

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



U.O. COORDINAMENTO NO CAPTIVE E INGEGNERIA DI SISTEMA

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA DI 2° FASE

NUOVA FERMATA AV DI FOGGIA

IDROLOGIA E IDRAULICA

Relazione idraulica Fermata AV

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

I A 8 Q 0 1 R 1 0 R I I D 0 0 0 2 0 0 1 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione per revisione richiesta	M.Ventura 	Febbraio 2021	M.Ventura 	Febbraio 2021	M.D'Avino 	Febbraio 2021	L. Berardi Febbraio 2021

File:

n. Elab.:

INDICE

1. PREMESSA.....	2
2. RIFERIMENTI NORMATIVI.....	3
3. INQUADRAMENTO IDROGRAFICO	4
3.1 DESCRIZIONE DEL TRACCIATO IN RELAZIONE ALL'IDROGRAFIA SUPERFICIALE	4
4. PIANIFICAZIONE DI ASSETTO IDROGEOLOGICO.....	5
5. CRITERI DI DIMENSIONAMENTO DELLE OPERE COSTITUENTI IL SISTEMA DI DRENAGGIO DELL'INFRASTRUTTURA	11
5.1 TEMPO DI CORRIVAZIONE	12
5.2 COEFFICIENTE DI DEFLUSSO	12
5.3 DIMENSIONAMENTO IDRAULICO.....	14
6. DESCRIZIONE OPERE DI DRENAGGIO IDRAULICO	16
7. DIMENSIONAMENTO E VERIFICA COLLETTORI	18
8. PRESIDI IDRAULICI.....	21
8.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	21
8.2 DESCRIZIONE DELL'OPERA	24
9. VASCHE DI LAMINAZIONE	32
10. SERBATOI DI RACCOLTA ACQUE METEORICHE	37

1. PREMESSA

Il presente studio idraulico è parte integrante del Progetto di Fattibilità Economica relativo alla realizzazione della Fermata AV di Foggia e ha come oggetto la valutazione delle problematiche di carattere idraulico ed il conseguente dimensionamento e verifica dei sistemi di raccolta, trattamento e smaltimento delle acque meteoriche afferenti all'area di progetto.

L'intervento è costituito dalla costruzione di Fermata AV al km 4+286 della linea storica con realizzazione banchine per Binario Pari nonché con relativo parcheggio con capienza 300 posti;

Il presente documento fa riferimento alla realizzazione delle banchine per il Binario Pari e Dispari nonché la banchina per il futuro Terzo Binario per uno sviluppo di circa 400m; si prevede inoltre la costruzione di un sottopasso ciclopedonale e il fabbricato viaggiatori.

Non si prevedono interventi sul tracciato ferroviario.

A corredo dell'intervento si realizzerà un'area di parcheggio con capienza 300 posti e viabilità accessoria quale raccordo perimetrale del parcheggio, Terminal bus e zona Kiss& Ride.

La viabilità per l'accesso all'area di fermata sarà realizzata a cura del Comune di Foggia.

2. RIFERIMENTI NORMATIVI

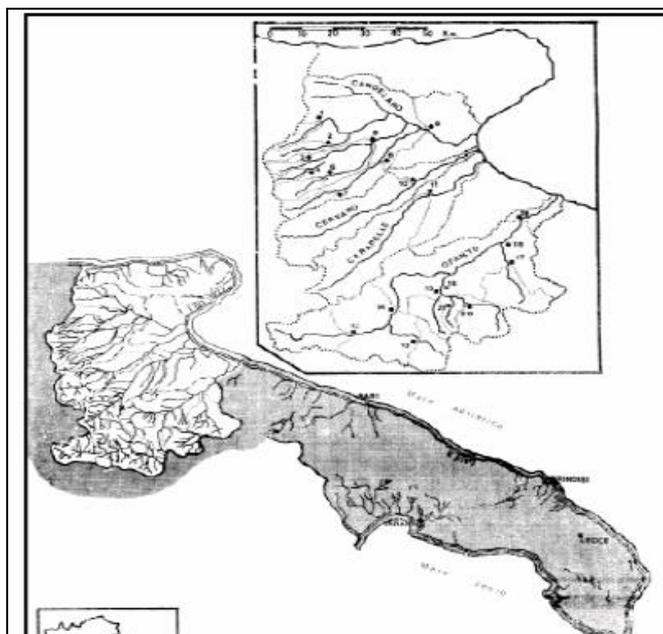
- Decreto Legislativo 152/2006 Norme in materia ambientale;
- Circolare MIn.LL.PP.N.11633. 1974- Istruzioni per la progettazione delle fognature e degli impianti di trattamento delle acque di rifiuto;
- Testo unico sulle opere idrauliche Regio Decreto 25 luglio 1904 n.523;
- Istruzioni relative alla normativa per le tubazioni Decreto Min. Lav. Pubblici 12/12/85;
- UNI EN 1433:2008“Canalette di drenaggio per aree soggette al passaggio di veicoli e pedoni - Classificazione, requisiti di progettazione e di prova, marcatura e valutazione di conformità”;
- UNI EN 124:2015 “Dispositivi di coronamento e di chiusura dei pozzetti stradali - Parte 1: Definizioni, classificazione, principi generali di progettazione, requisiti di prestazione e metodi di prova”.
- UNI EN 13476-1:2018 Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione - Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE) - Parte 1: Requisiti generali e caratteristiche prestazionali
- UNI EN 13476-3:2018 Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione - Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE) - Parte 3: Specifiche per tubi e raccordi con superficie interna liscia e superficie esterna profilata e il sistema, Tipo B;
- Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 DM 17 gennaio 2018;
- Circolare n.7 del 21 gennaio 2019 Istruzioni per l’applicazione dell’aggiornamento Norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018;

3. INQUADRAMENTO IDROGRAFICO

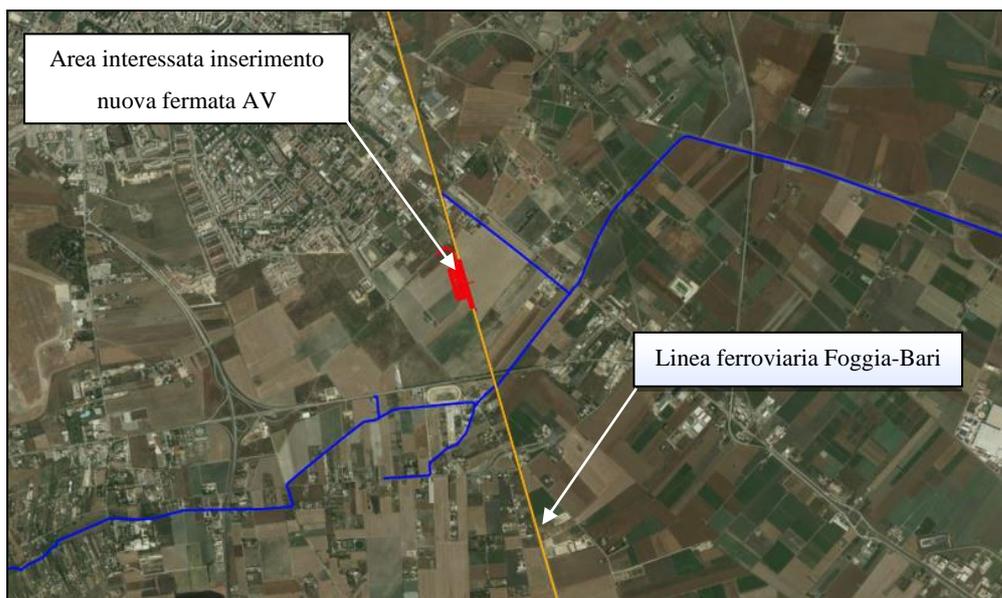
3.1 Descrizione del tracciato in relazione all'idrografia superficiale

L'infrastruttura ferroviaria in progetto si sviluppa lungo la direttrice Foggia-Bari e prevede la costruzione di una nuova fermata AV.

Il reticolo idrografico superficiale del territorio pugliese è scarsamente sviluppato, a causa della natura fondamentale calcarea dei terreni, tranne che nella zona pedegarganica e del Tavoliere, dove una minore permeabilità consente la formazione di diversi corsi d'acqua. Caratterizzati da regime torrentizio, essi hanno origine nella parte nord-occidentale della regione, ai confini con il Molise, la Campania e la Basilicata, e sviluppano il loro corso prevalentemente nel Tavoliere. I bacini principali della Puglia settentrionale sono quelli dei fiumi Ofanto, Carapelle, Cervaro, Candelaro, nonché i bacini minori del Gargano. I limiti dei bacini suddetti sono rappresentati nella figura successiva, dove è riportata anche l'ubicazione delle stazioni idrometrografiche. Il regime dei deflussi è principalmente condizionato da quello degli afflussi, data la mancanza di forti precipitazioni nevose e di apporti glaciali.



Come evidenziato nell'immagine successiva, l'infrastruttura in progetto non interferisce con il reticolo idrografico naturale.



Ubicazione dell'opera in progetto rispetto alle aste fluviali su ortofoto

4. PIANIFICAZIONE DI ASSETTO IDROGEOLOGICO

Con D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. sono state soppresse le Autorità di Bacino di cui alla ex L.183/89 e istituite, in ciascun distretto idrografico, le Autorità di Bacino Distrettuali. Ai sensi dell'art. 64, comma 1, del suddetto D.lgs. 152/2006, come modificato dall'art. 51, comma 5 della Legge 221/2015, il territorio nazionale è stato ripartito in 7 distretti idrografici tra i quali quello dell'Appennino Meridionale, comprendente i bacini idrografici nazionali Liri-Garigliano e Volturno, i bacini interregionali Sele, Sinni e Noce, Bradano, Saccione, Fortore e Biferno, Ofanto, Lao, Trigno ed i bacini regionali della Campania, della Puglia, della Basilicata, della Calabria, del Molise.

Le Autorità di Bacino Distrettuali, dalla data di entrata in vigore del D.M. n. 294/2016, a seguito della soppressione delle Autorità di Bacino Nazionali, Interregionali e Regionali, esercitano le funzioni e i compiti in materia di difesa del suolo, tutela delle acque e gestione delle risorse idriche previsti in capo alle stesse dalla normativa vigente nonché ogni altra funzione attribuita dalla legge o dai regolamenti. Con il DPCM del 4 aprile 2018 (pubblicato su G.U. n. 135 del 13/06/2018) - emanato ai sensi dell'art. 63, c. 4 del decreto legislativo n. 152/2006 - è stata infine data definitiva

operatività al processo di riordino delle funzioni in materia di difesa del suolo e di tutela delle acque avviato con Legge 221/2015 e con D.M. 294/2016.

L'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale, in base alle norme vigenti, ha fatto proprie le attività di pianificazione e programmazione a scala di Bacino e di Distretto idrografico relative alla difesa, tutela, uso e gestione sostenibile delle risorse suolo e acqua, alla salvaguardia degli aspetti ambientali svolte dalle ex Autorità di Bacino Nazionali, Regionali, Interregionali in base al disposto della ex legge 183/89 e concorre, pertanto, alla difesa, alla tutela e al risanamento del suolo e del sottosuolo, alla tutela quali-quantitativa della risorsa idrica, alla mitigazione del rischio idrogeologico, alla lotta alla desertificazione, alla tutela della fascia costiera ed al risanamento del litorale (in riferimento agli articoli 53, 54 e 65 del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 e s.m.i.).

La pianificazione di bacino fino ad oggi svolta dalle ex Autorità di Bacino ripresa ed integrata dall'Autorità di Distretto, costituisce riferimento per la programmazione di azioni condivise e partecipate in ambito di governo del territorio a scala di bacino e di distretto idrografico.

Il territorio interessato dall'intervento infrastrutturale in progetto ricade nel territorio di competenza dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale.

L'assetto idrogeologico dell'area interessata dall'infrastruttura in progetto è regolamentato dal Piano di Bacino Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) approvato con *Delibera di approvazione del PAI da parte del Comitato Istituzionale n. 39 del 30 novembre 2005*, è finalizzato al miglioramento delle condizioni di regime idraulico e della stabilità geomorfologica necessario a ridurre gli attuali livelli di pericolosità e a consentire uno sviluppo sostenibile del territorio nel rispetto degli assetti naturali, della loro tendenza evolutiva e delle potenzialità d'uso.

Il PAI costituisce Piano Stralcio del Piano di Bacino, ai sensi dall'articolo 17 comma 6 ter della Legge 18 maggio 1989, n. 183, ha valore di piano territoriale di settore ed è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso finalizzate alla conservazione, alla difesa e alla valorizzazione del suolo ricadente nel territorio di competenza dell'Autorità di Bacino della Puglia.

Le finalità di cui ai precedenti commi sono realizzate, dall'Autorità di Bacino della Puglia e dalle altre Amministrazioni competenti, mediante:

- la definizione del quadro della pericolosità idrogeologica in relazione ai fenomeni di esondazione e di dissesto dei versanti;
- la definizione degli interventi per la disciplina, il controllo, la salvaguardia, la regolarizzazione dei corsi d'acqua e la sistemazione dei versanti e delle aree instabili a protezione degli abitati e delle infrastrutture, indirizzando l'uso di modalità di intervento che privilegino la valorizzazione ed il recupero delle caratteristiche naturali del territorio;
- l'individuazione, la salvaguardia e la valorizzazione delle aree di pertinenza fluviale;
- la manutenzione, il completamento e l'integrazione dei sistemi di protezione esistenti;
- la definizione degli interventi per la protezione e la regolazione dei corsi d'acqua;
- la definizione di nuovi sistemi di protezione e difesa idrogeologica, ad integrazione di quelli esistenti, con funzioni di controllo dell'evoluzione dei fenomeni di dissesto e di esondazione, in relazione al livello di riduzione del rischio da conseguire.

Il PAI con riferimento al DPCM 29 settembre 1998 "Atto di indirizzo e coordinamento per l'individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all'art. 1, commi 1 e 2, del decreto-legge 11 giugno 1998, n. 180" è possibile definire quattro classi di rischio, secondo la classificazione di seguito riportata:

- moderato R1: per il quale i danni sociali, economici e al patrimonio ambientale sono marginali;
- medio R2: per il quale sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità del personale, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche;
- elevato R3: per il quale sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture, con conseguente inagibilità degli stessi, l'interruzione di funzionalità delle attività socioeconomiche e danni rilevanti al patrimonio ambientale;
- molto elevato R4: per il quale sono possibili la perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici, alle infrastrutture ed al patrimonio ambientale e la distruzione di attività socioeconomiche.

Nell'analisi di dettaglio del rischio idrogeologico, l'individuazione delle aree a rischio idrogeologico si ricava, sintetizzando la procedura descritta in precedenza, per sovrapposizione delle zone soggette a pericolosità (intesa come prodotto della intensità per la probabilità) con gli elementi a rischio (intesi come prodotto del valore per la vulnerabilità), attraverso la matrice riportata in forma tabellare per il rischio idraulico, in cui le colonne indicano le diverse classi di pericolosità idrogeologica e le righe esprimono i valori degli elementi a rischio secondo un indice crescente:

- E5 = agglomerati urbani, aree industriali e/o artigianali, centri abitati estesi, edifici isolati, dighe e invasi idrici, strutture ricreative e campeggi;
- E4 = strade statali, strade provinciali, strade comunali (unica via di collegamento all'abitato) e linee ferroviarie;
- E3 = linee elettriche, acquedotti, fognature, depuratori e strade secondarie;
- E2 = impianti sportivi con soli manufatti di servizio, colture agricole intensive;
- E1 = assenza di insediamenti, attività antropiche e patrimonio ambientale.

CLASSI DI RISCHIO		CLASSI DI PERICOLOSITA' IDRAULICA		
		AP	MP	BP
ELEMENTI A RISCHIO	E5	R4	R3	R2
	E4	R4	R3	R2
	E3	R3	R2	R1
	E2	R2	R2	R1
	E1	R2	R1	R1

Il PAI dell'Autorità di Bacino della Puglia individua quali aree a pericolosità idraulica le porzioni di territorio caratterizzate da uguale probabilità di inondazione, che, in accordo con la vigente normativa nazionale di settore, corrispondono ai tempi di ritorno della piena di riferimento pari a 30, 200 e 500 anni.

Tempo di ritorno	Pericolosità di Inondazione
30	AP – Alta Pericolosità
200	MP – Media Pericolosità
500	BP – Bassa Pericolosità

Dall'analisi degli elaborati cartografici relativi alla definizione delle aree di Pericolosità e Rischio Idraulico del PAI approvato in data 30 novembre 2005, e dello Studio "Analisi delle Criticità connesse alle interferenze tra la rete infrastrutturale ed il reticolo idrografico pugliese" redatto da questa Autorità nell'ambito del POFERS 2007-2013 Asse II – Linea di intervento 2.3 - Azione 2.3.6, di cui si riportano nelle immagini seguenti gli stralci relativi, risulta che l'infrastruttura in progetto non ricade all'interno di alcuna area classificata come pericolosità e/o critica.

La nuova fermata AV dunque non è soggetta a particolari prescrizioni previste nelle Norme di Attuazione e risulta idraulicamente compatibile con il territorio in cui si colloca non interferendo con il naturale deflusso delle acque. Per ulteriori particolari si rimanda alla tavola "Pericolosità idraulica da strumenti normativi - Fermata AV" IA8Q01T10P4ID0001001A.



Area intervento infrastrutturale in progetto su cartografia di PAI _aree di Pericolosità e Rischio Idraulico



Stralcio Studio "Analisi delle Criticità connesse alle interferenze tra la rete infrastrutturale ed il reticolo idrografico pugliese"

5. CRITERI DI DIMENSIONAMENTO DELLE OPERE COSTITUENTI IL SISTEMA DI DRENAGGIO DELL'INFRASTRUTTURA

Per la stima delle portate al colmo di piena necessaria per il dimensionamento del sistema di drenaggio e smaltimento delle acque meteoriche che insistono sulla fermata ferroviaria, la viabilità di accesso alla al terminal Bus e al Parcheggio ad essa antistante, si adotta il *metodo cinematico* (definito nella letteratura internazionale come *metodo razionale*).

Il metodo cinematico stabilisce che il valore massimo Q_{max} della portata, defluente da una determinata sezione di chiusura di un bacino di superficie A, abbia luogo per un evento meteorico di durata pari al tempo di corrivazione t_c del bacino stesso. Il tempo di corrivazione esprime, infatti, l'intervallo di tempo necessario affinché tutte le parti che costituiscono il bacino contribuiscano insieme al deflusso, attraverso la sezione considerata.

Una volta stimati i valori al contorno (t_c e φ) è possibile procedere alla determinazione della portata al colmo, in m^3/s , attraverso la formula "razionale":

$$Q = \frac{A \cdot \varphi \cdot i(t_c; T_R)}{3,6}$$

con i seguenti significati per i simboli utilizzati:

- Q = portata al colmo [m^3/s];
- A = superficie del bacino [Km^2];
- $i(t_c; T_R)$ = intensità di pioggia nel tempo di corrivazione t_c per dato tempo di ritorno T_R [mm/h];
- φ = coefficiente di deflusso.

Il metodo razionale considera, quindi, il bacino idrografico come una singola unità e stima il valore al colmo della portata con le seguenti assunzioni:

- la precipitazione è uniformemente distribuita sul bacino;
- la portata stimata ha lo stesso tempo di ritorno T_R di quello dell'intensità di pioggia;
- il tempo di formazione del colmo di piena è pari a quello della fase di riduzione;
- l'intensità di pioggia ha una durata pari a quella del tempo di corrivazione t_c .

Per il drenaggio di competenza stradale i collettori saranno dimensionati per un $T_r=25$ anni mentre per il drenaggio ferroviario si fa riferimento ad un $TR=100$ anni.

Per quanto riguarda le opere di laminazione esse saranno dimensionate per un $T_r=50$ anni.

5.1 Tempo di corrivazione

Il tempo di corrivazione è dato dalla somma dei due termini:

$$t_c = t_e + t_r$$

Dove t_e è il tempo di entrata in rete, ovvero il tempo di scorrimento nei bacini elementari di ingresso alla caditoia, pari a 5 min, e t_r è il tempo di rete, ovvero il tempo di transito all'interno del collettore di raccolta:

$$t_r = \sum_i L_i / v_{ri}$$

Nella quale

- L_i lunghezza dell' i -esima tubazione della rete di drenaggio a monte della sezione
- v_{ri} velocità di moto uniforme della corrente transitante nella i -esima condotta

Per il dimensionamento del sistema di drenaggio delle acque meteoriche di dilavamento si impone una pioggia per un tempo di corrivazione funzione del tempo di rete che è calcolato considerando in prima approssimazione una velocità di scorrimento $V_i=1.00$ m/s; si determina così una portata e una nuova velocità di percorrenza della rete. Tale procedura iterativa ha termine quando le differenze tra i risultati relativi a due passi successivi sono trascurabili.

5.2 Coefficiente di deflusso

La frazione di precipitazione che viene raccolta dal sistema di drenaggio è individuata da un coefficiente di deflusso ϕ , che esprime il rapporto tra volume d'acqua afferente ad una sezione di

verifica, in un definito intervallo di tempo, ed il volume meteorico precipitato nell'intervallo medesimo.

I tipi di superficie presi in considerazione ed i relativi coefficienti di deflusso sono riportati di seguito:

- $\varphi = 0.90$ per il marciapiede del fabbricato;
- $\varphi = 0.30$ per il bacino del piazzale drenante.
- $\varphi = 0.10$ per le aree verdi.

Per il calcolo dell'altezza massima di pioggia si fa riferimento alle indagini effettuate nella modellazione dei dati pluviometrici e come ampiamente descritto nella "Relazione idrologica" (elab. IA8Q01T10RGID001001A), cui si rimanda.

La definizione delle curve di possibilità pluviometrica e successivamente della pioggia di progetto relative al territorio di interesse per l'infrastruttura in studio, è eseguita attraverso l'adozione della metodologia contenute nel Rapporto Regionale pubblicato, Valutazione delle Piene in Puglia [Copertino e Fiorentino, 1994], metodo di riferimento della Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale Sede Puglia.

Si riportano di seguito i parametri della CPP per le piogge con durata superiore all'ora.

Metodo	Tr (anni)	10	20	25	50	100	200	500	n (-)
VAPI	$a (mm/ore^n)$	33.8	40.19	42.25	48.65	55.04	61.43	69.89	0.247

Per quello che concerne gli eventi di pioggia aventi durata inferiore all'ora, e dunque per eventi critici per il drenaggio della pavimentazione stradale e ferroviaria, si fa ricorso alla seguente espressione per la stima delle altezze di pioggia:

$$\frac{h_{t,T}}{h_{60,T}} = \left(\frac{t}{60}\right)^s$$

In cui t è la durata dell'evento meteorico di durata inferiore all'ora, espressa in minuti, s è un coefficiente che assume un diverso valore numerico in dipendenza della regione in esame.

Nel caso in oggetto, per la Puglia il coefficiente assume il valore di 0.227 (Ferro, Bagarello, *Rainfall depth duration relationship for South Italy*, Journal of Hydrologic Engineering ASCE 1996).

L'equazione precedente assume quindi la forma:

$$\frac{h_{t,T}}{h_{60,T}} = \left(\frac{t}{60}\right)^{0.227}$$

Si riportano di seguito i parametri della CPP per le piogge sub-orarie.

Metodo	Tr (anni)	10	20	25	50	100	200	500	n (-)
VAPI	$a (mm/ore^n)$	33.8	40.19	42.25	48.65	55.04	61.43	69.89	0.227

5.3 Dimensionamento idraulico

Definiti i parametri pluviometrici, il metodo di trasformazione afflussi/deflussi si effettua il dimensionamento delle opere idrauliche in progetto. La verifica idraulica degli specchi in progetto viene effettuata valutando le altezze idriche e le velocità relative alle portate di progetto tramite l'espressione di Chezy:

$$V = k * \sqrt{R * i}$$

e l'equazione di continuità

$$Q = A V$$

dove K , il coefficiente di scabrezza, è stato valutato secondo la formula di Gaukler-Strickler:

$$K = K_s R^{1/6}$$

ottenendo:

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

dove:

- Q, portata (m^3/s)
- i, pendenza media dell'elemento idraulico (m/m);
- A, sezione idrica (m^2);
- K_s , il coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler, pari a $90 \text{ mm}^{1/3} \cdot \text{s}^{-1}$;
- R, raggio idraulico pari al rapporto tra sezione idrica e perimetro bagnato (m).

In base alle relazioni di cui sopra, è possibile verificare le differenti opere idrauliche, tenendo conto dei seguenti vincoli di progetto:

- la velocità minima di moto uniforme non deve essere inferiore a $0,4 \div 0,5 \text{ m/s}$, al fine di evitare il deposito di sedimenti sul fondo;
- la velocità massima non deve essere maggiore di 5 m/s , al fine di contenere i fenomeni di abrasione (Circolare n. 11633 del 07.01.1974 del Ministero dei Lavori Pubblici);
- il grado di riempimento, per le condotte con $\varnothing \leq 500 \text{ mm}$, deve essere non superiore al 50% per evitare che la condotta possa andare in pressione; per diametri superiori il grado di riempimento per le opere idrauliche deve essere non superiore al 70%

6. DESCRIZIONE OPERE DI DRENAGGIO IDRAULICO

Il sistema di drenaggio previsto per la nuova fermata ferroviaria è costituito da un sistema di raccolta e smaltimento delle acque afferenti la banchina, la sua copertura e la relativa piattaforma ferroviaria che convoglia le acque ad due collettori in PEAD Ø800 che corrono rispettivamente paralleli ai binari destro e sinistro con direzione Foggia; a fine banchina i collettori confluiscono in un unico collettore in PEAD Ø1000 che attraversa ortogonalmente la linea con direzione ovest e consegna le acque ad un bacino interrato di laminazione.

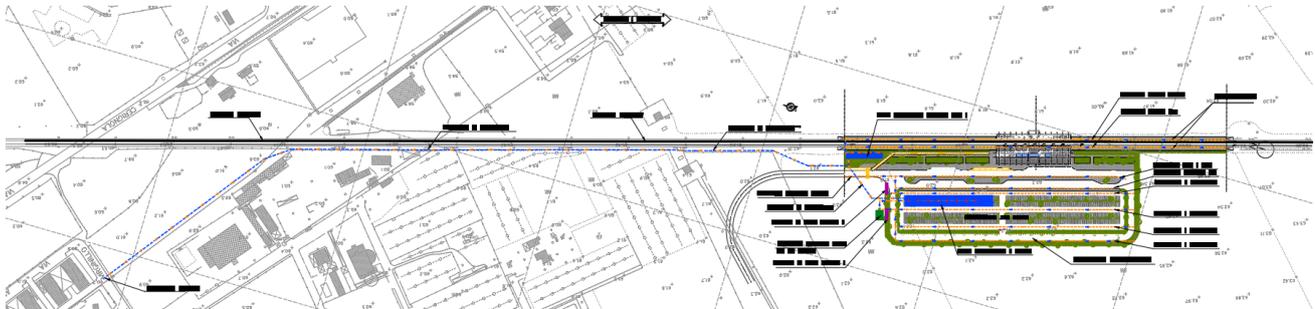
In maniera analoga la viabilità per l'accesso alla fermata, il parcheggio e il suo raccordo, le aree adibite al Kiss & Ride e Terminal Bus sono servite da un sistema di raccolta superficiale (canalette e caditoie grigliate); ogni zona citata è servita da una rete idraulica indipendente costituita da collettori in PEAD Ø630 che convogliano le acque a 2 presidi idraulici per la raccolta e il trattamento delle acque di prima pioggia.

Per le superfici inerenti gli stalli dell'area di parcheggio sarà prevista una pavimentazione che favorisce l'infiltrazione delle acque nel terreno a mezzo di masselli autobloccanti con l'aggiunta, per cautela, di pozzetti provvisti di griglie che consentono la raccolta delle acque superficiali di scolo e garantiscono l'allontanamento delle acque in eccesso dalla superficie del piazzale.

In particolare, si prevede:

- un Impianto di Prima Pioggia (IPP1) a servizio della viabilità di accesso alla fermata, delle aree adibite al Kiss & Ride, del Terminal Bus e gli stalli del parcheggio più vicini alla fermata.
- un Impianto di Prima Pioggia (IPP2) a servizio della rimanente area di parcheggio e la viabilità di raccordo perimetrale.

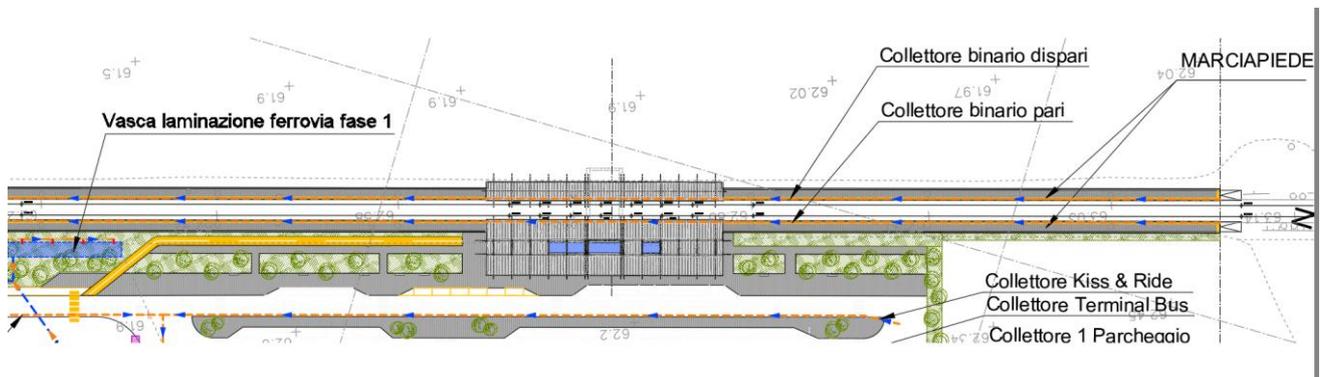
Le acque di seconda pioggia convogliate agli IPP1 e IPP2 sono in seguito deviate in un bacino interrato per la l'accumulo delle acque meteoriche e successiva laminazione.



Planimetria idraulica con recapito finale

7. DIMENSIONAMENTO E VERIFICA COLLETTORI

La zona interessata dall'area di progetto si può dividere in area ferroviaria e area stradale; in particolare l'area ferroviaria è servita da un collettore in PEAD Ø800 per il binario dispari e un collettore in PEAD Ø800 per il binario pari; un collettore in PEAD Ø1000, già dimensionato per la prevista fase 2, convoglia le acque alla vasca di laminazione "vasca 1 ferrovia".



Per i collettori a servizio della ferrovia sarà assunto un tempo di ritorno di progetto pari a $Tr=100$ anni. Essendo previsti tempi di corrvazioni inferiori all'ora si farà riferimento alla CPP con i parametri $a_{100}=55.04$ e $n=0.227$ specifico per le piogge brevi sub-orarie.

Si riportano di seguito le verifiche idrauliche dei collettori ferroviari fino alla vasca di laminazione

Rete di drenaggio	Area ridotta (m ²)	Lungh. Tubo (m)	Diametro tubo (mm)	i _l (%) pendenza tubo	Tempo di corrivaz. t _a = t _{ent} + t _{rete}	Intensità di pioggia (mm/h)	Portata Q (m ³ /s)	Tirante h (m)	Riempimento (%)	Velocità (m/s)
Collettore binario dispari	2082	400	800	0.22%	11.21	201.34	0.116	0.23	30.0%	1.07
Collettore binario pari	4025	400	800	0.22%	10.10	218.20	0.244	0.35	51.7%	1.31
Collettore vasca laminazione	6107	15	1000	0.40%	11.28	200.30	0.340	0.32	33.8%	1.76

L'acqua afferente la viabilità viene convogliata in presidi idraulici per il trattamento delle acque di prima pioggia; nello specifico i collettori "Kiss & ride", "Terminal bus", "Viabilità d'accesso" e "Collettore 1 parcheggio" convogliano le acque all'impianto di prima pioggia IPP1, in maniera analoga le tubazioni "Collettore 2 parcheggio", "Collettore 3 parcheggio" e "Collettore 1 parcheggio" convogliano le acque all'impianto di prima pioggia IPP2.

A valle dei presidi idraulici si concentrano le acque in unico collettore che le consegna alla "vasca 1 strada" di laminazione acque stradali.

Le acque di seconda pioggia provenienti dall'IPP2, vanno anche ad alimentare il serbatoio adibito al recupero delle acque per uso irriguo.



Si riportano di seguito le verifiche idrauliche dei collettori stradali fino alla vasca di laminazione.

Tratto rete di laminazione	Lungh. Tubo (m)	Diametro tubo (mm)	ii (%) pendenza tubo	Portata di laminazione Q_l (l/s)	Tirante h (m)	Riempimento (%)	Velocità (m/s)
Da vasca 1 strada A vasca ferrovia	80	500	0.10%	10.5	0.10	16 %	0.43
Da vasca ferrovia a recapito finale	825	500	0.10%	21.3	0.14	2%	0.52

8. PRESIDI IDRAULICI

Il sistema di drenaggio stradale prevede la presenza di Impianti di Prima Pioggia (IPP); presidi idraulici hanno lo scopo di annullare gli impatti inquinanti dell'autostrada sull'ambiente circostante. Le acque raccolte dalla piattaforma stradale, prima di essere immesse nei recapiti naturali, subiscono un trattamento di separazione di fanghi ed oli.

Dal punto di vista ecologico la superficie della piattaforma stradale rappresenta una sorta di capacità nella quale si accumulano, con modalità legate alle stagioni ed al clima, i prodotti di scarico derivanti dal traffico veicolare nonché i liquidi provenienti da sversamenti accidentali.

Il processo di lavaggio effettuato dalle acque meteoriche sulla superficie stradale è un processo transitorio al termine del quale le acque defluenti riassumono caratteristiche di relativa purezza ed il loro scarico può effettuarsi senza timore di inquinare il corpo idrico ricettore. Le acque che caratterizzano il deflusso nel periodo iniziale e transitorio sono dette "acque di prima pioggia".

Tenuto conto che le sostanze presenti sulla sede stradale sono sostanzialmente costituite da sabbie, metalli pesanti e oli minerali, è stato ritenuto opportuno installare un sistema di abbattimento delle sostanze sedimentabili e di quelle flottanti (oli e grassi).

I presidi idraulici hanno lo scopo di annullare gli impatti inquinanti dell'autostrada sull'ambiente circostante. Le acque raccolte dalla piattaforma stradale, prima di essere immesse nei recapiti naturali, subiscono un trattamento di separazione di fanghi ed oli.

8.1 Normativa di riferimento

La gestione delle acque di prima pioggia è uno degli obiettivi primari ai fini della tutela dei corpi idrici ricettori. Tali acque, infatti, costituiscono il veicolo attraverso cui un significativo carico inquinante costituito da un miscuglio eterogeneo di sostanze disciolte, colloidali e sospese,

comprendente metalli, composti organici ed inorganici, viene scaricato nei corpi idrici ricettori nel corso di rapidi transitori.

Le acque di prima pioggia necessitano pertanto di opportuni trattamenti al fine di assicurare la salvaguardia degli ecosistemi acquatici.

La Normativa nazionale di riferimento è costituita dal vigente D. Lgs. n° 03 Aprile 2006 parte III – *“Disposizioni sulla tutela delle acque dall’inquinamento e recepimento della Direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della Direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall’inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole”* (c. d. Testo Unico sulle Acque), con il quale sono state abrogate diverse leggi, tra cui la legge n. 319/76 (c. d. Legge Merli).

La suddetta Legge Merli, per quanto concerne l'argomento di nostro interesse, non permetteva lo scarico diretto delle acque di prima pioggia nei corsi d'acqua superficiali o nel sottosuolo, in quanto tali acque sono considerate inquinate da sostanze di varia natura.

L'Art. 39 del citato D. Lgs. N. 152/06 è relativo al trattamento delle acque di prima pioggia, ma demanda alle Regioni la competenza di legiferare in merito all'argomento:

Art. 39 (Acque di prima pioggia e di lavaggio di aree esterne)

“Le Regioni disciplinano i casi in cui può essere richiesto che le acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne non recapitanti in reti fognarie siano convogliate e opportunamente trattate in impianti di depurazione per particolari stabilimenti nei quali vi sia il rischio di deposizione di sostanze pericolose sulle superfici impermeabili scoperte.”

Il riferimento normativo vigente nella Regione Puglia è contenuto nel REGOLAMENTO REGIONALE 9 dicembre 2013, n.26 *“Disciplina delle acque meteoriche di dilavamento e di prima pioggia”*.

Si riportano di seguito alcuni articoli:

ARTICOLO 2 (Principi generali) comma 6

“...6. Gli scarichi e le immissioni di acque meteoriche di dilavamento di cui al presente regolamento, non devono recare pregiudizio al raggiungimento e/o mantenimento degli obiettivi di qualità ambientale dei corpi idrici ricettori ed alla sicurezza idraulica e geomorfologica delle aree interessate....”

ARTICOLO 3 (Definizioni) comma 1b.1

“1. Fatte salve le definizioni di cui all’art. 74 del Dl.gs. n. 152/06 e ss. mm. ed ii., ai fini del presente regolamento si intende per:

a. Acque meteoriche di dilavamento: le acque di pioggia che precipitano sull’intera superficie impermeabilizzata scolante afferente allo scarico o all’immissione;

b. Acque di prima pioggia: le prime acque meteoriche di dilavamento relative ad ogni evento meteorico preceduto da almeno 48 (quarantotto) ore di tempo asciutto, per una altezza di precipitazione uniformemente distribuita: 1. di 5 (cinque) mm per superfici scolanti aventi estensione, valutata al netto delle aree a verde e delle coperture non carrabili che non corrivano sulle superfici scolanti stesse, inferiore o uguale a 10.000 (diecimila) mq; ...”

ARTICOLO 4 (Disciplina e trattamento di acque meteoriche di dilavamento provenienti da reti fognarie separate) comma 5

“...5. Le acque di prima pioggia, provenienti da reti fognarie separate di cui al comma 1 del presente articolo, sono avviate verso vasche di accumulo a perfetta tenuta stagna e sottoposte, prima del loro scarico nei ricettori finali, ad un trattamento di grigliatura e dissabbiatura. Le vasche sono dotate di un sistema di alimentazione che consenta di escludere le stesse a riempimento avvenuto. Le ulteriori acque sono avviate ai recapiti finali. Le vasche di prima pioggia devono essere dotate di accorgimenti tecnici che ne consentano lo svuotamento entro le 48 ore successive...”

ARTICOLO 11 (Recapito delle acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne)

“1. Fermo restando l’obbligo, ove tecnicamente possibile, di riutilizzo delle acque meteoriche di dilavamento finalizzato alle necessità irrigue, domestiche, industriali ed altri usi consentiti dalla legge, le acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne, opportunamente trattate secondo

quanto stabilito dall'art. 10 del presente Regolamento, nei casi in cui ci sia eccedenza delle stesse acque recuperate per gli usi consentiti, ovvero l'impossibilità di riutilizzo, sono recapitate secondo il seguente ordine preferenziale: a. rete fognaria nera, nel rispetto delle prescrizioni regolamentari del Soggetto Gestore per scarichi di tipo industriale e previa valutazione della compatibilità qualitativa e quantitativa del sistema fognario / depurativo; ...”

8.2 Descrizione dell'opera

Il sistema di drenaggio e collettamento delle acque meteoriche che insistono sulle viabilità di accesso alla fermata, delle aree adibite al Kiss & Ride, del Terminal Bus e gli stalli del parcheggio più vicini alla fermata,

Aree di Parcheggio ed alla viabilità di raccordo perimetrale, descritto in precedenza ed oggetto del presente studio è del tipo denominato chiuso.

In particolare è previsto:

- un Impianto di Prima Pioggia (IPP1) a servizio della viabilità di accesso alla fermata, delle aree adibite al Kiss & Ride, del Terminal Bus e gli stalli del parcheggio più vicini alla fermata.
- un Impianto di Prima Pioggia (IPP2) a servizio della rimanente area di parcheggio e la viabilità di raccordo perimetrale.

Le acque di seconda pioggia convogliate agli IPP1 e IPP2 sono in seguito deviate in un bacino interrato per la l'accumulo delle acque meteoriche e successiva laminazione.

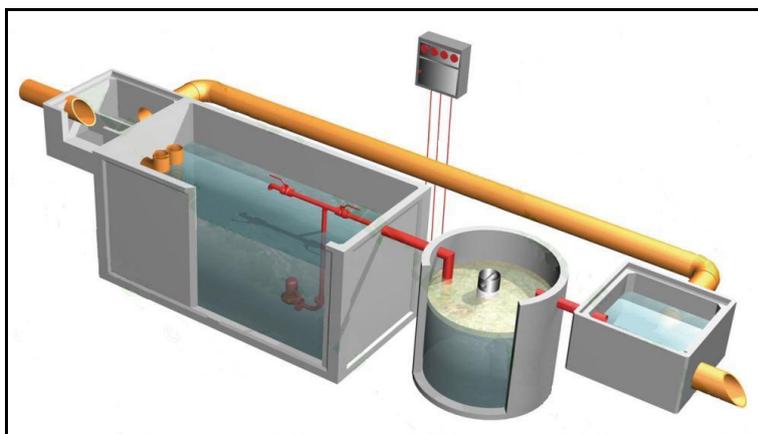
Nel presente progetto si prevede l'adozione di un sistema di trattamento delle acque di prima pioggia di tipo ad Accumulo e Rilancio di tipo prefabbricato.

Le “Acque di prima pioggia” sono identificate nei primi 5 mm di acqua meteorica di dilavamento uniformemente distribuita su tutta la superficie scolante servita dal sistema di drenaggio. Per il calcolo delle relative portate si assume che tale valore si verifichi in un periodo di tempo t_p di 15 minuti, mentre per la determinazione del volume di accumulo corrispondente questo è determinato semplicemente moltiplicando la superficie destinata al trattamento per 5 mm di acqua meteorica di dilavamento uniformemente distribuita su di essa. I coefficienti di afflusso c alla rete si considerano

pari ad 0.9 per le superfici lastricate od impermeabilizzate e pari a 0.4 per le pavimentazioni drenanti. Restano escluse dal computo suddetto le superfici con copertura vegetale.

L'impianto risulta così composto:

- Pozzetto scolmatore manufatto nel quale avviene la separazione tra le acque di prima pioggia, destinate al trattamento e quelle di seconda pioggia,



Impianto di prima pioggia con accumulo e rilancio

- Vasca di accumulo- rilancio che consente l'accumulo delle acque prima pioggia e la decantazione del materiale sedimentabile che per effetto gravitazionale tende a depositarsi sul fondo della vasca (fango, sabbie, morchie, ecc.). Le acque di prima pioggia così accumulate tramite rilancio con un'elettropompa sommergibile (la portata della pompa verrà regolata attraverso adeguato limitatore di portata tarabile manualmente) verranno convogliate le acque nel comparto finale di disoleatura-filtrazione. Se nel contempo il sensore presenza pioggia a servizio dell'impianto si attiverà, un apposito automatismo installato al quadro elettrico provvederà a bloccare il funzionamento della elettropompa e a farla ripartire una volta terminata la pioggia. Al termine dello svuotamento della zona di accumulo (entro 48-72 ore dalla fine della precipitazione) si ripristineranno automaticamente le impostazioni iniziali dell'impianto in modo da renderlo disponibile per un altro ciclo depurativo.
- Disoleatore statico dove avviene la separazione a gravità degli olii liberi e delle sostanze sedimentabili contenuti nelle acque di prima pioggia dotato di sistema a pacco lamellare. All'entrata dell'impianto un tubo devia l'acqua verso il basso, determinando un acquietamento delle acque ed un'uniforme distribuzione del flusso nella vasca. Per effetto del loro diverso peso specifico, le particelle più leggere (oli) salgono in superficie, mentre l'acqua defluisce dall'apertura d'uscita posta in basso, dalla parte

opposta dell'ingresso. Le particelle leggere che si sono separate e raccolte in superficie formano uno strato galleggiante di spessore crescente che dovrà essere periodicamente rimosso. Poiché l'acqua in uscita contiene ancora particelle d'olio di dimensioni piccolissime non fisicamente separabili, prima di uscire dal separatore viene fatta passare attraverso un sistema di pacchi lamellari. L'adozione del pacco lamellare migliora e facilita la separazione e l'intrappolamento delle sostanze oleose, in modo particolare delle microparti di ridottissime dimensioni. Il fenomeno, reso possibile sfruttando la diversa tensione superficiale degli olii rispetto all'acqua, viene amplificato dall'elevata superficie del pacco lamellare che costituisce il filtro e dal fatto che esso viene fatto lavorare in controcorrente. Le acque trattate fuoriescono dal dispositivo attraverso un sifone dotato di otturatore a galleggiante che si chiude in caso di raggiungimento del volume massimo di stoccaggio degli olii. Vengono così garantiti effluenti con concentrazione di idrocarburi inferiore a 5 mg/l. Si sottolinea come l'adozione del sistema a pacchi lamellari comporti un incremento dell'efficienza (aumenta la superficie di sedimentazione) ed una riduzione delle dimensioni del manufatto stesso.

Il sistema di trattamento delle acque di prima pioggia descritto e proposto dallo scrivente risulta conforme a quanto previsto dalle norme UNI EN 858-1:2005 "Impianti di separazione per liquidi leggeri. Parte 1: principi di progettazione, prestazione e prove sul prodotto, marcatura e controllo qualità" e UNI EN 858-2:2004 "Impianti di separazione per liquidi leggeri. Scelta delle dimensioni nominali, installazione, esercizio e manutenzione".

Conformemente a quanto indicato nella norma UNI EN 858-1:2005, le parti che compongono gli impianti di separazione sono due (vedasi tabella seguente):

- Sedimentatore: parte di impianto in cui il materiale (fango, limo, sabbia) sedimenta.
- Separatore: parte dell'impianto che separa, trattenendolo, il liquido leggero dalle acque reflue. Il separatore può essere di Classe I (per concentrazioni di olio residuo allo scarico < 5 mg/l) o di Classe II (per concentrazioni di olio residuo allo scarico < 100 mg/l) e può essere dotato di bypass (dispositivo che consente il passaggio di una portata in eccesso).

Componenti		Contenuto massimo ammissibile di olio residuo (mg/l)	Lettera codice
Sedimentatore			S
Separatore	Classe II	100 (tecnica di separazione tipica a gravità)	II
	Classe I	100 (tecnica di separazione tipica a coalescenza)	I

Classe di separatori secondo Norma EN 858-1

Le dimensioni nominali preferenziali NS per impianti di separazione di liquidi leggeri sono 1, 3, 5, 6, 10, 15, 20, 30, 40, 50, 65, 80, 100, 125, 150, 200, 300, 400 e 500 l/s e vanno scelte approssimando per eccesso le dimensioni ottenute dalla formula seguente (punto 4.3.1 della UNI EN 858-2:2005):

$$NS = (Q_{pp} + f_x Q_s) f_d$$

dove:

- NS rappresenta la dimensione nominale del separatore;
- Q_{pp} la portata massima dell'acqua di prima pioggia in l/s;
- Q_s la portata massima delle acque reflue in l/s
- f_x il fattore di impedimento che dipende dalla natura dello scarico;
- f_d il fattore di massa volumetrica del liquido leggero in oggetto.

Poiché gli impianti in studio trattano solo acqua piovana, si ha $Q_s = 0$ e quindi la precedente relazione diventa:

$$NS = Q_{pp} \cdot f_d$$

Per quanto riguarda il valore da assegnare al coefficiente f_d , essi sono riportati in Tabella 8 in funzione di alcuni particolari inquinanti e della tipologia di disoleatore.

prospetto A.1

Liquido leggero	Massa volumica a temperatura da 15 °C a 20 °C (g/cm ³)	Separabilità	ϕ			Osservazioni	
			S-II-P	S-I-P	S-II-I-P	Solubilità massima in acqua in particolari condizioni	Altro
Ammiacato di acido acetico	0,876	Si	2	1,5	1	2,5 g/l	a)
Etilacetato 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-butile estere dell'acido acetico	0,876	Limitata	2	1,5	1	7 g/l	Dopo un certo tempo, decomposizione in acido acetico e alcool 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	Miscela 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	-
Diethyl etere	0,714	Limitata	1	1	1	75 g/l	Emissione di gas di diethyl etere
Diossano	0,10306	No	-	-	-	Illimitata	a) In caso di concentrazione elevata
Alcool etilico	0,789	No	-	-	-	Illimitata	a) In caso di concentrazione elevata
Etilbutirato (n-etilacetato di acido butirrico)	0,879	Limitata	2	1,5	1	6,2 g/l	a)
Etilmetilchetone	0,805	No	-	-	-	Ben solubile	-
Etilacetato di acido formico	da 0,919 a 0,921	Limitata	3	2	1	110 g/l	a)
Metilacetato 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 -0,96 g/cm ³	3	2	1	Quasi insolubile	-
Benzina pesante	da 0,70 a 0,75	Si	1	1	1	Quasi insolubile	-

prospetto A.1 (Continua)

Liquido leggero	Massa volumica a temperatura da 15 °C a 20 °C (g/cm ³)	Separabilità	f_d			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 isoamilico	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)
Metilcicloesano	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	-
Propilbutirato	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.

Tabella 8.2 valore da assegnare al coefficiente di massa volumetrica f_d (UNI EN858-2)

Il disoleatore previsto in progetto è del tipo S II I P essendo composto in serie da un sedimentatore, da un disoleatore di classe I e da un disoleatore di classe II. Dall'analisi della Tabella 8.2, si osserva che il coefficiente f_d per un disoleatore di tipo S II I P, è sempre pari ad 1; pertanto la dimensione nominale del disoleatore è pari alla portata massima che lo stesso può trattare.

Si prevedono i seguenti impianti:

Presidio	Zone servite	Area servita m ²	Volume minimo vasche (m ³)	Ingombro vasca prima pioggia			Volume disponibile m ³	Ingombro idsoleatore		
				L (m)	B (m)	H (m)		B (m)	L (m)	H (m)
IPP1	Viabilità d'accesso Kiss & ride Terminal bus Collettore 1 parcheggio	10540	53	10.00	2.50	2.50	55	1.80	2.50	1.50
IPP2	Collettore 2 parcheggio Collettore 3 parcheggio Collettore 4 parcheggio	10770	54	10.00	2.50	2.50	55	1.80	2.50	1.50

9. VASCHE DI LAMINAZIONE

La zona interessata dall'area di progetto non presenta ricettore naturali nei quali recapitare le acque raccolte, inoltre la natura argillosa del terreno non permette un sistema di smaltimento per infiltrazione nel sottosuolo.

Il recapito più vicino è costituito dalla rete fognaria di drenaggio a servizio del Quartiere C.E.P.; al fine di non sovraccaricare la rete esistente con volumi non previsti e provenienti da sistemi di smaltimento idraulico progettati per tempi di ritorno superiori si applica il principio dell'invarianza idraulica.

In questa maniera si limita e disconnette dal tempo di ritorno il contributo idraulico delle aree di progetto.

Il calcolo del volume da assegnare alla vasca di laminazione V , necessario per laminare la portata in arrivo dalla piattaforma è effettuato risolvendo, con riferimento ad un bacino scolante con superficie S , al variare del tempo di pioggia t_p (espresso in ore), l'equazione di bilancio dei volumi, ossia:

$$V = V_{IN} - V_{OUT}$$

V_{IN} è il volume di pioggia entrante nel sistema di invaso in conseguenza ad un evento pluviometrico di durata t si può esprimere

$$V_{IN} = Q_i t$$

con

$$Q_i = i \phi S$$

e

$$i = a t^{n-1}$$

quindi

$$V_{IN} = \phi S a t^n$$

Dove ϕ è il coefficiente di afflusso e S la superficie del bacino drenato a monte del sistema di invaso.

Tale ipotesi è valida nell'ipotesi semplificativa che inizi la dispersione contestualmente all'inizio dell'evento piovoso.

Per la pioggia di progetto si farà riferimento ad eventi con tempo di ritorno di 50 anni e durata rispettivamente inferiore o superiore all'ora, dovendo la simulazione comprendere un intervallo di tempo che va da 0 a 72h, con le curve di possibilità pluviometrica calcolate nella relazione idrologica generale e riportate nel presente progetto.

V_{OUT} è il volume di pioggia in uscita dal sistema nello stesso intervallo di tempo si può esprimere

$$V_{out} = Q_u t$$

Il calcolo dell'andamento temporale dei volumi drenati nel sottosuolo a dispersione (V_{out}), è stato effettuato utilizzando lo schema di moto filtrante secondo la formulazione:

$$Q_u = Q_{IMP} = K j S$$

quindi

$$V_{out} = K j S t$$

Dove k rappresenta la conducibilità idraulica, S la superficie del bacino drenato a monte del sistema di invaso e J la cadente idraulica (posta pari a 1).

Esprimendo matematicamente la condizione di massimo, ossia derivando rispetto alla durata t la differenza $\Delta V = V_{IN} - V_{OUT}$, si ricava la durata critica t_{cr} per l'invaso di laminazione e di conseguenza il volume di laminazione V_{MAX}

$$V_{MAX} = V_{IN} - V_{OUT} = S \phi a t_{cr}^n - Q_{IMP} t_{cr}$$

$$t_{cr} = \left(\frac{Q_{IMP}}{S \cdot \phi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

$$V_{max} = S \cdot \phi \cdot a \cdot \left(\frac{Q_{IMP}}{S \cdot \phi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{n}{n-1}} - Q_{IMP} \cdot \left(\frac{Q_{IMP}}{S \cdot \phi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

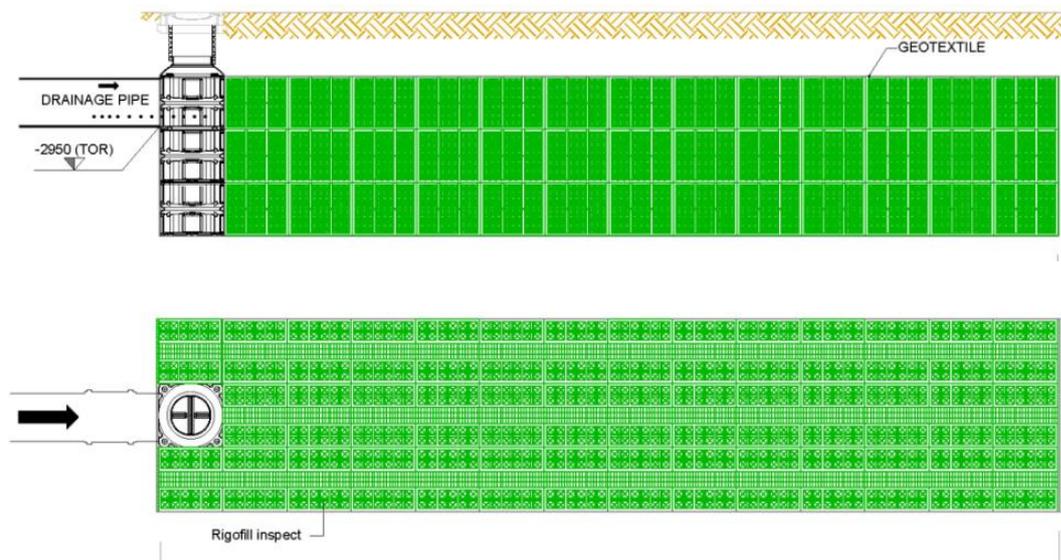
In particolare è da riferire che l'approccio adottato in accordo alle relazioni analizzate conduce a valutazioni del volume di laminazione V in favore di sicurezza, non tenendo conto degli effetti di laminazione nella rete di drenaggio.

La regione Puglia non è normata in merito al principio dell'invarianza idraulica per cui si fa riferimento a quanto previsto dalla regione Lombardia Regolamento Regionale 23 novembre 2017, n. 7. "Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12 (Legge per il governo del territorio)" s.m.i.

Si considera la zona in esame una zona ad alto rischio per cui si quantifica una portata di laminazione in ragione di 10 l/s per ogni ettaro impermeabile drenato e si dimensiona il sistema di laminazione per un tempo di ritorno $Tr=50$ anni.

Si procede con il calcolo del volume di laminazione necessario per le reti idrauliche di progetto a servizio rispettivamente della banchina e piattaforma della fermata ferroviaria e dell'area di

parcheggio e viabilità accessoria. Il sistema di stoccaggio delle acque drenate è realizzato nel sottosuolo con moduli parallelepipedi in materiale plastico con volume di ritegno pari al 95% le cui dimensioni sono $B=0.80\text{m}$, $L=0.80$ e $h=0.70\text{m}$; sono componibili affinché si possa realizzare la vasca delle volute dimensioni, sono carrabili per ricoprimenti minimi di 0.70 m e vengono avvolti esternamente con guaina impermeabile.



Esempio di vasca di laminazione con elementi modulari in materiale plastico – particolare, sezione longitudinale e pianta

Si riportano di seguito le volumetrie necessarie in funzione delle portate di laminazione

Zone servite	Area impermeabile drenata (m ²)	Portata di laminazione (l/s)	Volume di laminazione necessario (m ³)
Viabilità d'accesso Kiss & Ride Terminal Bus Collettore 1 parcheggio	10540	10.54	573
collettore 2-3-4 parcheggio	10770	10.77	586
Collettore binario pari e dispari	6107	6.11	332

Si indicano nello specchio in basso le dimensioni delle vasche di laminazione. Si evidenzia che le prime due vasche saranno comunicanti così da determinare un unico solo grande serbatoio in grado di soddisfare quanto richiesto; tale scelta è dovuta a meri motivi di simmetria geometrica.

Zone servite	Volume di laminazione necessario	numero moduli larghezza	numero moduli lunghezza	Numero strati	totale moduli	Altezza vasca (m)	Largh. Vasca (m)	Lungh. Vasca (m)	Impronta (m ²)	volume invasato (m ³)
Viabilità d'accesso Kiss & Ride Terminal Bus Collettore 1 parcheggio	573	6	115	2	1380	1.40	4.80	92.00	442	(594+594) 1188
collettore 2 collettore 3 collettore 4 parcheggio	586	6	115	2	1380	1.40	4.80	92.00	442	
Collettore binario pari e dispari	332	6	47	3	846	2.10	4.80	37.60	180	364

La vasca d'accumulo a servizio del parcheggio e della viabilità, denominata "vasca laminazione 1 strada" con volume 1188 m³, sarà situata in corrispondenza della prima serie di stalli lato nord nelle vicinanze del terminal bus.

Per le acque afferenti la ferrovia si dispone il bacino interrato, denominata "vasca laminazione ferrovia" con volume 364 m³, nella zona verde a nord ovest della fermata. Questi moduli solitamente hanno una doppia funzione, disperdono e contemporaneamente laminano le portate in arrivo; nel caso specifico si fa riferimento alla sola capacità di accumulo e laminazione del sistema.

Prima dell'immissione nelle vasche le acque subiranno un trattamento di dissabbiatura e grigliatura in apposito pozzetto di dimensioni 2.0x2.0 m e altezza 1.50 m per depurare le acque meteoriche.

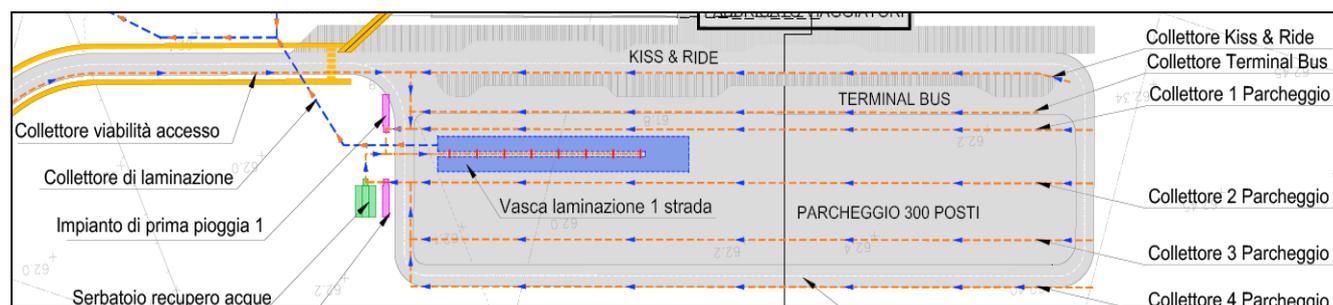
Si specifica che il sistema descritto è a valle degli IPP e dei serbatoi di accumulo acque meteoriche per uso irriguo e che cautelativamente si considerano gli elementi sopracitati colmi e dunque con nessun potere di laminazione e nessuna influenza idraulica sul sistema di rilascio controllato delle acque in eccesso.

In ogni vasca in corrispondenza del collettore adibito al trasporto della portata laminata, per ovviare a eventi superiori a quelli di progetto ed evitare che il sistema di stoccaggio entri in pressione si dispone un troppo pieno che sversa le acque in eccesso nel collettore citato.

10. SERBATOI DI RACCOLTA ACQUE METEORICHE

L'infrastruttura in studio prevede il riutilizzo delle acque di precipitazione meteorica ad uso irriguo delle aree a verde presenti nelle zone di parcheggio e nell'intorno della fermata di progetto, come stabilito dal Regolamento Regionale n. 26 del 2013 all'art. 2 *Principi Generali* comma 1, mediante accumulo in serbatoi dedicati realizzati con vasche prefabbricate in calcestruzzo poste nel caso in studio in parallelo.

I serbatoi come descritto nei paragrafi precedenti e indicato in verde nell'immagine successiva sono posti a valle dell'impianto IPP1 in quanto la superficie servita dal sistema di drenaggio a monte dello stesso e il corrispondente volume di acque meteoriche, risultano sufficienti come riportato nel dimensionamento seguente, a soddisfare il fabbisogno irriguo richiesto.



Il dimensionamento può essere fatto seguendo i criteri della norma EN DIN 1989:2000-12, relativa al dimensionamento dei serbatoi per il recupero dell'acqua piovana. I passaggi fondamentali sono i seguenti:

1. Stima del volume massimo cumulabile V_{ACC} .
2. Stima del fabbisogno idrico F .
3. Valutazione del tempo secco medio TSM [giorni] mediante la relazione:

$$TSM = (365 - FR) / 12 \text{ con } FR \text{ frequenza di piovosità}$$

4. Calcolo del volume del serbatoio con la relazione:

$$V_R = TSM \times (F / 365)$$

Valida se $F < V_{ACC}$

Nel caso in cui si verifichi la condizione per cui risulti $F > V_{ACC}$ si sostituisce nella relazione F con V_{ACC} .

5. Calcolo del numero di elementi costituenti la struttura di accumulo delle acque meteoriche, dividendo il volume ricavato V_r per il volume di invaso di ogni singola vasca .

Si riportano di seguito in forma tabellare i risultati del dimensionamento sopra descritto:

Disponibilità Idrica	Idrologia		
	Pioggia media annua	m	0.5
	giorni piovosi medi annui	n	86
	Superfici di raccolta utilizzabili		
	Area totale pavimentata	m^2	6083
	Area totale stalli	m^2	5815
	Coefficienti		
	Coeff. medio afflusso aree pavimentate		0.9
	Coeff. medio afflusso aree stalli		0.4
	Coefficiente efficienza filtri		0.95
	Volume max disponibile	m^3	3705

Fabbisogno	Riuso WC (cassette)		
	passaggeri (utilizzatori) al giorno	n	0
	wc scarico (circa 12litri a scarico)	$l/anno$	0
	Fabbisogno servizi	m^3	0
	Riuso irriguo		
	Fabbisogno idrico verde	$l/anno/$ m^2	200
	Superficie verde da irrigare	m^2	8780
	Fabbisogno irriguo	m^3	1756

Fabbisogno totale annuo	m ³	1756
Volume di Accumulo	m ³	112
Volume Vasche	m ³	150
Numero Vasche		3