



Autorità di Sistema Portuale  
del Mare Adriatico Orientale  
Porti di Trieste e Monfalcone

## PROGETTO AdSP n. 1951

*Estensione delle infrastrutture comuni per lo sviluppo del Punto Franco Nuovo nel porto di Trieste*

CUP: C94E21000460001

### Progetto di Fattibilità Tecnico Economica Fascicolo A– intervento PNC da autorizzare

GRUPPO DI PROGETTAZIONE:		
arch. Gerardo Nappa	AdSP MAO	Responsabile dell'integrazione e Coordinatore per la Sicurezza in fase di Progettazione
arch. Sofia Dal Piva	AdSP MAO	Progettazione generale
arch. Stefano Semenic	AdSP MAO	Progettazione generale
ing. Roberto Leoni	BITECNO S.r.l.	Sistema di trazione elettrica ferroviaria
ing. Saturno Minnucci	MINNUCCI ASSOCIATI S.r.l.	Impianti speciali e segnalamenti ferroviari
ing. Dario Fedrigo	ALPE ENGINEERING S.r.l.	Progettazione strutturale oo.cc. ferrovia e strade
ing. Andrea Guidolin p.i. Furio Benci	SQS S.r.l.	Progettazione della sicurezza
ing. Sara Agnoletto	HMR Ambiente S.r.l.	Progettazione MISP e cassa di colmata
p.i. Trivellato, dott. G. Malvasi, dott. S. Bartolomei	p.i. Antonio Trivellato d.i.	Modellazione rumore, atmosfera, vibrazioni
dott. Gabriele Cailotto ing. Anca Tamasan	NEXTECO S.r.l.	Studio di impatto ambientale e piano di monitoraggio ambientale
ing. Sebastiano Cristoforetti	CRISCON S.r.l.s.	Relazione di sostenibilità
ing. Tommaso Tassi	F&M Ingegneria S.p.A.	Progettazione degli edifici pubblici nel contesto dell'ex area "a caldo"
ing. Michele Titton	ITS s.r.l.	Connessione stradale alla GVT
RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO: ing. Paolo Crescenzi		

NOME FILE: 9MISP_P_R_O-IDR_2AT_001_02_01	SCALA: ---
TITOLO ELABORATO: <b>RELAZIONE IDRAULICA E IDROLOGICA</b>	ELABORATO: <b>9MISP_P_R_O-IDR_2AT_001_02_01</b>

Rev.	Data	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato
01	30/06/2023	Recepimento osservazioni CSLPP	S. Agnoletto	S.Dal Piva	G.Nappa
00	01/02/2023	Definitivo	S. Agnoletto	S.Dal Piva	G.Nappa



## SOMMARIO

<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE .....</b>	<b>5</b>
1.1	INQUADRAMENTO TERRITORIALE .....	5
<b>2</b>	<b>INQUADRAMENTO NORMATIVO .....</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>NUOVA RETE DELLE ACQUE METEORICHE .....</b>	<b>7</b>
3.1	ANALISI IDROLOGICA.....	8
3.1.1	<i>Curve di possibilità pluviometrica .....</i>	<i>8</i>
3.1.2	<i>Analisi delle maree.....</i>	<i>10</i>
3.2	ANALISI IDRAULICA.....	12
3.2.1	<i>Modello afflussi – deflussi .....</i>	<i>12</i>
3.2.2	<i>Risultati.....</i>	<i>14</i>
3.2.3	<i>Verifiche idrauliche per eventi di precipitazione più intensi .....</i>	<i>17</i>
3.3	SISTEMI DI DRENAGGIO.....	19
3.4	IMPIANTO DI TRATTAMENTO DELLE ACQUE METEORICHE .....	20
3.4.1	<i>Schema gestione acque di pioggia .....</i>	<i>20</i>
3.4.2	<i>Sistema di invaso acque di prima pioggia.....</i>	<i>22</i>
3.4.3	<i>Trattamento acque di pioggia .....</i>	<i>25</i>
3.4.4	<i>Dimensionamento impianti di trattamento.....</i>	<i>26</i>
3.4.4.1	<i>Vasche di accumulo prima pioggia .....</i>	<i>26</i>
3.4.4.2	<i>Trattamento in continuo delle acque di seconda pioggia .....</i>	<i>27</i>
3.4.5	<i>Punti di campionamento delle acque meteoriche .....</i>	<i>28</i>
3.5	SCARICHI E POZZETTI FISCALI .....	31
3.6	OPERE MANTENUTE, RIMOSSE O POTENZIATE .....	32
3.6.1	<i>Rimozione.....</i>	<i>33</i>
3.6.2	<i>Mantenimento .....</i>	<i>33</i>

	<p>Estensione delle infrastrutture comuni per lo sviluppo del Punto Franco Nuovo nel porto di Trieste - CUP: C94E21000460001</p> <p>RELAZIONE IDRAULICA E IDROLOGICA</p>	<p>Pag. 3 di 40</p>
---	--	---------------------

	3.6.3	<i>Potenziamento</i> .....	34
<b>4</b>		<b>GESTIONE DELLE ACQUE METEORICHE NEL TRANSITORIO</b> .....	<b>35</b>
<b>5</b>		<b>ACQUE SOTTERRANEE</b> .....	<b>36</b>
<b>6</b>		<b>INTERFERENZA CON RETE FOGNARIA ESISTENTE</b> .....	<b>39</b>

	<p>Estensione delle infrastrutture comuni per lo sviluppo del Punto Franco Nuovo nel porto di Trieste - CUP: C94E21000460001</p> <p>RELAZIONE IDRAULICA E IDROLOGICA</p>	<p>Pag. 4 di 40</p>
---	--	---------------------

## SOMMARIO FIGURE

Figura 1.1 Inquadramento territoriale della Ferriera di Servola .....	5
Figura 3.1 Suddivisione dell'area in bacini. Rispetto alle precedenti revisioni è stata aggiunta l'area del lotto 0-bis (nella parte del retro banchina a destra nell'immagine. Il lotto 0-bis è suddiviso in due sotto-bacini: Sbac2 già servito dalla vasca V2 esistente e Sbac1A che sarà servito dalla nuova vasca V1A .....	7
Figura 3.2 Schermata applicazione RainMap FVG .....	9
Figura 3.3 Risultati ottenuti dal RainMap FVG .....	9
Figura 3.4 Metodo cinematico: idrogramma di piena per differenti durate di precipitazione .....	13
Figura 3.5 Sezione tipologica della canaletta di raccolta .....	19
Figura 3.6 Schema impianto di raccolta acque .....	20
Figura 3.7: schema trattamento acque di pioggia .....	21
Figura 8 Particolare planimetrico del sistema di separazione.....	22
Figura 9 Particolare By-pass riempimento .....	23
Figura 10 Particolare By-pass separazione .....	23
Figura 11 Tabella riassuntiva Tempo di vuotamento .....	24
Figura 3.12 Pianta e sezione sistema di trattamento acque di seconda pioggia .....	26
Figura 13: Estratto della tavola G.01.G.010 con la pianta dei sistemi di drenaggio delle acque di falda: dreno orizzontale Ø500 di monte intervallato dai pozzi di ispezione a interasse di 50m e 55 pozzi e 5 piezometri interni al perimetro di MISP.....	36
Figura 14 Sezione del diaframma .....	37
Figura 15 Planimetria stato di fatto .....	39
Figura 16 Particolare estratto dalla planimetria delle interferenze: nuovi collettori in pressione e a gravità .....	40

## SOMMARIO TABELLE

Tabella 1 Livelli estremi annui di marea Trieste .....	11
Tabella 2: Verifica al dimensionamento tubazioni rete di drenaggio PEAD DN 1200 mm ..	16



## 1 INTRODUZIONE

### 1.1 Inquadramento territoriale



*Figura 1.1 Inquadramento territoriale della Ferriera di Servola*

Il territorio circostante allo stabilimento è completamente antropizzato, contiguo all'area urbana del quartiere di Servola e a ridosso dell'area portuale (area Piattaforma Logistica e Scalo Legnami), con la quale si integra.

La presente relazione idraulica analizza gli aspetti relativi alla definizione e smaltimento delle portate drenate nell'area oggetto di intervento, gli impianti relativi al collettamento delle acque di falda e gli aspetti relativi alla risoluzione delle interferenze con quanto già realizzato.

Saranno quindi sviluppati le verifiche ed i dimensionamenti della rete di drenaggio delle acque meteoriche. In particolare, la rete acque bianche per il drenaggio dei piazzali impermeabili, convoglia le acque verso i punti di scarico a mare presidiati da vasche per il trattamento delle acque di pioggia. Lo scarico a mare è dotato di valvole di non ritorno a clapet per impedire all'acqua del mare di raggiungere le vasche di invaso e trattamento.

	<p>Estensione delle infrastrutture comuni per lo sviluppo del Punto Franco Nuovo nel porto di Trieste - CUP: C94E21000460001</p> <p>RELAZIONE IDRAULICA E IDROLOGICA</p>	<p>Pag. 6 di 40</p>
---	--	---------------------

## **2 INQUADRAMENTO NORMATIVO**

- D.lgs. n. 152 del 3 aprile 2006 e ss. mm. e ii.
- Circolare Min. LL.PP. 7 gennaio 1974, n. 11633. Istruzioni per la compilazione degli elaborati dei progetti di fognature;
- Ministero dei Lavori Pubblici. Decreto 12 dicembre 1985. Norme tecniche relative alle tubazioni;
- Istruzioni relative alla normativa per le tubazioni. Decreto Ministero dei Lavori Pubblici, 12 Dicembre 1985. Circolare Ministero dei Lavori Pubblici, n. 27291 (Presidenza Consiglio Superiore – Servizio Tecnico Centrale, 20 marzo 1986);
- Norma EN 858-1 del 01/08/2005: "Impianti di separazione per liquidi leggeri (per esempio benzina e petrolio) - Parte 1: Principi di progettazione, prestazione e prove sul prodotto, marcatura e controllo qualità";
- DIN 1072 del 1985 - ponti e sovrappassaggi; approvazione carico SLW 60;
- D.M. 23 febbraio 1971. Norme Tecniche per gli attraversamenti e per i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto;
- D.P.R. 24 maggio 1988 n. 236. Attuazione della direttiva 80/778/CEE concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano;
- Decreto del Ministero dei LL. PP. Del 08/01/1997, n° 99. Regolamento sui criteri e sul metodo in base ai quali valutare le perdite degli acquedotti e delle fognature;
- Disposizioni del Ministero del LL.PP. del 04/02/1977. Criteri, metodologie e norme tecniche generali di cui all'art.2, lettere b), d), e) della legge 10/05/1976, n° 319, recante norme per la tutela delle acque dall'inquinamento;
- Normativa UNI EN 10779 del 2007. Impianti di estinzione incendi - Reti di idranti - Progettazione, installazione ed esercizio;
- Decreto Interministeriale del 10 marzo 1998. Gestione della sicurezza antincendio. Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro.



### 3 NUOVA RETE DELLE ACQUE METEORICHE

Il drenaggio delle acque meteoriche è realizzato tramite una doppia rete:

- drenaggio superficiale costituito da canalette prefabbricate aventi larghezza utile interna di 400 mm;
- Invaso acque di prima pioggia mediante tubazioni in PEAD DN 500 mm.
- Essi scaricano, in tempi diversi, all'interno di collettore principali in PEAD DN 1200 mm, che drenano l'area della Ferriera suddividendola in 7 bacini come rappresentato nella seguente immagine:

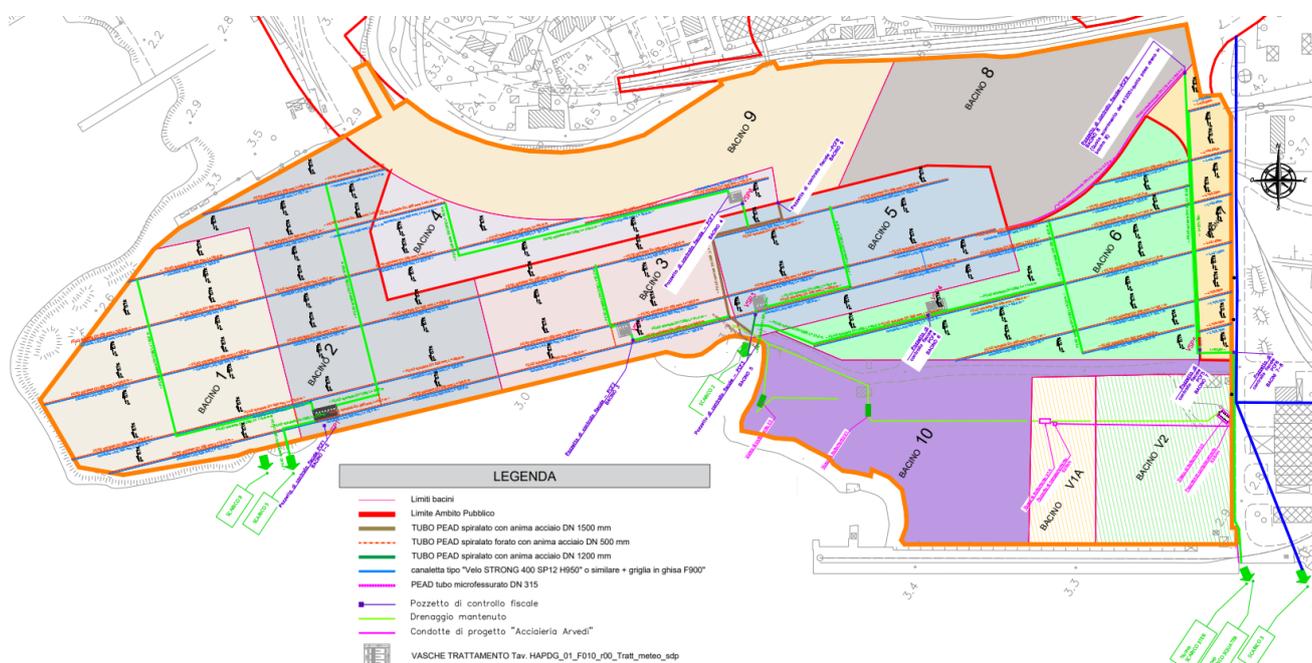


Figura 3.1 Suddivisione dell'area in bacini. Rispetto alle precedenti revisioni è stata aggiunta l'area del lotto 0-bis (nella parte del retro banchina a destra nell'immagine). Il lotto 0-bis è suddiviso in due sotto-bacini: Sbac2 già servito dalla vasca V2 esistente e Sbac1A che sarà servito dalla nuova vasca V1A

I primi 5 mm di pioggia vengono intercettati dalle canalette e deviati nelle tubazioni in PEAD DN 500 mm per l'invaso fuori linea delle acque di 1<sup>a</sup> pioggia.

I successivi volumi di pioggia (acque di 2<sup>a</sup> pioggia) proseguono invece nelle canalette fino ai collettori principali DN 1200 mm, che recapitano le acque alle vasche di trattamento (sedimentazione e disoleatura) e quindi a mare.

Le vasche di trattamento in accumulo sono dimensionate per trattare la portata corrispondente a 50 m<sup>3</sup>/ha nel rispetto dell'art. 29 delle norme di attuazione del "Piano regionale di tutela delle acque"; le portate eccedenti vengono scaricate direttamente mediante i collettori di by-pass.

Ad esaurimento dell'evento meteorico i volumi di prima pioggia trattenuti nelle tubazioni saranno rilasciati a gravità (mediante apertura di saracinesca) verso le vasche di trattamento.

	<p>Estensione delle infrastrutture comuni per lo sviluppo del Punto Franco Nuovo nel porto di Trieste - CUP: C94E21000460001</p> <p>RELAZIONE IDRAULICA E IDROLOGICA</p>	<p>Pag. 8 di 40</p>
---	--	---------------------

La seconda pioggia, determinata dai contributi di pioggia successivi ai primi 5 mm, sarà trattata mediante impianti di dissabbiatura e disoleatura con funzionamento in continuo aventi una capacità di trattamento limitata alla portata corrispondente a 100 l/s/ha, secondo le indicazioni del servizio gestione risorse idriche della Direzione centrale di difesa dell'ambiente, energia e sviluppo sostenibile. Le portate eccedenti il limite di trattamento dell'impianto di 2ª pioggia, potranno essere considerate come non contaminate e quindi direttamente scaricabili (terze piogge).

L'invaso dei volumi di prima pioggia avrà inoltre la funzione di intercettare e stoccare le sostanze inquinanti derivanti da eventuali sversamenti accidentali (onda nera); in tale circostanza rimarrà chiusa la saracinesca per consentire l'intervento di rimozione degli inquinanti mediante autobotte.

Dalla presente progettazione sono esclusi i bacini 8 e 9 in quanto dipendenti da scelte progettuali di diversa committenza. In un'ottica di sviluppo complessivo della progettazione sono stati considerati i volumi generati dai suddetti bacini per la definizione delle condotte di scarico ipotizzate in DN 1500 mm.

### 3.1 Analisi idrologica

Conformemente a quanto previsto dal PIANO REGOLATORE DEL PORTO DI TRIESTE - Relazione idraulica – settembre 2014, le reti di smaltimento acque meteoriche sono calcolate per una eventi caratterizzati da tempo di ritorno  $T_r = 10$  anni.

#### 3.1.1 Curve di possibilità pluviometrica

Il dimensionamento della rete portuale delle acque bianche e degli impianti di trattamento è effettuato sulla base delle curve di possibilità pluviometrica caratteristiche dell'area.

La linea segnalatrice di possibilità pluviometrica (LSPP) si esprime, come è noto, nella forma seguente:

$$h(t, T) = a(T) \cdot t^{n(T)}$$

dove:

- $h(t, T)$  = altezza di pioggia cumulata nell'intervallo di tempo  $t$  con tempo di ritorno  $T$ ;
- $a, n$  = parametri della curva di possibilità pluviometrica.

Per determinare i parametri  $a(T)$  e  $n(T)$  dell'area portuale di Trieste da applicare è stato utilizzato l'applicativo RainMap FVG fornito dalla Regione Friuli-Venezia Giulia. Tale strumento fornisce le linee segnalatrici di possibilità pluviometrica e la rappresentazione tabellare delle precipitazioni massime orarie attese, in funzione della durata e del tempo di ritorno per una determinata località. I dati vengono ricavati da serie storiche di 130 stazioni pluviometriche e coprono un intervallo di tempo dal 1920 al 2013, utilizzando la GEV (Generalized Extreme Value).

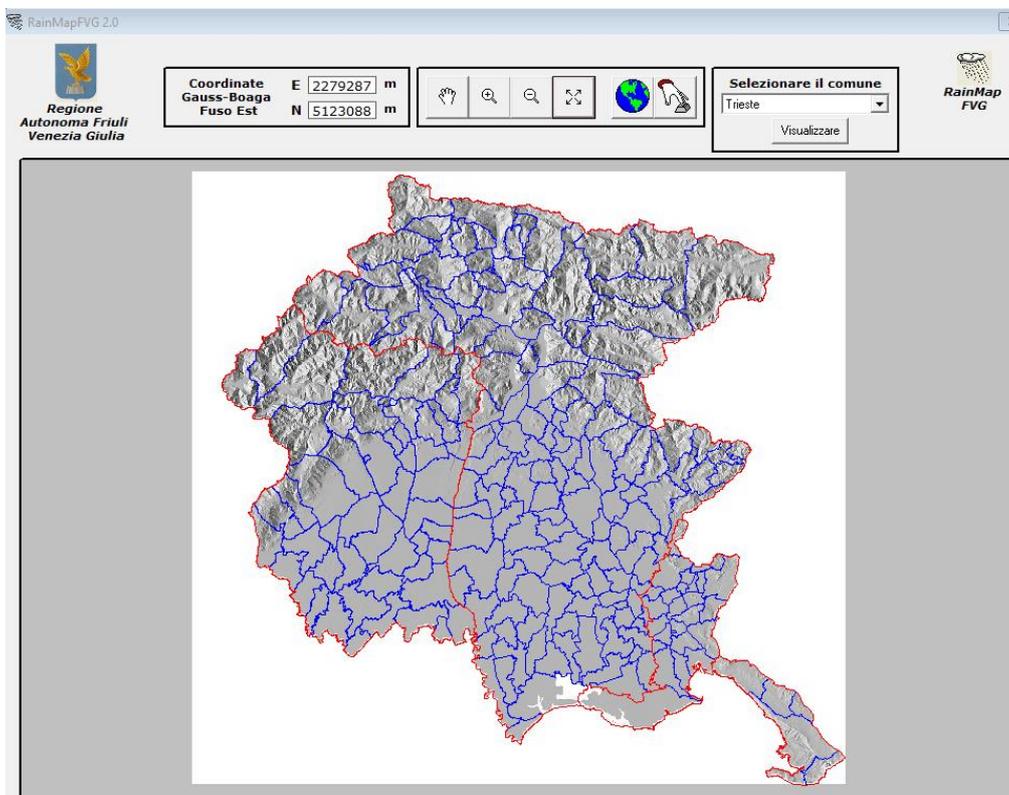


Figura 3.2 Schermata applicazione RainMap FVG

Coordinate Gauss-Boaga Fuso Est		
	E	N
Input	2424792	5053091
Baricentro cella	2424750	5053250

Parametri LSPP							
n	0,25						
a	Tempo di ritorno (Anni)						
	2	5	10	20	50	100	200
a	26,6	36,9	44,3	51,8	62,3	70,7	79,7

Precipitazioni (mm)							
Durata (Hr)	Tempo di ritorno (Anni)						
	2	5	10	20	50	100	200
1	26,6	36,9	44,3	51,8	62,3	70,7	79,7
2	31,7	44,0	52,8	61,8	74,3	84,3	95,0
3	35,2	48,7	58,5	68,5	82,3	93,5	105,3
4	37,8	52,4	62,9	73,6	88,6	100,6	113,3
5	40,0	55,5	66,6	77,9	93,7	106,4	119,9
6	41,9	58,1	69,7	81,6	98,2	111,5	125,5
7	43,6	60,4	72,5	84,9	102,1	115,9	130,6
8	45,1	62,5	75,0	87,8	105,6	119,9	135,1
9	46,5	64,4	77,3	90,5	108,8	123,5	139,2
10	47,7	66,1	79,4	92,9	111,7	126,9	142,9
11	48,9	67,8	81,3	95,2	114,5	130,0	146,4
12	50,0	69,3	83,1	97,3	117,0	132,9	149,7
13	51,0	70,7	84,8	99,3	119,4	135,6	152,8
14	52,0	72,0	86,5	101,2	121,7	138,2	155,7
15	52,9	73,3	88,0	103,0	123,9	140,6	158,4
16	53,8	74,5	89,4	104,7	125,9	143,0	161,0
17	54,6	75,7	90,8	106,3	127,9	145,2	163,5
18	55,4	76,8	92,2	107,9	129,7	147,3	165,9
19	56,2	77,8	93,4	109,4	131,5	149,3	168,2
20	56,9	78,9	94,6	110,8	133,2	151,3	170,4
21	57,6	79,8	95,8	112,2	134,9	153,2	172,5
22	58,3	80,8	97,0	113,5	136,5	155,0	174,6
23	59,0	81,7	98,1	114,8	138,0	156,8	176,6
24	59,6	82,6	99,1	116,0	139,5	158,5	178,5

**LSPF Friuli Venezia Giulia**

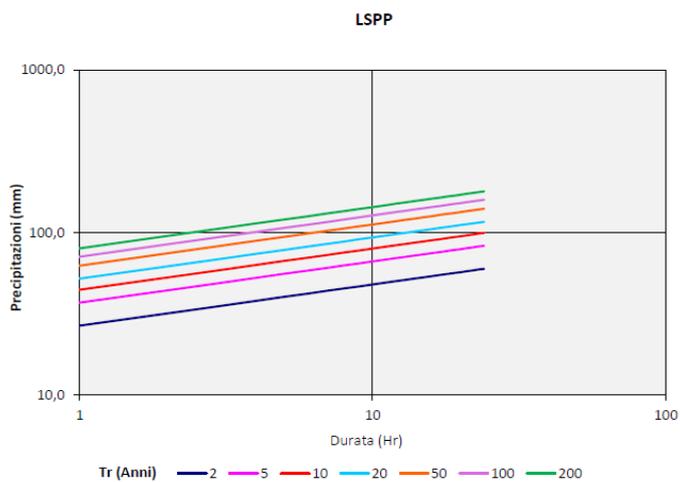


Figura 3.3 Risultati ottenuti dal RainMap FVG

	<p>Estensione delle infrastrutture comuni per lo sviluppo del Punto Franco Nuovo nel porto di Trieste - CUP: C94E21000460001</p> <p>RELAZIONE IDRAULICA E IDROLOGICA</p>	<p>Pag. 10 di 40</p>
---	--	----------------------

Nel caso di una precipitazione di durata 1 ora e per  $T=10$  anni, i valori medi forniti ed utilizzati per il dimensionamento della rete di drenaggio sono:

$$a = 44,3 \text{ mm/ore}^n$$

$$n = 0,25.$$

Oltre alla LSPP adottata per i dimensionamenti idraulici della rete, sono state prese in considerazione tre ulteriori curve per poter verificare l'eventuale formazione di battente sulla superficie dei bacini e valutarne la tollerabilità. In particolare:

- la curva LSPP2 in cui  $a(T)$  e  $n(T)$  sono stati dedotti utilizzando lo stesso applicativo RainMap FVG e modificando il valore del parametro  $n(T)$  moltiplicandolo per  $4/3$  così come previsto dall'art.3 del Regolamento di invarianza idraulica nella Regione Friuli-Venezia Giulia in caso di scrosci;
- la curva LSPP3, dove i valori di  $a(T)$  e  $n(T)$  sono stati stimati utilizzando il noto metodo statistico-probabilistico di Gumbel utilizzando i dati di precipitazione super-orari registrati alla stazione S002 Trieste - Istituto nautico (dati compresi tra 1956-2020);
- la curva LSPP4, dove  $a(T)$  e  $n(T)$  sono stati stimati utilizzando la stessa metodologia del punto precedente ma a partire dai dati di precipitazione sub-orari rilevati nella stessa stazione S002 Trieste - Istituto nautico (dati compresi tra 1956-2020).

Si sottolinea che per le elaborazioni alla base della costruzione delle ultime due LSPP si è scelto di adottare tra tutte le stazioni nelle vicinanze al luogo d'intervento e quindi spazialmente rappresentative dell'area in oggetto, quella che con il maggior numero di anni osservati recenti. In particolare, la stazione S002 di riferimento presenta dati di precipitazione aggiornati fino all'anno 2020.

Nella tabella a seguire si riportano i valori dei parametri delle differenti curve di possibilità pluviometrica stimati.

LSPP per T=10 anni				
Parametro	LSPP1	LSPP2	LSPP3	LSPP4
<b>a [mm/ore<sup>n</sup>]</b>	44.3	44.3	50.2	50.2
<b>n [-]</b>	0.25	0.33	0.25	0.46

### 3.1.2 Analisi delle maree

Come condizione al contorno di valle, per la verifica idraulica in moto permanente delle tubazioni, è stata assunta la quota di marea per eventi  $Tr = 10$  anni. La previsione dell'evento di marea è stata realizzata analizzando le osservazioni disponibili al mareografo del CNR - Istituto Sperimentale Talassografico di Trieste, ubicato nell'area portuale di Trieste in corrispondenza del Molo Sartorio.



Le misure delle maree estreme annue sono state desunte da "Osservazioni meteomarine eseguite a Trieste nel trentennio 1965-1994" (Crisciani, Ferraro, Maselli, Raicich - 1995) riportati in di seguito ed espressi in cm sullo zero Istituto Talassografico (Z.I.T.).

<b>Anno</b>	<b>Marea Massima [cm s.Z.I.T.]</b>	<b>Marea Minima [cm s.Z.I.T.]</b>
1965	285	45
1966	294	58
1967	276	58
1968	289	63
1969	360	65
1970	278	70
1971	259	63
1972	277	56
1973	257	64
1974	255	52
1975	282	61
1976	274	56
1977	273	68
1978	268	65
1979	302	67
1980	302	69
1981	291	63
1982	308	65
1983	259	66
1984	279	59
1985	281	71
1986	289	75
1987	284	61
1988	251	69
1989	255	52
1990	274	59
1991	265	48
1992	275	57
1993	290	47
1994	251	46
1995	258	69
1996	265	78
1997	284	66
1998	268	69
1999	272	64
2000	270	72
2001	272	72

Tabella 1 Livelli estremi annui di marea Trieste

L'interpretazione della marea massima e minima è stata eseguita secondo la metodologia di Gumbel, dopo aver riportato i livelli da riferimento Z.I.T. a I.G.M.



Si è così risaliti alle altezze di marea massime e minime per vari tempi di ritorno, riportate nella seguente tabella.

Livello marea [m rif I.G.M.]		
Tr	Max	Min
5	1,25	1,11
10	1,37	1,15
20	1,48	1,20
50	1,63	1,26
100	1,74	1,30
200	1,85	1,35
500	1,99	1,40

Si sottolinea che l'evento meteorico con  $Tr = 10$  anni abbinato a una condizione al contorno di valle di marea  $Tr = 10$  anni descrive un evento avente probabilità di accadimento superiore a  $Tr = 10$  anni, essendo i due eventi, almeno parzialmente, probabilisticamente indipendenti.

## 3.2 Analisi idraulica

### 3.2.1 Modello afflussi - deflussi

La rete meteorica a servizio della nuova struttura è stata dimensionata secondo il metodo cinematico o del ritardo di corrivazione, considerando una curva di possibilità pluviometrica di  $h(mm) = 44,3 \times \tau^{0,25}$  corrispondente ad un tempo di ritorno di 10 anni.

Pertanto, se in un bacino di superficie  $S$  cade, per una durata di pioggia  $t$ , una precipitazione di altezza  $h$ , solo una frazione  $\phi$  del volume meteorico  $S \times h$  risulta efficace agli effetti del deflusso, perdendosi per varie ragioni (evaporazione, filtrazione nel terreno, ecc.) la frazione  $(1 - \phi)$ . Il valore della portata media efficace  $\bar{Q}$ , essendo  $t_c$  il ritardo di corrivazione (pari alla durata della fase di esaurimento della piena), è pertanto:

$$\bar{Q} = \phi S h / (\tau + \tau_c)$$

Nel caso in cui la durata  $t'$  dell'evento sia inferiore al ritardo di corrivazione, pur essendo più rapido l'accrescimento della portata per essere maggiore l'intensità della precipitazione, il valore massimo è minore di quello precedente, non contribuendo in nessun istante tutto il bacino alla formazione della piena. In altre parole l'evento meteorico si esaurisce prima che le particelle d'acqua cadute sulle parti del bacino più lontane dalla sezione di chiusura abbiano raggiunto quest'ultima, impiegando, cessata la pioggia, un tempo pari a quello di corrivazione.



Schematizzando il bacino come una superficie rettangolare inclinata, l'idrogramma di piena ha, in questo caso, forma trapezia con fase di decrescita e crescita di durata pari al tempo di pioggia  $t'$ : il valore massimo della portata (a cui contribuisce una frazione di bacino pari a  $t'/t$ ) si mantiene per un tempo  $t_c - t'$ .

Il volume defluente nel tempo  $t_c + t'$  è dato da:

$$\phi Sh = \frac{1}{2} [(\tau_c - \tau') + (\tau_c + \tau')] Q_{c_{max}}$$

quindi la portata al colmo per  $t' \leq \tau_c$  è

$$Q_{max} = \frac{\phi Sh}{\tau_c}$$

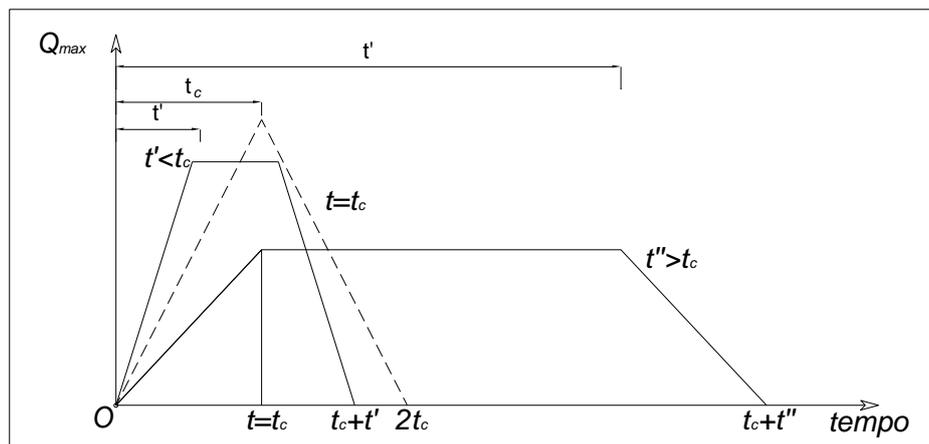


Figura 3.4 Metodo cinematico: idrogramma di piena per differenti durate di precipitazione

essendo  $h(mm) = a \times \tau^n$ .

In particolare la portata massima col modello adottato si ha per  $\tau' = \tau_c$ , come prova l'osservazione che la funzione  $h = a\tau^n$  è funzione crescente con  $\tau$ : cioè per una precipitazione di durata pari al tempo di corrvazione. Nel caso di durata della precipitazione maggiore del tempo di corrvazione, l'idrogramma di piena ha forma trapezia con fase di crescita e decrescita pari al tempo di corrvazione: il valore massimo della portata (a cui contribuisce tutto il bacino) si mantiene per un tempo  $\tau'' - \tau_c$  e vale:

$$Q_{max} = \phi Sh / \tau''$$

In questo caso la portata massima decresce all'aumentare della durata della pioggia in maniera proporzionale al rapporto  $h/\tau'' = a\tau'^{(n-1)}$ .

La condizione  $\tau = \tau_c$  porta dunque, utilizzando il modello illustrato, ad un idrogramma di piena avente forma di triangolo isoscele, caratterizzato quindi da un valore massimo della portata doppio di quello medio.



Il tempo di corrivazione utile per massimizzare le portate è stato stimato come il tempo necessario alla particella più distante per arrivare alla rete di collettamento e per raggiungere la sezione terminale dello scarico.

### 3.2.2 Risultati

Il sistema di raccolta delle acque meteoriche in progetto è composto da 7 bacini :

$$S_1 = 29100 \text{ m}^2$$

$$S_2 = 31120 \text{ m}^2$$

$$S_3 = 20100 \text{ m}^2$$

$$S_4 = 15000 \text{ m}^2$$

$$S_5 = 23250 \text{ m}^2$$

$$S_6 = 32630 \text{ m}^2$$

$$S_7 = 9430 \text{ m}^2$$

A questi vanno aggiunti due bacini di cui si rimanda la progettazione della rete di drenaggio a fasi successive ma dei quali si stima la portata per la definizione della rete di scarico.

$$S_8 = 27762 \text{ m}^2$$

$$S_9 = 29263 \text{ m}^2$$

I primi recapitano le acque in testa al sistema di trattamento. I tempi di corrivazione dei due bacini sono:

$$TC_1 = 10 \times 60 \text{ s} + 366 \text{ s} = 966 \text{ s.}$$

$$TC_2 = 10 \times 60 \text{ s} + 278 \text{ s} = 878 \text{ s.}$$

$$TC_3 = 10 \times 60 \text{ s} + 229 \text{ s} = 829 \text{ s.}$$

$$TC_4 = 10 \times 60 \text{ s} + 177 \text{ s} = 777 \text{ s.}$$

$$TC_5 = 10 \times 60 \text{ s} + 241 \text{ s} = 841 \text{ s.}$$

$$TC_6 = 10 \times 60 \text{ s} + 300 \text{ s} = 900 \text{ s.}$$

$$TC_7 = 10 \times 60 \text{ s} + 276 \text{ s} = 876 \text{ s.}$$

$$TC_8 = 10 \times 60 \text{ s} + 266 \text{ s} = 866 \text{ s.}$$



$$\tau_{c9} = 10 \times 60 \text{ s} + 301 \text{ s} = 901 \text{ s}.$$

La corrispondente portata massima ai rispettivi scarichi risulta pari a:

$$Q_{max1} = \frac{\phi S_1 h}{\tau_{c1}} = 959,5 \text{ l/s}$$

$$Q_{max2} = \frac{\phi S_1 h}{\tau_{c1}} = 1103,3 \text{ l/s}$$

$$Q_{max3} = \frac{\phi S_1 h}{\tau_{c1}} = 555,7 \text{ l/s}$$

$$Q_{max4} = \frac{\phi S_1 h}{\tau_{c1}} = 781,3 \text{ l/s}$$

$$Q_{max5} = \frac{\phi S_1 h}{\tau_{c1}} = 851,5 \text{ l/s}$$

$$Q_{max6} = \frac{\phi S_1 h}{\tau_{c1}} = 1140,0 \text{ l/s}$$

$$Q_{max7} = \frac{\phi S_1 h}{\tau_{c1}} = 334,9 \text{ l/s}$$

$$Q_{max8} = \frac{\phi S_1 h}{\tau_{c1}} = 1010 \text{ l/s}$$

$$Q_{max9} = \frac{\phi S_1 h}{\tau_{c1}} = 1116,3 \text{ l/s}$$

con  $\phi$  = coefficiente di deflusso = 1 come indicazioni del Piano Regionale di tutela delle acque.

Tali portate portano alla scelta di utilizzare per le condotte all'interno del bacino che si collegano agli impianti tubazioni in PEAD con anima in acciaio Ø1200, con pendenza pari a 1,5‰, scabrezza secondo Strickler di  $80 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$  con una grado di riempimento che varia tra il 32% e il 64%.



RELAZIONE IDRAULICA E IDROLOGICA

**VERIFICA DEL MOTO A PELO LIBERO NELLE TUBAZIONI  
PER I VARI GRADI DI RIEMPIMENTO**

(Note le caratteristiche della tubazione, diametro, materiale e pendenza ottengo: portata velocità e tensione tangenziale al fondo per i vari gradi di riempimento utilizzando la formula di Gauckler-Strickler).

Diametro condotta **D** (m) =

Pendenza condotta **i** =

Coeff. scabrezza Gauckler-Strickler **Ks** ( $m^{1/3}s^{-1}$ ):

Grado riemp.	Altez. liquida	Area liquida	Raggio idra.	Portata	Velocità	Tau al fondo
<b>Y/D</b>	<b>Y (m)</b>	<b>A (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Rh</b>	<b>Q (l/s)</b>	<b>V (m/s)</b>	<b>T (kg/m<sup>2</sup>)</b>
0.05	0.06	0.021	0.039	7.541	0.357	0.059
0.1	0.12	0.059	0.076	32.786	0.557	0.114
0.15	0.18	0.106	0.111	76.335	0.718	0.167
0.2	0.24	0.161	0.145	137.519	0.854	0.217
0.25	0.3	0.221	0.176	215.112	0.973	0.264
0.3	0.36	0.285	0.205	307.528	1.078	0.308
<b>0.31</b>	<b>0.38</b>	<b>0.303</b>	<b>0.213</b>	<b>335.000</b>	<b>1.104</b>	<b>0.319</b>
0.35	0.42	0.353	0.232	412.913	1.170	0.348
0.4	0.48	0.422	0.257	529.196	1.253	0.386
0.45	0.54	0.494	0.280	654.106	1.325	0.420
0.5	0.6	0.565	0.300	785.185	1.389	0.450
0.55	0.66	0.637	0.318	919.783	1.443	0.477
0.6	0.72	0.709	0.333	1055.038	1.489	0.500
0.65	0.78	0.778	0.346	1187.842	1.526	0.519
<b>0.64</b>	<b>0.77</b>	<b>0.765</b>	<b>0.344</b>	<b>1163.000</b>	<b>1.520</b>	<b>0.515</b>
0.7	0.84	0.846	0.355	1314.773	1.555	0.533
0.75	0.9	0.910	0.362	1431.986	1.574	0.543
0.8	0.96	0.970	0.365	1534.985	1.583	0.548
0.85	1.02	1.025	0.364	1618.173	1.579	0.546
0.9	1.08	1.072	0.358	1673.697	1.561	0.536
0.95	1.14	1.110	0.344	1687.386	1.520	0.516
1	1.2	1.13097	0.300	1570.371	1.389	0.450

Tabella 2: Verifica al dimensionamento tubazioni rete di drenaggio PEAD DN 1200 mm

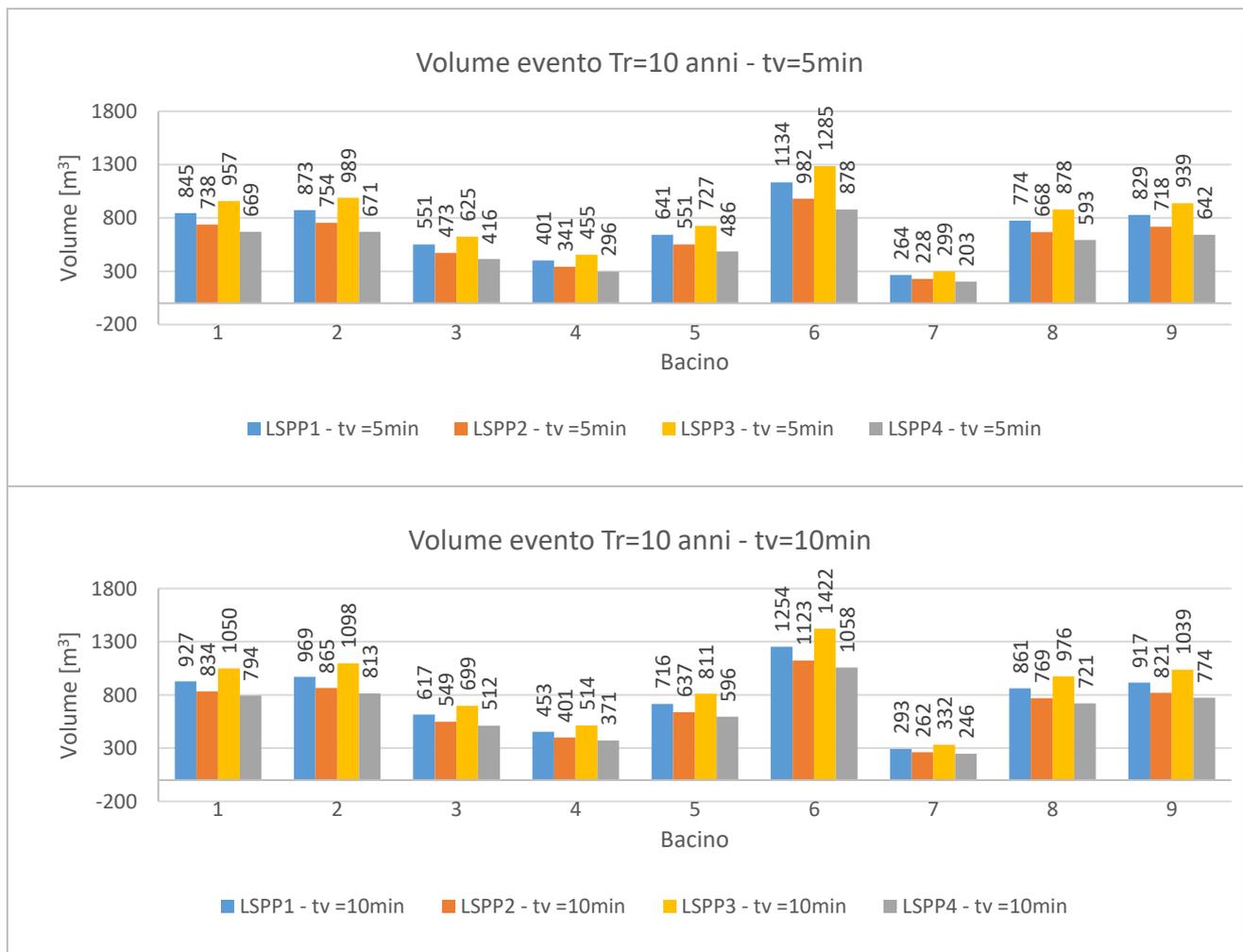
Nel caso di condotte che colleghino portate di diversi bacini si sono stimati i diametri considerando la somma delle portate massime generate dai singoli bacini. Nello specifico, per le condotte che colleghino rispettivamente i bacini 3-4-9, è stata stimata una tubazione in PEAD con



anima in acciaio Ø1500, con pendenza pari a 1,5‰, scabrezza secondo Strickler di 80 m<sup>1/3</sup> s<sup>-1</sup> con grado di riempimento del 70%.

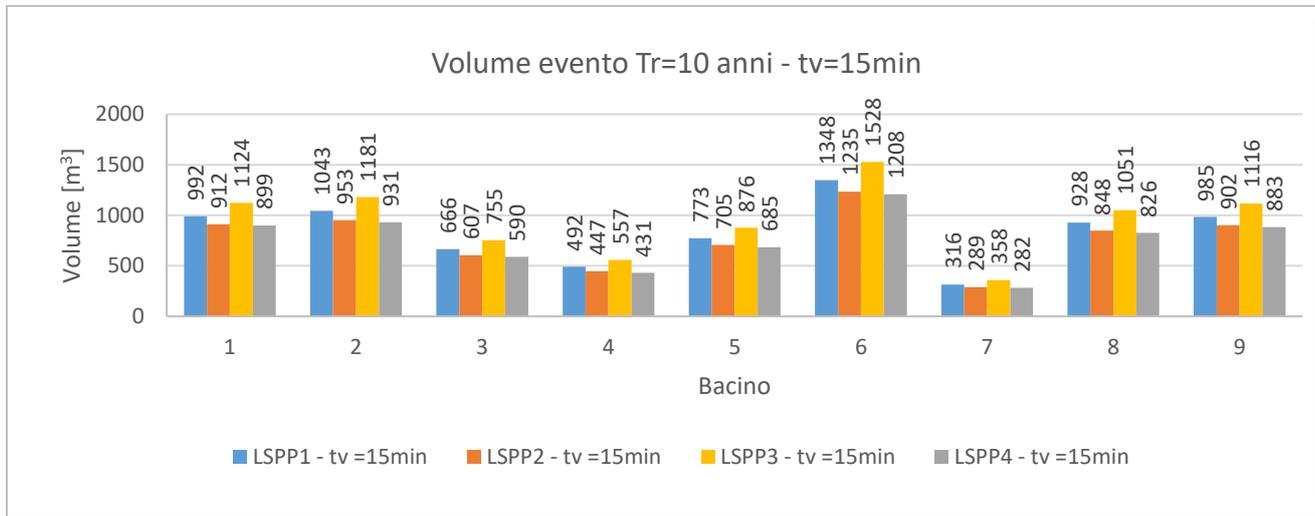
### 3.2.3 Verifiche idrauliche per eventi di precipitazione più intensi

Per verificare la formazione di un eventuale battente idrico sulla superficie del piazzale di progetto è stata confrontata la capacità di invaso della rete di drenaggio (considerando i volumi delle canalette, delle tubazioni di linea e delle condotte DN 500 mm adibite all'invaso della prima pioggia) rispetto al volume che si forma a seguito di eventi con tempo di ritorno pari a 10 anni di durata pari al tempo di corrivazione del bacino. Per valutare quest'ultimo volume, oltre alla LSPP adottata per il dimensionamento della rete, sono state prese in considerazione tutte le 4 curve di possibilità pluviometrica descritte nel precedente capitolo. Inoltre, data l'incertezza rispetto i tempi di corrivazione dei singoli bacini, dovuta in particolare alla quantificazione del tempo versante per via delle ridotte pendenze dei piazzali di progetto che rendono di difficile applicabilità le principali formule empiriche note in letteratura, è stata svolta un'analisi di sensibilità rispetto al tempo versante di ogni bacino scolante considerando tempi pari a 5, 10 e 15 minuti.





RELAZIONE IDRAULICA E IDROLOGICA



Come si evince dai risultati riportati nei grafici precedenti la situazione più gravosa in termini di volumi d'acqua incidenti nei singoli sottobacini risulta derivare dall'adozione della LSPP3 ottenuta utilizzando il Metodo statistico-probabilistico di Gumbel con altezze di pioggia di eventi di precipitazione di durata maggiori all'ora (dati da stazione S002 Trieste - Istituto nautico dati compresi tra 1956-2020).

Nella seguente tabella si riporta per ogni bacino dimensionato l'altezza del battente che si verificherebbe sulla superficie del piazzale in seguito ad un evento con tempo di ritorno di 10 anni valutato con la curva di possibilità pluviometrica LSPP3 e caratterizzato da tempo versante di 15 minuti. Come si può osservare il velo d'acqua che si verrebbe a formare risulta in ogni bacino inferiore a 2 cm. Considerando inoltre il funzionamento delle tubazioni DN 1200 mm in una condizione di moto uniforme con grado di riempimento pari a 1 e un coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler cautelativamente pari a  $75 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ , lo smaltimento dei volumi d'acqua che si vengono a formare sulla superficie del piazzale risulterebbero allontanati in tempi inferiori a 10 minuti in ogni bacino. Si sottolinea che quest'ultima verifica circa i tempi di vuotamento dell'eventuale velo d'acqua sul piazzale considerando eventi più gravosi di quello di progetto risulta altresì cautelativa in quanto si considera che non vi sia smaltimento di portata durante l'evento ma che invece la rete di drenaggio invasi solamente i deflussi sino al termine dell'evento.

BACINO	$V_{\text{rete-drenaggio}}$ [m <sup>3</sup> ]	$V_{Tr=10\text{anni}}$ [m <sup>3</sup> ]	$\Delta V$ [m <sup>3</sup> ]	h [cm]
1	671	1124	453	1.6
2	641	1181	540	1.7
3	445	755	310	1.5
4	502	557	55	0.4
5	464	876	412	1.8
6	911	1528	617	1.5
7	356	358	2	0.0



### 3.3 Sistemi di drenaggio

Come anticipato nei paragrafi precedenti, il sistema di drenaggio della struttura di progetto è costituito da una canaletta prefabbricata in cemento armato a sezione costante di larghezza 400mm, altezza 830mm e pendenza nulla.

Dal punto di vista idraulico la canaletta rappresenta un collettore con portata in ingresso distribuita lungo il suo percorso, viste inoltre la geometria del bacino scolante, la portata entrante risulta praticamente costante per unità di lunghezza. Poiché l'immissione dei contributi è ortogonale alla direzione del moto (l'energia posseduta dal contributo laterale viene dissipata nella confluenza), l'energia necessaria al moto è determinata dal sovrizzo del pelo libero a monte. La trattazione idraulica, sviluppata in molti libri di testo per il dimensionamento di una grondaia, si basa sull'applicazione del principio della quantità di moto; con le semplificazioni applicabili l'altezza nella sezione di monte  $y_m$  può essere calcolata mediante l'equazione:

$$y_m = \sqrt{3} \times y_c$$

Dove  $y_c$  corrisponde all'altezza critica in corrispondenza della sezione finale.

Considerando per i calcoli un bacino elementare avente dimensioni 40x100 m<sup>2</sup>, soggetto ad un evento meteorico con  $T_r=10$ anni, con le precedenti formule si ottiene una portata pari a 168,38 l/s.

Il risultato porta al seguente dimensionamento della canaletta:

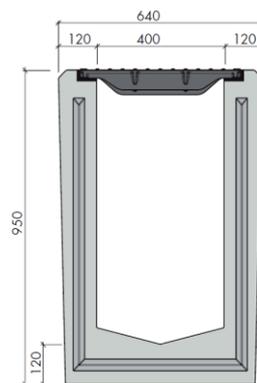


Figura 3.5 Sezione tipologica della canaletta di raccolta

inquanto in condizione di massimo riempimento di monte permette il deflusso di una portata pari a 250 l/s.

Pertanto la sezione del sistema di raccolta delle acque meteoriche con separazione delle acque di prima pioggia è la seguente:





- linea acque successive alla prima pioggia
- derivazione della portata di seconda pioggia
- decantazione
- grigliatura
- disoleatura
- scarico

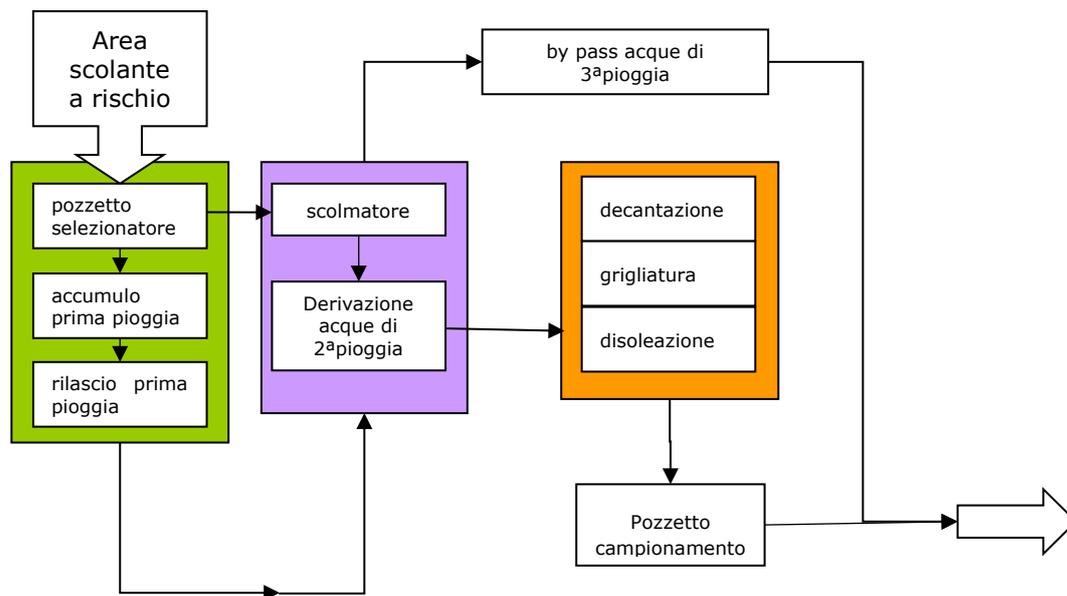


Figura 3.7: schema trattamento acque di pioggia

Risulta quindi impedita la miscelazione delle acque di prima e seconda pioggia perché scaricate e trattate in tempi diversi, viene comunque predisposto un pozzetto a valle dell'impianto di trattamento per poter verificare la qualità delle acque trattate.

Secondo decreto i punti di campionamento dovranno essere individuati e mantenuti separati da eventuali altri flussi di acque meteoriche di dilavamento recapitanti nel medesimo punto di scarico, la metodologia di trattamento del presente progetto prevede una metodologia mista di trattamento in continuo e di invaso che tratta sia le acque di prima pioggia che quelle di seconda, solo le portate eccezionali eccedenti al valore massimo delle portate di seconda pioggia (terza pioggia) vengono sfiorate

Di seguito una tabella riassuntiva dei bacini e relativi pozzetti fiscali di controllo riportati negli elaborati G.00.E.011 e G.00.E.010.



Bacini	Pozzetto
1-2	PCF1
3	PCF2
5	PCF3
6	PCF4
7	PCF5
7-8	PCF6
4	PCF7
9	PCF8
8	PCF9

### 3.4.2 Sistema di invaso acque di prima pioggia

Il sistema di invaso delle acque di 1<sup>a</sup> pioggia raccoglie l'acqua di lavaggio del piazzale potenzialmente inquinate da olii, metalli pesanti e polveri. Il dimensionamento delle tubazioni dipende dal volume di pioggia generato dai primi 5 mm (50 m<sup>3</sup>/ha) d'acqua caduti sulla superficie interessata.

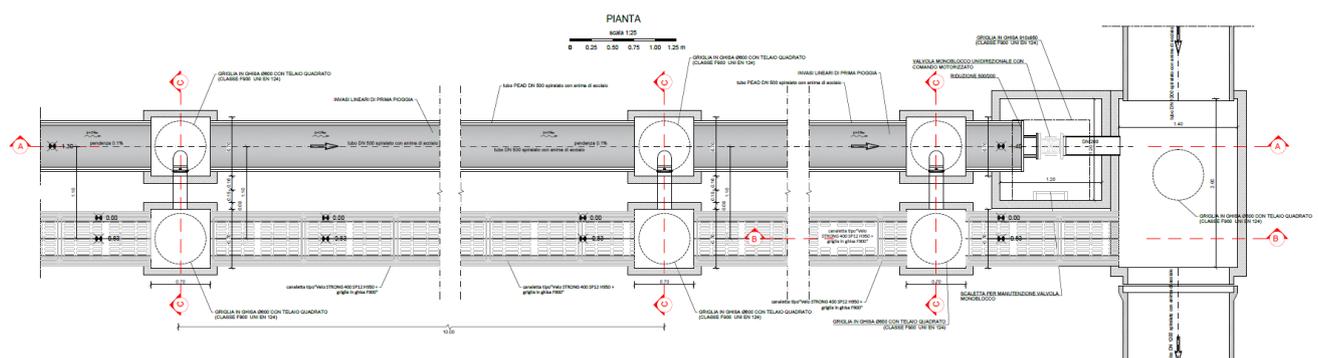


Figura 8 Particolare planimetrico del sistema di separazione

Il sistema è costituito da una rete di tubazioni in PEAD con anima d'acciaio Ø500 poste fuori linea che fungono da vasca di accumulo, che ad esaurimento dell'evento meteorico scarica a gravità i volumi di prima pioggia trattenuti nell'impianto di trattamento in continuo di sedimentazione e disoleatura (trattamento acque di 2<sup>a</sup> pioggia) grazie l'apertura di una saracinesca.

La divisione delle acque di prima pioggia da quelle di seconda è garantita da un sistema di pozzetti con scarico di fondo posti con interasse di 10 m. Il meccanismo di funzionamento è basato





- Esaurimento evento meteorico La canaletta si svuota completamente ed il dislivello tra fondo canaletta ed il cielo della vasca di accumulo è nullo, quindi non si instaura alcun moto. Il volume di prima pioggia rimane nella vasca in attesa di trattamento.

Lo scarico di fondo inoltre è costituito da una tubazione in PVC dotata di curva a 90° che impedisce il deflusso delle sostanze sospese come oli o corpi galleggianti.

Al termine dell'evento si procede allo svuotamento della vasca di accumulo grazie ad una saracinesca motorizzata comandata da remoto, per poterne regolare l'apertura a seconda delle esigenze. Per poter verificare che lo svuotamento avvenga entro le 48-60 ore si è ipotizzato un funzionamento delle valvole considerato condizioni a favore di sicurezza.

Per trattare tutto il volume di prima pioggia dell'intero bacino nel minor tempo si dovrà procedere con un'apertura sequenziale delle valvole a gruppi, tale apertura non dovrà generare una portata superiore a quella massima di trattamento per non attivare il by-pass. In via precauzionale si prevede l'apertura di una valvola ogni 10 minuti per ogni sottobacino, questo permette di svuotare tutte le condotte del bacino in 200 minuti, tempo minore di quello massimo consentito dalla legge.

Il minor tempo stimato per trattare il volume complessivo accumulato nelle tubazioni DN 500 è stimato in 15 minuti, massimizzando la portata di trattamento dei singoli impianti. La sequenza di apertura è illustrata nella tabella seguente, distinguendo le vasche di riferimento, il numero di valvole totale del sottobacino afferente, il numero di valvole attivate contemporaneamente nella sequenza di apertura, il tempo di vuotamento del volume di accumulo totale. Le vasche di accumulo afferenti alla vasca VSP1 sono 20, governate da pari numero di valvole, per lo svuotamento totale vengono prima attivate contemporaneamente 11 valvole e successivamente le restanti allo svuotamento delle prime. Questa operazione in totale richiede 10 minuti, come illustrato in tabella:

<b>Vasche</b>	<b>N. valvole</b>	<b>N. valvole attivate</b>	<b>Tempo vuotamento</b>
VSP1	20	11	10
VSP2	6	5	7
VSP3	6	5	7
VSP4	10	8	6
VSP5	8	2	10
VSP6	5	3	8

*Figura 11 Tabella riassuntiva Tempo di vuotamento*

	<p>Estensione delle infrastrutture comuni per lo sviluppo del Punto Franco Nuovo nel porto di Trieste - CUP: C94E21000460001</p> <p>RELAZIONE IDRAULICA E IDROLOGICA</p>	<p>Pag. 25 di 40</p>
---	--	----------------------

### *3.4.3 Trattamento acque di pioggia*

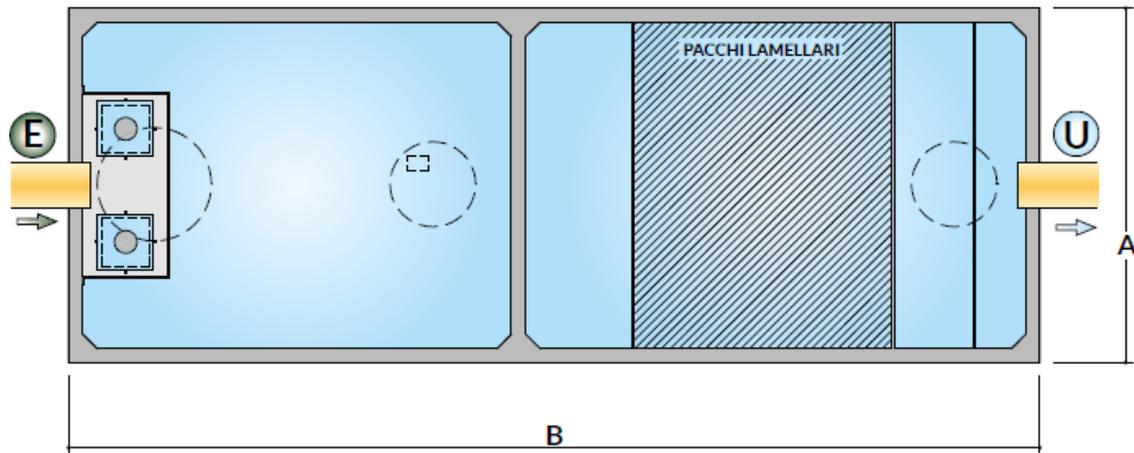
Il sistema di trattamento delle acque di pioggia è costituito da un sistema composto da una serie di monoblocchi in calcestruzzo armato a perfetta tenuta idraulica, dimensionati secondo le UNI EN 858-1:2005 e 858:2-2004.

All'interno delle vasche di disoleazione, sarà posizionato un telaio in acciaio inox AISI 316 con deflettori di flusso a paratia contenente una batteria di filtri a coalescenza a pacchi lamellari che esercita sulle particelle di olio ancora flottanti una azione aggregante, in tal modo anche le particelle più piccole che per la loro dimensione potrebbero sfuggire all'effetto gravitazionale ed avviarsi all'uscita, vengono trattenute e ricomposte facilitando la loro risalita.

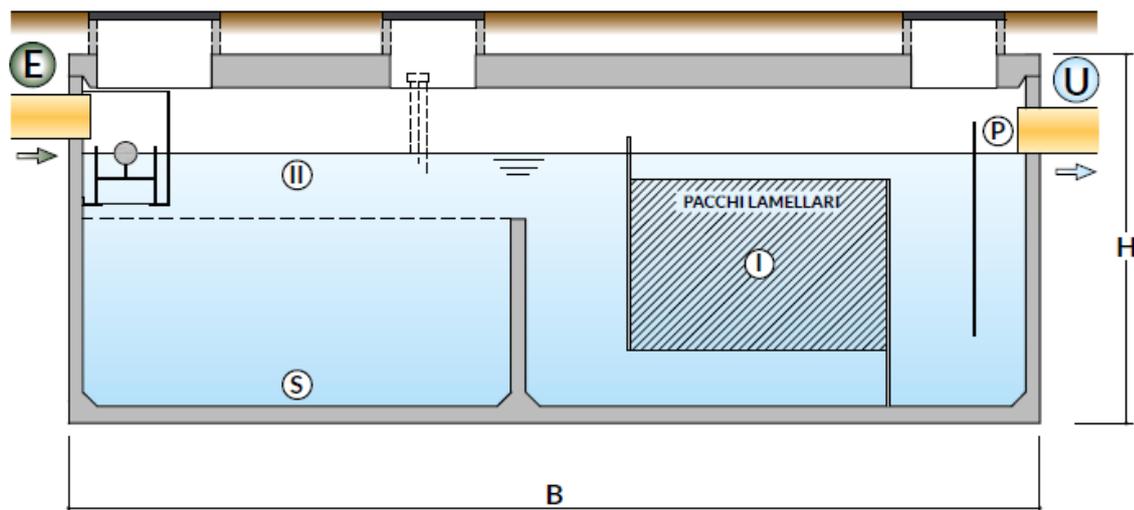
Poiché il piano di posa è situato ad un livello sotto il livello del mare, sarà previsto un sistema di ancoraggio mediante l'apposizione di boccole presso il fondo di ciascuna vasca, sul perimetro esterno. In ciascuna boccola, una volta che le vasche saranno posate sulla platea di fondazione, sarà inserito uno spezzone di acciaio che verrà sigillato in opera con cemento chimico. Ciascuno spezzone sarà poi vincolato ad un cordolo di ancoraggio che sarà gettato in opera successivamente.



PIANTA



SEZIONE



LEGENDA

S - SEDIMENTATORE  
II - SEPARATORE DI CLASSE II < 100 mg/l  
I - SEPARATORE DI CLASSE I < 5 mg/l  
P - CONDOTTO DI CAMPIONAMENTO

Figura 3.12 Pianta e sezione sistema di trattamento acque di seconda pioggia

### 3.4.4 Dimensionamento impianti di trattamento

#### 3.4.4.1 Vasche di accumulo prima pioggia

Il dimensionamento delle vasche di accumulo seguono le indicazioni dell'articolo 29 delle Norme di attuazione del Piano Regionale delle di Tutela delle Acque, nello specifico di considerare 50 m<sup>3</sup>/ha. In seguito la tabella con la stima dei volumi di accumulo minimi per i diversi bacini:



RELAZIONE IDRAULICA E IDROLOGICA

<b>Bacini</b>	<b>Superficie [m<sup>2</sup>]</b>	<b>Volume [m<sup>3</sup>]</b>
S1	29070	145
S2	31116	155
S3	20104	100
S4	15011	75
S5	23251	116
S6	40048	200
S7	9429	47

Per ciascun bacino è stato previsto un volume di accumulo distribuito su di una condotta di DN 500 parallela alla rete di raccolta. A partire dalla lunghezza della rete si è definito il volume di accumulo di progetto.

<b>Bacini</b>	<b>Lunghezza rete [m]</b>	<b>Volume [m<sup>3</sup>]</b>
S1	815	159
S2	847	166
S3	600	117
S4	411	75
S5	657	128
S6	1021	200
S7	285	56

La rete di progetto quindi risulta verificata.

<b>Bacini</b>	<b>Volume minimo [m<sup>3</sup>]</b>	<b>Volume di progetto [m<sup>3</sup>]</b>
S1	145	159
S2	155	166
S3	100	117
S4	75	75
S5	116	128
S6	200	200
S7	47	56

#### 3.4.4.2 *Trattamento in continuo delle acque di seconda pioggia*

Per la definizione della portata da impiegare per il dimensionamento degli impianti in continuo di seconda pioggia, si fa riferimento alle indicazioni dell'articolo 29 delle Norme di

	<p>Estensione delle infrastrutture comuni per lo sviluppo del Punto Franco Nuovo nel porto di Trieste - CUP: C94E21000460001</p> <p>RELAZIONE IDRAULICA E IDROLOGICA</p>	<p>Pag. 28 di 40</p>
---	--	----------------------

attuazione del Piano Regionale delle di Tutela delle Acque e nel Decreto n.3866/AMB del 27/07/2021 R. FVG., nello specifico di considerare un coefficiente udometrico pari a 100 l/s/ha. Si riportano di seguito le portate, già riportate nel par. 3.2.2, utilizzate per il dimensionamento dell'impianto di trattamento delle acque di seconda pioggia.

<b>Vasche</b>	<b>Superficie [m<sup>2</sup>]</b>	<b>Q [l/s]</b>
VSP1	60186	601
VSP2	20104	201
VSP3	23251	232
VSP4	40048	400
VSP5	9429	94
VSP6	15011	150

Considerando di utilizzare in parallelo dei moduli di trattamento con portata pari a 100 l/s ogni impianto di trattamento risulta composto dai seguenti moduli:

<b>Vasche</b>	<b>Numero Moduli</b>	<b>Q max trattata [l/s]</b>
VSP1	7	700
VSP2	3	300
VSP3	3	300
VSP4	5	500
VSP5	1	100
VSP6	2	200

Secondo le indicazioni del decreto n. 1504/2022 della Regione FVG, i punti di campionamento dovranno essere individuati e mantenuti separati da eventuali altri flussi di acque meteoriche di dilavamento recapitanti nel medesimo punto di scarico. La metodologia di trattamento del presente progetto prevede una modalità mista di trattamento in continuo e di invaso che tratta sia le acque di prima pioggia che quelle di seconda; solo le portate eccezionali eccedenti il valore massimo delle portate di seconda pioggia (terza pioggia) vengono sfiorate. Di seguito un diagramma a blocchi descrittivo del funzionamento.

#### *3.4.5 Punti di campionamento delle acque meteoriche*

Risulta quindi impedita la miscelazione delle acque di prima e seconda pioggia, poiché scaricate e trattate in tempi diversi, ma viene comunque predisposto un pozzetto a valle dell'impianto di trattamento per poter verificare la qualità delle acque trattate.



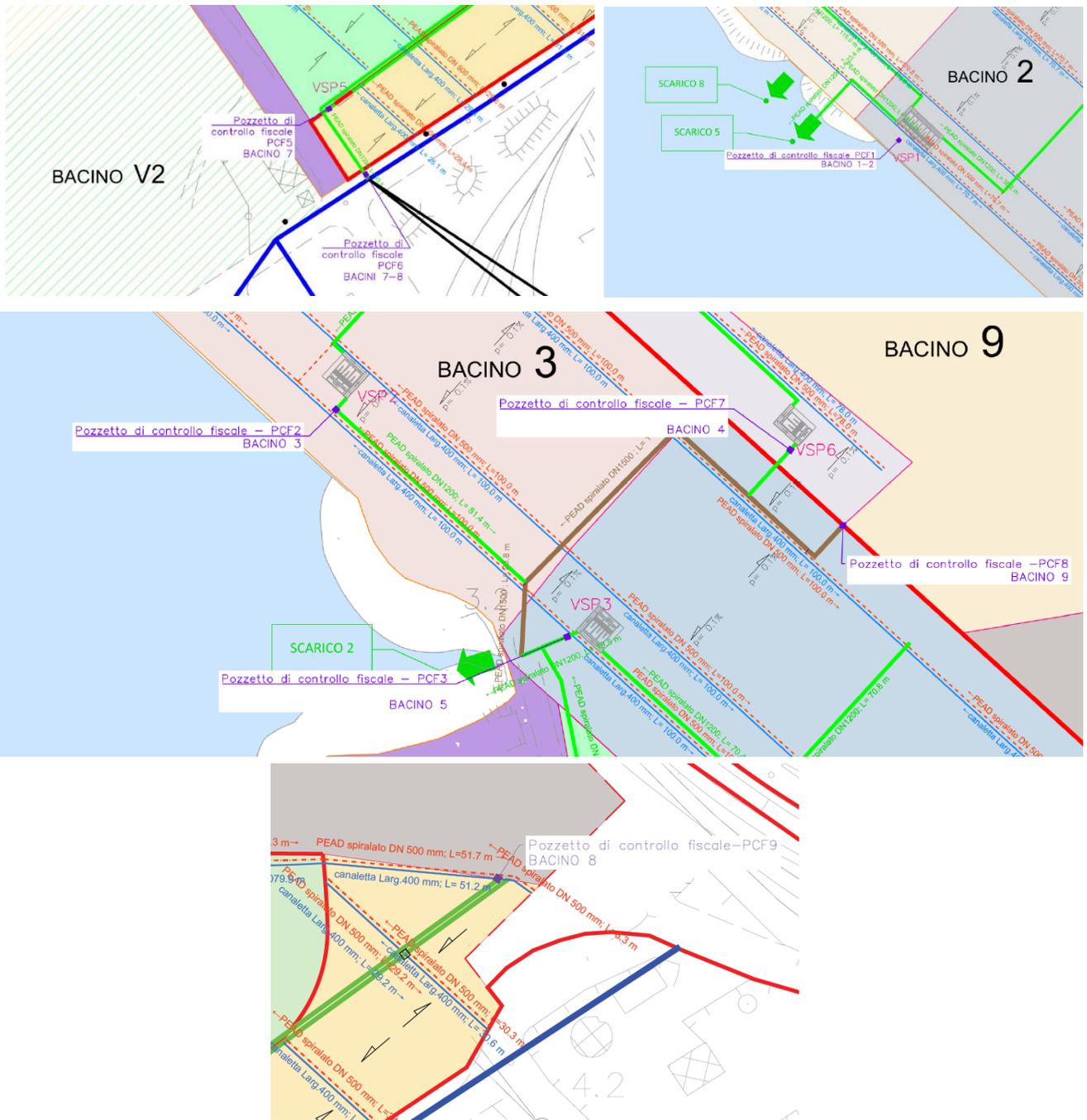
RELAZIONE IDRAULICA E IDROLOGICA

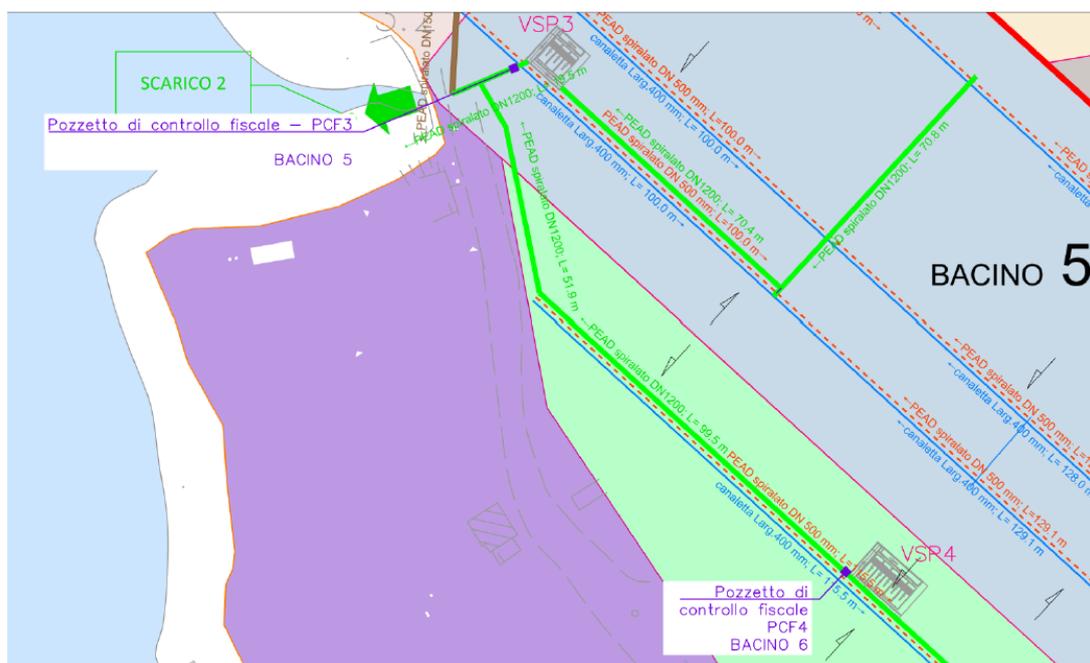
Di seguito una tabella riassuntiva dei bacini e relativi pozzetti fiscali di controllo riportati negli elaborati G.01.E.011 e G.01.E.010.

<b>Bacini</b>	<b>Pozzetto</b>
1-2	PCF1
3	PCF2
5	PCF3
6	PCF4
7	PCF5
7-8	PCF6
4	PCF7
9	PCF8
8	PCF9



RELAZIONE IDRAULICA E IDROLOGICA





### 3.5 Scarichi e pozzetti fiscali

L'intera rete di drenaggio convoglierà l'acqua trattata secondo norma di legge a degli scarichi esistenti presenti sulla banchina lato mare. Attualmente sono presenti numerosi scarichi, di questi alcuni verranno mantenuti altri invece verranno eliminati. Di seguito nella tabella sono riportati gli scarichi mantenuti e nuovi con i relativi bacini afferenti.

Scarico	Bacini
Scarico 5	1-2
Scarico 2	3-4-5-9
Scarico 3-ter (nuovo)	10, V1A, V2 (lotti o+o-bis)
Scarico 3-quater (nuovo)	6-7-8

Lo scarico 8 esistente sarebbe dedicato all'impianto di trattamento TAF - Trattamento Acque di Falda previsto dal Progetto Invitalia "Messa di Sicurezza della Ferriera di Servola (Trieste) attraverso interventi di marginamento fisico dell'area demaniale in concessione e di trattamento delle acque di falda contaminate" [cfr. capitolo 5]. D'altra parte, la collocazione dell'impianto TAF confligge con il futuro layout logistico e ferroviario successivi alla MISP: è piuttosto da considerare il ricollocamento del TAF a cavallo dei bacini 6 e 7, in una posizione baricentrica rispetto al barriera e non interferente con le future installazioni. Ciò posto, è prevedibile che il TAF scaricherà nello scarico S3-quater di nuova realizzazione essendo munito di un suo proprio pozzetto fiscale prima di ogni altra confluenza.

Gli scarichi esistenti che saranno oggetto di demolizione/ dismissione sono il numero 1, 6 e 7.



Dato che più bacini afferiscono al medesimo scarico, sono stati previsti dei pozzetti di controllo fiscale al termine di ogni sottobacino, in tal modo sono garantite le operazioni di campionamento.

Secondo decreto i punti di campionamento dovranno essere individuati e mantenuti separati da eventuali altri flussi di acque meteoriche di dilavamento recapitanti nel medesimo punto di scarico, la metodologia di trattamento del presente progetto prevede una metodologia mista di trattamento in continuo e di invaso che tratta sia le acque di prima pioggia che quelle di seconda, solo le portate eccezionali eccedenti al valore massimo delle portate di seconda pioggia (terza pioggia) vengono sfiorate. Risulta quindi impedita la miscelazione delle acque di prima e seconda pioggia perché scaricate e trattate in tempi diversi, viene comunque predisposto un pozzetto a valle dell'impianto di trattamento per poter verificare la qualità delle acque trattate.

Assumono particolare importanza i pozzetti di controllo fiscale a presidio dei bacini 8 e 9 poiché intercettano i contributi di "aree funzionali pubbliche" le cui reti meteoriche non sono oggetto del presente progetto. Si evidenzia che i pozzetti di controllo fiscale a presidio dei bacini 4, 7, 8 e 9 raccolgono i contributi di aree a funzione pubblica come illustrato nella tavola HAPDG\_01\_0010.

<b>Bacini</b>	<b>Pozzetto</b>
<b>1-2</b>	<b>PCF1</b>
<b>3</b>	<b>PCF2</b>
<b>5</b>	<b>PCF3</b>
<b>6</b>	<b>PCF4</b>
<b>7</b>	<b>PCF5</b>
<b>7-8</b>	<b>PCF6</b>
<b>4</b>	<b>PCF7</b>
<b>9</b>	<b>PCF8</b>
<b>8</b>	<b>PCF9</b>
<b>10</b>	<b>a valle di V1 e V3</b>
<b>V1A</b>	<b>S2ban</b>
<b>V2</b>	<b>S3ban</b>

### **3.6 Opere mantenute, rimosse o potenziate**

All'interno dell'area di intervento è presente un'area già provvista di rete di smaltimento delle acque meteoriche che in alcuni casi verrà mantenuta. Rispetto alla configurazione finale le opere attualmente presenti prevedono degli interventi che si possono distinguere in tre tipologie in base al mantenimento o meno della rete esistente. Si distinguono in:

- Rimozione della rete: Nelle aree in cui è prevista la realizzazione del pacchetto di MISP nelle sue diverse forme è previsto l'abbandono della rete esistente a scapito di quella di nuova realizzazione. Nella situazione transitoria verrà garantita la funzionalità di entrambe le reti grazie ad opportuni allacci alle condotte di progetto o, dove non possibile, con bypass e impianti di trattamento mobili.

	<p>Estensione delle infrastrutture comuni per lo sviluppo del Punto Franco Nuovo nel porto di Trieste - CUP: C94E21000460001</p> <p>RELAZIONE IDRAULICA E IDROLOGICA</p>	<p>Pag. 33 di 40</p>
---	--	----------------------

- Mantenimento della rete: Nell'area di MISO definita "retrobanchina" e nell'"area ex macinatura coke" la rete di drenaggio e gli impianti di trattamento vengono mantenuti.
- Potenziamento: Nel caso che gli impianti mantenuti non siano sufficienti a trattare le portate di progetto, dovranno essere potenziati.

### 3.6.1 Rimozione

La rete verrà rimossa o abbandonata nei bacini 1,2,4,5,6,7 in quanto verrà realizzata la nuova pavimentazione di MISP con la relativa nuova rete di drenaggio. Oltre alla rete verranno dismesse le relative vasche di trattamento, come meglio illustrato nella tavola **G.01.O.010.00 "Reti meteoriche e impianti esistenti mantenuti in esercizio e dismessi"**. Di seguito una tabella che riporta le vasche che saranno rimosse e i relativi bacini di appartenenza.

Vasca	Bacino
Vasca trattamento prima pioggia V6	1
Vasca di trattamento acque prima pioggia VS	2
Sistema di riutilizzo delle acque meteoriche del parco fossili	3
Vasca di trattamento acque prima pioggia VT	5
Sistema di riutilizzo delle acque meteoriche del parco fossili	7

Come si può notare ciascuna delle vasche esistenti e della rete afferente ad essa appartiene principalmente ad un solo nuovo bacino scolante quindi durante la realizzazione degli interventi sarà più agevole garantire l'intercettazione ed il trattamento delle acque meteoriche.

### 3.6.2 Mantenimento

Le aree del "Retrobanchina" e dell'"Area ex macinatura coke" sono state oggetto di interventi di MISO, sono quindi presenti degli impianti di trattamento e una rete di drenaggio. Queste verranno mantenute, inquanto l'area non sarà oggetto di rifacimento della pavimentazione. Di seguito una tabella riassuntiva delle vasche mantenute in esercizio ed i relativi bacini:

Vasca	Bacino
Vasca trattamento V3	Ex macinazione coke→S2
Vasca di trattamento V1	Retrobanchina→S2
Vasca di trattamento V2	Retrobanchina→S3

La vasca V3 è dimensionata per trattare in continuo una portata di 70 l/s e riceve una portata di 67 l/s, quindi risulta correttamente dimensionata.

Le vasche V1e V2 sono state dimensionate per una portata di 159 l/s ciascuna, la portata in arrivo stimata risulta essere rispettivamente pari a 204,6 l/s e 227,8 l/s: risultano quindi sottodimensionate rispetto alle portate di progetto.

	Estensione delle infrastrutture comuni per lo sviluppo del Punto Franco Nuovo nel porto di Trieste - CUP: C94E21000460001  RELAZIONE IDRAULICA E IDROLOGICA	Pag. 34 di 40
---	---	---------------

### *3.6.3 Potenziamento*

Il dimensionamento delle vasche mantenute in esercizio dovrà essere verificato secondo i parametri del presente progetto, per ottemperare al PRTA.

Nello specifico per la definizione della portata da impiegare per il dimensionamento degli impianti in continuo, si fa riferimento alle indicazioni dell'articolo 29 delle Norme di attuazione del Piano Regionale delle di Tutela delle Acque, in cui si considera un coefficiente udometrico pari a 35 mm/ha. Si riportano di seguito le portate, utilizzate per il dimensionamento dell'impianto di trattamento:

L'area del retrobanchina, oggi attrezzata con le vasche V1 e V3 nel lotto 0 e con la V2 nel lotto 0-bis deve essere potenziata con l'installazione di una nuova vasca di trattamento denominata V1A e posta in posizione baricentrica rispetto allo sviluppo della banchina. La vasca V1A sarà collegata a un nuovo scarico S3-ter, posto in prossimità dell'esistente S3.

	<p>Estensione delle infrastrutture comuni per lo sviluppo del Punto Franco Nuovo nel porto di Trieste - CUP: C94E21000460001</p> <p>RELAZIONE IDRAULICA E IDROLOGICA</p>	<p>Pag. 35 di 40</p>
---	--	----------------------

#### **4 GESTIONE DELLE ACQUE METEORICHE NEL TRANSITORIO**

Il periodo transitorio è quel periodo stimato in 5 anni entro il quale dovranno essere eseguite le lavorazioni sui singoli lotti, durante tale periodo le lavorazioni portano al parziale inutilizzo della rete in quanto potranno essere ricoperte o ostruite.

Per garantire il corretto drenaggio delle acque meteoriche sono previste delle particolari lavorazioni sui lotti di progetto in base alla configurazione specifica.

Si è proceduto con la verifica dello stato attuale della rete e dei suoi impianti e successivamente alla valutazione delle possibili soluzioni di funzionamento durante il periodo di esecuzione dei lavori. Per dettaglio si rimanda alla relazione specialistica D.03.C011 specificatamente dedicata alla descrizione della gestione della fase del transitorio.



## 5 ACQUE SOTTERRANEE

L'area oggetto del presente progetto è interessata anche dal progetto INVITALIA che consiste nella messa in sicurezza della Ferriera di Servola (Trieste) attraverso interventi di marginamento fisico dell'area demaniale in concessione e di trattamento delle acque di falda contaminate. Il trattamento delle acque di falda consentirà di garantire il rispetto dei limiti di legge previsti per lo scarico di acque reflue industriali in corpi idrici superficiali di cui alla tabella 3, allegato 5, parte seconda del D.lgs 152/2006 e ss.mm.ii.

Nell'ambito della nuova progettazione la tematica dell'acqua di falda è stata analizzata nella relazione idrogeologica (cfr. elaborato n. D.03.D010.00 *Relazione modello idrogeologico* redatta dal Prof. Dott. Borgia) e nella relazione generale a cui si rimanda.

L'approfondimento idrogeologico redatto dal Prof. Dott. Borgia prevede una valutazione preliminare degli impatti idrogeologici e sulle quantità di acqua da trattare, anche in relazione a quanto attualmente previsto dal Progetto INVITALIA e dall'ipotesi di cingere completamente l'area "a caldo" dal punto di vista idrogeologico. Come soluzione si è adottata la realizzazione di un setto impermeabile di monte che perimetra l'area "a caldo" della ex Ferriera di Servola ancorato almeno 1.0 m all'interno del Flysch, mantenendo la scarpa ad una quota non superiore ai -5.0 m s.m.m. e partendo ai due estremi del setto a quota -29.5 m s.m.m.

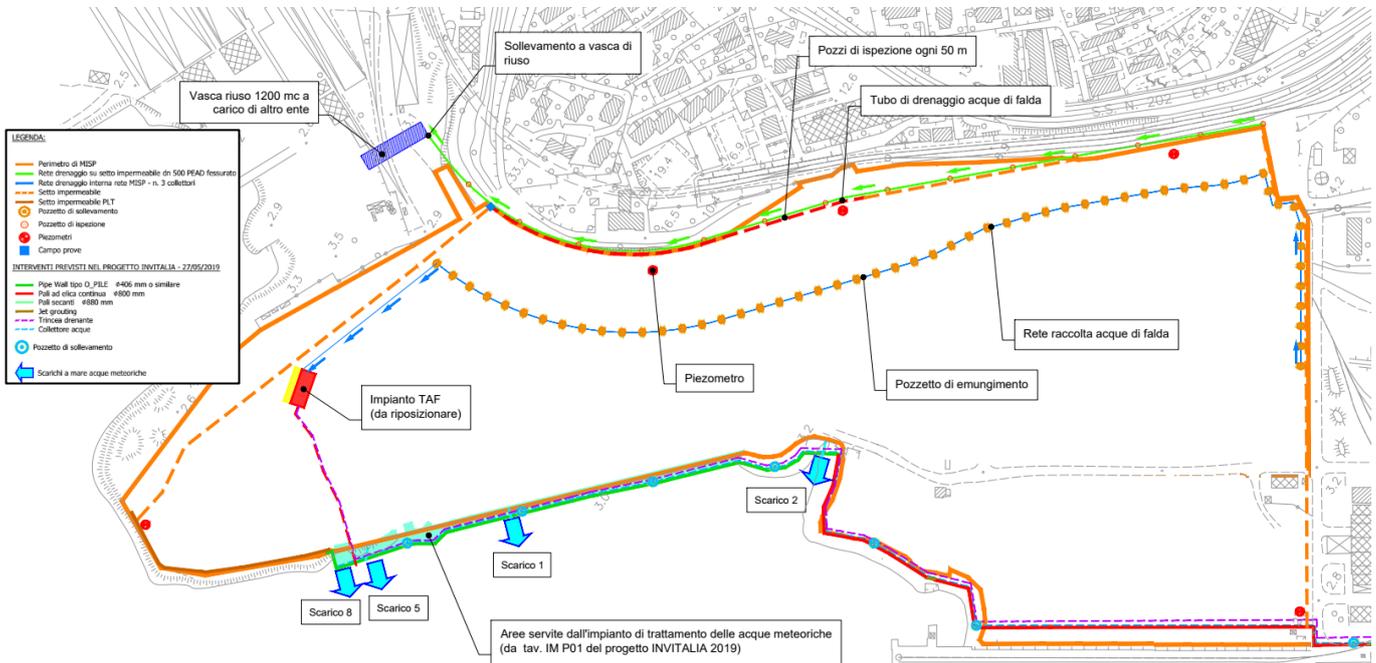


Figura 13: Estratto della tavola G.01.G.010 con la pianta dei sistemi di drenaggio delle acque di falda: dreno orizzontale Ø500 di monte intervallato dai pozzi di ispezione a interasse di 50m e 55 pozzi e 5 piezometri interni al perimetro di MISF

Oltre al setto impermeabile con l'associato drenaggio, dovranno essere realizzati 55 pozzi drenanti che permettano di controllare la falda all'interno dell'area "a caldo" della ex Ferriera perimetrata dalle nuove opere, intercettando le acque di falda provenienti dal Flysch prima del loro ingresso nei terreni di riporto della ex-Ferriera. La riduzione del livello di falda all'interno dell'area



perimetrata diminuisce il flusso di acqua alla trincea drenante del progetto INVITALIA e aumenta il flusso che dalla falda acquifera contenuta nel Flysch viene verso l'alto ai pozzi drenanti.

Fermo restando, quindi, che soltanto in fase di progetto esecutivo si potrà fare un modello idrogeologico atto a quantificare con più precisione le portate dei vari setti drenanti e pozzi integrandoli nel sistema di bonifica delle acque drenate, si ritiene che globalmente non vi siano variazioni sostanziali delle acque che almeno inizialmente dovranno essere recapitate agli impianti di trattamento, se non una frazione drenata direttamente dalla Collina di Servola (circa 25 m<sup>3</sup>/d) che dovrebbe essere utilizzabile direttamente a scopi industriali o, se nei limiti di legge, eventualmente recapitata in mare.

Le opere previste dal presente progetto sono:

- Diaframma
- Drenaggio orizzontale di monte e pozzi di ispezione
- Pozzi di emungimento interni al diaframma
- Piezometri di monitoraggio

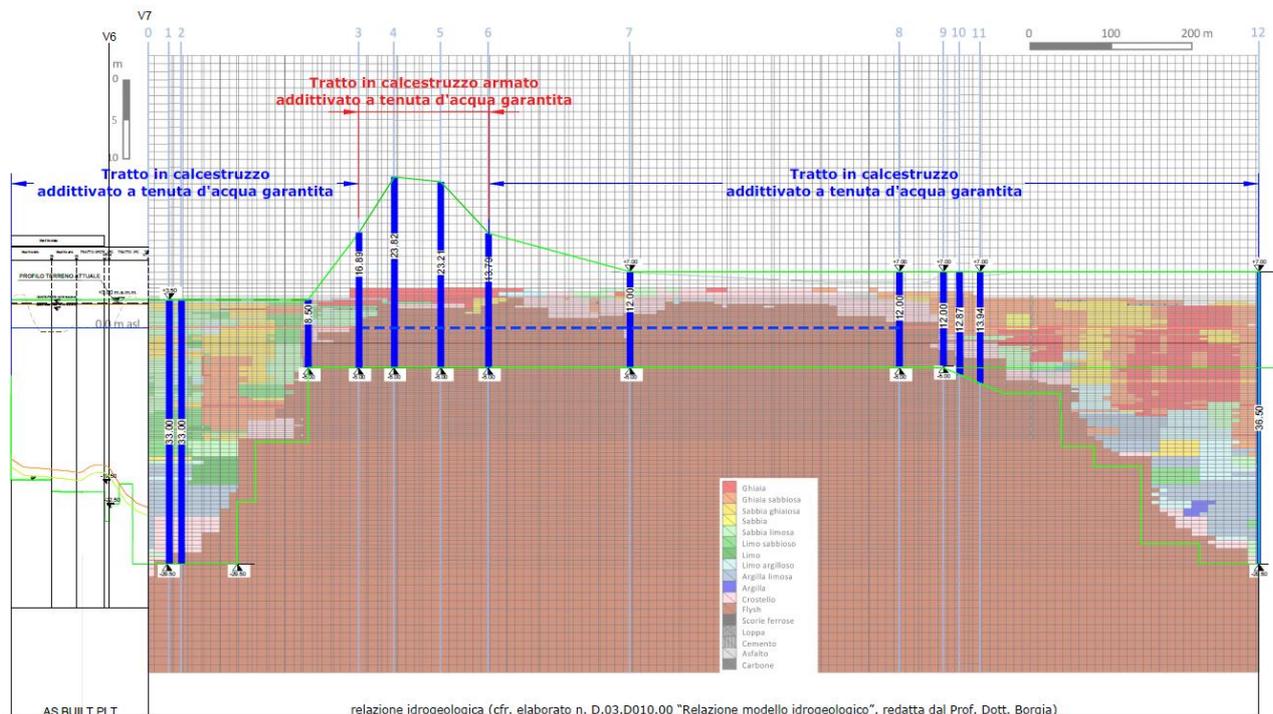


Figura 14 Sezione del diaframma

Il diaframma denominato setto impermeabile ed avente solamente una funzione di conterminazione ambientale è realizzato con pali compenetrati DN 880 mm con profondità variabile a seconda della sezione. I pali saranno realizzati con calcestruzzo additivato a tenuta d'acqua; nel tratto lungo la collina di Servola i pali saranno armati per sostenere i carichi derivanti dal dislivello conseguente allo scavo del piede della collina di Servola (incluso nel progetto ferroviario del PFTE a cura di AdSPMAO, non in questo progetto di MISIP).



Estensione delle infrastrutture comuni per lo sviluppo del Punto  
Franco Nuovo nel porto di Trieste - CUP: C94E21000460001

RELAZIONE IDRAULICA E IDROLOGICA

Pag. 38 di 40

Il dreno di monte colleterà le acque di falda verso una vasca di riuso di circa 1200 m<sup>3</sup>, posta a Nord al di fuori dell'area di progetto e inclusa nel rilevato della nuova stazione di Servola che è parte del PFTE del progetto n. 1951 di AdSPMAO.

I pozzi interni invece sono previsti ad un passo di 10 m e in numero pari a 55 che seguendo lo schema del progetto INVITALIA colleteranno le portate all'impianto TAF.

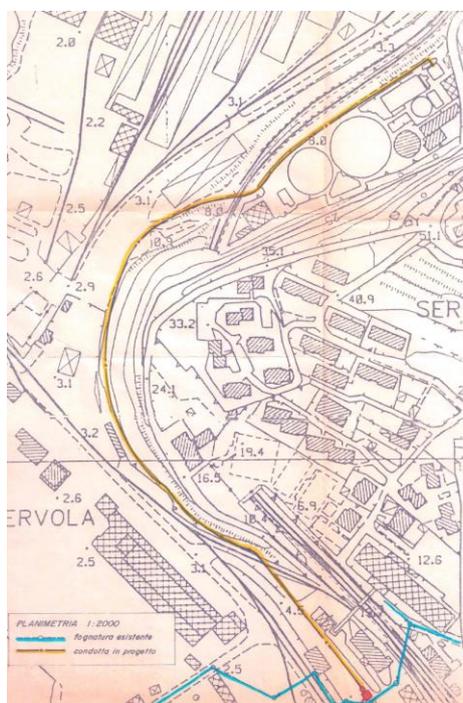


## **6 INTERFERENZA CON RETE FOGNARIA ESISTENTE**

Allo stato attuale parte della rete fognaria mista della zona di Servola scarica all'interno dell'area di progetto, raccogliendo le portate in arrivo dalle seguenti vie:

- Via dei Giardini
- Via G. Pitacco
- Via San Lorenzo Selva.

Le portate in arrivo all'interno dell'area di progetto vengono separate da uno sfioratore, le acque nere vengono sollevate da un impianto (in rosso nell'immagine seguente) e collettate mediante un collettore in pressione (linea gialla) all'impianto di depurazione di Servola, le restanti portate vengono sfiorate e scaricate a mare in corrispondenza dello scarico 2 (linea azzurra).



*Figura 15 Planimetria stato di fatto*

Il mantenimento dell'attuale configurazione comporterebbe:

- la perforazione del setto impermeabile previsto dal progetto con conseguente ingresso di fognatura mista nell'area oggetto di bonifica;
- rischio di aumento delle portate da trattare nel TAF di INVITALIA in seguito a possibili rotture o perdite delle condotte di fognatura mista;
- criticità di natura amministrativa-gestionale per definire vincoli di accessibilità, manutenzione e controllo essendo le aree in parte private

Per risolvere l'interferenza tra le reti fognarie miste esterne e le reti interne si prevede di realizzare un nuovo manufatto di sfioro all'esterno del setto impermeabile che sfiorerà le portate miste in eccesso. Le portate nere verranno collettate in pressione al depuratore di Servola da un



nuovo impianto di sollevamento annesso al nuovo manufatto di sfioro, le portate sfiorate confluiranno a gravità in direzione dello scarico 2 lungo il tracciato della condotta esistente che sarà oggetto di relining.

Le opere da realizzare per risolvere l'interferenza sono riassunte di seguito:

- Manufatto di sfioro: posto al di fuori del setto impermeabile che separa le portate nere da quelle di sfioro in arrivo dalla zona di Servola.
- Impianto di sollevamento: dedicato al sollevamento delle portate nere da inviare all'impianto di depurazione avente una potenza stimata di 17 kW.
- Condotta in pressione: di diametro stimato di 250 mm e lunghezza circa 700 m che colletta le portate nere al depuratore da posare con tecnologia no-dig; nelle successive fasi di progettazione sarà valutata la possibilità di ricorrere a modalità di posa tradizionali.
- Condotta a gravità: di diametro 200 mm di lunghezza stimata 350 m che intercetta le portate di alcune utenze della collina di Servola che attualmente scaricano all'interno dell'ambito di progetto; la condotta da posare con modalità tradizionali convoglierà a gravità i contributi al nuovo impianto di sollevamento.
- Relining della condotta esistente: la condotta esistente ha dimensioni 120 x 80 cm e necessita di un'attività di svuotamento e di un risanamento interno per tutta la lunghezza. Il risanamento rende a tenuta perfetta l'intera linea. Questo rivestimento, estremamente resistente alla corrosione, crea una superficie particolarmente liscia, riducendo di pochissimo il diametro preesistente e permettendo all'acqua di defluire con minime perdite di carico.

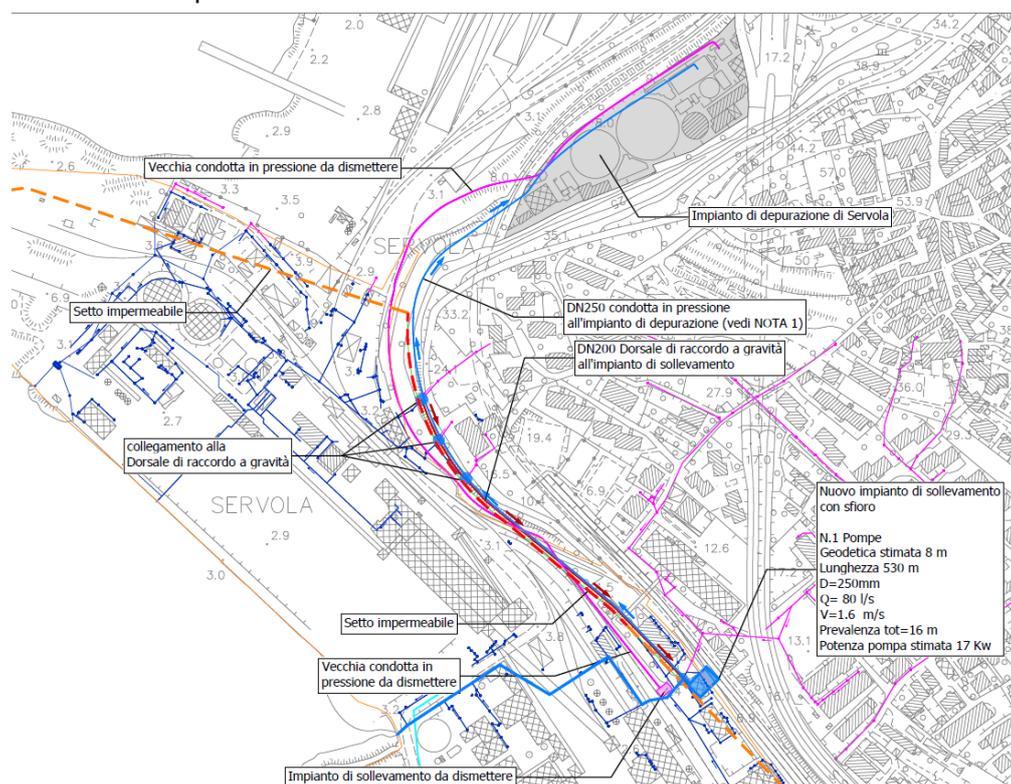


Figura 16 Particolare estratto dalla planimetria delle interferenze: nuovi collettori in pressione e a gravità