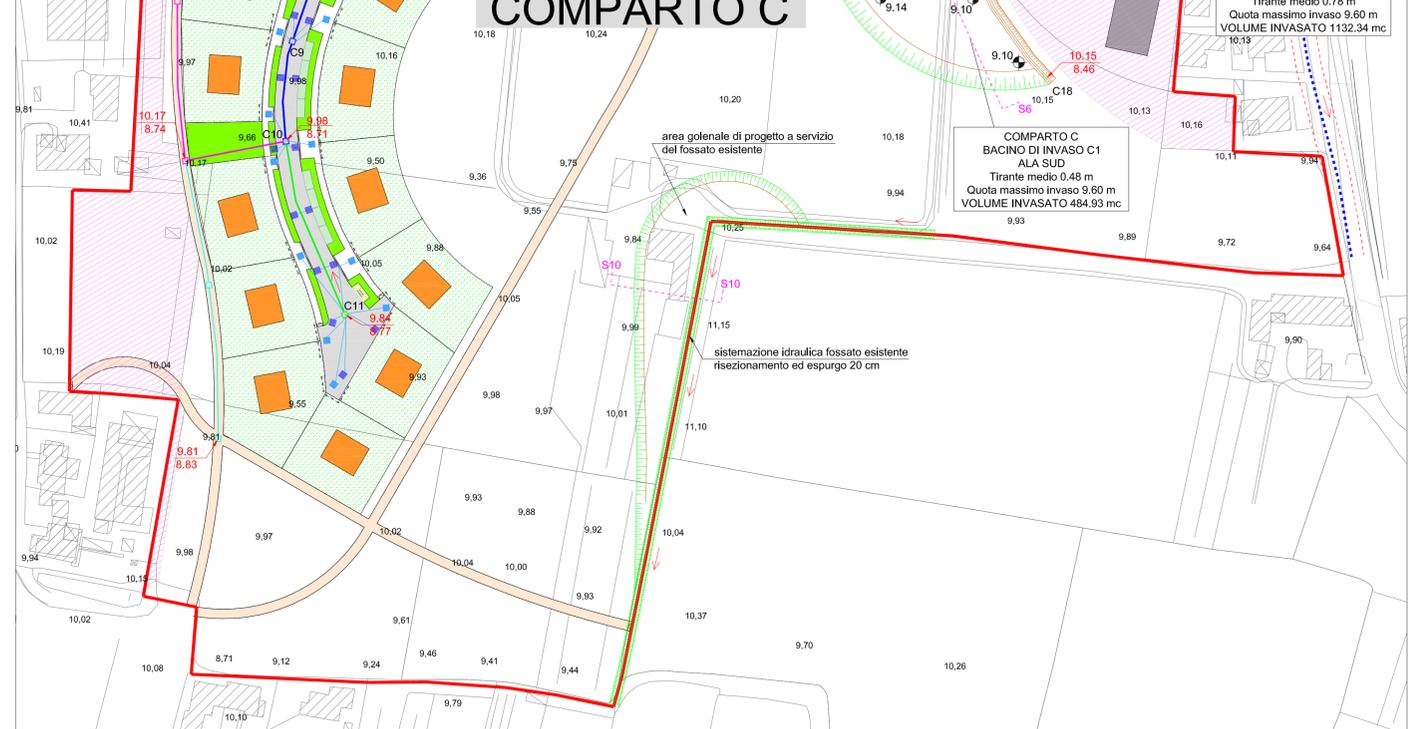
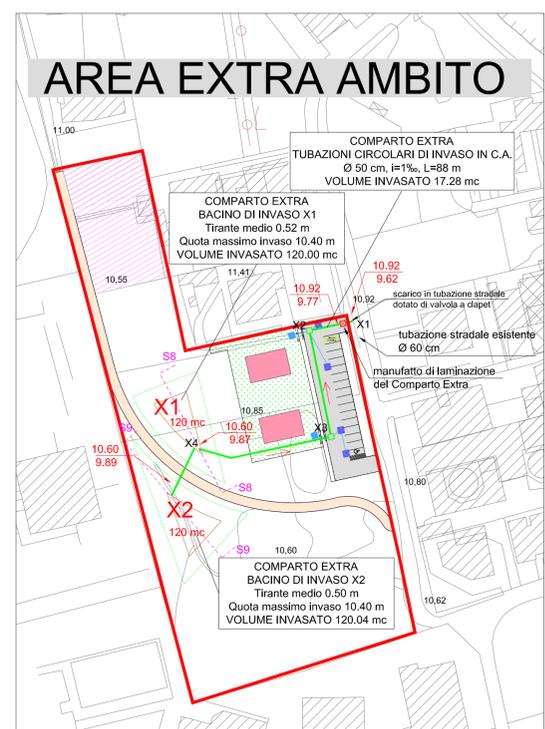
SEDE OPERATIVA: Via Bortignon 10/1, 35100 Padova, Italia
SEDE SOCIALE: Via delle Industrie 10/A, 35038 Camparino (PD), Italia
Tel: +39 049 9505050 Fax: +39 049 9505051 www.acquaingegneria.com

Il presente documento, elaborato per il committente da ACQUA INGEGNERIA S.p.A., non può essere riprodotto o comunicato a terzi senza permesso autorizzato scritto.



Legenda

- Perimetro esterno dei comparti
- Sagome indicative dei nuovi edifici
- Lotti edificabili
- Lotti E.R.P.
- Aree soggette ad un secondo stralcio successivo
- Tubazioni in c.a. Ø 30 cm i=1%
- Tubazioni di invaso in c.a. Ø 40 cm i=1%
- Tubazioni di invaso in c.a. Ø 50 cm i=1%
- Tubazioni di invaso in c.a. Ø 60 cm i=1%
- Tubazioni di invaso in c.a. Ø 100 cm i=1%
- Condotte cls esistenti Ø 80 cm di via Bortignon
- Scolo consortile Terranegra Superiore
- Fascia di rispetto Scolo Terranegra Superiore
- Pozzetto di ispezione prefabbricato cls 50x50 cm
- Pozzetto di ispezione prefabbricato cls 60x60 cm
- Pozzetto di ispezione prefabbricato cls 80x80 cm
- Pozzetto di ispezione prefabbricato cls 100x100 cm
- Pozzetto di ispezione prefabbricato cls 150x150 cm
- Pozzetti di interfaccia lotti
- Caditoie
- Manufatto di laminazione
- Fossato di gronda
- 10.00 Quota piano campagna
- 8.53 Quota scorrimento
- 8.97 Quote altimetriche dello stato di fatto



All.02 - Sezioni bacini e fossati

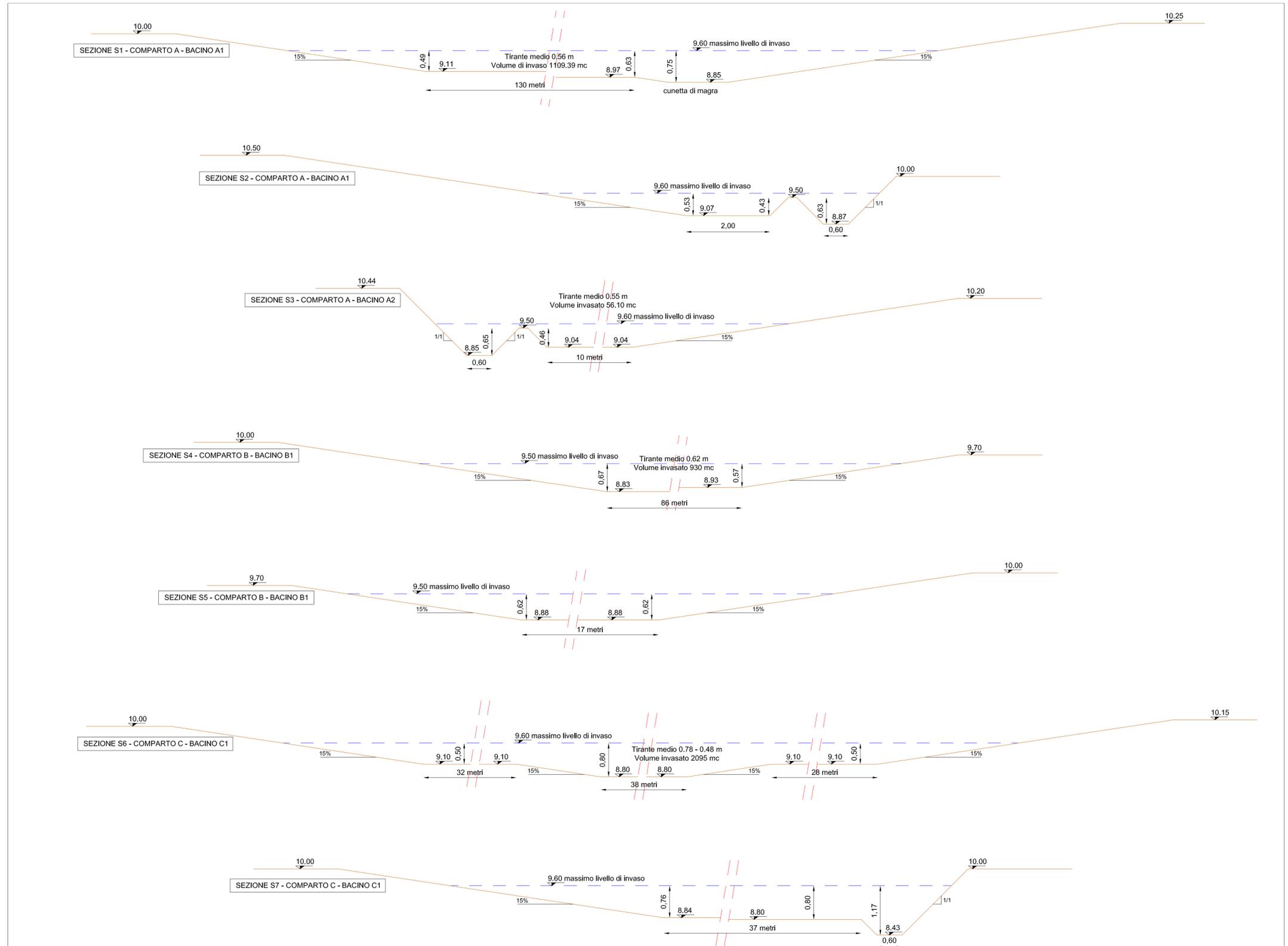
COMMITTENTE: Consorzio Urbanistico Margherita	PROGETTISTA: Ing. Giuseppe Baldo	GRUPPO DI LAVORO: Ing. Francesco Guidolin Ing. Claudio Tamai
REDAZIONE: Ing. Francesco Guidolin 26 04 16	CONTROLLO INTERNO: Ing. Claudio Tamai 26 04 16	APPROVAZIONE INTERNA: Ing. Giuseppe Baldo 26 04 16
PERCORSO DIGITALE: L.P897-Working-Tavole	PROGETTO ARCHITETTONICO: Studio d'Architettura Vanzetto Mario Alessandro	DATA: aprile 2016

SEDE OPERATIVA:
 Via Sordani 181 | 35038
 Origgio di Mira | VENEZIA | ITALIA
 Telefono: +39 041 5023952
 Fax: +39 041 5023951
 www.vebgroup.com

SEDE FISCALE:
 Via della Libertà 98/A | 35038
 Origgio di Mira | VENEZIA | ITALIA
 C.F. e P.IVA 0381030272

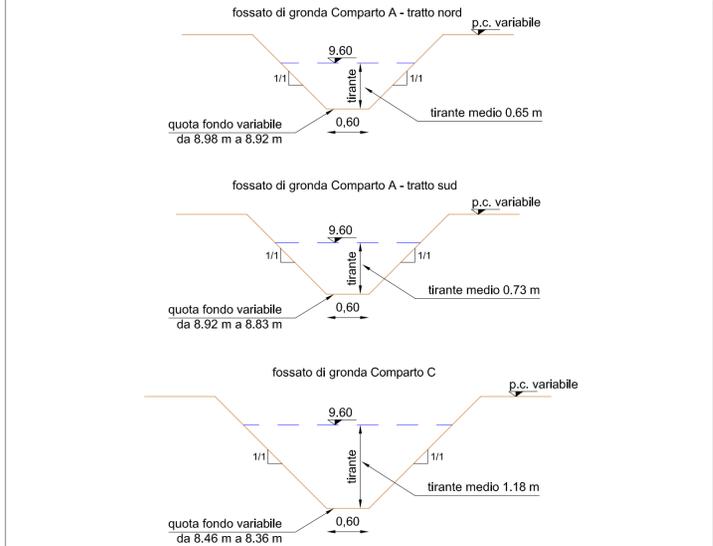
Il presente documento, elaborato per il committente da **ACQUA INGENNERING SRL**, non può essere riprodotto o comunicato a terzi senza permesso autorizzante scritto.

Sezioni dei bacini di invaso



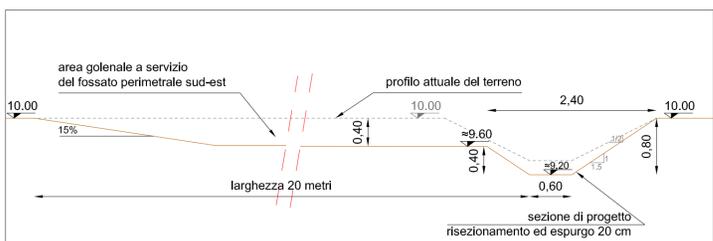
Sezioni dei fossati di gronda

Scala 1:50



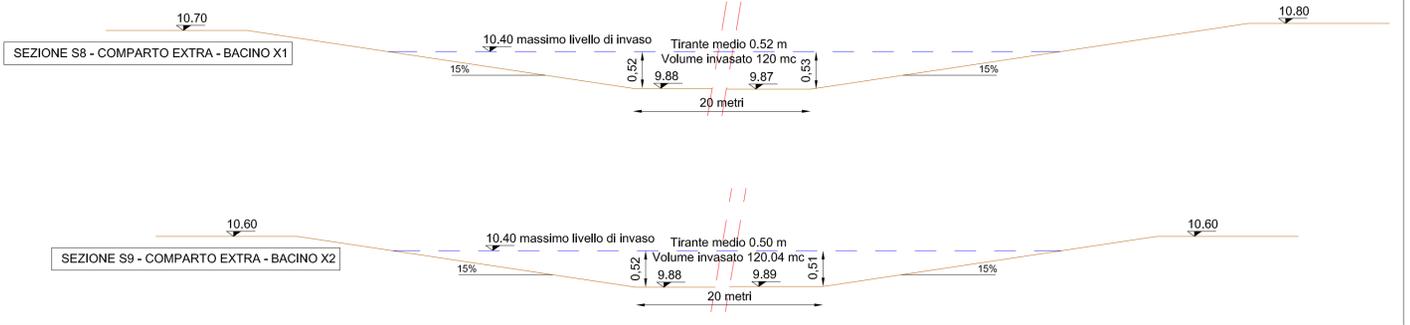
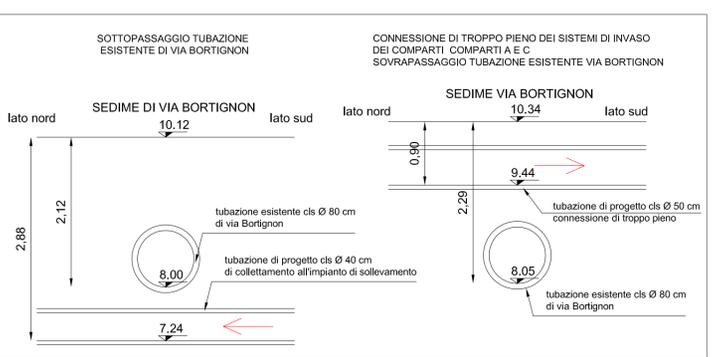
Sezione S10 - sistemazione idraulica fossato perimetrale sud est Comparto C

Scala 1:50



Sezioni degli attraversamenti di via Bortignon

Scala 1:50



COMMITTENTE: Consorzio Urbanistico Margherita	PROGETTISTA: Ing. Giuseppe Baldo	GRUPPO DI LAVORO: Ing. Francesco Guidolin Ing. Claudio Tamai
REDAZIONE: Ing. Francesco Guidolin 26 04 16	CONTROLLO INTERNO: Ing. Giuseppe Baldo 26 04 16	APPROVAZIONE INTERNA: Ing. Giuseppe Baldo 26 04 16
PERCORSO DIGITALE: L_P887-Working-Tavole	PROGETTO ARCHITETTONICO: Studio d'Architettura Vincenzo Mario Alessandro	DATA: aprile 2016

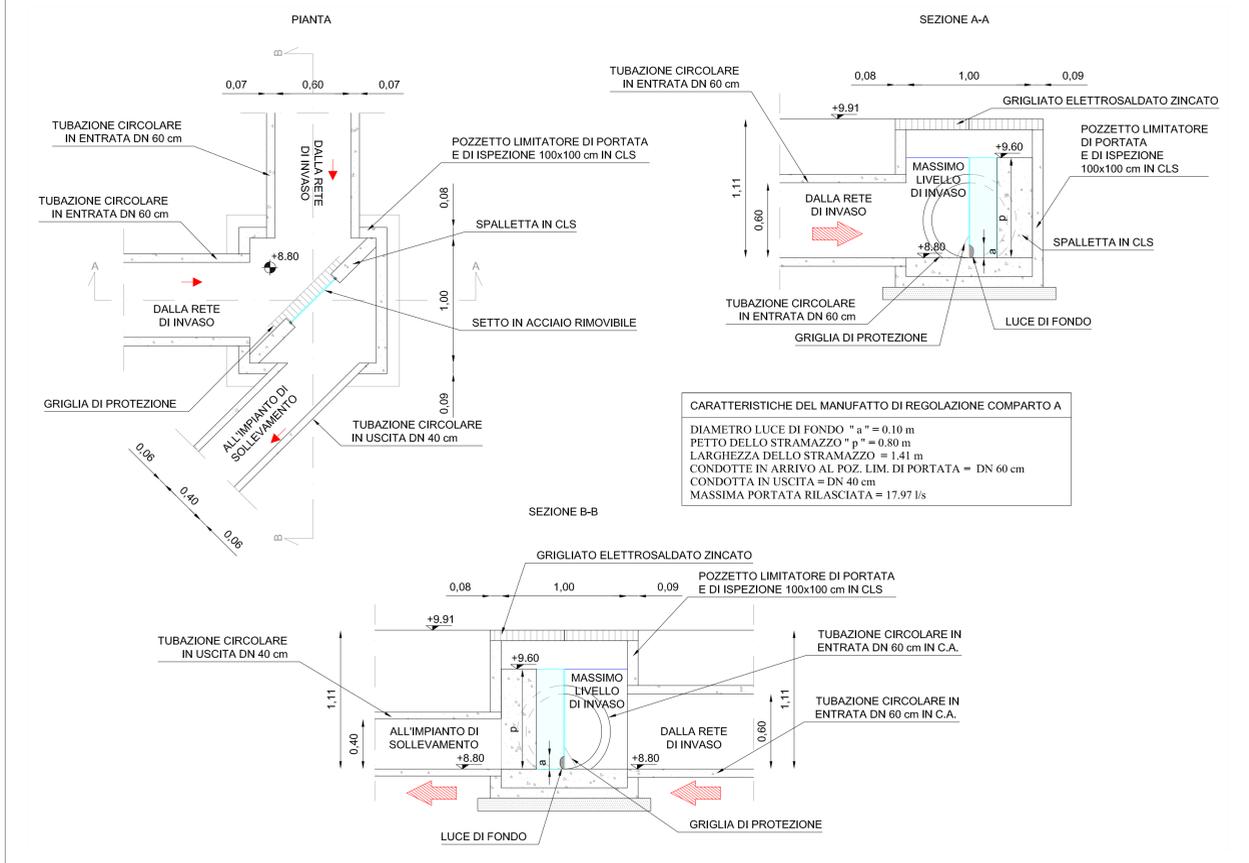
ALCANTARA INGEGNERIA
SEDE OPERATIVA
Via Bionzo 10 | 35038
Colognola di Montebelluna (TV)
Telefono +39 0422 5001902
Fax +39 0422 5000391
www.alcantara.com

ALCANTARA INGEGNERIA
SEDE SOCIALE
Via della Indagine 19/A | 35038
Colognola di Montebelluna (TV)
C.F. e P.IVA 03510010272
www.alcantara.com

Espresso documento elaborato per il Comune di **ALCANTARA** S.p.A. non può essere riprodotto o comunicato a terzi senza permesso scritto dalla Alcantara Group.

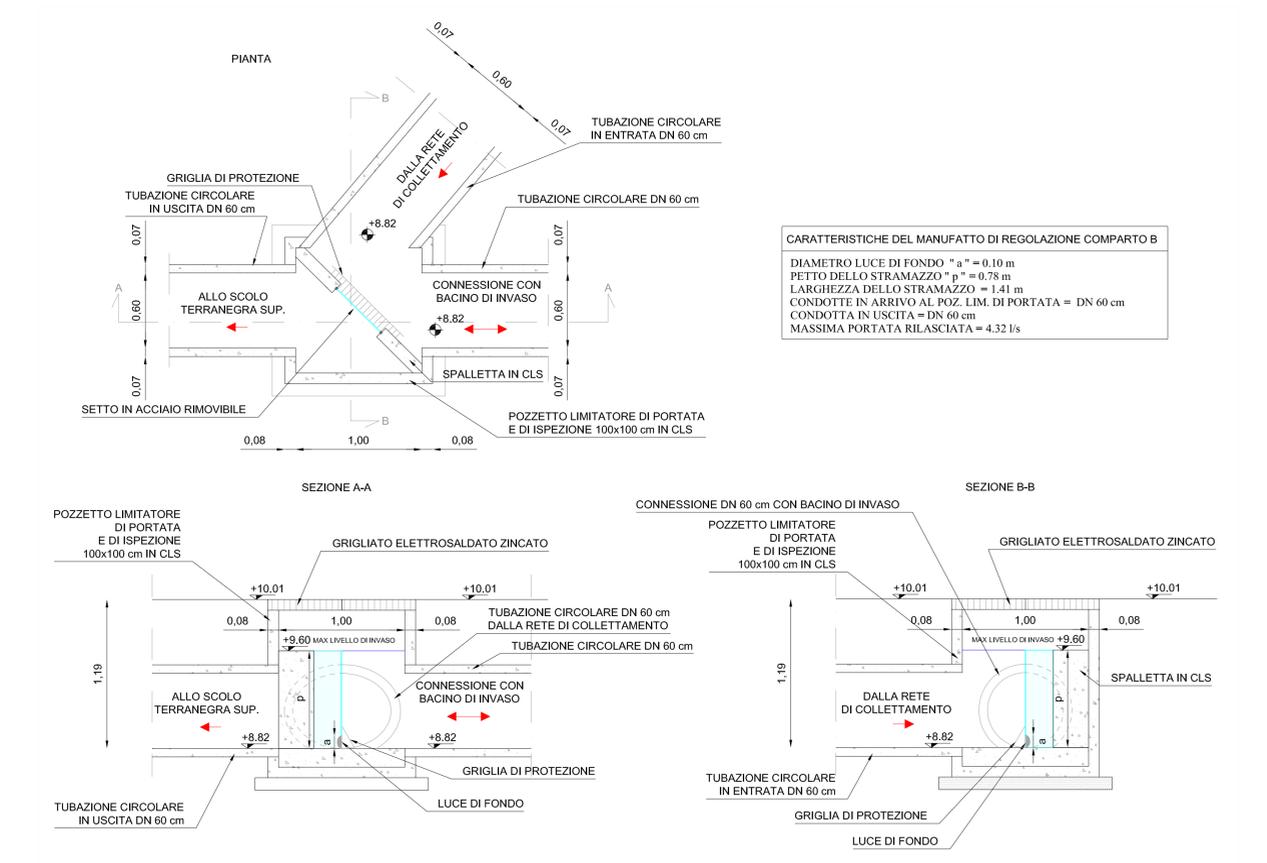
Manufatto di laminazione Comparto A

Scala 1:25



Manufatto di laminazione Comparto B

Scala 1:25



Impianto di sollevamento

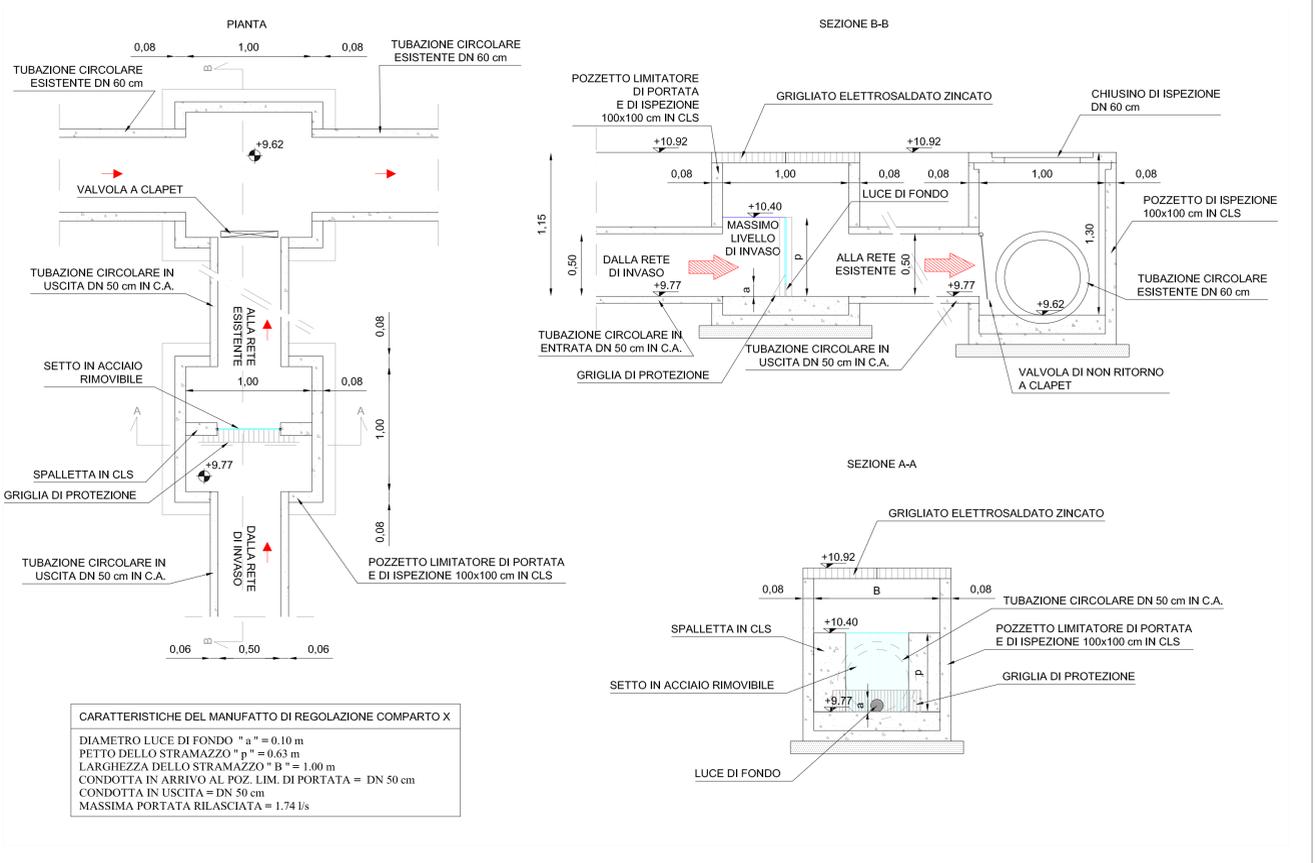
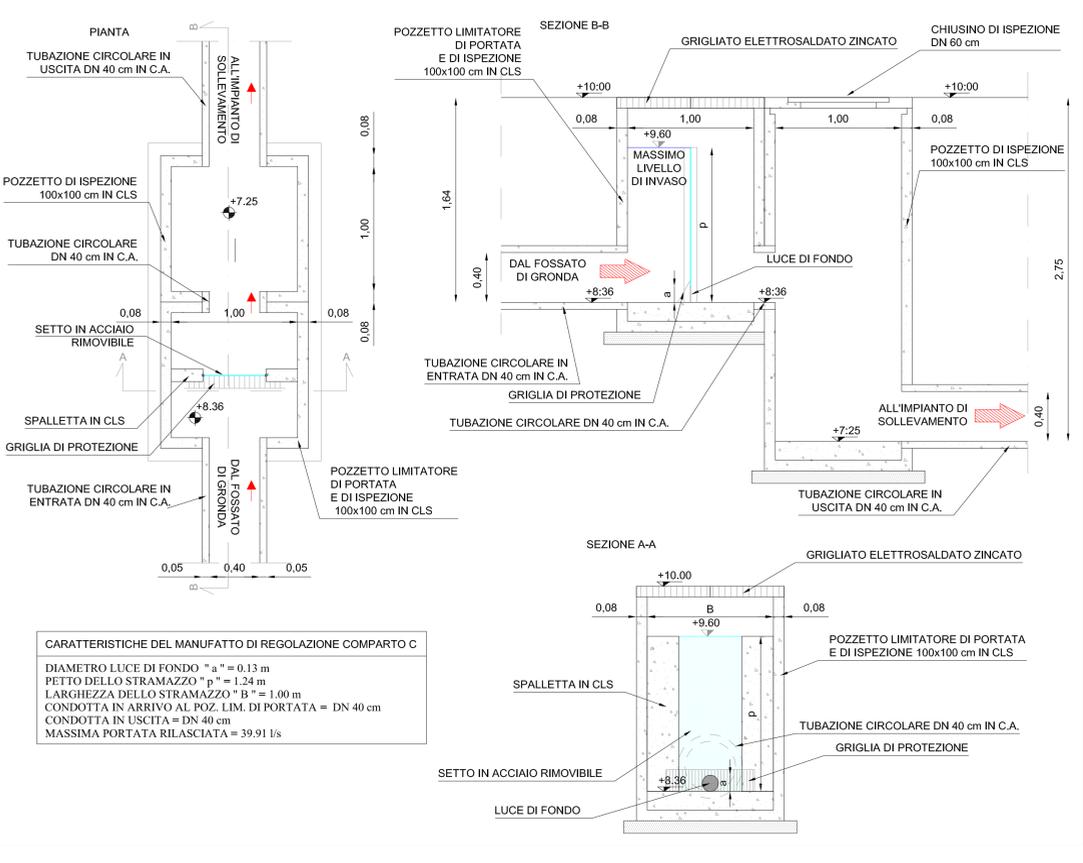
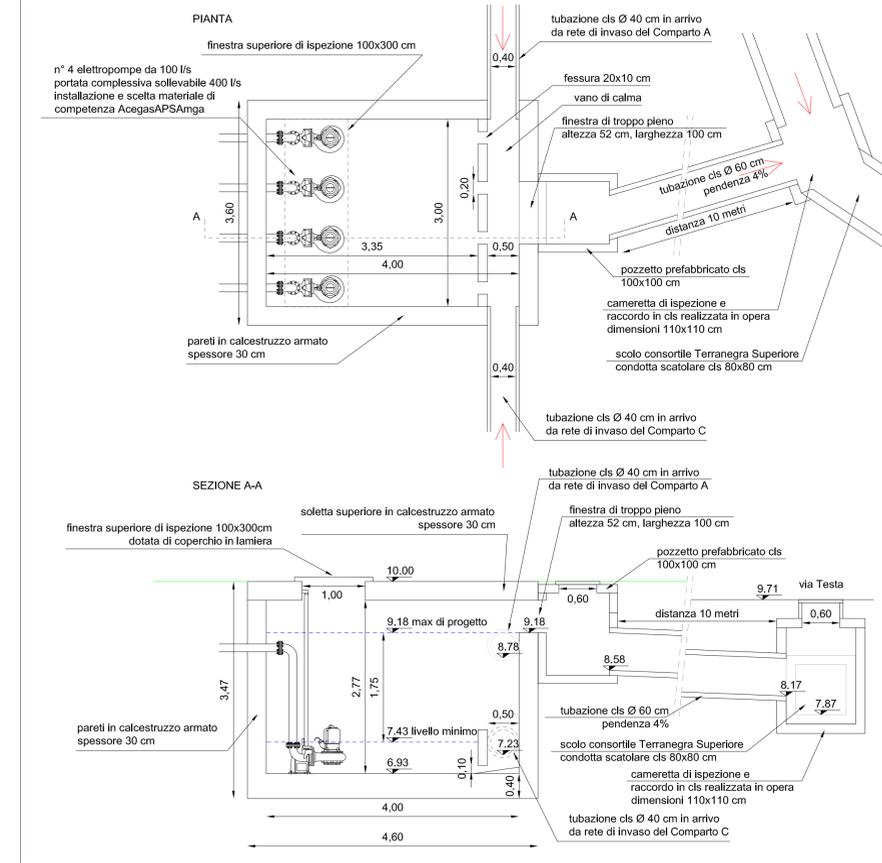
Scala 1:50

Manufatto di laminazione Comparto C

Scala 1:25

Manufatto di laminazione Comparto Extra

Scala 1:25



**All.04 - Profili longitudinali
rete di collettamento**

COMMITTENTE: Consorzio Urbanistico Margherita	PROGETTISTA: Ing. Giuseppe Baldo	GRUPPO DI LAVORO: Ing. Francesco Guidolin Ing. Claudio Tamai
REDAZIONE: Ing. Francesco Guidolin 26 04 16	CONTROLLO INTERNO: Ing. Claudio Tamai 26 04 16	APPROVAZIONE INTERNA: Ing. Giuseppe Baldo 26 04 16
PERCORSO DIGITALE: L_P897-Working-Tavole	PROGETTO ARCHITETTONICO: Studio d'Architettura Vanzetto Mario Alessandro	DATA: aprile 2016

ACQUA ingegneria
SEDE OPERATIVA
Via Sordani 181 | 35038
Città di Mira | VENEZIA | ITALIA
Telefono: +39 041 5053952
Fax: +39 041 5053951
www.aquaingegneria.com

SEDE FISCALE
Via della Libertà 95/A | 35038
Sarmeola | VENEZIA | ITALIA
C.F. e P.IVA 0381070272

Il presente documento, elaborato per il committente da **ACQUA INGEGNERIA SRL**, non può essere riprodotto o comunicato a terzi senza preventiva autorizzazione scritta.

Profili longitudinali della rete di collettamento

Scala 1:100/1:1000

