



PROVINCIA DI PARMA

INTERVENTI DI ADEGUAMENTO DELLA VIABILITÀ LOCALE NELLA PROVINCIA DI PARMA  
NELL'AMBITO DEL PROGETTO DENOMINATO "CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENO  
BRENNERO - RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA DELLA CISA - FONTEVIVO  
(PR) E L'AUTOSTRADA DEL BRENNERO - NOGAROLE ROCCA (VR) - 1° LOTTO

# **RACCORDO TRA LA CISPADANA E LA S.P. 11 TRATTO DA VIA DEI FILAGNI A ROTATORIA TAV S.P. 11 LOTTO 2**

## **PROGETTO DEFINITIVO**

### **OTTEMPERANTE ALLE PRESCRIZIONI IMPARTITE IN SEDE DI CONFERENZA TECNICA DI SERVIZI**

1° SEDUTA 18/09/2017 - 2° SEDUTA 11/10/2017

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

**ING. ELISA BOTTA**

RESPONSABILE DEL SERVIZIO  
VIABILITÀ E INFRASTRUTTURE

**DOTT. GABRIELE ANNONI**

PROGETTAZIONE E COORDINAMENTO SICUREZZA  
IN FASE DI PROGETTAZIONE

**ING. PIER PAOLO CORCHIA**

**ING. FILIPPO VIARO**

**ING. PAOLO CORCHIA**



CONSULENZE SPECIALISTICHE

GEOLOGIA, GEOTECNICA E SISMICA  
**DOTT. PIETRO BOGGIO TOMASAZ**

RESPONSABILE DEL  
PROCEDIMENTO ESPROPRIATIVO  
**GEOM. ALFREDO MARCHESI**

STUDI AMBIENTALI  
**DOTT. GEOL. GIORGIO NERI**

ARCHEOLOGIA  
**DOTT. BARBARA SASSI**



DESCRIZIONE:

**IDROLOGIA E IDRAULICA  
RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA**

TAV. N°:

**PD.L2.IDR.01**

SCALA:

DATA:  
**GENNAIO 2019**

REVISIONE:

DATA:

OGGETTO: -





## INDICE

<b>1. PREMESSA</b>	<b>3</b>
<b>2. IL PERCORSO METODOLOGICO</b>	<b>4</b>
<b>3. INQUADRAMENTO TERRITORIALE/IDROGRAFICO</b>	<b>5</b>
3.1. IL SISTEMA DEI CORSI D'ACQUA INTERESSATI DALL'INFRASTRUTTURA STRADALE	6
3.2. SCHEDE MONOGRAFICHE DEI CORSI D'ACQUA PRINCIPALI INTERFERITI	7
3.2.1. Cavo La Gaiffa	7
3.2.2. Canale Vecchio	9
<b>4. INQUADRAMENTO IDROLOGICO E DEFINIZIONE DELLE PORTATE DI PROGETTO</b>	<b>12</b>
4.1. PLUVIOMETRIA E CLIMA	12
4.2. ANALISI IDROLOGICA DEI DUE CORSI D'ACQUA PRINCIPALI	19
4.2.1. Risultati ottenuti con il modello HEC-HMS	20
4.3. INDIVIDUAZIONE DELLE PORTATE MASSIME SOSTENIBILI	28
<b>5. ANALISI IDRAULICHE</b>	<b>30</b>
5.1. LA RETE IDRICA PRINCIPALE ARTIFICIALE O SEMI-ARTIFICIALE	31
5.1.1. Il modello matematico HEC-RAS	31
5.2. CAVO LA GAIFFA	34
5.2.1. Verifica idraulica nello Stato di Fatto e di Progetto	35
5.3. CANALE VECCHIO	38
5.3.1. Verifica idraulica nello Stato di Fatto e di Progetto	39
5.4. LA RETE IDRICA SECONDARIA	43
5.5. LA RETE IDRICA MINORE	44
<b>6. SMALTIMENTO DELLE ACQUE DI PIATTAFORMA</b>	<b>46</b>
6.1. SCHEMA IDRAULICO FUNZIONALE	47
6.2. CONFIGURAZIONE PROGETTUALE	48
6.3. VERIFICHE IDRAULICHE	49
6.3.1. IL MODELLO IDROLOGICO-IDRAULICO SWMM	49
▪ Evaporazione	51
▪ Infiltrazione	51
▪ Propagazione del flusso superficiale	51
▪ I flussi sotterranei	54



RACCORDO TRA LA CISPADANA E LA S.P. 11

TRATTO DA VIA DEI FILAGNI A ROTATORIA TAV S.P. 11 – LOTTO 2

OTTEMPERANTE ALLE PRESCRIZIONI IMPARTITE IN SEDE DI CONFERENZA TECNICA DI SERVIZI

1^ SEDUTA 18/09/2017 – 2^ SEDUTA 11/10/2017

PROGETTO DEFINITIVO

ELABORATI GENERALI  
Relazione idrologica-idraulica

6.3.2. LE CURVE DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA FORNITE DAL CONSORZIO DI BONIFICA PARMENSE .....	55
6.3.3. GLI IETOGRAMMI DI PIOGGIA .....	56
6.3.4. I PARAMETRI AL CONTORNO .....	57
6.3.5. I CANALI RECETTORI.....	58
6.4. GESTIONE DEGLI SVERSAMENTI ACCIDENTALI .....	63
<b>ALLEGATO 1: RISULTATI TRATTO 1 – CAVO LA GAIFFA .....</b>	<b>64</b>
<b>ALLEGATO 2: RISULTATI TRATTO 2 – CANALETTO DELLE PIACENTINE .....</b>	<b>79</b>
<b>ALLEGATO 3: RISULTATI TRATTO 3 – SCOLINA ALLA PK 1+428.60 .....</b>	<b>97</b>



## 1. PREMESSA

La presente relazione, parte integrante del Progetto Definitivo, illustra le metodologie ed i criteri assunti per le verifiche idrauliche del tracciato stradale in progetto.

I risultati delle verifiche, unitamente all'approfondita conoscenza del reticolo idrografico interferito, hanno consentito di calibrare e, quindi, meglio definire, le soluzioni tecniche collegialmente individuate attraverso un approccio interdisciplinare.

La struttura stradale interessa una porzione di territorio del Comune di Fontevivo, solcato da una fitta rete di canali di bonifica e di scolo gestiti principalmente dal Consorzio della Bonifica Parmense (CBP).

I rimanenti fossi fanno capo a proprietà private. Si tratta di corsi d'acqua artificiali realizzati dall'uomo con il duplice scopo di bonificare ampie aree impaludate e creare una rete di adduttori per portare l'acqua ai campi per fini irrigui.

Come tutte le reti che hanno questa duplice vocazione, anche in questo caso, buona parte dei canali posseggono una pendenza modesta che, in taluni casi è intorno all'un per mille, quindi sono di difficile scolo. La gestione del flusso delle acque viene prevalentemente lasciata all'azione dell'uomo attraverso strutture chiavicali ed opere idrauliche di derivazione, per cui la determinazione delle portate al colmo è di difficile stima.

Per tale motivo il dimensionamento degli attraversamenti, nenchè le scelte progettuali, sono state progettate attenendosi alle prescrizioni imposte dal Consorzio di Bonifica Parmense, durante le fase di progettazione preliminare e definitiva, prendendo in esame anche aspetti di carattere non strettamente idraulico, ma connessi con la funzionalità del sistema idrografico.

In ogni modo, per le verifiche del dimensionamento dei manufatti di attraversamento dei canali principali, sono state stimate portate di progetto attraverso i seguenti criteri:

- modello di trasformazione A/D di tipo distribuito;
- compatibilità idraulica rispetto alla Portata Massima Sostenibile dal canale;
- esigenze di ispezione e manutenzione.

I manufatti di attraversamento sono stati generalmente impostati con un franco di sicurezza rispetto alla quota idrometrica massima ottenibile di circa 50 cm o comunque garantendo un grado di riempimento non superiore al 70%.



## 2. IL PERCORSO METODOLOGICO

Il presente studio di compatibilità delle strutture di attraversamento e di gestione delle acque di piattaforma si è articolato attraverso le seguenti attività:

- **Attività 1^: Inquadramento territoriale/idrografico**

Rappresenta il "quadro di riferimento" degli elementi morfologici e topografici dei corsi d'acqua e dei relativi bacini idrografici oggetto di studio, derivanti da progettualità precedentemente realizzate e da rilievi topografici effettuati appositamente per colmare le lacune conoscitive. Rientrano in questa fase l'analisi delle caratteristiche geometriche del tracciato e delle sezioni trasversali dei corsi d'acqua, oltre alle caratteristiche morfologiche ed ambientali-paesistiche della regione fluviale in studio.

- **Attività 2^: Inquadramento idrologico**

Nella seconda attività si è proceduto all'aggiornamento delle informazioni idrologiche disponibili, raccogliendo le informazioni pubblicate in vari studi e documenti specialistici di settore, in termini di sollecitazioni pluviometriche misurate e stimate che nel recente passato hanno interessato il territorio in questione. Per la determinazione delle portate di progetto è stata definita, per tutti i corsi d'acqua, la portata massima sostenibile dal tratto di corso d'acqua analizzato. Per i corsi d'acqua principali è stata anche eseguita preliminarmente una modellazione matematica con HEC-HMS al fine di verificare su quale TR si attesta la PMS.

- **Attività 3^: Analisi idraulica**

Si è proseguito, quindi, al calcolo dei deflussi di piena con le seguenti metodologie: analisi modellistiche monodimensionali in moto permanente per il Cavo La Gaiffa e per il Canale Vecchio, verificando per ciascuno di essi che sia garantito un franco minimo di 50cm rispetto alla quota idrometrica massima ottenibile, mentre per gli altri fossi si è proceduto attraverso l'utilizzo delle equazioni fondamentali del moto uniforme in alvei naturali in condizioni di corrente monodimensionale. In quest'ultimo caso, il criterio imposto consiste nel garantire un grado di riempimento dei manufatti di attraversamento non superiore al 70%.

- **Attività 4^: Razionalizzazione degli scarichi delle acque meteoriche della piattaforma stradale**

L'ultima attività è consistita in uno studio idrologico mirato alla raccolta e gestione delle acque meteoriche dilavate dalla piattaforma stradale, determinandone le portate ed i conseguenti volumi per il tempo di progetto prefissato pari a TR=100 anni così come indicato nel PGRA.

Per la trasformazione afflussi/deflussi e per la determinazione del volume di laminazione è stato utilizzato il modello di calcolo SWMM. E' stata infine svolta una verifica circa la capacità dei recettori finali di ricevere la portata aggiuntiva, dovuta alla presenza della nuova infrastruttura, rientrando nei coefficienti udometrici imposti, senza dar luogo a situazioni di rischio che possano mettere in crisi l'equilibrio idraulico dell'area di studio.



### 3. INQUADRAMENTO TERRITORIALE/IDROGRAFICO

Il sistema delle acque superficiali, interessato dal tracciato stradale, è formato da una rete di corsi d'acqua rappresentativi di un'importante componente dell'ambiente e del paesaggio circostante, ed assolve una funzione strategica per l'economia del territorio, sia in termini di distribuzione delle acque irrigue che di scolo di quelle piovane. Inoltre, ma non per questo meno importante, si tratta di canali di storica memoria che oggi rappresentano anche reti di connessione ecologica tra i diversi habitat che compongono, a mosaico, i terreni di sinistra Taro. Infatti, l'ambito territoriale cui appartiene il sistema idrografico è quello di sponda sinistra del fiume Taro e dei bacini imbriferi le cui aste sono interessate dall'opera in studio. Esso risulta caratterizzato dalla presenza di numerosi corsi d'acqua naturali e artificiali appartenenti alla rete dei Canali del Duca di San Vitale. Attraversano il territorio di Fontevivo in direzione prevalente Sud-Nord e, dopo aver interferito con l'opera in progetto, confluiscono nel fiume Taro.

Il territorio presenta caratteristiche idrografiche, morfologiche ed idrologiche omogenee ed i canali interessati sono di natura prevalentemente promiscua, dove all'uso di scolo si coniuga, nel periodo primavera-estate, anche quello irriguo con acque provenienti direttamente dal Taro attraverso la presa di Fornovo o da pozzi. Il territorio interessato ricade in un'area caratterizzata da un clima mediterraneo tipico della fascia appenninica toscano-emiliana. Le precipitazioni, come sui bacini limitrofi che si affacciano a nord sulla pianura padana ed a sud sul crinale appenninico, sono di tipo sublitoraneo appenninico, contraddistinto da due massimi di piovosità (primaverile ed autunnale) e da due minimi (invernale ed estivo), con massimo autunnale e minimo estivo più accentuati. I corsi d'acqua interessati dal tracciato sono:

**TABELLA 3-1: CORSI D'ACQUA PRINCIPALI E SECONDARI GESTITI DAL CBP E INTERFERENTI CON L'INFRASTRUTTURA STRADALE, APPARTENENTI ALL'AMBITO DI SINISTRA DEL FIUME TARO**

CORSO D'ACQUA	ENTE DI GESTIONE	PROVINCIA	CARATTERE	FASCE PTCP
CAVO LA GAIFFA	CONSORZIO DELLA BONIFICA PARMENSE	PARMA	ARTIFICIALE	NO
CANALE VECCHIO	CONSORZIO DELLA BONIFICA PARMENSE	PARMA	ARTIFICIALE	NO
RIO SCAGNETTO	CONSORZIO DELLA BONIFICA PARMENSE	PARMA	ARTIFICIALE	NO
CANALETTO DELLE PIACENTINE	CONSORZIO DELLA BONIFICA PARMENSE	PARMA	ARTIFICIALE	NO



### 3.1. IL SISTEMA DEI CORSI D'ACQUA INTERESSATI DALL'INFRASTRUTTURA STRADALE

---

Come già anticipato in Premessa il sistema dei corsi d'acqua analizzato comprende una rete idrografica naturale ed artificiale composta, quest'ultima, dai canali di scolo e di irrigazione di competenza del Consorzio della Bonifica Parmense o proprietà private che insistono su tutto il corridoio interferito dall'opera in progetto. La particolare caratteristica di questi corsi d'acqua risiede nella loro funzionalità e negli usi a cui sono preposti: l'ambivalenza delle funzioni di scolo ed irrigazione rende piuttosto complessa l'analisi idrologica in quanto, a rigore, essi andrebbero studiati sia sotto il profilo della funzione di drenaggio delle acque meteoriche sia sotto il profilo della funzione di canali irrigui, quando, soprattutto nelle stagioni primaverile ed estiva, vengono mantenuti alti i livelli in alveo che ne riducono la capacità di invaso per eventi pluviometrici importanti.

Occorre, inoltre, segnalare la complessità della rete idrografica che nei secoli si è venuta a disegnare e che solca il territorio di pianura; essa infatti diventa spesso di difficile individuazione e con essa sono di difficile caratterizzazione i bacini afferenti a ciascun corso d'acqua.

I corsi d'acqua sono stati classificati rifacendosi alle definizioni classiche dell'idraulica di bonifica, alle quali sono state associate dimensioni di riferimento per i diversi ordini di canali e fossi. Più in particolare:

- **canali principali:** canali a sezione trapezia con larghezza della base maggiore superiore a 4.0 m. Essi ricevono contributi lungo il loro percorso e scaricano nel corso d'acqua naturale ricevente;
- **canali secondari:** ramificazioni successive che si protendono nella campagna e che presentano una larghezza della base maggiore inferiore a 4 m;
- **fossi minori:** ramificazioni successive di carattere sovrappoderale che raccolgono la rete minuta dei capifosso e delle scoline.

La tabella seguente riporta l'elenco dei canali intercettati dalla viabilità in progetto, indicando il nome, l'Ente gestore, il rango, la tipologia ed altre caratteristiche morfologiche del corso d'acqua; in giallo sono stati evidenziati i canali principali.





TABELLA 3-2: CANALI INTERFERITI DALL'OPERA IN PROGETTO (IN GIALLO SONO EVIDENZIATI I CORSI D'ACQUA PRINCIPALI)

Codice Acque	Canale	Ente Gestore	Rango	Tipologia	Progress.	Base magg.	Base minore	Altezza
					km	m	m	m
FON-04	Cavo La Gaiffa	Consorzio della Bonifica Parmense	principale	promiscuo	0+268.82	6.70	2.32	1.70
FON-05	Scolina (Canaletto delle Piacentine)	Privato (Consorzio della Bonifica Parmense)	secondario	promiscuo	0+836.04	3.50	0.85	0.90
FON-06	Fosso Est Via Villa di sotto	privato	minore	promiscuo	1+250.99	1.30	0.35	0.30
FON-07	Fosso Ovest Via Villa di sotto	privato	minore	promiscuo	1+259.08	2.00	0.50	0.80
FON-08	scolina	privato	secondario	promiscuo	1+428.60	2.10	0.70	0.66
FON-09	Rio Scagnetto	Consorzio della Bonifica Parmense	secondario	promiscuo	1+499.35	2.10	0.40	0.40
FON-10	scolina	privato	secondario	promiscuo	1+566.66	2.80	0.85	0.86
FON-11	Canale Vecchio	Consorzio della Bonifica Parmense	principale	promiscuo	1+679.07	7.40	1.50	2.20

### 3.2. SCHEDE MONOGRAFICHE DEI CORSI D'ACQUA PRINCIPALI INTERFERITI

Di seguito si riportano le caratteristiche dei principali corsi d'acqua interferiti, riportando per ognuno di essi le caratteristiche di funzionamento, il competente Ente Gestore e la localizzazione dei rispettivi attraversamenti rispetto al tracciato stradale.

#### 3.2.1. Cavo La Gaiffa

Il Cavo La Gaiffa è un canale principale gestito dal Consorzio della Bonifica Parmense, avente funzione promiscua di irrigazione e scolo; il suo bacino ha una superficie, chiuso alla Strada in Progetto, di circa 2.96 km<sup>2</sup> ed una lunghezza dell'asta principale di circa 3.2 km. La quota media del bacino è di 61,0 m s.l.m. ed ha una pendenza media dell'asta dello 0,1%. I contributi idrici derivano prevalentemente da una porzione di territorio agricolo, dove le poche aree impermeabili risultano quelle delle case sparse e delle vie di collegamento asfaltate.

Nel tratto in cui avverrà l'interferenza con l'opera stradale in progetto presenta una sezione trapezia in scavo, con fondo in terra e sponde inerbite. Su entrambi i lati del canale si affacciano campi coltivati.



FIGURA 3-1: CAVO LA GAIFFA IN CORRISPONDENZA DELL'ATTRAVERSAMENTO IN PROGETTO

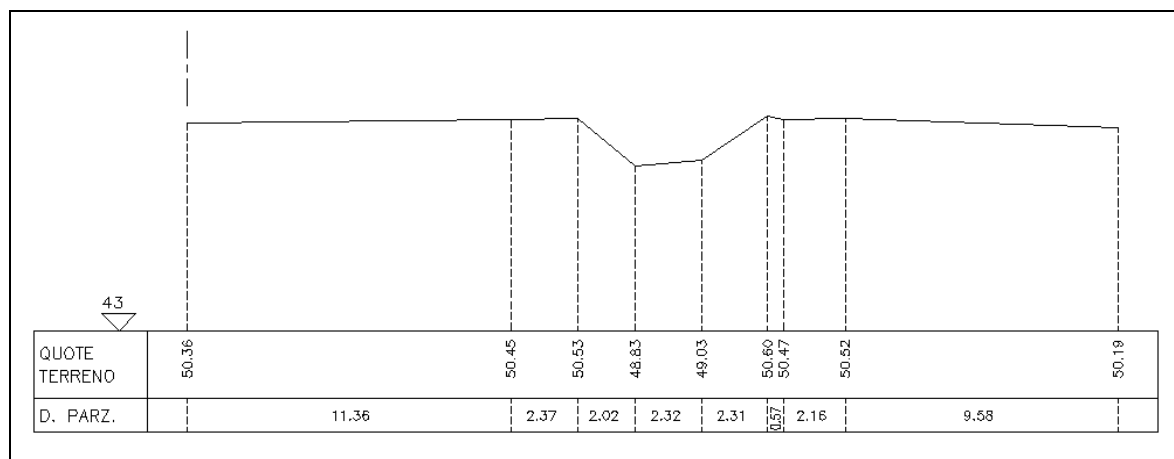


TABELLA 3-3: CARATTERISTICHE PRINCIPALI DELL'INTERFERENZA COL CAVO LA GAIFFA

Corso d'acqua	Cavo La Gaiffa
Rango	Principale
Funzione	Promiscua (scolo e irrigazione)
Comune (Prov.)	Fontevivo (PR)
Consorzio di bonifica	Consorzio della Bonifica Parmense
Progressiva chilometrica attraversamento stato attuale	0+268.82
Progressiva chilometrica attraversamento stato di progetto	0+347.22
Codice interferenza attraversamento	FON-04



FIGURA 3-2: SEZIONE TOPOGRAFICA DEL CAVO LA GAIFFA IN CORRISPONDENZA DELLA SEZIONE 94, IMMEDIATAMENTE A VALLE DELL'ATTRAVERSAMENTO IN PROGETTO



### 3.2.2. Canale Vecchio

Il Canale Vecchio trae origine dal Canale del Duca che rappresenta la colonna vertebrale dei canali del comprensorio del San Vitale. Quest'ultimo nasce a Fornovo dalla derivazione artificiale di sponda sx del Fiume Taro. All'altezza della via Emilia il Canale del Duca sottende un bacino scolante di circa 5.60 km<sup>2</sup>. La lunghezza dell'asta principale è di circa 7.50 km con una pendenza media dello 0,6%. La quota media del bacino è di 76,0 m s.l.m. A valle della via Emilia esso si suddivide in diversi canali tra i quali il più importante è il Canale Nuovo che poi diventa Canale Vecchio in corrispondenza dell'agglomerato urbano di Fontevivo. A monte dell'infrastruttura stradale in progetto, nel Canale Vecchio entra il Rio Scagno Superiore, canale di scolo delle acque che nasce subito a valle della Via Emilia, ed insieme sottendono un bacino scolante, misurato a valle della via Emilia, di 5,4 km<sup>2</sup>. Più a valle il Canale Vecchio piega verso Ovest compiendo una curva di quasi 90° sottopassando la Strada Provinciale SP 11 con un manufatto in mattoni a vista di epoca benedettina. Appena a monte di questo riemerge il Rio Scagno Inferiore che di fatto rappresenta uno scolmatore del Canale Vecchio e la cui quota di fondo è circa 110cm più alta rispetto a quella del Canale Vecchio. A valle della biforcazione il Rio Scagno Inferiore procede in direzione Nord verso l'abitato di Fontanellato, e sottopassa la Strada Comunale dei Mortuzzi con un manufatto a volta in mattoni d'epoca benedettina. In corrispondenza del limite settentrionale dell'intervento, il Rio Scagnetto, corso d'acqua minore, anch'esso gestito dal Consorzio di Bonifica Parmense, si immette nel Rio Scagno Inferiore.

Nel punto di intersezione il Canale Vecchio presenta una sezione trapezia in scavo, a fondo piatto in terra con sponde inerbite.



**FIGURA 3-3: TRATTO A VALLE DELLA CONFLUENZA TRA CANALE VECCHIO E RIO SCAGNO SUPERIORE E A MONTE DELLA SUCCESSIVA BIFORCAZIONE**

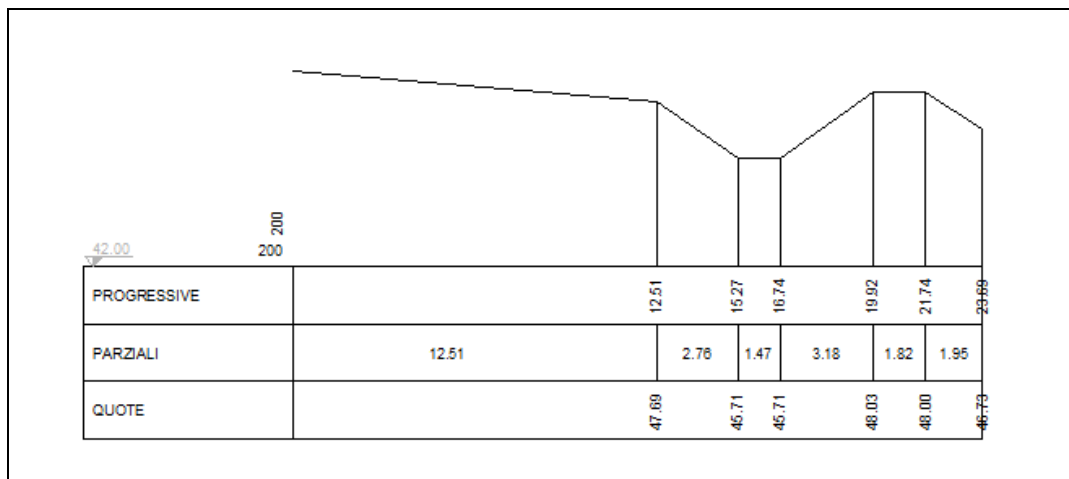


**TABELLA 3-4: CARATTERISTICHE PRINCIPALI DELL'INTERFERENZA COL CANALE VECCHIO A MONTE DELLO SCOLMATORE**

Corso d'acqua	Canale Vecchio
Rango	Principale
Funzione	Promiscua (scolo e irrigazione)
Comune (Prov.)	Fontevivo (PR)
Consorzio di bonifica	Consorzio della Bonifica Parmense
Progressiva chilometrica attraversamento stato attuale	1+679.07
Progressiva chilometrica attraversamento stato di progetto	1+679.07
Codice interferenza attraversamento	FON-11



FIGURA 3-4: SEZIONE TOPOGRAFICA DEL CANALE VECCHIO IN CORRISPONDENZA DELL'ATTRAVERSAMENTO IN PROGETTO (SEZIONE B)





## 4. INQUADRAMENTO IDROLOGICO E DEFINIZIONE DELLE PORTATE DI PROGETTO

Il contesto territoriale è caratterizzato dalle difficoltà oggettive tipiche di un comprensorio di bonifica: l'esistenza di una rete fitta di canali interconnessi tra loro e regolamentati da strutture chiavicali rende difficoltosa la determinazione delle portate attraverso l'uso di modelli di trasformazione afflussi/deflussi.

Ciononostante, vista la buona conoscenza del territorio interessato, si è cercato, per i due canali principali, di cui si dispone di dati relativi al bacino (La Gaiffa e il Canale Vecchio), di stimare, attraverso processi idrologici di trasformazione A/D, e più in particolare attraverso il modello idrologico HEC-HMS vers. 3.2, la portata di progetto per Tempo di Ritorno assegnato, confrontandola con la Portata Massima Sostenibile (PMS). Si intende per PMS quel valore di portata transitante e sostenibile in un tratto di canale ragionevolmente esteso comprendente il punto dell'intersezione con il tracciato stradale, oltre il quale si assiste alla tracimazione.

In definitiva gli attraversamenti per i due canali principali sono stati verificati per un evento di piena monosecolare, al fine di evidenziarne la piena officiosità idraulica e l'assenza di interferenze significative sui regimi di deflusso delle acque.

Attraverso la modellazione idraulica, sono state stimate e valutate le interazioni degli attraversamenti sui profili di rigurgito e ricavati i principali parametri idraulici (altezza idrica e velocità della corrente) per entrambi gli scenari simulati (Stato di Fatto e Stato di Progetto).

Per i canali di bonifica si è imposto, a favore di sicurezza, quasi ovunque un franco minimo di 50 cm tra l'intradosso dell'attraversamento e la quota che viene raggiunta durante il transito della portata di progetto, o comunque garantito un grado di riempimento inferiore al 70%. Si riporta di seguito una breve analisi pluviometrica e idrologica funzionale alla determinazione delle portate di progetto.

### 4.1. PLUVIOMETRIA E CLIMA

Il territorio interessato ricade in un'area caratterizzata da un clima mediterraneo tipico della fascia appenninica tosco-emiliana. Le precipitazioni, come sui bacini limitrofi che si affacciano a nord sulla pianura padana ed a sud sul crinale appenninico, sono di tipo sublitoraneo appenninico, contraddistinto da due massimi di piovosità (primaverile ed autunnale) e da due minimi (invernale ed estivo), con massimo autunnale e minimo estivo più accentuati.

Le precipitazioni aumentano con l'altitudine, da 700÷900 mm/anno in pianura a 900÷1500 mm/anno nella fascia collinare e pedemontana; anche i giorni piovosi aumentano con la quota, passando da 50 ad 80, salendo dalla pianura alla media montagna. I giorni di neve passano da soli 8÷10 in pianura, a valori



superiori in montagna, ma comunemente concentrati nel mese di gennaio. I giorni di permanenza della neve sul suolo variano da circa 30 in pianura a 40-50 nella media montagna.

L'alimentazione dei bacini interessati è prevalentemente di tipo pluviale; lo scioglimento delle nevi primaverili influisce poco sui deflussi a causa della ridotta altitudine del bacino. Ridotti sono anche i contributi provenienti da scarichi civili ed industriali.

Un'analisi pluviometrica dettagliata prevede la ricostruzione, attraverso dati storici, delle curve di possibilità pluviometrica che esprimono il legame tra l'altezza di pioggia  $h$ , la sua durata  $t$ , ed il tempo di ritorno  $TR$  dell'evento piovoso. Correlando diverse stazioni pluviometriche insistenti sul bacino o nelle vicinanze è possibile tracciare le linee isoiete, curve che uniscono i punti ad uguale precipitazione, ed attraverso esse provvedere al ragguglio all'area al fine di individuare e/o ricostruire modelli per l'istogramma di precipitazione.

Nel territorio attraversato dall'opera in progetto non sono presenti stazioni di rilevamento pluviometrico, per tale motivo le analisi idrologiche dovranno fare riferimento alle stazioni pluviometriche di Fidenza e di Parma Università di cui si dispone di una serie storica sufficientemente completa per un'analisi statistica degli eventi pluviometrici:

- Stazione pluviometrica di Fidenza (periodo d'osservazione dal 1961 fino al 2012)
- Stazione pluviometrica di Parma Università (periodo d'osservazione dal 1947 fino al 2012)

**TABELLA 4-1: MISURE RELATIVE ALLE PRECIPITAZIONI DI MASSIMA INTENSITÀ REGISTRATE AL PLUVIOGRAFO DI FIDENZA (1961-2012)**

Anno	Intervallo ore				
	1	3	6	12	24
	mm	mm	mm	mm	mm
1961	53.00	68.40	68.40	68.40	74.40
1962	69.00	69.00	69.00	69.00	69.00
1963					
1964					
1965	20.40	23.40	29.00	38.00	39.40
1966	16.00	22.80	26.00	34.20	56.80
1967					
1968	36.00	40.60	42.60	46.40	64.60
1969					
1970					
1971					
1972	40.00	44.80	44.80	45.20	54.00
1973	16.00	34.60	45.20	78.00	87.20
1974	10.40	15.40	22.60	32.80	55.00
1975	10.80	18.20	32.60	56.00	79.20
1976	18.80	36.20	49.20	71.00	83.20
1977					





RACCORDO TRA LA CISPADANA E LA S.P. 11

TRATTO DA VIA DEI FILAGNI A ROTATORIA TAV S.P. 11 – LOTTO 2

OTTEMPERANTE ALLE PRESCRIZIONI IMPARTITE IN SEDE DI CONFERENZA TECNICA DI SERVIZI

1^ SEDUTA 18/09/2017 – 2^ SEDUTA 11/10/2017

PROGETTO DEFINITIVO

ELABORATI GENERALI  
Relazione idrologica-idraulica

Anno	Intervallo ore				
	1	3	6	12	24
	mm	mm	mm	mm	mm
1978	35.60	44.80	49.40	53.80	71.20
1979	33.00	35.20	60.00	83.40	140.00
1980	28.80	32.40	32.40	35.00	69.40
1981					
1982	25.00	26.20	33.40	55.80	63.00
1983	13.00	20.80	28.40	50.20	71.00
1984	24.00	31.40	32.20	43.40	61.40
1985	19.60	30.40	32.40	43.80	58.20
1986	22.00	26.60	32.00	47.20	49.40
1987	11.00	18.00	22.00	29.60	36.60
1988	18.00	34.00	38.80	43.40	62.80
1989	19.00	39.20	44.20	68.80	82.40
1990	11.60	19.60	28.80	37.20	50.40
1991	15.60	25.00	43.80	64.20	81.00
1992	13.80	25.40	37.00	44.60	65.60
1993	35.40	88.00	98.40	98.40	138.80
1994	16.20	23.40	31.80	46.20	63.00
1995	14.80	31.40	36.60	41.40	50.00
1996	14.80	27.20	43.60	55.40	78.40
1997	45.40	46.80	46.80	50.80	50.80
1998	18.60	29.20	38.80	40.40	40.40
1999	28.60	51.20	59.60	59.80	59.80
2000	14.80	23.40	30.00	37.40	56.60
2001					
2002					
2003					
2004	31.20	47.60	54.20	54.20	54.20
2005	46.00	46.60	46.60	64.40	83.20
2006	27.80	32.20	56.40	59.20	77.80
2007					
2008					
2009	26.00	31.00	43.20	47.80	49.60
2010					
2011					
2012	15.80	23.20	30.40	49.80	57.40

TABELLA 4-2: MISURE RELATIVE ALLE PRECIPITAZIONI DI MASSIMA INTENSITÀ REGISTRATE AL PLUVIOGRAFO DI PARMA UNIVERSITÀ (1947-2012)

Anno	Intervallo ore				
	1	3	6	12	24
	mm	mm	mm	mm	mm
1947	16	30	33	37.5	52.5
1948	27	42	54	82	101
1949	21	29	37	46	58
1950	23	26	35	43	50.4



**RACCORDO TRA LA CISPADANA E LA S.P. 11****TRATTO DA VIA DEI FILAGNI A ROTATORIA TAV S.P. 11 – LOTTO 2**

OTTEMPERANTE ALLE PRESCRIZIONI IMPARTITE IN SEDE DI CONFERENZA TECNICA DI SERVIZI

1^ SEDUTA 18/09/2017 – 2^ SEDUTA 11/10/2017

**PROGETTO DEFINITIVO****ELABORATI GENERALI**  
**Relazione idrologica-idraulica**

Anno	Intervallo ore				
	1	3	6	12	24
	mm	mm	mm	mm	mm
1951	22	32	49	60	74
1952	28	29.7	29.7	30.7	50.3
1953	21	27.2	30.2	32	48
1954	9.5	15.8	24.5	38	70.3
1955	31.2	39.7	41.5	48	65
1956	21	25	27	29.4	35
1957	21	21	26	41.6	49.4
1958	39	45	47.8	53	83.6
1959	25.6	31	36	54	71.4
1960	31.6	42.6	59.8	60	62.2
1961	28	31.2	32.4	38	56.2
1962	82	97	97.2	97.2	97.2
1963	27.4	30.4	49	62	72
1964	32	44.2	58	73.2	75.4
1965	29.2				66
1966	12.8	24.8	39.2	40	70.8
1967	39	47.8	58.2	58.6	58.8
1968	18.6	31	56.4	65.2	76
1969	27.6	43.6	51.2	52.6	52.6
1970	23.6	37	38	40.6	44.6
1971	11.4	21	34	56	74
1972	39.8	47	47	47	64
1973	76.6	76.6	77.2	78.8	97.8
1974	60				111
1975	19				82
1976	38				64
1977	45				101
1978	26.2				49
1979	48	68	112	190	266
1980	16				54
1981	15				54
1982	39.4	45.4	48.6	50.8	50.8
1983	33.4	34.2	34.2	34.2	34.8
1984	22	27.8	34	48.6	65
1985	23.4	23.8	26	37	44.6
1986	27.4	43	43	53	53
1987	14	32.6	43.2	53.4	62.8
1988	13.4	29.8	31.4	38	45.2
1989	13.6	30	33.4	42.4	58.8
1990	28	38.2	43.6	57	77
1991	16.8	25.4	40.8	60.2	69.8
1992	19	25.6	39.8	46.6	82.4
1993	21.6	36.8	37.6	44.4	68.2



Anno	Intervallo ore				
	1	3	6	12	24
	mm	mm	mm	mm	mm
1994	18.6	24	29.6	31.2	49.2
1995	26	37.2	40	42.8	49
1996					
1997	4.8	12	13.4	15.2	24.6
1998					
1999	18	21.8	40	43.8	51.2
2000	22.2	23.2	31.2	48.2	55.6
2001	20.6	28.6	37.6	41.2	56.8
2002	26.2	31	33.6	45.4	47.2
2003	18.6	20.4	25.8	33.8	47.8
2004	38	43.2	49	63	70.4
2005	17	37.6	60.2	76.8	102.2
2006	15.4	34.8	43.4	49.8	63.6
2007	20.4	48.4	58	61.8	72.2
2008	23.4	35.2	35.2	54.2	75.8
2009	19.4	19.6	21.6	33.6	47
2010	38.6	41.6	43.2	48	58
2011*	16.8	21.4	36	51	64.2
2012	16.2	21.6	29.6	41	55.6

\*= Misure rilevate alla stazione pluviografica "Parma Urbana"

La determinazione della portata di riferimento progettuale dovrà far riferimento alle rispettive curve di possibilità pluviometrica delle due stazioni opportunamente aggiornate.

Per la determinazione della relazione fra altezza (h) e durata (t) dell'evento di pioggia in funzione del tempo di ritorno (TR) si può ricercare la legge probabilistica, fra quelle di Gumbel e log-normale, che meglio si adattano al campione di dati utilizzato; nel caso in esame la determinazione della relazione fra altezza (h) e durata (t) dell'evento di pioggia, in funzione del Tempo di Ritorno (TR), è stata ottenuta tramite la legge probabilistica di Gumbel, stimandone i parametri a(T) ed n(T), al fine di ottenere la curva di possibilità pluviometrica nella forma:

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

L'elaborazione statistica ha portato alla definizione delle curve di possibilità climatica, dove l'altezza di pioggia espressa in millimetri è rappresentata dall'espressione:

$$h = n - \frac{\ln \left( -\ln \left( 1 - \frac{1}{T_R} \right) \right)}{a}$$

dove:



$T_R$  = tempo di ritorno

$$n = Y - \bar{Y}_N \cdot S_Y, \quad a = \frac{S_N}{S_Y}$$

$\bar{Y}_N$  = media ridotta

$S_N$  = deviazione standard ridotta

$Y$  = media aritmetica delle massime altezze di pioggia osservate

$S_Y$  = scarto quadratico medio delle massime altezze di pioggia osservate.

Le curve di possibilità climatica sono state assunte come riferimento per rappresentare gli eventi pluviometrici della zona considerata. Le curve sono determinate in funzione del tempo di ritorno per gli eventi di riferimento pari a 20, 25, 50, 100, 200, 500 e 1000 anni.

Si riportano di seguito le tabelle riassuntive dei valori di  $h$  in millimetri e dei parametri  $a$  ed  $n$  per i  $T_R$  di interesse e le curve di possibilità pluviometrica per le stazioni di Fidenza e Parma Università.

**TABELLA 4-3: ALTEZZE DI PIOGGIA DELLA CURVA DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA PER LA STAZIONE DI FIDENZA, SERIE STORICA DAL 1961 AL 2012**

durata (ore)	ALTEZZA PIOGGIA (mm)						
	$Tr=1000$	$Tr=500$	$Tr=200$	$Tr=100$	$Tr=50$	$Tr=25$	$Tr=20$
1	95.82	88.03	77.74	69.94	62.11	54.23	51.67
3	117.05	108.11	96.27	87.29	78.28	69.18	66.22
6	132.80	123.07	110.18	100.40	90.58	80.67	77.45
12	150.68	140.09	126.09	115.47	104.81	94.07	90.58
24	170.96	159.48	144.30	132.81	121.29	109.69	105.94

**TABELLA 4-4: ALTEZZE DI PIOGGIA DELLA CURVA DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA PER LA STAZIONE DI PARMA UNIVERSITÀ, SERIE STORICA DAL 1947 AL 2012**

durata (ore)	ALTEZZA PIOGGIA (mm)						
	$Tr=1000$	$Tr=500$	$Tr=200$	$Tr=100$	$Tr=50$	$Tr=25$	$Tr=20$
1	89.49	82.53	73.31	66.32	59.30	52.23	49.93
3	120.40	111.10	98.79	89.46	80.10	70.66	67.59
6	145.18	134.02	119.26	108.06	96.83	85.51	81.83
12	175.07	161.68	143.96	130.53	117.05	103.47	99.06
24	211.11	195.04	173.78	157.67	141.50	125.21	119.92



TABELLA 4-5: COEFFICIENTI A ED N DELLE CURVE DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICHE PER LE 2 STAZIONI DI MISURA

TR anni	Fidenza		Parma	
	a	n	a	n
20	51.67	0.23	49.93	0.28
25	54.23	0.22	52.23	0.28
50	62.11	0.21	59.30	0.27
100	69.94	0.20	66.32	0.27
200	77.74	0.19	73.31	0.27
500	88.03	0.19	82.53	0.27
1000	95.82	0.18	89.49	0.27

FIGURA 4-1: CURVE DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA ALLA STAZIONE DI PARMA UNIVERSITÀ

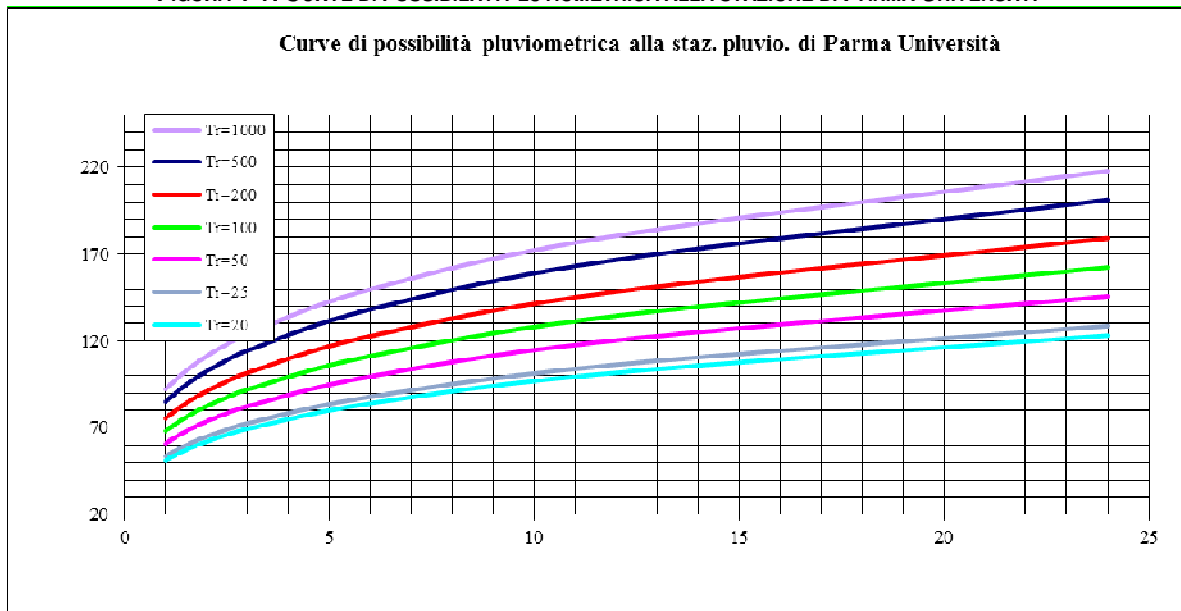
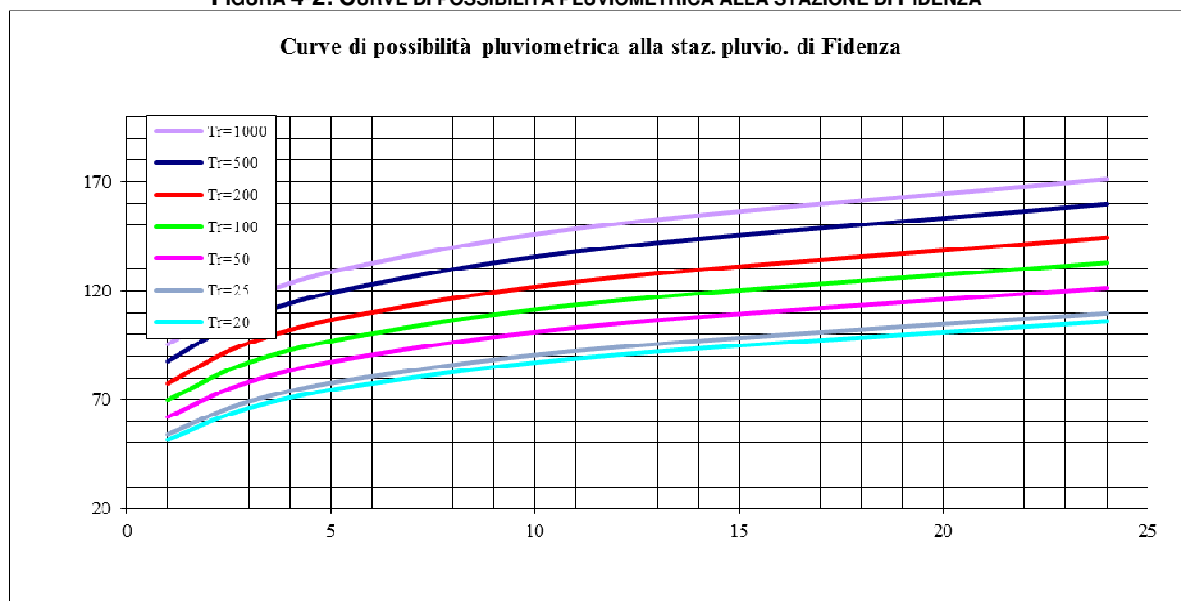


FIGURA 4-2: CURVE DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA ALLA STAZIONE DI FIDENZA

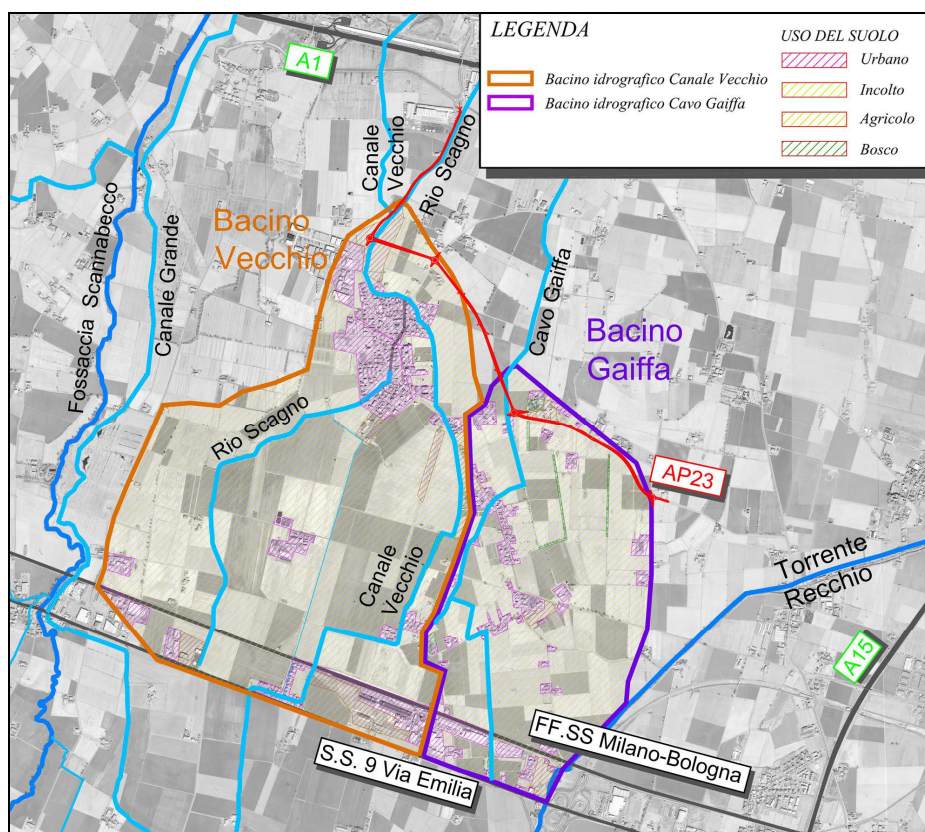




## 4.2. ANALISI IDROLOGICA DEI DUE CORSI D'ACQUA PRINCIPALI

La formazione dei deflussi ha origine dalle precipitazioni meteoriche, pluviali e nevose; parte delle stesse si perde per processi di evaporazione, intercezione, traspirazione, evapotraspirazione ed infiltrazione la cui entità è fortemente condizionata dai fattori geomorfologici e botanici. Essi sono scorporati dalla frazione che principalmente contribuisce alla formazione dei deflussi superficiali che alimentano i corpi idrici attraverso il calcolo dei coefficienti di deflusso.

**FIGURA 4-3: BACINIZZAZIONE E USO DEL SUOLO PER I BACINI AFFERENTI AL CANALE VECCHIO E AL CAVO LA GAIFFA ALLE SEZIONI DI CHIUSURA IN CORRISPONDENZA DELL'INFRASTRUTTURA VIARIA**



Il tipo di deflusso che si realizza sui bacini studiati è caratterizzato da una risposta comunque piuttosto rapida, per via delle ridotte dimensioni dei bacini sottesi che compensano la modesta pendenza dei versanti.

La determinazione delle portate di piena è stata compiuta attraverso una procedura modellistica del tipo afflussi/deflussi, differenziando le diverse superfici scolanti in funzione delle caratteristiche di permeabilità e di invaso iniziale dei volumi di acque meteoriche. A tal fine, è stato preventivamente definito l'uso del suolo dei diversi sottobacini afferenti alle sezioni di chiusura considerate, come illustrato nell'immagine precedente.

Tale procedimento ha consentito, quindi, di determinare gli idrogrammi dei deflussi superficiali ed i volumi complessivamente convogliati dai due canali e dai rispettivi bacini afferenti.



Per la definizione degli idrogrammi di progetto, ci si è riferiti alle serie storiche di Fidenza e Parma Università illustrate nel capitolo precedente, considerando gli eventi pluviometrici di riferimento per i tempi di ritorno di 5, 10, 25, 50 e 100 anni.

#### **4.2.1. Risultati ottenuti con il modello HEC-HMS**

Il modello HEC-HMS, *Hydrologic Modelling System dell'Hydraulic Engineering Center* degli USA (versione 3.2), descrive quantitativamente la trasformazione delle piogge in deflussi superficiali sulla superficie di un bacino imbrifero e in correnti idriche che confluiscono e si propagano lungo i suoi collettori drenanti. Fra le varie potenzialità del codice, in quest'occasione è stata sfruttata soprattutto quella di valutare la formazione del ruscellamento superficiale e il suo trasferimento al reticolo di correnti monodimensionali lungo i corpi idrici drenanti.

La trasformazione afflussi/deflussi con l'utilizzo del modello HEC-HMS ha previsto inizialmente, l'indagine sul regime delle piogge di breve durata e forte intensità. Successivamente, al fine di correlare gli eventi di pioggia alle portate di piena, si è proceduto alla trasformazione degli afflussi in deflussi. Lo studio è impostato sul seguente schema:

1. Scelta e applicazione dello ietogramma di progetto per prefissato TR;
2. Valutazione delle perdite idrologiche, tramite il metodo Curve Number del Soil Conservation Service degli Stati Uniti;
3. Stima della portata di progetto tramite il modello HEC-HMS dell'Hydrologic Engineering Center degli USA (versione 3.2).

A causa della assenza pressoché totale di misure idrologiche utili sul bacino in questione, la scelta si è dovuta indirizzare verso modelli in cui la determinazione dei parametri di calibrazione fosse il meno possibile legata a particolari osservazioni dirette. Per quanto detto, fra le possibilità disponibili, la scelta è ricaduta sui seguenti modelli:

- a) Metodo CN per la determinazione della pioggia efficace e per la formazione dei deflussi;
- b) Modello dell'onda cinematica (Kinematic wave model) per la propagazione dei deflussi.

Le principali cause di perdite idrologiche sono, come noto, evapotraspirazione, infiltrazione, immagazzinamento nelle depressioni superficiali.

Per la valutazione dell'entità quantitativa di tali grandezze è stato adottato il metodo Curve Number elaborato dal Soil Conservation Service (USA). Questo metodo ricava l'altezza di pioggia efficacemente defluita nel bacino in funzione del tipo di suolo, della sua capacità d'immagazzinamento e delle condizioni dello stesso prima dell'evento (terreno umido o asciutto). Sebbene originariamente non sia stato sviluppato per



l'interpretazione della dinamica temporale delle perdite idrologiche, è ampiamente diffuso, soprattutto per la notevole mole di dati reperibili in letteratura per la sua applicazione.

Il metodo CN consiste essenzialmente di due parti: nella prima si stima il volume del deflusso risultante da una pioggia, nella seconda si determina la distribuzione nel tempo del deflusso e la portata al colmo. Nel seguito ci si limita a riportare gli elementi necessari alla sua applicazione. Scritta l'equazione di continuità nella forma:

$$Q = P - S'$$

dove:

- Q (mm) = volume defluito fino all'istante generico t
- P (mm) = volume affluito al medesimo istante
- S' (mm) = volume complessivamente perso = S\*Q/P
- S (mm) = volume max. immagazzinabile nel terreno a saturazione = 25.400/CN - 254

La valutazione del coefficiente CN che dipende dalle caratteristiche del terreno, e la stima del coefficiente di deflusso ( $\delta$ ) per piogge con diverso tempo di ritorno TR, definiscono il volume defluito secondo la seguente relazione:

$$Q = (P-I)^2/(P-I-S)$$

dove:

I = quota parte dell'afflusso che va ad invasarsi nelle depressioni superficiali (=0,2\*S).

Per la determinazione del tempo di corrivazione ( $t_c$ ) sono state analizzate le diverse formule che propone la letteratura per bacini simili a quelli in esame, ed infine è stato utilizzato il Metodo Cinematico del modello HMS, per il calcolo della propagazione dei deflussi, che utilizza l'equazione di continuità e l'equazione del moto uniforme per approssimare le equazioni complete del moto. L'equazione che definisce il modello è data da:

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \alpha m A^{(m-1)} \frac{\partial A}{\partial x} = q$$

in cui A è l'area liquida della sezione di deflusso, q la portata continua in ingresso lungo l'ascissa x del corso d'acqua,  $\alpha$  e m due parametri univocamente determinati dalla geometria e dalla scabrezza della sezione di deflusso, essendo per ipotesi nel metodo cinematico:

$$Q = \alpha A^m$$

Una volta definite le caratteristiche geometriche e di uso del suolo dei singoli sottobacini, la distribuzione



delle precipitazioni per diversi tempi di ritorno e diverse durate di pioggia, nonché le caratteristiche geometriche e di scabrezza dei vari tratti dell'asta fluviale, il modello restituisce gli idrogrammi di piena transitanti ai vari nodi del reticolo idrografico; in tal modo permette di definire quale sia la durata critica e la portata al colmo che ne deriva per ogni tempo di ritorno considerato

Come sopra ricordato per la stima del coefficiente di deflusso è stato applicato il metodo CN (Curve Number) che consente in fase successiva di determinare la distribuzione nel tempo del deflusso e la sua portata massima al colmo.

Il coefficiente CN attribuisce ad ogni singola porzione di superficie del bacino idrografico, un valore adimensionale che ne caratterizza la risposta idrologica del suolo in funzione delle sue caratteristiche di permeabilità, d'uso e di copertura.

Questi presuppongono una condizione "media" dello stato d'umidità del suolo anteriormente all'evento pluviometrico.

La permeabilità del suolo è definita secondo i seguenti criteri:

1. elevata infiltrazione, per suoli con strati sabbiosi o di loess profondi, a siltosi aggregati;
2. infiltrazione moderata, per suoli con tessitura da moderatamente fine a moderatamente grossolana, quali limi sabbiosi;
3. infiltrazione lenta, per suoli con tessitura fine, quali argille limose, deboli strati di limo sabbioso, suoli con debole contenuto organico;
4. infiltrazione molto lenta, per argille plastiche e compatte.

Vengono quindi valutati, per ogni sottobacino, il coefficiente CN, il coefficiente di deflusso ( $\delta$ ) per piogge con diverso tempo di ritorno TR ed il tempo di corrivazione  $t_c$ ; tali valori, insieme alle caratteristiche geometriche dei vari sottobacini, vengono introdotti nel codice di calcolo utilizzato (HEC-HMS), il quale restituisce gli idrogrammi di piena transitanti lungo varie sezioni dell'asta principale del bacino imbrifero.

In tal modo permette di definire quale sia la durata critica e la portata al colmo che ne deriva per ogni tempo di ritorno considerato.





FIGURA 4-4: SCHEMATIZZAZIONE DEL BACINO DEL CANALE VECCHIO

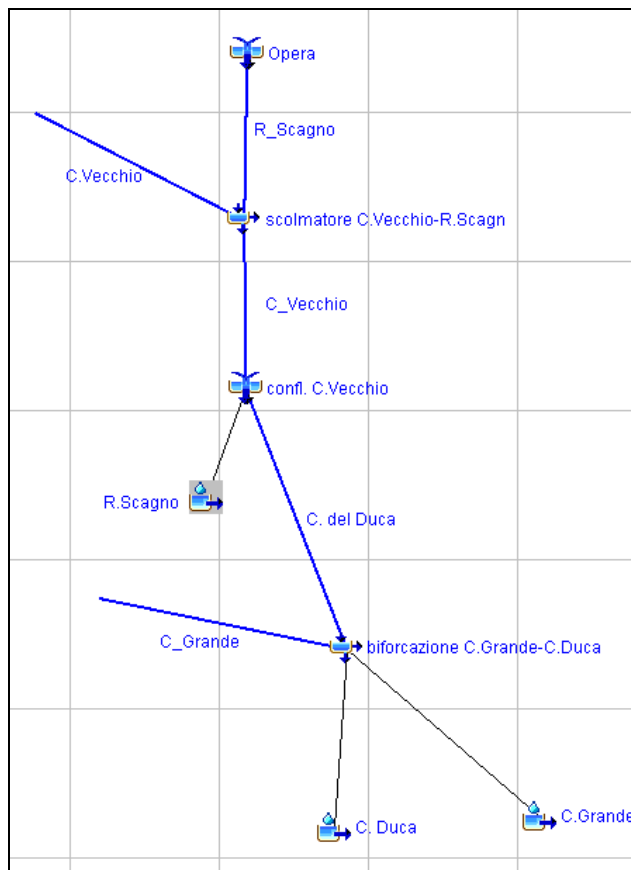
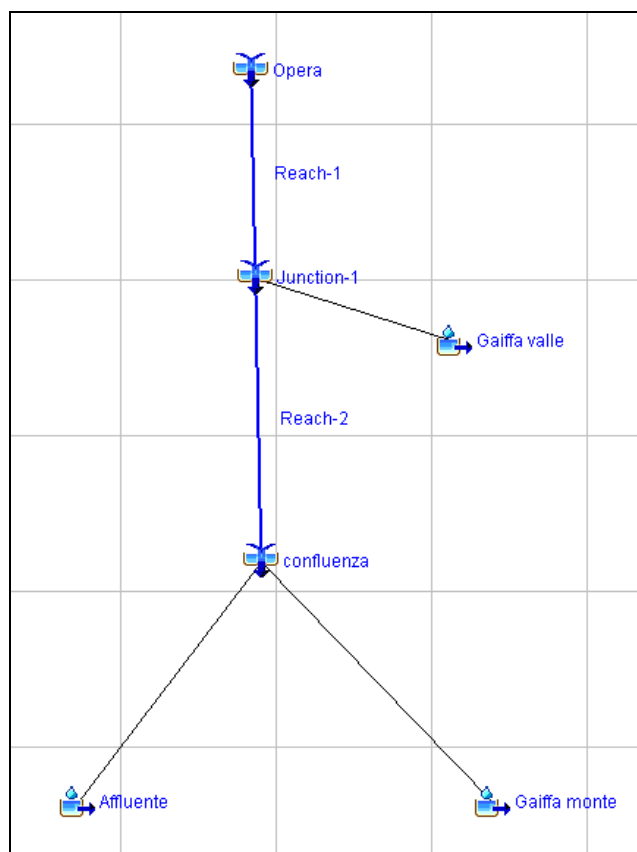




FIGURA 4-5: SCHEMATIZZAZIONE DEL BACINO DEL CAVO LA GAIFFA



Nelle figure seguenti sono riportati gli idrogrammi ottenuti per i due bacini afferenti chiusi all'altezza dell'infrastruttura stradale in progetto. I risultati dell'analisi idrologica hanno consentito di definire la curva di durata delle portate per i due corsi d'acqua, funzionale ad individuare il tempo di ritorno corrispondente alle portate massime sostenibili dai due canali, quest'ultime determinate mediante l'analisi idraulica descritta in seguito.

Un ulteriore grafico riporta l'andamento dei volumi cumulati corrispondenti al deflusso delle portate massime sostenibili dai due corsi d'acqua in esame.

Per quanto riguarda nello specifico il Canale Vecchio si è considerato il bacino scolante afferente chiuso alla biforcazione tra i due canali che confluiscono più a monte, in corrispondenza dell'abitato di Fontevivo; l'areale studiato è dato dalla somma dei bacini dei due canali: il Rio Scagno nella parte occidentale ed il Canale Vecchio (che nel tratto di monte è detto Canale del Duca) nella parte orientale.



FIGURA 4-6: IDROGRAMMI DI PIENA PER I TEMPI DI RITORNO DI RIFERIMENTO IN ARRIVO NEL CANALE VECCHIO A MONTE DELLO SCOLMATORE

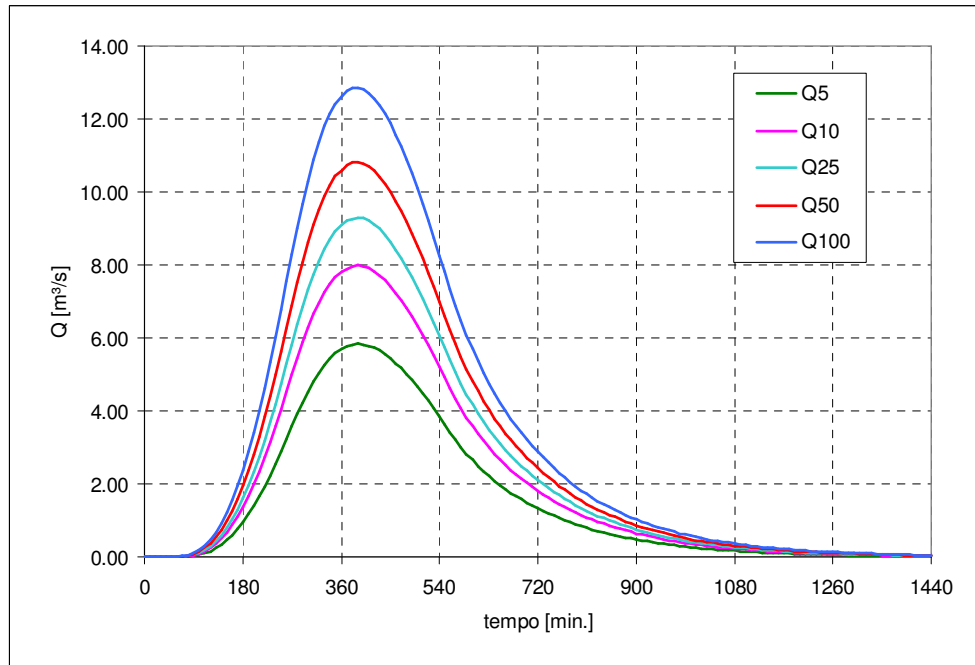
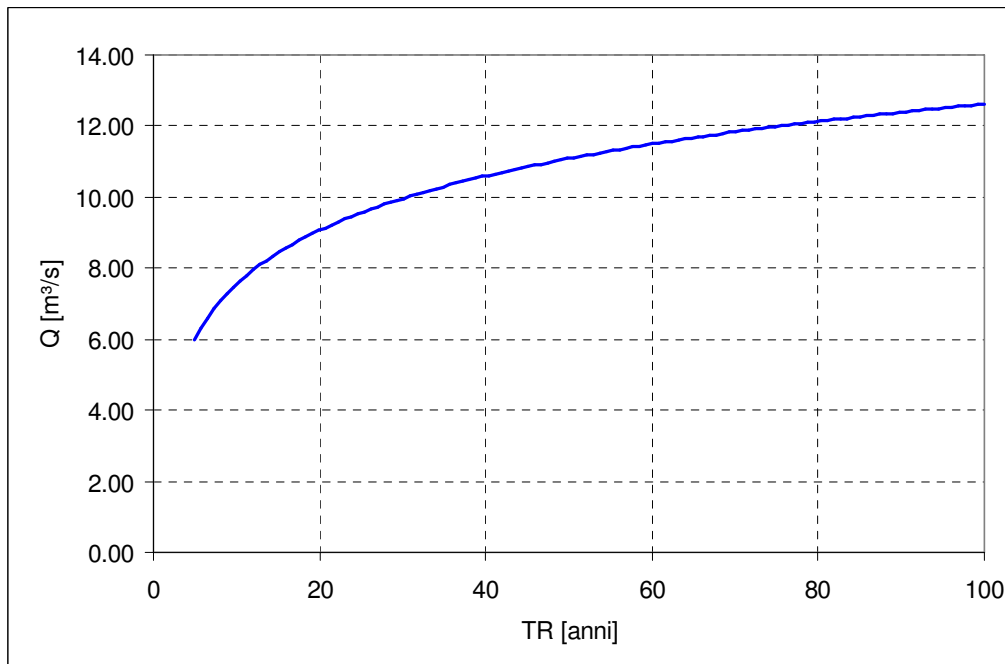


FIGURA 4-7: CURVA DI DURATA DELLE PORTATE ALLA SEZIONE DI CHIUSURA DEL BACINO DEL CANALE VECCHIO A MONTE DELLO SCOLMATORE



La portata al colmo del Canale Vecchio a monte dello scolmatore avente tempo di ritorno monosecolare vale 12.9 m³/s.



FIGURA 4-8: ANDAMENTO DEI VOLUMI TRANSITANTI A MONTE DELLO SCOLMATORE NEL CANALE VECCHIO IN OCCASIONE DELLA MASSIMA PIENA SOSTENIBILE

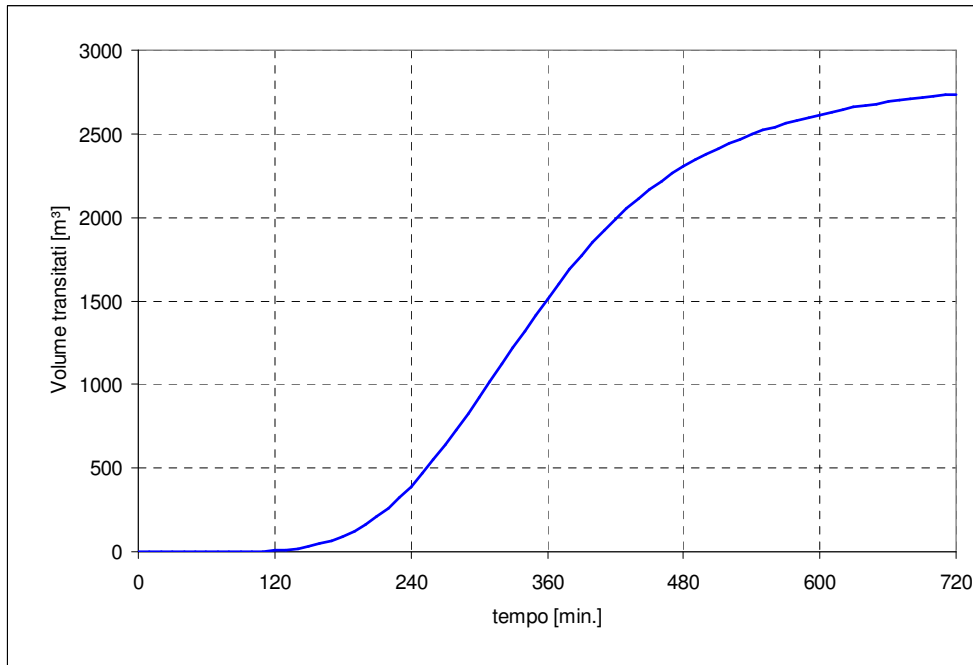


FIGURA 4-9: IDROGRAMMI DI PIENA PER I TEMPI DI RITORNO DI RIFERIMENTO ALLA SEZIONE DI CHIUSURA DEL CAVO LA GAIFFA

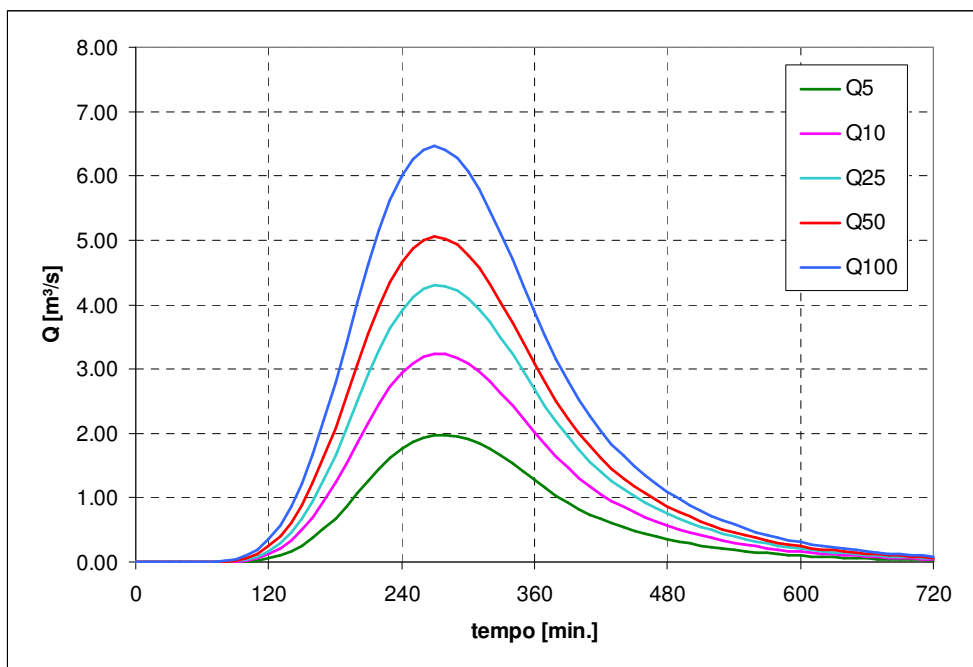
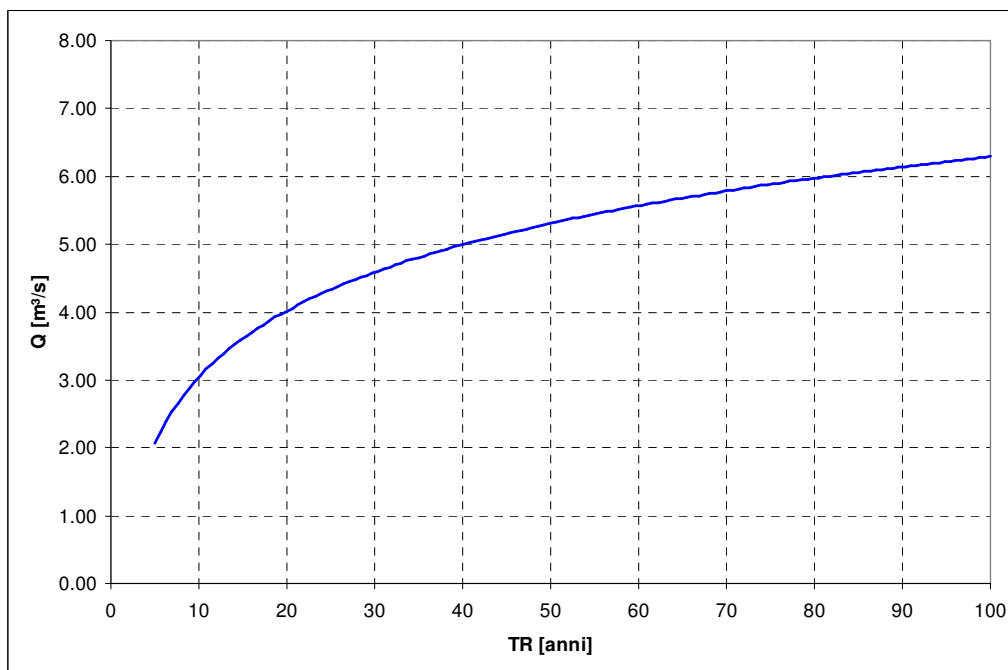


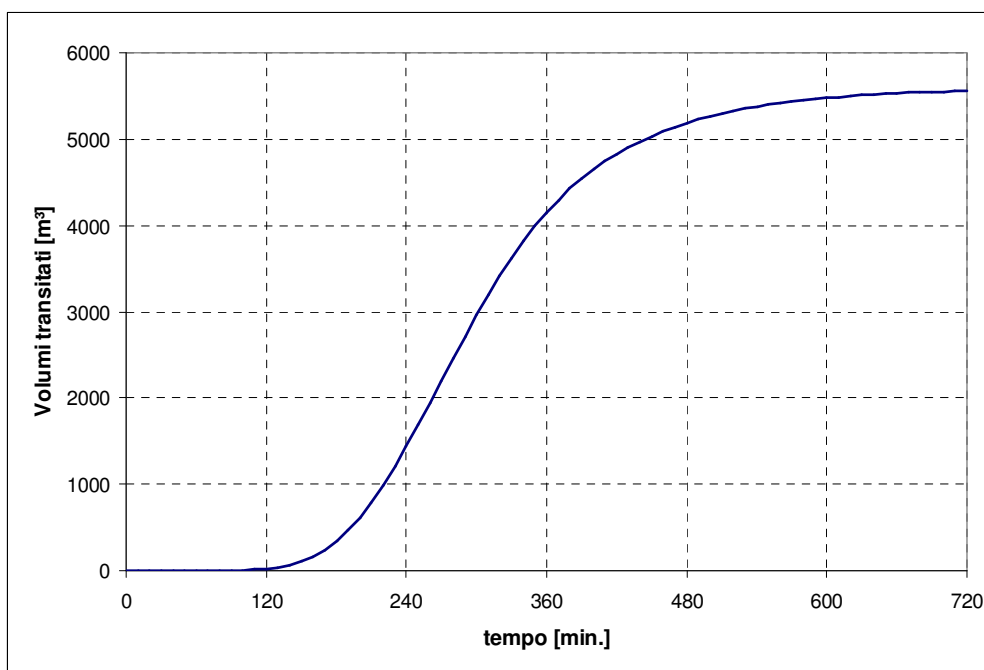


FIGURA 4-10: CURVA DI DURATA DELLE PORTATE ALLA SEZIONE DI CHIUSURA DEL CAVO LA GAIFFA



La portata al colmo del Cavo La Gaiffa alla sezione di interferenza avente tempo di ritorno monosecolare vale 6.46 m³/s.

FIGURA 4-11: ANDAMENTO DEI VOLUMI TRANSITANTI LUNGO IL CAVO LA GAIFFA IN OCCASIONE DELLA MASSIMA PIENA SOSTENIBILE





### 4.3. INDIVIDUAZIONE DELLE PORTATE MASSIME SOSTENIBILI

La determinazione della Portata Massima Sostenibile (P.M.S.), per i canali principali, è stata ottenuta mediante una modellazione monodimensionale in moto permanente mediante l'utilizzo del software "HEC-RAS River Analysis System", elaborato dall'Hydrologic Engineering Center dell'US Army Corps of Engineers degli U.S.A. (versione 4.1.0, Gennaio 2010). Nota la geometria del canale sono stati fatti transitare, in moto permanente, valori di portata a scansione ridotta fino ad ottenere quel valore massimo sostenibile oltre al quale si assiste alla tracimazione.

Si è imposta come condizione al contorno di valle la pendenza di moto uniforme. Come parametro di scabrezza per entrambe le sponde si è utilizzato un coefficiente di Gauckler-Strickler pari a  $18 \div 25 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$ , valido per i canali di bonifica con fondo naturale e scarsa manutenzione (per i dettagli del procedimento adottato si rimanda al paragrafo 5.1.)

Per quanto riguarda i canali secondari si è proceduto nello stesso modo, ma con le classiche formule del moto uniforme (vedi paragrafo 5.4).

La Portata di Progetto identificata come Portata Massima Sostenibile (PMS) è esplicitata per il tratto di interesse e alla sezione di attraversamento, nella tabella seguente. In giallo sono evidenziati gli attraversamenti dei corsi d'acqua principali.

TABELLA 4-6: PORTATE DI PROGETTO PER I CANALI PRINCIPALI E SECONDARI INTERFERITI

Codice Acque	Canale	Rango	P M S $\text{m}^3\text{sec}^{-1}$	Geometria canale			
				Abagnata $\text{m}^2$	B $\text{m}$	b $\text{m}$	h $\text{m}$
FON-04	Cavo La Gaiffa	Principale	4.50	6.65	6.70	2.32	1.70
FON-05	Scolina/Canaletto delle Piacentine	Secondario	1.00	1.96	3.50	0.85	0.90
FON-08	Scolina	Secondario	0.45	0.92	2.10	0.70	0.66
FON-09	Rio Scagnetto	Secondario	0.20	0.50	2.10	0.40	0.40
FON-10	Scolina	Secondario	0.90	1.57	2.80	0.85	0.86
FON-11	Canale Vecchio	Principale	9.25	10.95	7.40	1.50	2.20

L'analisi condotta sui canali principali ha portato all'individuazione di un range di valori di Tempo di Ritorno associabile alla P.M.S., che rappresenta il parametro critico rispetto al quale si sono progettate le singole opere di attraversamento. Il TR risultante rientra nell'intervallo 20-30 anni, calcolato secondo la procedura di modellazione A/D riportata nel precedente capitolo, che rappresenta proprio il valore caratteristico di progetto dei comprensori e delle reti di bonifica, a conferma delle ipotesi assunte.



In ogni caso è stato garantito un franco di sicurezza, sopra alla quota idrometrica determinata dalla propagazione della Portata Massima Sostenibile, pari a circa 50 cm, che permette la corretta funzionalità dei manufatti in progetto, anche nel caso di trasporto di flottante durante le piene e dell'eventuale adeguamento in quota delle sommità arginali. L'officiosità idraulica delle opere di attraversamento è, inoltre, stata verificata anche in occasione dell'evento monosecolare, come illustrato di seguito.

TABELLA 4-7: TEMPO DI RITORNO ASSOCIABILE ALLE P.M.S DEL CAVO LA GAIFFA E DEL CANALE VECCHIO NEI TRATTI DI ATTRAVERSAMENTO

Canale	P.M.S.	TR associabile
	<i>m<sup>3</sup>/s</i>	<i>anni</i>
Cavo La Gaiffa	4.50	30
Canale Vecchio	9.25	24



## 5. ANALISI IDRAULICHE

Le analisi idrauliche hanno lo scopo di definire i principali parametri idraulici che si stabiliscono (velocità, tiranti idrici, ecc) in occasione del transito delle portate di progetto in corsi d'acqua la cui morfologia sia stata puntualmente rappresentata geometricamente; in questo capitolo vengono descritti le metodologie ed i risultati delle verifiche effettuate nella configurazione di progetto per i canali intersecati dall'opera stradale.

Il dimensionamento dei manufatti di attraversamento è stato effettuato sulla base dei valori delle portate di riferimento per i canali principali e secondari ricavati nel modo descritto nel capitolo precedente; quindi si è proceduto a verificare l'adeguatezza idraulica dei manufatti proposti.

Le analisi idrauliche sono state svolte, per quanto riguarda i corsi d'acqua definiti principali, per mezzo del modello "HEC-RAS River Analysis System", elaborato dall'Hydrologic Engineering Center dell'US Army Corps of Engineers degli U.S.A. (versione 4.1.0, Gennaio 2010). Il modello matematico utilizzato è uno strumento d'applicabilità molto ampia, largamente impiegato presso Enti Pubblici e Privati negli Stati Uniti e in oltre 40 nazioni, ed ormai adottato anche da molti Enti Pubblici Italiani. La stima dei massimi livelli di piena procede sulla base delle equazioni classiche dell'idraulica dei moti a pelo libero; in particolare sono integrate numericamente le equazioni differenziali per correnti monodimensionali su alveo prismatico in condizione di moto permanente.

Come condizione al contorno di valle, in mancanza di misurazioni dirette di portate e livelli (scale di deflusso), è stata considerata la pendenza media del tronco, data la condizione sub-critica del moto ivi presente per tutto il campo di portate di interesse tecnico, assunzione questa che appare sufficientemente cautelativa poiché l'immissione in altri corsi d'acqua per tutti i casi esaminati è posta molto a valle della sezione di interesse, e tale da non influenzarne i profili di rigurgito in corrispondenza dell'attraversamento.

La scabrezza d'alveo è stata fissata, secondo Gauckler-Strickler, in  $c=18\div 25 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$  per i tratti naturali in terra e  $c=60-66 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$  per i tratti cementati.

Per i canali secondari e minori si sono applicate invece le canoniche equazioni del moto uniforme, che, seppur semplificando la descrizione del problema, restituiscono risultati assolutamente attendibili, data la minima pendenza (mediamente nell'ordine dello 0.10%) dell'asta dei canali analizzati.

Come già sottolineato in precedenza, il dimensionamento degli attraversamenti è stato fatto attenendosi alle prescrizioni date dai Consorzi competenti, prendendo in esame anche aspetti di carattere non strettamente idraulico, ma connessi con la funzionalità del sistema idrografico. In generale il dimensionamento dei manufatti è stato sviluppato secondo due criteri:

- compatibilità idraulica,
- esigenze di ispezione e manutenzione.





I manufatti di attraversamento sono stati generalmente impostati con un franco di sicurezza rispetto alla quota idrometrica massima ottenibile, di circa 50 cm o comunque garantendo un grado di riempimento massimo pari al 70%. Il dimensionamento delle opere di attraversamento è, comunque, stato fatto operando secondo i criteri di buona pratica progettuale idraulica e sempre attenendosi alle prescrizioni del Consorzio competente.

I risultati delle indagini effettuate si traducono nella determinazione dei gradienti idrometrici e di velocità della corrente che si riscontrano a monte e sotto l'impalcato dell'attraversamento, in modo da poter valutare l'impatto che il manufatto di attraversamento produce all'idrodinamismo del corso d'acqua.

Si espongono di seguito i risultati delle verifiche idrauliche in moto permanente/vario, eseguite col modello matematico Hec-Ras, degli attraversamenti dei corsi d'acqua principali che interferiscono con il nuovo tratto di strada in progetto. Inoltre, si evidenziano tutte le scelte progettuali effettuate per i corsi d'acqua interferiti.

## 5.1. LA RETE IDRICA PRINCIPALE ARTIFICIALE O SEMI-ARTIFICIALE

Fissati i due valori di Portata di Progetto (PMS e  $Q_{100}$ ) per i due corsi d'acqua interessati dagli attraversamenti, di seguito si procede alle rispettive verifiche idrauliche.

### 5.1.1. Il modello matematico HEC-RAS

L'analisi idraulica è stata condotta mediante modellazione numerica dei canali, dove la ricostruzione in formato digitale delle rispettive morfologie dell'alveo, delle eventuali arginature e delle aree limitrofe si è basata sia sul rilievo topografico realizzato appositamente nell'ambito del presente progetto preliminare (2012), che sui rilievi effettuati nel 2007 per uno studio precedente.

Il confronto tra le dinamiche idrauliche nello stato di fatto ed in quello di progetto, che prevede la realizzazione del tracciato stradale e delle relative opere accessorie, ha consentito di evidenziare sia il funzionamento attuale dei corsi d'acqua, sia l'influenza sugli stessi apportata dall'infrastruttura in esame.

Il modello adottato per le simulazioni matematiche effettuate, integra numericamente le equazioni differenziali del moto vario per correnti monodimensionali gradualmente variate. L'ipotesi di monodimensionalità è ampiamente giustificata nella grande maggioranza dei tratti dei corsi analoghi a quelli in esame; essa risulta poco corretta solo in corrispondenza di brusche variazioni nella geometria della sezione liquida trasversale, ma in tali circostanze il raffittimento del rilievo geometrico limita le possibili fonti di imprecisione.

Il modello utilizzato è **HEC-RAS River Analysis System, elaborato dall'Hydrologic Engineering Center dell' US Army Corps of Engineers degli U.S.A. (versione 4.1.0).**

Si tratta di uno strumento d'applicabilità molto ampia, largamente utilizzato presso Enti Pubblici e Privati



negli Stati Uniti e in oltre 40 nazioni, ed ormai adottato anche da molti Enti Pubblici Italiani.

Il modello è stato progettato per contenere vari moduli di analisi idraulica monodimensionale: analisi di moto permanente, analisi del moto vario, analisi del trasporto solido in letto mobile. Tra le diverse componenti quella utilizzata nel presente studio consiste nell'algoritmo di calcolo idraulico per la determinazione delle variazioni della portata, della velocità, della larghezza del pelo libero della corrente e di altre caratteristiche idrauliche del moto durante la propagazione verso valle della corrente idrica di portata nota, per effetto della capacità di laminazione naturale dell'alveo, della sua resistenza d'attrito, della presenza di opere interagenti con la corrente (ponti e traverse).

Il modello, calcola i profili di moto vario per corsi d'acqua monodimensionali in regime di corrente lenta, veloce o mista. Il programma, è in grado di calcolare e gestire i profili per una rete di canali naturali o artificiali in un sistema ad albero od a singolo ramo. Le relazioni fondamentali della formulazione matematica sono le equazioni dei moti permanenti nell'espressione classica dell'equazione monodimensionale dell'energia secondo Manning. Le perdite valutate sono quelle d'attrito (secondo Manning), valutate per le diverse parti della sezione trasversale (canale centrale, sponde laterali, golene e parti di golene), e quelle causate dalla contrazione o espansione delle sezioni (tramite un coefficiente che moltiplica la variazione dell'altezza cinetica). L'equazione della quantità di moto è utilizzata nei punti dove il profilo del pelo libero subisce brusche variazioni ovvero in regime misto nel passaggio da corrente veloce a corrente lenta oppure, in corrispondenza di ponti, traverse e sottopassi o alla confluenza di più rami di una rete.

Il modello richiede, oltre alla geometria generale del corso d'acqua, profili e sezioni trasversali, i dati di portata in ingresso nella prima sezione di monte ed, eventualmente in tutte le sezioni dove sono disponibili dati di portata, ed infine le condizioni al contorno dipendenti dal regime di moto della corrente.

L'equazione generale dell'energia è la seguente:

$$Y_2 + Z_2 + \alpha_2 \frac{V_2^2}{2g} = Y_1 + Z_1 + \alpha_1 \frac{V_1^2}{2g} + h_e$$

dove:

$Y_1, Y_2$	altezza idrometrica nella sezione 1 e 2,
$Z_1, Z_2$	quota del fondo alveo nelle sezioni 1 e 2,
$V_1, V_2$	velocità medie (portata totale/area bagnata) nelle sezioni 1 e 2,
$\alpha_1, \alpha_2$	coefficienti di velocità,
$h_e$	perdita di carico nel tratto 1-2.

La perdita di carico tra due sezioni trasversali è calcolata come somma delle perdite distribuite per attrito e di



quelle concentrate per effetto di contrazioni o allargamenti bruschi di sezione secondo l'equazione:

$$h_e = LS_f + C \left( \alpha_2 \frac{V_2^2}{2g} - \alpha_1 \frac{V_1^2}{2g} \right)$$

dove:

- L distanza pesata, in funzione della portata, tra le due sezioni trasversali 1 e 2,  
 S<sub>f</sub> pendenza motrice tra le sezioni 1 e 2,  
 C coefficiente di perdita di carico per contrazione o allargamento di sezione.

La pendenza d'attrito S<sub>f</sub> è valutata secondo l'espressione di Manning:

$$S_f = n^2 Q|Q| / (A^2 R^{4/3})$$

dove n è il coefficiente di resistenza di Manning (che vale anche n=1/c con c di Gauckler-Strickler) ed R è il raggio idraulico.

L'equazione differenziale del moto viene integrata per via numerica, attraverso un insieme di fasi iterative che vengono ripetute più volte per affinarne la risoluzione; per la determinazione dei profili è quindi necessario fornire le condizioni iniziali di portata in ingresso e le condizioni al contorno in funzione del regime di moto.

La procedura di calcolo per la determinazione del profilo idraulico per portata assegnata, richiede i seguenti dati:

- descrizione completa del tronco fluviale, costituita dalla rappresentazione geometrica delle sezioni di rilievo trasversali e relativo loro posizionamento plano-altimetrico;
- descrizione geometrica di opere trasversali (ponti e relativi rilevati di accesso, tombini scatoari, traverse fluviali, soglie di fondo, briglie etc.) e/o longitudinali in alveo;
- caratterizzazione della resistenza al moto in alveo e golene mediante la definizione del coefficiente di scabrezza di Manning;
- definizione dei coefficienti di contrazione/espansione, per effetto di perturbazioni offerte al moto da parte di opere trasversali presenti in alveo;
- definizione del tipo di moto (corrente lenta o veloce) nel tronco fluviale;
- condizione al contorno di partenza del calcolo del profilo secondo tre possibili metodologie:
- introduzione di una altezza d'acqua nota di valle o di monte, a seconda che il moto avvenga in corrente lenta o veloce,
- calcolo eseguito a partire dall'altezza critica,
- calcolo eseguito a partire dalla pendenza di fondo alveo.



Il calcolo del rigurgito prodotto dagli attraversamenti viene eseguito secondo diversi metodi :

- Equazione di Yarnell;
- Metodo di conservazione della quantità di moto.

## 5.2. CAVO LA GAIFFA

Il tracciato dell'infrastruttura interferisce con il Cavo Gaiffa in prossimità della località Villa Maria, nel comune di Fontevivo (PR), 170 metri a nord del raccordo con la S.P.11 di Busseto.

L'interferenza obbliga una leggera deviazione verso Ovest del canale al fine di contenere al massimo la lunghezza del tombotto anche ai fini gestionali. La deviazione è di circa 190m e lo spostamento dell'interferenza 70m più a nord rispetto alla posizione attuale. Le caratteristiche geometriche dell'attraversamento nello stato di fatto sono riportate nella Tabella 5-1 e quelle della deviazione nella Tabella 5-2. L'interferenza è risolta mediante la deviazione del Cavo per una lunghezza di 190m e la realizzazione di uno scatolare di luce interna 5.00x3.00 m alla progressiva 1+467.55 lungo 26m.

Il parallelismo tra la tangenziale e il Cavo La Gaiffa impone di mantenere e conservare sempre e ovunque **una distanza minima di 7.0m** tra il ciglio di sponda destra del Cavo e il ciglio del rilevato stradale.

L'intervento si completa con la realizzazione, a valle dello scatolare, per un tratto di circa 5 metri e per entrambe le sponde, di rivestimento spondale realizzato con posa di massi da 800 kg/cad (non cementati) con funzione antiersiva, mentre a monte il rivestimento sempre in massi sarà di 14m in sponda dx e 26m in sponda sx al fine di accompagnare la curva. Infine, il rivestimento sempre in massi dovrà essere eseguito anche all'inizio del raccordo per una lunghezza di 27m (vedi Figura 5-1).

La tipologia costruttiva di dettaglio per lo scatolare in esame è descritta nell'elaborato grafico PD.L2.VAR.15.05



FIGURA 5-1: PLANIMETRIA INTERSEZIONE DEL CAVO LA GAIFFA CON IL TRACCIATO DI PROGETTO

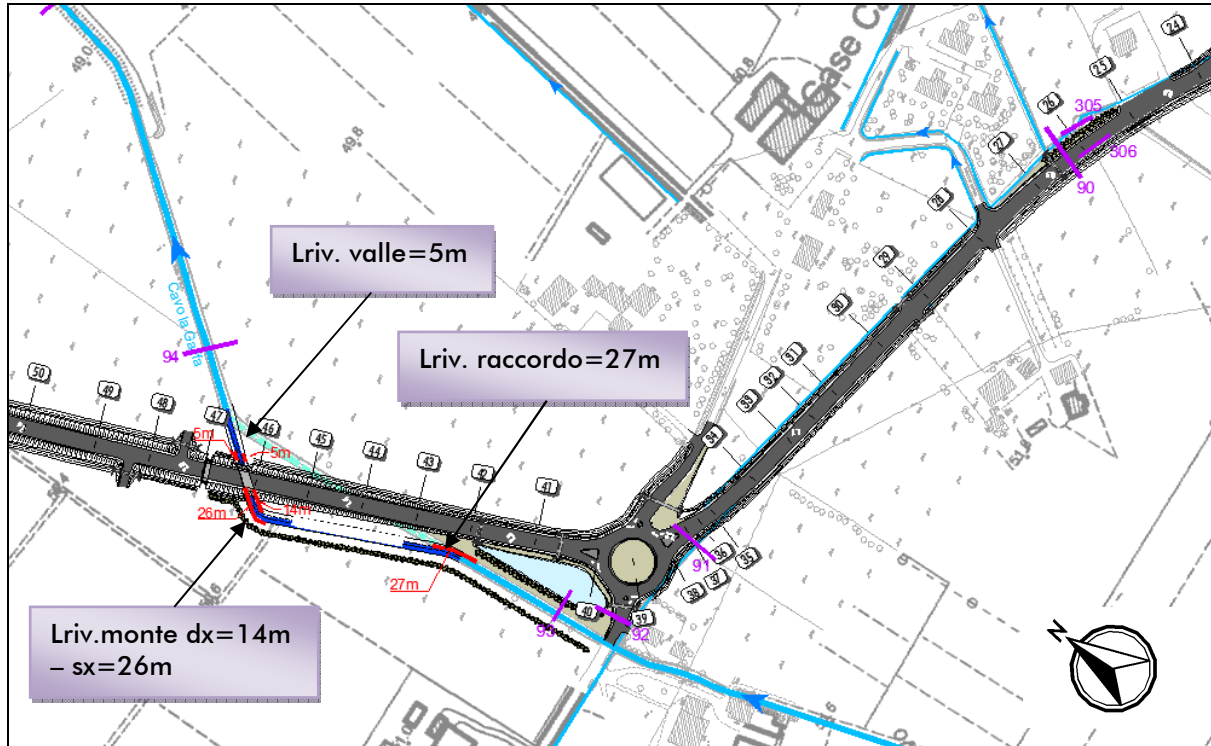


TABELLA 5-1: CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELL'ALVEO ATTUALE DEL CAVO LA GAIFFA.

Canale	Progressiva km	base magg. m	base minore m	altezza m
Cavo La Gaiffa	0+268.82	6.70	2.32	1.70

TABELLA 5-2: CARATTERISTICHE DELLA DEVIAZIONE PREVISTA PER IL CAVO LA GAIFFA.

Canale	Progressiva km	base magg. m	base minore m	altezza m	lung. m
Cavo La Gaiffa	0+347.22	6.70	2.30	1.70	190

### 5.2.1. Verifica idraulica nello Stato di Fatto e di Progetto

Il manufatto di attraversamento è rappresentato da uno scatolare in CA avente luce interna di 5.00x3.00 m. Di seguito si riportano i risultati ottenuti nelle due condizioni di STATO DI FATTO e STATO DI PROGETTO, durante la propagazione di un'onda di piena, in condizioni di moto permanente, coincidente con la Portata Massima Sostenibile di 4,5 m³/sec che per la Q<sub>100</sub> di 6.40 m³/sec.

Dai risultati messi a confronto emerge che la presenza del manufatto di attraversamento risulta influente sui profili di rigurgito, mantenendo sempre un franco di sicurezza sopra i 100cm in tutte le condizioni di portata. Infatti si tratta di uno scatolare sovradimensionato rispetto i deflussi stimati e che potrebbe essere



ricalibrato, previo accordo con il CBP, nell'ambito della CDS.

FIGURA 5-2: PROFILO LONGITUDINALE DEL TRATTO DI CAVO GAIFFA ANALIZZATO, NELLO STATO DI FATTO

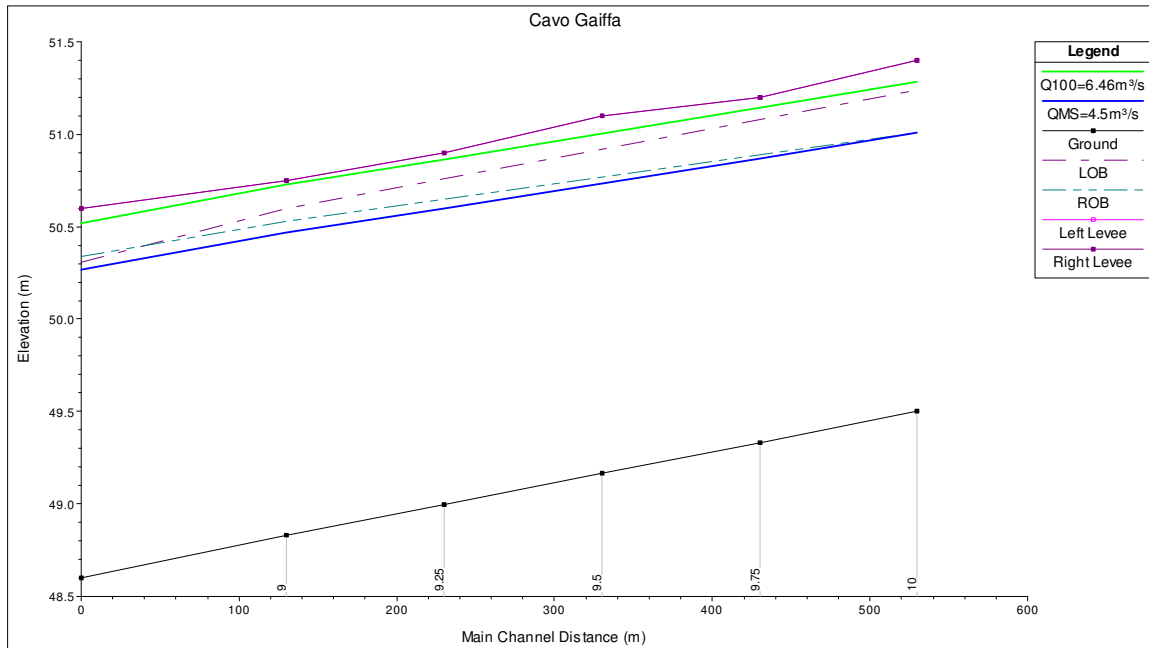


FIGURA 5-3: PROFILO LONGITUDINALE DEL TRATTO DI CAVO GAIFFA ANALIZZATO, NELLO STATO DI PROGETTO, COMPRENSIVO DI DEVIAZIONE E ATTRAVERSAMENTO

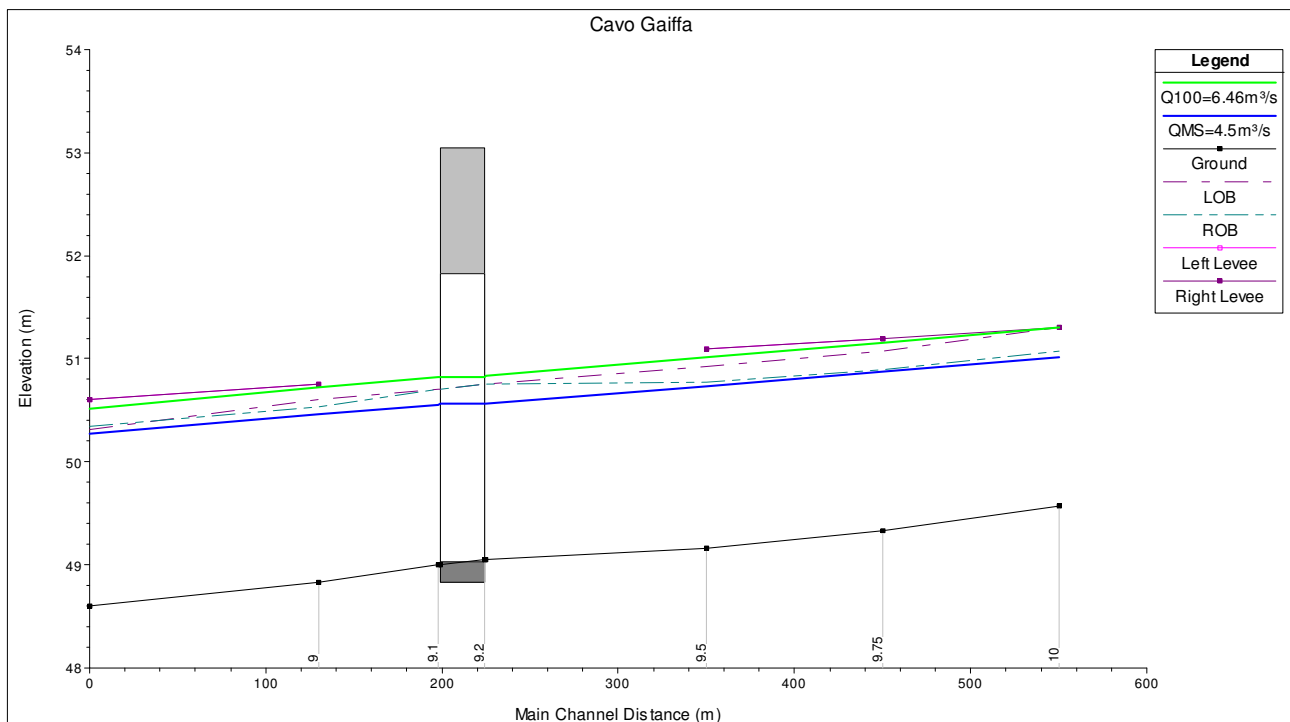




FIGURA 5-4: LIVELLO IDROMETRICO RAGGIUNTO DALLA PORTATA DI PROGETTO IN CORRISPONDENZA DELL'INTERSEZIONE DEL CAVO LA GAIFFA CON IL TRACCIATO STRADALE

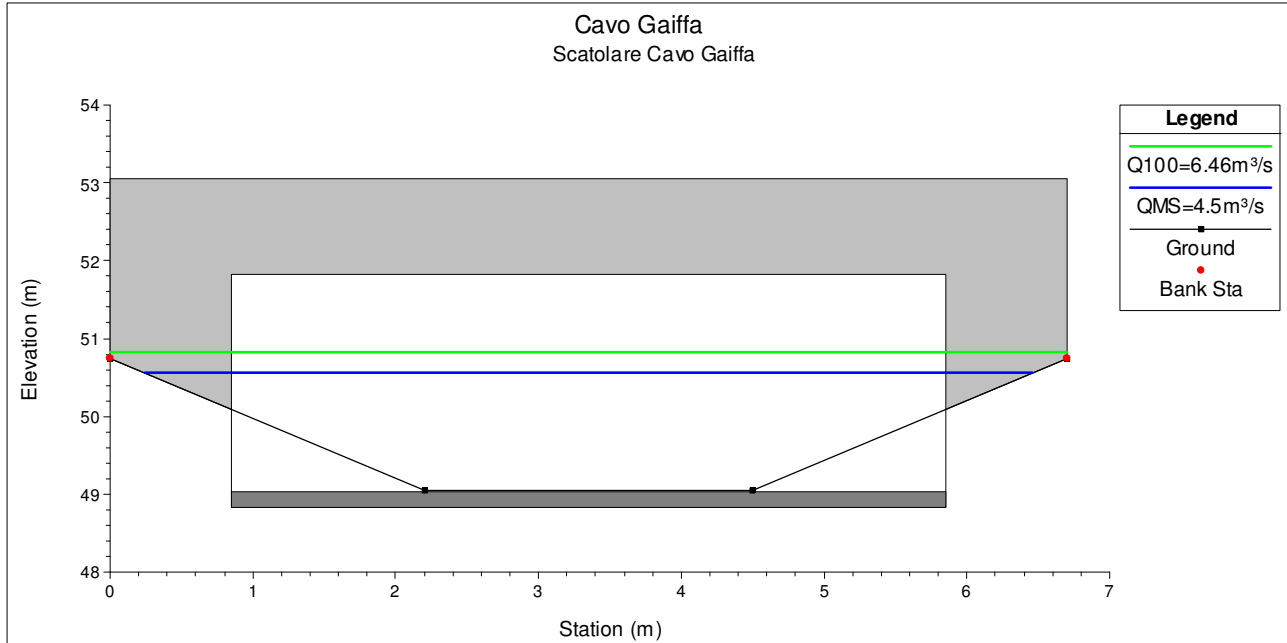


TABELLA 5-3: RISULTATI SIMULAZIONI PER IL CAVO LA GAIFFA CON Q=PMS=4.5M³/s.

Sezione Topografica	Sezione modellata	Progr. SF [m]	Progr. SP [m]	Quota del fondo [m s.l.m.]	Q di progetto [m³/s]	Livelli idro. S.F. [m s.l.m.]	Livelli idro. S.P. [m s.l.m.]	ΔH [m]	Vel. S.F. [m/s]	Vel. S.P. [m/s]	Δ [m/s]
Sez.93 trasalata	10	530.00	550.00	49.57	4.5	51.01	51.02	0.01	0.69	0.73	0.04
	9.75	430.00	450.00	49.33	4.5	50.87	50.87	0.00	0.69	0.69	0.00
	9.5	330.00	350.00	49.16	4.5	50.73	50.74	0.01	0.68	0.68	0.00
Sez.ScatM	9.3		225.00	49.05	4.5		50.57			0.70	
<i>Scatolare Cavo Gaiffa 5.0x3.0m</i>											
Sez.ScatV	9.1		198.00	49.00	4.5		50.56			0.67	
Sez.94	9	130.00	130.00	48.83	4.5	50.47	50.47	0.00	0.67	0.67	0.00
Sez.95 traslata	8	0.00	0.00	48.60	4.5	50.27	50.27	0.00	0.75	0.75	0.00

TABELLA 5-4: RISULTATI SIMULAZIONI PER IL CAVO LA GAIFFA CON Q100=6.46M³/s.

Sezione Topografica	Sezione modellata	Progr. SF [m]	Progr. SP [m]	Quota del fondo [m s.l.m.]	Q di progetto [m³/s]	Livelli idro. S.F. [m s.l.m.]	Livelli idro. S.P. [m s.l.m.]	ΔH [m]	Vel. S.F. [m/s]	Vel. S.P. [m/s]	Δ [m/s]
Sez.93 trasalata	10	530.00	550.00	49.57	6.46	51.29	51.30	0.01	0.78	0.81	0.03



## PROGETTO DEFINITIVO

	9.75	430.00	450.00	49.33	6.46	51.14	51.16	<b>0.02</b>	0.78	0.77	<b>-0.01</b>
	9.5	330.00	350.00	49.16	6.46	51.01	51.02	<b>0.01</b>	0.78	0.77	<b>-0.01</b>
Sez.ScotM	9.3		225.00	49.05	6.46		50.84			0.78	
<i>Scotolare Cavo Gaiffa 5.0x3.0m</i>											
Sez.ScotV	9.1		198.00	49.00	6.46		50.82			0.76	
Sez.94	9	130.00	130.00	48.83	6.46	50.73	50.73	<b>0.00</b>	0.77	0.77	<b>0.00</b>
Sez.95 traslata	8	0.00	0.00	48.60	6.46	50.52	50.52	<b>0.00</b>	0.86	0.86	<b>0.00</b>

TABELLA 5-5: RISULTATI DEDOTTI DALL'ANALISI IDRAULICA DEL MANUFATTO DI ATTRAVERSAMENTO PREVISTO PER IL CAVO LA GAIFFA.

Canale	Progressiva <i>km</i>	Q progetto <i>m³/s</i>	Dimensioni interne scotolare <i>m</i>	Sprofonda- mento scotolare <i>m</i>	Livello idro- metrico <i>m</i>	Franco di sicurezza <i>m</i>	Grado di riempimento <i>%</i>
Cavo La Gaiffa	0+347.22	PMS=4.50	5.00x3.00	0.20	1.53	1.27	55
Cavo La Gaiffa	0+347.22	Q <sub>100</sub> =6.46	5.00x3.00	0.20	1.80	1.00	65

La compatibilità idraulica dell'attraversamento in progetto è verificata: tra stato di fatto e di progetto i profili di rigurgito non cambiano significativamente e la PMS transita all'interno dello scotolare **con un franco di sicurezza di 127 cm**. Anche in occasione del transito della piena con Tempo di Ritorno secolare, che nello stato di fatto esonda sia a monte che a valle dell'intersezione con l'opera stradale in progetto, il manufatto di attraversamento non costituisce un ostacolo al normale deflusso della corrente, si mantiene infatti un franco di sicurezza di almeno 100 cm.

### 5.3. CANALE VECCHIO

Il nuovo tracciato dell'infrastruttura stradale interseca il Canale Vecchio circa 230m a nord dell'abitato di Fontevivo e interferisce con esso in corrispondenza della rotatoria di progetto "R4".

L'interferenza è risolta mediante la realizzazione di uno scotolare di luce interna 5.0x3.0m. lungo 36m.

Le caratteristiche geometriche del canale in corrispondenza dell'attraversamento nello stato di fatto sono riportate nella Tabella 5-6.



FIGURA 5-5: PLANIMETRIA INTERSEZIONE DEL TRACCIATO STRADALE COL CANALE VECCHIO

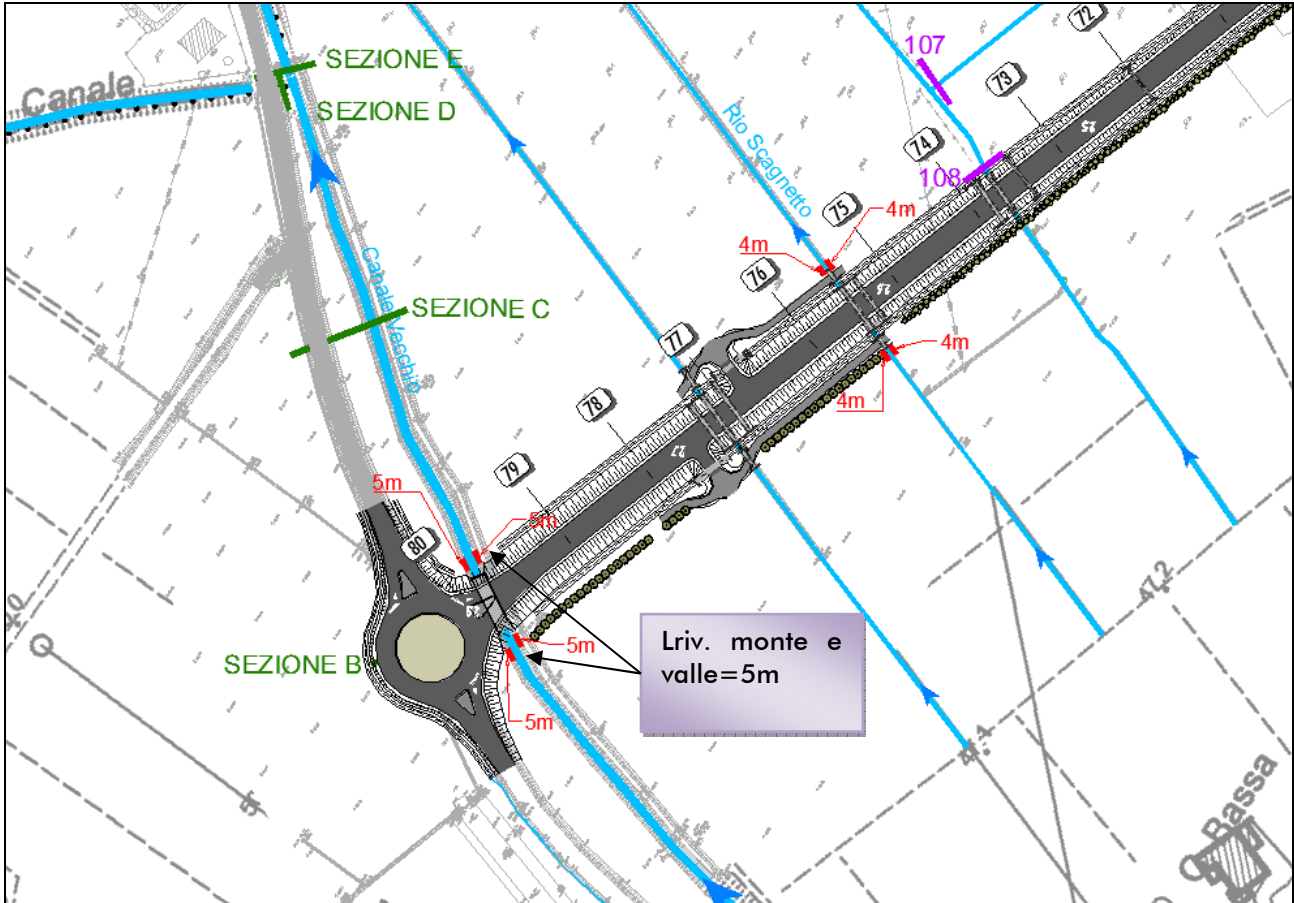


TABELLA 5-6: CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELL'ALVEO ATTUALE DEL CANALE VECCHIO.

Canale	Progressiva km	base magg. m	base minore m	altezza m
Canale Vecchio	1+679.07	7.40	1.50	2.20

L'intervento si completa con la realizzazione del rivestimento spondale con massi da 800 kg/cad (non cementati) per un tratto di circa 5 metri a valle ed a monte dello scatolare e per entrambe le sponde.

La tipologia costruttiva di dettaglio per lo scatolare in esame è descritta nell'elaborato grafico PD.L2.VAR.15.05.

### 5.3.1. Verifica idraulica nello Stato di Fatto e di Progetto

La stima della Portata Massima Sostenibile è stata ottenuta tramite il modello matematico soprarichiamato in cui è stata opportunamente descritta l'interazione tra il Canale Vecchio e il Rio Scagno Inferiore, per un'estensione complessiva di circa 2.3 km, per i quali sono state rilevate opportune sezioni trasversali.

Il sistema di corsi d'acqua è stato simulato in condizioni di moto vario al fine di meglio interpretare il



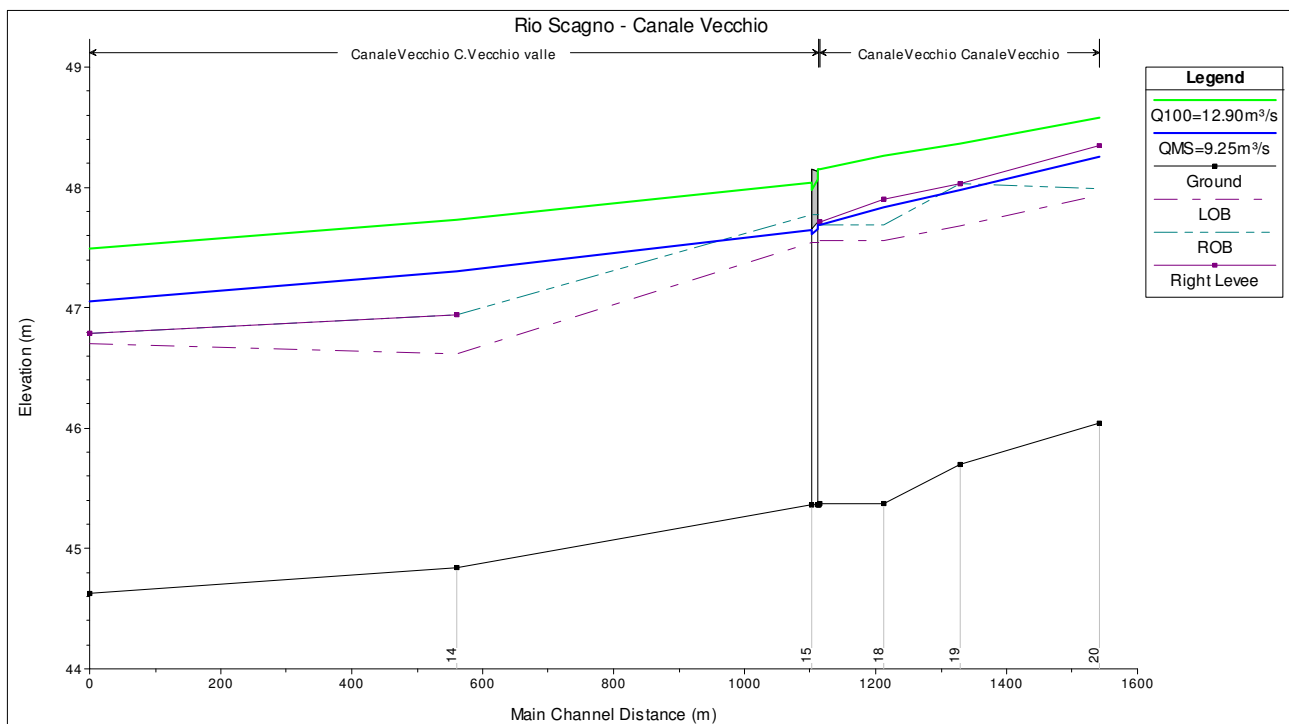
funzionamento dello scolmatore, utilizzando un'onda di piena con portata al colmo pari a  $9.25\text{m}^3/\text{s}$  che rappresenta la Portata Massima Sostenibile (PMS).

Dalle analisi risulta che l'idrogramma di piena ( $9.25\text{m}^3/\text{s}$ ), si riduce a  $7.55\text{m}^3/\text{s}$  nel canale Vecchio, mentre i restanti  $1.70\text{m}^3/\text{s}$  vengono scolmati nel Rio Scagno Inferiore.

Come anticipato il manufatto di attraversamento, nello stato di progetto, è rappresentato da uno scatolare in CA avente luce interna di  $5.0 \times 3.0$  m.

Di seguito si riportano i risultati ottenuti nelle due condizioni di STATO DI FATTO e STATO DI PROGETTO, sia nella condizione di PMS per il tratto a monte della separazione nei due canali pari a  $9.25 \text{ m}^3/\text{s}$  che relativamente al transito della portata monosecolare ( $12,90 \text{ m}^3/\text{s}$ ), da cui emerge che la presenza del manufatto non esercita importanti variazioni sui profili di rigurgito.

FIGURA 5-6: PROFILO LONGITUDINALE DEL TRATTO DI CANALE VECCHIO ANALIZZATO NELLO STATO DI FATTO.







## PROGETTO DEFINITIVO

ELABORATI GENERALI  
Relazione idrologica-idraulicaTABELLA 5-7: RISULTATI SIMULAZIONI PER IL CANALE VECCHIO CON PMS=9.25M<sup>3</sup>/S.

Canale	Sezione Topografica	Sezione modellata	Progres. SF	Progres. SP	Quota del fondo	Q di progetto	Livelli idro. S.F.	Livelli idro. S.P.	ΔH	Vel. S.F.	Vel. S.P.	Δ	
			[m]	[m]	[m s.l.m.]	[m <sup>3</sup> /s]	[m s.l.m.]	[m s.l.m.]		[m/s]	[m/s]		
Canale Vecchio / Rio Scagno	Sez.A	20	426.00	426.00	46.04	9.25	48.25	48.25	0.00	0.81	0.82	0.01	
	Sez.B	19	214.00	231.00	45.70	9.25	47.98	48.00	0.02	0.83	0.83	0.00	
	Scotolare Canale Vecchio/Rio Scagno 5.0x3.0m												
	Sez.B_V	18.5	-	197.00	45.70	9.25	47.96	-	-	0.85	-	-	
	Sez.C	18	98.00	98.00	45.37	9.25	47.83	47.84	0.01	0.80	0.80	0.00	
		17.5	0.00	0.00	45.37	9.25	47.69	47.69	0.00	0.90	0.90	0.00	

TABELLA 5-8: RISULTATI SIMULAZIONI PER IL CANALE VECCHIO CON Q<sub>100</sub>=12.90M<sup>3</sup>/S.

Canale	Sezione Topografica	Sezione modellata	Progres. SF	Progres. SP	Quota del fondo	Q di progetto	Livelli idro. S.F.	Livelli idro. S.P.	ΔH	Vel. S.F.	Vel. S.P.	Δ	
			[m]	[m]	[m s.l.m.]	[m <sup>3</sup> /s]	[m s.l.m.]	[m s.l.m.]		[m/s]	[m/s]		
Canale Vecchio / Rio Scagno	Sez.A	20	426.00	426.00	46.04	12.9	48.58	48.60	0.02	0.85	0.83	-0.02	
	Sez.B	19	214.00	231.00	45.70	12.9	48.36	48.42	0.06	0.85	0.83	-0.02	
	Scotolare Canale Vecchio/Rio Scagno 5.0x3.0m												
	Sez.B_V	18.5	-	197.00	45.70	12.9	48.35	-	-	0.86	-	-	
	Sez.C	18	98.00	98.00	45.37	12.9	48.26	48.26	0.00	0.80	0.80	0.00	
		17.5	0.00	0.00	45.37	12.9	48.15	48.16	0.01	0.89	0.89	0.00	

TABELLA 5-9: RISULTATI DEDOTTI DALL'ANALISI IDRAULICA DEL MANUFATTO DI ATTRAVERSAMENTO PREVISTO PER IL CANALE VECCHIO.

Canale	Progressiva	Q progetto	Dimensioni interne scatolare	Sprofondamento scatolare	Livello idro-metrico	Franco di sicurezza	Grado di riempimento
	km	m <sup>3</sup> /s	m	m	m	m	%
Canale Vecchio	1+679.07	PMS=9.25	5.00x3.00	0.18	2.30	0.52	82
Canale Vecchio	1+679.07	Q <sub>100</sub> =12.90	5.00x3.00	0.18	2.72	0.10	96

Le verifiche dimostrano che per l'attraversamento in progetto e durante la propagazione dell'idrogramma di piena massima sostenibile, viene garantito un franco superiore a 50cm; mentre in occasione del transito della piena teorica con Tempo di Ritorno monosecolare, il manufatto di attraversamento non va in pressione



## 5.4. LA RETE IDRICA SECONDARIA

La infrastruttura stradale interferisce con 4 canali secondari che sono da Est verso Ovest: Scolina (Canaletto delle Piacentine), Scolina alla pk 1+428.60, Rio Scagnetto, Scolina alla pk 1+566.66.

Le interferenze sono state risolte cercando per quanto possibile di evitare qualunque deviazione dell'asse dei canali.

Nelle deviazioni si è sempre prevista una sezione idraulica uguale o superiore all'esistente, ed i punti di raccordo tra il canale esistente ed i tratti in deviazione saranno "ricuciti" con rivestimenti spondali e di fondo, realizzati con massi da 300-800 kg/cad non cementati.

Gli imbocchi e gli sbocchi dei tombini saranno raccordati alla sponda dei canali con muri d'ala che riducano le perdite di carico in ingresso ed uscita. L'intervento si completa con la realizzazione, a valle degli scolarari dei canali secondari, di un tratto di circa 4 metri di rivestimento spondale realizzato con posa di massi da 300-800 kg (non cementati) con funzione antiersiva.

Le opere di attraversamento in progetto per i vari canali secondari interferiti sono riportate nella tabella seguente.

**TABELLA 5-10: OPERE DI ATTRAVERSAMENTO PREVISTE PER I CANALI SECONDARI INTERFERITI DALL'INFRASTRUTTURA STRADALE**

Canale	Progr.	opera idraulica	Sprofondamento	Lunghezza
	km	cm	m	m
Scolina/Canaletto delle Piacentine	0+819.67	200x200	0.28	24
Scolina	1+428.60	Φ100	0.00	26
Rio Scagnetto	1+499.35	150x150	0.00	34
Scolina	1+566.66	400x220	0.00	36

La scolina che poi confluisce nel Canaletto delle Piacentine presenta inclinazione tale da renderne necessaria una modesta deviazione. Nella tabella seguente sono riportate le caratteristiche del canale in corrispondenza della deviazione.

**TABELLA 5-11: CARATTERISTICHE DEL CANALE CANALETTO DELLE PIACENTINE IN CORRISPONDENZA DELLA DEVIAZIONE**

Canale	Progressiva km	base magg. m	base minore m	altezza m	lungh. m
Scolina (Canaletto delle Piacentine)	0+819.67	3.5	1.0	0.9	65

Per i canali secondari la verifica dell'ufficiosità idraulica degli attraversamenti in progetto, è stata realizzata utilizzando le canoniche equazioni del moto uniforme, che, seppur semplificando la descrizione del



problema, restituiscono risultati assolutamente attendibili e confrontabili rispetto l'utilizzo di modelli matematici, data la minima pendenza (mediamente nell'ordine dello 0.1-0.15%) dell'asta dei canali analizzati. Nella Tabella 5-12 si riportano i risultati ottenuti.

**TABELLA 5-12: RISULTATI DEDOTTI DALL'ANALISI IDRAULICA DEI MANUFATTI DI ATTRAVERSAMENTO PREVISTI PER I CANALI SECONDARI.**

Corso d'acqua	Progressiva km	Q progetto	Dimensioni opera idraulica	Luce libera	Livello idrometrico	Franco di sicurezza	Grado di riempimento
		<i>m<sup>3</sup>/s</i>	<i>cm</i>	<i>m</i>	<i>m</i>	<i>m</i>	<i>m</i>
Scolina/Canaletto delle Piacentine	0+819.67	1.00	200x200	1.22	0.65	0.57	0.54
Scolina	1+428.60	0.45	Φ100	1.00	0.57	0.43	0.57
Rio Scagnetto	1+499.35	0.20	150x150	1.50	0.25	1.25	0.20
Scolina	1+566.66	0.90	400x220	2.20	0.40	1.80	0.20

## 5.5. LA RETE IDRICA MINORE

La rete idrica minore e minuta comprende il sistema di canali e capifosso interpoderali che drenano i vari appezzamenti coltivati e apportano la massa liquida ai canali secondari e principali di Bonifica.

La risoluzione delle interferenze indotte dall'opera stradale di progetto è stata risolta garantendo la continuità ai principali fossi sia adiacenti alle carraie interpoderali sia interni agli appezzamenti; la scelta è stata condotta sulla base dell'analisi cartografica e aereofotogrammetrica di dettaglio e soprattutto dei numerosi sopralluoghi eseguiti.

Le interferenze idrauliche della rete idrica minore una volta censite e catalogate, sono state risolte con tombini circolari in CA del diametro minimo del 600, ad eccezione di quello ad ovest di via Villa di Sotto per il quale il Consorzio di Bonifica Parmense ha richiesto un tombino scatolare sempre in CA di dimensioni 1,0x1,0m per scopi irrigui.

Anche in questo caso si è proceduto ad una verifica speditiva in moto uniforme ed i calibri imposti garantiscono sempre un grado di riempimento massimo del 70% anche nei casi di funzionamento misto di scolo e di irrigazione. Nella tabella seguente sono riportati gli attraversamenti relativi a questa tipologia di fossi.



RACCORDO TRA LA CISPADANA E LA S.P. 11

TRATTO DA VIA DEI FILAGNI A ROTATORIA TAV S.P. 11 – LOTTO 2

OTTEMPERANTE ALLE PRESCRIZIONI IMPARTITE IN SEDE DI CONFERENZA TECNICA DI SERVIZI

1^ SEDUTA 18/09/2017 – 2^ SEDUTA 11/10/2017

PROGETTO DEFINITIVO

ELABORATI GENERALI  
Relazione idrologica-idraulica

TABELLA 5-13: OPERE DI ATTRAVERSAMENTO E DEVIAZIONI PREVISTE PER LA RETE IDRICA MINORE INTERFERITA

Codice	Nome	Progressiva [km]	Sezione geometrica manufatto di attraversamento [cm]	Lunghezza [m]	Geometria deviazione canale			Lunghezza [m]
					Base maggiore [m]	Base minore [m]	Altezza [m]	
FON-06	Fosso Est Via Villa di Sotto	1+221.30	$\Phi=60$ *	20.00	1.5	0.5	0.5	130
FON-07	Fosso Ovest Via Villa di Sotto	1+289.30	100x100 *	20.00	2.0	0.5	0.8	130

\*= corso d'acqua deviato



## 6. SMALTIMENTO DELLE ACQUE DI PIATTAFORMA

L'infrastruttura stradale in progetto prevede la realizzazione di nuovi tratti che si ricollegano con le infrastrutture esistenti. Essi si sviluppano per complessivi 1.760m con una larghezza media del pavimentato  $B=9.00$  m e con una sezione in asse interamente in rilevato.

La realizzazione di questi nuovi tratti, prevede la totale impermeabilizzazione del nastro stradale, per cui diventa necessario provvedere agli opportuni processi di laminazione come imposto dalle Norme Regionali: criterio dell'invarianza idraulica della portata tra stato Ante e Post operam.

I principali parametri di progetto adottati possono sintetizzarsi in:

- progettazione della rete di evacuazione delle acque di piattaforma dimensionata per probabilità riconducibili al tempo di ritorno prefissato;
- dimensionamento di invasi di laminazione imposti da Consorzio di Bonifica Parmense e relativi manufatti di scarico nella rete idrica superficiale con diametro calibrato del diam 120mm e dotati di manufatto di regolazione.
- Il TR di riferimento è pari a:
  - **TR=100 anni** e  $T_p$ =durata di pioggia $\leq 1$  ora per il dimensionamento dei sistemi di evacuazione e raccolta;
  - **TR=100 anni** e  $T_p$ =durata di pioggia=3 ore per il dimensionamento degli invasi di laminazione.

La scelta dei corsi d'acqua riceventi le acque di piattaforma, pur accettando l'ipotesi dell'invarianza idraulica, è stata suffragata da una serie di considerazioni che hanno poi trovato conforto in uno stretto rapporto con i rispettivi Enti Gestori. **In considerazione che l'area è vulnerabile e che i canali che la solcano sono di storica memoria si è deciso in accordo col Consorzio di Bonifica Parmense, di uniformare gli scarichi e di imporre un coefficiente udometrico massimo di scarico mediante una tubazione di diam.120mm, previa verifica idraulica, tale da non perturbare i profili di rigurgito rispetto la situazione attuale.**

Per quanto riguarda il volume di laminazione da garantire è stato scelto il peggiore tra i seguenti casi:

- Volume da laminare quando l'uscita nel canale recettore è pari al limite allo scarico imposto;
- Volume di laminazione pari a 500 m<sup>3</sup>/ha di superficie impermeabilizzata.

La normativa di riferimento è costituita dal Piano di Gestione del Rischio Alluvioni, dal D.Lgs 152/99 e s.m.i. e dalla Delibera di Giunta Regionale della Regione Emilia Romagna n.286 del 14/02/2005 "Direttiva concernente indirizzi per la gestione delle acque di prima pioggia e di lavaggio da aree esterne - Art.39 D.Lgs 11/05/1999 n.152" e "Linee guida delle acque meteoriche" approvate con atto di G.R. n. 1860 del





PROGETTO DEFINITIVO

18.12.2006, nonché il D.Lgs. 3 aprile 2006 n.152 “Norme in materia ambientale” e successive modifiche e integrazioni.

## 6.1. SCHEMA IDRAULICO FUNZIONALE

Il tracciato della strada è realizzato tutto in rilevato, non sono presenti né ponti né viadotti. Incrociando sul profilo altimetrico il tracciato con le aree storicamente allagate (Vedi Tav. PD.L2.IDR.02) ed anche il PGRA illustrato nella relazione generale PD.L2.GNR.02, si noti come il punto più basso del nuovo tratto di strada, **è sempre più alto del piano di campagna.**

La gestione delle acque di piattaforma prevede l'evacuazione, la laminazione, la raccolta e quindi lo scarico delle portate raccolte. Su precisa indicazione della Committenza non sono previsti impianti di depurazione delle acque, ne tantomeno è stato impermeabilizzato il fosso, riproponendo quanto già esistente.

**Sono viceversa stati inoltre inseriti dispositivi per la chiusura d'emergenza nel caso di sversamenti accidentali.**

L'evacuazione dell'acqua piovana avviene mediante embrici posti al margine della banchina e recapitanti ai fossi di guardia. In alcuni tratti specifici **e per rispondere positivamente all'esigenza del Consorzio di Bonifica Parmense di uniformare gli scarichi, è stato necessario l'inserimento di tubazioni, e relativi pozzetti, in PeAD saldate testa contro testa in sommità scarpata tali da superare l'interferenza dei corsi d'acqua non oggetto di recapito.**

La laminazione si ottiene negli invasi all'uopo predisposti ubicati immediatamente a monte del recapito. Tali bacini sono stati calcolati in modo da garantire un effetto volano sulle portate drenate. **Gli invasi di laminazioni concentrati in due aree ben distinte (in alternativa al sovradimensionamento dei fossi, come inizialmente progettato), sono stati imposti preliminarmente dal Consorzio di Bonifica Parmense, nella consapevolezza che essi potrebbero essere eventualmente non eseguiti, nel caso in cui venisse realizzata la cassa di espansione sul Cavo Gaiffa a monte di Fontanellato. Nel qual caso i relativi risparmi economici potrebbero essere indirizzati alla realizzazione della cassa stessa.**

La raccolta e lo scolo delle acque di pioggia di piattaforma è garantita per la totalità del tracciato tramite la realizzazione di fossi di guardia realizzati in terra a sezione trapezia, aventi dimensioni di 50x50x150cm (vedi Tav.PD.L2.VAR.08.02), con inclinazione delle sponde non superiore ad 1/1; i fossi sono intagliati sul piano campagna seguendo le quote esistenti.

I fossi portano le acque negli invasi di laminazione che a loro volta scaricano nella rete idrica superficiale esistente.

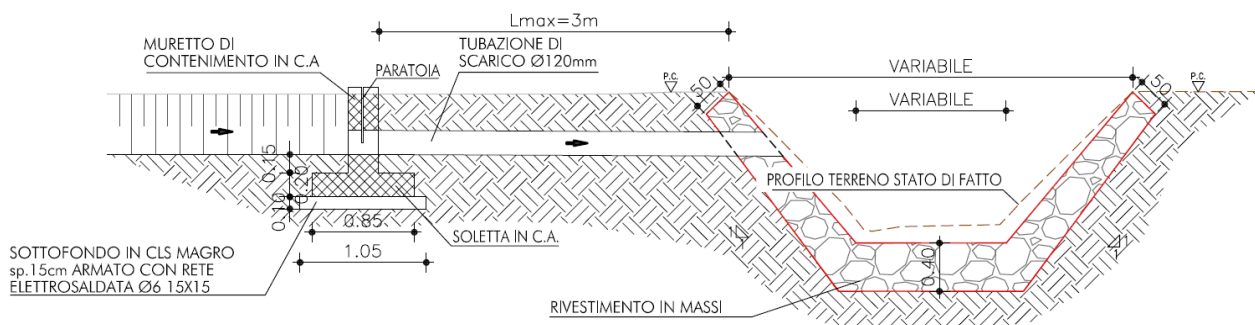
Con questa configurazione progettuale si incontrano 3 recapiti e conseguentemente si suddivide il tracciato nei seguenti 3 tronchi:



1. Dalla sez.7 alla sez.14, per una lunghezza complessiva di 230m, le acque di scolo della piattaforma stradale vengono invase nel relativo bacino, quale reliquato degli espropri di sup da 900 m<sup>2</sup>, mentre il troppo pieno occasionalmente confluisce nel cavo La Gaiffa;
2. Dalla sez.14 alla sez.36, per una lunghezza di circa 890m, le acque di scolo della piattaforma stradale vengono recapitate nel Canaletto delle Piacentine;
3. Dalla sez.38 alla sez.48, per una lunghezza di 410m, le acque di scolo della piattaforma stradale vengono recapitate nella scolina alla pk 1+428.60 che a valle confluisce nel rio Scagnetto.

Lo scarico nei corpi idrici recettori avviene attraverso un manufatto di modulazione e controllo costruito in calcestruzzo capace di modulare la portata in uscita nel rispetto dei limiti imposti. Si tratta di un manufatto che prevede la parzializzazione della sezione di deflusso tramite una bocca tarata con sezione di deflusso con diametro di 120mm. Lo scarico avverrà nel corpo recettore protetto su entrambe le sponde e sul fondo da un rivestimento in massi o in cls (vedi Tav. PD.L2.VAR.14.01).

FIGURA 6-1: SEZIONE LONGITUDINALE TIPOLOGICA DEL MANUFATTO DI SCARICO



## 6.2. CONFIGURAZIONE PROGETTUALE

Per il dimensionamento dello scolo delle acque di piattaforma si è utilizzato come **Tempo di Ritorno di riferimento TR=100 anni**: la sezione dei fossi di guardia e la dimensione della vasca di laminazione deve essere quindi tale da riuscire a contenere la portata ed il volume generato dalla piattaforma stradale per un evento meteorico monosecolare.

La configurazione progettuale prevede per tutti i tratti due fossi di guardia posti ai lati della carreggiata di dimensioni 50x50x150cm.

Sfruttando la pendenza naturale del terreno in cui si sviluppa il tracciato stradale, il progetto prevede di scaricare tutte le acque a gravità, senza dover ricorrere a sistemi di pompaggio dispendiosi, dalla complessa manutenzione e dalla non completa affidabilità.

Per ciascun tratto in cui è stato suddiviso il tracciato è stata calcolata l'area sottesa sia della sola piattaforma stradale che complessiva, e quindi il volume minimo da laminare prima dello scarico.



PROGETTO DEFINITIVO

Dai risultati così raggiunti sono stati confrontati i volumi minimi da invasare, che si espongono di seguito.

TABELLA 6-1: CARATTERISTICHE DEI TRATTI SOTTESI E VOLUMI DA INVASARE PER CIASCUN TRATTO STRADALE

TRATTO	S <sub>imp</sub>	S <sub>totale</sub>	φ	Q <sub>u</sub>	Vol <sub>500</sub>	Vol <sub>lam - TR100 - 3h</sub>
	[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]	[-]	[l/s]	[m <sup>3</sup> ]	[m <sup>3</sup> ]
TRATTO 1	2350	4720	0.75	0.00	118	700
TRATTO 2	8700	23200	0.69	22.66	435	1260
TRATTO 3	4050	5950	0.84	20.00	203	350

Per ciascun corso d'acqua recettore è stata verificata la capacità di ricevere la portata aggiuntiva dovuta alla presenza della nuova infrastruttura, senza dar luogo a situazioni di rischio che possano mettere in crisi l'equilibrio idraulico dell'area di studio.

TABELLA 6-2: PERCENTUALE DI INCREMENTO DELLE ACQUE DEI CANALI RECETTORI PER EFFETTO DELLE ACQUE SCARICATE DALLA PIATTAFORMA STRADALE

	Recapito	QMS [m <sup>3</sup> /s]	Q acque di piattaforma [l/s]	%
Tratto 1	Cavo La Gaiffa	4.50	0.00	0.0
Tratto 2	Canaletto delle Piacentine	1.00	22.66	2.2
Tratto 3	Scolina alla pk 1+429.60	0.45	20.00	4.4

Come si può notare la percentuale di incremento della portata nei canali recettori ha in tutti i casi un valore inferiore al 5% e nel caso del Cavo La Gaiffa nullo per cui può quindi considerarsi ovunque accettabile.

## 6.3. VERIFICHE IDRAULICHE

### 6.3.1. IL MODELLO IDROLOGICO-IDRAULICO SWMM

Per la trasformazione Afflussi/Deflussi si è generalmente utilizzato il modello dinamico **SWMM (Storm Water Management Model)**. Esso è stato sviluppato e aggiornato dall'agenzia federale statunitense per la protezione dell'ambiente U.S. E.P.A, descrive quantitativamente la trasformazione delle piogge in deflussi superficiali sulla superficie di un bacino imbrifero ed in correnti idriche che confluiscono e si propagano lungo i collettori.

Matematicamente il processo è rappresentato dalla soluzione di un sistema di equazioni differenziali che governano il bilancio della massa liquida (equazione di continuità) e della corrispondente energia meccanica (equazione del moto) tanto per il deflusso che si sviluppa come lama d'acqua fluente sulla superficie di una area elementare per effetto della saturazione del suolo e del superamento della sua capacità di infiltrazione,



quanto del deflusso che si sviluppa come corrente essenzialmente monodimensionale in ciascuno dei tronchi elementari costituenti i collettori drenanti. Oltre tali equazioni differenziali, il modello impone contemporaneamente, attraverso ulteriori equazioni, le condizioni al contorno, ed in particolare l'identità del livello in tutti gli estremi di canali che connettono lo stesso nodo, il legame tra livello raggiunto nei nodi, dimensione fisica delle confluenze e livelli idrici nei canali riceventi.

Le condizioni iniziali nel reticolo vengono invece calcolate sulla base delle condizioni al contorno che riguardano i riceventi e della portata iniziale in ogni condotto.

Per quanto riguarda il deflusso di superficie, il programma considera ogni area elementare utilizzata per la schematizzazione dell'intero bacino come un serbatoio non lineare con un singolo ingresso che rappresenta le precipitazioni, e con più uscite che rappresentano rispettivamente l'infiltrazione, l'evaporazione ed il deflusso superficiale. E' quest'ultima la componente maggiormente rappresentativa nel caso presente.

La capacità del serbatoio non lineare rappresenta la capacità massima d'accumulo sulle superfici del bacino, fornita principalmente dai micro e macro avvallamenti delle superfici e dal velo d'acqua presente sulle superfici bagnate, d'altezza variabile durante l'evento di pioggia.

Nella logica del modello il deflusso superficiale ha inizio solo quando il volume d'acqua nel serbatoio supera la capacità d'accumulo superficiale, mentre l'infiltrazione (solo nella porzione permeabile della superficie) e l'evaporazione riducono continuamente il volume d'acqua accumulato nel serbatoio. L'infiltrazione viene modellata secondo il metodo CN del Soil Conservation Service (USA). Nei casi in cui l'infiltrazione e l'evaporazione risultino potenzialmente superiori alla precipitazione, il deflusso risulta ovviamente nullo. E' presente anche la componente di deflusso ipodermico e di base, derivante dalla schematizzazione della regione sotterranea come due serbatoi non lineari interconnessi; tale elemento, introdotto quando si dispone di osservazioni in continuo delle piogge, può simulare anche gli scambi idrici fra falda freatica e corso d'acqua, ma riveste una importanza trascurabile nella simulazione di singoli eventi di piena, come quelli analizzati in questo studio, perché i tempi di risposta dei due serbatoi sotterranei eccedono largamente quelli del ruscellamento superficiale, fornendo un contributo al deflusso totale che diviene significativo solo in regime fluviale di morbida e magra.

Il processo appena descritto, elaborato dal modulo RUNOFF del programma, viene ripetuto per ogni area elementare schematizzata, e per ogni passo temporale in cui è necessario discretizzare l'intervallo di tempo durante il quale interessa simulare la trasformazione afflussi-deflussi e la propagazione della conseguente piena lungo il sistema drenante, tenendo conto delle confluenze secondo la struttura tipologica della rete di scolo.

Il modulo RUNOFF è stato sviluppato per simulare sia la quantità che la qualità dei flussi in un bacino di drenaggio ed il loro propagarsi nelle condotte della rete. Assegnatogli un idrogramma, il programma schematizza il bacino con una combinazione di sottobacini e di condotte e/o canali ideali, e procede a svolgere un'esaustiva analisi (neve disciolta, perdite da infiltrazione nelle aree permeabili, ritenzione



superficiale, flusso sul terreno e nelle condotte e/o canali), che permette di determinare gli idrogrammi ed i pollutogrammi nei vari nodi. Nello studio in questione si è analizzato il problema idrico solamente dal punto di vista quantitativo, non da quello qualitativo.

#### ▪ **Evaporazione**

L'evaporazione può essere inserita nel modulo RUNOFF sia direttamente, tramite una altezza cumulata per ciascun mese, sia a partire dalla serie temporale delle temperature.

L'evaporazione è sottratta all'altezza di pioggia caduta e/o acqua stagnante prima di calcolare l'infiltrazione e lo scorrimento superficiale. Il valore della precipitazione che il programma considera è quindi sempre quello netto a cui sono già state sottratte le perdite di evaporazione.

Sebbene nel modulo RUNOFF evaporazione e infiltrazione siano sommate per formare un unico valore di perdita per i calcoli nei sottobacini, totali separati sono mantenuti nel controllo generale della continuità.

#### ▪ **Infiltrazione**

Per l'infiltrazione nelle aree permeabili SWMM consente di scegliere tra 3 modelli: Horton, Green-Ampt e Curve Number. Il modello empirico di Horton è frequentemente utilizzato. Molti idrologi hanno una "sensibilità" per i tre parametri richiesti, nonostante la documentazione al riguardo sia molto scarsa. Sebbene nella sua formulazione classica l'equazione possa essere utilizzata solo qualora l'intensità di precipitazione ecceda la capacità di infiltrazione, le modifiche apportate in SWMM al modello permettono di superare questa deficienza.

Alternativamente l'equazione di Green-Ampt è un modello fisico che può consentire una buona descrizione del processo di infiltrazione. Nella formulazione di Mein-Larson il modello può anche essere applicato in caso di intensità di precipitazione inferiore alla capacità di infiltrazione all'inizio dell'intervallo temporale.

#### ▪ **Propagazione del flusso superficiale**

Il modulo RUNOFF rappresenta l'inizio della generazione del flusso in SWMM. Ciascun sottobacino viene suddiviso in tre sottoaree che simulano le aree impermeabili, con e senza depressioni superficiali, e l'area permeabile, con depressioni superficiali. La profondità delle depressioni superficiali è un dato di input (parametro denominato WSTORE) per le aree impermeabili e permeabili di ciascun sottobacino.

Il flusso superficiale è generato da ciascuna delle tre aree approssimandole a serbatoi non-lineari, ai quali non viene assegnata alcuna forma specifica. Tuttavia, se la larghezza del sottobacino,  $W$ , è considerata come vera larghezza del flusso superficiale, allora l'area si comporterà come un bacino rettangolare. Altrimenti, la larghezza (come anche la pendenza e la scabrezza) possono essere considerati come



parametri di calibrazione. Il serbatoio non-lineare è definito combinando l'equazione di continuità con quella di Manning.

L'equazione di continuità, applicata a ciascuna sottoarea:

$$\frac{dV}{dt} = A \frac{dd}{dt} = Ai^* - Q$$

dove  $V = A \cdot d =$  volume di acqua nella sottoarea, m<sup>3</sup>

$d =$  altezza della lama d'acqua, m,

$t =$  tempo, s,

$A =$  area del sottobacino, m<sup>2</sup>

$i^* =$  eccedenza di precipitazione = intensità di precipitazione /neve disciolta meno tasso di evaporazione e/o infiltrazione(m/s),

$Q =$  velocità del flusso, m<sup>2</sup>/s,

si coniuga con l'equazione di Manning per il flusso:

$$Q = W \frac{1.49}{n} (d - d_p)^{5/3} S^{1/2}$$

dove  $W =$  larghezza del sottobacino, m,

$n =$  coefficiente di scabrezza di Manning,

$d =$  altezza della lama d'acqua, m,

$S =$  pendenza del sottobacino, m/m.

Queste due equazioni sono combinate in una equazione differenziale non lineare, che può essere risolta rispetto ad un'incognita, l'altezza,  $d$ .

$$\frac{dd}{dt} = i^* - \frac{1.49 \cdot W}{A \cdot n} \cdot (d - d_p)^{5/3} S^{1/2} = i^* + WCON \cdot (d - d_p)^{5/3}$$

dove:

$$WCON = \frac{1.49 \cdot W \cdot S^{1/2}}{A \cdot n}$$

Si noti il raggruppamento della larghezza, pendenza e scabrezza in un unico parametro.

L'equazione  $dd/dt$  è risolta per ciascun intervallo temporale con un semplice schema alle differenze finite. A questo scopo, nel lato destro dell'equazione si deve considerare il flusso medio netto in ingresso ed in uscita nell'intervallo di tempo. L'intensità di precipitazione,  $i^*$ , è considerata nel programma come media



nell'intervallo di tempo. Il flusso medio è approssimato calcolandolo come media tra le vecchie e le nuove altezze. Quindi, denotando coi pedici 1 e 2 rispettivamente l'inizio e la fine dell'intervallo temporale, l'equazione si approssima:

$$\frac{d_2 - d_1}{\Delta t} = i^* + WCON \cdot \left[ d_1 + \frac{1}{2}(d_2 - d_1) - d_p \right]^{5/3}$$

dove  $\Delta t$  = intervallo di tempo, (s).

Questa equazione è poi risolta in  $d_2$  usando un'iterazione di Newton-Raphson.

Dato  $d_2$ , il flusso istantaneo alla fine dell'intervallo temporale,  $WFLOW$  è calcolato tramite l'equazione di Manning. Il flusso in uscita istantaneo è anche il valore del flusso che viene trasferito ai successivi moduli di SWMM.

Nonostante la soluzione dell'equazione alle differenze finite sia immediata e semplice, delle peculiarità esistono nel modo in cui alcuni parametri per le singole sottoaree (A1, A2 e A3) vengono specificate. In particolare, solo due valori di  $WCON$  sono calcolati, uno per l'area permeabile ed uno per l'intera area impermeabile. Così, per il calcolo delle altezze nelle sottoaree impermeabili A1 e A3 si utilizza il medesimo  $WCON$ , ottenuto utilizzando l'area impermeabile totale. Tuttavia, il flusso istantaneo è calcolato usando l'area individuale di ciascuna sottoarea (ad esempio A1 o A3). L'influenza netta per le sottoaree A1 e A3 è ottenuta riducendo le larghezze in proporzione a  $A1/(A1+A3)$  o  $A3/(A1+A3)$ . Test numerici di questo schema confrontati con uno che utilizza aree individuali (con larghezze proporzionali) nel parametro  $WCON$ , indicano che si ha un risultato che può essere ritenuto soddisfacente.

Prima di eseguire questi calcoli, il programma verifica se le perdite sono maggiori dell'altezza della precipitazione più le riserve di acqua. In tal caso, le perdite (evaporazione più infiltrazione) assorbono tutta l'acqua ed il flusso è nullo. Similmente, se le perdite da sole sono sufficienti ad abbassare il livello dell'acqua al di sotto delle depressioni superficiali, la nuova altezza è calcolata solo su questa base ed il deflusso è nullo.

Lo schema computazionale si è dimostrato abbastanza stabile. L'unico caso in cui si verificano problemi di non-convergenza (oppure un tentativo di calcolare un'altezza negativa) è quando le sottoaree sono molto piccole (pochi metri quadrati) unite a intervalli temporali molto grandi (ad esempio dieci minuti). Qualora il programma segnali un messaggio di non convergenza, normalmente si può eliminare il problema aumentando l'area in questione o riducendo l'intervallo temporale.

La propagazione dei flussi generati è stabilita separatamente per ciascuna delle tre sottoaree del sottobacino.

Il flusso superficiale è calcolato come il prodotto della velocità per altezza e larghezza, (dall'equazione di Manning (3.2) basata sulla differenza tra l'altezza totale e le depressioni superficiali).



Si noti che larghezza, pendenza e coefficiente di scabrezza di Manning sono combinati in unico parametro. Così, cambiamenti equivalenti possono essere apportati alterando uno qualsiasi dei tre parametri. Si noti anche che la larghezza e la pendenza sono uguali per le aree permeabili ed impermeabili. Il coefficiente di scabrezza di Manning e l'area relativa sono gli unici parametri disponibili per il modellatore per caratterizzare il contributo delle aree permeabili ed impermeabili nell'idrogramma di uscita.

I flussi calcolati nel modulo RUNOFF e trasferiti ai moduli successivi sono valori istantanei al tempo finale dell'intervallo.

#### ▪ I flussi sotterranei

La componente sotterranea simula due zone – una superiore (insatura) ed una inferiore (satura). Il flusso dalla zona insatura a quella satura è regolata da un'equazione di percolazione nella quale i parametri possono essere sia stimati che calibrati, in base alla disponibilità dei dati. L'unico flusso in entrata è l'infiltrazione calcolata dal modulo RUNOFF. L'evapotraspirazione nella zona superiore risulta l'unica causa di perdite nella zona insatura. Perdite e deflusso dalla zona inferiore possono avvenire tramite percolazione profonda, evapotraspirazione, e scorrimento sotterraneo. Il flusso sotterraneo è una funzione della tavola d'acqua ed eventualmente dell'altezza dell'acqua nel corso d'acqua di drenaggio.

Lo scorrimento sotterraneo rappresenta il flusso laterale dalla zona satura al corso d'acqua ricevente. L'equazione del flusso assume la seguente formula generale:

$$GWFLW = A1 \cdot (D1-BC)B1 - TWBC + A3 \cdot D1 \cdot BC$$

e

$$TWFLW = A2 \cdot (TW-BC) B2$$

dove GWFLW = velocità del flusso sotterraneo all'inizio dell'intervallo temporale (per area del sottobacino)

TWFLW = influenza della velocità del flusso dell'acqua del corso d'acqua all'inizio dell'intervallo temporale (per area del sottobacino),

A1, A2, A3 = coefficienti di influenza del flusso sotterraneo e del corso d'acqua,

B1, B2 = esponenti di influenza del flusso sotterraneo e dell'acqua nel corso d'acqua,

D1 = altezza della zona inferiore all'inizio dell'intervallo temporale,

BC = altezza del fondo del corso d'acqua,

TW = altezza dell'acqua nel corso d'acqua.

Se D1 è minore di BC o TW, GWFLW è posto uguale a zero. Inoltre se TW = BC e B2 = 0, allora la forma indeterminata zero elevato a zero è posta uguale a uno dal programma.





Poiché il flusso sotterraneo può avere notevoli dimensioni, un flusso medio è calcolato iterativamente ad ogni intervallo temporale. I flussi sotterranei possono essere indirizzati a qualsiasi nodo del reticolo drenante o a qualsiasi tratto fluviale, permettendo di isolare i vari componenti dell'idrogramma totale. Quindi il flusso sotterraneo non deve necessariamente essere indirizzato alla stessa destinazione del flusso superficiale di ogni sottobacino. L'influsso dell'acqua nel corso d'acqua sul flusso sotterraneo può essere trattato in due modi distinti. La prima opzione prevede che l'altezza dell'acqua nel corso d'acqua, TW, risulti una costante maggiore od uguale al valore dell'altezza del fondo del corso d'acqua, BC, e che A2, B2 e/o A3 abbiano valori maggiori di zero. La scelta di questo metodo equivale a specificare una influenza media dell'acqua nel corso d'acqua per tutto lo scorrimento da usare per ciascun intervallo temporale. La seconda opzione fissa l'altezza dell'acqua nel canale o fiume, TW, uguale al reale valore del tirante nel tratto considerato. Per questa impostazione, il flusso sotterraneo deve essere indirizzato ad un corso d'acqua e non ad un nodo. L'altezza idrica nel corso d'acqua (TW-BC) è poi determinata per ogni intervallo temporale come l'altezza al precedente intervallo temporale. L'altezza all'inizio dell'intervallo temporale deve essere utilizzato per evitare iterazioni complesse e lunghe nella combinazione con l'equazione della portata del corso d'acqua. A causa di questo compromesso, l'acqua sotterranea può "pulsare" all'oscillare di D1 appena sopra e sotto di TW. Questa pulsazione può introdurre errori nella continuità ed, ovviamente, non è rappresentativa del sistema reale. Intervalli temporali più corti e canali più larghi o meno pendenti (riducendo così la risposta del corso d'acqua) possono essere utilizzati per ridurre le pulsazioni. Infine, la selezione di A1, B1, A2, B2, e A3 deve essere fatta con cautela affinché GWFLW non diventi negativo. Nonostante questo possa accadere nel sistema reale, indicando un ricaricamento dal corso d'acqua, non esiste attualmente modo per rappresentare questo flusso contrario e sottrarlo dal corso d'acqua. Un modo per eludere questo è rendere A1 più grande o uguale ad A2 e B1 più grande o uguale a B2, e B3 uguale a zero.

### **6.3.2. LE CURVE DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA FORNITE DAL CONSORZIO DI BONIFICA PARMENSE**

Si riportano inoltre le CPP fornite dal Consorzio ed elaborate per la stazione di Parma che sono state utilizzate per la verifica del drenaggio della piattaforma stradale ed in particolare per garantire il criterio dell'invarianza idraulica.

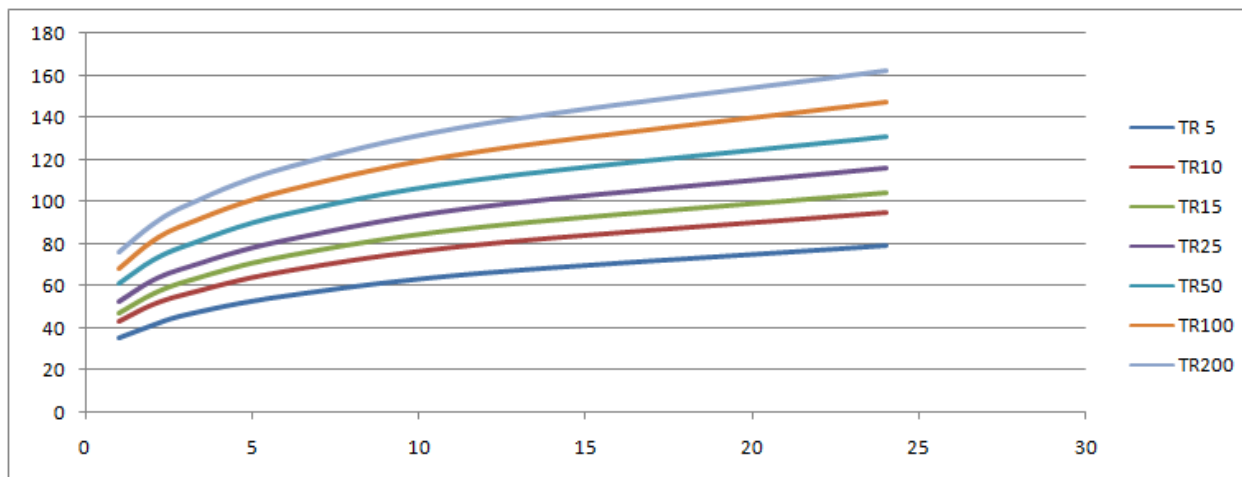
**TABELLA 6-3: ALTEZZE DI PIOGGIA DELLA CURVA DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA PER LA STAZIONE DI PARMA RIELABORATE DAL CBP, SERIE STORICA DAL 1947 AL 2015**

Tempo di pioggia [ore]	Altezze di pioggia [mm]						
	TR 5	TR10	TR15	TR25	TR50	TR100	TR200
1	35	43	47	53	61	68	76
2	41	51	56	63	72	81	89
3	46	56	62	69	79	89	98
6	55	67	74	82	94	105	116



12	66	80	88	98	111	124	137
24	79	95	104	116	131	147	162

FIGURA 6-2: CURVE DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA ALLA STAZIONE DI PARMA - RIELABORAZIONE CBP - ANNI 1947-2015



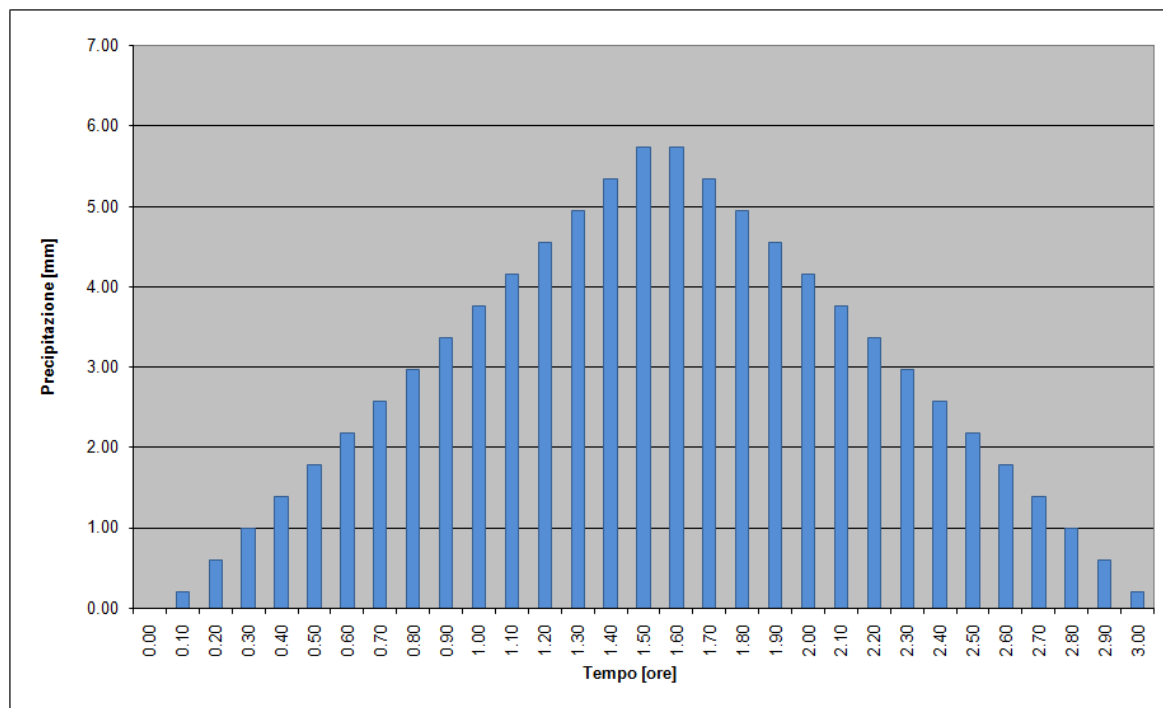
### 6.3.3. GLI IETOGRAMMI DI PIOGGIA

Gli ietogrammi di progetto adottati sono di tipo triangolare, ipotizzando che l'andamento temporale dell'intensità di pioggia presenti un picco a metà della durata dell'evento, per le piogge di durata 3 ore per TR100 anni.

Si riportano di seguito lo ietogramma di progetto adottato.



FIGURA 6.3 IETOGRAMMA DI PROGETTO: ALTEZZA DI PIOGGIA PARI A 89,00MM E DURATA PARI A 3H – Tr100 ANNI



### 6.3.4. I PARAMETRI AL CONTORNO

Tutti i sottobacini relativi alla piattaforma stradale hanno le seguenti caratteristiche:

- Lama d'acqua di detenzione superficiale: 1.27mm;
- Coefficiente di scabrezza secondo Manning: 0.011 (m<sup>1/3</sup>/s)<sup>-1</sup>;
- Pendenza: 2.5% - 7% a seconda che il tratto studiato sia in curva o in rettilineo;
- Impermeabilità 100%.

Tutti i sottobacini relativi alle scarpate hanno invece le seguenti caratteristiche:

- Lama d'acqua di detenzione superficiale: 2.54mm;
- Coefficiente di scabrezza secondo Manning: 0.05 (m<sup>1/3</sup>/s)<sup>-1</sup>;
- Pendenza: 67% (equivale ad una scarpata 2 su 3);
- CN: 80.

Tutti i sottobacini comprendenti l'area di scolo pianeggiante e i fossi di guardia hanno le seguenti caratteristiche:



PROGETTO DEFINITIVO

- Lama d'acqua di detenzione superficiale: 2.54mm;
- Coefficiente di scabrezza secondo Manning:  $0.05 (m^{1/3}/s)^{-1}$ ;
- Pendenza: 0.01%;
- CN: 70.

### 6.3.5. I CANALI RECETTORI

L'analisi idraulica ha lo scopo di definire le dimensioni dei fossi di raccolta delle acque provenienti dalla piattaforma stradale e dalle adiacenti scarpate.

Le caratteristiche degli elementi di input sono quelle definite al paragrafo 6.3.4.

Nella modellazione sono stati implementati gli ietogrammi corrispondenti a piogge di varie durate per TR100 anni al fine di valutare la capacità laminativa del sistema. La portata di scarico è imposta dalla tubazione di diametro 120mm in uscita dai bacini.

Dalle analisi condotte in moto vario, mediante l'utilizzo del modello idrologico-idraulico SWMM, risulta che i casi peggiori presi in considerazione sono:

- quello di durata oraria in termini di portata defluente;
- quello di durata 3h in termini di laminazione, a seguito della presenza del modulatore imposto a valle.

#### 6.3.5.1 Tratto 1 – Cavo La Gaiffa

Il cavo La Gaiffa sottende un tratto di 230m ed una superficie impermeabile di circa 2.350m<sup>2</sup>; ne consegue che il volume minimo da assegnare alla laminazione è pari a 118m<sup>3</sup>. Le acque di pioggia fino a TR100 anni e durata 3 ore vengono tutte invase all'interno del bacino di laminazione. Nel cavo La Gaiffa è presente uno scarico di troppo pieno per eventi superiori a tale TR o tale durata. La portata al recettore finale è stata quindi considerata nulla. Tale configurazione consente di dare riscontro alle esigenze del Consorzio di Bonifica che incontra problemi a valle su questo corso d'acqua.

Si mostrano di seguito i profili di rigurgito nei fossi di guardia per TR100 anni e durata pari a 3h.



FIGURA 6.4 PROFILO DI RIGURGITO NEI FOSSI DI GUARDIA LATO NORD PER DURATA PARI A 3H E TR100 ANNI

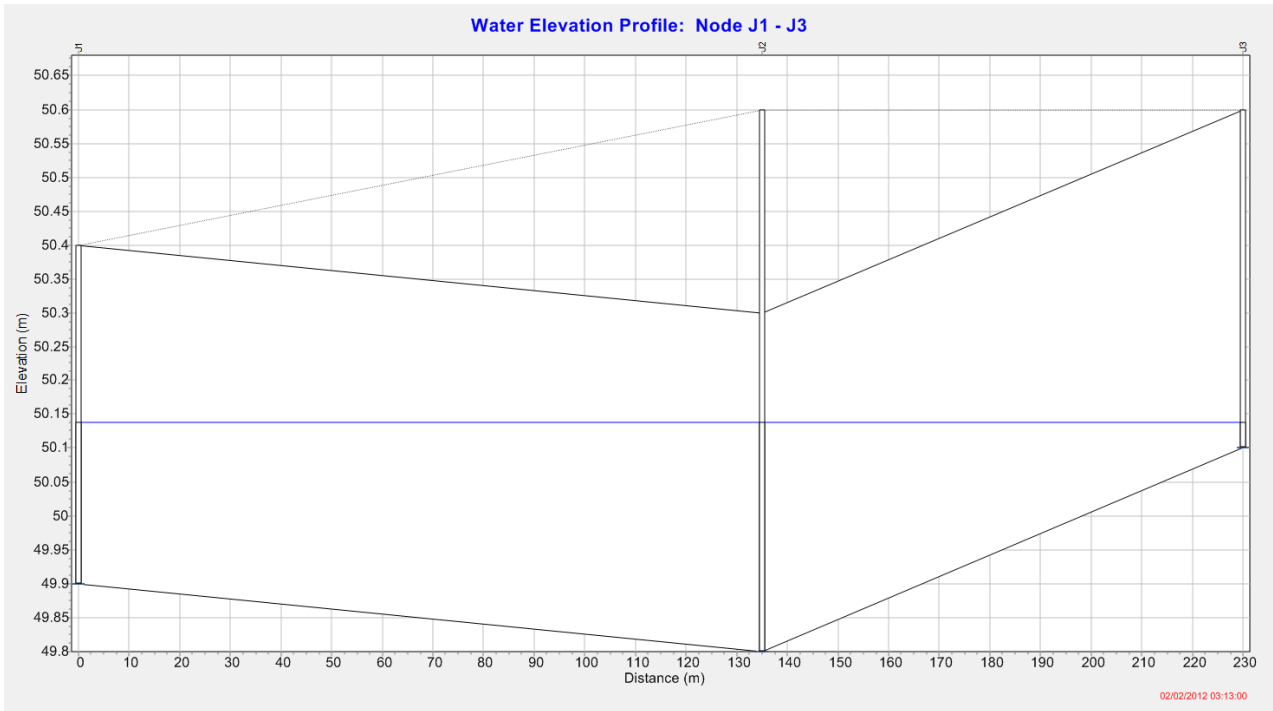
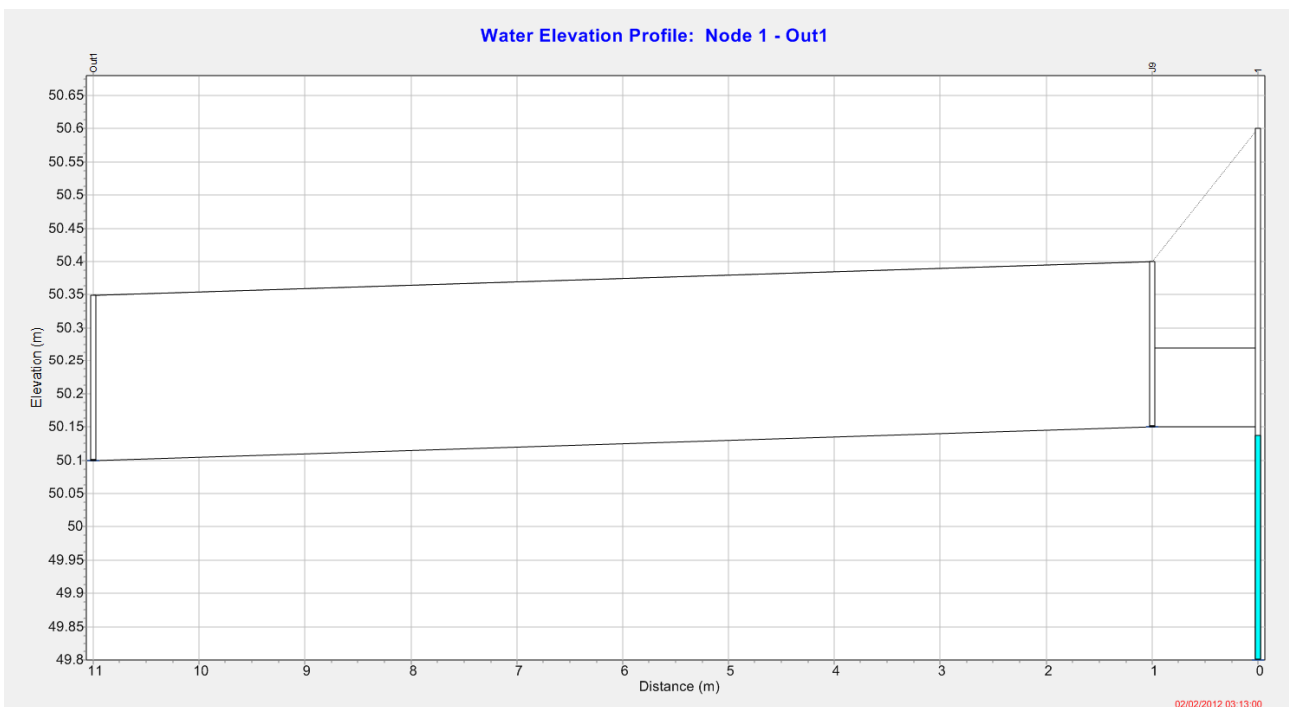


FIGURA 6.5 PROFILO DI RIGURGITO CASSA DI LAMINAZIONE E SCARICO LATO SUD PER DURATA PARI A 3H E TR100 ANNI - NON E' ANCORA STATO ATTIVATO LO SCARICO NEL CAVO LA GAIFFA





Si riportano in ALLEGATO 1: RISULTATI TRATTO 1 – CAVO LA GAIFFA, i risultati relativi a durate di 1-3-6h per TR100 per il tratto in oggetto.

### 6.3.5.2 Tratto 2 – Canaletto delle Piacentine

Il Canaletto delle Piacentine sottende un tratto di 890m ed una superficie impermeabile di circa 8.700m<sup>2</sup>; ne consegue che il volume minimo da assegnare alla laminazione è pari a 435m<sup>3</sup>. La portata al recettore finale nella situazione di massima sollecitazione pluviometrica è di 22,66l/s, pienamente accettabile in considerazione della tipologia del fosso recettore.

Il progetto, nel tratto 2, prevede fossi di scolo con dimensioni B=150cm, H=50cm, b=50cm, e un invaso di laminazione ad ovest del recapito.

Si mostrano di seguito i profili di rigurgito nei fossi di guardia per TR100 anni e durata pari a 3h.

**FIGURA 6.6 PROFILO DI RIGURGITO NEI FOSSI DI GUARDIA LATO NORD PER DURATA PARI A 3H E TR100 ANNI**

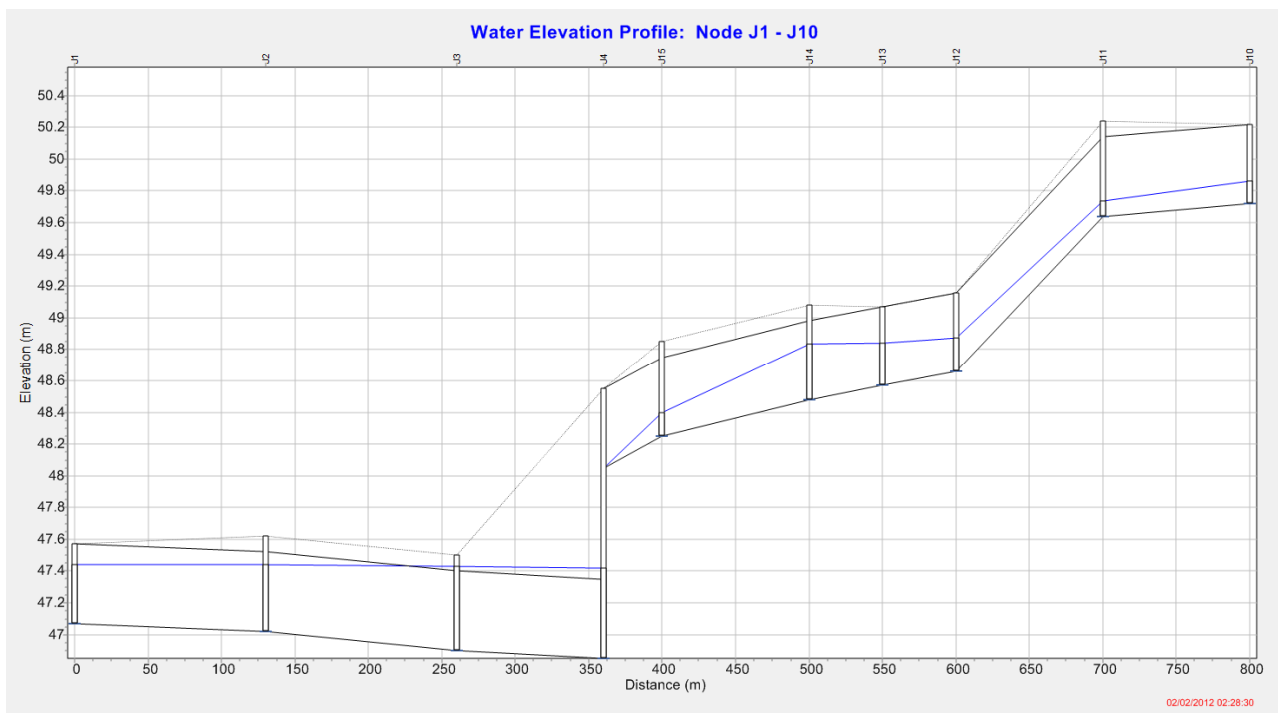
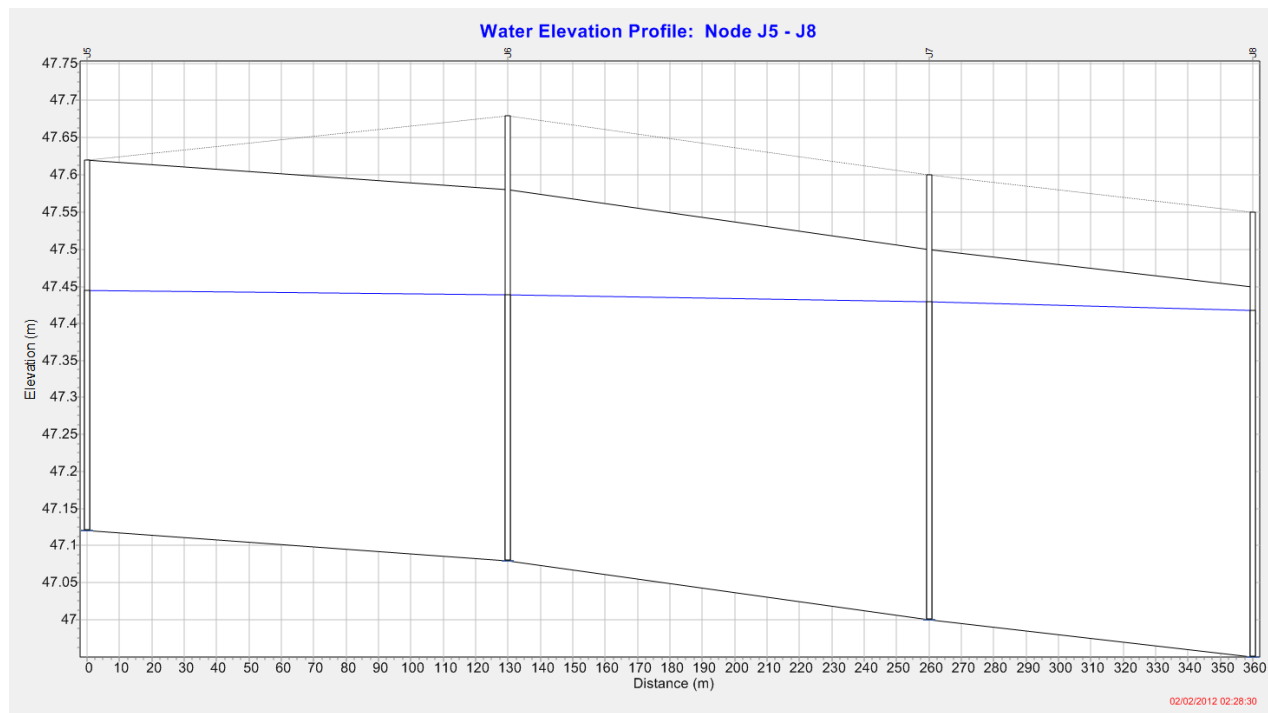




FIGURA 6.7 PROFILO DI RIGURGITO NEI FOSSI DI GUARDIA LATO SUD TRA J5 E J8 PER DURATA PARI A 3H E TR100 ANNI



Si riportano in ALLEGATO 2: RISULTATI TRATTO 2 – CANALETTO DELLE PIACENTINE i risultati relativi a durate di 1-3-6 h per TR100, per il tratto in oggetto.

### 6.3.5.3 Tratto 3 – scolina alla pk 1+428.60

La scolina alla pk 1+428.60, che poco più a valle confluisce nel rio Scagnetto, sottende un tratto di 410m ed una superficie impermeabile di circa 4.050m<sup>2</sup>; ne consegue che il volume minimo da assegnare alla laminazione è pari a 205m<sup>3</sup>. La portata al recettore finale nella situazione di massima sollecitazione pluviometrica è di 20l/s.

Il progetto, nel tratto sotteso dalla scolina, prevede fossi di scolo con dimensione B=150cm, H=50cm, b=50cm nel tratto tra R3 e la scolina stessa, mentre tra la scolina ed R4 sono previste tubazioni di diametro 400mm in PeAD liscio saldate testa contro testa in sommità scarpata. I fossi e le tubazioni si uniscono ad est della scolina e recapitano all'interno del bacino di laminazione di volume pari a circa 350m<sup>3</sup>.

Si mostrano di seguito i profili di rigurgito nei collettori e fossi di guardia per TR100 anni e una durata pari a 3h.



FIGURA 6.8 PROFILO DI RIGURGITO NEI COLLETTORI E FOSSI DI GUARDIA LATO NORD PER DURATA PARI A 3H E TR100 ANNI

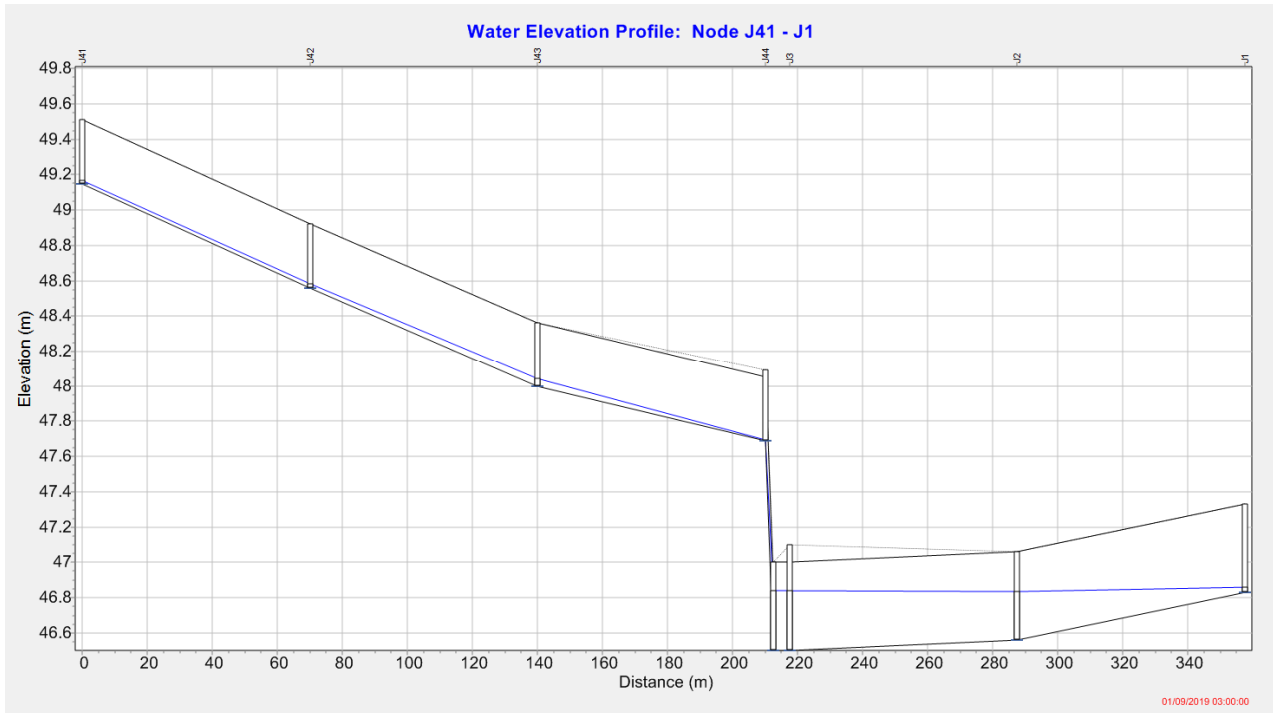
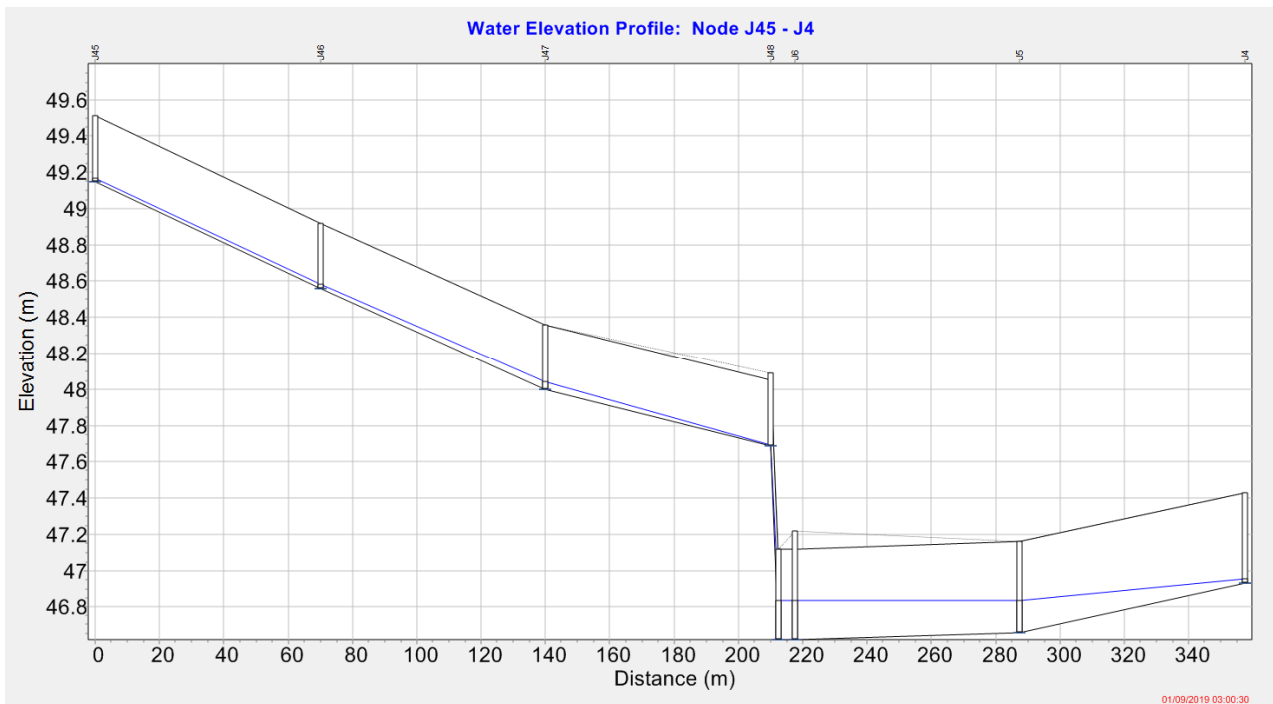


FIGURA 6.9 PROFILO DI RIGURGITO NEI COLLETTORI E FOSSI DI GUARDIA LATO SUD PER DURATA PARI A 3H E TR100 ANNI



Si riportano in ALLEGATO 3: RISULTATI TRATTO 3 – SCOLINA ALLA PK 1+428.60 i risultati relativi a durate di 1-3-6h per TR100, per il tratto in oggetto.

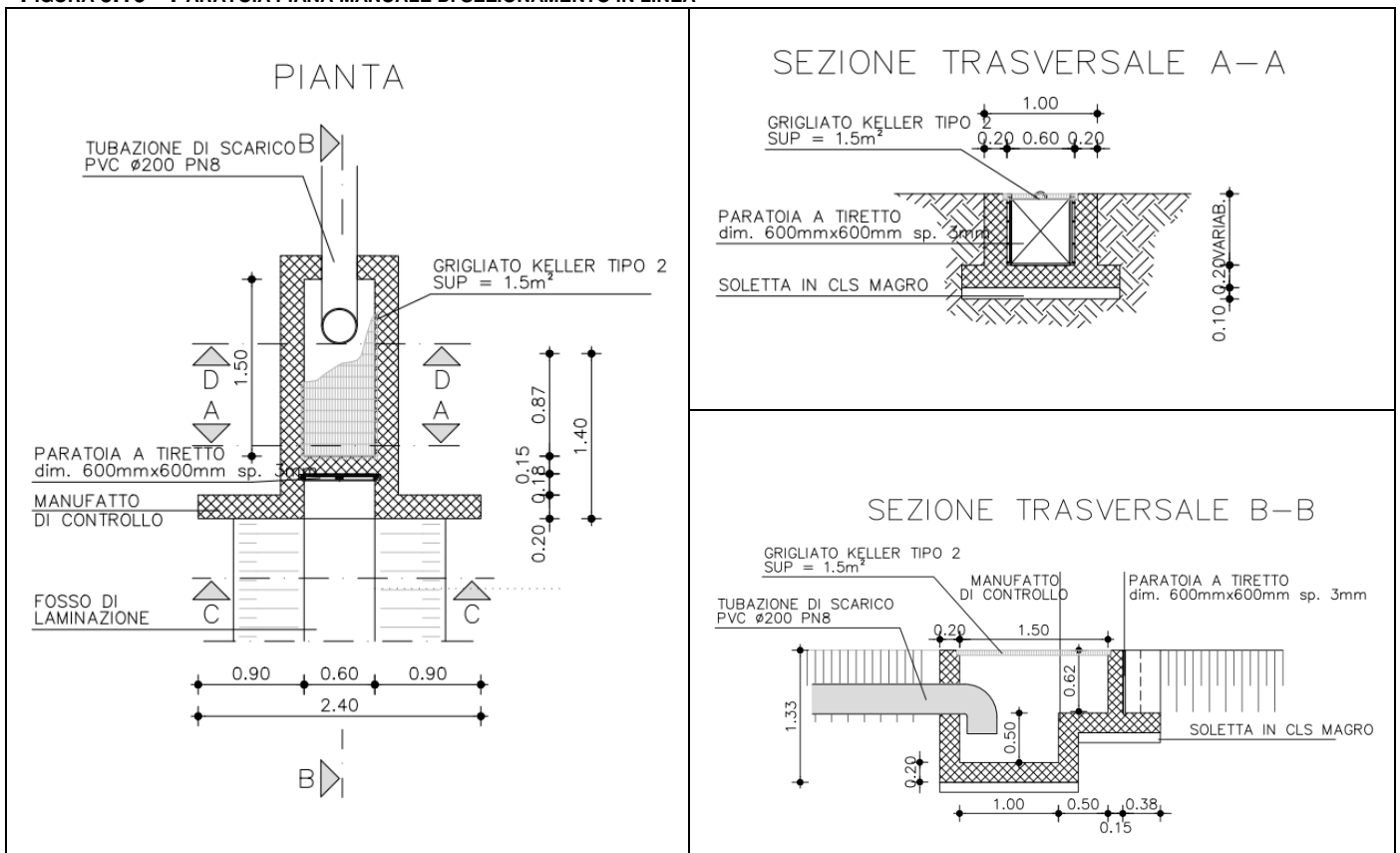




## 6.4. GESTIONE DEGLI SVERSAMENTI ACCIDENTALI

Il rischio di contaminazione dovuto a sversamenti accidentali per lo più causati da incidenti stradali é purtroppo un rischio reale. Ecco che, per fronteggiare questa problematica, è stato predisposto l'inserimento di paratoia manuale di intercetto allo scarico.

FIGURA 6.10 –PARATOIA PIANA MANUALE DI SEZIONAMENTO IN LINEA

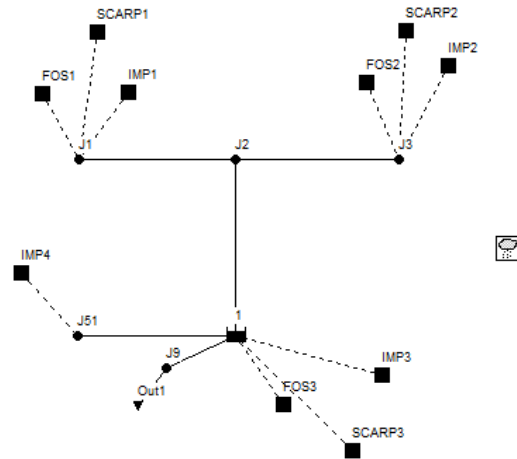


Il dispositivo consente al personale di pronto intervento di isolare il tratto di fosso interessato dallo sversamento, trattenendo l'inquinante nel fosso. Successivamente si provvederà alla bonifica con autopurgo e rimozione del suolo inquinato da parte di ditte autorizzate.



## ALLEGATO 1: RISULTATI TRATTO 1 – CAVO LA GAIFFA

- Durata 1h – TR100 anni



\*\*\*\*\*

### Analysis Options

\*\*\*\*\*

Flow Units ..... LPS  
 Process Models:  
 Rainfall/Runoff ..... YES  
 RDII ..... NO  
 Snowmelt ..... NO  
 Groundwater ..... NO  
 Flow Routing ..... YES  
 Ponding Allowed ..... YES  
 Water Quality ..... NO  
 Infiltration Method ..... CURVE\_NUMBER  
 Flow Routing Method ..... DYNWAVE  
 Starting Date ..... JAN-09-2019 00:00:00  
 Ending Date ..... JAN-11-2019 00:00:00  
 Antecedent Dry Days ..... 0.0  
 Report Time Step ..... 00:00:30  
 Wet Time Step ..... 00:00:10  
 Dry Time Step ..... 00:00:10  
 Routing Time Step ..... 1.00 sec  
 Variable Time Step ..... YES  
 Maximum Trials ..... 8  
 Head Tolerance ..... 0.004921 m

\*\*\*\*\*

### Element Count

\*\*\*\*\*

Number of rain gages ..... 1  
 Number of subcatchments ... 10  
 Number of nodes ..... 7  
 Number of links ..... 6  
 Number of pollutants ..... 0  
 Number of land uses ..... 0



\*\*\*\*\*

Raingage Summary

\*\*\*\*\*

Name	Data Source	Data Type	Recording Interval
Gage1	PARMA-TR100-d_1h	VOLUME	2 min.

\*\*\*\*\*

Subcatchment Summary

\*\*\*\*\*

Name	Area	Width	%Imperv	%Slope	Rain Gage	Outlet
FOS2	0.03	95.00	0.00	0.0100	Gage1	J3
SCARP2	0.03	95.00	0.00	67.0000	Gage1	J3
IMP2	0.06	95.00	100.00	2.5000	Gage1	J3
FOS1	0.05	135.00	0.00	0.0100	Gage1	J1
SCARP1	0.04	135.00	0.00	67.0000	Gage1	J1
IMP1	0.09	135.00	100.00	2.5000	Gage1	J1
FOS3	0.03	95.00	0.00	0.0100	Gage1	1
SCARP3	0.03	95.00	0.00	67.0000	Gage1	1
IMP3	0.06	95.00	100.00	2.5000	Gage1	1
IMP4	0.09	135.00	100.00	2.5000	Gage1	J51

\*\*\*\*\*

Node Summary

\*\*\*\*\*

Name	Type	Invert Elev.	Max. Poned Depth	External Area	Inflow
J9	JUNCTION	50.15	0.25	0.0	
J3	JUNCTION	50.10	0.50	0.0	
J2	JUNCTION	49.80	0.80	0.0	
J1	JUNCTION	49.90	0.50	0.0	
J51	JUNCTION	52.36	0.32	0.0	
Out1	OUTFALL	50.10	0.25	0.0	
1	STORAGE	49.80	0.80	0.0	

\*\*\*\*\*

Link Summary

\*\*\*\*\*

Name	From Node	To Node	Type	Length	%Slope	Roughness
C10	J9	Out1	CONDUIT	10.0	0.5000	0.0125
C1	J1	J2	CONDUIT	135.0	0.0741	0.0500
C2	J3	J2	CONDUIT	95.0	0.3158	0.0500
C9	J2	1	CONDUIT	20.0	0.0015	0.0125
C48	J51	1	CONDUIT	135.0	1.1853	0.0125
1	1	J9	CONDUIT	1.0	-0.0305	0.0125

\*\*\*\*\*

Cross Section Summary

\*\*\*\*\*

Conduit	Shape	Full Depth	Full Hyd. Area	Max. Rad.	No. of Width	Full Barrels	Flow
C10	CIRCULAR	0.25	0.05	0.06	0.25	1	43.73
C1	TRAPEZOIDAL	0.50	0.50	0.26	1.50	1	111.22
C2	TRAPEZOIDAL	0.50	0.50	0.26	1.50	1	229.64



RACCORDO TRA LA CISPADANA E LA S.P. 11

TRATTO DA VIA DEI FILAGNI A ROTATORIA TAV S.P. 11 – LOTTO 2

OTTEMPERANTE ALLE PRESCRIZIONI IMPARTITE IN SEDE DI CONFERENZA TECNICA DI SERVIZI

1^ SEDUTA 18/09/2017 – 2^ SEDUTA 11/10/2017

PROGETTO DEFINITIVO

ELABORATI GENERALI  
Relazione idrologica-idraulica

C9	CIRCULAR	0.80	0.50	0.20	0.80	1	53.69
C48	CIRCULAR	0.32	0.08	0.08	0.32	1	124.71
1	CIRCULAR	0.12	0.01	0.03	0.12	1	1.53

\*\*\*\*\*

Control Actions Taken

\*\*\*\*\*

*****	Volume	Depth
Runoff Quantity Continuity	hectare-m	mm
*****	-----	-----
Total Precipitation .....	0.035	68.000
Evaporation Loss .....	0.000	0.000
Infiltration Loss .....	0.008	16.509
Surface Runoff .....	0.026	50.410
Final Surface Storage ....	0.001	1.083
Continuity Error (%) .....	0.000	

*****	Volume	Volume
Flow Routing Continuity	hectare-m	10^6 ltr
*****	-----	-----
Dry Weather Inflow .....	0.000	0.000
Wet Weather Inflow .....	0.026	0.257
Groundwater Inflow .....	0.000	0.000
RDII Inflow .....	0.000	0.000
External Inflow .....	0.000	0.000
External Outflow .....	0.000	0.000
Internal Outflow .....	0.000	0.000
Evaporation Loss .....	0.000	0.000
Exfiltration Loss .....	0.000	0.000
Initial Stored Volume ....	0.000	0.000
Final Stored Volume .....	0.026	0.258
Continuity Error (%) .....	-0.354	

\*\*\*\*\*

Highest Continuity Errors

\*\*\*\*\*

Node J2 (17.29%)

\*\*\*\*\*

Time-Step Critical Elements

\*\*\*\*\*

None

\*\*\*\*\*

Highest Flow Instability Indexes

\*\*\*\*\*

All links are stable.

\*\*\*\*\*

Routing Time Step Summary

\*\*\*\*\*

Minimum Time Step	: 1.00 sec
Average Time Step	: 1.00 sec
Maximum Time Step	: 1.00 sec
Percent in Steady State	: 0.00
Average Iterations per Step	: 2.00
Percent Not Converging	: 0.00



PROGETTO DEFINITIVO

\*\*\*\*\*  
Subcatchment Runoff Summary  
\*\*\*\*\*

Subcatchment	Total Precip mm	Total Runon mm	Total Evap mm	Total Infil mm	Total Runoff mm	Total Runoff mm	Peak Runoff 10^6 ltr	Runoff 10^6 ltr	Coef LPS
FOS2	68.00	0.00	0.00	44.41	22.32	0.01	4.72	0.328	
SCARP2	68.00	0.00	0.00	34.16	32.58	0.01	6.01	0.479	
IMP2	68.00	0.00	0.00	0.00	67.05	0.04	22.57	0.986	
FOS1	68.00	0.00	0.00	44.41	22.32	0.01	6.71	0.328	
SCARP1	68.00	0.00	0.00	34.16	32.58	0.01	8.53	0.479	
IMP1	68.00	0.00	0.00	0.00	67.05	0.06	32.06	0.986	
FOS3	68.00	0.00	0.00	44.41	22.32	0.01	4.72	0.328	
SCARP3	68.00	0.00	0.00	34.16	32.58	0.01	6.01	0.479	
IMP3	68.00	0.00	0.00	0.00	67.05	0.04	22.57	0.986	
IMP4	68.00	0.00	0.00	0.00	67.05	0.06	32.06	0.986	

\*\*\*\*\*  
Node Depth Summary  
\*\*\*\*\*

Node	Type	Average Depth Meters	Maximum Depth Meters	Maximum HGL Meters	Time of Max Occurrence days hr:min
J9	JUNCTION	0.00	0.00	50.15	0 00:00
J3	JUNCTION	0.00	0.17	50.27	0 00:34
J2	JUNCTION	0.25	0.25	50.05	0 03:25
J1	JUNCTION	0.15	0.30	50.20	0 00:38
J51	JUNCTION	0.00	0.11	52.47	0 00:34
Out1	OUTFALL	0.00	0.00	50.10	0 00:00
1	STORAGE	0.25	0.25	50.05	1 13:37

\*\*\*\*\*  
Node Inflow Summary  
\*\*\*\*\*

Node	Type	Maximum Lateral Inflow LPS	Maximum Total Inflow LPS	Maximum Time of Max Occurrence days hr:min	Lateral Inflow Volume 10^6 ltr	Total Inflow Volume 10^6 ltr	Flow Balance Error Percent
J9	JUNCTION	0.00	0.00	0 00:00	0	0	0.000 ltr
J3	JUNCTION	31.71	31.71	0 00:34	0.058	0.058	-1.305
J2	JUNCTION	0.00	71.62	0 00:36	0	0.139	20.903
J1	JUNCTION	45.06	45.06	0 00:34	0.0824	0.0842	7.643
J51	JUNCTION	32.06	32.06	0 00:34	0.0589	0.0589	-0.006
Out1	OUTFALL	0.00	0.00	0 00:00	0	0	0.000 ltr
1	STORAGE	31.71	125.43	0 00:36	0.058	0.23	0.635

\*\*\*\*\*  
Node Surge Summary  
\*\*\*\*\*

No nodes were surcharged.

\*\*\*\*\*  
Node Flooding Summary  
\*\*\*\*\*



No nodes were flooded.

\*\*\*\*\*

Storage Volume Summary

\*\*\*\*\*

Storage Unit	Average Volume 1000 m3	Avg Pcnt	Evap Pcnt	Exfil Pcnt	Maximum Volume 1000 m3	Max Pcnt	Time of Occurrence days hr:min	Maximum Outflow LPS
1	0.224	31	0	0	0.227	31	1 13:37	0.43

\*\*\*\*\*

Outfall Loading Summary

\*\*\*\*\*

Outfall Node	Flow Freq	Avg Flow Pcnt	Max Flow LPS	Total Volume 10^6 ltr
Out1	0.00	0.00	0.00	0.000
System	0.00	0.00	0.00	0.000

\*\*\*\*\*

Link Flow Summary

\*\*\*\*\*

Link	Type	Maximum  Flow  LPS	Time of Max Occurrence days hr:min	Maximum  Veloc  m/sec	Max/ Full Flow	Max/ Full Depth
C10	CONDUIT	0.00	0 00:00	0.00	0.00	0.00
C1	CONDUIT	41.31	0 00:40	0.23	0.37	0.49
C2	CONDUIT	31.08	0 00:36	0.27	0.14	0.36
C9	CONDUIT	65.92	0 00:37	1.25	1.23	0.31
C48	CONDUIT	31.94	0 00:34	1.34	0.26	0.35
1	CONDUIT	0.00	0 00:00	0.00	0.00	0.00

\*\*\*\*\*

Flow Classification Summary

\*\*\*\*\*

Conduit	Adjusted /Actual Length	Fraction of Time in Flow Class							
		Up Dry	Down Dry	Sub Dry	Sup Crit	Up Crit	Down Crit	Norm Ltd	Inlet Ctrl
C10	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C1	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C2	1.00	0.00	0.47	0.00	0.53	0.00	0.00	0.99	0.00
C9	1.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.01	0.00	0.00	0.00
C48	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00
1	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

\*\*\*\*\*

Conduit Surchage Summary

\*\*\*\*\*



Conduit	Hours Full		Hours	Hours	Capacity Limited
	Both Ends	Upstream	Upstream	Above Full Dnstream	
C9	0.01	0.01	0.01	0.25	0.01

▪ Durata 3h – TR100 anni

\*\*\*\*\*  
 Analysis Options  
 \*\*\*\*\*  
 Flow Units ..... LPS  
 Process Models:  
 Rainfall/Runoff ..... YES  
 RDII ..... NO  
 Snowmelt ..... NO  
 Groundwater ..... NO  
 Flow Routing ..... YES  
 Ponding Allowed ..... YES  
 Water Quality ..... NO  
 Infiltration Method ..... CURVE\_NUMBER  
 Flow Routing Method ..... DYNWAVE  
 Starting Date ..... JAN-09-2019 00:00:00  
 Ending Date ..... JAN-11-2019 00:00:00  
 Antecedent Dry Days ..... 0.0  
 Report Time Step ..... 00:00:30  
 Wet Time Step ..... 00:00:10  
 Dry Time Step ..... 00:00:10  
 Routing Time Step ..... 1.00 sec  
 Variable Time Step ..... YES  
 Maximum Trials ..... 8  
 Head Tolerance ..... 0.004921 m

\*\*\*\*\*  
 Element Count  
 \*\*\*\*\*  
 Number of rain gages ..... 1  
 Number of subcatchments ... 10  
 Number of nodes ..... 7  
 Number of links ..... 6  
 Number of pollutants ..... 0  
 Number of land uses ..... 0

\*\*\*\*\*  
 Raingage Summary  
 \*\*\*\*\*

Name	Data Source	Data	Recording Type	Interval
Gage1	PARMA-TR100-d3h		VOLUME	6 min.

\*\*\*\*\*  
 Subcatchment Summary  
 \*\*\*\*\*

Name	Area	Width	%Imperv	%Slope	Rain Gage	Outlet
-----						



PROGETTO DEFINITIVO

FOS2	0.03	95.00	0.00	0.0100	Gage1	J3
SCARP2	0.03	95.00	0.00	67.0000	Gage1	J3
IMP2	0.06	95.00	100.00	2.5000	Gage1	J3
FOS1	0.05	135.00	0.00	0.0100	Gage1	J1
SCARP1	0.04	135.00	0.00	67.0000	Gage1	J1
IMP1	0.09	135.00	100.00	2.5000	Gage1	J1
FOS3	0.03	95.00	0.00	0.0100	Gage1	1
SCARP3	0.03	95.00	0.00	67.0000	Gage1	1
IMP3	0.06	95.00	100.00	2.5000	Gage1	1
IMP4	0.09	135.00	100.00	2.5000	Gage1	J51

\*\*\*\*\*

Node Summary

\*\*\*\*\*

Name	Type	Invert Elev.	Max. Depth	Ponded Area	External Inflow
J9	JUNCTION	50.15	0.25	0.0	
J3	JUNCTION	50.10	0.50	0.0	
J2	JUNCTION	49.80	0.80	0.0	
J1	JUNCTION	49.90	0.50	0.0	
J51	JUNCTION	52.36	0.32	0.0	
Out1	OUTFALL	50.10	0.25	0.0	
1	STORAGE	49.80	0.80	0.0	

\*\*\*\*\*

Link Summary

\*\*\*\*\*

Name	From Node	To Node	Type	Length	%Slope	Roughness
C10	J9	Out1	CONDUIT	10.0	0.5000	0.0125
C1	J1	J2	CONDUIT	135.0	0.0741	0.0500
C2	J3	J2	CONDUIT	95.0	0.3158	0.0500
C9	J2	1	CONDUIT	20.0	0.0015	0.0125
C48	J51	1	CONDUIT	135.0	1.1853	0.0125
1	1	J9	CONDUIT	1.0	-0.0305	0.0125

\*\*\*\*\*

Cross Section Summary

\*\*\*\*\*

Conduit	Shape	Full Depth	Full Hyd. Area	Max. Rad.	No. of Width	Full Barrels	Flow
C10	CIRCULAR	0.25	0.05	0.06	0.25	1	43.73
C1	TRAPEZOIDAL	0.50	0.50	0.26	1.50	1	111.22
C2	TRAPEZOIDAL	0.50	0.50	0.26	1.50	1	229.64
C9	CIRCULAR	0.80	0.50	0.20	0.80	1	53.69
C48	CIRCULAR	0.32	0.08	0.08	0.32	1	124.71
1	CIRCULAR	0.12	0.01	0.03	0.12	1	1.53

\*\*\*\*\*

Control Actions Taken

\*\*\*\*\*

Runoff Quantity	Volume Continuity	Depth
	hectare-m	mm





RACCORDO TRA LA CISPADANA E LA S.P. 11

TRATTO DA VIA DEI FILAGNI A ROTATORIA TAV S.P. 11 – LOTTO 2

OTTEMPERANTE ALLE PRESCRIZIONI IMPARTITE IN SEDE DI CONFERENZA TECNICA DI SERVIZI

1^ SEDUTA 18/09/2017 – 2^ SEDUTA 11/10/2017

PROGETTO DEFINITIVO

ELABORATI GENERALI  
Relazione idrologica-idraulica

```

*****
-----
Total Precipitation ..... 0.045 89.000
Evaporation Loss ..... 0.000 0.000
Infiltration Loss ..... 0.010 18.777
Surface Runoff ..... 0.035 69.140
Final Surface Storage .... 0.001 1.083
Continuity Error (%) ..... 0.000

```

```

*****
Volume Volume
Flow Routing Continuity hectare-m 10^6 ltr
*****
-----
Dry Weather Inflow ..... 0.000 0.000
Wet Weather Inflow ..... 0.035 0.353
Groundwater Inflow ..... 0.000 0.000
RDII Inflow ..... 0.000 0.000
External Inflow ..... 0.000 0.000
External Outflow ..... 0.000 0.000
Internal Outflow ..... 0.000 0.000
Evaporation Loss ..... 0.000 0.000
Exfiltration Loss ..... 0.000 0.000
Initial Stored Volume .... 0.000 0.000
Final Stored Volume ..... 0.035 0.354
Continuity Error (%) ..... -0.345

```

\*\*\*\*\*  
Highest Continuity Errors  
\*\*\*\*\*

Node J2 (17.97%)

\*\*\*\*\*  
Time-Step Critical Elements  
\*\*\*\*\*

None

\*\*\*\*\*  
Highest Flow Instability Indexes  
\*\*\*\*\*

All links are stable.

\*\*\*\*\*  
Routing Time Step Summary  
\*\*\*\*\*

```

Minimum Time Step      : 1.00 sec
Average Time Step      : 1.00 sec
Maximum Time Step      : 1.00 sec
Percent in Steady State : 0.00
Average Iterations per Step : 2.00
Percent Not Converging  : 0.00

```

\*\*\*\*\*  
Subcatchment Runoff Summary  
\*\*\*\*\*

Subcatchment	Total Precip mm	Total Runon mm	Total Evap mm	Total Infil mm	Total Runoff mm	Total Runoff mm	Peak Runoff 10^6 ltr	Runoff Coeff	Runoff LPS
FOS2	89.00	0.00	0.00	50.90	36.83	0.01	2.75	0.414	
SCARP2	89.00	0.00	0.00	38.36	49.38	0.01	2.96	0.555	
IMP2	89.00	0.00	0.00	0.00	88.05	0.05	9.85	0.989	
FOS1	89.00	0.00	0.00	50.90	36.83	0.02	3.91	0.414	

RACCORDO TRA LA CISPADANA E LA S.P. 11  
 TRATTO DA VIA DEI FILAGNI A ROTATORIA TAV S.P. 11 – LOTTO 2



OTTEMPERANTE ALLE PRESCRIZIONI IMPARTITE IN SEDE DI CONFERENZA TECNICA DI SERVIZI

1^ SEDUTA 18/09/2017 – 2^ SEDUTA 11/10/2017

ELABORATI GENERALI  
 Relazione idrologica-idraulica

PROGETTO DEFINITIVO

SCARP1	89.00	0.00	0.00	38.36	49.38	0.02	4.21	0.555
IMP1	89.00	0.00	0.00	0.00	88.05	0.08	13.99	0.989
FOS3	89.00	0.00	0.00	50.90	36.83	0.01	2.75	0.414
SCARP3	89.00	0.00	0.00	38.36	49.38	0.01	2.96	0.555
IMP3	89.00	0.00	0.00	0.00	88.05	0.05	9.85	0.989
IMP4	89.00	0.00	0.00	0.00	88.05	0.08	13.99	0.989

\*\*\*\*\*

Node Depth Summary

\*\*\*\*\*

Node	Type	Average Depth Meters	Maximum Depth Meters	Maximum HGL Meters	Time of Occurrence days hr:min
J9	JUNCTION	0.00	0.00	50.15	0 00:00
J3	JUNCTION	0.04	0.11	50.21	0 01:42
J2	JUNCTION	0.33	0.34	50.14	0 04:03
J1	JUNCTION	0.23	0.24	50.14	0 03:49
J51	JUNCTION	0.00	0.07	52.43	0 01:42
Out1	OUTFALL	0.00	0.00	50.10	0 00:00
1	STORAGE	0.33	0.34	50.14	0 04:29

\*\*\*\*\*

Node Inflow Summary

\*\*\*\*\*

Node	Type	Maximum Lateral Inflow LPS	Maximum Total Inflow LPS	Time of Max Occurrence days hr:min	Lateral Inflow Volume 10^6 ltr	Total Inflow Volume 10^6 ltr	Flow Balance Error Percent
J9	JUNCTION	0.00	0.00	0 00:00	0	0	0.000 ltr
J3	JUNCTION	15.44	15.44	0 01:42	0.0805	0.0817	0.771
J2	JUNCTION	0.00	36.53	0 01:42	0	0.19	21.906
J1	JUNCTION	21.95	21.95	0 01:42	0.114	0.117	11.346
J51	JUNCTION	13.99	13.99	0 01:42	0.0773	0.0773	-0.000
Out1	OUTFALL	0.00	0.00	0 00:00	0	0	0.000 ltr
1	STORAGE	15.44	61.32	0 01:42	0.0805	0.31	0.684

\*\*\*\*\*

Node Surcharge Summary

\*\*\*\*\*

No nodes were surcharged.

\*\*\*\*\*

Node Flooding Summary

\*\*\*\*\*

No nodes were flooded.

\*\*\*\*\*

Storage Volume Summary

\*\*\*\*\*

Storage Unit	Average Volume 1000 m3	Avg Evap Pcnt Full	Evap Pcnt Loss	Exfil Pcnt Loss	Maximum Volume 1000 m3	Max Pcnt Full	Time of Occurrence days hr:min	Maximum Outflow LPS
1	0.293	41	0	0	0.304	42	0 04:29	0.73



PROGETTO DEFINITIVO

\*\*\*\*\*  
 Outfall Loading Summary  
 \*\*\*\*\*

Outfall Node	Flow Freq	Avg Flow Pcnt	Max Flow LPS	Total Volume LPS	10^6 ltr
Out1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000
System	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000

\*\*\*\*\*  
 Link Flow Summary  
 \*\*\*\*\*

Link	Type	Maximum  Flow  LPS	Time of Occurrence days hr:min	Max  Veloc  m/sec	Maximum Full Flow	Max/ Full Depth
C10	CONDUIT	0.00	0 00:00	0.00	0.00	0.00
C1	CONDUIT	21.33	0 01:42	0.16	0.19	0.58
C2	CONDUIT	15.22	0 01:42	0.17	0.07	0.38
C9	CONDUIT	31.89	0 01:41	0.76	0.59	0.42
C48	CONDUIT	13.99	0 01:42	1.06	0.11	0.23
1	CONDUIT	0.00	0 00:00	0.00	0.00	0.00

\*\*\*\*\*  
 Flow Classification Summary  
 \*\*\*\*\*

Conduit	Adjusted /Actual Length	Fraction of Time in Flow Class							
		Up Dry	Down Dry	Sub Dry	Sup Crit	Up Crit	Down Crit	Norm Ltd	Inlet Ctrl
C10	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C1	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C2	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.05	0.00
C9	1.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.01	0.00	0.00	0.00
C48	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00
1	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

\*\*\*\*\*  
 Conduit Surge Summary  
 \*\*\*\*\*

No conduits were surcharged.

▪ Durata 6h – TR100 anni

\*\*\*\*\*  
 Analysis Options  
 \*\*\*\*\*

Flow Units ..... LPS  
 Process Models:  
 Rainfall/Runoff ..... YES  
 RDII ..... NO  
 Snowmelt ..... NO  
 Groundwater ..... NO  
 Flow Routing ..... YES  
 Ponding Allowed ..... YES



Water Quality ..... NO  
 Infiltration Method ..... CURVE\_NUMBER  
 Flow Routing Method ..... DYNWAVE  
 Starting Date ..... JAN-09-2019 00:00:00  
 Ending Date ..... JAN-11-2019 00:00:00  
 Antecedent Dry Days ..... 0.0  
 Report Time Step ..... 00:00:30  
 Wet Time Step ..... 00:00:10  
 Dry Time Step ..... 00:00:10  
 Routing Time Step ..... 1.00 sec  
 Variable Time Step ..... YES  
 Maximum Trials ..... 8  
 Head Tolerance ..... 0.004921 m

\*\*\*\*\*

Element Count

\*\*\*\*\*

Number of rain gages ..... 1  
 Number of subcatchments ... 10  
 Number of nodes ..... 7  
 Number of links ..... 6  
 Number of pollutants ..... 0  
 Number of land uses ..... 0

\*\*\*\*\*

Raingage Summary

\*\*\*\*\*

Name	Data Source	Data	Recording Type	Interval
Gage1	PARMA-TR100-d6h		VOLUME	12 min.

\*\*\*\*\*

Subcatchment Summary

\*\*\*\*\*

Name	Area	Width	%Imperv	%Slope	Rain Gage	Outlet
FOS2	0.03	95.00	0.00	0.0100	Gage1	J3
SCARP2	0.03	95.00	0.00	67.0000	Gage1	J3
IMP2	0.06	95.00	100.00	2.5000	Gage1	J3
FOS1	0.05	135.00	0.00	0.0100	Gage1	J1
SCARP1	0.04	135.00	0.00	67.0000	Gage1	J1
IMP1	0.09	135.00	100.00	2.5000	Gage1	J1
FOS3	0.03	95.00	0.00	0.0100	Gage1	1
SCARP3	0.03	95.00	0.00	67.0000	Gage1	1
IMP3	0.06	95.00	100.00	2.5000	Gage1	1
IMP4	0.09	135.00	100.00	2.5000	Gage1	J51

\*\*\*\*\*

Node Summary

\*\*\*\*\*

Name	Type	Invert Elev.	Max. Depth	Ponded Area	External Inflow
J9	JUNCTION	50.15	0.25	0.0	
J3	JUNCTION	50.10	0.50	0.0	



PROGETTO DEFINITIVO

ELABORATI GENERALI  
Relazione idrologica-idraulica

J2	JUNCTION	49.80	0.80	0.0
J1	JUNCTION	49.90	0.50	0.0
J51	JUNCTION	52.36	0.32	0.0
Out1	OUTFALL	50.10	0.25	0.0
1	STORAGE	49.80	0.80	0.0

\*\*\*\*\*

Link Summary

\*\*\*\*\*

Name	From Node	To Node	Type	Length	%Slope	Roughness
C10	J9	Out1	CONDUIT	10.0	0.5000	0.0125
C1	J1	J2	CONDUIT	135.0	0.0741	0.0500
C2	J3	J2	CONDUIT	95.0	0.3158	0.0500
C9	J2	1	CONDUIT	20.0	0.0015	0.0125
C48	J51	1	CONDUIT	135.0	1.1853	0.0125
1	1	J9	CONDUIT	1.0	-0.0305	0.0125

\*\*\*\*\*

Cross Section Summary

\*\*\*\*\*

Conduit	Shape	Full Depth	Full Hyd. Area	Max. Rad.	No. of Width	Full Barrels	Flow
C10	CIRCULAR	0.25	0.05	0.06	0.25	1	43.73
C1	TRAPEZOIDAL	0.50	0.50	0.26	1.50	1	111.22
C2	TRAPEZOIDAL	0.50	0.50	0.26	1.50	1	229.64
C9	CIRCULAR	0.80	0.50	0.20	0.80	1	53.69
C48	CIRCULAR	0.32	0.08	0.08	0.32	1	124.71
1	CIRCULAR	0.12	0.01	0.03	0.12	1	1.53

\*\*\*\*\*

Control Actions Taken

\*\*\*\*\*

Runoff Quantity	Volume hectare-m	Depth mm
Total Precipitation .....	0.054	105.000
Evaporation Loss .....	0.000	0.000
Infiltration Loss .....	0.010	20.217
Surface Runoff .....	0.043	83.699
Final Surface Storage ....	0.001	1.084
Continuity Error (%) .....	0.000	

Flow Routing Continuity	Volume hectare-m	Volume 10^6 ltr
Dry Weather Inflow .....	0.000	0.000
Wet Weather Inflow .....	0.043	0.427
Groundwater Inflow .....	0.000	0.000
RDII Inflow .....	0.000	0.000
External Inflow .....	0.000	0.000
External Outflow .....	0.005	0.048
Internal Outflow .....	0.000	0.000
Evaporation Loss .....	0.000	0.000
Exfiltration Loss .....	0.000	0.000
Initial Stored Volume ....	0.000	0.000
Final Stored Volume .....	0.038	0.380
Continuity Error (%) .....	-0.285	



\*\*\*\*\*  
 Highest Continuity Errors  
 \*\*\*\*\*  
 Node J2 (16.49%)

\*\*\*\*\*  
 Time-Step Critical Elements  
 \*\*\*\*\*  
 Link 1 (16.94%)

\*\*\*\*\*  
 Highest Flow Instability Indexes  
 \*\*\*\*\*  
 All links are stable.

\*\*\*\*\*  
 Routing Time Step Summary  
 \*\*\*\*\*  
 Minimum Time Step : 0.65 sec  
 Average Time Step : 0.97 sec  
 Maximum Time Step : 1.00 sec  
 Percent in Steady State : 0.00  
 Average Iterations per Step : 2.00  
 Percent Not Converging : 0.00

\*\*\*\*\*  
 Subcatchment Runoff Summary  
 \*\*\*\*\*

Subcatchment	Total Precip mm	Total Runon mm	Total Evap mm	Total Infil mm	Total Runoff mm	Total Runoff mm	Peak Runoff 10^6 ltr	Runoff 10^6 ltr	Runoff LPS	Coef
FOS2	105.00	0.00	0.00	55.15	48.58	0.02	1.81	0.463		
SCARP2	105.00	0.00	0.00	40.86	62.87	0.02	1.86	0.599		
IMP2	105.00	0.00	0.00	0.00	104.05	0.06	5.81	0.991		
FOS1	105.00	0.00	0.00	55.15	48.58	0.02	2.58	0.463		
SCARP1	105.00	0.00	0.00	40.86	62.87	0.02	2.65	0.599		
IMP1	105.00	0.00	0.00	0.00	104.05	0.09	8.25	0.991		
FOS3	105.00	0.00	0.00	55.15	48.58	0.02	1.81	0.463		
SCARP3	105.00	0.00	0.00	40.86	62.87	0.02	1.86	0.599		
IMP3	105.00	0.00	0.00	0.00	104.05	0.06	5.81	0.991		
IMP4	105.00	0.00	0.00	0.00	104.05	0.09	8.25	0.991		

\*\*\*\*\*  
 Node Depth Summary  
 \*\*\*\*\*

Node	Type	Average Depth Meters	Maximum Depth Meters	Maximum HGL Meters	Time of Max Occurrence days hr:min
J9	JUNCTION	0.01	0.04	50.19	0 06:10
J3	JUNCTION	0.07	0.10	50.20	0 06:05
J2	JUNCTION	0.35	0.40	50.20	0 06:12
J1	JUNCTION	0.25	0.30	50.20	0 06:06
J51	JUNCTION	0.01	0.05	52.41	0 03:24
Out1	OUTFALL	0.01	0.04	50.14	0 06:10
1	STORAGE	0.35	0.40	50.20	0 06:10



PROGETTO DEFINITIVO

ELABORATI GENERALI  
Relazione idrologica-idraulica

\*\*\*\*\*

Node Inflow Summary

\*\*\*\*\*

Node	Type	Maximum		Time of Max Occurrence	Lateral Inflow Volume	Total Inflow Volume	Flow Balance Error
		Lateral Inflow LPS	Total Inflow LPS				
J9	JUNCTION	0.00	2.10	0 06:10	0	0.0482	0.019
J3	JUNCTION	9.48	9.48	0 03:24	0.0982	0.0985	1.631
J2	JUNCTION	0.00	22.27	0 03:24	0	0.223	19.746
J1	JUNCTION	13.47	13.47	0 03:24	0.139	0.14	10.988
J51	JUNCTION	8.25	8.25	0 03:20	0.0914	0.0914	0.000
Out1	OUTFALL	0.00	2.10	0 06:10	0	0.0482	0.000
1	STORAGE	9.48	35.85	0 03:24	0.0982	0.375	0.610

\*\*\*\*\*

Node Surcharge Summary

\*\*\*\*\*

No nodes were surcharged.

\*\*\*\*\*

Node Flooding Summary

\*\*\*\*\*

No nodes were flooded.

\*\*\*\*\*

Storage Volume Summary

\*\*\*\*\*

Storage Unit	Average Volume	Avg Pcnt Full	Evap Pcnt	Exfil Pcnt Loss	Maximum Volume	Max Pcnt Full	Time of Max Occurrence	Maximum Outflow
	1000 m3				1000 m3		days hr:min	LPS
1	0.311	43	0	0	0.356	49	0 06:10	2.10

\*\*\*\*\*

Outfall Loading Summary

\*\*\*\*\*

Outfall Node	Flow Freq	Avg Flow Pcnt	Max Flow LPS	Total Volume LPS
				10^6 ltr
Out1	90.01	0.36	2.10	0.048
System	90.01	0.36	2.10	0.048

\*\*\*\*\*

Link Flow Summary

\*\*\*\*\*

Link	Type	Maximum  Flow	Time of Max Occurrence	Maximum  Veloc	Max/ Full Flow	Max/ Full Depth
		LPS	days hr:min	m/sec		
C10	CONDUIT	2.10	0 06:10	0.48	0.05	0.15
C1	CONDUIT	12.86	0 03:22	0.12	0.12	0.69
C2	CONDUIT	9.42	0 03:24	0.12	0.04	0.49
C9	CONDUIT	18.15	0 03:19	0.58	0.34	0.49



PROGETTO DEFINITIVO

ELABORATI GENERALI  
Relazione idrologica-idraulica

C48	CONDUIT	8.25	0	03:24	0.91	0.07	0.17
1	CONDUIT	2.10	0	06:10	0.60	1.37	0.35

\*\*\*\*\*

Flow Classification Summary

\*\*\*\*\*

Conduit	Adjusted /Actual Length	Fraction of Time in Flow Class								
		Up Dry	Down Dry	Sub Dry	Sup Crit	Up Crit	Down Crit	Norm Ltd	Inlet Ctrl	
C10	1.00	0.10	0.00	0.00	0.53	0.37	0.00	0.00	0.00	0.00
C1	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
C2	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00
C9	1.00	0.01	0.00	0.00	0.98	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
C48	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00
1	1.00	0.10	0.00	0.00	0.80	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00

\*\*\*\*\*

Conduit Surcharge Summary

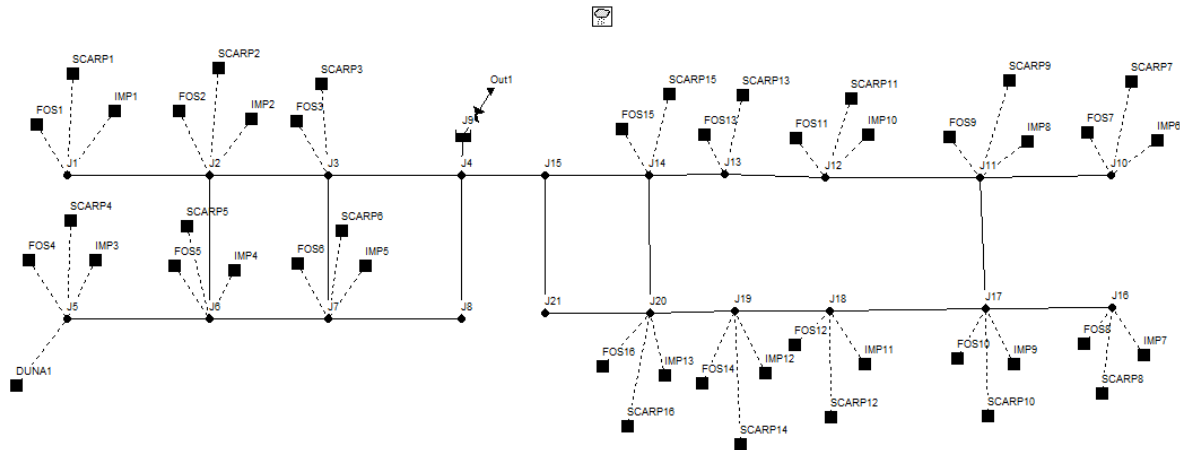
\*\*\*\*\*

Conduit	Hours				
	Hours Full Both Ends	Hours Full Upstream	Hours Full Dnstream	Hours Above Full Capacity Normal Flow	Hours Limited
1	0.01	0.01	0.01	1.80	0.01





## ALLEGATO 2: RISULTATI TRATTO 2 – CANALETTO DELLE PIACENTINE



▪ Durata 1h – TR100 anni

\*\*\*\*\*

Analysis Options

\*\*\*\*\*

Flow Units ..... LPS  
 Process Models:  
 Rainfall/Runoff ..... YES  
 RDII ..... NO  
 Snowmelt ..... NO  
 Groundwater ..... NO  
 Flow Routing ..... YES  
 Ponding Allowed ..... YES  
 Water Quality ..... NO  
 Infiltration Method ..... CURVE\_NUMBER  
 Flow Routing Method ..... DYNWAVE  
 Starting Date ..... JAN-09-2019 00:00:00  
 Ending Date ..... JAN-11-2019 00:00:00  
 Antecedent Dry Days ..... 0.0  
 Report Time Step ..... 00:00:30  
 Wet Time Step ..... 00:00:10  
 Dry Time Step ..... 00:00:10  
 Routing Time Step ..... 1.00 sec  
 Variable Time Step ..... YES  
 Maximum Trials ..... 8  
 Head Tolerance ..... 0.004921 m

\*\*\*\*\*

Element Count

\*\*\*\*\*

Number of rain gages ..... 1  
 Number of subcatchments ... 46  
 Number of nodes ..... 22  
 Number of links ..... 25  
 Number of pollutants ..... 0  
 Number of land uses ..... 0



## PROGETTO DEFINITIVO

ELABORATI GENERALI  
Relazione idrologica-idraulica

\*\*\*\*\*

## Raingage Summary

\*\*\*\*\*

Name	Data Source	Data Type	Recording Interval
Gage1	PARMA-TR100-d3h	VOLUME	6 min.

\*\*\*\*\*

## Subcatchment Summary

\*\*\*\*\*

Name	Area	Width	%Imperv	%Slope	Rain Gage	Outlet
IMP1	0.06	130.00	100.00	2.5000	Gage1	J1
IMP2	0.06	130.00	100.00	2.5000	Gage1	J2
IMP3	0.06	130.00	100.00	2.5000	Gage1	J5
IMP4	0.06	130.00	100.00	2.5000	Gage1	J6
SCARP1	0.05	130.00	0.00	67.0000	Gage1	J1
SCARP2	0.05	130.00	0.00	67.0000	Gage1	J2
SCARP4	0.05	130.00	0.00	67.0000	Gage1	J5
SCARP5	0.05	130.00	0.00	67.0000	Gage1	J6
FOS1	0.04	130.00	0.00	0.0100	Gage1	J1
FOS2	0.04	130.00	0.00	0.0100	Gage1	J2
FOS4	0.04	130.00	0.00	0.0100	Gage1	J5
FOS5	0.04	130.00	0.00	0.0100	Gage1	J6
FOS6	0.06	140.00	0.00	0.0100	Gage1	J7
SCARP6	0.06	140.00	0.00	67.0000	Gage1	J7
IMP5	0.16	140.00	100.00	4.7600	Gage1	J7
FOS3	0.06	140.00	0.00	0.0100	Gage1	J3
SCARP3	0.06	140.00	0.00	67.0000	Gage1	J3
DUNA1	0.08	220.00	0.00	67.0000	Gage1	J5
FOS7	0.04	130.00	0.00	0.0100	Gage1	J10
SCARP7	0.05	130.00	0.00	67.0000	Gage1	J10
IMP6	0.06	130.00	100.00	2.5000	Gage1	J10
FOS8	0.04	130.00	0.00	0.0100	Gage1	J16
SCARP8	0.05	130.00	0.00	67.0000	Gage1	J16
IMP7	0.06	130.00	100.00	2.5000	Gage1	J16
FOS9	0.03	100.00	0.00	0.0100	Gage1	J11
SCARP9	0.04	100.00	0.00	67.0000	Gage1	J11
IMP8	0.05	100.00	100.00	2.5000	Gage1	J11
FOS10	0.03	100.00	0.00	0.0100	Gage1	J17
SCARP10	0.04	100.00	0.00	67.0000	Gage1	J17
IMP9	0.05	100.00	100.00	2.5000	Gage1	J17
FOS11	0.02	50.00	0.00	0.0100	Gage1	J12
SCARP11	0.02	50.00	0.00	67.0000	Gage1	J12
IMP10	0.02	50.00	100.00	2.5000	Gage1	J12
FOS12	0.02	50.00	0.00	0.0100	Gage1	J18
SCARP12	0.02	50.00	0.00	67.0000	Gage1	J18
IMP11	0.02	50.00	100.00	2.5000	Gage1	J18
FOS13	0.02	50.00	0.00	0.0100	Gage1	J13
SCARP13	0.02	50.00	0.00	67.0000	Gage1	J13
FOS14	0.02	50.00	0.00	0.0100	Gage1	J19
SCARP14	0.02	50.00	0.00	67.0000	Gage1	J19
IMP12	0.05	50.00	100.00	2.5000	Gage1	J19
FOS15	0.03	100.00	0.00	0.0100	Gage1	J14
SCARP15	0.04	100.00	0.00	67.0000	Gage1	J14
FOS16	0.03	100.00	0.00	0.0100	Gage1	J20
SCARP16	0.04	100.00	0.00	67.0000	Gage1	J20



## PROGETTO DEFINITIVO

ELABORATI GENERALI  
Relazione idrologica-idraulica

IMP13                    0.10   100.00   100.00   4.7600 Gage1                    J20

\*\*\*\*\*

## Node Summary

\*\*\*\*\*

Name	Type	Invert Elev.	Max. Depth	Ponded Area	External Inflow
J1	JUNCTION	47.07	0.50	0.0	
J2	JUNCTION	47.02	0.60	0.0	
J4	JUNCTION	46.85	1.70	0.0	
J5	JUNCTION	47.12	0.50	0.0	
J6	JUNCTION	47.08	0.60	0.0	
J8	JUNCTION	46.95	0.60	0.0	
J3	JUNCTION	46.90	0.60	0.0	
J7	JUNCTION	47.00	0.60	0.0	
J10	JUNCTION	49.72	0.50	0.0	
J11	JUNCTION	49.64	0.60	0.0	
J12	JUNCTION	48.66	0.50	0.0	
J14	JUNCTION	48.48	0.60	0.0	
J16	JUNCTION	49.72	0.50	0.0	
J17	JUNCTION	49.64	0.60	0.0	
J18	JUNCTION	48.82	0.50	0.0	
J15	JUNCTION	48.25	0.60	0.0	
J19	JUNCTION	48.76	0.50	0.0	
J13	JUNCTION	48.57	0.50	0.0	
J20	JUNCTION	48.65	0.60	0.0	
J21	JUNCTION	48.38	0.60	0.0	
Out1	OUTFALL	46.65	0.00	0.0	
J9	STORAGE	46.65	0.70	0.0	

\*\*\*\*\*

## Link Summary

\*\*\*\*\*

Name	From Node	To Node	Type	Length	%Slope	Roughness
C1	J1	J2	CONDUIT	130.0	0.0385	0.0500
C2	J2	J3	CONDUIT	130.0	0.0923	0.0500
C4	J5	J6	CONDUIT	130.0	0.0308	0.0500
C5	J6	J7	CONDUIT	130.0	0.0615	0.0500
C3	J3	J4	CONDUIT	100.0	0.0500	0.0500
C6	J7	J8	CONDUIT	100.0	0.0500	0.0500
C8	J2	J6	CONDUIT	20.0	-0.3000	0.0125
C9	J3	J7	CONDUIT	20.0	-0.5000	0.0125
C11	J10	J11	CONDUIT	100.0	0.0800	0.0500
C12	J11	J12	CONDUIT	100.0	0.9800	0.0500
C13	J12	J13	CONDUIT	50.0	0.1800	0.0500
C14	J13	J14	CONDUIT	50.0	0.1800	0.0500
C15	J14	J15	CONDUIT	100.0	0.2300	0.0500
C16	J16	J17	CONDUIT	100.0	0.0800	0.0500
C17	J17	J18	CONDUIT	100.0	0.8200	0.0500
C18	J18	J19	CONDUIT	50.0	0.1200	0.0500
C19	J19	J20	CONDUIT	50.0	0.2200	0.0500
C20	J20	J21	CONDUIT	100.0	0.2700	0.0500
C24	J21	J15	CONDUIT	20.0	0.6500	0.0125
C23	J20	J14	CONDUIT	20.0	0.8500	0.0125
C21	J17	J11	CONDUIT	20.0	0.0015	0.0125
C10	J8	J4	CONDUIT	20.0	0.5000	0.0125



RACCORDO TRA LA CISPADANA E LA S.P. 11

TRATTO DA VIA DEI FILAGNI A ROTATORIA TAV S.P. 11 – LOTTO 2

OTTEMPERANTE ALLE PRESCRIZIONI IMPARTITE IN SEDE DI CONFERENZA TECNICA DI SERVIZI

1^ SEDUTA 18/09/2017 – 2^ SEDUTA 11/10/2017

ELABORATI GENERALI  
Relazione idrologica-idraulica

PROGETTO DEFINITIVO

1	J4	J9	CONDUIT	50.0	0.0400	0.0500
3	J15	J4	CONDUIT	40.0	0.5000	0.0125
C7	J9	Out1	ORIFICE			

\*\*\*\*\*

Cross Section Summary

\*\*\*\*\*

Conduit	Shape	Full Depth	Full Area	Hyd. Area	Max. Rad.	No. of Width	Full Barrels	Flow
C1	TRAPEZOIDAL	0.50	0.50	0.26	1.50	1	80.14	
C2	TRAPEZOIDAL	0.50	0.50	0.26	1.50	1	124.16	
C4	TRAPEZOIDAL	0.50	0.50	0.26	1.50	1	71.68	
C5	TRAPEZOIDAL	0.50	0.50	0.26	1.50	1	101.37	
C3	TRAPEZOIDAL	0.50	0.50	0.26	1.50	1	91.38	
C6	TRAPEZOIDAL	0.50	0.50	0.26	1.50	1	91.38	
C8	CIRCULAR	0.60	0.28	0.15	0.60	1	349.78	
C9	CIRCULAR	0.60	0.28	0.15	0.60	1	451.57	
C11	TRAPEZOIDAL	0.50	0.50	0.26	1.50	1	115.58	
C12	TRAPEZOIDAL	0.50	0.50	0.26	1.50	1	404.55	
C13	TRAPEZOIDAL	0.50	0.50	0.26	1.50	1	173.37	
C14	TRAPEZOIDAL	0.50	0.50	0.26	1.50	1	173.37	
C15	TRAPEZOIDAL	0.50	0.50	0.26	1.50	1	195.98	
C16	TRAPEZOIDAL	0.50	0.50	0.26	1.50	1	115.58	
C17	TRAPEZOIDAL	0.50	0.50	0.26	1.50	1	370.05	
C18	TRAPEZOIDAL	0.50	0.50	0.26	1.50	1	141.56	
C19	TRAPEZOIDAL	0.50	0.50	0.26	1.50	1	191.67	
C20	TRAPEZOIDAL	0.50	0.50	0.26	1.50	1	212.34	
C24	CIRCULAR	0.60	0.28	0.15	0.60	1	514.87	
C23	CIRCULAR	0.60	0.28	0.15	0.60	1	588.78	
C21	CIRCULAR	0.60	0.28	0.15	0.60	1	24.93	
C10	CIRCULAR	0.60	0.28	0.15	0.60	1	451.57	
1	TRAPEZOIDAL	0.50	0.50	0.26	1.50	1	81.73	
3	RECT_OPEN	0.50	0.25	0.17	0.50	1	428.33	

Runoff Quantity	Volume hectare-m	Depth mm
Total Precipitation .....	0.146	68.000
Evaporation Loss .....	0.000	0.000
Infiltration Loss .....	0.056	26.161
Surface Runoff .....	0.087	40.696
Final Surface Storage ....	0.002	1.144
Continuity Error (%) .....	-0.002	

Flow Routing Continuity	Volume hectare-m	Volume 10^6 ltr
Dry Weather Inflow .....	0.000	0.000
Wet Weather Inflow .....	0.087	0.873
Groundwater Inflow .....	0.000	0.000
RDII Inflow .....	0.000	0.000
External Inflow .....	0.000	0.000
External Outflow .....	0.082	0.823
Internal Outflow .....	0.003	0.027
Evaporation Loss .....	0.000	0.000
Exfiltration Loss .....	0.000	0.000
Initial Stored Volume ....	0.000	0.000



Final Stored Volume ..... 0.002 0.017  
 Continuity Error (%) ..... 0.701

\*\*\*\*\*  
 Highest Continuity Errors  
 \*\*\*\*\*  
 Node J4 (1.11%)

\*\*\*\*\*  
 Time-Step Critical Elements  
 \*\*\*\*\*  
 None

\*\*\*\*\*  
 Highest Flow Instability Indexes  
 \*\*\*\*\*  
 All links are stable.

\*\*\*\*\*  
 Routing Time Step Summary  
 \*\*\*\*\*  
 Minimum Time Step : 1.00 sec  
 Average Time Step : 1.00 sec  
 Maximum Time Step : 1.00 sec  
 Percent in Steady State : 0.00  
 Average Iterations per Step : 2.00  
 Percent Not Converging : 0.00

\*\*\*\*\*  
 Subcatchment Runoff Summary  
 \*\*\*\*\*

Subcatchment	Total Precip mm	Total Runon mm	Total Evap mm	Total Infil mm	Total Runoff mm	Total Runoff mm	Peak Runoff 10^6 ltr	Runoff 10^6 ltr	Runoff LPS
IMP1	68.00	0.00	0.00	0.00	67.05	0.04	23.44	0.986	
IMP2	68.00	0.00	0.00	0.00	67.05	0.04	23.44	0.986	
IMP3	68.00	0.00	0.00	0.00	67.05	0.04	23.44	0.986	
IMP4	68.00	0.00	0.00	0.00	67.05	0.04	23.44	0.986	
SCARP1	68.00	0.00	0.00	43.19	23.54	0.01	8.04	0.346	
SCARP2	68.00	0.00	0.00	43.19	23.54	0.01	8.04	0.346	
SCARP4	68.00	0.00	0.00	43.19	23.54	0.01	8.04	0.346	
SCARP5	68.00	0.00	0.00	43.19	23.54	0.01	8.04	0.346	
FOS1	68.00	0.00	0.00	51.14	15.59	0.01	4.40	0.229	
FOS2	68.00	0.00	0.00	51.14	15.59	0.01	4.40	0.229	
FOS4	68.00	0.00	0.00	51.14	15.59	0.01	4.40	0.229	
FOS5	68.00	0.00	0.00	51.14	15.59	0.01	4.40	0.229	
FOS6	68.00	0.00	0.00	51.27	15.46	0.01	5.26	0.227	
SCARP6	68.00	0.00	0.00	43.20	23.54	0.01	9.88	0.346	
IMP5	68.00	0.00	0.00	0.00	67.05	0.11	57.73	0.986	
FOS3	68.00	0.00	0.00	51.27	15.46	0.01	5.26	0.227	
SCARP3	68.00	0.00	0.00	43.20	23.54	0.01	9.88	0.346	
DUNA1	68.00	0.00	0.00	43.19	23.55	0.02	12.35	0.346	
FOS7	68.00	0.00	0.00	44.36	22.37	0.01	6.18	0.329	



RACCORDO TRA LA CISPADANA E LA S.P. 11

TRATTO DA VIA DEI FILAGNI A ROTATORIA TAV S.P. 11 – LOTTO 2

OTTEMPERANTE ALLE PRESCRIZIONI IMPARTITE IN SEDE DI CONFERENZA TECNICA DI SERVIZI

1^ SEDUTA 18/09/2017 – 2^ SEDUTA 11/10/2017

ELABORATI GENERALI  
Relazione idrologica-idraulica

PROGETTO DEFINITIVO

SCARP7	68.00	0.00	0.00	34.17	32.57	0.02	10.89	0.479
IMP6	68.00	0.00	0.00	0.00	67.05	0.04	23.44	0.986
FOS8	68.00	0.00	0.00	44.36	22.37	0.01	6.18	0.329
SCARP8	68.00	0.00	0.00	34.17	32.57	0.02	10.89	0.479
IMP7	68.00	0.00	0.00	0.00	67.05	0.04	23.44	0.986
FOS9	68.00	0.00	0.00	44.36	22.37	0.01	4.75	0.329
SCARP9	68.00	0.00	0.00	34.17	32.57	0.01	8.37	0.479
IMP8	68.00	0.00	0.00	0.00	67.05	0.03	18.04	0.986
FOS10	68.00	0.00	0.00	44.36	22.37	0.01	4.75	0.329
SCARP10	68.00	0.00	0.00	34.17	32.57	0.01	8.37	0.479
IMP9	68.00	0.00	0.00	0.00	67.05	0.03	18.04	0.986
FOS11	68.00	0.00	0.00	44.37	22.37	0.00	2.38	0.329
SCARP11	68.00	0.00	0.00	34.17	32.57	0.01	4.18	0.479
IMP10	68.00	0.00	0.00	0.00	67.05	0.02	9.02	0.986
FOS12	68.00	0.00	0.00	44.37	22.37	0.00	2.38	0.329
SCARP12	68.00	0.00	0.00	34.17	32.57	0.01	4.18	0.479
IMP11	68.00	0.00	0.00	0.00	67.05	0.02	9.02	0.986
FOS13	68.00	0.00	0.00	44.37	22.37	0.00	2.38	0.329
SCARP13	68.00	0.00	0.00	34.17	32.57	0.01	4.18	0.479
FOS14	68.00	0.00	0.00	44.37	22.37	0.00	2.38	0.329
SCARP14	68.00	0.00	0.00	34.17	32.57	0.01	4.18	0.479
IMP12	68.00	0.00	0.00	0.00	67.05	0.03	18.04	0.986
FOS15	68.00	0.00	0.00	44.36	22.37	0.01	4.75	0.329
SCARP15	68.00	0.00	0.00	34.17	32.57	0.01	8.37	0.479
FOS16	68.00	0.00	0.00	44.36	22.37	0.01	4.75	0.329
SCARP16	68.00	0.00	0.00	34.17	32.57	0.01	8.37	0.479
IMP13	68.00	0.00	0.00	0.00	67.05	0.07	36.08	0.986

\*\*\*\*\*

Node Depth Summary

\*\*\*\*\*

Node	Type	Average Depth Meters	Maximum Depth Meters	Maximum HGL Meters	Time of Max Occurrence days:hr:min
J1	JUNCTION	0.01	0.44	47.51	0 00:55
J2	JUNCTION	0.02	0.49	47.51	0 00:55
J4	JUNCTION	0.04	0.65	47.50	0 00:53
J5	JUNCTION	0.01	0.39	47.51	0 00:55
J6	JUNCTION	0.01	0.43	47.51	0 00:54
J8	JUNCTION	0.02	0.56	47.51	0 00:53
J3	JUNCTION	0.03	0.60	47.50	0 00:52
J7	JUNCTION	0.01	0.50	47.50	0 00:52
J10	JUNCTION	0.00	0.27	49.99	0 00:36
J11	JUNCTION	0.00	0.19	49.83	0 00:39
J12	JUNCTION	0.01	0.37	49.03	0 00:44
J14	JUNCTION	0.01	0.49	48.97	0 00:42
J16	JUNCTION	0.00	0.27	49.99	0 00:36
J17	JUNCTION	0.00	0.19	49.83	0 00:39
J18	JUNCTION	0.01	0.34	49.16	0 00:42
J15	JUNCTION	0.01	0.28	48.53	0 00:45
J19	JUNCTION	0.01	0.33	49.09	0 00:42
J13	JUNCTION	0.01	0.42	48.99	0 00:43
J20	JUNCTION	0.01	0.32	48.97	0 00:44
J21	JUNCTION	0.00	0.14	48.52	0 00:47
Out1	OUTFALL	0.00	0.00	46.65	0 00:00
J9	STORAGE	0.09	0.39	47.04	0 02:28



\*\*\*\*\*

Node Inflow Summary

\*\*\*\*\*

Node	Type	Maximum Lateral Inflow LPS	Maximum Total Inflow LPS	Time of Max Occurrence days hr:min	Lateral Inflow Volume 10^6 ltr	Total Inflow Volume 10^6 ltr	Flow Balance Error Percent
J1	JUNCTION	33.75	33.75	0 00:34	0.0616	0.0616	-0.764
J2	JUNCTION	33.75	73.55	0 00:36	0.0616	0.168	-0.063
J4	JUNCTION	0.00	212.89	0 00:45	0	0.858	1.124
J5	JUNCTION	46.10	46.10	0 00:34	0.0794	0.0794	-1.152
J6	JUNCTION	33.75	70.91	0 00:36	0.0616	0.142	0.473
J8	JUNCTION	0.00	39.12	0 01:14	0	0.149	0.233
J3	JUNCTION	13.97	103.12	0 00:35	0.0228	0.279	-0.039
J7	JUNCTION	70.15	92.39	0 00:34	0.129	0.227	-0.109
J10	JUNCTION	38.53	38.53	0 00:34	0.0691	0.0691	-0.208
J11	JUNCTION	29.63	67.35	0 00:36	0.0532	0.128	-0.202
J12	JUNCTION	14.82	78.19	0 00:38	0.0266	0.155	0.086
J14	JUNCTION	12.27	237.49	0 00:39	0.02	0.353	-0.106
J16	JUNCTION	38.53	38.53	0 00:34	0.0691	0.0691	-0.207
J17	JUNCTION	29.63	64.72	0 00:36	0.0532	0.122	-0.134
J18	JUNCTION	14.82	72.76	0 00:38	0.0266	0.144	0.237
J15	JUNCTION	0.00	213.40	0 00:45	0	0.458	0.082
J19	JUNCTION	23.84	88.58	0 00:40	0.0431	0.187	-0.072
J13	JUNCTION	6.14	81.92	0 00:42	0.01	0.165	0.232
J20	JUNCTION	47.67	161.13	0 00:38	0.0863	0.277	-0.049
J21	JUNCTION	0.00	60.91	0 00:44	0	0.108	0.139
Out1	OUTFALL	0.00	18.78	0 02:28	0	0.823	0.000
J9	STORAGE	0.00	191.83	0 00:53	0	0.838	-0.296

\*\*\*\*\*

Node Surcharge Summary

\*\*\*\*\*

Surcharging occurs when water rises above the top of the highest conduit.

Node	Type	Max. Height Hours Surcharged	Min. Depth Above Crown Meters	Min. Depth Below Rim Meters
J3	JUNCTION	0.15	0.000	0.000

\*\*\*\*\*

Node Flooding Summary

\*\*\*\*\*

Flooding refers to all water that overflows a node, whether it ponds or not.

Node	Maximum Hours Flooded	Maximum Rate LPS	Total Maximum Time of Max Occurrence days hr:min	Maximum Flood Volume 10^6 ltr	Maximum Pondered Depth Meters
J3	0.15	93.11	0 00:55	0.027	0.000



\*\*\*\*\*

Storage Volume Summary

\*\*\*\*\*

Storage Unit	Average Volume 1000 m3	Avg Pcnt Full	Evap Pcnt Loss	Exfil Pcnt Loss	Maximum Volume 1000 m3	Max Pcnt Full	Time of Max Occurrence days hr:min	Maximum Outflow LPS
J9	0.158	13	0	0	0.680	54	0 02:28	18.78

\*\*\*\*\*

Outfall Loading Summary

\*\*\*\*\*

Outfall Node	Flow Freq Pcnt	Avg Flow LPS	Max Flow LPS	Total Volume 10^6 ltr
Out1	98.99	4.81	18.78	0.823
System	98.99	4.81	18.78	0.823

\*\*\*\*\*

Link Flow Summary

\*\*\*\*\*

Link	Type	Maximum  Flow  LPS	Time of Max Occurrence days hr:min	Maximum  Veloc  m/sec	Max/ Full Flow	Max/ Full Depth
C1	CONDUIT	21.77	0 00:35	0.10	0.27	0.93
C2	CONDUIT	40.58	0 00:37	0.14	0.33	0.99
C4	CONDUIT	38.73	0 00:37	0.17	0.54	0.82
C5	CONDUIT	29.01	0 00:57	0.12	0.29	0.93
C3	CONDUIT	55.25	0 01:24	0.19	0.60	1.00
C6	CONDUIT	39.12	0 01:14	0.15	0.43	1.00
C8	CONDUIT	20.37	0 00:39	0.37	0.06	0.77
C9	CONDUIT	57.38	0 00:32	1.15	0.13	0.92
C11	CONDUIT	36.04	0 00:38	0.22	0.31	0.45
C12	CONDUIT	64.60	0 00:39	0.33	0.16	0.55
C13	CONDUIT	76.29	0 00:42	0.23	0.44	0.79
C14	CONDUIT	92.52	0 00:41	0.23	0.53	0.91
C15	CONDUIT	157.91	0 00:45	0.47	0.81	0.77
C16	CONDUIT	36.03	0 00:38	0.22	0.31	0.45
C17	CONDUIT	59.14	0 00:39	0.30	0.16	0.53
C18	CONDUIT	69.51	0 00:41	0.25	0.49	0.67
C19	CONDUIT	88.57	0 00:43	0.37	0.46	0.65
C20	CONDUIT	60.91	0 00:44	0.37	0.29	0.46
C24	CONDUIT	57.67	0 00:47	0.68	0.11	0.34
C23	CONDUIT	160.63	0 00:37	1.13	0.27	0.66
C21	CONDUIT	2.73	0 00:39	0.04	0.11	0.31
C10	CONDUIT	48.85	0 01:16	0.47	0.11	0.96
1	CONDUIT	191.83	0 00:53	0.63	2.35	0.71
3	CONDUIT	206.37	0 00:48	1.54	0.48	0.54
C7	ORIFICE	18.78	0 02:28		1.00	





\*\*\*\*\*

Flow Classification Summary

\*\*\*\*\*

Conduit	Adjusted /Actual Length	Fraction of Time in Flow Class							Norm Ltd	Inlet Ctrl
		Up Dry	Down Dry	Sub Dry	Sup Crit	Up Crit	Down Crit			
C1	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.94	0.00
C2	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.95	0.00
C4	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
C5	1.00	0.03	0.01	0.00	0.97	0.00	0.00	0.00	0.09	0.00
C3	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.85	0.00
C6	1.00	0.39	0.05	0.00	0.57	0.00	0.00	0.00	0.09	0.00
C8	1.00	0.00	0.03	0.00	0.97	0.00	0.00	0.00	0.95	0.00
C9	1.00	0.00	0.43	0.00	0.56	0.00	0.00	0.00	0.92	0.00
C11	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C12	1.00	0.00	0.06	0.00	0.94	0.00	0.00	0.00	0.99	0.00
C13	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.97	0.00
C14	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.97	0.00
C15	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C16	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C17	1.00	0.00	0.05	0.00	0.95	0.00	0.00	0.00	0.99	0.00
C18	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.98	0.00
C19	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C20	1.00	0.00	0.07	0.00	0.93	0.00	0.00	0.00	0.57	0.00
C24	1.00	0.00	0.05	0.00	0.94	0.00	0.00	0.00	0.93	0.00
C23	1.00	0.00	0.07	0.00	0.93	0.00	0.00	0.00	0.98	0.00
C21	1.00	0.02	0.00	0.00	0.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C10	1.00	0.00	0.59	0.00	0.41	0.00	0.00	0.00	0.89	0.00
1	1.00	0.00	0.00	0.00	0.18	0.00	0.00	0.81	0.02	0.00
3	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00

\*\*\*\*\*

Conduit Surge Summary

\*\*\*\*\*

Conduit	Hours				
	Hours Full Both Ends	Hours Full Upstream	Hours Full Dnstream	Hours Above Full Normal Flow	Hours Above Full Capacity Limited
C3	0.63	0.63	0.64	0.01	0.01
C6	0.08	0.08	0.08	0.01	0.01
1	0.01	0.01	0.01	1.15	0.01

▪ Durata 3h – TR100 anni

Runoff Quantity	Volume Continuity hectare-m	Depth mm
Total Precipitation .....	0.191	89.000
Evaporation Loss .....	0.000	0.000
Infiltration Loss .....	0.065	30.234
Surface Runoff .....	0.124	57.621
Final Surface Storage ....	0.002	1.145



PROGETTO DEFINITIVO

ELABORATI GENERALI  
Relazione idrologica-idraulica

Continuity Error (%) .....	0.000	
*****		
	Volume	Volume
Flow Routing Continuity	hectare-m	10^6 ltr
*****		
Dry Weather Inflow .....	0.000	0.000
Wet Weather Inflow .....	0.124	1.236
Groundwater Inflow .....	0.000	0.000
RDII Inflow .....	0.000	0.000
External Inflow .....	0.000	0.000
External Outflow .....	0.121	1.206
Internal Outflow .....	0.000	0.000
Evaporation Loss .....	0.000	0.000
Exfiltration Loss .....	0.000	0.000
Initial Stored Volume ....	0.000	0.000
Final Stored Volume .....	0.002	0.022
Continuity Error (%) .....	0.634	

\*\*\*\*\*  
Highest Continuity Errors  
\*\*\*\*\*  
Node J4 (1.02%)

\*\*\*\*\*  
Time-Step Critical Elements  
\*\*\*\*\*  
None

\*\*\*\*\*  
Highest Flow Instability Indexes  
\*\*\*\*\*  
All links are stable.

\*\*\*\*\*  
Routing Time Step Summary  
\*\*\*\*\*  
Minimum Time Step : 1.00 sec  
Average Time Step : 1.00 sec  
Maximum Time Step : 1.00 sec  
Percent in Steady State : 0.00  
Average Iterations per Step : 2.00  
Percent Not Converging : 0.00

\*\*\*\*\*  
Subcatchment Runoff Summary  
\*\*\*\*\*

Subcatchment	Total Precip	Total Runon	Total Evap	Total Infil	Total Runoff	Total Runoff	Peak Runoff	Runoff	Coeff
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	10^6 ltr	mm	LPS
IMP1	89.00	0.00	0.00	0.00	88.05	0.06	10.23	0.989	
IMP2	89.00	0.00	0.00	0.00	88.05	0.06	10.23	0.989	
IMP3	89.00	0.00	0.00	0.00	88.05	0.06	10.23	0.989	
IMP4	89.00	0.00	0.00	0.00	88.05	0.06	10.23	0.989	
SCARP1	89.00	0.00	0.00	50.27	37.46	0.02	4.15	0.421	
SCARP2	89.00	0.00	0.00	50.27	37.46	0.02	4.15	0.421	
SCARP4	89.00	0.00	0.00	50.27	37.46	0.02	4.15	0.421	
SCARP5	89.00	0.00	0.00	50.27	37.46	0.02	4.15	0.421	
FOS1	89.00	0.00	0.00	60.32	27.41	0.01	2.72	0.308	



RACCORDO TRA LA CISPADANA E LA S.P. 11

TRATTO DA VIA DEI FILAGNI A ROTATORIA TAV S.P. 11 – LOTTO 2

OTTEMPERANTE ALLE PRESCRIZIONI IMPARTITE IN SEDE DI CONFERENZA TECNICA DI SERVIZI

1^ SEDUTA 18/09/2017 – 2^ SEDUTA 11/10/2017

ELABORATI GENERALI  
Relazione idrologica-idraulica

PROGETTO DEFINITIVO

FOS2	89.00	0.00	0.00	60.32	27.41	0.01	2.72	0.308
FOS4	89.00	0.00	0.00	60.32	27.41	0.01	2.72	0.308
FOS5	89.00	0.00	0.00	60.32	27.41	0.01	2.72	0.308
FOS6	89.00	0.00	0.00	60.39	27.34	0.02	3.32	0.307
SCARP6	89.00	0.00	0.00	50.28	37.46	0.02	5.10	0.421
IMP5	89.00	0.00	0.00	0.00	88.05	0.14	25.19	0.989
FOS3	89.00	0.00	0.00	60.39	27.34	0.02	3.32	0.307
SCARP3	89.00	0.00	0.00	50.28	37.46	0.02	5.10	0.421
DUNA1	89.00	0.00	0.00	50.27	37.46	0.03	6.37	0.421
FOS7	89.00	0.00	0.00	50.87	36.86	0.02	3.58	0.414
SCARP7	89.00	0.00	0.00	38.36	49.37	0.02	5.38	0.555
IMP6	89.00	0.00	0.00	0.00	88.05	0.06	10.23	0.989
FOS8	89.00	0.00	0.00	50.87	36.86	0.02	3.58	0.414
SCARP8	89.00	0.00	0.00	38.36	49.37	0.02	5.38	0.555
IMP7	89.00	0.00	0.00	0.00	88.05	0.06	10.23	0.989
FOS9	89.00	0.00	0.00	50.87	36.86	0.01	2.75	0.414
SCARP9	89.00	0.00	0.00	38.36	49.37	0.02	4.13	0.555
IMP8	89.00	0.00	0.00	0.00	88.05	0.04	7.87	0.989
FOS10	89.00	0.00	0.00	50.87	36.86	0.01	2.75	0.414
SCARP10	89.00	0.00	0.00	38.36	49.37	0.02	4.13	0.555
IMP9	89.00	0.00	0.00	0.00	88.05	0.04	7.87	0.989
FOS11	89.00	0.00	0.00	50.87	36.86	0.01	1.38	0.414
SCARP11	89.00	0.00	0.00	38.36	49.37	0.01	2.07	0.555
IMP10	89.00	0.00	0.00	0.00	88.05	0.02	3.94	0.989
FOS12	89.00	0.00	0.00	50.87	36.86	0.01	1.38	0.414
SCARP12	89.00	0.00	0.00	38.36	49.37	0.01	2.07	0.555
IMP11	89.00	0.00	0.00	0.00	88.05	0.02	3.94	0.989
FOS13	89.00	0.00	0.00	50.87	36.86	0.01	1.38	0.414
SCARP13	89.00	0.00	0.00	38.36	49.37	0.01	2.07	0.555
FOS14	89.00	0.00	0.00	50.87	36.86	0.01	1.38	0.414
SCARP14	89.00	0.00	0.00	38.36	49.37	0.01	2.07	0.555
IMP12	89.00	0.00	0.00	0.00	88.05	0.04	7.87	0.989
FOS15	89.00	0.00	0.00	50.87	36.86	0.01	2.75	0.414
SCARP15	89.00	0.00	0.00	38.36	49.37	0.02	4.13	0.555
FOS16	89.00	0.00	0.00	50.87	36.86	0.01	2.75	0.414
SCARP16	89.00	0.00	0.00	38.36	49.37	0.02	4.13	0.555
IMP13	89.00	0.00	0.00	0.00	88.05	0.09	15.74	0.989

\*\*\*\*\*

Node Depth Summary

\*\*\*\*\*

Node	Type	Average Depth Meters	Maximum Depth Meters	Maximum HGL Meters	Time of Max Occurrence days hr:min
J1	JUNCTION	0.02	0.38	47.45	0 02:18
J2	JUNCTION	0.03	0.42	47.44	0 02:18
J4	JUNCTION	0.07	0.58	47.43	0 02:17
J5	JUNCTION	0.02	0.33	47.45	0 02:18
J6	JUNCTION	0.02	0.36	47.44	0 02:18
J8	JUNCTION	0.04	0.48	47.43	0 02:18
J3	JUNCTION	0.06	0.54	47.44	0 02:19
J7	JUNCTION	0.03	0.44	47.44	0 02:18
J10	JUNCTION	0.01	0.19	49.91	0 01:42
J11	JUNCTION	0.01	0.13	49.77	0 01:44
J12	JUNCTION	0.01	0.27	48.93	0 01:50
J14	JUNCTION	0.02	0.41	48.89	0 01:51
J16	JUNCTION	0.01	0.19	49.91	0 01:42
J17	JUNCTION	0.01	0.13	49.77	0 01:44
J18	JUNCTION	0.01	0.25	49.07	0 01:48

RACCORDO TRA LA CISPADANA E LA S.P. 11  
 TRATTO DA VIA DEI FILAGNI A ROTATORIA TAV S.P. 11 – LOTTO 2



OTTEMPERANTE ALLE PRESCRIZIONI IMPARTITE IN SEDE DI CONFERENZA TECNICA DI SERVIZI

1^ SEDUTA 18/09/2017 – 2^ SEDUTA 11/10/2017

PROGETTO DEFINITIVO

ELABORATI GENERALI  
 Relazione idrologica-idraulica

J15	JUNCTION	0.01	0.19	48.44	0	01:54
J19	JUNCTION	0.01	0.24	49.00	0	01:49
J13	JUNCTION	0.01	0.33	48.90	0	01:52
J20	JUNCTION	0.01	0.24	48.89	0	01:53
J21	JUNCTION	0.00	0.10	48.48	0	01:53
Out1	OUTFALL	0.00	0.00	46.65	0	00:00
J9	STORAGE	0.14	0.54	47.19	0	03:36

\*\*\*\*\*

Node Inflow Summary

\*\*\*\*\*

Node	Type	Maximum		Time of Max Occurrence	Lateral Inflow Volume	Total Inflow Volume	Flow Balance Error
		Lateral Inflow LPS	Maximum LPS				
J1	JUNCTION	16.87	16.87	0 01:42	0.0873	0.0873	-0.286
J2	JUNCTION	16.87	36.83	0 01:41	0.0873	0.238	-0.087
J4	JUNCTION	0.00	174.74	0 02:06	0	1.24	1.033
J5	JUNCTION	23.23	23.23	0 01:42	0.116	0.116	-0.465
J6	JUNCTION	16.87	35.97	0 01:42	0.0873	0.203	0.151
J8	JUNCTION	0.00	36.15	0 02:40	0	0.222	0.053
J3	JUNCTION	8.26	48.29	0 01:45	0.0378	0.373	0.051
J7	JUNCTION	33.28	48.00	0 01:42	0.177	0.316	0.004
J10	JUNCTION	19.05	19.05	0 01:42	0.0974	0.0974	-0.036
J11	JUNCTION	14.65	34.61	0 01:42	0.0749	0.18	-0.034
J12	JUNCTION	7.33	40.94	0 01:42	0.0375	0.217	0.000
J14	JUNCTION	6.77	169.81	0 01:48	0.0314	0.554	-0.071
J16	JUNCTION	19.05	19.05	0 01:42	0.0974	0.0974	-0.036
J17	JUNCTION	14.65	33.20	0 01:42	0.0749	0.172	-0.025
J18	JUNCTION	7.33	38.11	0 01:42	0.0375	0.202	0.042
J15	JUNCTION	0.00	126.37	0 01:54	0	0.644	0.033
J19	JUNCTION	11.26	48.33	0 01:48	0.0592	0.261	-0.015
J13	JUNCTION	3.39	46.29	0 01:48	0.0157	0.233	0.127
J20	JUNCTION	22.52	114.65	0 01:46	0.118	0.419	-0.041
J21	JUNCTION	0.00	32.56	0 01:53	0	0.129	0.159
Out1	OUTFALL	0.00	22.66	0 03:36	0	1.21	0.000
J9	STORAGE	0.00	171.37	0 02:18	0	1.22	-0.355

\*\*\*\*\*

Node Surcharge Summary

\*\*\*\*\*

No nodes were surcharged.

\*\*\*\*\*

Node Flooding Summary

\*\*\*\*\*

No nodes were flooded.

\*\*\*\*\*

Storage Volume Summary

\*\*\*\*\*

Storage Unit	Average			Maximum Volume	Max Pcnt	Time of Max Occurrence	Maximum Outflow LPS
	Volume 1000 m3	Evap Pcnt Full	Exfil Pcnt Loss				

RACCORDO TRA LA CISPADANA E LA S.P. 11  
 TRATTO DA VIA DEI FILAGNI A ROTATORIA TAV S.P. 11 – LOTTO 2



OTTEMPERANTE ALLE PRESCRIZIONI IMPARTITE IN SEDE DI CONFERENZA TECNICA DI SERVIZI  
 1^ SEDUTA 18/09/2017 – 2^ SEDUTA 11/10/2017

PROGETTO DEFINITIVO

ELABORATI GENERALI  
 Relazione idrologica-idraulica

J9 0.246 20 0 0 0.957 77 0 03:36 22.66

\*\*\*\*\*  
 Outfall Loading Summary  
 \*\*\*\*\*

Outfall Node	Flow Freq Pcnt	Avg Flow LPS	Max Flow LPS	Total Volume 10^6 ltr
Out1	97.99	7.12	22.66	1.206
System	97.99	7.12	22.66	1.206

\*\*\*\*\*  
 Link Flow Summary  
 \*\*\*\*\*

Link	Type	Maximum  Flow  LPS	Time of Occurrence days hr:min	Maximum  Veloc  m/sec	Max/ Full Flow	Max/ Full Depth
C1	CONDUIT	11.25	0 01:48	0.06	0.14	0.80
C2	CONDUIT	31.73	0 02:44	0.10	0.26	0.92
C4	CONDUIT	19.14	0 01:42	0.11	0.27	0.70
C5	CONDUIT	21.34	0 02:43	0.08	0.21	0.80
C3	CONDUIT	54.79	0 02:47	0.12	0.60	1.00
C6	CONDUIT	36.15	0 02:40	0.10	0.40	0.92
C8	CONDUIT	9.15	0 01:41	0.25	0.03	0.66
C9	CONDUIT	18.12	0 01:13	0.77	0.04	0.81
C11	CONDUIT	18.58	0 01:42	0.17	0.16	0.32
C12	CONDUIT	33.77	0 01:44	0.25	0.08	0.40
C13	CONDUIT	43.01	0 01:51	0.19	0.25	0.60
C14	CONDUIT	59.65	0 01:50	0.21	0.34	0.74
C15	CONDUIT	99.56	0 01:54	0.42	0.51	0.60
C16	CONDUIT	18.58	0 01:42	0.17	0.16	0.32
C17	CONDUIT	30.93	0 01:44	0.24	0.08	0.38
C18	CONDUIT	37.65	0 01:48	0.21	0.27	0.49
C19	CONDUIT	49.39	0 01:49	0.31	0.26	0.48
C20	CONDUIT	32.56	0 01:53	0.30	0.15	0.33
C24	CONDUIT	28.83	0 01:53	0.58	0.06	0.23
C23	CONDUIT	120.66	0 01:48	0.88	0.20	0.50
C21	CONDUIT	1.42	0 01:43	0.03	0.06	0.22
C10	CONDUIT	42.33	0 02:42	0.33	0.09	0.88
1	CONDUIT	171.37	0 02:18	0.58	2.10	0.76
3	CONDUIT	119.77	0 01:55	1.31	0.28	0.37
C7	ORIFICE	22.66	0 03:36		1.00	

\*\*\*\*\*  
 Flow Classification Summary  
 \*\*\*\*\*

Conduit	Adjusted /Actual Length	Up Dry	Down Dry	Sub Dry	Sup Crit	Up Crit	Down Crit	Norm Ltd	Inlet Ctrl
C1	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.84	0.00
C2	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.83	0.00
C4	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.10	0.00
C5	1.00	0.04	0.01	0.00	0.95	0.00	0.00	0.21	0.00



C3	1.00	0.01	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	0.00	0.73	0.00
C6	1.00	0.36	0.03	0.00	0.61	0.00	0.00	0.00	0.11	0.00
C8	1.00	0.00	0.05	0.00	0.95	0.00	0.00	0.00	0.87	0.00
C9	1.00	0.00	0.39	0.00	0.60	0.01	0.00	0.00	0.80	0.00
C11	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C12	1.00	0.00	0.05	0.00	0.95	0.00	0.00	0.00	0.99	0.00
C13	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.94	0.00
C14	1.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	0.00	0.94	0.00
C15	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C16	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C17	1.00	0.00	0.03	0.00	0.97	0.00	0.00	0.00	0.99	0.00
C18	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.95	0.00
C19	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
C20	1.00	0.00	0.07	0.00	0.93	0.00	0.00	0.00	0.53	0.00
C24	1.00	0.01	0.05	0.00	0.93	0.01	0.00	0.00	0.92	0.00
C23	1.00	0.00	0.07	0.00	0.92	0.01	0.00	0.00	0.95	0.00
C21	1.00	0.01	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C10	1.00	0.01	0.51	0.00	0.48	0.00	0.00	0.00	0.77	0.00
1	1.00	0.01	0.00	0.00	0.28	0.00	0.00	0.71	0.02	0.00
3	1.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00

\*\*\*\*\*  
Conduit Surcharge Summary  
\*\*\*\*\*

Conduit	Hours		Hours		Capacity Normal Flow	Limited
	Hours Full Both Ends	Upstream	Above Full Dnstream	Capacity		
C3	0.75	0.75	0.75	0.01	0.01	
1	0.01	0.01	0.01	1.76	0.01	

▪ Durata 6h – TR100 anni

Runoff Quantity	Volume hectare-m	Depth mm
Total Precipitation .....	0.225	105.000
Evaporation Loss .....	0.000	0.000
Infiltration Loss .....	0.070	32.863
Surface Runoff .....	0.152	70.992
Final Surface Storage ....	0.002	1.146
Continuity Error (%) .....	0.000	

Flow Routing Continuity	Volume hectare-m	Volume 10^6 ltr
Dry Weather Inflow .....	0.000	0.000
Wet Weather Inflow .....	0.152	1.523
Groundwater Inflow .....	0.000	0.000
RDII Inflow .....	0.000	0.000
External Inflow .....	0.000	0.000
External Outflow .....	0.149	1.491
Internal Outflow .....	0.000	0.000
Evaporation Loss .....	0.000	0.000
Exfiltration Loss .....	0.000	0.000
Initial Stored Volume ....	0.000	0.000



PROGETTO DEFINITIVO

Final Stored Volume ..... 0.003 0.028  
Continuity Error (%) ..... 0.287

\*\*\*\*\*

Time-Step Critical Elements

\*\*\*\*\*

None

\*\*\*\*\*

Highest Flow Instability Indexes

\*\*\*\*\*

All links are stable.

\*\*\*\*\*

Routing Time Step Summary

\*\*\*\*\*

Minimum Time Step : 1.00 sec  
Average Time Step : 1.00 sec  
Maximum Time Step : 1.00 sec  
Percent in Steady State : 0.00  
Average Iterations per Step : 2.00  
Percent Not Converging : 0.00

\*\*\*\*\*

Subcatchment Runoff Summary

\*\*\*\*\*

Subcatchment	Total Precip mm	Total Runon mm	Total Evap mm	Total Infil mm	Total Runoff mm	Total Runoff mm	Peak Runoff 10^6 ltr	Runoff Coeff LPS
IMP1	105.00	0.00	0.00	0.00	104.05	0.07	6.03	0.991
IMP2	105.00	0.00	0.00	0.00	104.05	0.07	6.03	0.991
IMP3	105.00	0.00	0.00	0.00	104.05	0.07	6.03	0.991
IMP4	105.00	0.00	0.00	0.00	104.05	0.07	6.03	0.991
SCARP1	105.00	0.00	0.00	54.74	48.99	0.02	2.68	0.467
SCARP2	105.00	0.00	0.00	54.74	48.99	0.02	2.68	0.467
SCARP4	105.00	0.00	0.00	54.74	48.99	0.02	2.68	0.467
SCARP5	105.00	0.00	0.00	54.74	48.99	0.02	2.68	0.467
FOS1	105.00	0.00	0.00	66.55	37.18	0.02	1.83	0.354
FOS2	105.00	0.00	0.00	66.55	37.18	0.02	1.83	0.354
FOS4	105.00	0.00	0.00	66.55	37.18	0.02	1.83	0.354
FOS5	105.00	0.00	0.00	66.55	37.18	0.02	1.83	0.354
FOS6	105.00	0.00	0.00	66.60	37.14	0.02	2.25	0.354
SCARP6	105.00	0.00	0.00	54.74	48.99	0.03	3.29	0.467
IMP5	105.00	0.00	0.00	0.00	104.05	0.16	14.86	0.991
FOS3	105.00	0.00	0.00	66.60	37.14	0.02	2.25	0.354
SCARP3	105.00	0.00	0.00	54.74	48.99	0.03	3.29	0.467
DUNA1	105.00	0.00	0.00	54.74	48.99	0.04	4.11	0.467
FOS7	105.00	0.00	0.00	55.13	48.60	0.02	2.36	0.463
SCARP7	105.00	0.00	0.00	40.86	62.87	0.03	3.38	0.599
IMP6	105.00	0.00	0.00	0.00	104.05	0.07	6.03	0.991
FOS8	105.00	0.00	0.00	55.13	48.60	0.02	2.36	0.463
SCARP8	105.00	0.00	0.00	40.86	62.87	0.03	3.38	0.599
IMP7	105.00	0.00	0.00	0.00	104.05	0.07	6.03	0.991
FOS9	105.00	0.00	0.00	55.13	48.60	0.02	1.81	0.463
SCARP9	105.00	0.00	0.00	40.86	62.87	0.02	2.60	0.599
IMP8	105.00	0.00	0.00	0.00	104.05	0.05	4.64	0.991
FOS10	105.00	0.00	0.00	55.13	48.60	0.02	1.81	0.463
SCARP10	105.00	0.00	0.00	40.86	62.87	0.02	2.60	0.599
IMP9	105.00	0.00	0.00	0.00	104.05	0.05	4.64	0.991

RACCORDO TRA LA CISPADANA E LA S.P. 11  
 TRATTO DA VIA DEI FILAGNI A ROTATORIA TAV S.P. 11 – LOTTO 2



OTTEMPERANTE ALLE PRESCRIZIONI IMPARTITE IN SEDE DI CONFERENZA TECNICA DI SERVIZI

1^ SEDUTA 18/09/2017 – 2^ SEDUTA 11/10/2017

ELABORATI GENERALI  
 Relazione idrologica-idraulica

PROGETTO DEFINITIVO

FOS11	105.00	0.00	0.00	55.13	48.60	0.01	0.91	0.463
SCARP11	105.00	0.00	0.00	40.86	62.87	0.01	1.30	0.599
IMP10	105.00	0.00	0.00	0.00	104.05	0.03	2.32	0.991
FOS12	105.00	0.00	0.00	55.13	48.60	0.01	0.91	0.463
SCARP12	105.00	0.00	0.00	40.86	62.87	0.01	1.30	0.599
IMP11	105.00	0.00	0.00	0.00	104.05	0.03	2.32	0.991
FOS13	105.00	0.00	0.00	55.13	48.60	0.01	0.91	0.463
SCARP13	105.00	0.00	0.00	40.86	62.87	0.01	1.30	0.599
FOS14	105.00	0.00	0.00	55.13	48.60	0.01	0.91	0.463
SCARP14	105.00	0.00	0.00	40.86	62.87	0.01	1.30	0.599
IMP12	105.00	0.00	0.00	0.00	104.05	0.05	4.64	0.991
FOS15	105.00	0.00	0.00	55.13	48.60	0.02	1.81	0.463
SCARP15	105.00	0.00	0.00	40.86	62.87	0.02	2.60	0.599
FOS16	105.00	0.00	0.00	55.13	48.60	0.02	1.81	0.463
SCARP16	105.00	0.00	0.00	40.86	62.87	0.02	2.60	0.599
IMP13	105.00	0.00	0.00	0.00	104.05	0.10	9.29	0.991

\*\*\*\*\*

Node Depth Summary

\*\*\*\*\*

Node	Type	Average Depth Meters	Maximum Depth Meters	Maximum HGL Meters	Time of Max Occurrence days hr:min
J1	JUNCTION	0.03	0.28	47.35	0 03:55
J2	JUNCTION	0.05	0.33	47.35	0 03:54
J4	JUNCTION	0.10	0.47	47.32	0 03:51
J5	JUNCTION	0.03	0.25	47.37	0 03:48
J6	JUNCTION	0.03	0.27	47.35	0 03:56
J8	JUNCTION	0.06	0.37	47.32	0 03:51
J3	JUNCTION	0.08	0.44	47.34	0 03:53
J7	JUNCTION	0.05	0.34	47.34	0 03:52
J10	JUNCTION	0.01	0.15	49.87	0 03:24
J11	JUNCTION	0.01	0.10	49.74	0 03:24
J12	JUNCTION	0.02	0.20	48.86	0 03:28
J14	JUNCTION	0.03	0.34	48.82	0 03:32
J16	JUNCTION	0.01	0.15	49.87	0 03:24
J17	JUNCTION	0.01	0.10	49.74	0 03:24
J18	JUNCTION	0.02	0.19	49.01	0 03:25
J15	JUNCTION	0.01	0.14	48.39	0 03:36
J19	JUNCTION	0.02	0.20	48.96	0 03:24
J13	JUNCTION	0.02	0.26	48.83	0 03:33
J20	JUNCTION	0.01	0.17	48.82	0 03:31
J21	JUNCTION	0.01	0.07	48.45	0 03:34
Out1	OUTFALL	0.00	0.00	46.65	0 00:00
J9	STORAGE	0.18	0.61	47.26	0 06:06

\*\*\*\*\*

Node Inflow Summary

\*\*\*\*\*

Node	Type	Maximum Lateral Inflow LPS	Maximum Total Inflow LPS	Maximum Time of Max Occurrence days hr:min	Lateral Inflow Volume 10^6 ltr	Total Inflow Volume 10^6 ltr	Flow Balance Error Percent
J1	JUNCTION	10.51	10.51	0 03:24	0.108	0.108	-0.154
J2	JUNCTION	10.51	25.72	0 03:24	0.108	0.304	-0.073
J4	JUNCTION	0.00	133.95	0 03:48	0	1.52	0.648
J5	JUNCTION	14.62	14.62	0 03:24	0.145	0.145	-0.248





PROGETTO DEFINITIVO

ELABORATI GENERALI  
Relazione idrologica-idraulica

J6	JUNCTION	10.51	23.64	0	03:24	0.108	0.253	0.061
J8	JUNCTION	0.00	25.11	0	04:12	0	0.254	0.044
J3	JUNCTION	5.49	38.74	0	04:11	0.0501	0.48	0.047
J7	JUNCTION	20.34	33.71	0	03:36	0.215	0.378	0.004
J10	JUNCTION	11.77	11.77	0	03:24	0.12	0.12	-0.011
J11	JUNCTION	9.05	21.58	0	03:24	0.0919	0.221	-0.007
J12	JUNCTION	4.53	25.89	0	03:24	0.046	0.267	-0.004
J14	JUNCTION	4.40	116.36	0	03:31	0.0405	0.678	-0.037
J16	JUNCTION	11.77	11.77	0	03:24	0.12	0.12	-0.011
J17	JUNCTION	9.05	20.69	0	03:24	0.0919	0.211	-0.008
J18	JUNCTION	4.53	24.11	0	03:24	0.046	0.248	0.013
J15	JUNCTION	0.00	79.98	0	03:32	0	0.791	0.014
J19	JUNCTION	6.85	30.58	0	03:23	0.0717	0.32	-0.005
J13	JUNCTION	2.20	28.76	0	03:29	0.0203	0.287	0.054
J20	JUNCTION	13.69	67.76	0	03:30	0.143	0.486	-0.010
J21	JUNCTION	0.00	18.06	0	03:34	0	0.136	0.087
Out1	OUTFALL	0.00	24.13	0	06:06	0	1.49	0.000
J9	STORAGE	0.00	134.06	0	04:09	0	1.51	-0.335

Node Surcharge Summary

No nodes were surcharged.

Node Flooding Summary

No nodes were flooded.

Storage Volume Summary

Storage Unit	Average Volume 1000 m3	Avg Evap Pcnt Full	Exfil Pcnt Loss	Maximum Volume 1000 m3	Max Pcnt Full	Time of Max Occurrence days hr:min	Maximum Outflow LPS
J9	0.316	25	0	1.078	86	0 06:06	24.13

Outfall Loading Summary

Outfall Node	Flow Freq Pcnt	Avg Flow LPS	Max Flow LPS	Total Volume 10^6 ltr
Out1	96.84	8.91	24.13	1.491
System	96.84	8.91	24.13	1.491

Link Flow Summary

Link	Type	Maximum  Flow  LPS	Time of Max Occurrence days hr:min	Maximum  Veloc  m/sec	Max/ Full Flow	Max/ Full Depth
C1	CONDUIT	9.04	0 03:48	0.05	0.11	0.61
C2	CONDUIT	25.23	0 04:13	0.09	0.20	0.77
C4	CONDUIT	13.15	0 03:24	0.09	0.18	0.51
C5	CONDUIT	15.97	0 04:13	0.07	0.16	0.61
C3	CONDUIT	41.06	0 04:12	0.10	0.45	0.91



PROGETTO DEFINITIVO

ELABORATI GENERALI  
Relazione idrologica-idraulica

C6	CONDUIT	25.11	0	04:12	0.09	0.27	0.71
C8	CONDUIT	6.61	0	03:24	0.20	0.02	0.50
C9	CONDUIT	10.55	0	03:23	0.62	0.02	0.64
C11	CONDUIT	11.64	0	03:24	0.15	0.10	0.25
C12	CONDUIT	21.38	0	03:24	0.22	0.05	0.30
C13	CONDUIT	26.64	0	03:29	0.16	0.15	0.47
C14	CONDUIT	36.94	0	03:31	0.17	0.21	0.60
C15	CONDUIT	65.10	0	03:32	0.37	0.33	0.48
C16	CONDUIT	11.64	0	03:24	0.15	0.10	0.25
C17	CONDUIT	19.59	0	03:24	0.21	0.05	0.29
C18	CONDUIT	23.88	0	03:26	0.18	0.17	0.39
C19	CONDUIT	31.76	0	03:25	0.27	0.17	0.36
C20	CONDUIT	18.06	0	03:34	0.24	0.09	0.24
C24	CONDUIT	15.86	0	03:34	0.50	0.03	0.17
C23	CONDUIT	83.14	0	03:31	0.78	0.14	0.40
C21	CONDUIT	0.89	0	03:24	0.03	0.04	0.17
C10	CONDUIT	27.09	0	04:17	0.26	0.06	0.71
1	CONDUIT	134.06	0	04:09	0.50	1.64	0.84
3	CONDUIT	76.48	0	03:36	1.13	0.18	0.27
C7	ORIFICE	24.13	0	06:06			1.00

\*\*\*\*\*

Flow Classification Summary

\*\*\*\*\*

Conduit	Adjusted /Actual Length	----- Fraction of Time in Flow Class -----								
		Up Dry	Down Dry	Sub Dry	Sup Crit	Up Crit	Down Crit	Norm Ltd	Inlet Ctrl	
C1	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.00
C2	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.74	0.00
C4	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00
C5	1.00	0.05	0.01	0.00	0.95	0.00	0.00	0.00	0.23	0.00
C3	1.00	0.01	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	0.00	0.63	0.00
C6	1.00	0.28	0.03	0.00	0.69	0.00	0.00	0.00	0.11	0.00
C8	1.00	0.00	0.05	0.00	0.95	0.00	0.00	0.00	0.78	0.00
C9	1.00	0.00	0.30	0.00	0.68	0.01	0.00	0.00	0.71	0.00
C11	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C12	1.00	0.00	0.02	0.00	0.98	0.00	0.00	0.00	0.98	0.00
C13	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.90	0.00
C14	1.00	0.01	0.01	0.00	0.99	0.00	0.00	0.00	0.89	0.00
C15	1.00	0.01	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C16	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C17	1.00	0.00	0.01	0.00	0.99	0.00	0.00	0.00	0.98	0.00
C18	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.91	0.00
C19	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00
C20	1.00	0.00	0.06	0.00	0.93	0.00	0.00	0.00	0.47	0.00
C24	1.00	0.01	0.05	0.00	0.93	0.01	0.00	0.00	0.91	0.00
C23	1.00	0.00	0.06	0.00	0.92	0.01	0.00	0.00	0.93	0.00
C21	1.00	0.01	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C10	1.00	0.01	0.42	0.00	0.56	0.00	0.00	0.00	0.67	0.00
1	1.00	0.02	0.00	0.00	0.35	0.00	0.00	0.63	0.02	0.00
3	1.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00

\*\*\*\*\*

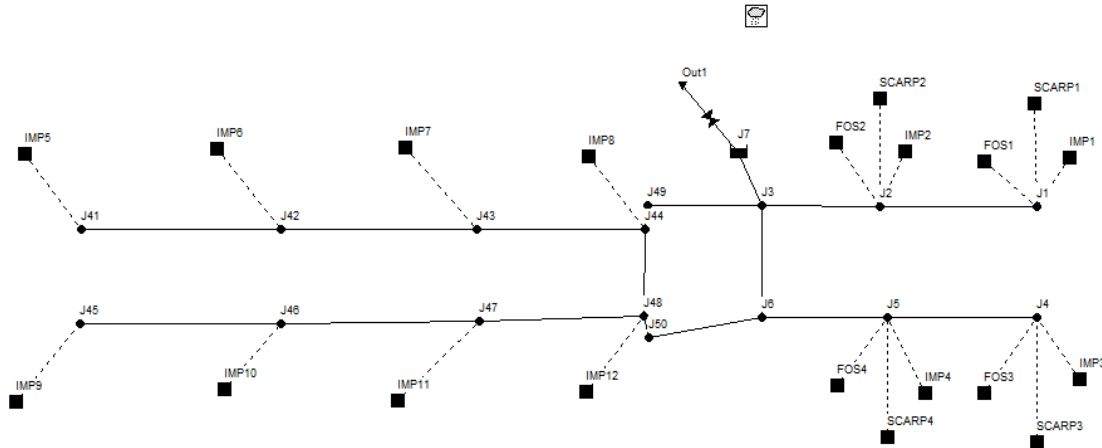
Conduit Surge Summary

\*\*\*\*\*

Conduit	----- Hours -----				
	Hours Full Both Ends	Hours Upstream	Hours Dnstream	Hours Above Full Capacity	Hours Normal Flow Limited
1	0.01	0.01	0.01	2.22	0.01



## ALLEGATO 3: RISULTATI TRATTO 3 – SCOLINA ALLA PK 1+428.60



- Durata 1h – TR100 anni

\*\*\*\*\*

Analysis Options

\*\*\*\*\*

Flow Units ..... LPS  
 Process Models:  
 Rainfall/Runoff ..... YES  
 RDII ..... NO  
 Snowmelt ..... NO  
 Groundwater ..... NO  
 Flow Routing ..... YES  
 Ponding Allowed ..... YES  
 Water Quality ..... NO  
 Infiltration Method ..... CURVE\_NUMBER  
 Flow Routing Method ..... DYNWAVE  
 Starting Date ..... JAN-09-2019 00:00:00  
 Ending Date ..... JAN-11-2019 00:00:00  
 Antecedent Dry Days ..... 0.0  
 Report Time Step ..... 00:00:30  
 Wet Time Step ..... 00:00:10  
 Dry Time Step ..... 00:00:10  
 Routing Time Step ..... 1.00 sec  
 Variable Time Step ..... YES  
 Maximum Trials ..... 8  
 Head Tolerance ..... 0.004921 m

\*\*\*\*\*

Element Count

\*\*\*\*\*

Number of rain gages ..... 1  
 Number of subcatchments ... 20  
 Number of nodes ..... 18  
 Number of links ..... 18



RACCORDO TRA LA CISPADANA E LA S.P. 11

TRATTO DA VIA DEI FILAGNI A ROTATORIA TAV S.P. 11 – LOTTO 2

OTTEMPERANTE ALLE PRESCRIZIONI IMPARTITE IN SEDE DI CONFERENZA TECNICA DI SERVIZI

1^ SEDUTA 18/09/2017 – 2^ SEDUTA 11/10/2017

ELABORATI GENERALI  
Relazione idrologica-idraulica

PROGETTO DEFINITIVO

Number of pollutants ..... 0  
Number of land uses ..... 0

\*\*\*\*\*

Raingage Summary

\*\*\*\*\*

Name	Data Source	Data Type	Recording Interval
Gage1	PARMA-TR100-d_1h	VOLUME	2 min.

\*\*\*\*\*

Subcatchment Summary

\*\*\*\*\*

Name	Area	Width	%Imperv	%Slope	Rain Gage	Outlet
IMP1	0.03	70.00	100.00	2.5000	Gage1	J1
IMP2	0.03	70.00	100.00	2.5000	Gage1	J2
IMP3	0.03	70.00	100.00	2.5000	Gage1	J4
IMP4	0.03	70.00	100.00	2.5000	Gage1	J5
SCARP1	0.02	70.00	0.00	67.0000	Gage1	J1
SCARP2	0.02	70.00	0.00	67.0000	Gage1	J2
SCARP3	0.02	70.00	0.00	67.0000	Gage1	J4
SCARP4	0.02	70.00	0.00	67.0000	Gage1	J5
FOS1	0.02	70.00	0.00	0.0100	Gage1	J1
FOS2	0.02	70.00	0.00	0.0100	Gage1	J2
FOS3	0.02	70.00	0.00	0.0100	Gage1	J4
FOS4	0.02	70.00	0.00	0.0100	Gage1	J5
IMP5	0.03	70.00	100.00	2.5000	Gage1	J41
IMP6	0.03	70.00	100.00	2.5000	Gage1	J42
IMP7	0.03	70.00	100.00	2.5000	Gage1	J43
IMP8	0.03	70.00	100.00	2.5000	Gage1	J44
IMP9	0.03	70.00	100.00	2.5000	Gage1	J45
IMP10	0.03	70.00	100.00	2.5000	Gage1	J46
IMP11	0.03	70.00	100.00	2.5000	Gage1	J47
IMP12	0.03	70.00	100.00	2.5000	Gage1	J48

\*\*\*\*\*

Node Summary

\*\*\*\*\*

Name	Type	Invert Elev.	Max. Depth	Ponded Area	External Inflow
J1	JUNCTION	46.83	0.50	0.0	
J2	JUNCTION	46.56	0.50	0.0	
J3	JUNCTION	46.50	0.60	0.0	
J4	JUNCTION	46.93	0.50	0.0	
J5	JUNCTION	46.66	0.50	0.0	
J6	JUNCTION	46.62	0.60	0.0	
J41	JUNCTION	49.15	0.36	0.0	
J42	JUNCTION	48.56	0.36	0.0	
J43	JUNCTION	48.00	0.36	0.0	
J44	JUNCTION	47.69	0.40	0.0	
J45	JUNCTION	49.15	0.36	0.0	
J46	JUNCTION	48.56	0.36	0.0	
J47	JUNCTION	48.00	0.36	0.0	
J48	JUNCTION	47.69	0.40	0.0	
J49	JUNCTION	46.50	0.50	0.0	



**RACCORDO TRA LA CISPADANA E LA S.P. 11**

**TRATTO DA VIA DEI FILAGNI A ROTATORIA TAV S.P. 11 – LOTTO 2**

OTTEMPERANTE ALLE PRESCRIZIONI IMPARTITE IN SEDE DI CONFERENZA TECNICA DI SERVIZI

1^ SEDUTA 18/09/2017 – 2^ SEDUTA 11/10/2017

**ELABORATI GENERALI**  
**Relazione idrologica-idraulica**

**PROGETTO DEFINITIVO**

J50	JUNCTION	46.62	0.50	0.0
Out1	OUTFALL	46.40	0.00	0.0
J7	STORAGE	46.40	0.60	0.0

\*\*\*\*\*

Link Summary

\*\*\*\*\*

Name	From Node	To Node	Type	Length	%Slope	Roughness
C1	J1	J2	CONDUIT	70.0	0.3857	0.0500
C2	J2	J3	CONDUIT	70.0	0.0857	0.0500
C3	J4	J5	CONDUIT	70.0	0.3857	0.0500
C4	J5	J6	CONDUIT	70.0	0.0571	0.0500
C31	J6	J3	CONDUIT	20.0	0.6000	0.0125
1	J3	J7	CONDUIT	1.0	10.0504	0.0500
C32	J41	J42	CONDUIT	70.0	0.8429	0.0125
C33	J42	J43	CONDUIT	70.0	0.8000	0.0125
C34	J43	J44	CONDUIT	70.0	0.4429	0.0125
C35	J45	J46	CONDUIT	70.0	0.8429	0.0125
C36	J46	J47	CONDUIT	70.0	0.8000	0.0125
C37	J47	J48	CONDUIT	70.0	0.4429	0.0125
C38	J49	J3	CONDUIT	5.0	0.0061	0.0250
C39	J48	J44	CONDUIT	20.0	0.0015	0.0125
C40	J44	J49	CONDUIT	2.5	54.1250	0.0125
C41	J48	J50	CONDUIT	2.5	47.3567	0.0125
C42	J50	J6	CONDUIT	5.0	0.0061	0.0250
C5	J7	Out1	ORIFICE			

\*\*\*\*\*

Cross Section Summary

\*\*\*\*\*

Conduit	Shape	Full Depth	Full Hyd. Area	Max. Rad.	No. of Width	Full Barrels	Flow
C1	TRAPEZOIDAL	0.50	0.50	0.26	1.50	1	253.79
C2	TRAPEZOIDAL	0.50	0.50	0.26	1.50	1	119.64
C3	TRAPEZOIDAL	0.50	0.50	0.26	1.50	1	253.79
C4	TRAPEZOIDAL	0.50	0.50	0.26	1.50	1	97.68
C31	CIRCULAR	0.60	0.28	0.15	0.60	1	494.67
1	TRAPEZOIDAL	0.50	0.50	0.26	1.50	1	1295.50
C32	CIRCULAR	0.36	0.10	0.09	0.36	1	150.15
C33	CIRCULAR	0.36	0.10	0.09	0.36	1	146.28
C34	CIRCULAR	0.36	0.10	0.09	0.36	1	108.84
C35	CIRCULAR	0.36	0.10	0.09	0.36	1	150.15
C36	CIRCULAR	0.36	0.10	0.09	0.36	1	146.28
C37	CIRCULAR	0.36	0.10	0.09	0.36	1	108.84
C38	TRAPEZOIDAL	0.50	0.50	0.26	1.50	1	63.81
C39	CIRCULAR	0.29	0.07	0.07	0.29	1	3.75
C40	RECT_OPEN	0.40	0.20	0.15	0.50	1	3379.89
C41	RECT_OPEN	0.40	0.20	0.15	0.50	1	3161.51
C42	TRAPEZOIDAL	0.50	0.50	0.26	1.50	1	63.81

\*\*\*\*\*

Runoff Quantity	Continuity	Volume hectare-m	Depth mm
Total Precipitation .....		0.038	68.000
Evaporation Loss .....		0.000	0.000



RACCORDO TRA LA CISPADANA E LA S.P. 11

TRATTO DA VIA DEI FILAGNI A ROTATORIA TAV S.P. 11 – LOTTO 2

OTTEMPERANTE ALLE PRESCRIZIONI IMPARTITE IN SEDE DI CONFERENZA TECNICA DI SERVIZI

1^ SEDUTA 18/09/2017 – 2^ SEDUTA 11/10/2017

ELABORATI GENERALI  
Relazione idrologica-idraulica

PROGETTO DEFINITIVO

Infiltration Loss .....	0.007	11.773
Surface Runoff .....	0.031	55.181
Final Surface Storage ....	0.001	1.048
Continuity Error (%) .....	0.000	

	Volume hectare-m	Volume 10^6 ltr
Flow Routing Continuity		
Dry Weather Inflow .....	0.000	0.000
Wet Weather Inflow .....	0.031	0.312
Groundwater Inflow .....	0.000	0.000
RDII Inflow .....	0.000	0.000
External Inflow .....	0.000	0.000
External Outflow .....	0.031	0.312
Internal Outflow .....	0.000	0.000
Evaporation Loss .....	0.000	0.000
Exfiltration Loss .....	0.000	0.000
Initial Stored Volume ....	0.000	0.000
Final Stored Volume .....	0.000	0.001
Continuity Error (%) .....	0.000	

\*\*\*\*\*  
Time-Step Critical Elements  
\*\*\*\*\*  
Link 1 (2.51%)

\*\*\*\*\*  
Highest Flow Instability Indexes  
\*\*\*\*\*  
All links are stable.

\*\*\*\*\*  
Routing Time Step Summary  
\*\*\*\*\*  
Minimum Time Step : 0.50 sec  
Average Time Step : 0.99 sec  
Maximum Time Step : 1.00 sec  
Percent in Steady State : 0.00  
Average Iterations per Step : 2.00  
Percent Not Converging : 0.00

\*\*\*\*\*  
Subcatchment Runoff Summary  
\*\*\*\*\*

Subcatchment	Total Precip mm	Total Runon mm	Total Evap mm	Total Infil mm	Total Runoff mm	Total Runoff mm	Peak Runoff 10^6 ltr	Runoff LPS	Coef
IMP1	68.00	0.00	0.00	0.00	67.05	0.02	11.50	0.986	
IMP2	68.00	0.00	0.00	0.00	67.05	0.02	11.50	0.986	
IMP3	68.00	0.00	0.00	0.00	67.05	0.02	11.50	0.986	
IMP4	68.00	0.00	0.00	0.00	67.05	0.02	11.50	0.986	
SCARP1	68.00	0.00	0.00	34.16	32.57	0.01	5.18	0.479	
SCARP2	68.00	0.00	0.00	34.16	32.57	0.01	5.18	0.479	



PROGETTO DEFINITIVO

SCARP3	68.00	0.00	0.00	34.16	32.57	0.01	5.18	0.479
SCARP4	68.00	0.00	0.00	34.16	32.57	0.01	5.18	0.479
FOS1	68.00	0.00	0.00	44.21	22.53	0.00	2.77	0.331
FOS2	68.00	0.00	0.00	44.21	22.53	0.00	2.77	0.331
FOS3	68.00	0.00	0.00	44.21	22.53	0.00	2.77	0.331
FOS4	68.00	0.00	0.00	44.21	22.53	0.00	2.77	0.331
IMP5	68.00	0.00	0.00	0.00	67.05	0.02	12.23	0.986
IMP6	68.00	0.00	0.00	0.00	67.05	0.02	12.23	0.986
IMP7	68.00	0.00	0.00	0.00	67.05	0.02	12.23	0.986
IMP8	68.00	0.00	0.00	0.00	67.05	0.02	12.23	0.986
IMP9	68.00	0.00	0.00	0.00	67.05	0.02	12.23	0.986
IMP10	68.00	0.00	0.00	0.00	67.05	0.02	12.23	0.986
IMP11	68.00	0.00	0.00	0.00	67.05	0.02	12.23	0.986
IMP12	68.00	0.00	0.00	0.00	67.05	0.02	12.23	0.986

\*\*\*\*\*  
Node Depth Summary  
\*\*\*\*\*

Node	Type	Average Depth Meters	Maximum Depth Meters	Maximum HGL Meters	Time of Max Occurrence days hr:min
J1	JUNCTION	0.00	0.12	46.95	0 00:36
J2	JUNCTION	0.01	0.24	46.80	0 00:40
J3	JUNCTION	0.02	0.31	46.81	0 01:02
J4	JUNCTION	0.00	0.12	47.05	0 00:36
J5	JUNCTION	0.01	0.25	46.91	0 00:40
J6	JUNCTION	0.01	0.20	46.82	0 01:03
J41	JUNCTION	0.00	0.07	49.22	0 00:34
J42	JUNCTION	0.00	0.10	48.66	0 00:34
J43	JUNCTION	0.00	0.16	48.16	0 00:34
J44	JUNCTION	0.00	0.02	47.71	0 00:34
J45	JUNCTION	0.00	0.07	49.22	0 00:34
J46	JUNCTION	0.00	0.10	48.66	0 00:34
J47	JUNCTION	0.00	0.16	48.16	0 00:34
J48	JUNCTION	0.00	0.02	47.71	0 00:34
J49	JUNCTION	0.02	0.34	46.84	0 01:02
J50	JUNCTION	0.01	0.20	46.82	0 01:03
Out1	OUTFALL	0.00	0.00	46.40	0 00:00
J7	STORAGE	0.04	0.40	46.80	0 01:02

\*\*\*\*\*  
Node Inflow Summary  
\*\*\*\*\*

Node	Type	Maximum Lateral Inflow LPS	Maximum Total Inflow LPS	Maximum Time of Max Occurrence days hr:min	Lateral Inflow Volume 10^6 ltr	Total Inflow Volume 10^6 ltr	Flow Balance Error Percent
J1	JUNCTION	18.72	18.72	0 00:34	0.0332	0.0332	-0.842
J2	JUNCTION	18.72	36.40	0 00:34	0.0332	0.0667	-0.035
J3	JUNCTION	0.00	210.08	0 00:57	0	0.389	0.027
J4	JUNCTION	18.72	18.72	0 00:34	0.0332	0.0332	-0.527
J5	JUNCTION	18.72	36.39	0 00:34	0.0332	0.0665	0.135
J6	JUNCTION	0.00	77.98	0 00:36	0	0.159	0.010



PROGETTO DEFINITIVO

J41	JUNCTION	12.23	12.23	0	00:34	0.0225	0.0225	-0.072
J42	JUNCTION	12.23	24.47	0	00:34	0.0225	0.0449	-0.025
J43	JUNCTION	12.23	36.66	0	00:34	0.0225	0.0674	0.051
J44	JUNCTION	12.23	48.78	0	00:34	0.0225	0.09	-0.007
J45	JUNCTION	12.23	12.23	0	00:34	0.0225	0.0225	-0.072
J46	JUNCTION	12.23	24.47	0	00:34	0.0225	0.0449	-0.025
J47	JUNCTION	12.23	36.66	0	00:34	0.0225	0.0674	0.051
J48	JUNCTION	12.23	48.71	0	00:34	0.0225	0.0898	-0.008
J49	JUNCTION	0.00	48.77	0	00:34	0	0.102	0.136
J50	JUNCTION	0.00	48.62	0	00:34	0	0.0904	-0.005
Out1	OUTFALL	0.00	19.10	0	01:02	0	0.312	0.000
J7	STORAGE	0.00	292.14	0	00:58	0	0.374	0.041

\*\*\*\*\*  
Node Surcharge Summary  
\*\*\*\*\*

No nodes were surcharged.

\*\*\*\*\*  
Node Flooding Summary  
\*\*\*\*\*

No nodes were flooded.

\*\*\*\*\*  
Storage Volume Summary  
\*\*\*\*\*

Storage Unit	Average Volume 1000 m3	Avg Evap Pcnt Full	Exfil Pcnt Loss	Maximum Volume 1000 m3	Max Pcnt Full	Time of Occurrence days hr:min	Maximum Outflow LPS
J7	0.023	6	0	0.238	66	0 01:02	178.21

\*\*\*\*\*  
Outfall Loading Summary  
\*\*\*\*\*

Outfall Node	Flow Freq Pcnt	Avg Flow LPS	Max Flow LPS	Total Volume 10^6 ltr
Out1	65.69	2.94	19.10	0.312
System	65.69	2.94	19.10	0.312

\*\*\*\*\*  
Link Flow Summary  
\*\*\*\*\*

Maximum  Flow	Time of Max Occurrence	Maximum  Veloc	Maximum Full	Max/ Full	Max/ Full
---------------	------------------------	----------------	--------------	-----------	-----------





RACCORDO TRA LA CISPADANA E LA S.P. 11

TRATTO DA VIA DEI FILAGNI A ROTATORIA TAV S.P. 11 – LOTTO 2

OTTEMPERANTE ALLE PRESCRIZIONI IMPARTITE IN SEDE DI CONFERENZA TECNICA DI SERVIZI

1^ SEDUTA 18/09/2017 – 2^ SEDUTA 11/10/2017

ELABORATI GENERALI  
Relazione idrologica-idraulica

PROGETTO DEFINITIVO

Link	Type	LPS	days	hr:min	m/sec	Flow	Depth
C1	CONDUIT	17.94	0	00:36	0.15	0.07	0.36
C2	CONDUIT	33.33	0	00:40	0.23	0.28	0.55
C3	CONDUIT	17.93	0	00:36	0.15	0.07	0.37
C4	CONDUIT	33.15	0	00:40	0.23	0.34	0.41
C31	CONDUIT	77.38	0	00:36	1.25	0.16	0.41
1	CONDUIT	292.14	0	00:58	1.74	0.23	0.71
C32	CONDUIT	12.23	0	00:34	0.68	0.08	0.23
C33	CONDUIT	24.42	0	00:34	0.74	0.17	0.36
C34	CONDUIT	36.49	0	00:34	1.80	0.34	0.25
C35	CONDUIT	12.23	0	00:34	0.68	0.08	0.23
C36	CONDUIT	24.42	0	00:34	0.74	0.17	0.36
C37	CONDUIT	36.49	0	00:34	1.79	0.34	0.25
C38	CONDUIT	54.61	0	00:50	0.46	0.86	0.64
C39	CONDUIT	0.08	0	00:34	0.03	0.02	0.08
C40	CONDUIT	48.77	0	00:34	1.02	0.01	0.43
C41	CONDUIT	48.62	0	00:34	1.00	0.02	0.25
C42	CONDUIT	48.49	0	00:34	0.45	0.76	0.39
C5	ORIFICE	19.10	0	01:02			1.00

\*\*\*\*\*

Flow Classification Summary

\*\*\*\*\*

Conduit	Adjusted /Actual Length	Fraction of Time in Flow Class								Up Inlet	Down Norm	Sup Crit	Sub Crit	Dry Crit	Dry Ltd	Dry Ctrl
		Up Dry	Down Dry	Sub Dry	Sup Crit	Down Crit	Sup Crit	Sub Crit	Dry Crit							
C1	1.00	0.00	0.68	0.00	0.32	0.00	0.00	0.00	0.99	0.00						
C2	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00						
C3	1.00	0.00	0.69	0.00	0.31	0.00	0.00	0.00	0.99	0.00						
C4	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.47	0.00						
C31	1.00	0.00	0.00	0.00	0.98	0.02	0.00	0.00	0.11	0.00						
1	1.00	0.00	0.03	0.00	0.96	0.01	0.00	0.00	0.89	0.00						
C32	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.18	0.00						
C33	1.00	0.00	0.20	0.00	0.79	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00						
C34	1.00	0.00	0.00	0.00	0.95	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00						
C35	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.18	0.00						
C36	1.00	0.00	0.22	0.00	0.78	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00						
C37	1.00	0.00	0.00	0.00	0.95	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00						
C38	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00						
C39	1.00	0.91	0.00	0.00	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00						
C40	1.00	0.00	0.92	0.00	0.07	0.01	0.00	0.00	1.00	0.00						
C41	1.00	0.00	0.92	0.00	0.07	0.01	0.00	0.00	1.00	0.00						
C42	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00						

\*\*\*\*\*

Conduit Surge Summary

\*\*\*\*\*

No conduits were surcharged.

- Durata 3h – TR100 anni

\*\*\*\*\*

Runoff Quantity	Volume Continuity	Depth
hectare-m	mm	



RACCORDO TRA LA CISPADANA E LA S.P. 11

TRATTO DA VIA DEI FILAGNI A ROTATORIA TAV S.P. 11 – LOTTO 2

OTTEMPERANTE ALLE PRESCRIZIONI IMPARTITE IN SEDE DI CONFERENZA TECNICA DI SERVIZI

1^ SEDUTA 18/09/2017 – 2^ SEDUTA 11/10/2017

ELABORATI GENERALI  
Relazione idrologica-idraulica

PROGETTO DEFINITIVO

```

*****
Total Precipitation .....      0.050      89.000
Evaporation Loss .....         0.000         0.000
Infiltration Loss .....        0.008        13.379
Surface Runoff .....           0.042        74.573
Final Surface Storage ....      0.001         1.049
Continuity Error (%) .....     0.000

```

```

*****
Flow Routing Continuity
*****
Volume      Volume
hectare-m   10^6 ltr
*****
Dry Weather Inflow .....      0.000      0.000
Wet Weather Inflow .....      0.042      0.422
Groundwater Inflow .....      0.000      0.000
RDII Inflow .....             0.000      0.000
External Inflow .....          0.000      0.000
External Outflow .....         0.042      0.421
Internal Outflow .....         0.000      0.000
Evaporation Loss .....         0.000      0.000
Exfiltration Loss .....        0.000      0.000
Initial Stored Volume ....      0.000      0.000
Final Stored Volume .....      0.000      0.001
Continuity Error (%) .....     0.000

```

\*\*\*\*\*  
Time-Step Critical Elements  
\*\*\*\*\*

Link 1 (3.76%)

\*\*\*\*\*  
Highest Flow Instability Indexes  
\*\*\*\*\*

All links are stable.

\*\*\*\*\*  
Routing Time Step Summary  
\*\*\*\*\*

```

Minimum Time Step      : 0.50 sec
Average Time Step      : 0.98 sec
Maximum Time Step      : 1.00 sec
Percent in Steady State : 0.00
Average Iterations per Step : 2.00
Percent Not Converging  : 0.00

```

\*\*\*\*\*  
Subcatchment Runoff Summary  
\*\*\*\*\*

Subcatchment	Total Precip mm	Total Runon mm	Total Evap mm	Total Infil mm	Total Runoff mm	Total Runoff mm	Peak Runoff 10^6 ltr	Runoff LPS	Coef
IMP1	89.00	0.00	0.00	0.00	88.05	0.03	5.02	0.989	
IMP2	89.00	0.00	0.00	0.00	88.05	0.03	5.02	0.989	
IMP3	89.00	0.00	0.00	0.00	88.05	0.03	5.02	0.989	



RACCORDO TRA LA CISPADANA E LA S.P. 11

TRATTO DA VIA DEI FILAGNI A ROTATORIA TAV S.P. 11 – LOTTO 2

OTTEMPERANTE ALLE PRESCRIZIONI IMPARTITE IN SEDE DI CONFERENZA TECNICA DI SERVIZI

1^ SEDUTA 18/09/2017 – 2^ SEDUTA 11/10/2017

ELABORATI GENERALI  
Relazione idrologica-idraulica

PROGETTO DEFINITIVO

IMP4	89.00	0.00	0.00	0.00	88.05	0.03	5.02	0.989
SCARP1	89.00	0.00	0.00	38.36	49.37	0.01	2.56	0.555
SCARP2	89.00	0.00	0.00	38.36	49.37	0.01	2.56	0.555
SCARP3	89.00	0.00	0.00	38.36	49.37	0.01	2.56	0.555
SCARP4	89.00	0.00	0.00	38.36	49.37	0.01	2.56	0.555
FOS1	89.00	0.00	0.00	50.79	36.94	0.01	1.58	0.415
FOS2	89.00	0.00	0.00	50.79	36.94	0.01	1.58	0.415
FOS3	89.00	0.00	0.00	50.79	36.94	0.01	1.58	0.415
FOS4	89.00	0.00	0.00	50.79	36.94	0.01	1.58	0.415
IMP5	89.00	0.00	0.00	0.00	88.05	0.03	5.34	0.989
IMP6	89.00	0.00	0.00	0.00	88.05	0.03	5.34	0.989
IMP7	89.00	0.00	0.00	0.00	88.05	0.03	5.34	0.989
IMP8	89.00	0.00	0.00	0.00	88.05	0.03	5.34	0.989
IMP9	89.00	0.00	0.00	0.00	88.05	0.03	5.34	0.989
IMP10	89.00	0.00	0.00	0.00	88.05	0.03	5.34	0.989
IMP11	89.00	0.00	0.00	0.00	88.05	0.03	5.34	0.989
IMP12	89.00	0.00	0.00	0.00	88.05	0.03	5.34	0.989

\*\*\*\*\*  
Node Depth Summary  
\*\*\*\*\*

Node	Type	Average Depth Meters	Maximum Depth Meters	Maximum HGL Meters	Time of Occurrence days hr:min
J1	JUNCTION	0.00	0.08	46.91	0 01:42
J2	JUNCTION	0.02	0.28	46.84	0 02:48
J3	JUNCTION	0.03	0.34	46.84	0 02:47
J4	JUNCTION	0.00	0.08	47.01	0 01:42
J5	JUNCTION	0.02	0.19	46.85	0 01:48
J6	JUNCTION	0.02	0.22	46.84	0 02:26
J41	JUNCTION	0.00	0.05	49.20	0 01:42
J42	JUNCTION	0.00	0.07	48.63	0 01:42
J43	JUNCTION	0.01	0.11	48.11	0 01:42
J44	JUNCTION	0.00	0.01	47.70	0 01:42
J45	JUNCTION	0.00	0.05	49.20	0 01:42
J46	JUNCTION	0.00	0.07	48.63	0 01:42
J47	JUNCTION	0.01	0.11	48.11	0 01:42
J48	JUNCTION	0.00	0.01	47.70	0 01:42
J49	JUNCTION	0.03	0.37	46.87	0 02:31
J50	JUNCTION	0.02	0.22	46.84	0 02:26
Out1	OUTFALL	0.00	0.00	46.40	0 00:00
J7	STORAGE	0.06	0.44	46.84	0 02:47

\*\*\*\*\*  
Node Inflow Summary  
\*\*\*\*\*

Node	Type	Maximum Lateral Inflow LPS	Maximum Total Inflow LPS	Maximum Time of Occurrence days hr:min	Lateral Inflow Volume 10^6 ltr	Total Inflow Volume 10^6 ltr	Flow Balance Error Percent
J1	JUNCTION	9.11	9.11	0 01:42	0.0465	0.0465	-0.505
J2	JUNCTION	9.11	18.10	0 01:42	0.0465	0.0933	-0.036
J3	JUNCTION	0.00	237.42	0 02:25	0	0.604	-0.073



PROGETTO DEFINITIVO

ELABORATI GENERALI  
Relazione idrologica-idraulica

J4	JUNCTION	9.11	9.11	0	01:42	0.0465	0.0465	-0.257
J5	JUNCTION	9.11	18.10	0	01:42	0.0465	0.0932	-0.015
J6	JUNCTION	0.00	50.30	0	02:19	0	0.218	0.027
J41	JUNCTION	5.34	5.34	0	01:42	0.0295	0.0295	-0.019
J42	JUNCTION	5.34	10.68	0	01:42	0.0295	0.059	-0.009
J43	JUNCTION	5.34	16.01	0	01:42	0.0295	0.0885	0.016
J44	JUNCTION	5.34	21.37	0	01:42	0.0295	0.118	-0.002
J45	JUNCTION	5.34	5.34	0	01:42	0.0295	0.0295	-0.019
J46	JUNCTION	5.34	10.68	0	01:42	0.0295	0.059	-0.009
J47	JUNCTION	5.34	16.01	0	01:42	0.0295	0.0885	0.016
J48	JUNCTION	5.34	21.35	0	01:42	0.0295	0.118	-0.002
J49	JUNCTION	0.00	53.31	0	02:25	0	0.14	0.239
J50	JUNCTION	0.00	21.33	0	01:42	0	0.118	0.010
Out1	OUTFALL	0.00	20.09	0	02:47	0	0.421	0.000
J7	STORAGE	0.00	327.31	0	02:18	0	0.576	0.079

\*\*\*\*\*

Node Surcharge Summary

\*\*\*\*\*

No nodes were surcharged.

\*\*\*\*\*

Node Flooding Summary

\*\*\*\*\*

No nodes were flooded.

\*\*\*\*\*

Storage Volume Summary

\*\*\*\*\*

Storage Unit	Average Volume 1000 m3	Avg Evap Pcnt Full	Evap Pcnt Loss	Exfil Pcnt Loss	Maximum Volume 1000 m3	Max Pcnt Full	Time of Occurrence days hr:min	Maximum Outflow LPS
J7	0.032	9	0	0	0.261	72	0 02:47	202.55

\*\*\*\*\*

Outfall Loading Summary

\*\*\*\*\*

Outfall Node	Flow Freq Pcnt	Avg Flow LPS	Max Flow LPS	Total Volume 10^6 ltr
Out1	70.17	3.87	20.09	0.421
System	70.17	3.87	20.09	0.421

\*\*\*\*\*

Link Flow Summary

\*\*\*\*\*



RACCORDO TRA LA CISPADANA E LA S.P. 11

TRATTO DA VIA DEI FILAGNI A ROTATORIA TAV S.P. 11 – LOTTO 2

OTTEMPERANTE ALLE PRESCRIZIONI IMPARTITE IN SEDE DI CONFERENZA TECNICA DI SERVIZI

1^ SEDUTA 18/09/2017 – 2^ SEDUTA 11/10/2017

ELABORATI GENERALI  
Relazione idrologica-idraulica

PROGETTO DEFINITIVO

Link	Type	Maximum  Flow  LPS	Time of Max Occurrence days	Max  Veloc  hr:min	Maximum  Veloc  m/sec	Max/ Full Flow	Max/ Full Depth
C1	CONDUIT	9.00	0	01:42	0.11	0.04	0.32
C2	CONDUIT	18.24	0	01:42	0.18	0.15	0.62
C3	CONDUIT	9.00	0	01:42	0.11	0.04	0.26
C4	CONDUIT	17.35	0	01:48	0.18	0.18	0.40
C31	CONDUIT	72.89	0	02:15	1.06	0.15	0.47
1	CONDUIT	327.31	0	02:18	1.07	0.25	0.78
C32	CONDUIT	5.34	0	01:42	0.53	0.04	0.16
C33	CONDUIT	10.68	0	01:42	0.57	0.07	0.24
C34	CONDUIT	16.01	0	01:42	1.42	0.15	0.17
C35	CONDUIT	5.34	0	01:42	0.53	0.04	0.16
C36	CONDUIT	10.68	0	01:42	0.57	0.07	0.24
C37	CONDUIT	16.01	0	01:42	1.42	0.15	0.17
C38	CONDUIT	56.38	0	02:18	0.32	0.88	0.70
C39	CONDUIT	0.02	0	01:42	0.02	0.01	0.05
C40	CONDUIT	21.37	0	01:42	0.67	0.01	0.47
C41	CONDUIT	21.33	0	01:42	0.64	0.01	0.29
C42	CONDUIT	21.36	0	01:39	0.30	0.33	0.45
C5	ORIFICE	20.09	0	02:47		1.00	

\*\*\*\*\*

Flow Classification Summary

\*\*\*\*\*

Conduit	Adjusted /Actual Length	Fraction of Time in Flow Class							Norm Ltd	Inlet Ctrl
		Up Dry	Down Dry	Sub Dry	Sup Crit	Up Crit	Down Crit			
C1	1.00	0.00	0.64	0.00	0.36	0.00	0.00	0.00	0.99	0.00
C2	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00
C3	1.00	0.00	0.64	0.00	0.36	0.00	0.00	0.00	0.99	0.00
C4	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.43	0.00
C31	1.00	0.00	0.00	0.00	0.97	0.03	0.00	0.00	0.12	0.00
1	1.00	0.00	0.01	0.00	0.97	0.02	0.00	0.00	0.84	0.00
C32	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00
C33	1.00	0.00	0.19	0.00	0.81	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00
C34	1.00	0.00	0.00	0.00	0.90	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00
C35	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00
C36	1.00	0.00	0.19	0.00	0.81	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00
C37	1.00	0.00	0.00	0.00	0.90	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00
C38	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C39	1.00	0.87	0.00	0.00	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C40	1.00	0.00	0.87	0.00	0.13	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00
C41	1.00	0.00	0.87	0.00	0.13	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00
C42	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

\*\*\*\*\*

Conduit Surge Summary

\*\*\*\*\*

No conduits were surcharged.



PROGETTO DEFINITIVO

▪ Durata 6h – TR100 anni

```

*****
Runoff Quantity Continuity      Volume      Depth
                                hectare-m   mm
*****
Total Precipitation .....      0.059      105.000
Evaporation Loss .....          0.000         0.000
Infiltration Loss .....         0.008       14.386
Surface Runoff .....            0.051       89.565
Final Surface Storage ....       0.001         1.049
Continuity Error (%) .....       0.000

```

```

*****
Flow Routing Continuity        Volume      Volume
                                hectare-m   10^6 ltr
*****
Dry Weather Inflow .....       0.000         0.000
Wet Weather Inflow .....       0.051         0.507
Groundwater Inflow .....       0.000         0.000
RDII Inflow .....              0.000         0.000
External Inflow .....           0.000         0.000
External Outflow .....          0.051         0.506
Internal Outflow .....          0.000         0.000
Evaporation Loss .....          0.000         0.000
Exfiltration Loss .....         0.000         0.000
Initial Stored Volume ....       0.000         0.000
Final Stored Volume .....       0.000         0.001
Continuity Error (%) .....       0.000

```

\*\*\*\*\*  
Time-Step Critical Elements  
\*\*\*\*\*

Link 1 (5.05%)

\*\*\*\*\*  
Highest Flow Instability Indexes  
\*\*\*\*\*

Link 1 (1)  
Link C38 (1)

\*\*\*\*\*  
Routing Time Step Summary  
\*\*\*\*\*

```

Minimum Time Step      : 0.50 sec
Average Time Step      : 0.97 sec
Maximum Time Step      : 1.00 sec
Percent in Steady State : 0.00
Average Iterations per Step : 2.00
Percent Not Converging  : 0.00

```

\*\*\*\*\*  
Subcatchment Runoff Summary  
\*\*\*\*\*

```

-----
Total  Total  Total  Total  Total  Total  Peak Runoff

```



RACCORDO TRA LA CISPADANA E LA S.P. 11

TRATTO DA VIA DEI FILAGNI A ROTATORIA TAV S.P. 11 – LOTTO 2

OTTEMPERANTE ALLE PRESCRIZIONI IMPARTITE IN SEDE DI CONFERENZA TECNICA DI SERVIZI

1^ SEDUTA 18/09/2017 – 2^ SEDUTA 11/10/2017

ELABORATI GENERALI  
Relazione idrologica-idraulica

PROGETTO DEFINITIVO

Subcatchment	Precip mm	Runon mm	Evap mm	Infil mm	Runoff mm	Runoff mm	Runoff 10^6 ltr	Coeff LPS
IMP1	105.00	0.00	0.00	0.00	104.05	0.03	2.96	0.991
IMP2	105.00	0.00	0.00	0.00	104.05	0.03	2.96	0.991
IMP3	105.00	0.00	0.00	0.00	104.05	0.03	2.96	0.991
IMP4	105.00	0.00	0.00	0.00	104.05	0.03	2.96	0.991
SCARP1	105.00	0.00	0.00	40.86	62.87	0.01	1.61	0.599
SCARP2	105.00	0.00	0.00	40.86	62.87	0.01	1.61	0.599
SCARP3	105.00	0.00	0.00	40.86	62.87	0.01	1.61	0.599
SCARP4	105.00	0.00	0.00	40.86	62.87	0.01	1.61	0.599
FOS1	105.00	0.00	0.00	55.08	48.65	0.01	1.03	0.463
FOS2	105.00	0.00	0.00	55.08	48.65	0.01	1.03	0.463
FOS3	105.00	0.00	0.00	55.08	48.65	0.01	1.03	0.463
FOS4	105.00	0.00	0.00	55.08	48.65	0.01	1.03	0.463
IMP5	105.00	0.00	0.00	0.00	104.05	0.03	3.15	0.991
IMP6	105.00	0.00	0.00	0.00	104.05	0.03	3.15	0.991
IMP7	105.00	0.00	0.00	0.00	104.05	0.03	3.15	0.991
IMP8	105.00	0.00	0.00	0.00	104.05	0.03	3.15	0.991
IMP9	105.00	0.00	0.00	0.00	104.05	0.03	3.15	0.991
IMP10	105.00	0.00	0.00	0.00	104.05	0.03	3.15	0.991
IMP11	105.00	0.00	0.00	0.00	104.05	0.03	3.15	0.991
IMP12	105.00	0.00	0.00	0.00	104.05	0.03	3.15	0.991

\*\*\*\*\*

Node Depth Summary

\*\*\*\*\*

Node	Average Depth Type	Maximum Depth Meters	Maximum HGL Meters	Time of Occurrence days	Max hr:min
J1	JUNCTION	0.01	0.06	46.89	0 03:24
J2	JUNCTION	0.03	0.26	46.82	0 05:05
J3	JUNCTION	0.04	0.32	46.82	0 05:01
J4	JUNCTION	0.01	0.06	46.99	0 03:24
J5	JUNCTION	0.02	0.16	46.82	0 05:00
J6	JUNCTION	0.02	0.20	46.82	0 05:05
J41	JUNCTION	0.00	0.04	49.19	0 03:23
J42	JUNCTION	0.01	0.05	48.61	0 03:24
J43	JUNCTION	0.01	0.08	48.08	0 03:24
J44	JUNCTION	0.00	0.01	47.70	0 03:24
J45	JUNCTION	0.00	0.04	49.19	0 03:23
J46	JUNCTION	0.01	0.05	48.61	0 03:24
J47	JUNCTION	0.01	0.08	48.08	0 03:24
J48	JUNCTION	0.00	0.01	47.70	0 03:24
J49	JUNCTION	0.04	0.34	46.84	0 04:29
J50	JUNCTION	0.02	0.20	46.82	0 05:05
Out1	OUTFALL	0.00	0.00	46.40	0 00:00
J7	STORAGE	0.07	0.42	46.82	0 05:06

\*\*\*\*\*

Node Inflow Summary

\*\*\*\*\*

Maximum Lateral	Maximum Total	Maximum Time of Max	Lateral Inflow	Total Inflow	Flow Balance
--------------------	------------------	------------------------	-------------------	-----------------	-----------------



PROGETTO DEFINITIVO

ELABORATI GENERALI  
Relazione idrologica-idraulica

Node	Inflow Type	Inflow LPS	Occurrence LPS	days	Volume hr:min	Volume 10^6 ltr	Volume 10^6 ltr	Error Percent
J1	JUNCTION	5.60	5.60	0	03:24	0.057	0.057	-0.287
J2	JUNCTION	5.60	11.17	0	03:24	0.057	0.114	-0.029
J3	JUNCTION	0.00	200.22	0	04:22	0	0.782	-0.127
J4	JUNCTION	5.60	5.60	0	03:24	0.057	0.057	-0.123
J5	JUNCTION	5.60	11.17	0	03:24	0.057	0.114	-0.025
J6	JUNCTION	0.00	41.00	0	04:10	0	0.263	0.015
J41	JUNCTION	3.15	3.15	0	03:17	0.0349	0.0349	-0.009
J42	JUNCTION	3.15	6.30	0	03:22	0.0349	0.0697	-0.004
J43	JUNCTION	3.15	9.45	0	03:24	0.0349	0.105	0.008
J44	JUNCTION	3.15	12.60	0	03:24	0.0349	0.139	-0.001
J45	JUNCTION	3.15	3.15	0	03:17	0.0349	0.0349	-0.009
J46	JUNCTION	3.15	6.30	0	03:22	0.0349	0.0697	-0.004
J47	JUNCTION	3.15	9.45	0	03:24	0.0349	0.105	0.008
J48	JUNCTION	3.15	12.59	0	03:24	0.0349	0.139	-0.001
J49	JUNCTION	0.00	46.96	0	04:22	0	0.171	0.276
J50	JUNCTION	0.00	12.59	0	03:24	0	0.14	0.013
Out1	OUTFALL	0.00	19.51	0	05:06	0	0.506	0.000
J7	STORAGE	0.00	283.60	0	04:12	0	0.743	0.104

\*\*\*\*\*  
Node Surcharge Summary  
\*\*\*\*\*

No nodes were surcharged.

\*\*\*\*\*  
Node Flooding Summary  
\*\*\*\*\*

No nodes were flooded.

\*\*\*\*\*  
Storage Volume Summary  
\*\*\*\*\*

Storage Unit	Average Volume 1000 m3	Avg Evap Pcnt Full	Evap Pcnt Loss	Exfil Pcnt Loss	Maximum Volume 1000 m3	Max Pcnt Full	Time of Occurrence days	Max hr:min	Maximum Outflow LPS
J7	0.039	11	0	0	0.248	68	0	05:06	176.03

\*\*\*\*\*  
Outfall Loading Summary  
\*\*\*\*\*

Outfall Node	Flow Freq Pcnt	Avg Flow LPS	Max Flow LPS	Total Volume 10^6 ltr
Out1	74.60	4.41	19.51	0.506
System	74.60	4.41	19.51	0.506





RACCORDO TRA LA CISPADANA E LA S.P. 11

TRATTO DA VIA DEI FILAGNI A ROTATORIA TAV S.P. 11 – LOTTO 2

OTTEMPERANTE ALLE PRESCRIZIONI IMPARTITE IN SEDE DI CONFERENZA TECNICA DI SERVIZI

1^ SEDUTA 18/09/2017 – 2^ SEDUTA 11/10/2017

PROGETTO DEFINITIVO

ELABORATI GENERALI  
Relazione idrologica-idraulica

\*\*\*\*\*  
Link Flow Summary  
\*\*\*\*\*

Link	Type	Maximum  Flow  LPS	Time of Max Occurrence days	Max  Veloc  hr:min	Maximum m/sec	Max/ Full Flow	Max/ Full Depth
C1	CONDUIT	5.57	0	03:24	0.09	0.02	0.30
C2	CONDUIT	13.33	0	04:22	0.14	0.11	0.58
C3	CONDUIT	5.57	0	03:24	0.09	0.02	0.21
C4	CONDUIT	11.09	0	04:16	0.15	0.11	0.36
C31	CONDUIT	58.83	0	04:08	0.91	0.12	0.43
1	CONDUIT	283.60	0	04:12	1.02	0.22	0.74
C32	CONDUIT	3.15	0	03:22	0.45	0.02	0.12
C33	CONDUIT	6.30	0	03:24	0.48	0.04	0.19
C34	CONDUIT	9.45	0	03:24	1.22	0.09	0.13
C35	CONDUIT	3.15	0	03:22	0.45	0.02	0.12
C36	CONDUIT	6.30	0	03:24	0.48	0.04	0.19
C37	CONDUIT	9.45	0	03:24	1.21	0.09	0.13
C38	CONDUIT	46.69	0	04:08	0.27	0.73	0.65
C39	CONDUIT	0.01	0	03:24	0.01	0.00	0.03
C40	CONDUIT	12.60	0	03:24	0.49	0.00	0.43
C41	CONDUIT	12.59	0	03:24	0.49	0.00	0.26
C42	CONDUIT	13.43	0	03:57	0.24	0.21	0.39
C5	ORIFICE	19.51	0	05:06		1.00	

\*\*\*\*\*  
Flow Classification Summary  
\*\*\*\*\*

Conduit	Adjusted /Actual Length	Fraction of Time in Flow Class									
		Up Dry	Down Dry	Sub Dry	Sup Crit	Up Crit	Down Crit	Norm Ltd	Inlet Ctrl		
C1	1.00	0.00	0.57	0.00	0.42	0.00	0.00	0.00	0.98	0.00	
C2	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	
C3	1.00	0.00	0.58	0.00	0.42	0.00	0.00	0.00	0.98	0.00	
C4	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.39	0.00	
C31	1.00	0.01	0.00	0.00	0.95	0.04	0.00	0.00	0.13	0.00	
1	1.00	0.01	0.00	0.00	0.97	0.02	0.00	0.00	0.81	0.00	
C32	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.00	
C33	1.00	0.00	0.17	0.00	0.83	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	
C34	1.00	0.00	0.00	0.00	0.84	0.16	0.00	0.00	0.00	0.00	
C35	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.00	
C36	1.00	0.00	0.19	0.00	0.81	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	
C37	1.00	0.00	0.00	0.00	0.84	0.16	0.00	0.00	0.00	0.00	
C38	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
C39	1.00	0.80	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
C40	1.00	0.00	0.80	0.00	0.19	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	
C41	1.00	0.00	0.80	0.00	0.19	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	
C42	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

\*\*\*\*\*  
Conduit Surge Summary  
\*\*\*\*\*

No conduits were surcharged.