



PROVINCIA DI REGGIO EMILIA - Servizio Infrastrutture, Mobilità Sostenibile, Patrimonio ed Edilizia

IL DIRIGENTE: Dott.Ing. Valerio Bussei

IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO: Arch. Francesca Guatteri

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTAZIONE:



RESPONSABILE INTEGRAZIONE
PRESTAZIONI SPECIALISTICHE
Ing. Marcello Mancone

COORDINAMENTO PROGETTAZIONE
Ing. Alessandro Cecchelli

OPERE A VERDE, ASPETTI PAESAGGISTICI E
URBANISTICI
Arch. Maria Cristina Fregni

PROGETTAZIONE OPERE STRADALI
Ing. Alessio Gori

PROGETTAZIONE OPERE IDRAULICHE
Ing. Alessandro Cecchelli

PROGETTAZIONE OPERE STRUTTURALI
Ing. Luciano Viscanti

CANTIERIZZAZIONE E FASI
ESPROPRI ED INTERFERENZE
Ing. Stefano Simonini

PROGETTAZIONE IMPIANTI ELETTRICI
Ing. Francesco Frassinetti

COMPUTI E CAPITOLATI
Geom. Riccardo Moriani

COORD. SICUREZZA IN PROGETTAZIONE
Geom. Stefano Caccianiga

TEAM DI PROGETTO
Ing. Alessandro Nesci
Ing. Stefano Tronconi
Ing. Lorenzo Faeti
Arch. Daniela Corsini
Arch. Valentina Iaia
Ing. Giulio Melosi

ELABORATO

IDROLOGIA E IDRAULICA

Relazione idrologica idraulica

Drenaggio e gestione delle acque di piattaforma

PARTE D'OPERA	DISCIPLINA	DOC. E PROG.	FASE	REV.
PD	ID	RT02	2	2

Cartella	File name	Prot.	Scala	Formato
03	PDIDRT02_22_5010	5010	-	A4

REV.	DESCRIZIONE	Data	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
5					
4					
3					
2	PROGETTO DEFINITIVO - LOTTO 2	SET 2024	G.Melosi	A.Cecchelli	M.Mancone
1	EMISSIONE IN RISCONTRO ALLE RICHIESTE DI INTEGRAZIONI IN FASE DI PAUR	SET 2021	G.Melosi	A.Cecchelli	M.Mancone
0	EMISSIONE	DIC 2020	G.Melosi	A.Cecchelli	M.Mancone

SOMMARIO

1	PREMESSA.....	2
2	INQUADRAMENTO IDROGRAFICO DELL'AREA.....	3
3	ELENCO DEI RIFERIMENTI NORMATIVI.....	5
4	OBIETTIVI E CRITERI DELLA PROGETTAZIONE.....	6
5	ANALISI IDROLOGICA.....	7
5.1	ANALISI STATISTICA: CURVE DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA.....	7
5.1.1	LSPP per durate superiori ai 60 minuti.....	8
5.1.2	LSPP per durate inferiori ai 60 minuti.....	8
6	OPERE PER IL DRENAGGIO DELLE ACQUE DI PIATTAFORMA.....	11
6.1	DETERMINAZIONE DELL'INTERASSE DELLE CADITOIE.....	11
6.2	DIMENSIONAMENTO DEI COLLETTORI.....	12
6.3	DIMENSIONAMENTO IMPIANTI PER IL TRATTAMENTO DELLE ACQUE DI PRIMA PIOGGIA.....	14
7	BACINI DI LAMINAZIONE.....	23
7.1	DIMENSIONAMENTO DEI BACINI.....	23
7.2	RIEPILOGO DEI RISULTATI.....	Errore. Il segnalibro non è definito.

1 PREMESSA

La presente “*Relazione Idrologica e Idraulica – Drenaggio e gestione delle acque di piattaforma*” riguarda le scelte tipologiche e progettuali, il dimensionamento e la verifica delle opere idrauliche per il drenaggio delle acque meteoriche di piattaforma previste a servizio del nuovo asse viario di collegamento tra le località di Fogliano, Due Maestà ed il raccordo all’esistente SP114.

Tali opere sono finalizzate alla raccolta delle acque intercettate dalla nuova piattaforma stradale, il collettamento delle stesse mediante un sistema “chiuso” verso impianti di trattamento delle acque di prima pioggia e la laminazione delle portate in modo da recapitare nel reticolo idrografico superficiale rilasci meteorici compatibili con i limiti prefissati allo scarico.

L’inquadramento generale delle opere appena introdotte è schematizzato negli elaborati grafici PDIDB001_22_5010, in riferimento al Lotto 2 di progetto, oggetto del presente appalto.

Per quanto riguarda la compatibilità idraulica dell’infrastruttura ai sensi delle vigenti normative in termini di pericolosità e rischio idraulico si rimanda all’elaborati specifico PDIDRT03_22_5010 - Relazione di compatibilità idraulica ai sensi della DGR 1300/2016.

Per le valutazioni, il dimensionamento e le verifiche delle opere idrauliche atte a risolvere le interferenze con il reticolo idrografico superficiale principale e secondario si rimanda invece al documento PDIDRT01_22_5010 “Relazione idrologica e idraulica - Gestione delle interferenze con il reticolo idrografico”.

La presente relazione è stata condotta in osservanza alle raccomandazioni e prescrizioni formulate dal Consorzio di Bonifica dell’Emilia Centrale (CBEC) nel corso della procedura di “*Definizione dei contenuti dello Studio di Impatto Ambientale (Scoping)*” ai sensi dell’art 21 del D.Lgs n. 152/2006 e dell’art 14 della L.R 4/2018, con particolare riferimento ai passaggi di cui si riporta stralcio:

“Tali elaborati saranno volti a individuare gli scarichi diretti o indiretti in corpo idrico superficiale in gestione allo scrivente Ente e dimostrare il rispetto dell’invarianza idraulica.

*Le tubazioni di scarico dovranno essere dimensionate in modo che il flusso in uscita non superi i **20 l/s*ha** di superficie complessiva scolante (salvo limiti più restrittivi da valutarsi in base al recettore). L’eccedenza di portata in arrivo, calcolata per tempi di ritorno di 100 anni, dovrà essere laminata.”*

2 INQUADRAMENTO IDROGRAFICO DELL'AREA

L'intervento di cui alla presente prevede la realizzazione di un nuovo asse viario di collegamento tra le località Fogliano e Due Maestà nel Comune di Reggio Emilia. Il nuovo tracciato inizia dal raccordo con la SP114 per poi inoltrarsi, parallelamente alla ferrovia, in direzione sud verso le località Due Maestà e Fogliano ed infine raccordarsi con l'esistente SP467.

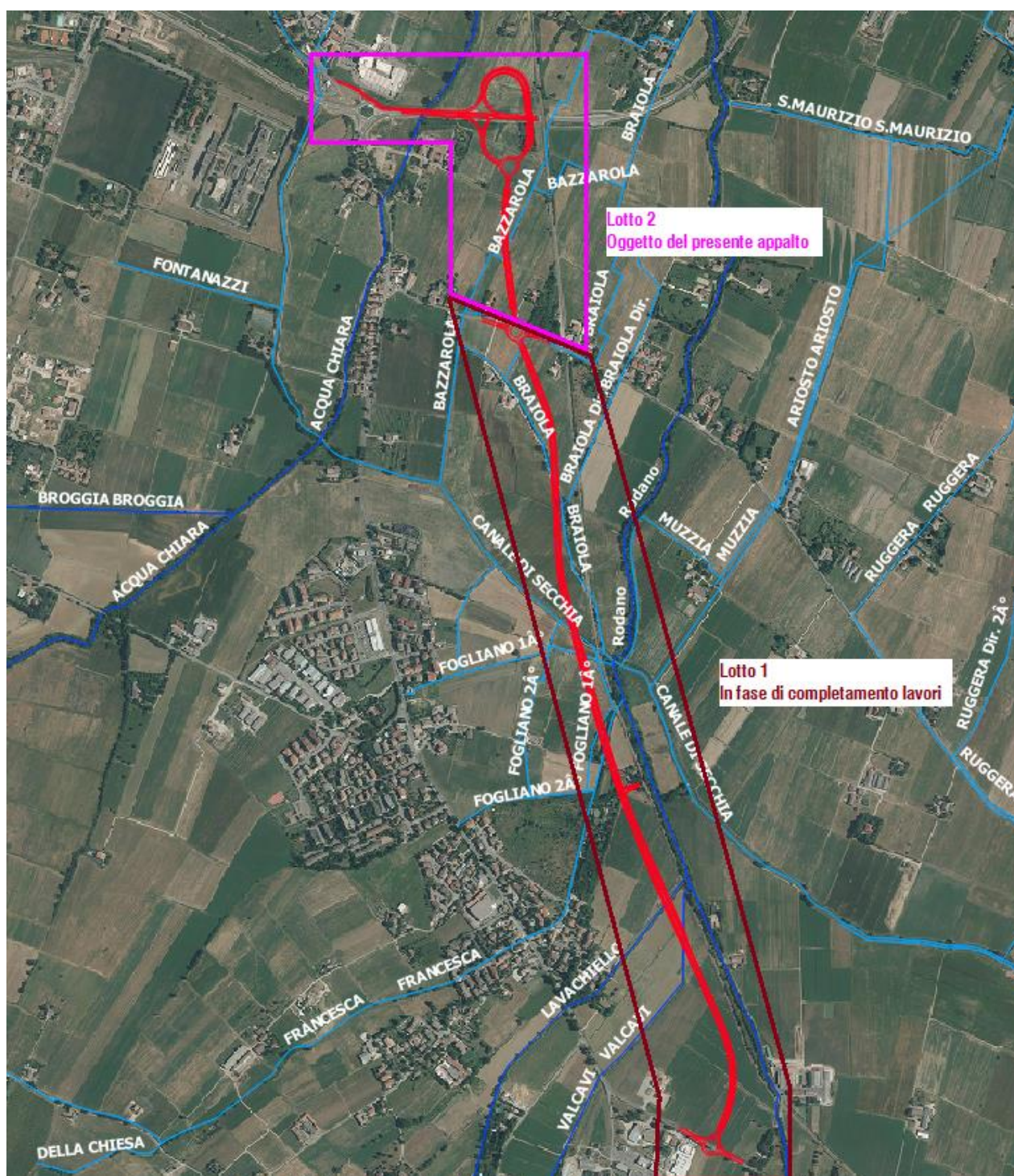


Figura 2.1 – Inquadramento dell'opera

Il contesto in cui andrà ad inserirsi l'infrastruttura di progetto è una vasta area di pianura ad utilizzo pressoché agricolo. Il territorio difatti, oltre ad essere attraversato da alcuni corsi d'acqua naturali è caratterizzato dalla presenza di una fitta rete di canali artificiali di bonifica e di irrigazione.

Il reticolo idrografico interferente con l'asse viario di progetto riportato in Figura 2.1 risulta in gestione all'ente Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale.

3 ELENCO DEI RIFERIMENTI NORMATIVI

- **Decreto 17 gennaio 2018** “Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni”
- **Circolare 21 gennaio 2019**, n. 7 C.S.LL.PP “Istruzioni per l’applicazione dell’«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018”
- **R.D. 25-7-1904 n. 523** “Testo unico delle disposizioni di legge intorno alle opere idrauliche delle diverse categorie”
- **DECRETO LEGISLATIVO 3 aprile 2006, n. 152** (Norme in materia ambientale)
- **DECRETO 4 aprile 2014** “Norme Tecniche per gli attraversamenti ed i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto”
- **DELIBERA DELLA GIUNTA REGIONALE 9 giugno 2003, n. 1053** (Direttiva concernente indirizzi per l’applicazione del d.lgs11 maggio 1999, n. 152 come modificato dal D.Lgs. 18 agosto 2000, n. 258 recante disposizioni in materia di tutela delle acque dall’inquinamento)
- **DELIBERA DELLA GIUNTA REGIONALE 14 febbraio 2005, n. 286** (Direttiva concernente indirizzi per la gestione delle acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne (art. 39, DLgs 11 maggio 1999, n. 152)
- **DELIBERA DELLA GIUNTA REGIONALE 18 dicembre 2006, n. 1860** (Linee guida di indirizzo per la gestione acque meteoriche di dilavamento e acque di prima pioggia in attuazione della deliberazione G.R. n. 286 del 14/2/2005)
- **Direttiva comunitaria 2007/60/CE** (cd. ‘Direttiva Alluvioni’)
- **Decreto Legislativo 23 febbraio 2010 n.49** “Attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni”
- **Decreto Legislativo 10 dicembre 2010, n. 219** “Attuazione della direttiva 2008/105/CE relativa a standard di qualità ambientale nel settore della politica delle acque”
- **DGR 1587 del 26 ottobre 2015** “Approvazione delle linee guida regionali per la riqualificazione integrata dei corsi d'acqua naturali dell'Emilia-Romagna”
- **Deliberazione C.I. n. 2 del 3 marzo 2016** “Approvazione del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni del Distretto Idrografico del fiume Padano (PGRA)”
- **DGR 1300 del 1 agosto 2016**: prime disposizioni regionali concernenti l’attuazione del piano di gestione del rischio di alluvioni nel settore urbanistico, ai sensi dell’art. 58 elaborato n. 7 (norme di attuazione) e dell’art. 22 elaborato n. 5 (norme di attuazione) del progetto di variante al PAI e al PAI Delta adottato dal Comitato Istituzionale Autorità di Bacino del fiume Po con deliberazioni n. 5/2015.
- **Norme UNI** in materia di collettori di fognatura e sistemi di raccolta e smaltimento acque meteoriche
- **Norma UNI EN 858-1:2005** “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”

4 OBIETTIVI E CRITERI DELLA PROGETTAZIONE

Il presente progetto idraulico prevede il dimensionamento di opere adeguate al drenaggio, la raccolta e il trattamento delle acque di piattaforma. Inoltre, stante la mancanza di un corpo idraulico superficiale di dimensioni adeguate al recapito diretto delle portate uscenti dal sistema di drenaggio della piattaforma, è prevista la realizzazione di sistemi di laminazione.

Il dimensionamento e la verifica delle opere idrauliche sono stati sviluppati con riferimento ai seguenti tempi di ritorno:

- Collettori di drenaggio della piattaforma e interasse caditoie: TR = 25 anni;
- Impianti di trattamento per le acque di prima pioggia: pioggia di riferimento pari a 5mm in 15 min per le vasche di trattamento e TR = 25 anni per le tubazioni di adduzione, di scarico e per il sistema di by-pass della portata;
- Bacini di laminazione: TR = 100 anni.

I criteri per la verifica idraulica dei manufatti sono i seguenti:

- Collettori: verifica in condizioni di moto uniforme, effettuata confrontando la portata di progetto con la portata massima smaltibile, calcolata con il metodo cinematico. Ai fini di una buona progettazione è stato considerato un grado di riempimento massimo del 50% per collettori di diametro inferiore a 400mm e pari al 70% per diametri maggiori o uguali a 400mm;
- Caditoie: interasse determinato imponendo che a fronte di uno scroscio di pioggia, la vena liquida defluente sulla piattaforma sia contenuta all'interno della sola banchina (larghezza = 1.50m) in modo tale che non si crei un velo d'acqua sulle corsie di scorrimento e sia mitigato il fenomeno di acquaplaning;
- Bacini di laminazione: verifica del volume massimo necessario a laminare le portate in arrivo dal sistema di drenaggio delle acque meteoriche di piattaforma a fronte di una portata massima uscente verso i recapiti finali pari a 20 l/s per ogni ettaro di superficie drenata (salvo casi specifici per i quali può rendersi necessario un limite di scarico inferiore);

5 ANALISI IDROLOGICA

In questo capitolo si espone la metodologia che ha portato allo sviluppo delle curve di possibilità pluviometrica per la determinazione degli input idrologici nella modellazione cinematica che ha portato al dimensionamento dei collettori della rete di drenaggio della piattaforma stradale e dei bacini di laminazione.

5.1 ANALISI STATISTICA: CURVE DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA

Innanzitutto è necessario fare una distinzione tra le linee segnalatrici di possibilità pluviometrica che saranno utilizzate per il dimensionamento di:

- Rete di drenaggio della piattaforma stradale: LSPP caratterizzate da durate brevi ed intense, riferite ad eventi pluviometrici di durata nettamente inferiore ai 60 minuti, che tendono a massimizzare le portate di picco degli idrogrammi utilizzati come input idrologici;
- Bacini di laminazione: LSPP caratterizzate da lunghe durate che massimizzano i volumi di pioggia precipitata.

In linea generale, le curve di possibilità pluviometriche a cui fare riferimento per la modellazione idraulica in queste aree sono quelle:

- pubblicate dall'Autorità di Bacino del Fiume Po, desumibili dalla Tabella 1 allegata alla "Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica" del "Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico";
- suggerite dal Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale, relative allo studio del 2009 del Prof. A.Marinelli condotto sui canali consortili;

Di seguito sono riportate entrambe le tabelle:

Tabella 1 – Curve di possibilità pluviometrica – AdB Po

Tabella 1: curve di probabilità pluviometrica nelle stazioni di misura		T = 20 anni		T = 100 anni		T = 200 anni		T = 500 anni	
Cod.	Stazione di misura Denominazione	a	n	a	n	a	n	a	n
		1885	Reggio Emilia	48.24	0.249	62.71	0.244	68.90	0.242

Tabella 2 – Curve di possibilità pluviometrica – Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale

Tempo di ritorno T	Alta pianura		Media pianura		Bassa pianura	
	a	n	a	n	a	n
25	51.44	0.21	58.93	0.23	69.09	0.17
50	57.50	0.21	66.21	0.23	78.16	0.16
100	63.50	0.21	73.44	0.23	87.16	0.16

5.1.1 LSPP per durate superiori ai 60 minuti

I parametri delle curve di possibilità pluviometrica mostrati precedentemente risultano essere ben predisposti per il dimensionamento dei bacini di laminazione in quanto sviluppati per durate di pioggia superiore ai 60 minuti. In particolare sono stati scelti i parametri forniti dal Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale per un duplice motivo: in primo luogo è l'ente che ha richiesto specificatamente la realizzazione di sistemi di laminazione, inoltre, tra le due curve mostrate, le seconde risultano essere più cautelative.

Dunque, i parametri delle linee segnalatrici di possibilità pluviometrica utilizzati per il dimensionamento dei bacini di laminazione, riferiti ad un tempo di ritorno pari a 100 anni, ed via cautelativa al contesto di Bassa Pianura, sono:

a = 87.160

n = 0.160

5.1.2 LSPP per durate inferiori ai 60 minuti

A differenza del dimensionamento dei bacini di laminazione, le curve appena mostrate poco si addicono ad una modellazione idraulica caratterizzata da bassi tempi di corrivazione, come quella sviluppata per il dimensionamento dei collettori della rete di drenaggio delle acque di piattaforma, poiché risulterebbero estremamente cautelative. Inoltre le curve di probabilità pluviometrica sopra riportate fanno riferimento a dati storici non aggiornati, si è ritenuto pertanto, per verifica e completezza di trattazione, accompagnarle ad un'analisi statistica attualizzata ai dati pluviometrici ad oggi disponibili; sono state pertanto acquisite le precipitazioni orarie registrate presso il pluviometro di Reggio Emilia nel periodo 1988 - 2019.

Il modello statistico-probabilistico adottato per questo studio fa riferimento alla distribuzione del valore estremo EV1 o di Gumbel.

Di seguito si riportano i valori massimi annuali delle altezze di pioggia registrate dal 1988 al 2019 nel pluviometro di riferimento.

Tabella 3 – Valori massimi annuali altezze di pioggia

ANNO	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
1988	7.8	11.6	18.2	25.8	25.8
1989	17.8	20.8	25.4	40	55.6
1990	43.6	54.2	69.4	122.4	143.2
1991	20.4	23.4	26.4	50.6	74
1992	22.8	44.4	50	52.8	96.6
1993	41.8	41.8	41.8	41.8	58.4
1994	25	32.2	45	49.2	72.8
1996	13.6	19	27.6	37.8	65.4
1997	14.2	28.4	30.8	33.6	34.6
1998	10.6	14.6	22.4	31.4	32.2
1999	17.2	33.2	50.2	87.8	130.8
2000	17.4	27.6	42	49.4	52.6
2001	15.6	30.2	36.6	36.6	39.8
2002	26.6	38.4	51.6	51.8	52
2004	39.2	57.6	60	60.6	61.6
2005	16.2	20.2	22.6	33.2	57
2006	20	26.4	28	33.6	39.2
2007	17.8	24.2	32.6	38.6	65.6
2008	48.4	70.6	70.6	70.8	70.8
2009	30.6	35.8	35.8	35.8	40
2010	12.6	30	36.8	48.6	57.2
2011	14.8	30.4	32.6	43.8	56.2
2012	14.2	24.4	29.2	47.8	51
2013	16	18.2	33.8	45.2	59
2014	32.2	48	59.2	68.6	72
2015	16	28	28	36.4	42
2016	24.8	35.2	41	41	41
2017	22.4	23.4	28.6	55.2	67.6
2018	32	33.2	39.6	44.4	44.4
2019	24	33	47.6	64	74.6

I dati appena mostrati sono stati utilizzati per l'applicazione di analisi di frequenza statistica, basata sulla metodologia di Gumbel per il calcolo dei parametri α ed n delle LSPP. Infine è stata applicata la formulazione empirica di Bell al fine di individuare le altezze di pioggia per durate inferiori ai 60 minuti.

Di seguito si riportano le procedure appena introdotte.

Metodologia di Gumbel

Il metodo consiste nel calcolare inizialmente i due parametri α e u con le seguenti formule:

$$\alpha = \frac{\sqrt{6} s}{\pi}$$

$$u = m - 0.5772 \alpha$$

dove m e s sono rispettivamente la media e la deviazione standard dei valori massimi annuali per ciascuna durata.

Con questi due valori, è possibile calcolare per ciascuna durata e per ciascun tempo di ritorno Tr l'altezza di pioggia con la seguente formula

$$h = u + \alpha \left(-\ln \left(\ln \left(\frac{Tr}{Tr - 1} \right) \right) \right)$$

Infine, con una regressione logaritmica si ricavano i valori dei parametri a ed n per ciascun tempo di ritorno.

I valori di a ed n determinati per il tempo di ritorno pari a 25 anni sono:

$a = 42.115$

$n = 0.299$

Formula di Bell

La formula empirica di Bell (Generalized Rainfall Duration Frequency Relationship” – Journal of the Hydraulics Division – Proceedings of American Society of Civil Engineers – volume 95, issue 1 – gennaio 1969) permette di individuare l'altezza di pioggia per durate inferiori ai 60 minuti utilizzando come input l'altezza di pioggia oraria.. Bell ha osservato che i rapporti tra le altezze di durata τ molto breve ed inferiori all'ora e l'altezza oraria sono relativamente poco dipendenti dalla località in cui si verificano, difatti tale formula viene utilizzata a livello globale.

La formula risulta essere:

$$\frac{h_{\tau,TR}}{h_{60,TR}} = 0.54 \tau^{0.25} - 0.50$$

Come pioggia oraria di riferimento è stata presa quella risultante dall'analisi di frequenza statistica di Gumbel, ossia **42.115 mm**.

Applicando la formula sono state quindi calcolate le altezze di pioggia per durate da 5 a 60 minuti, riportate in seguito in forma tabellare:

durata [min]	h [mm]
5	12.9
10	19.4
15	23.7
20	27.0
30	32.2
60	42.2

Di questi valori è stata eseguita una regressione lineare su una scala logaritmica, al fine di individuare i parametri a ed n delle LSPP per durate inferiori all'ora per un tempo di ritorno di 25 anni, che risultano essere:

$a = 44.181$

$n = 0.473$

6 OPERE PER IL DRENAGGIO DELLE ACQUE DI PIATTAFORMA

Lo smaltimento delle acque di piattaforma avviene secondo un sistema di drenaggio di tipo “chiuso” mediante il collettamento e trattamento delle acque meteoriche in collettori ed impianti dedicati.

Il sistema di smaltimento delle acque di piattaforma è composto da:

- Caditoie di raccolta delle acque di piattaforma collocate ad interasse compreso tra 15 m e 30 m;
- Collettori che raccolgono l'acqua intercettata dalle caditoie e la convogliano alle vasche di trattamento. I collettori corrono sotto la piattaforma stradale, parallelamente ad essa. In corrispondenza dell'impianto, i collettori escono dalla piattaforma al piede del rilevato, ad una quota idraulicamente compatibile con il corretto funzionamento a gravità dell'impianto e del rilascio al recapito;
- Impianti di trattamento per acque di prima pioggia che prevedono i trattamenti di dissabbiatura e disoleatura. Gli impianti di trattamento sono composti da vasche monoblocco all'interno delle quali si susseguono:
 - Pozzetto by-pass dotato di due sfioratori, che separa l'acqua di prima pioggia dall'acqua di seconda pioggia;
 - Vasca di sedimentazione per la dissabbiatura a gravità delle acque di prima pioggia;
 - Vasca di disoleazione provvista di filtro a coalescenza;
 - Pozzetto di confluenza e prelievo campioni.

6.1 DETERMINAZIONE DELL'INTERASSE DELLE CADITOIE

Il dimensionamento dell'interasse da assegnare alle caditoie, viene determinato imponendo che a fronte di uno scroscio di pioggia con tempo di ritorno di 25 anni, la vena liquida sia contenuta in ogni caso entro la sola banchina, di larghezza 1,50 m, in modo che non si crei sulla corsia di scorrimento un velo idrico che potrebbe indurre a fenomeni di acquaplaning.

L'interasse B [m] degli imbocchi delle caditoie è valutato con la seguente formula:

$$B = \frac{Q_{\max}}{q_0}$$

dove q_0 [l/s] è la massima portata convogliabile dal margine della pavimentazione, calcolata col metodo razionale, assumendo un tempo di corrivazione di 5 minuti e un coefficiente di deflusso pari a 0.9, mentre Q_{\max} [l/s] è la massima portata convogliabile dal margine della pavimentazione. La portata smaltita al margine della pavimentazione può essere calcolata nell'ipotesi di moto uniforme con la formula di Chézy:

$$Q = K_s A R^{2/3} s_L^{1/2}$$

dove K_s [$m^{1/3}/s$] è il coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler, assunto in questo caso pari a 70, A [m^2] è l'area bagnata della sezione liquida, R [m] è il raggio idraulico corrispondente e s_L [m/m] è la pendenza longitudinale della strada.

I valori di interasse B calcolati sono stati discretizzati in 10, 20 e 30 m con un interasse minimo di 10 m nei tratti a bassissima pendenza. L'interasse massimo è fissato pari a 30 m per tutto il tracciato.

Ogni caditoia è provvista di un pozzetto di raccolta e di ispezione dei collettori.

Nell'allegato A sono mostrati i risultati del calcolo dell'interasse delle caditoie/embrici.

6.2 DIMENSIONAMENTO DEI COLLETTORI

I collettori sono stati dimensionati confrontando la portata di progetto con la portata massima smaltibile dalle tubazioni.

Le tubazioni previsto sono di tipo in polietilene ad alta densità, corrugate esternamente e lisce all'interno, di categoria SN 8 kg/mq.

TIPOLOGICO RETE DI DRENAGGIO - SEZ. ASSE PRINCIPALE
 scala 1:50

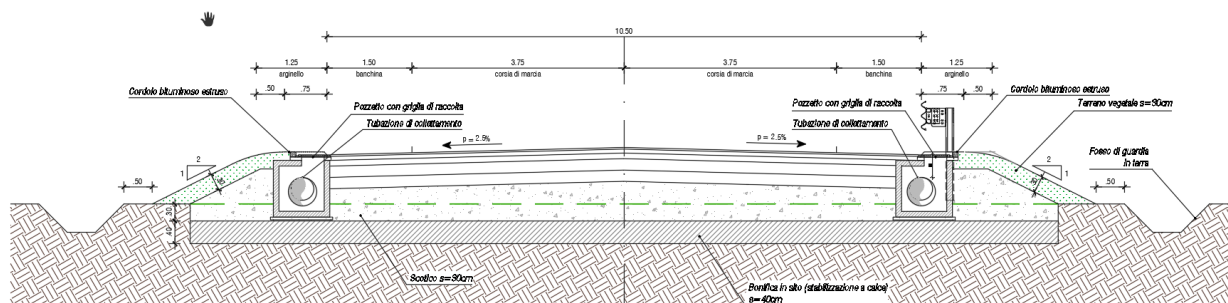


Figura 6.1 – Sezione tipo – idraulica di piattaforma

La carreggiata di progetto ha una superficie pavimentata di 10.50 m, con pendenza longitudinale e trasversale variabile. La portata per unità di lunghezza scolante dalla carreggiata è stata calcolata in ogni sezione stradale e ne è stata calcolata la cumulata per ogni tratto elementare in cui si mantengono costanti le caratteristiche geometriche (pendenza longitudinale, trasversale).

La portata di deflusso della piattaforma stradale è stata calcolata con il metodo cinematico, ad ogni intervallo tra due sezioni stradali, calcolata con la seguente formula:

$$Q = \frac{C A h}{t}$$

dove:

C = coefficiente di deflusso, assunto pari a 0.9 per la piattaforma stradale e 0.3 per le scarpate in terra

A = superficie drenante

h = altezza di pioggia, calcolata come at^n

t = tempo di corrivazione

Secondo il metodo cinematico, le condizioni critiche si verificano quando il tempo di pioggia t risulta pari al tempo di corrivazione t_c . La durata di pioggia critica per il generico bacino è stata determinata con la seguente formula

$$T_c = T_e + T_p$$

Dove T_c è la durata critica di pioggia; T_e è il “tempo di afflusso o di entrata” in rete, ossia il tempo massimo necessario alle gocce di pioggia per raggiungere la rete di drenaggio dal punto di caduta (il “tempo di entrata” è funzione generalmente della densità della rete di drenaggio e della natura delle superfici scolanti); infine T_p è il “tempo di traslazione” lungo i rami costituenti il percorso idraulicamente più lungo (“asta principale”).

Il tempo di traslazione T_p alla generica sezione può essere valutato con la seguente relazione:

$$T_p = \sum_{i=1}^N \frac{l_i}{v_i}$$

dove:

- N = numero dei tronchi della rete a monte della generica sezione, facenti parte dell'asta principale;
- l_i = lunghezza del tronco i-esimo;
- v_i = velocità del tronco i-esimo.

Poste le lunghezze dei collettori e le velocità che si instaurano al loro interno, è plausibile assumere il tempo di traslazione pari a 2.-3 minuti.

Il valore del tempo di afflusso T_e valutato con le formule generalmente proposte in letteratura risulta molto piccolo, (2-3 minuti) per via della massima distanza tra le caditoie.

Per tale motivo, il tempo di corrivazione, verrà considerato ragionevolmente pari a 5 minuti.

Dipendentemente dal tratto interessato alla progettazione, la superficie drenante è pari alla distanza tra due sezioni stradali per la larghezza dell'intera piattaforma nei tratti in rettilineo o per la larghezza di metà piattaforma nei tratti in curva.

La massima portata smaltibile è stata calcolata nell'ipotesi di moto uniforme con la formula di Chézy:

$$Q = k_s A R^{\frac{2}{3}} s_L^{\frac{1}{2}}$$

dove K_s [$m^{1/3}/s$] è il coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler (assunto pari a 90), A [m^2] è l'area bagnata della sezione della tubazione, R [m] è il raggio idraulico corrispondente e s_L [m/m] è la pendenza longitudinale della livelletta stradale.

I risultati dei calcoli delle tubazioni sono riportati nell'Allegato A alla presente relazione.

6.3 DIMENSIONAMENTO IMPIANTI PER IL TRATTAMENTO DELLE ACQUE DI PRIMA PIOGGIA

Inquadramento generale

La gestione delle acque di prima pioggia è una delle componenti fondamentali della tutela dei corpi idrici ricettori. Tali acque, infatti, costituiscono il veicolo attraverso cui un significativo carico inquinante costituito da sostanze disciolte, colloidali e sospese, comprendente metalli pesanti, composti organici ed inorganici, viene scaricato nei corpi idrici ricettori nel corso di rapidi transitori. Esse necessitano pertanto di opportuni trattamenti al fine di assicurare la salvaguardia degli ecosistemi acquatici.

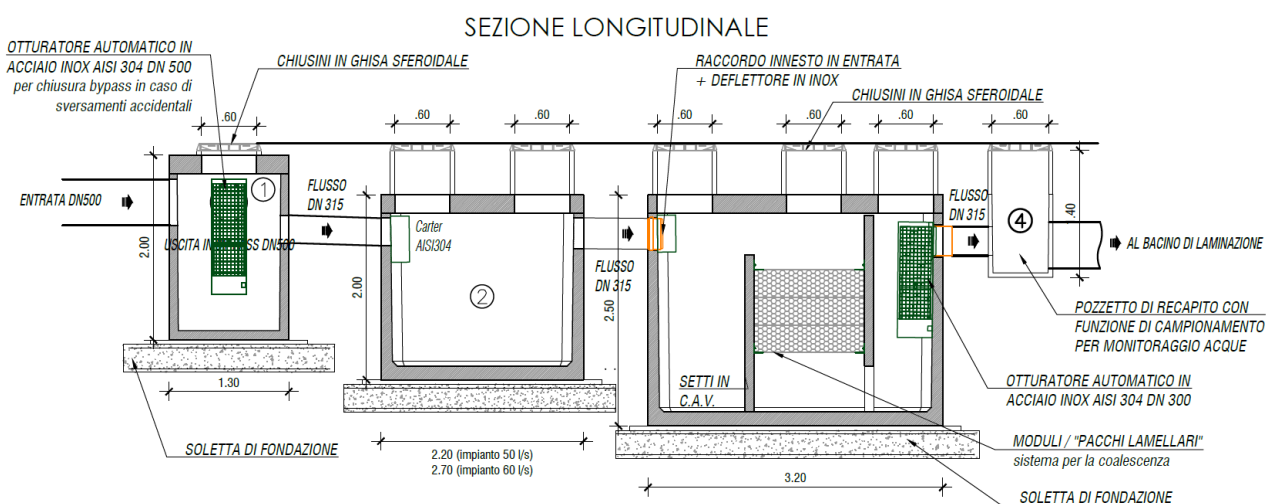


Figura 6.2 – Sezione tipo – Impianto di trattamento AMPP

Le principali sostanze inquinanti legate al traffico derivano dall'abrasione del manto stradale, del consumo delle gomme, dei ferodi dei freni, da perdite di liquidi, da emissioni di combustioni, da perdite di merci trasportate, da immondizie e materiali di varia natura gettati sul manto stradale e trasportate, in occasione degli eventi meteorici, in sospensione o soluzione direttamente al recapito finale. Studi scientifici sulla qualità delle acque di prima pioggia hanno chiaramente mostrato l'elevato carico inquinante che tali acque contengono e che trasferiscono ai corpi idrici superficiali se non opportunamente trattate.

- *DELIBERA DELLA GIUNTA REGIONALE 14 febbraio 2005, n. 286 (Direttiva concernente indirizzi per la gestione delle acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne (art. 39, DLgs 11 maggio 1999, n. 152)*
- *DELIBERA DELLA GIUNTA REGIONALE 18 dicembre 2006, n. 1860 (Linee guida di indirizzo per la gestione acque meteoriche di dilavamento e acque di prima pioggia in attuazione della deliberazione G.R. n. 286 del 14/2/2005)*

Il progetto prevede il trattamento delle acque di prima pioggia lungo tutto il tracciato della viabilità principale. L'acqua raccolta dai collettori che corrono sotto la piattaforma stradale è convogliata agli impianti di trattamento collocati in adiacenza alla strada e in prossimità di un ricettore finale adeguato.

Sono stati previsti lungo il tracciato n.4 impianti di prima pioggia, ciascuno di essi preposto al trattamento dell'acqua proveniente da un tratto di piattaforma stradale di lunghezza variabile da 670m a 890m circa. Il sistema funziona in continuo senza la necessità di opere elettromeccaniche per tutto il tempo necessario fino all'esaurimento dell'evento meteorico. Per maggiori dettagli si rimanda all'elaborato grafico PDIDN001_20_5010 - Particolari opere idrauliche.

Secondo la Delibera della Giunta Regionale 18 dicembre 2006, n. 1860 "*Linee guida di indirizzo per la gestione acque meteoriche di dilavamento e acque di prima pioggia in attuazione della deliberazione G.R. n. 286 del 14/2/2005*" le acque di prima pioggia sono definite come la precipitazione di **cinque millimetri** uniformemente distribuita sull'intera superficie scolante servita dalla rete di drenaggio. Ai fini del calcolo delle portate si stabilisce che tale valore si verifichi in **quindici minuti**. I coefficienti di deflusso si assumono pari ad 1 per le superficie coperte, lastricate od impermeabilizzate ed a 0,3 per quelle permeabili di qualsiasi tipo. escludendo dal computo le superfici agricole e coltivate.

Tale definizione di prima pioggia si traduce nella necessità di trattamento in continuo di 20 mm/h di pioggia che risulta essere inferiore alla portata meteorica relativa ad un evento con tempo di ritorno 25 anni, adottata per il dimensionamento dei collettori di raccolta delle acque di piattaforma.

Verifica tempi di corrivazione e tempi di dilavamento

La distanza tra due impianti deve essere sufficientemente grande da limitare il numero di impianti e sufficientemente ridotta da consentire il trattamento di tutta l'acqua di prima pioggia. Per soddisfare questo secondo requisito, occorre verificare che il tempo di corrivazione di una particella di acqua meteorica che cade sulla sezione stradale più lontana tra quelle di competenza dell'impianto, raggiunga lo stesso entro 15 min, che rappresenta la durata convenzionale dell'evento meteorico che definisce l'acqua di prima pioggia.

Nel caso in esame, il tempo di corrivazione è stato assunto pari a 5 min, come già descritto dettagliatamente al paragrafo 6.2.

Per quanto riguarda il tempo di dilavamento della piattaforma stradale, posto che l'interasse massimo delle caditoie è stato definito pari a 30 metri e che la piattaforma stradale è larga mediamente 10.50m, la massima lunghezza percorsa da una goccia d'acqua sulla piattaforma stradale è poco più di 30m. Dunque, in riferimento alla specificazione g) della DGR n°286 del 2005, di cui si riporta di seguito stralcio, il dilavamento della piattaforma stradale può certamente essere considerato completato entro la durata convenzionale della prima pioggia.

Nei casi in cui il dilavamento delle superfici scoperte, in ragione alle attività che in esse si svolgono ovvero agli usi previsti, può ritenersi completato o esaurito nell'arco di tempo definito per la valutazione delle acque di prima

pioggia (di norma pari a 10 minuti), lo scarico delle acque meteoriche di dilavamento o di lavaggio delle aree esterne degli stabilimenti/insediamenti sopra richiamati in corpo idrico superficiale è consentito [...].

Caratteristiche degli impianti di prima pioggia

Gli impianti previsti in progetto sono del tipo “sistemi di trattamento in continuo”, con trattamento della sola frazione di prima pioggia, dotati quindi di un pozzetto by-pass per la separazione delle acque di prima pioggia da quelle di seconda pioggia, posto immediatamente a monte dell’impianto.

Il sistema by-pass consiste in un pozzetto prefabbricato di dimensioni esterne 1,30mx1,30m ed altezza pari a 2,70m, provvisto di 3 foronomie (ingresso portata meteorica di piattaforma, uscita frazione prima pioggia e uscita frazione di seconda pioggia) le cui dimensioni e la cui mutua posizione vengono tarati in stabilimento e certificati dal produttore, sulla base della portata meteorica in arrivo e della portata di prima pioggia da inviare a trattamento.

All’interno del pozzetto by-pass, in corrispondenza dell’uscita della seconda pioggia sarà installato un dispositivo automatico di chiusura a galleggiante attivato dal liquido leggero accumulato, come meglio illustrato nel successivo paragrafo “*Presidio contro gli sversamenti accidentali*”.

Più nello specifico ed in riferimento alla norma UNI EN 858, i sistemi di trattamento previsti sono di tipo S-II-I-P, dotati quindi di dissabbiatore/sedimentatore a gravità per i fanghi (S), separatore a coalescenza per liquidi aventi contenuto massimo ammissibile di olio residuo pari a 5,0mg/l (II-I) e pozzetto di ispezione/prelievo campioni (P).

Essendo elementi interamente prefabbricati questi sono dimensionati, testati e certificati dal produttore in conformità alla norma UNI EN 858, sulla base della capacità di trattamento richiesta (NS); si riportano comunque per completezza a seguire i passaggi normativi di riferimento per il dimensionamento dei vari componenti.

Come riportato all’interno della norma UNI EN 858, il dimensionamento dei separatori di liquidi leggeri deve essere basato sulla natura e sulla portata dei liquidi da trattare, tenendo conto di quanto segue:

- portata di prima pioggia;
- massa volumica del liquido leggero;
- presenza di sostanze che possono impedire la separazione (per esempio detergenti);

Le dimensioni del separatore devono essere calcolate dalla formula seguente:

$$NS = (Q_r + f_x Q_s) f_a$$

dove:

- NS rappresenta le dimensioni nominali del separatore;
- Q_r è la portata meteorica in l/s da trattare ovvero nel caso specifico la sola frazione di prima pioggia Q_{pp} ;
- Q_s è la portata massima delle acque reflue, in l/s. Nel caso in esame si considera $Q_s=0$ dal momento che le portate inviate a trattamento sono esclusivamente di natura meteorica;

- f_d è il fattore di massa volumica per il liquido leggero, che permette di considerare le diverse masse volumiche di liquidi leggeri utilizzando combinazioni diverse dei componenti del sistema secondo la tabella riportata al punto 4.3.2.2 della UNI EN 858-2:

Fattori di massa volumica f_d

Massa volumica g/cm ³	fino a 0,85	da 0,85, escluso, fino a 0,90	da 0,90, escluso, fino a 0,95
Combinazione	Fattore di massa volumica f_d		
S-II-P	1	2	3
S-I-P	1 ^{a)}	1,5 ^{a)}	2 ^{a)}
S-II-I-P	1 ^{b)}	1 ^{b)}	1 ^{b)}
a)	Solo per separatori di classe I che funzionano per gravità, utilizzare f_d per un separatore di classe II.		
b)	Per separatori di classe I e classe II.		

Gli impianti previsti in progetto sono del tipo S-II-I-P, pertanto il fattore di massa volumica assunto è pari a 1 a prescindere dalla scelta della massa volumica dei liquidi leggeri da trattare.

Per tutto quanto sopra riportato la formulazione iniziale, nel caso specifico, si traduce in una equivalenza tra capacità di trattamento dell'impianto e portata di prima pioggia, ovvero:

$$NS = Q_{pp}$$

La portata di prima pioggia Q_{pp} è calcolabile semplicemente come:

$$Q = \Phi A i$$

dove Φ coefficiente di deflusso è posto pari a 1 (superfici drenanti impermeabili), i è l'intensità di prima pioggia espressa in l/s, quindi 0.0056 l/s (corrispondente a 20mm/h) e A la superficie drenata.

La capacità nominale di trattamento (NS) scelta per ciascuno dei n.4 impianti a partire dalla portata di calcolo della prima pioggia (Q_{pp}) ed i relativi volumi utili per ciascun elemento inserito in progetto, vengono riassunti di seguito in forma tabellare:

Tabella 4 – Capacità di trattamento e volumetrie degli impianti di trattamento

Impianto	Superficie [mq]	Φ	i [mm/h]	Q_{pp} calc [l/s]	NS prog [l/s]	Dissabbiatore		Disoleatore / Dissabbiatore		Volume utile tot. [mc]
						Dim. Est. [cm]	Volume utile [mc]	Dim. Est. [cm]	Volume utile [mc]	
1	9300	1	20	51.7	60	246x270x200	10	246x320x250	16	26
2	9030	1	20	50.2	60	246x270x200	10	246x320x250	16	26
3	8190	1	20	45.5	50	246x220x200	8	246x320x250	16	24
4	7025	1	20	39.0	50	246x220x200	8	246x320x250	16	24

Ai volumi utili complessivi sopra determinati sono da aggiungere a rigore circa 2mc di capacità del pozzetto by-pass, presente immediatamente a monte di ciascun impianto.

Si precisa che in sede di definizione dimensionale degli impianti, si è tenuto conto, in rispondenza al punto 4.4 della norma UNI EN 858-2, che il volume utile del disoleatore deve comprendere anche una quota parte per accumulo fanghi (volume minimo del sedimentatore), determinabile secondo il seguente prospetto:

Quantità di fango prevista, per esempio:		Volume minimo del sedimentatore
Nessuna	- condensato	Non richiesto
Ridotta	- acque reflue di trattamento con volume di fango definito - tutte le aree di raccolta dell'acqua piovana in cui sono presenti piccole quantità di limo prodotto dal traffico o similari, vale a dire bacini di raccolta in aree di stoccaggio carburante e stazioni di rifornimento coperte	$\frac{100 \cdot NS}{f_d}$ a)
Media	- stazioni di rifornimento, autolavaggi manuali, lavaggio di componenti - aree di lavaggio bus - acque reflue da garage, aree di parcheggi veicoli - centrali elettriche, impianti e macchinari	$\frac{200 \cdot NS}{f_d}$ b)
Elevata	- impianti di lavaggio per veicoli da cantiere, macchine da cantiere, macchine agricole - aree di lavaggio autocarri	$\frac{300 \cdot NS}{f_d}$ b)
	- autolavaggi automatici, vale a dire self-service	$\frac{300 \cdot NS}{f_d}$ c)
a) Non per separatori uguali o minori di NS 10, salvo per autoparcheggi coperti. b) Volume minimo dei sedimentatori 600 l. c) Volume minimo dei sedimentatori 5 000 l.		

Figura 3 – Volume minimo del sedimentatore interno al disoleatore (punto 4.4 UNI EN 858)

Assumendo per il caso specifico una quantità “Ridotta” di fango, trattandosi di dilavamento stradale, e, come indicato precedentemente, un fattore f_d pari a 1, risulta che il “volume minimo di accumulo fanghi” deve essere pari a 5mc per impianti con capacità di trattamento 50l/s, e 6mc per quelli con NS pari a 60l/s; in entrambi i casi tale volume di accumulo è ampiamente ricompreso all’interno del volume utile del disoleatore, pari a 16mc per entrambe le tipologie di impianto previste in progetto.

Presidio contro gli sversamenti accidentali

Sulla base di quanto sopra esposto, ciascun impianto di trattamento offre un volume utile complessivo pari a 26mc per impianti con capacità di trattamento pari a 50l/s e 28mc per impianti con capacità di trattamento pari a 60l/s; tale volumetria è adeguata, all’occorrenza, anche come presidio idraulico in caso di sversamento accidentale, dal momento che sempre in conformità alla norma UNI EN 858, il disoleatore è dotato di dispositivo di chiusura automatica posizionato in corrispondenza del sifone di scarico; si tratta più esattamente di un otturatore a galleggiante che si chiude in caso di raggiungimento del volume massimo di stoccaggio degli olii.

Pertanto, in caso di incidente stradale con sversamenti sulla piattaforma di combustibili (carburanti, lubrificanti), nel caso arrivino al separatore olii liquidi leggeri non emulsionati con acqua (come invece avviene normalmente con le acque di prima pioggia), l’otturatore a galleggiante si chiude per il repentino riempimento del suo volume di stoccaggio degli olii, determinando l’innalzamento del livello nel comparto di separazione.

L'otturatore automatico installato all'interno del disoleatore può essere calibrato (a richiesta in fase di ordine dell'impianto) per massa volumica del liquido leggero di: 0,85 g/cm³ o 0,90 g/cm³ o 0,95 g/cm³, come previsto dal § 6.5.3 della UNI EN 858-1, di cui si riporta stralcio:

6.5.3 Dispositivi di chiusura automatica

Gli impianti di separazione devono essere dotati di dispositivi di chiusura automatica.

Nota Le autorità locali possono autorizzare l'uso di impianti di separazione privi di dispositivi di chiusura automatica.

I dispositivi di chiusura automatica devono provvedere ad un funzionamento efficace. La chiusura deve essere attivata dal liquido leggero accumulato. Devono essere tenuti in considerazione cambiamenti della portata.

I dispositivi di chiusura automatica devono avere una facile manutenzione. Qualora i dispositivi di chiusura siano attivati da galleggianti, essi devono essere facilmente rimovibili e regolabili, e devono essere calibrati per liquidi leggeri con una massa volumica di 0,85 g/cm³ o 0,90 g/cm³ o 0,95 g/cm³.

Nel presente caso, al fine di impedire il passaggio della maggior parte dei liquidi inquinanti leggeri trasportati su gomma, sarà tarato sul valore di 0,95 g/cm³, come verificabile dalla seguente tabella, Appendice A della norma UNI EN 858-2 che riporta le masse volumiche dei principali liquidi leggeri trasportati su gomma:

TANGENZIALE DI FOGLIANO – DUE MAESTA' - PROGETTO DEFINITIVO
RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA – DRENAGGIO E GESTIONE ACQUE DI PIATTAFORMA

Liquido leggero	Massa volumica a temperatura da 15 °C a 20 °C (g/cm ³)	Separabilità	ζ			Osservazioni	
			S-II-P	S-I-P	S-II-I-P	Solubilità massima in acqua in particolari condizioni	Altro
Amilacetato di acido acetico	0,876	SI	2	1,5	1	2,5 g/l	^{a)}
Etilestere di acido acetico (Etilacetato)	0,9	Limitata	3	2	1	86,0 g/l	Dopo un certo tempo, decomposizione in acido acetico e acqua
Metilacetato di acido acetico	da 0,930 a 0,934	Limitata	3	2	1	292 g/l	^{a)} particolarmente in vani chiusi
n-butil estere dell'acido acetico	0,876	Limitata	2	1,5	1	7 g/l	Dopo un certo tempo, decomposizione in acido acetico e acool etilico
Acetone	0,791	No	-	-	-	Illimitata	-
Olio d'ambra	0,8	SI	1	1	1	-	-
Alcool amilico	0,815	Limitata	1	1	1	27 g/l	Miscele con acqua dannose
Benzene	0,87	SI	2	1,5	1	1,8 g/l	^{a)}
Alcool butilico	0,81	Limitata	1	1	1	90 g/l	^{a)}
Olio di catrame	da 0,86 a 0,89	SI	2	1,5	1	0,2 g/l	-
Olio di cresolo	1,03	No	-	-	-	20 g/l	-
Cicloesano	0,968	No	-	-	-	56,7 g/l	-
Cicloesano	da 0,778 a 0,779	SI	1	1	1	Quasi insolubile	^{a)}
Decalina (decaidro-naftalene)	da 0,870 a 0,896	SI	2	1,5	1	Quasi insolubile	-
Olio combustibile, gasolio	0,85	SI	1	1	1	Quasi insolubile	-
Dietyl etere	0,714	Limitata	1	1	1	75 g/l	Emissione di gas di dietyl etere
Diossano	0,10306	No	-	-	-	Illimitata	^{a)} In caso di concentrazione elevata
Alcool etilico	0,789	No	-	-	-	Illimitata	^{a)} In caso di concentrazione elevata
Etilbutirrato (n-etiletere di acido butirrico)	0,879	Limitata	2	1,5	1	6,2 g/l	^{a)}
Etilmetilchetone	0,805	No	-	-	-	Ben solubile	-
Etilestere di acido formico	da 0,919 a 0,921	Limitata	3	2	1	110 g/l	^{a)}
Metilestere di acido formico	da 0,969 a 0,971	Limitata	3	2	1	3 000 g/l	^{a)}
Olio combustibile, extra leggero	<0,86	SI	1	1	1	Quasi insolubile	-
Olio combustibile, leggero	0,87	SI	2	1,5	1	-	-
Olio combustibile, medio	0,92	SI	3	2	1	-	-
Olio combustibile, pesante	da 0,94 a 0,99	Limitata fino a $\approx 0,96 \text{ g/cm}^3$	3	2	1	Quasi insolubile	-
Benzina pesante	da 0,70 a 0,75	SI	1	1	1	Quasi insolubile	-

Liquido leggero	Massa volumica a temperatura da 15 °C a 20 °C (g/cm ³)	Separabilità	ζ			Osservazioni	
			S-II-P	S-I-P	S-II-I-P	Solubilità massima in acqua in particolari condizioni	Altro
Eptano	0,684	Si	1	1	1	Quasi insolubile	^{a)}
Esano	0,659	Si	1	1	1	Quasi insolubile	^{a)}
Alcool isocamilico	0,813	Limitata	1	1	1	30 g/l	
Alcool isobutilico	0,806	Limitata	1	1	1	95 g/l	^{a)} in giornate calde
Alcool isopropilico	0,785	No	-	-	-	Illimitata	^{a)}
Cherosene (benzina per aviazione)	0,8	Si	1	1	1	-	^{a)} Se esposto alle radiazioni solari
Olio leggero → olio combustibile, leggero							
Benzina leggera → benzina							
Olio di catrame da lignite → olio di catrame							
Olio lubrificante	da 0,89 a 0,9	Si	2	1,5	1	Quasi insolubile	-
Alcool metilico	da 0,790 a 0,791	No	-	-	-	Illimitata	^{a)}
Metilcicloesanololo	da 0,91 a 0,94	Si	3	2	1	-	-
Olio di trementina	da 0,86 a 0,87	Si	2	1,5	1	-	^{a)} in caso di temperature più elevate
Olio di paraffina	da 0,88 a 0,94	Si	3	2	1	Quasi insolubile	-
Pentano	da 0,625 a 0,626	Si	1	1	1	0,36 g/l	^{a)}
Benzina, miscela di marche	da 0,77 a 0,79	Si	1	1	1	-	^{a)}
Benzina di marca	da 0,68 a 0,75	Si	1	1	1	-	^{a)}
Benzina per auto da gara	0,78	Si, ma controllare la formula	1	1	1	-	^{a)}
Petrolio	0,8	Si	1	1	1	Quasi insolubile	-
Olio di pino → olio di trementina							
Etilestere di acido propionico	da 0,889 a 0,891	Si	2	1,5	1	22 g/l	^{a)}
Alcool propilico	0,804	No	-	-	-	Illimitata	-
Propilbutirrato	0,88	Si	2	1,5	1	-0,3 g/l	-
Tetralina (tetraidronaftalene)	da 0,967 a 0,969	Limitata	3	2	1	-	-
Benzina per prove e collaudi	da 0,764 a 0,794	Si	1	1	1	Quasi insolubile	-
Toluene	da 0,866 a 0,867	Si	2	1,5	1	Quasi insolubile	^{a)}
Carburante per autotrazione → gasolio e petrolio							
Olio per trasformatori (oli di isolamento) - non contenenti PCB - contenenti PCB PCB = policlorobifenili	~0,82	Si No	1 -	1 -	1 -	-	-
Xilene	da 0,862 a 0,875	Si	2	1,5	1	0,2 g/l	^{a)}

a) Possibile formazione di atmosfera esplosiva sopra il livello dell'acqua.

Figura 6.4 – Prospetto A.1 della norma UNI EN 858

Il sistema descritto offre adeguati standard di sicurezza nei confronti di uno sversamento accidentale in caso di tempo secco; nella presente fase di integrazione, al fine di dare le medesime garanzie anche nel caso di incidente stradale occorso durante un evento meteorico intenso (portata meteorica all'impianto eccedente la prima pioggia), è stata prevista anche l'installazione di un otturatore anche all'interno del pozzetto by-pass, in corrispondenza dello scarico della seconda pioggia, in modo da escludere che eventuali sversamenti in caso di pioggia possano bypassare l'impianto di trattamento, ovvero per evitare che il rigurgito determinato dalla chiusura automatica del disoleatore possa andare ad interessare il pozzetto by-pass, con riempimento dello stesso fino alla tracimazione delle acque attraverso il foro di uscita della seconda pioggia.

In caso di chiusura simultanea dei due otturatori, ulteriore volume aggiuntivo per lo stoccaggio dello sversamento potrà essere costituito dai collettori stradali stessi, poiché le quote sono tali da non indurre fuoriuscita dei liquidi sulla piattaforma stradale e, d'altra parte le lunghezze ed i diametri in gioco sono tali da garantire più che sufficienti volumetrie aggiuntive.

Nel caso di sversamento accidentale, lo svuotamento e la pulizia dell'impianto di trattamento e dei collettori di piattaforma interessati dal transito di sostanze inquinanti sarà eseguito dall'Impresa esterna a cui la Prov. di Reggio Emilia ha appaltato il *“Servizio di ripristino delle condizioni di sicurezza stradale compromesse a seguito del verificarsi di incidenti stradali sulle strade della provincia di Reggio Emilia e dell'Unione dei Comuni della pianura reggiana”*, con servizi oggetto di affidamento e modalità operative disciplinate da uno specifico capitolato.

Al fine di garantire il tempestivo intervento della squadra di sicurezza stradale, nelle successive fasi saranno concordate nel dettaglio le modalità operative di intervento e sarà definita la tipologia di sistema di allarme per il rilevamento del livello massimo degli oli accumulati (centralina con allarme ottico-acustico luminoso e/o invio di sms a dispositivi mobili o in connessione remota , ecc.); l'alimentazione della centralina potrà avvenire mediante batteria, senza ricorrere ad alimentazione elettrica diretta.

7 BACINI DI LAMINAZIONE

Come premesso, il progetto prevede la realizzazione di bacini di laminazione. La scelta è dettata dalla mancanza di un corpo idrico recettore con dimensioni adeguate a drenare in maniera diretta le portate in arrivo dalla rete di drenaggio delle acque meteoriche di piattaforma. Il contesto idrografico in cui andrà ad inserirsi l'infrastruttura è difatti di tipo irriguo e di bonifica con la presenza per lo più di fossi/canale di dimensioni limitate ed a ridotte pendenze.

Nel corso della Conferenza dei Servizi per Scoping, tenutasi in data 3 Settembre 2018, Il Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale ha prescritto che la portata rilasciata dal nuovo sistema di drenaggio nel reticolo idrografico superficiale non superi il valore di 20 l/s per ogni ettaro di superficie scolante. In una successiva fase interlocutoria con i referenti dell'Ente sono stati forniti ulteriori limiti allo scarico più stringenti in funzione dello specifico recettore di recapito individuato per lo scarico.

In riscontro alla richiesta di integrazioni formulate nell'ambito della procedura di PAUR (Provvedimento Autorizzatorio Unico Regionale) con protocollo SU_12245_2021_PROT è stato richiesto un livello maggiore di attenzione e dettaglio nella gestione dello scarico del bacino di laminazione il recapito è previsto nel Condotto Bazzarola, corso d'acqua, che già allo stato attuale presenta uno stato di sofferenza idraulica, durante eventi meteorici di intensità straordinaria.

Per il calcolo della bocca tarata necessaria a garantire il rilascio di una portata prefissata in uscita dai bacini di laminazione si è fatto ricorso alla formulazione fornita dal Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale.

Il posizionamento planimetrico dei bacini di laminazione è previsto ad una distanza minima di 10 metri dal piede del rilevato ferroviario e ad una distanza minima di 5.00 metri dal ciglio dei fossi/canali esistenti.

I paragrafi seguenti mostrano i dimensionamenti dei bacini e delle tubazioni di scarico.

7.1 DIMENSIONAMENTO DEI BACINI

Il progetto di un bacino di autocontenimento è legato alla determinazione della capacità d'invaso W_m , in funzione della portata massima accettabile all'uscita $Q_{u,max}$, atta a contenere il più critico evento meteorico di assegnato tempo di ritorno.

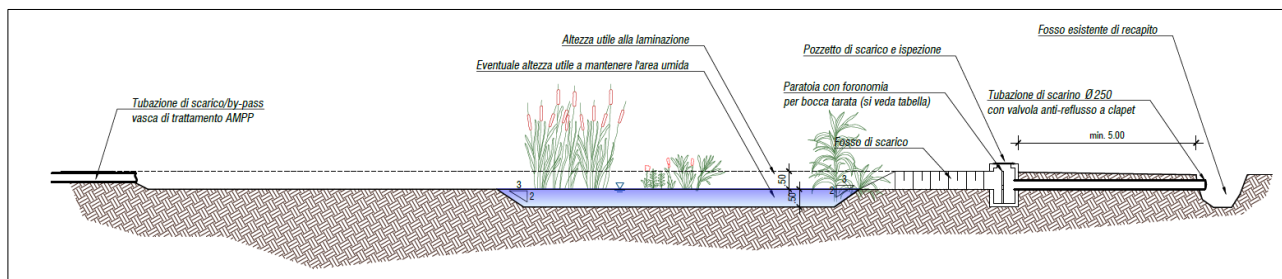


Figura 7.1 – Sezione tipo – Bacino di laminazione

Le equazioni che permettono di descrivere il fenomeno della laminazione e quindi il funzionamento idraulico dei bacini di auto-contenimento sono le seguenti:

equazione differenziale di continuità della vasca:

$$Q_e(t) - Q_u(t) = dW(t) / dt$$

in cui:

- $Q_e(t)$ è la portata, nota o predeterminata, in ingresso al sistema all'istante generico (t); essa dipende sia dall'evento meteorico considerato che dalle caratteristiche del bacino e della rete di drenaggio a monte della vasca stessa; nel caso specifico si è fatto riferimento ad un evento con tempo di ritorno pari a 100 anni, mentre la portata non è stata calcolata per una durata di pioggia finita, ma è stata calcolata ad ogni step temporale di 1 min, dall'istante zero fino alla durata che massimizza il volume.
- $Q_u(t)$ è la portata in uscita dal bacino; essa è, in generale, variabile nel tempo e dipende dal tipo di scarico che regola l'uscita dalla vasca (bocche a battente fisse o regolabili, sfioratori a stramazzo fissi o regolabili, sollevamento meccanico);
- $W(t)$ è il volume invasato nella vasca all'istante t;

La relazione funzionale tra il volume invasato e il livello idrico h nell'invaso;

$$W(t) = W(h(t))$$

dipende esclusivamente dalla geometria del bacino.

La legge d'efflusso che governa l'uscita dal sistema:

$$Q_u(t) = Q_u(t, h(t))$$

dipende dal dispositivo idraulico che si utilizza per regolare la portata in uscita.

Nel caso in esame il volume di acqua entrante nei bacini per effetto di una pioggia di durata t risulta:

$$W_e = S \cdot \varphi \cdot a \cdot t^n$$

dove φ è il coefficiente di afflusso della piattaforma drenata, assunto pari a 0.9.

Nello stesso tempo il volume in uscita sarà:

$$W_u = Q_u \cdot t$$

Il volume invasato sarà dunque:

$$W = W_e - W_u = S \cdot \varphi \cdot a \cdot t^n - Q_u \cdot t$$

Il volume da assegnare al bacino è il valore massimo W_m di questo volume che si ottiene per una precipitazione di durata t_{cr} critica per la vasca.

Per la determinazione della durata t_{cr} , è stato calcolato il valore del volume W , per varie durate di pioggia affinché sia massimizzato tale volume.

Per tale stima sono state assunte le curve di possibilità pluviometrica, riferite come detto ad un tempo di ritorno 100 anni e facendo riferimento ai parametri delle LSPP della tabella fornita dal Consorzio di Bonifica dell'Emilia centrale, Tabella 2 della presente relazione.

Il progetto prevede la realizzazione di n° 4 bacini di laminazione a valle delle altrettante vasche di trattamento delle acque di prima pioggia. Nel paragrafo successivo è riportato il calcolo degli scarichi a bocca tarata, parametro indispensabile al dimensionamento volumetrico dei bacini.

Per il calcolo della bocca tarata in uscita dalle vasche di laminazione, al fine di garantire la portata imposta dalle prescrizioni del Consorzio di Bonifica, si fa riferimento alla formulazione desumibile dal Modulo_cbec 10-bis dello stesso Ente. La formula risulta essere:

$$D = \sqrt{\frac{4 Q}{\alpha \pi \sqrt{2 g \Delta h}}}$$

Dove:

Q = portata in uscita

α = coefficiente di perdita, posto pari a 0.6

Δh = carico idraulico disponibile calcolato come differenza tra il livello massimo della vasca in progetto e il tirante idrico sul fosso in uscita (ipotizzato pari a 2/3 della sua altezza utile da fondo a ciglio).

Le portate in uscita dai bacini di laminazione sono state scelte in funzione delle dimensioni e delle caratteristiche del fosso recettore con il supporto del Consorzio di Bonifica che si è fatto parte attiva nell'analisi dei singoli corpi idrici individuati come ricettori.

Bacino di laminazione n.1 (Ricadente nel Lotto 2 – Oggetto del presente appalto)

Il recapito è previsto all'interno di un fosso minore che scarica poco a valle nel Condotto Bazzarola; essendo quest'ultimo di ridotte dimensioni si è scelto di limitare la portata in uscita dal sistema di laminazione a 5 l/s/ha;

Nel corso della progettazione ed a seguito di un'interlocuzione informale con Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale, sono state valutate le seguenti soluzioni alternative a quella prevista in progetto, in particolare:

- a. scarico nel Rio Acqua Chiara a monte della tangenziale Sud-Est;
- b. scarico nel fosso non CBEC ai piedi della linea ferroviaria sul lato OVEST che poi si immette nel Rio Acqua Chiara
- c. collegamento attraverso il sottopasso ferroviario del Condotto Bazzarola al Cavo Braiola;

Delle 3 soluzioni sopra indicate, le prime due risultano essere non percorribili, in quanto la presenza delle rampe dello svincolo di raccordo all'esistente SP114 porteranno all'inevitabile interruzione dei fossi di guardia esistenti che drenano in direzione del Rio Acque Chiare ed inficiano la realizzazione di nuovi canali/fossi di scolo nella medesima direzione.

Anche la fattibilità della terza soluzione, investigata mediante un rilievo celerimetrico di dettaglio, si è rilevata essere non percorribile, dal momento che il sottoattraversamento idraulico esistente che sarebbe stato utilizzato per oltrepassare la linea ferroviaria e scaricare ad est della stessa nel Cavo Braiola, risulta per dimensioni, quote e geometria non adeguato ad accogliere l'ulteriore tubazione di scarico proveniente dal bacino di progetto. Anche a seguito di interlocuzione informale con il Consorzio di Bonifica, è stato concordato di mantenere lo scarico entro il Condotto Bazzarola, seppur introducendo in progetto i seguenti accorgimenti migliorativi e correttivi mirati a garantire il differimento delle portate rilasciate dal bacino, in modo che lo scarico degli apporti aggiuntivi avvenga con il Condotto Bazzarola in fase di svuotamento.

Come è stato anticipato all'inizio del capitolo, il bacino di laminazione 1, che recapita nel Condotto Bazzarola, ha richiesto un maggior dettaglio di progettazione, a causa della sofferenza idraulica del corpo recettore. Tale approfondimento è stato richiesto dall'ente Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale nel corso della fase istruttoria di PAUR. Di seguito si riporta per esteso l'osservazione pervenuta:

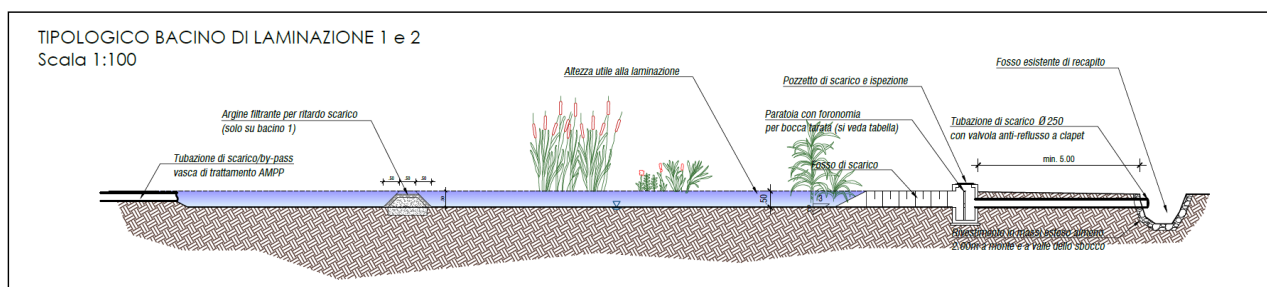
Per quanto riguarda lo scarico in Condotto Bazzarola si precisa che pur trattandosi di un condotto ad uso promiscuo, scolante e irriguo, presenta uno stato di sofferenza idraulica, riscontrata in più occasioni dal personale preposto alla sorveglianza del territorio. La tangenziale esistente Sud-Est in quel tratto, denominata via Osvaldo Piacentini, sottopassa la linea FER Reggio-Sassuolo al cui interno del manufatto è stata inserita la tubazione del Condotto Bazzarola. Il sottopasso di via Osvaldo Piacentini è servito da un sistema di pompaggio con recapito nel Condotto Bazzarola, in un tratto a cielo aperto che in occasione del funzionamento delle pompe, è gravemente sofferente così come il tratto tombato posto poco più a valle del medesimo Condotto. In tali situazioni il tratto a monte dell'immissione del già menzionato impianto è fortemente rigurgitato, e sovente tracima. In tale tratto è previsto lo scarico della vasca di laminazione in progetto.

*Pertanto, non è sufficiente la limitazione della portata di scarico a 5 l/s*ha proposta, in quanto andrebbe ad aggravare una situazione già fortemente critica, con rischio poi di andare ad allagare lo*

stesso sottopasso di via Piacentini. Per tali ragioni lo scarico nel Condotto Bazzarola può avvenire solo ed esclusivamente nelle seguenti condizioni concomitanti:

1. le pompe del sottopassaggio abbiano terminato di funzionare,
2. la sezione del Condotto Bazzarola sia scarica,
3. lo scarico sia dotato di adeguata valvola di non ritorno

In rispondenza a quanto richiesto, oltre alla predisposizione nella tubazione di scarico di una valvola anti-reflusso a clapet, è stata prevista la realizzazione di un bacino di volume maggiorato ed articolato in due distinti comparti tra loro suddivisi da un arginello filtrante. La funzione di tale sistema composito è quello di ritardare il trasferimento delle acque da una porzione del bacino all'altra, con lo scopo ultimo di differire nel tempo il rilascio delle portate all'interno del condotto Bazzarola; l'entità del differimento è tale da consentire lo scarico delle acque una volta terminato l'evento meteorico e solo dopo che sia esaurito il sollevamento delle acque oltre il sottopasso stradale della tangenziale, che rappresenta la principale fonte della sofferenza idraulica del condotto Bazzarola.

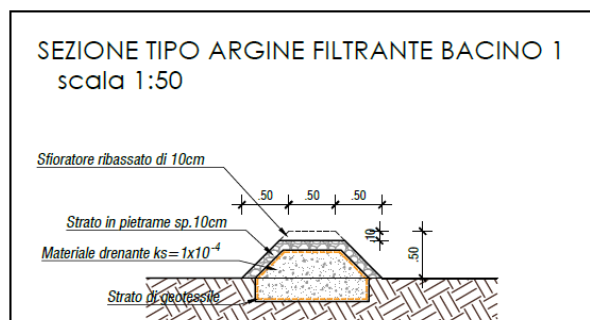


Il bacino di laminazione è costituito da due comparti:

- il primo, di superficie pari a 2140 mq, in grado di accumulare i volumi meteorici ritardandone lo scarico;
- il secondo, anch'esso di superficie pari a 2140 mq, da intendersi come volume aggiuntivo di sfioro, nel caso in cui si susseguano due eventi intensi ravvicinati, prima del completo svuotamento del primo comparto;

I due comparti sono come detto separati da un argine costituito da una porzione drenante di lunghezza pari a 50m, realizzata con materiale dal coefficiente di permeabilità $k=10^{-4}$ m/s, con la funzione di permettere il completo svuotamento della prima porzione in massimo 5 giorni, durata temporale tipicamente assunta come minimo intervallo tra due eventi eccezionali successivi.

Lungo la testa dell'argine saranno realizzati degli sfioratori alti 10cm per permettere il sormonto dei volumi meteorici eccedenti la capacità di accumulo; tale configurazione geometrica e funzionale determina un volume massimo accumulabile nel primo comparto pari a 856 mc.



I primi 856 mc di volumi meteorici provenienti dal drenaggio di piattaforma verranno quindi accumulati e rilasciati in forma differita successivamente al picco pluviometrico, mentre l'eccedenza verrà scaricata con una portata di 5 l/s tramite la bocca tarata e dotata di clapet, installata all'interno del pozzetto di scarico posizionato all'uscita del secondo comparto di laminazione.

Nella tabella seguente viene presentata una stima del ritardo nel rilascio delle portate determinato dal sistema sopra descritto a doppio comparto di laminazione; nel dettaglio, al variare della durata dell'evento meteorico e calcolato il volume meteorico in ingresso al bacino sulla base dei parametri pluviometrici relativi ad eventi con Tr 100 anni, si stima il volume eccedente la capacità di accumulo del primo comparto pari a 856mc.

Viene poi indicato come "differimento trascinamento", il ritardo con cui si verifica il trasferimento da un comparto all'altro delle portate eccedenti la capacità di accumulo. Come si può notare:

- il volume accumulato risulta essere sempre preponderante rispetto agli apporti meteorici complessivi in arrivo;
- il rilascio delle portate all'interno del secondo comparto (e da qui lo scarico verso il recettore finale con portata limitata a 5l/s e valvola clapet) è ritardato ed avviene successivamente al picco meteorico e comunque in fase di esaurimento dell'evento piovoso;

Tabella 5 – Bacino 1 – Volumi accumulati e tempi di ritardo dello scarico

Durata evento meteorico [ore]	Volume drenato [mc]	Volume accumulato [mc]	Vacc/Vdr	Volume eccedente [mc]	Differimento trascinamento [ore]
1	811				
2	906	856	95%	50	1.89
3	966	856	89%	110	2.66
6	1080	856	79%	224	4.76
12	1206	856	71%	350	8.52
24	1348	856	64%	492	15.24

Bacino di laminazione n.2 (Ricadente nel Lotto 1 – In fase di realizzazione)

Bacini di laminazione n.3 e n.4 (Ricadenti nel Lotto 1 – In fase di realizzazione)