

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



DIREZIONE TECNICA

U.O. OPERE CIVILI

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA DI 2^ FASE

NPP 0258 - GRONDA MERCI DI ROMA CINTURA NORD

TRATTA: TOR DI QUINTO – VAL D'ALA

IDROLOGIA E IDRAULICA

Relazione descrittiva/illustrativa delle opere di drenaggio

SCALA:

-

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


N R 4 E 2 1 R 0 9 R I I D 0 0 0 2 0 0 2 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione esecutiva	C. CESALI 	Febbraio 2022	F. CABAS 	Febbraio 2022	T. PAOLETTI 	Febbraio 2022	VITTOZZI Febbraio 2022

ITALFERR S.p.A.
U.O. Opere Civili e Sezione delle varianti
Dott. Ing. Angelo Vittozzi
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma
N° A20783


File:

n. Elab.:

	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA DI 2^ FASE NPP – GRONDA MERCI DI ROMA CINTURA NORD TRATTA TOR DI QUINTO – VAL D'ALA					
IDROLOGIA E IDRAULICA Relazione descrittiva	COMMESSA NR4E	LOTTO 21	CODIFICA R 09 RI	DOCUMENTO ID 0002 002	REV. A	FOGLIO 2 di 22

INDICE

1	PREMESSA	4
2	DESCRIZIONE E INQUADRAMENTO GENERALE DELL'INTERVENTO	5
3	NORMATIVA VIGENTE IN MATERIA DI INVARIANZA IDRAULICA.....	7
4	ANALISI IDROLOGICA E IDRAULICA.....	11
4.1	SISTEMA DI SMALTIMENTO DELLE ACQUE METEORICHE.....	11
4.1.1	GENERALITÀ.....	11
4.1.2	CRITERI DI CALCOLO	12
4.2	IMPIANTI DI SOLLEVAMENTO	17
4.2.1	CALCOLO DEL VOLUME DELLA VASCA DI RACCOLTA	17
5	CONSIDERAZIONI GENERALI SUGLI EFFETTI DEI CAMBIAMENTI CLIMATICI SULLE PRECIPITAZIONI.....	18
6	BIBLIOGRAFIA.....	22


 ITALFERR <small>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</small>	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA DI 2^ FASE NPP – GRONDA MERCI DI ROMA CINTURA NORD TRATTA TOR DI QUINTO – VAL D'ALA					
IDROLOGIA E IDRAULICA Relazione descrittiva	COMMESSA NR4E	LOTTO 21	CODIFICA R 09 RI	DOCUMENTO ID 0002 002	REV. A	FOGLIO 3 di 22

INDICE DELLE FIGURE

<i>FIGURA 1 – INQUADRAMENTO DELL'INTERVENTO IN PROGETTO.....</i>	<i>4</i>
<i>FIGURA 2 – INQUADRAMENTO GENERALE DELL'INTERVENTO IN PROGETTO (LOTTO 2) SU CARTA TECNICA REGIONALE (CTR, 1:5000).</i>	<i>5</i>
<i>FIGURA 3 – TIPOLOGICO FOSSO DI GUARDIA DRENANTE/DISPERDENTE.</i>	<i>11</i>
<i>FIGURA 4 – INTERVENTO IN PROGETTO (LOTTO 2) VS SOTTOZONA OMOGENEE VAPI ITALIA CENTRALE.....</i>	<i>12</i>
<i>FIGURA 5 – TIPOLOGICI CANALI DI LAMINAZIONE.</i>	<i>16</i>
<i>FIGURA 6 – PRECIPITAZIONE MASSIMA GIORNALIERA (MM), SCENARIO RCP4.5. MAPPE DELLE VARIAZIONI PREVISTE DAI MODELLI CLIMATICI PER I TRE ORIZZONTI TEMPORALI 2021-2050 (PRIMA RIGA), 2041-2070 (SECONDA RIGA), 2061-2090 (TERZA RIGA).</i>	<i>19</i>
<i>FIGURA 7 – PRECIPITAZIONE MASSIMA GIORNALIERA (MM), SCENARIO RCP8.5. MAPPE DELLE VARIAZIONI PREVISTE DAI MODELLI CLIMATICI PER I TRE ORIZZONTI TEMPORALI 2021-2050 (PRIMA RIGA), 2041-2070 (SECONDA RIGA), 2061-2090 (TERZA RIGA).</i>	<i>20</i>

INDICE DELLE TABELLE

<i>TABELLA 1 – PRINCIPIO DI INVARIANZA IDRAULICA: NORME ED INTERVENTI DA ATTUARE (NTA DEL P.S.5)...</i>	<i>8</i>
<i>TABELLA 2– VALORI DEI PARAMETRI $a(TR)$, b, m PER LA SOTTOZONA VAPI A10, PER I TEMPI DI RITORNO DI 25 E 100 ANNI.....</i>	<i>13</i>

 GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA DI 2^ FASE NPP – GRONDA MERCI DI ROMA CINTURA NORD TRATTA TOR DI QUINTO – VAL D'ALA					
	IDROLOGIA E IDRAULICA Relazione descrittiva	COMMESSA NR4E	LOTTO 21	CODIFICA R 09 RI	DOCUMENTO ID 0002 002	REV. A

1 PREMESSA

Il presente elaborato è parte integrante del Progetto di Fattibilità Tecnico-Economica “Gronda Merci di Roma Cintura Nord”, che prevede la chiusura dell’Anello Ferroviario mediante la connessione della stazione di Valle Aurelia con la linea che da Roma Smistamento conduce a Tiburtina, passando per le fermate/stazioni di Vigna Clara e di Tor di Quinto.

Nello specifico, la presente relazione si riferisce al **LOTTO 2** della “Gronda Merci di Roma Cintura Nord”, che comprende i seguenti interventi (Figura 1):

- tratta Tor di Quinto – Val d’Ala
- modifiche PRG Tiburtina

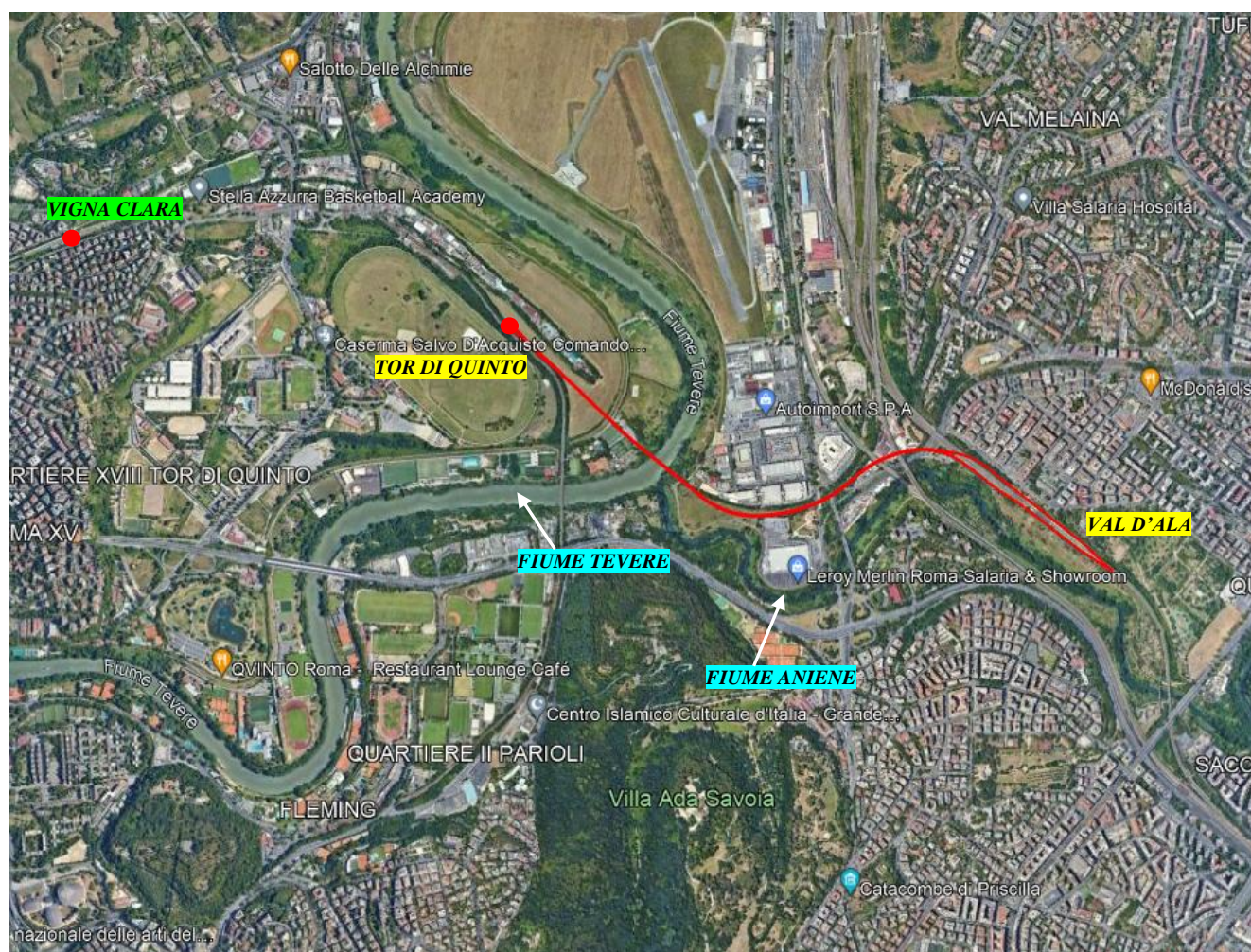



Figura 1 – Inquadramento dell'intervento in progetto.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA DI 2^ FASE NPP – GRONDA MERCI DI ROMA CINTURA NORD TRATTA TOR DI QUINTO – VAL D'ALA					
	IDROLOGIA E IDRAULICA Relazione descrittiva	COMMESSA NR4E	LOTTO 21	CODIFICA R 09 RI	DOCUMENTO ID 0002 002	REV. A

In particolare, il presente documento costituisce la relazione idraulica descrittiva del sistema di drenaggio a servizio delle opere in progetto nell'ambito dell'intero intervento.

Più precisamente, il sistema di smaltimento delle acque meteoriche sarà sviluppato e studiato nel dettaglio nella successiva fase progettuale; tuttavia, in questa fase si è proceduto ad una valutazione di carattere generale circa i criteri di verifica e le soluzioni da adottare in considerazione dei vincoli imposti dal rispetto del *principio di invarianza idraulica* richiamato nella normativa di settore locale/regionale, soprattutto in un contesto urbano come quello in cui si sviluppa e si articola l'intervento in progetto.

2 DESCRIZIONE E INQUADRAMENTO GENERALE DELL'INTERVENTO

Relativamente al **LOTTO 2**, la tratta *Tor di Quinto – Val d'Ala* si sviluppa in corrispondenza della confluenza del Fiume Aniene nel Fiume Tevere, attraversando quest'ultimo alla progressiva 2+600 circa.

Nella figura seguente, l'inquadramento della tratta ferroviaria in progetto su *Carta Tecnica Regionale*.

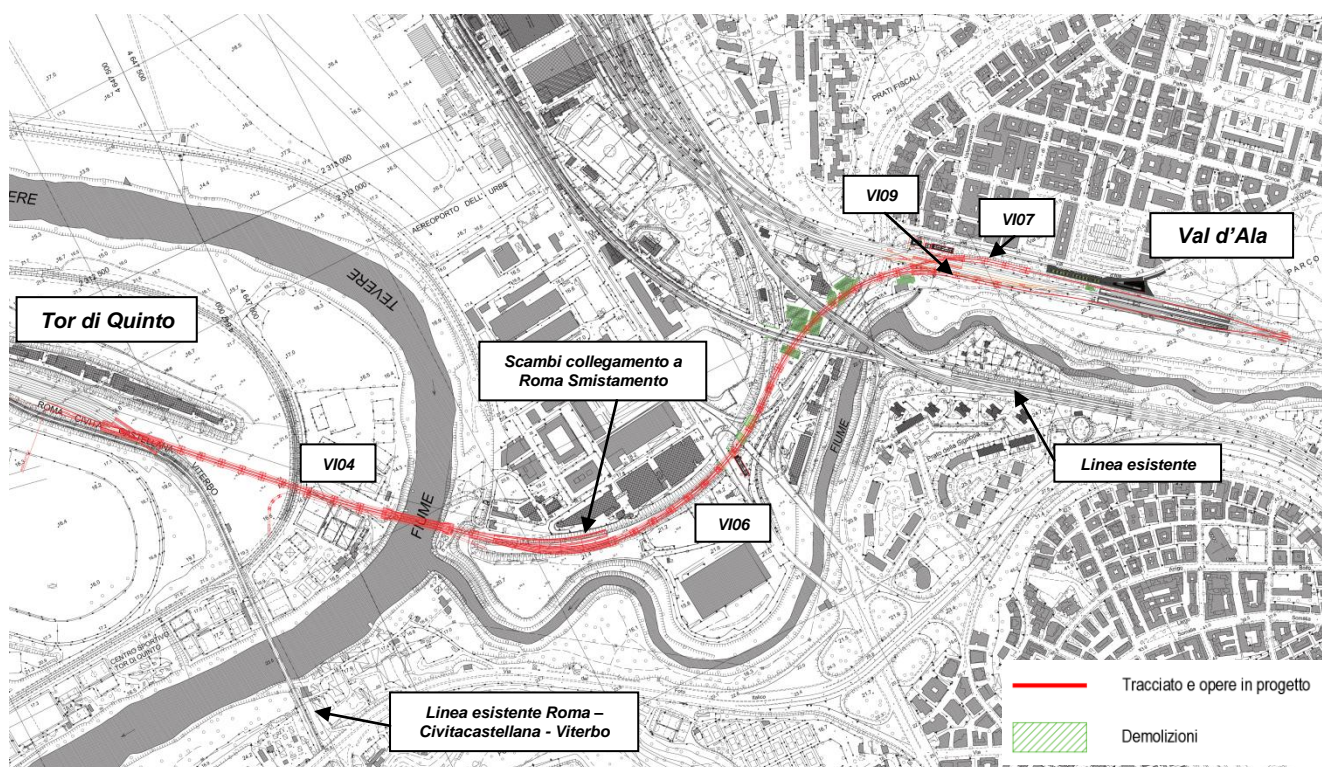



Figura 2 – Inquadramento generale dell'intervento in progetto (LOTTO 2) su Carta Tecnica Regionale (CTR, 1:5000).

Nello specifico, superati gli scambi di uscita dalla stazione *Tor di Quinto*, la linea ferroviaria in progetto si sviluppa in viadotto (VI04), ai fini dello scavalco del fiume Tevere.

 GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA DI 2^ FASE NPP – GRONDA MERCI DI ROMA CINTURA NORD TRATTA TOR DI QUINTO – VAL D'ALA					
IDROLOGIA E IDRAULICA Relazione descrittiva	COMMESSA NR4E	LOTTO 21	CODIFICA R 09 RI	DOCUMENTO ID 0002 002	REV. A	FOGLIO 6 di 22


Superata l'interferenza con gli argini, le aree golenali e l'alveo inciso del Fiume Tevere, è previsto un tratto in rilevato tra muri, su cui sono inseriti gli scambi per il collegamento a Roma Smistamento. In particolare, il collegamento è fatto con un bivio a raso sul quale, per ragioni di geometria del tracciato e spazi disponibili, è montato uno scambio inglese.

La presenza del bivio consente di realizzare il doppio binario per *Roma Smistamento* verso Nord e il doppio binario per *Val d'Ala*. Le due coppie di binari procedono planimetricamente appaiate, fino al superamento dell'intersezione con via Salaria, all'interno del sedime esistente, che era stato predisposto per la cosiddetta "*Cintura Militare*".

A livello altimetrico, la linea prende quota e si attesta in viadotto (VI06) già a circa 200m dal bivio Tor di Quinto e realizza l'attraversamento su via Salaria con una distanza tra piano del ferro e piano stradale circa a 18m. Superata l'intersezione con via Salaria, il tracciato continua a prendere quota con una livelletta al 20‰ fino ad arrivare ad un'altezza massima pari a 39.5 m s.l.m, al fine di rendere compatibile l'attraversamento della linea ferroviaria *Direttissima* e della linea *FLI*. La nuova ferrovia si pone quindi a quota 25m circa dal piano stradale di via Prati Fiscali, per poi ridiscendere una volta risolta l'interferenza altimetrica con le due linee ferroviarie esistenti. Superata via dei Prati Fiscali la nuova linea ferroviaria ridiscende e realizza un'opera scatolare per consentire la separazione dei binari e la riconnessione sulla linea "merci" con una soluzione a "salto di montone". Superato lo scatolare, i binari separatamente si riconnettono alla linea "merci" in corrispondenza dell'esistente fermata di Val d'Ala. In particolare, per entrambi i binari si prevede un ulteriore tratto di viadotto (VI07 e VI09). La completa riconnessione alla linea "merci" avviene terminati i marciapiedi della fermata Val d'Ala, che sarà pertanto oggetto di adeguamento.

L'intervento in progetto nel suo complesso si inserisce nel **tratto metropolitano del Fiume Tevere**, da Castel Giubileo alla foce, corridoio fluviale caratterizzato principalmente dal regime idraulico (piene e magre) proprio del tratto (dipendente dalla regolazione operata dalla traversa di Castel Giubileo e prima dalla Diga di Corbara, nonché dalla confluenza del Fiume Aniene), dalle opere idrauliche presenti (muraglioni ed argini), dalle aree golenali disponibili tra le arginature con i loro attuali utilizzi (circoli sportivi, etc.), dai numerosi ponti, dalle banchine e dalle presenze archeologiche. Tale tratto urbano è da tempo all'attenzione dell'Autorità di bacino distrettuale dell'Appennino Centrale che, allo scopo della sua completa pianificazione, ha elaborato uno specifico piano di bacino stralcio denominato "*Progetto di piano di bacino del fiume Tevere, 5° stralcio funzionale, per il tratto metropolitano da Castel Giubileo alla foce*" (PS5), adottato dal Comitato Istituzionale in data 31/07/2003 con delibera n. 104.

Il Piano è stato poi approvato con decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri il 3 Marzo 2009 (G.U. n. 114 del 19 Maggio 2009) a seguito della deliberazione del Comitato Istituzionale del 15 dicembre 2008, n. 115.

 GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA DI 2^ FASE NPP – GRONDA MERCI DI ROMA CINTURA NORD TRATTA TOR DI QUINTO – VAL D'ALA					
IDROLOGIA E IDRAULICA Relazione descrittiva	COMMESSA NR4E	LOTTO 21	CODIFICA R 09 RI	DOCUMENTO ID 0002 002	REV. A	FOGLIO 7 di 22

La prima variante è stata approvata con decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri il 10 aprile 2013 (GU 12 agosto 2013 n. 188) a seguito della deliberazione del Comitato Istituzionale del 18 luglio 2012 n. 124; la seconda variante è stata recentemente approvata con decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 19 giugno 2019 (GU del 20 agosto 2019 n.194) a seguito della deliberazione della Conferenza Istituzionale Permanente del 14 dicembre 2017, n. 6.

Il Piano disciplina e tutela gli aspetti idrogeologici e ambientali che caratterizzano la vasta area di propria competenza (1724 kmq, Roma Capitale e 38 Comuni dell'hinterland) con l'obiettivo di salvaguardare il sistema delle acque superficiali-sotterranee e valorizzare i Corridoi fluviali principali (Tevere, Aniene), nonché 14 Corridoi ambientali del reticolo secondario, introducendo per la prima volta nella Regione il **concetto di invarianza idraulica**: “ogni nuova trasformazione dello stato del suolo non deve costituire un aggravio di portata del reticolo idrografico”.

3 **NORMATIVA VIGENTE IN MATERIA DI INVARIANZA IDRAULICA**


La seconda variante o il II aggiornamento del P.S.5 (*Progetto di piano di bacino del fiume Tevere, 5° stralcio funzionale, per il tratto metropolitano da Castel Giubileo alla foce*), recentemente approvata/o con decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 19 giugno 2019 (a sedici anni dalla prima adozione), ha introdotto per la prima volta nella Regione Lazio il concetto/principio di invarianza idraulica, fornendo, nelle relative Norme tecniche di attuazione (NTA) e allegati, indicazioni/disposizioni per la sua disciplina ed applicazione, da rispettare/osservare su tutto il territorio del P.S.5.

Nello specifico, la tipologia delle norme da applicare dipende da due parametri (cfr. artt. 3 ÷ 8 delle NTA):

- *Classe di Risposta Idraulica al Grado di Impermeabilizzazione*
- *Classe di Trasformazione del Territorio*

Il primo parametro è stimato sulla base delle variazioni percentuali delle portate e dei volumi valutate ipotizzando differenti gradi di impermeabilizzazione del suolo o dei terreni che caratterizzano il bacino in esame e definendo opportuni indici la cui combinazione determina la classificazione del bacino in termini di risposta idraulica al cambiamento di impermeabilizzazione secondo le seguenti categorie:

- *bacino in categoria 1 – bassa risposta idraulica alla variazione del grado di impermeab.*
- *bacino in categoria 2 – media risposta idraulica alla variazione del grado di impermeab.*
- *bacino in categoria 3 – alta risposta idraulica alla variazione del grado di impermeab.*

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA DI 2^ FASE NPP – GRONDA MERCI DI ROMA CINTURA NORD TRATTA TOR DI QUINTO – VAL D'ALA					
	IDROLOGIA E IDRAULICA Relazione descrittiva	COMMESSA NR4E	LOTTO 21	CODIFICA R 09 RI	DOCUMENTO ID 0002 002	REV. A

Procedendo poi a combinare quest'ultimo parametro con quello relativo al grado assoluto di impermeabilizzazione dei suoli (Imp.), determinato a livello di area romana, secondo le seguenti classi:

- *CLASSE 1: Imp. minore o uguale al 5%*
- *CLASSE 2: Imp. minore o uguale al 35%*
- *CLASSE 3: Imp. Maggiore di 35 %*

è possibile quindi stimare la classe finale di risposta idraulica al grado di impermeabilizzazione (1, 2, 3). Per maggiori dettagli si rimanda all'Allegato "La risposta di un bacino rispetto alla variazione del grado di impermeabilizzazione" delle NTA.

Il secondo parametro è stimato mediante la seguente classificazione dimensionale degli interventi di trasformazione delle superfici (art. 3 delle NTA):

- a) *intervento di dimensione marginale*: intervento su superfici di estensione inferiore a 0.1 ha;
- b) *Interventi di dimensione modesta*: intervento su superfici comprese fra 0.1 e 1 ha;
- c) *Intervento di dimensione significativa*: intervento su superfici comprese fra 1 e 10 ha;
- d) *Intervento di dimensione marcata*: intervento su superfici superiori a 10 ha.


Noti i due parametri sopra introdotti, l'intervento da attuare al fine di rispettare il principio di invarianza idraulica può essere dedotto dalla seguente matrice.

<i>Classe di trasformazione</i>	<i>Classe di Risposta Idraulica</i>		
	1	2	3
a	<i>BP</i>	<i>BP</i>	<i>BP</i>
b	<i>VC0</i>	<i>VC0</i>	<i>VC0</i>
c	<i>VC50</i>	<i>VC50</i>	<i>VC50</i>
d	<i>VC50</i>	<i>RID75</i>	<i>RID50</i>

Tabella 1 – Principio di invarianza idraulica: norme ed interventi da attuare (NTA del P.S.5).

Nello specifico,

- **BP** = tecniche di buona pratica costruttiva (tetti verdi; pavimentazioni drenanti; trincee drenanti, aree verdi drenanti,.....).
- **VC0** = sono ammesse varie tipologie di intervento; nell'eventuale dimensionamento dei volumi compensativi è possibile tenere conto dell'effetto di laminazione operato dalla rete, dai canali e dai pluviali. Inoltre, le luci dell'organo di scarico non dovranno eccedere le dimensioni di un tubo di diametro 200 mm e i tiranti ammessi nell'invaso non dovranno eccedere il metro.


 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA DI 2^ FASE NPP – GRONDA MERCI DI ROMA CINTURA NORD TRATTA TOR DI QUINTO – VAL D'ALA</p>					
<p>IDROLOGIA E IDRAULICA Relazione descrittiva</p>	<p>COMMESSA NR4E</p>	<p>LOTTO 21</p>	<p>CODIFICA R 09 RI</p>	<p>DOCUMENTO ID 0002 002</p>	<p>REV. A</p>	<p>FOGLIO 9 di 22</p>

- **VC50=** è necessario individuare il volume compensativo atto a garantire l'invarianza idraulica; a tal fine andranno dimensionati i tiranti e le luci di scarico in modo da garantire la conservazione della portata massima defluente dall'intera area in trasformazione ai valori precedenti l'intervento (ante operam) per un evento pluviometrico con Tempo di Ritorno pari a 50 anni.
- **RID75 =** è necessario individuare il volume compensativo atto a garantire l'invarianza idraulica, a tal fine andranno dimensionati i tiranti e le luci di scarico in modo da garantire la conservazione della portata massima defluente dall'intera area in trasformazione ai valori precedenti l'intervento (ante operam) per la quota parte dell'area non sottoposta a trasformazione, mentre per la parte soggetta a trasformazione urbanistica la portata defluente dovrà essere pari al 75% di quella in condizioni originarie (in conseguenza di ciò l'intervento determinerà una riduzione della portata massima defluente rispetto alle condizioni originarie del 25% per la parte soggetta a trasformazione). L'evento pluviometrico di progetto avrà Tempo di Ritorno pari a 50 anni.
- **RID50=** è necessario individuare il volume compensativo atto a garantire l'invarianza idraulica; a tal fine andranno dimensionati i tiranti e le luci di scarico in modo da garantire la conservazione della portata massima defluente dall'intera area in trasformazione ai valori precedenti l'intervento (ante operam) per la quota parte dell'area non sottoposta a trasformazione, mentre per la parte soggetta a trasformazione urbanistica la portata defluente dovrà essere pari al 50% di quella in condizioni originarie (in conseguenza di ciò l'intervento determinerà una riduzione della portata massima defluente rispetto alle condizioni originarie del 50% per la parte soggetta a trasformazione). L'evento pluviometrico di progetto avrà Tempo di Ritorno pari a 50 anni.

I metodi cui far riferimento, in genere, per le determinazioni relative al calcolo dei volumi di compenso sono:

- formule speditive per il calcolo del volume specifico di invaso;
- il metodo delle piogge;
- il metodo della corrivazione;
- il metodo dell'invaso (rif. Manuale di progettazione delle fognature - edizione Hoepli Capitolo 10 paragrafo 4)

I volumi minimi così determinati non dovranno, comunque, risultare inferiori a quanto ottenuto applicandol'espressione semplificata, ricavata dal metodo dell'invaso, che esprime l'incremento del volume di invaso specifico richiesto all'aumentare del coefficiente di afflusso per effetto delle nuove urbanizzazioni e della regolarizzazione del territorio non urbanizzato (interno all'area d'intervento) con corrispondente perdita di capacità di invaso delle depressioni e delle rugosità superficiali.

 ITALFERR <small>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</small>	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA DI 2^ FASE NPP – GRONDA MERCI DI ROMA CINTURA NORD TRATTA TOR DI QUINTO – VAL D'ALA					
IDROLOGIA E IDRAULICA Relazione descrittiva	COMMESSA NR4E	LOTTO 21	CODIFICA R 09 RI	DOCUMENTO ID 0002 002	REV. A	FOGLIO 10 di 22


$$w = w_0 \left(\frac{\varphi}{\varphi_0} \right)^{\frac{1}{1-n}} - 15 \cdot I - w_0 \cdot P$$

La precedente relazione esprime i volumi specifici di invaso (w) richiesti per mantenere il coefficiente udometrico costante in un'area di cui si impermeabilizza una quota I e si lascia permeabile una quota P .

A tal fine, i volumi di riferimento (w_0), valutati con i volumi dei piccoli invasi, possono assumersi pari a 100-150 mc/ha nelle zone di bonifica e circa 50 mc/ha nel caso di territorio non impermeabilizzato in ambito urbano (15 mc/ha per il territorio impermeabilizzato). I termini φ_0 e w_0 (in mc/ha) rappresentano il coefficiente di afflusso e il volume specifico di invaso prima della trasformazione dell'uso del suolo, mentre φ e w (in mc/ha) quelli successivi alla trasformazione. Il termine " n " è il parametro della curva di possibilità pluviometrica ($h = a \cdot T_p^n$). Il volume totale a servizio dell'area di nuova urbanizzazione non dovrà risultare inferiore a $W = w \cdot A$, essendo A l'area totale, in ha, oggetto di trasformazione. L'applicazione di tale formula semplificata assume valore di confronto rispetto ai valori comunque determinati attraverso studi specifici. Recentemente anche la Regione Lazio (*Direzione: LAVORI PUBBLICI, STAZIONE UNICA APPALTI, RISORSE IDRICHE E DIFESA DEL SUOLO*) si è "espressa" sul tema, approvando le "Linee Guida sulla invarianza idraulica nelle trasformazioni territoriali", con la DGR n. 117 del 24/03/2020. Tali linee guida prendono di fatto le mosse dalle NTA del P.S.5 e si applicano al territorio regionale non interessato da specifiche norme in materia emanate dalle competenti Autorità di Bacino Distrettuali.

Con riferimento agli interventi in progetto, in particolare quelli previsti nel nuovo tratto di collegamento *Tor di Quinto – Val d'Ala*, in assenza di tecniche di buona pratica costruttiva (e.g. trincee drenanti, aree verdi drenanti, etc....), il grado assoluto di impermeabilizzazione dei suoli risulterebbe pari alla **CLASSE 3: Imp. Maggiore di 35 %**, mentre la classificazione dimensionale degli interventi di trasformazione delle superfici risulterebbe pari alla **CLASSE C**.

Dalla combinazione di questi due parametri, secondo la matrice della Tabella 1, sarebbe necessario l'intervento denominato "VC50" al fine di rispettare il principio dell'invarianza idraulica, ottimizzabile con l'adozione, laddove possibile, di soluzioni di drenaggio "green" sostenibili (e.g. SUDS).

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA DI 2^ FASE NPP – GRONDA MERCI DI ROMA CINTURA NORD TRATTA TOR DI QUINTO – VAL D'ALA					
	IDROLOGIA E IDRAULICA Relazione descrittiva	COMMESSA NR4E	LOTTO 21	CODIFICA R 09 RI	DOCUMENTO ID 0002 002	REV. A

4 ANALISI IDROLOGICA E IDRAULICA

4.1 SISTEMA DI SMALTIMENTO DELLE ACQUE METEORICHE

4.1.1 Generalità

Come anzidetto, il sistema di smaltimento delle acque meteoriche della piattaforma ferroviaria (nonché stradale) sarà sviluppato nel dettaglio nella fase di progettazione definitiva; tuttavia, in questa fase si è proceduto ad una valutazione di carattere generale in considerazione dei vincoli imposti dal principio di invarianza idraulica richiamato nella normativa di settore locale/regionale.

Si è ritenuto opportuno analizzare quali sistemi potessero essere adottati per drenare e laminare le acque di ruscellamento della piattaforma ferroviaria.

Il sistema di smaltimento delle acque meteoriche è generalmente costituito dai seguenti elementi:

- canalette di drenaggio della piattaforma;
- fossi di guardia e di invaso ai lati della linea;
- manufatti di regolazione della portata scaricata nei recettori finali.

In ragione del contesto (fortemente urbanizzato) in cui si inserisce l'opera, è preferibile non prevedere bacini/sistemi di laminazione, ma valutare la possibilità di laminare le portate per mezzo dei canali al piede dei rilevati o dei muri, di opportune dimensioni, con pozzetti caditoia in corrispondenza degli embrici e dei fori di scarico oppure, in relazione alla permeabilità dei terreni e ai livelli di falda, di realizzare fossi di guardia drenanti e/o con bauletto disperdente (come indicato anche nelle NTA del P.S.5).

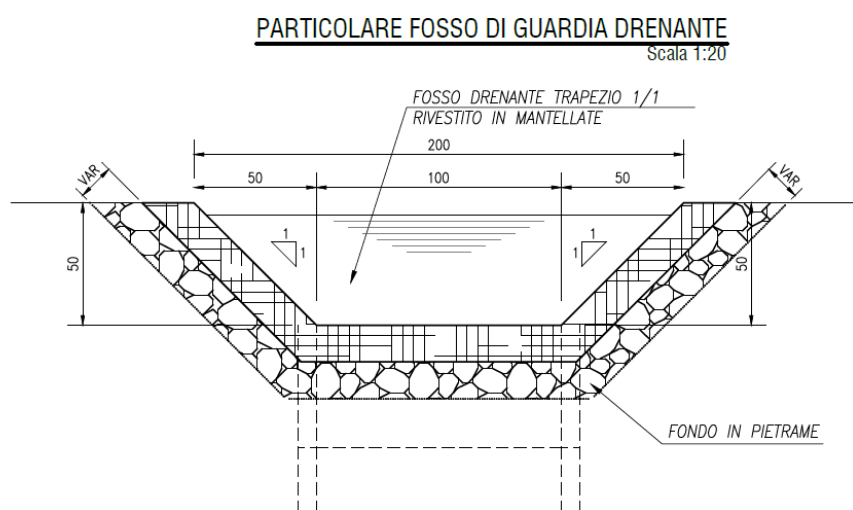



Figura 3 – Tipologico fosso di guardia drenante/disperdente.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA DI 2^ FASE NPP – GRONDA MERCI DI ROMA CINTURA NORD TRATTA TOR DI QUINTO – VAL D'ALA					
	IDROLOGIA E IDRAULICA Relazione descrittiva	COMMESSA NR4E	LOTTO 21	CODIFICA R 09 RI	DOCUMENTO ID 0002 002	REV. A

4.1.2 Criteri di calcolo

Le portate afferenti nei sistemi di drenaggio saranno definite applicando il metodo dell'invaso, sulla base delle curve di possibilità pluviometrica relative ad un tempo di ritorno pari a **100 anni per la piattaforma ferroviaria** e **25 anni per la piattaforma stradale**, in accordo al Manuale di Progettazione Ferroviaria (rif. RFI DTC SI PS MA IFS 001 E – Dicembre 2020).

A tal proposito, per la determinazione dei parametri caratteristici di tali curve, si è fatto riferimento alla procedura VA.P.I. dell'Italia Centrale, ampiamente applicata nella valutazione delle portate al colmo nella Regione Lazio (per maggiori dettagli, si rimanda al documento *Calenda, C., et al. 2003, "Studi per l'aggiornamento del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico – Relazione Tecnica - Rapporto Finale"*).

Tale procedura è generalmente abbastanza cautelativa e, poiché basata su una distribuzione di probabilità a tre parametri (TCEV), è certamente da preferirsi nel caso di durate inferiori all'ora, come quelle che caratterizzano i sistemi o le reti di drenaggio.

Nello specifico, come mostrato nella figura seguente, con riferimento alla procedura VA.P.I. dell'Italia Centrale, l'intervento in progetto (*Lotto 2*) ricade nella sottozona omogenea **A10**.

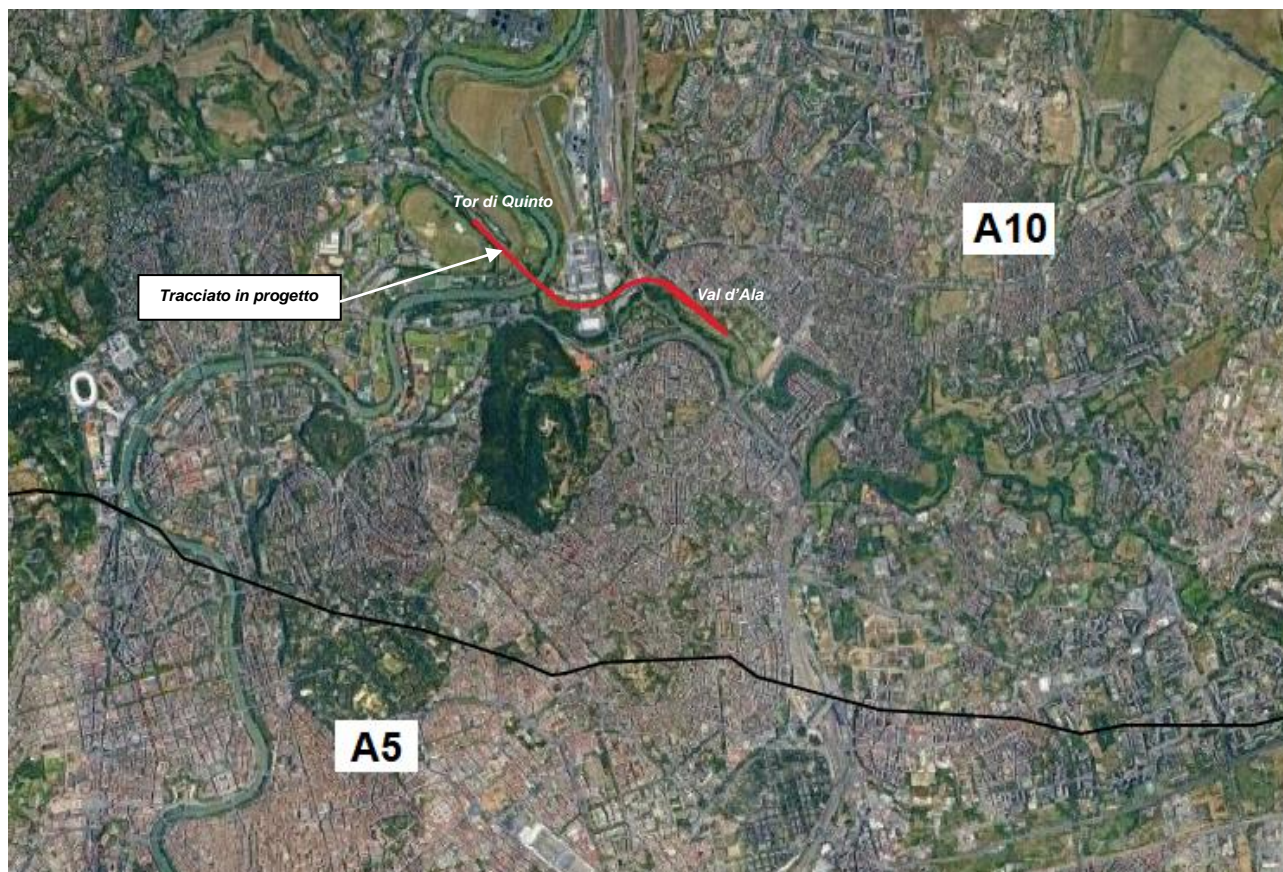



Figura 4 – Intervento in progetto (*Lotto 2*) vs sottozona omogenee VAPI Italia Centrale.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA DI 2^ FASE NPP – GRONDA MERCI DI ROMA CINTURA NORD TRATTA TOR DI QUINTO – VAL D'ALA					
	IDROLOGIA E IDRAULICA Relazione descrittiva	COMMESSA NR4E	LOTTO 21	CODIFICA R 09 RI	DOCUMENTO ID 0002 002	REV. A

Nella tabella seguente, sono indicati i valori (relativi alla sottozona di interesse e ai tempi di ritorno di riferimento precedentemente considerati) dei parametri della curva di possibilità pluviometrica (CPP) derivata dalla procedura di regionalizzazione VA.P.I., descritta dall'equazione (*) sottostante. Tali valori si riferiscono ad una quota media di +30.0 m slm.

SZO	$a (Tr25)$	$a (Tr100)$	b	m
A10	74.0	105.6	0.14152	0.7415

Tabella 2– Valori dei parametri $a(Tr)$, b , m per la sottozona VAPI A10, per i tempi di ritorno di 25 e 100 anni.

$$i_d(T) = \frac{a(T_r)}{(b + d)^m} (*)$$

Nello specifico, b è un parametro di trasformazione della scala temporale, indipendente sia dalla durata d , sia dal tempo di ritorno; m , è un parametro adimensionale compreso tra 0 e 1, indipendente sia dalla durata, sia dal tempo di ritorno; $a(Tr)$, è un parametro dipendente dal tempo di ritorno, ma indipendente dalla durata.

4.1.2.1 Il metodo dell'invaso

Il metodo dell'invaso si basa sulla seguente equazione di continuità:

$$p * dt = q * dt + dw(1)$$


Considerando che la portata q può essere considerata costante, le variabili da determinare sono $q(t)$, $w(t)$, e t , per cui l'equazione (2) non sarebbe integrabile se non fissando q o w .

Tuttavia, valutando che il valore massimo di portata verrà raggiunto alla fine dell'evento di pioggia di durata t , il problema si riduce ad individuare la durata di pioggia che massimizzi la portata, tenuto conto che al diminuire di questa aumenta l'intensità di pioggia i .

Tale problema è risolto, nell'ipotesi di intensità di pioggia (i) costante e di rete di drenaggio inizialmente vuota ($q = 0$ per $t = 0$), considerando:

- una relazione lineare tra il volume w immagazzinato nella rete a monte e l'area della sezione idrica ω :

$$w/\omega = W/\omega = cost \quad (2)$$

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p align="center">PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA DI 2^ FASE NPP – GRONDA MERCI DI ROMA CINTURA NORD TRATTA TOR DI QUINTO – VAL D'ALA</p>					
<p>IDROLOGIA E IDRAULICA Relazione descrittiva</p>	<p>COMMESSA NR4E</p>	<p>LOTTO 21</p>	<p>CODIFICA R 09 RI</p>	<p>DOCUMENTO ID 0002 002</p>	<p>REV. A</p>	<p>FOGLIO 14 di 22</p>

Questa condizione, nel caso di un singolo tratto, corrisponde all'ipotesi di moto uniforme, mentre nel caso di reti, si basa su due ulteriori ipotesi: che i vari elementi si riempiano contemporaneamente senza che mai il deflusso affluente sia ostacolato (*funzionamento autonomo*) e che il grado di riempimento di ogni elemento sia coincidente con quello degli altri (*funzionamento sincrono*);

- una relazione lineare tra la portata defluente e l'area della sezione a monte:

$$q/\omega = Q/\Omega = \text{cost}(3)$$

Tale relazione corrisponde all'ipotesi di velocità costante in condotta, ipotesi abbastanza prossima alla realtà nella fascia dei tiranti idrici che in genere si considerano.

Con queste ipotesi semplificative si ottiene:

$$\frac{dw}{W} = \frac{dq}{Q} \quad (4)$$

$$dw = \frac{dq}{Q} * W \quad (5)$$

L'equazione di continuità diviene quindi:

$$(p - q)dt = \frac{W}{Q} * dq$$

ovvero:

$$p - q = \frac{dW}{dt}$$


L'integrazione dell'equazione di continuità consente di ottenere una relazione tra la portata e il tempo di riempimento di un canale, ovvero consente la stima dell'intervallo temporale tra un valore nullo di portata ed un valore massimo.

Definendo τ il tempo necessario per passare da $q=0$ a $q=q_{max}$, e t_r il tempo di riempimento, un canale risulterà adeguato se $\tau \leq t_r$, viceversa se $\tau > t_r$ il canale sarà insufficiente.

Il corretto dimensionamento del canale di drenaggio delle acque piovane si ottiene ponendo $\tau = t_r$, ovvero nel caso in cui la durata dell'evento piovoso eguagli il tempo di riempimento del canale.

In quest'ottica nasce il metodo dell'invaso non come metodo di verifica, ma come strumento progettazione, imponendo la relazione $\tau = t_r$ si ottiene l'espressione analitica del coefficiente idrometrico:

$$u = k * \frac{(\varphi * a)^{1/n}}{W^{n-1}} \quad (6)$$

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA DI 2^ FASE NPP – GRONDA MERCI DI ROMA CINTURA NORD TRATTA TOR DI QUINTO – VAL D'ALA					
	IDROLOGIA E IDRAULICA Relazione descrittiva	COMMESSA NR4E	LOTTO 21	CODIFICA R 09 RI	DOCUMENTO ID 0002 002	REV. A

Quest'ultima espressione è riferita ad una curva di possibilità pluviometrica a due parametri. Nel caso di curva di possibilità pluviometrica a tre parametri, l'espressione analitica del coefficiente udometrico diventa:

$$u = (k \cdot w + b \cdot u)^{\frac{m}{m-1}} \cdot (k \cdot \varphi \cdot a)^{\frac{1}{1-m}} \quad (7)$$

Il coefficiente udometrico (u) rappresenta la portata per unità di superficie del bacino ed è espresso in l/s*ha; φ è il coefficiente di afflusso/deflusso; w è il volume di acqua invasata riferito all'area del bacino in m³/m²; i parametri a e n , con riferimento all'eq. (6), o i parametri a , m e b , con riferimento all'eq. (7), sono i coefficienti della curva di possibilità climatica (a due o tre parametri).

k è un coefficiente che nel caso di CPP a due parametri assume il valore di “2168· n ” (rif. Sistemi di Fognatura, Manuale di Progettazione, CSU Editore, Hoepli; Appunti di Costruzioni idrauliche, Girolamo Ippolito, Liguori Editore). Mentre nel caso di CPP a tre parametri, la soluzione della (7) va ricercata in modo iterativo essendo un'espressione implicita, scegliendo il valore di k che rende massimo il coefficiente udometrico u . In tal caso, per determinare il valore di k che rende massimo il coefficiente udometrico si procede ponendo la condizione du/dk (k è infatti l'unica variabile). La condizione di massimo per il coefficiente udometrico può essere facilmente individuata numericamente (per esempio con il metodo della secante).

L'eq. (7) ovviamente rappresenta una generalizzazione della formula del coefficiente udometrico secondo il metodo dell'invaso applicato sulla base di una CPP a due parametri. Infatti, assumendo $b = 0$ e $m = 1 - n$, dall'eq. (7) si ottiene l'eq. (6) (Da Deppo e Datei, 1997).

Il volume w rappresenta il volume specifico di vaso totale pari al rapporto tra il volume di vaso totale W_{tot} e la superficie drenata. W_{tot} è dato dalla somma del volume proprio di vaso, $W1$ (volume del collettore in esame, in relazione al grado di riempimento); del volume di vaso dei tratti confluenti depurato del termine dei piccoli invasi, $W2$; del volume dei piccoli invasi considerando l'intera superficie del bacino drenata, $W3$.


4.1.2.1 Canali di smaltimento idraulico e laminazione

I canali al piede del rilevato o del muro hanno la funzione di smaltire le acque derivanti dalla piattaforma ferroviaria per recapitarle nel recettore più vicino, che verrà individuato in fase di progetto definitivo; tuttavia, considerando la connotazione fortemente urbana, si ritiene che tali recapiti saranno in gran parte in fognatura.

Lo scarico nel recettore sarà controllato da un manufatto regolatore di portata, al fine di limitare la portata scaricata. I canali avranno anche funzione di vaso e di laminazione.

Per il loro dimensionamento è possibile fare riferimento alla formulazione di Alfonsi-Orsi.

La durata della precipitazione che massimizza il volume da invasare, chiamata durata critica (t_d), si ottiene dalla seguente formula implicita:

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA DI 2^ FASE NPP – GRONDA MERCI DI ROMA CINTURA NORD TRATTA TOR DI QUINTO – VAL D'ALA					
	IDROLOGIA E IDRAULICA Relazione descrittiva	COMMESSA NR4E	LOTTO 21	CODIFICA R 09 RI	DOCUMENTO ID 0002 002	REV. A

$$\phi A a \left[(b + t_d)^{-c} - c t_d (b + t_d)^{-c-1} \right] + \frac{t_c Q_U^2}{\phi A a} c (b + t_d)^{c-1} - Q_U = 0$$

con ϕ = coefficiente di deflusso medio; A = area bacino scolante; a, b, c = coefficienti della curva di possibilità pluviometrica ($h = \frac{at}{(b+t)^c}$); Q_U = portata in uscita; t_c = tempo di corrivazione.

La portata corrispondente alla durata critica risulta quindi pari a:

$$Q_d = \phi A \frac{at_d}{(b+t_d)^c} t_d^{-1}$$

Il volume da invasare è dato dalla seguente espressione:

$$V_I = Q_d t_d + \frac{t_c Q_U^2}{Q_d} - Q_U t_d - Q_U t_c$$

I canali così dimensionati avranno sezione rettangolare o trapezia, in cls; in corrispondenza degli scarichi di acque di ruscellamento, dai muri e dagli embrici, verranno posizionati pozzetti caditoia.

I canali poi scaricheranno presumibilmente in fognatura per mezzo di manufatti di regolazione di portata.

Nel progetto definitivo verrà valutata anche l'opportunità, sulla base dei recapiti, di posizionare in alternativa delle vasche di laminazione prefabbricate.

Sulla piattaforma saranno presenti anche canalette grigliate che hanno la funzione di raccogliere l'acquadi ruscellamento che quindi non è stata assorbita dal rilevato, tali canalette verranno poi raccordate agli scarichi laterali previsti (embrici e scarichi dei muri).

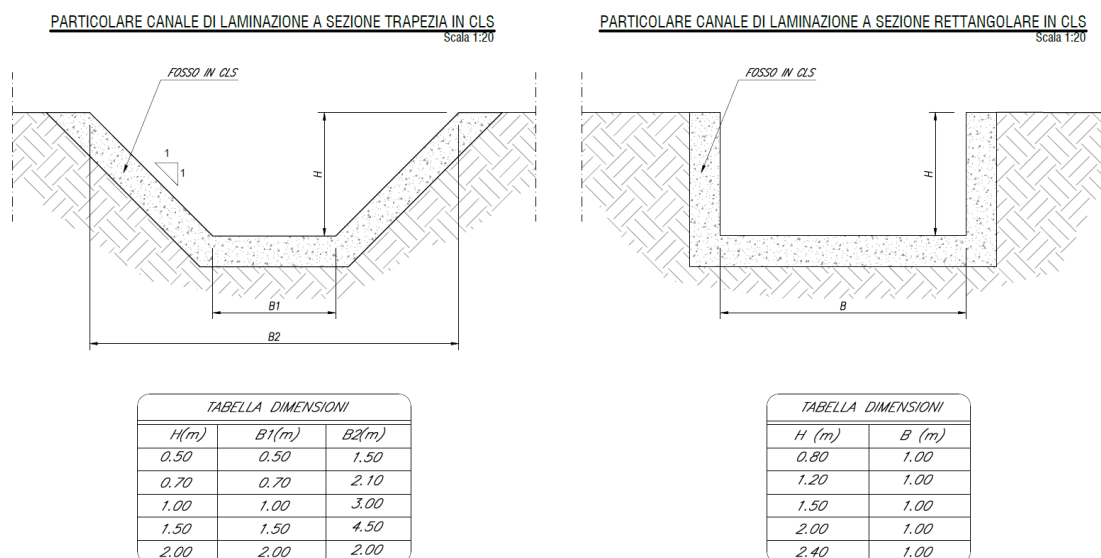



Figura 5 – Tipologici canali di laminazione.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA DI 2^ FASE NPP – GRONDA MERCI DI ROMA CINTURA NORD TRATTA TOR DI QUINTO – VAL D'ALA					
	IDROLOGIA E IDRAULICA Relazione descrittiva	COMMESSA NR4E	LOTTO 21	CODIFICA R 09 RI	DOCUMENTO ID 0002 002	REV. A

4.2 IMPIANTI DI SOLLEVAMENTO

In generale, si ricorre all'installazione di un impianto di sollevamento in corrispondenza di sottopassi (soprattutto in ambito stazione/fermata) e nei sistemi di trattamento delle acque di prima pioggia, previsti eventualmente soltanto a servizio delle nuove viabilità. Relativamente alle acque meteoriche afferenti alla piattaforma ferroviaria, allo stato attuale la normativa di settore non impone o propone per la specifica superficie di dilavamento alcun trattamento (cfr. Piano di Tutela delle Acque della Regione Lazio aggiornamento del 23/11/2018).

4.2.1 Calcolo del volume della vasca di raccolta

Al fine di limitare il numero di avviamenti per ora delle pompe (per salvaguardare la durata nel tempo del motore elettrico), occorre verificare che la vasca di raccolta dell'impianto sia caratterizzata da o dotata di un sufficiente volume di accumulo. Le pompe hanno generalmente un funzionamento del seguente tipo:

- ogni pompa attacca ad un livello differente prefissato;
- tutte le pompe staccano quando viene raggiunto il livello minimo previsto nella vasca di raccolta.

Fissate le seguenti grandezze: V_k = volume di lavoro della pompa n. k ; Q_k = portata della pompa n. k ; n_k = n.

avviamenti/ora della pompa n. k ; $Tc_k = \frac{3600}{n_k}$ = tempo di ciclo della pompa n. k , nonché i parametri

$$v_k = V_k/V_1 \quad q_k = Q_k/Q_1 \quad t_k = Tc_k/Tc_1$$

il volume di lavoro delle pompe può essere valutato applicando le seguenti formulazioni (vedi *Da Deppo, Datei - Fognature – Cortina, 1997*):

$$a) \quad V_1 = Tc_1 \frac{Q_1}{4}$$


$$b) \quad \left[4 - \sum_{i=1}^{k-1} \frac{v_i}{\alpha_k + k - i} - \sum_{i=1}^{k-1} \frac{v_i}{1 - \alpha_k} \right] (1 - 2\alpha_k) =$$

$$= \left[\sum_{i=1}^{k-1} \frac{-v_i}{(\alpha_k + k - i)^2} + \sum_{i=1}^{k-1} \frac{v_i}{(1 - \alpha_k)^2} \right] \alpha_k (1 - \alpha_k)$$

$$c) \quad v_k = 4 \left\{ 1 - \frac{1}{4} \left[\sum_{i=1}^{k-1} \frac{v_i}{\alpha_k + k - i} + \sum_{i=1}^{k-1} \frac{v_i}{1 - \alpha_k} \right] \right\} \alpha_k (1 - \alpha_k)$$

Il minimo volume di accumulo necessario nella vasca di raccolta è dato da:

$$V_{tot} = V_1 + V_2 + \dots + V_k$$

	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA DI 2^ FASE NPP – GRONDA MERCI DI ROMA CINTURA NORD TRATTA TOR DI QUINTO – VAL D'ALA					
IDROLOGIA E IDRAULICA Relazione descrittiva	COMMESSA NR4E	LOTTO 21	CODIFICA R 09 RI	DOCUMENTO ID 0002 002	REV. A	FOGLIO 18 di 22


5 CONSIDERAZIONI GENERALI SUGLI EFFETTI DEI CAMBIAMENTI CLIMATICI SULLE PRECIPITAZIONI

La conoscenza delle variazioni climatiche sul territorio italiano, in corso e previste, è il presupposto fondamentale per la valutazione degli impatti e della strategia nazionale di adattamento ai cambiamenti climatici (MATTM, 2015). Mentre la conoscenza del clima presente e passato e delle variazioni in corso si fonda sulla osservazione delle variabili climatiche e sull'applicazione di metodi e modelli statistici di riconoscimento e stima delle tendenze in corso, la conoscenza del clima futuro si basa sulle proiezioni dei modelli climatici.

Secondo la definizione della *World Meteorological Organization* (WMO), le proiezioni climatiche forniscono la probabilità con cui determinate variazioni del clima possono verificarsi nei prossimi decenni, in relazione a diverse possibili evoluzioni dello sviluppo socio-economico globale. Tali condizioni (scenari) comportano, in particolare, diversi andamenti delle emissioni di gas climalteranti in atmosfera. A tale proposito, l'*Intergovernmental Panel for Climate Change* (IPCC) ha recentemente ridefinito gli scenari futuri a scala globale (*Representative Concentration Pathways – RCP*), allo scopo di fornire informazioni sulla probabile evoluzione delle diverse componenti della forzante radiativa (emissioni di gas serra, inquinanti e uso del suolo), da utilizzare come input per i modelli climatici. Gli scenari RCP sostituiscono i precedenti scenari pubblicati dall'IPCC nello *Special Report on Emission Scenarios* (SRES). I quattro nuovi RCP includono uno scenario di mitigazione, che stima un valore molto basso della forzante radiativa al 2100 (2.6 W/m² - RCP2.6), due scenari intermedi (4.5 W/m² - RCP4.5 e 6 W/m² - RCP6) e uno scenario caratterizzato da un'elevata emissione e da un elevato valore della forzante radiativa (8.5 W/m² - RCP8.5).

Proprio l'IPCC ha introdotto una definizione più specifica del termine “*proiezione climatica*”, riferendola alla stima delle variazioni del clima futuro che viene fornita dai modelli climatici. Questi ultimi possono essere classificati in due categorie, *globali* e *regionali*, che contraddistinguono la diversa scala spaziale delle simulazioni del clima futuro. I modelli regionali (“*Regional Climate Models*”, RCM) rispondono alla necessità di fornire una migliore rappresentazione dei fenomeni a scala locale. Tali modelli, innestandosi su un modello globale da cui vengono acquisite le condizioni iniziali e al contorno, producono le proiezioni climatiche su una specifica area di interesse, ad una risoluzione più elevata (fino a una massima risoluzione orizzontale di 10-50 km).

Recentemente l'ISPRA (rif. “*Il clima futuro in Italia: analisi delle proiezioni dei modelli regionali*”, 2015) ha condotto l'analisi e il confronto tra le proiezioni climatiche in Italia più aggiornate prodotte da diversi modelli.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA DI 2^A FASE NPP – GRONDA MERCI DI ROMA CINTURA NORD TRATTA TOR DI QUINTO – VAL D'ALA					
	IDROLOGIA E IDRAULICA Relazione descrittiva	COMMESSA NR4E	LOTTO 21	CODIFICA R 09 RI	DOCUMENTO ID 0002 002	REV. A

Dall'insieme degli output dei modelli climatici disponibili, sono state estratte e analizzate le proiezioni di precipitazione cumulata annuale fino al 2100 di quattro modelli, negli scenari di emissione RCP4.5 e RCP8.5. Nello specifico, sono stati selezionati i dati che ricoprono l'intero territorio nazionale e per tre orizzonti temporali, rappresentati da periodi di 30 anni (2021-2050, 2041-2060 e 2061-2090), sono stati calcolati sia i valori medi che gli indici rappresentativi degli estremi di precipitazione.

Nelle figure seguenti, si riportano le mappe delle variazioni della precipitazione massima giornaliera (in 24 ore) previste da quattro modelli climatici (ALADIN, GUF, CMCC, LMD), nonché la variazione "media d'insieme" (ENSEMBLE MEAN), con riferimento ai tre orizzonti temporali considerati: 2021-2050; 2041-2070; 2061-2090, per i due scenari RCP4.5 e RCP8.5.

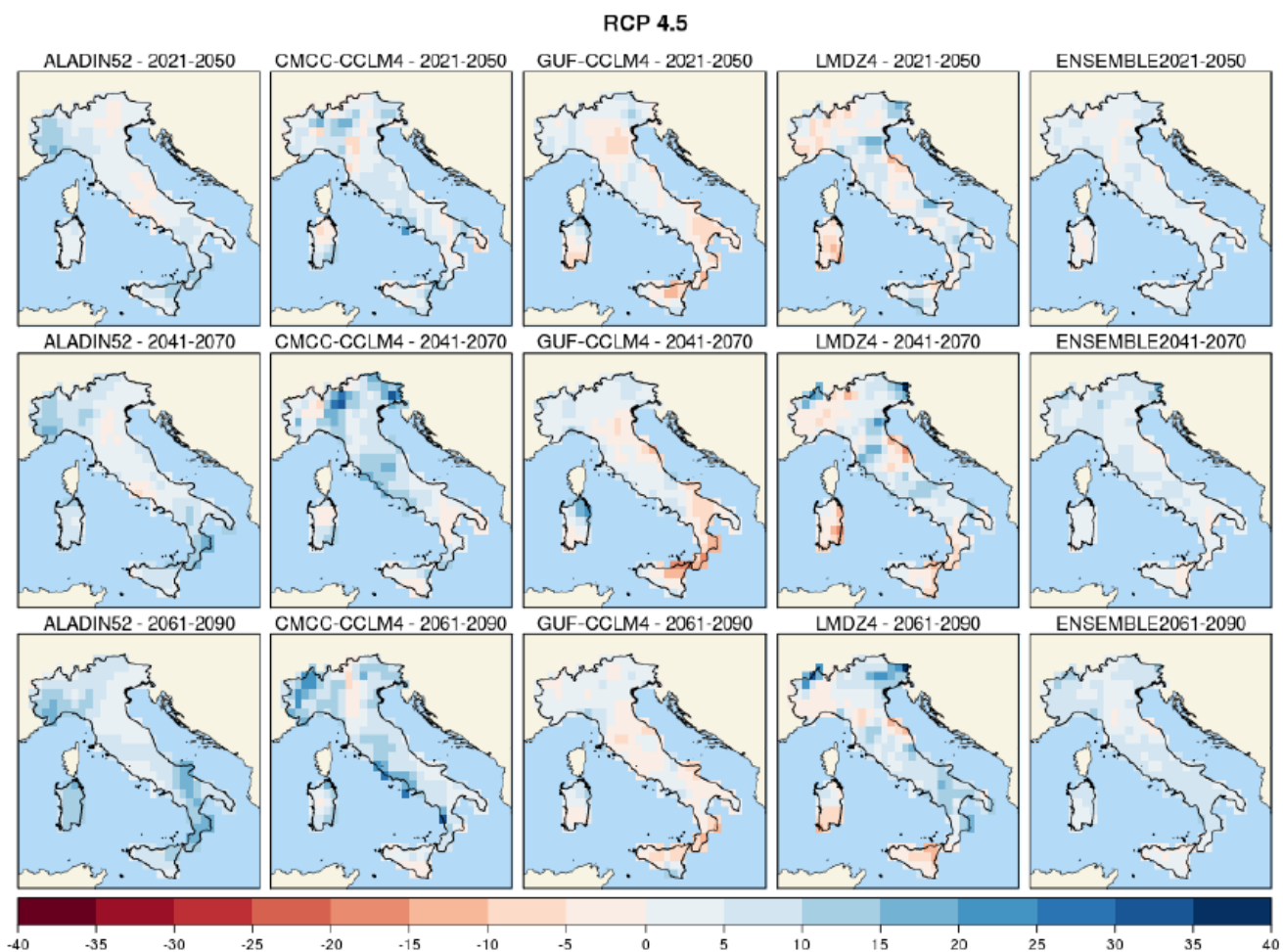



Figura 6 – Precipitazione massima giornaliera (mm), scenario RCP4.5. Mappe delle variazioni previste dai modelli climatici per i tre orizzonti temporali 2021-2050 (prima riga), 2041-2070 (seconda riga), 2061-2090 (terza riga).

 GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA DI 2^ FASE NPP – GRONDA MERCI DI ROMA CINTURA NORD TRATTA TOR DI QUINTO – VAL D'ALA					
	IDROLOGIA E IDRAULICA Relazione descrittiva	COMMESSA NR4E	LOTTO 21	CODIFICA R 09 RI	DOCUMENTO ID 0002 002	REV. A

In entrambi gli scenari, due modelli climatici indicano un aumento delle precipitazioni massime giornaliere su quasi tutto il territorio nazionale, di entità generalmente modesta (inferiore a 10 mm) e punte superiori a 20 mm in alcune zone.

Le mappe dell'*ensemble mean* mostrano in prevalenza un lieve incremento della precipitazione massima giornaliera, in leggero aumento dal primo al terzo orizzonte temporale, con una distribuzione abbastanza uniforme sul territorio. Nel trentennio 2061-2090 per lo scenario RCP4.5 l'aumento medio previsto è di 5 mm (circa l'8% del valore medio osservato nel periodo di riferimento 1971-2000), con variazioni che vanno dal minimo di -13 mm a +37 mm. Per lo scenario RCP8.5 si prevede un aumento medio di 7 mm (10%), con variazioni superiori a 15 mm al Nord-Est.

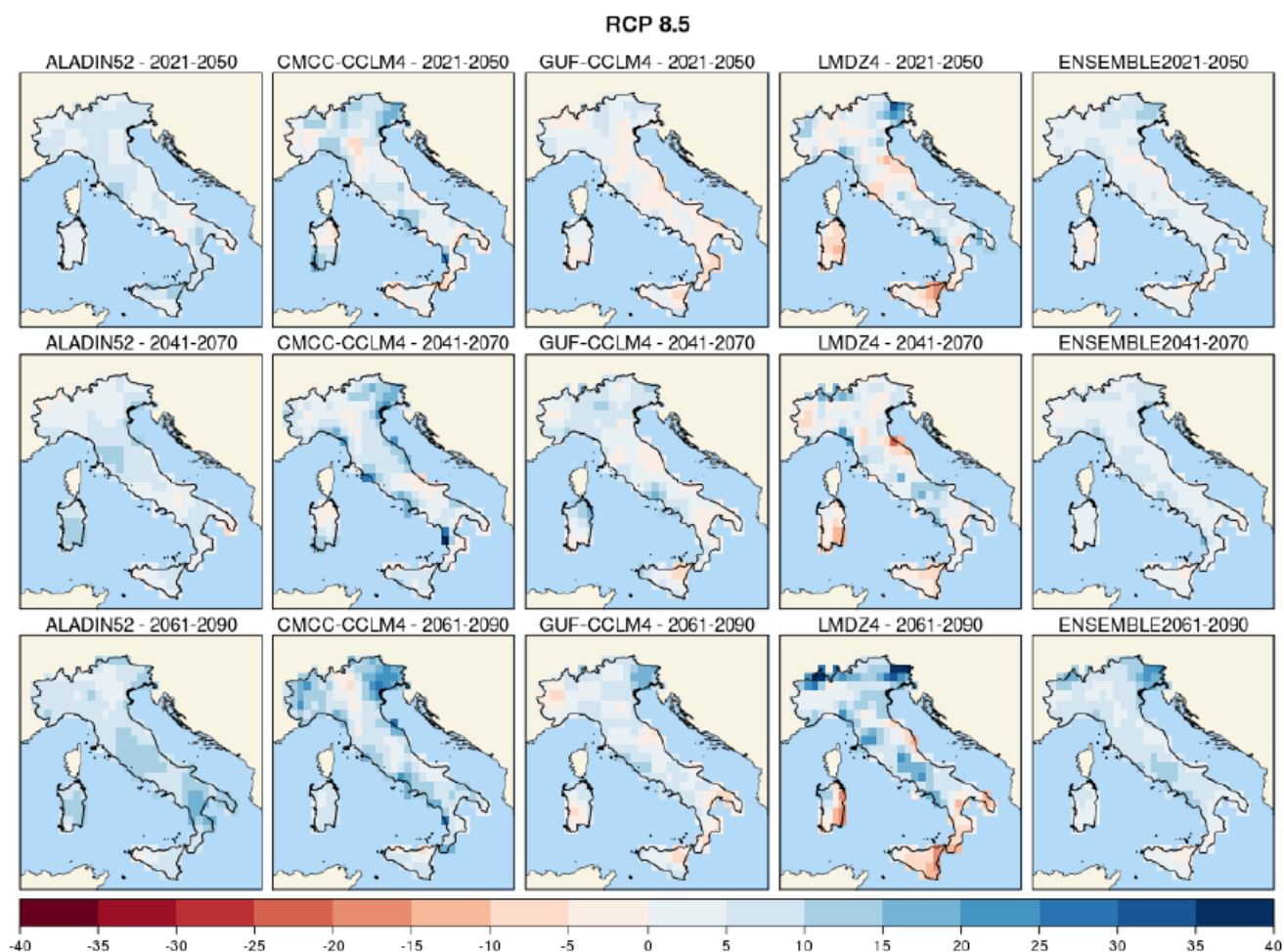




Figura 7 – Precipitazione massima giornaliera (mm), scenario RCP8.5. Mappe delle variazioni previste dai modelli climatici per i tre orizzonti temporali 2021-2050 (prima riga), 2041-2070 (seconda riga), 2061-2090 (terza riga).

 ITALFERR <small>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</small>	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA DI 2^ FASE NPP – GRONDA MERCI DI ROMA CINTURA NORD TRATTA TOR DI QUINTO – VAL D'ALA					
IDROLOGIA E IDRAULICA Relazione descrittiva	COMMESSA NR4E	LOTTO 21	CODIFICA R 09 RI	DOCUMENTO ID 0002 002	REV. A	FOGLIO 21 di 22

Con riferimento all'area di intervento e allo scenario "massimo" di emissione RCP8.5, i valori di variazione "media di insieme" (ENSEMBLE MEAN) di precipitazione massima giornaliera (h24) (rispetto al valore medio nel periodo climatologico di riferimento 1971-2000), per i tre orizzonti temporali considerati, si attestano a +0 ÷ +5 mm nel periodo 2021-2050, +5 mm ÷ +10 mm nel periodo 2041-2070, +10 mm ÷ +15 mm nel periodo 2061-2090, in accordo con quanto riscontrato a livello nazionale.

Tali incrementi attesi di precipitazione saranno presi in considerazione nella successiva fase progettuale, ai fini della valutazione delle variazioni (o incrementi) di portata afferente ai sistemi di drenaggio per effetto dei cambiamenti climatici in atto e/o futuri.

Nello specifico, per i sistemi di drenaggio della piattaforma stradale e ferroviaria saranno sviluppate ulteriori verifiche idrauliche finalizzate alla valutazione dell'adeguatezza delle opere previste in progetto nei confronti anche di eventuali variazioni (o incrementi) delle precipitazioni per effetto dei cambiamenti climatici.

	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA DI 2^ FASE NPP – GRONDA MERCI DI ROMA CINTURA NORD TRATTA TOR DI QUINTO – VAL D'ALA					
IDROLOGIA E IDRAULICA Relazione descrittiva	COMMESSA NR4E	LOTTO 21	CODIFICA R 09 RI	DOCUMENTO ID 0002 002	REV. A	FOGLIO 22 di 22

6 BIBLIOGRAFIA

- Calenda, C., et al., “*Sistemi di Fognatura - Manuale di Progettazione*”, CSU Editore, 1997.
- Calenda, C., et al., “*Studi per l’aggiornamento del Piano Stralcio per l’Assetto Idrogeologico – Relazione Tecnica (Rapporto Finale)*”, 2003.
- DA DEPPO, L., DATEI, C., “*Fognature*”, Cortina Ed., PD, 1997.
- Ghetti A., “*Idraulica*”, Edizioni Libreria Cortina, Padova, 1996.
- ISPRA, “*Il clima futuro in Italia: analisi delle proiezioni dei modelli regionali*”, 2015.
- IPCC, “*Emissions Scenarios*”, 2014.
- Ippolito, G., “*Appunti di Costruzioni idrauliche*”, Liguori Editore, 1995.
- MATTM, “*Strategia Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici*”, 2015.
- Piano di Gestione del Rischio Alluvioni del Distretto Idrografico dell’Appennino Centrale (ultimo aggiornamento dicembre 2019).
- Progetto di piano di bacino del fiume Tevere, 5° stralcio funzionale, per il tratto metropolitano da Castel Giubileo alla foce (PS5) – *Relazione generale*, 2014.
- Progetto di piano di bacino del fiume Tevere, 5° stralcio funzionale, per il tratto metropolitano da Castel Giubileo alla foce (PS5) – *Norme tecniche di attuazione e allegati*, 2014.