Committente:

Regione Liguria

COMUNE DI GENOVA

Sestri Ponente

Oggetto:

UNICALCE Spa

CAVA GIUNCHETTO

Variante al progetto di coltivazione e recupero ambientale

RELAZIONE IDRAULICA

SCALA:

DATA: Settembre 2017

Identificazione elaborato	Ambito		Tipologia		Commessa	n° elaborato	
IDPP871-1	I	D	P	P	871		1

Dati Progettisti:

Studio ANSELMO Associati
Via Vittorio Emanuele n° 14
10023 CHIERI (TO)
tel./fax 011 9415835
e-mail: info@anselmoassociati.it

Dott. Ing. Virgilio Anselmo
Dott. For. Fulvio Anselmo
Collaboratori:
Dott. For. Davide Spada
Dott. Ing. Donato Vittore

Rev.	Redatto	Controllato	Approvato	Data	Timbri e Firme
0	Ing. V. Anselmo	Ing. V. Anselmo	Ing. V. Anselmo	09/17	

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI TORINO
Dott. Ing. VIRGILIO ANSELMO n. 3365 Y

Il Responsabile del procedimento:	FIRMA

File : IDPP871-1.doc

Sommario

1. Premessa 1
2. La verifica idraulica 1
2.1. Il codice di calcolo 1
2.2. La schematizzazione dell'area di interesse 2
2.3. I parametri della modellazione 4
2.3.1. Intervallo di calcolo 4
2.3.2. Parameri dell'infiltrazione 4
2.3.3. Ritenzione iniziale nei piccoli invasi 5
2.3.4. La percentuale di area impermeabile 6
2.3.5. La scabrezza 7
2.4. I dati idrologici 7
2.4.1. Evento di riferimento 7
2.4.2. Precipitazioni di riferimento 7
2.4.3. Portate di riferimento 9
2.4.3.1. Situazione a fine scavo 9
2.4.3.2. Situazione di rimodellamento finale 12
3. La rete di convogliamento delle acque nella situazione finale 18
4. Conclusioni 18
5. Riferimenti 19
Appendice A Storm Water Management Model (SWMM) 20
Appendice B Dati in ingresso 26
Appendice C – Risultati 35

1. PREMESSA

Lo sviluppo dell'attività nella cava Giunchetto secondo il progetto attualmente autorizzato prevede di operare sostanzialmente all'interno dei limiti dell'area oggi compromessa, semplicemente ribassando le spianate attive fino alle quote minime 145 e 136 e provvedendo al ritombamento con materiali rientranti nella categoria delle terre e rocce da scavo. Con riferimento all'assetto previsto nella situazione attuale e nella finale, l'indagine idraulica ha determinato l'entità delle portate conferite, in occasione dell'evento di progetto, alla rete idrografica naturale rappresentata dal rio senza nome a SE della cava e dal Torrente Chiaravagna, tributario finale.

Le verifiche esposte nel seguito riguardano due situazioni distinte:

1) a fine scavo
2) finale a rimodellamento avvenuto

Le condizioni generali a partire dalla schematizzazione delle aree e della rete di drenaggio nonché i parametri idraulici valgono per entrambe le situazioni e sono esposte nel seguito.

I risultati sono invece esposti in due paragrafi distinti.

2. LA VERIFICA IDRAULICA

Il calcolo è stato condotto utilizzando il codice di calcolo in moto vario SWMM del US-EPA nella versione ingegnerizzata dalla CHI di Guelph, Ontario e commercializzata con il nome di PC-SWMM™.

Il codice di calcolo viene attivato mediante istruzioni alfanumeriche contraddistinte da un codice iniziale (per esempio, H1 per i sottobacini, C1 per i tronchi d'alveo o i condotti, D1 per i nodi, etc.)

Il codice di calcolo SWMM nasce per il dimensionamento e verifica delle aree urbane, ma viene qui proposto in quanto si ritiene che la schematizzazione della rete di drenaggio a servizio dell'area di cava, anche se progressivamente destinata ad evolvere verso condizioni paranaturali, sia più simile ad una rete artificiale che ad un reticolo idrografico naturale.

Infine, si fa presente che le caratteristiche della rete rendono l'area poco adatta all'impiego di modelli afflussi-deflussi idonei per bacini idrografici veri e propri quali ad esempio HEC-1, in quanto la sistemazione iniziale comporta aree scolanti di modeste dimensioni connesse da una rete più simile ad una fognatura urbana a pelo libero che ad una rete idrografica.

2.1. IL CODICE DI CALCOLO

Le caratteristiche del sito in oggetto e la complessità dei percorsi dati alle acque meteoriche all'interno dell'area dell'impianto hanno indotto a non utilizzare il consueto

metodo razionale, che è idoneo alle aree di modesta estensione, ma non permette di prendere in considerazione i processi di ritardo, dipendente dai percorsi delle acque incanalate, né tanto meno i processi di laminazione dipendenti dalla presenza di invasi temporanei.

La scelta del codice di calcolo è stata dettata fondamentalmente dai seguenti motivi:

- le sue vaste potenzialità di simulazione (quantitativa e qualitativa in ogni singolo ramo della rete di drenaggio);
- adattabilità del modello al sito preso in esame;
- necessità di modellare superfici con diverse caratteristiche di permeabilità e ritenzione;
- consolidato utilizzo a livello mondiale, che ha dato origine ad una vasta bibliografia riguardante anche la calibrazione ed i limiti di applicazione del modello stesso.

Il codice di calcolo è composto di due moduli.

Il primo modulo determina le portate attese da precipitazione di assegnata intensità e durata sulla base della schematizzazione del bacino idrografico sotto forma di ali scolanti. L'idrogramma di piena è determinato secondo il procedimento dell'onda cinematica assegnata: la percentuale di impermeabilità dell'area, la capacita di ritenzione iniziale, la relazione che esprime l'infiltrazione (secondo Horton), la scabrezza della superficie.

Il secondo modulo analizza il movimento dell'eccesso di precipitazione all'uscita dalle singole superfici e ne ricava l'onda integrando le equazioni del moto vario tenendo conto della scabrezza dei singoli tronchi della rete idrografica.

I dettagli del codice di calcolo sono esposti in appendice.

2.2. LA SCHEMATIZZAZIONE DELL'AREA DI INTERESSE

L'area di interesse, nelle sue tre fasi di evoluzione, è stata schematizzata seguendo le indicazioni contenute negli elaborati di progetto e mantenendo in evidenza le indicazioni circa i percorsi da dare ai deflussi.

Il modello numerico utilizzato (SWMM 5.0 della EPA) utilizza concettualmente diversi elementi. In particolare, sono utilizzati nell'analisi in argomento:

- il sottobacino o area scolante (individuato con una sigla);
- il nodo (da cui parte o arriva un tronco della rete, individuato con un numero);
- il tronco (individuato con un numero in cui le cifre delle migliaia individuano il ramo e le cifre delle posizioni inferiori richiamano il numero del nodo di partenza nel senso del moto)

Diversi tipi di superficie sono distinguibili entro lo spartiacque che delimita il bacino idrografico risultante dopo la conclusione dell'attività estrattiva:

- aree naturali indisturbate, collocate al bordo dell'area di coltivazione (N_i);
- aree già rinaturate a seguito della dismissione dell'attività estrattiva (RN_i);
- aree a gradoni sistemate e rinaturate (G_i)
- area di coltivazione sistemate definitivamente a piazzale (PZ_i)
- cumuli di materiali di risulta sistemati a gradoni e rinaturati (L_i)

La presenza di piazzali, più o meno vasti, permette di realizzare aree di accumulo temporaneo ($POND_i$) delle acque di ruscellamento. La superficie è modellata per permettere l'invaso temporaneo ed il loro successivo allontanamento.

Nella planimetria allegata, al nome che indica il sottobacino è associata l'area (in ettari); al numero che indica il nodo, è associata l'indicazione della quota del terreno e del fondo scorrevole; al numero (maggiore di 1000 essendo le cifre successive al migliaio indicatrici del nodo di monte del tronco) che indica il tronco della rete è associato il valore della lunghezza (in metri).

La numerazione identifica il tronco includendo, dopo la cifra delle migliaia, il numero del nodo di partenza del tronco.

Dal punto di vista operativo, le aree scolanti e la rete sono schematizzate sulla planimetria allegata.

Un'osservazione è dovuta alla situazione in cui una falda scola non verso un elemento della rete di drenaggio, ma su di una falda sottostante. Il codice di calcolo permette di modellare tale situazione in cui il ruscellamento immesso a monte di una falda si distribuisce orizzontalmente sull'intera larghezza della superficie (istruzione G1 del codice di calcolo) ([1]). La falda sopra descritta, che opera come un tronco di canale, può assumere una sezione a trapezio, rettangolare, triangolare oppure parabolica volendo simulare la sezione di un alveo naturale. Inoltre una falda di tal genere può essere dotata, in uscita (con inserimento di una istruzione G2), di un dispositivo di assegnata equazione di efflusso (stramazzo rettangolare a larga soglia o in parete sottile, stramazzo triangolare oppure bocca a battente). In tal modo diventa possibile simulare l'accumulo di acqua su una superficie. In ogni caso, l'invaso vero e proprio è simulabile mediante apposite istruzioni (E1 + E2) che vengono aggiunte ripetendo la denominazione del nodo individuato geometricamente in precedenza con l'istruzione D1.

[1]) Si osserva anche che tale caratteristica non è stata mantenuta nella più recente versione fornita in rete dalla EPA (versione SWMM 5.1), pertanto la modellazione è stata condotta con la versione 4.1 ingegnerizzata dalla CHI.

2.3. I PARAMETRI DELLA MODELLAZIONE

I parametri idraulici riguardano principalmente l'infiltrazione e la scabrezza sulle superfici e nei tronchi in cui il deflusso è incanalato. Per quanto oggetto di ampia letteratura, sono tuttavia conseguenti alle assunzioni ragionevoli esposte nel seguito.

La modellazione è impostata per un evento con durata di 120 minuti di pioggia ed intensità determinata con ietogramma di Chicago.

2.3.1. INTERVALLO DI CALCOLO

L'intervallo di calcolo è fissato in 5 secondi e la condizione di Courant risulta di stretta misura verificata anche per il condotto di minor lunghezza (tronco 1050; L = 35 m; sezione rettangolare con profondità D = 0.5 m). La relazione infatti (JAMES, 2000; pag. 93) stabilisce che l'intervallo di calcolo sia $\Delta t \leq L/(gD)^{0.5}$. Per L=35 e D = 0.5, segue che $\Delta t \leq 15.8$ s.

Con $\Delta t = 4$ s (variabile DELT) non si verificano problemi di instabilità in nessun tronco.

La durata della simulazione viene stabilita in 3 ore (10800 secondi) che diventano, per un intervallo di calcolo di 8 secondi, 1350 cicli di calcolo.

Stabilendo il paramero JNTER = 15, l'intervallo di stampa dei risultati diventa JNTER X DELT = 15 x 8 = 120 s, quindi i risultati numerici sono forniti ogni due minuti.

Il parametro AMEN che identifica la superficie del nodo (corrispondente al pozzetto nella rete fognaria) viene posto paria a AMEN = 4 m^2 dal momento che la maggioranza dei tronchi ha una larghezza di 2 m. In caso contrario il valore automatico sarebbe pari ad una superficie circolare di 1.22 m di diametro (area pari a 1.16 m^2). Il valore del diametro dei nodi condiziona il risultato finale in quanto controlla l'eventuale formazione di sovraccarico nel nodo e quindi di laminazione interna alla rete. Aumentando l'area del nodo tipo, si arriva ad un valore massimo della portata uscente, che si mantiene poi costante al variare del parametro.

2.3.2. PARAMERI DELL'INFILTRAZIONE

Con riferimento ai parametri dell'equazione di Horton che regola l'infiltrazione nel terreno, sono stati introdotti i seguenti valori suggeriti nell'ambito delle procedure del Soil Conservation Service ed assunti da CSDU (1997; pag. 279).

Tabella 2-1 – Coefficienti della relazione che regola l'infiltrazione secondo Horton

Tipo di copertura	Tipo di suolo	f_0 (mm/ora)	f_c (mm/ora)	K (s^{-1})
Aree naturali (N)	B	200	12.7	0.00056
Aree rinaturate (RN e G)	C	125	6.3	0.00056
Aree di ritombamento con materiali di risulta grossolani (L)	C	125	6.3	0.00056
Piazzali (P, PZ)	C-D	(125+76)x 0.5 = 100.5	(6.3+2.5)x0.5 =4.4	0.00056

In pratica:

a) le aree naturali sono state attribuite al tipo di suolo B, corrispondente alle condizioni tipiche dei bacini montani dell'arco occidentale;

b) le aree rinaturate, almeno nella prima fase, sono state considerate caratterizzate da una minor capacità di infiltrazione, dando per scontati gli effetti della compattazione e della iniziale mancanza di copertura vegetale con apparato radicale sviluppato;

c) lo stesso comportamento è stato attribuito alle aree oggetto di ritombamento con materiali di risulta da demolizioni o materiali che rientrano nelle condizioni previste per le terre e rocce da scavo. Si deve ritenere che la granulometria sia prevalentemente grossolana;

d) ai piazzali è stato arbitrariamente attribuito un comportamento intermedio fra il precedente e il comportamento di un terreno quasi impermeabile. Probabilmente, la penalizzazione è eccessiva in quanto il piazzale viene realizzato con la rippatura della superficie attuale e lo stendimento di uno strato di terreno naturale, per cui viene conservata la presenza di uno strato permeabile. La decisione è comunque cautelativa, soprattutto nei confronti di eventuali eventi gravosi nella fase iniziale delle operazioni.

2.3.3. RITENZIONE INIZIALE NEI PICCOLI INVASI

I valori della ritenzione iniziale nei piccoli invasi sono stati tratti dai manuali del CENTRO STUDI DEFLUSSO URBANO (1997; pag. 274) e stabiliti, per l'area considerata permeabile, pari a 4 mm per tutte le aree in quanto anche sui piazzali sono presenti, in superficie, detriti o comunque materiali sciolti con elevato indice dei vuoti. Per le porzioni impermeabili, la ritenzione iniziale è assunta pari a 0.5 mm. Merita comunque segnalare che, data l'entità della precipitazione, il risultato finale è pressoché insensibile al parametro in argomento.

Il citato manuale fornisce infatti le seguenti voci:

a) aree coperte con scarsa vegetazione (prati, pascoli, etc.): 0.6 ÷ 2.5 mm

b) aree coperte con densa vegetazione: 2.5 ÷ 4.0 mm

Per completezza, si riportano le considerazioni proposte da JAMES (2000-b; pag. 154). I valori della ritenzione devono essere assegnati separatamente per le aree impermeabili e le aree permeabili.

Per quanto riguarda le prime, che sono ovviamente limitate all'ambito urbano, un approccio sperimentale darebbe valori trascurabili in base ad una relazione che lega l'invaso nelle piccole depressioni alla pendenza del bacino a cui risulterebbe inversamente proporzionale. Per pendenze forti, dal 4% in su, l'acqua trattenuta risulterebbe equivalente a qualche decimo di millimetro di pioggia. Il risultato è credibile in quanto riferito ad aree impermeabili in ambiente urbanizzato, quindi non applicabile al caso in esame.

Per quanto riguarda le aree permeabili, JAMES (2000-b; pag. 154) cita una serie di riferimenti bibliografici sottolineando che i piccoli invasi su una superficie permeabile sono assimilabili ad una sottrazione per intercettazione in base alla natura della copertura vegetale. I testi classici dell'idrologia riportano valori di 2.5 mm per sottrazione per intercettazione su prato inerbita in ambito urbano. Anche le altre fonti citate trattano situazioni in ambito urbano riportando valori da 2.5 (argilla) a 5.1 (sabbia) mm a Los Angeles, 6.4 mm a Chicago, 5.1 mm a Detroit. Nel caso in esame, la situazione è diversa in quanto si tratta di terreni naturali o ricostruiti in forma paranaturale e pertanto il valore di 4 mm assegnato può essere giudicato cautelativo.

2.3.4. LA PERCENTUALE DI AREA IMPERMEABILE

Un parametro di arbitraria valutazione è la percentuale di impermeabilità che il codice di calcolo richiede, anche se si ritiene che, in linea di principio, sia facilmente determinabile dalla cartografia (JAMES, 2000b; pag. 150). Il codice di calcolo nasce per i bacini urbani e quindi si ritiene che il parametro sia determinabile nel caso di lotti più o meno densamente urbanizzati, meno facile per una porzione di bacino idrografico non urbanizzato, soprattutto perché il codice di calcolo richiede che la superficie impermeabile sia direttamente connessa con la rete idrografica, come, per esempio, sono i tetti direttamente collegati alla rete fognaria urbana. Per bacini di dimensioni superiori al singolo lotto, si è formulata addirittura una relazione di regressione tra percentuale di impermeabilità e densità della popolazione, che risulta direttamente proporzionale all'area impermeabile.

Con tali premesse, la percentuale di impermeabilizzazione dovrebbe essere posta pari a zero per tutti i settori in esame in quanto, il comportamento del terreno nei confronti della precipitazione incidente, è regolato in base al criterio di infiltrazione scelto (nel caso in esame, la relazione di Horton con i coefficienti esposti nella Tabella 2-1). In conclusione, si è deciso di fissare una percentuale di impermeabilità del 2%

immaginando che vi sia una porzione impermeabile direttamente connessa con la via di scorrimento e che per lo scorrimento su tale porzione impermeabile la scabrezza sia pari a n= 0.030 $m^{-1/3}$ s.

2.3.5. LA SCABREZZA

I valori di scabrezza sono stati unificati tenendo conto dell'inevitabile disordine che, a regime, caratterizzerà i collettori a causa della variabilità della deposizione e rimozione dei materiali litoidi e vegetali.

Una letteratura specifica è presente in questo ambito ed è, ricorrentemente citata (JAMES, 2002-b; pag. 153) da cui si traggono alcuni elementi di riferimento:

1) per foreste naturali (*range*): n = 0.130 nell'intervallo 0.01 ÷ 0.32
2) per superficie inghiaiata (*gravelled surface*): n = 0.020 (0.012 ÷ 0.030)
3) per cespugliame denso e lettiera forestale: n = 0.400

Con riferimento alle situazioni in argomento, i valori sono stati fissati pari a:

n = 0.050 $m^{-1/3}$ s per i collettori lungo i gradoni

n = 0.100 $m^{-1/3}$ s per i collettori costituiti dai salti in roccia

n = 0.200 $m^{-1/3}$ s per la porzione permeabile delle aree naturali e rinaturate

n = 0.030 $m^{-1/3}$ s per la porzione impermeabile delle aree naturali e rinaturate

n = 0.100 $m^{-1/3}$ s per la porzione permeabile del ritombamento con materiali di risulta da demolizioni o comunque rientranti nella normativa delle terre e rocce da scavo.

2.4. I DATI IDROLOGICI

Il Torrente Chiaravagna è stato oggetto di apposito piano di bacino, che ne ha individuato le caratteristiche pluviometriche e idrologiche.

2.4.1. EVENTO DI RIFERIMENTO

In assenza di normativa specifica, il Regolamento regionale 14.07.2011 n. 3 in materia di tutela delle aree di pertinenza dei corsi d'acqua fa esclusivo riferimento al tempo di ritorno di 200 anni. Anche la L.R. 9/1993, citata a pag. 79 del Piano di bacino, rimanda all'evento di "almeno duecento anni".

Pertanto si attribuisce tale probabilità all'evento di riferimento.

2.4.2. PRECIPITAZIONI DI RIFERIMENTO

Nessuna stazione pluviometrica ricade all'interno del bacino, ma, anziché determinare l'entità dell'afflusso a partire dalle stazioni vicine sulla base dello schema di Thiessen, uno studio approfondito ha tenuto conto delle caratteristiche orografiche e

pertanto ha attribuito la porzione alta del bacino alla stazione pluviografica di Madonna della Guardia ([2]).

Il piano di bacino pertanto fornisce i valori dei parametri della relazione altezza-durata per assegnato tempo di ritorno pari a

a = 128.17 mm

n1 = 0.709

n2 = 0.497

essendo n1 ed n2 rispettivamente riferiti a durate minori o maggiori di un'ora.

La precipitazione di riferimento è stata ricavata utilizzando la tecnica dello ietogramma cosiddetto "di Chicago", che costituisce una procedura cautelativa utilizzata per le reti urbane.

I tempi di trasferimento di un impulso nella rete sono dell'ordine di grandezza di meno di mezz'ora però, come generalmente capita nelle reti a contraddizione dei principi del metodo della corrivazione, la portata tende ad aumentare all'aumento della durata della pioggia ([3]). L'incremento diventa debole per piogge di durata oltre le due ore e pertanto si assume la durata di 120 minuti come critica.

La precipitazione viene introdotta nel codice di calcolo a passo di 5 minuti con le seguenti intensità orarie in mm/ora.

```
E3   5       77.21
E3   10      77.23
E3   15      79.51
E3   20      82.13
E3   25      85.18
E3   30      88.81
E3   35      93.25
E3   40      98.88
E3   45      106.44
E3   50      117.54
E3   55      137.02
E3   60      215.89
E3   65      215.89
E3   70      137.02
E3   75      117.54
E3   80      106.44
E3   85      98.88
E3   90      93.25
E3   95      88.81
E3   100     85.18
E3   105     82.13
```

[2]) A pag. 71 (paragrafo 2.3.7.3.1) del Piano di bacino si legge che "Le registrazioni alla stazione MGU sono state associate sia alla parte alta del bacino del Chiaravagna, costituita dalle piccole valli del rio Banchetta e del rio Cassinelle …"

[3]) Nel caso in esame, il tempo di concentrazione della rete, ricavato assegnando una pioggia impulsiva di 315 mm/ora di intensità e 10 minuti di durata, risulta di 38 minuti. La portata al colmo all'uscita dall'area dell'impianto per ietogrammi ricavati con la procedura di Chicago ed aventi durata di 30, 45, 60, 90 minuti risulta rispettivamente pari a 4.5, 5.5, 6.1 e 6.50 m^3/s.

```
E3    110      79.51
E3    115      77.23
E3    120      75.21
```

Ancora ai soli fini della determinazione dell'andamento dell'intensità nel corso dell'evento, si precisa che il picco è collocato al 50% della durata della pioggia. La decisione deriva dalla natura della rete di drenaggio in argomento, che si presenta come rete artificiale ricostruita in forma paranaturale. In generale, si osserva che la posizione del picco nella prima metà della durata dell'evento è pericolosa per le reti urbane; per le reti idrografiche naturali avviene il contrario, ossia risultano più gravosi gli eventi con il picco collocato verso la fine dell'evento.

2.4.3. PORTATE DI RIFERIMENTO

Le portate in uscita dall'area dell'impianto sono state determinate con riferimento alle due situazioni descritte in premessa.

La verifica essenziale per la regolarità della modellazione mostra che non esistono perdite nei nodi della rete e pertanto l'afflusso generato dalla precipitazione di progetto perviene alla sezione finale.

2.4.3.1. SITUAZIONE A FINE SCAVO

La portata al colmo conseguente all'evento di progetto è pertanto, nella fase a fine scavo, pari a meno di 0.7 m^3/s a seguito della sistemazione data ai piazzali interni che, nel corso dell'evento, permettono di invasare temporaneamente una porzione significativa del volume prodotto dal ruscellamento.

I risultati sono mostrati nelle figure che seguono. In particolare, la Figura 2-2 mostra l'andamento nel tempo dello svuotamento del volume immagazzinato temporaneamente nei piazzali con le profondità massime indicate dal valore al colmo. Lo svuotamento del piazzale intermedio è regolato da un dispositivo a bocca sotto battente in modo da controllare la portata uscente. Le dimensioni del dispositivo, tenuto conto dei margini di capacità di convogliamento dello scarico finale, possono essere aumentate aumentando il convogliamento verso il basso e diminuendo i tempi di sommersione.

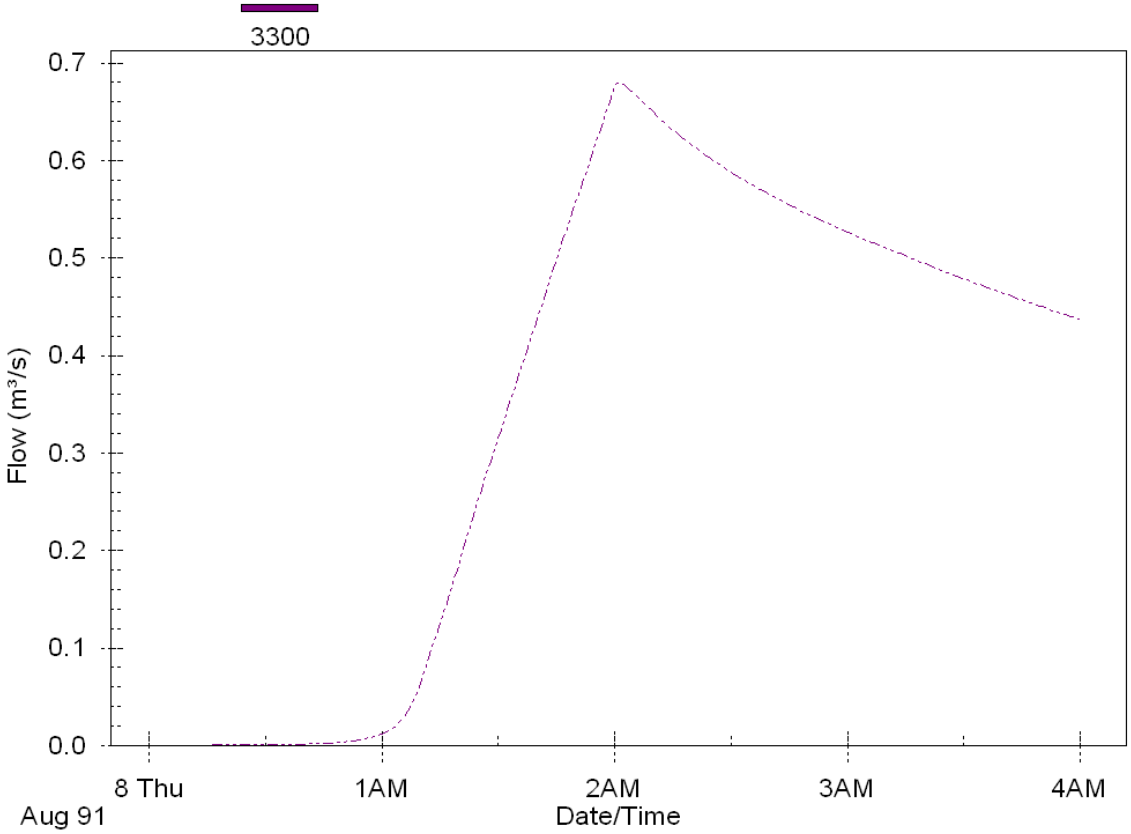


Figura 2-1 – Andamento delle portate nel collettore finale in uscita verso la rete idrografica naturale (collettore 3300; 0.671 m^3/s).

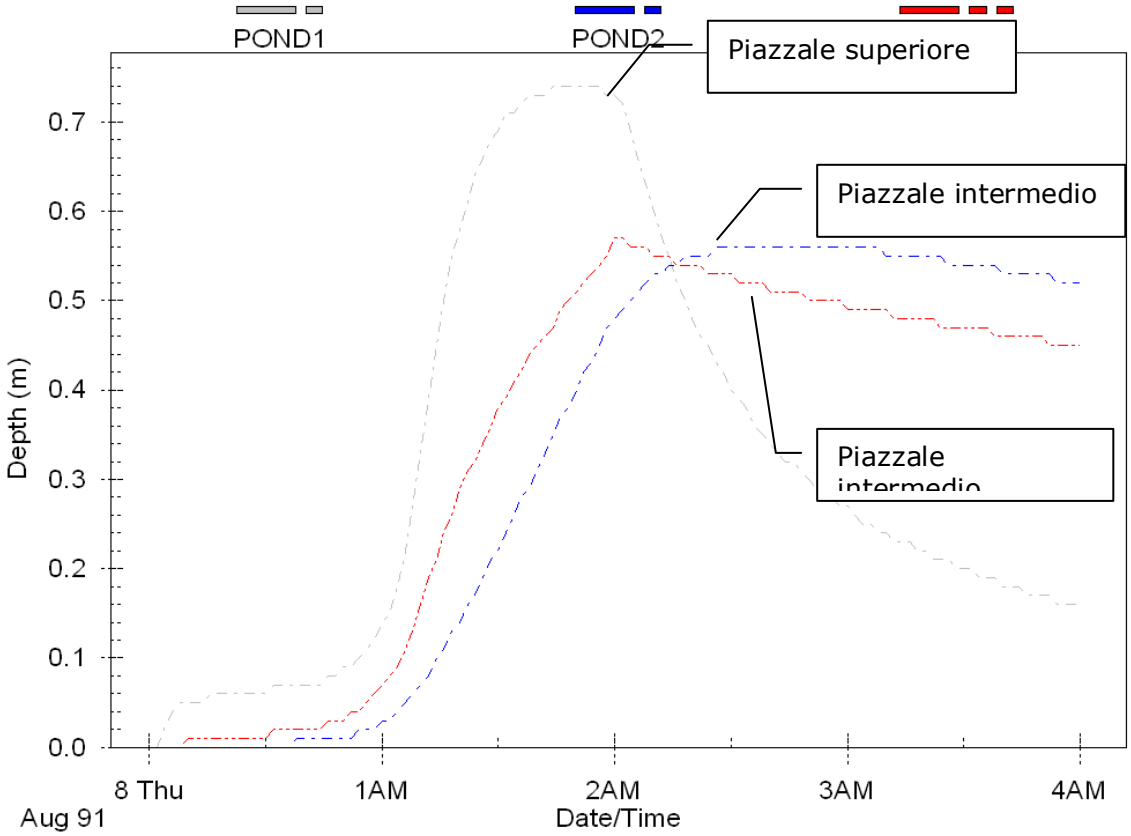


Figura 2-2 – Andamento temporaneo della sommersione nei piazzali.

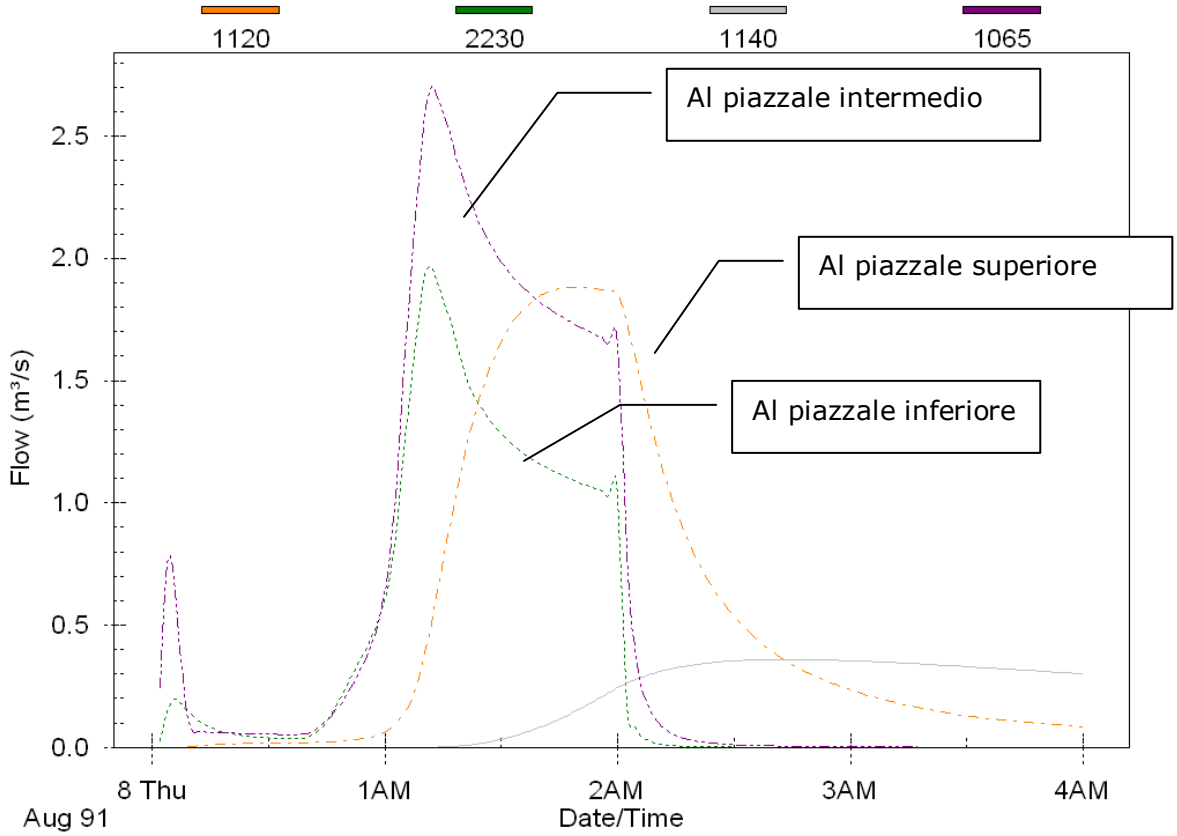


Figura 2-3 – Portate circolanti nei tronchi che immettono il ruscellamento nei piazzali di invaso temporaneo

2.4.3.2. SITUAZIONE DI RIMODELLAMENTO FINALE

La portata al colmo conseguente all'evento di progetto ricavata dal calcolo è pertanto, nella fase finale di sistemazione, pari a 7.7 m^3/s da una superficie complessiva di 0.27 km^2. Il valore della portata per unità di superficie (28 $m^3/s\ km^2$) appare in linea con le previsioni contenute nel piano di bacino, dimostrando che la sistemazione proposta riduce il deflusso dall'area in oggetto.

I valori di portata duecentennale forniti per i sottobacini del Chiaravagna dal citato Piano di bacino sono riuniti nella tabella seguente in cui i valori relativi al bacino in oggetto sono indicati in corsivo. I risultati sono resi evidenti nello schema grafico seguente in cui il simbolo di maggiori dimensioni indica il bacino in oggetto.

Tabella 2-2 – Portate con tempo di ritorno duecentennali nei bacini di minor portata del T. Charavagna secondo i dati del Piano di bacino

codice	area (km^2)	portata (m^3/s)	portata unitaria (m3/s km^2)
N1.1	0.228	11.2	49.0
N1.2	0.204	9.62	47.2
N0	0.432	18.34	42.5
R2.2	0.62	18.3	29.4
bacino	*0.27*	*7.6*	*28.1*

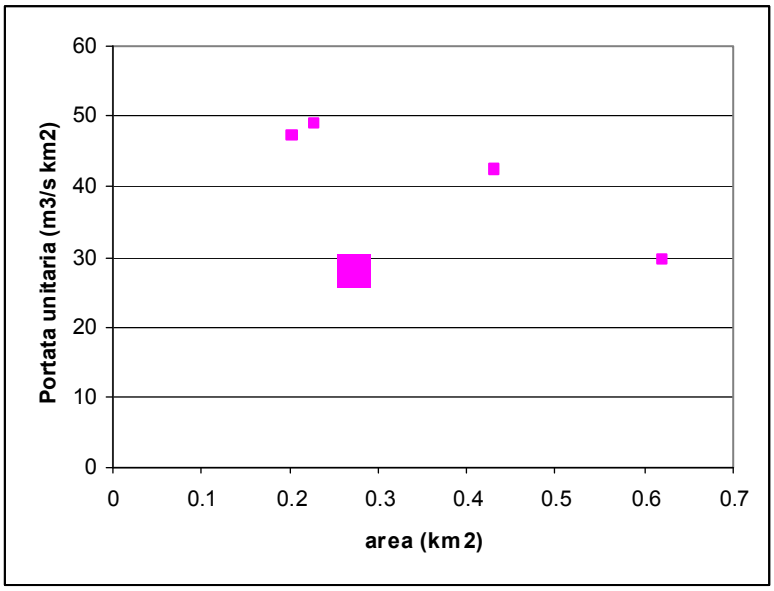


Figura 2-4 – Portate di progetto dei sottobacini del T. Chiaravagna con area inferiore a 1 km^2. Il quadrato di maggiori dimensioni indica la posizione corrispondente al bacino in oggetto

Nella Figura 2-5 si presenta il diagramma delle profondità raggiunte dalle acque, che temporaneamente si immagazzinano sui quattro piazzali individuati nella sistemazione finale. La sommersione permane intorno al valore massimo per un intervallo di tempo dell'ordine di 10-15 minuti.

Il tabulato dei risultati insieme con le istruzioni in ingresso sono riportati in appendice.

I risultati sono posti in evidenza nelle figure successive con particolare riferimento:

- all'andamento della portata ed al suo valore al colmo all'uscita dall'area dell'impianto (Figura 2-6). Il valore del colmo risulta inferiore alla portata attesa da pari superficie nell'ambito del bacino del T. Chiaravagna, in base alle elaborazioni proposte dal Piano di bacino;

- all'andamento delle portate ed ai valori dei colmi alla base dei tre rami che contribuiscono ad alimentare il deflusso finale. I rami sono individuati, nei tabulati del codice di calcolo riportati in appendice, come settentrionale, centrale e meridionale.

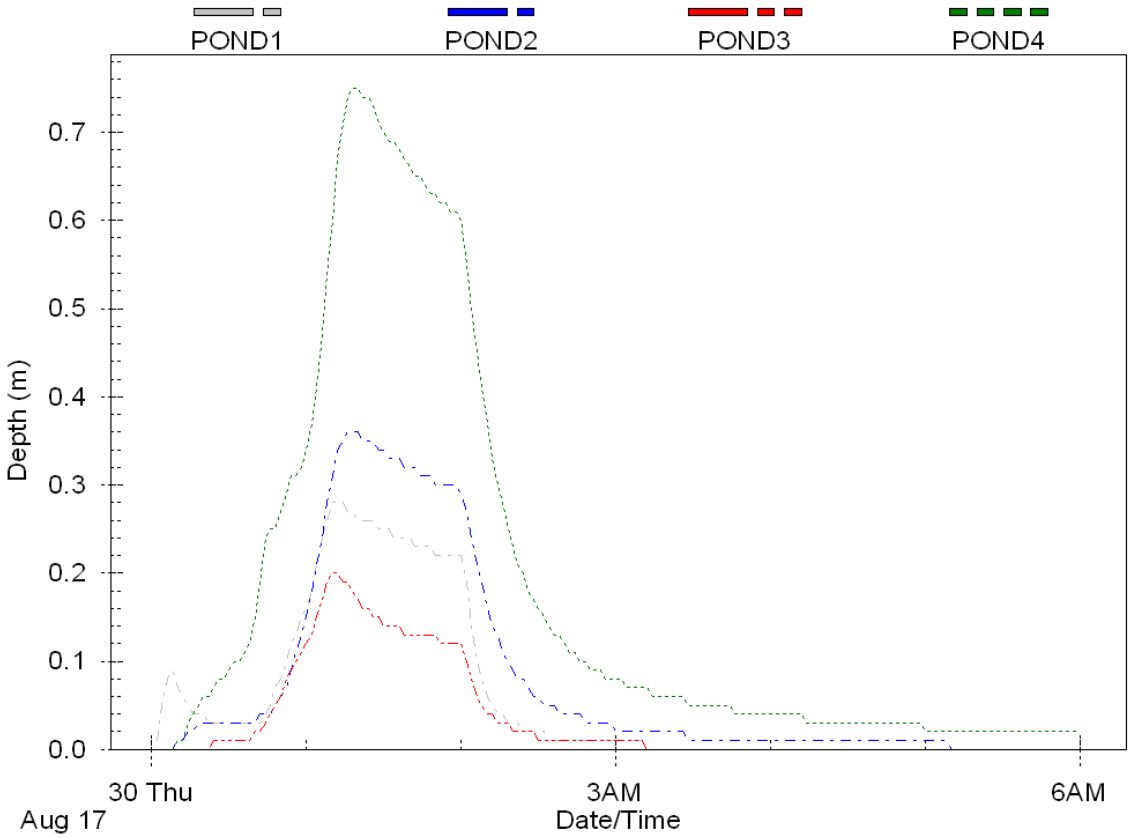


Figura 2-5 - Andamento dei livelli nei quattro piazzali in cui avviene un accumulo temporaneo.

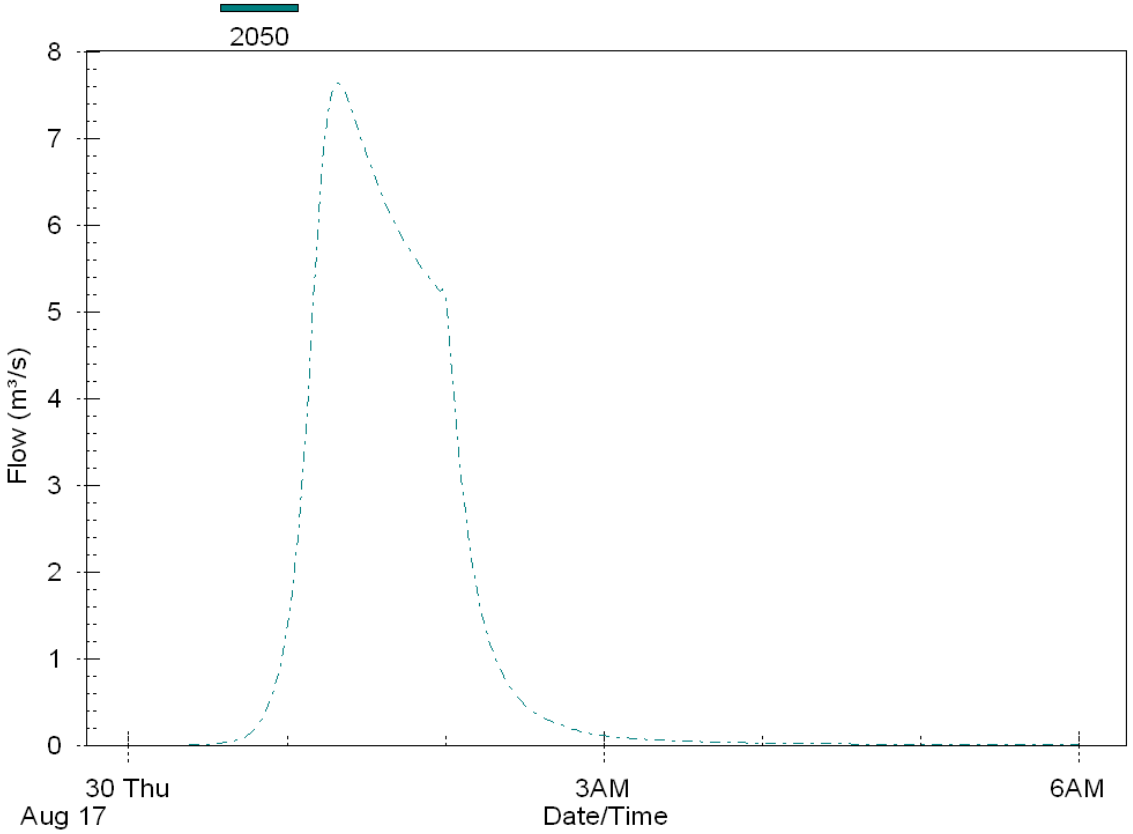


Figura 2-6 – Andamento delle portate nel collettore finale in uscita verso la rete idrografica naturale (collettore 2050; 7.68 m^3/s).

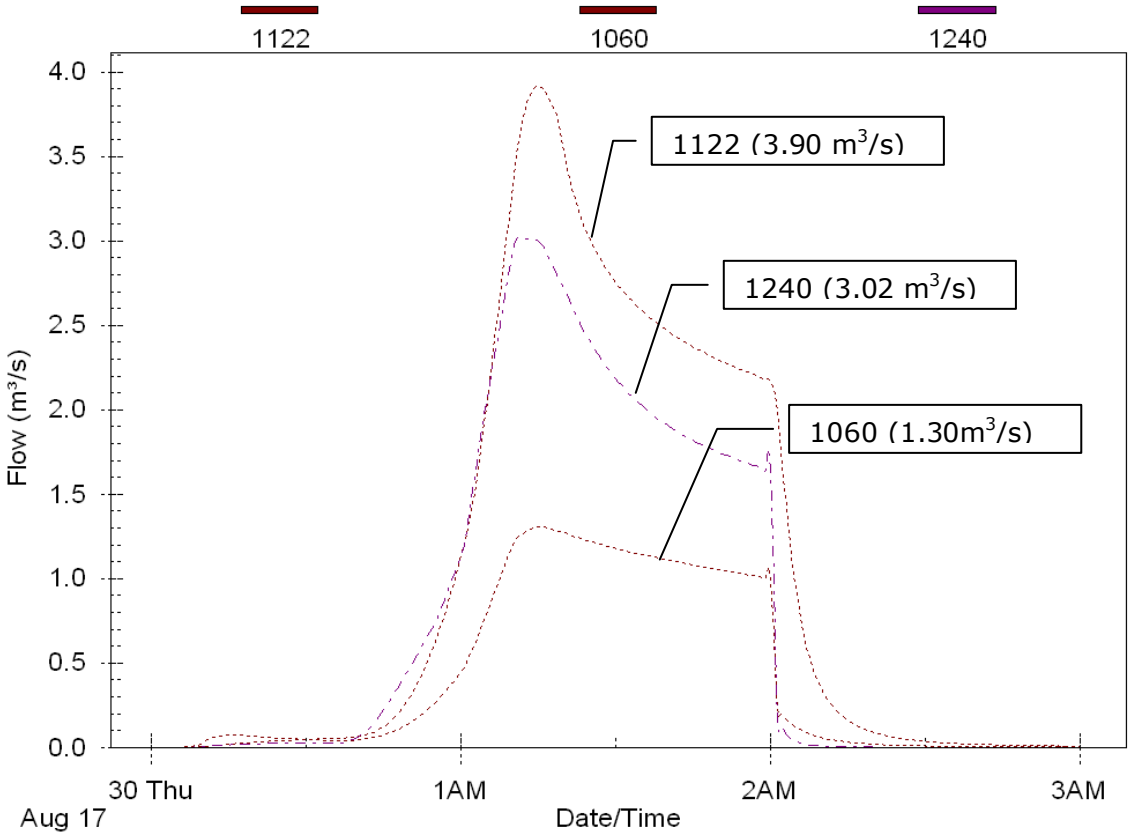


Figura 2-7 – Portate in arrivo alle aree di accumulo temporaneo e provenienti dai settori che generano scorrimento (la porzione settentrionale defluente nel tronco 1122; la porzione centrale defluente nel tronco 1060 e la porzione meridionale defluente nel tronco 1240. Gli idrogrammi hanno la forma tipica che descrive il deflusso dalle aree di modesta estensione.

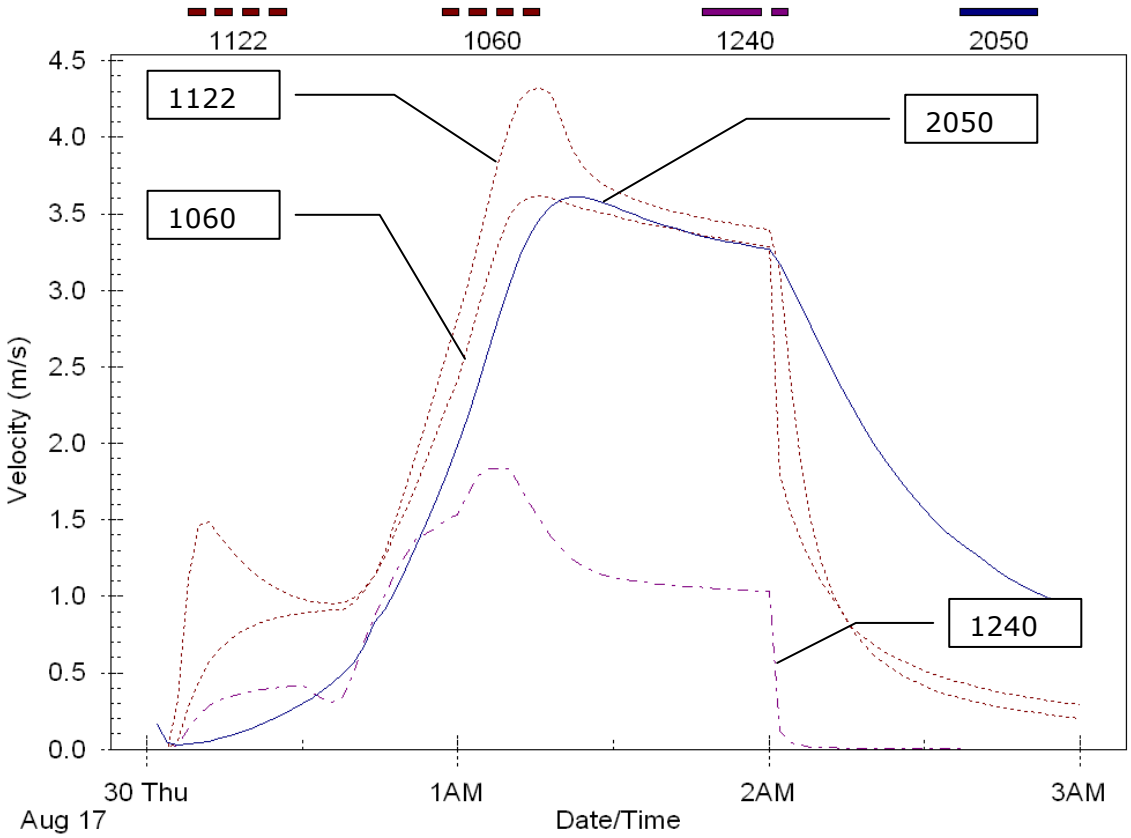


Figura 2-8 – Velocità raggiunte nei tronchi di interesse con valori massimi dell'ordine di 4.3 m/s nel collettore 1122, ossia in arrivo dal settore settentrionale.

3. LA RETE DI CONVOGLIAMENTO DELLE ACQUE NELLA SITUAZIONE FINALE

Le caratteristiche della rete di convogliamento sono riferite alla situazione di rimodellamento finale, in quanto le caratteristiche in argomento hanno carattere definivo. La rete proposta è descritta nella planimetria allegata.

Si tratta di tronchi di canalizzazione con sezioni assimilabili ad una forma rettangolare o trapezia con lato obliquo subverticale (rapporto H:V=1:5).

La profondità è pari a 0.5 m eccetto che nei due tronchi costituiti dagli scaricatori su materiali di riporto ove la profondità è posta pari a 1.0 m (tronchi 1056-1060 e 1220-1240).

Le dimensioni del fondo sono di 2.0 m per tutti i tronchi eccetto che, con riferimento al nodo di partenza:

- 4 m per il tronco 1010 in arrivo al nodo 20;
- 3.0 m per il tronco 1240;
- 2.5 m per il tronco 1100 e 1230;
- 1.0 m per i tronchi in roccia 1050 e 1054

Il tronco terminale sarà soggetto ad un dimensionamento che dipenderà dall'assetto finale dato all'attuale piazzale in fregio agli edifici. Il tronco sbocca sul salto finale in roccia e pertanto beneficia dell'assenza di pericoli di occlusione o rigurgito. Indicativamente, una sezione di canale con larghezza di 2 m e profondità di 1.50 m risulta adeguata fino al raggiungimento dell'attuale manufatto che sottopassa il muro al limite dell'area dell'impianto. Il manufatto in parola, che presenta una luce di 1.0 x 1.60 m con fondo scorrevole a -5.70 dal piano campagna, risulterebbe adeguato alla portata di progetto, ipotizzando che la luce sia sotto battente. La sua demolizione nell'ambito della sistemazione finale comporterebbe il proseguimento del citato canale a cielo aperto fino al salto di fondo finale.

4. CONCLUSIONI

Le canalizzazioni interne all'area sono sufficienti al convogliamento delle portate originate dall'evento duecentennale. Il tronco terminale sarà restituito alla situazione di sezione a cielo aperto e pertanto non si prevedono limitazioni nel funzionamento.

I valori di portata sono compatibili con le portate di piena naturali reperibili nelle elaborazioni del Piano di Bacino.

La sistemazione dell'area proposta a conclusione dell'attività estrattiva risulterà addirittura favorevole per la riduzione delle portate di piena rispetto alle condizioni del bacino nelle condizioni naturali.

5. RIFERIMENTI

CSDU (1997): *Sistemi di fognatura*, Hoepli, Milano

JAMES W. & JAMES W.R. (2000a): *Water systems models [2]: Hydraulics*, CHI, Guelph.

JAMES W. & JAMES W.R. (2000b): *Water systems models [1] :Hydrology*, CHI, Ontario

PROVINCIA DI GENOVA (1998): Torrente Chiaravagna–Piano di bacino stralcio-Fascicolo 2

APPENDICE A STORM WATER MANAGEMENT MODEL (SWMM)

Questo modello descrive le grandezze studiate, zona per zona, in funzione del tempo, ed è quindi rappresentabile con la notazione:

Q (t) = H | P (t), t |

con cui si indica che la sommatoria delle uscite [Q(t)] è ottenibile conoscendo una serie di entrate [P(t)] grazie ad una matrice di operatori caratterizzanti i vari sottobacini [H], in funzione del tempo [t].

In sostanza il bacino deve essere schematizzato in sottobacini e tronchi di trasporto, devono essere definiti i vari manufatti di controllo delle onde di piena, se esistenti, e, introdotti gli ietogrammi che possono essere differenti per ogni sottobacino, il modello calcola le portate nelle varie sezioni, tenendo conto delle possibili diverse situazioni idrauliche esistenti (laminazioni, scarichi di piena, sollevamenti), e dei diversi manufatti.

Tuttavia, anche utilizzando un modello fisicamente basato, risulta impossibile simulare in dettaglio tutti i processi idraulici ed idrologici che si sviluppano, pertanto si è comunque costretti a trascurare alcuni fenomeni (ad esempio l'effetto delle caditoie pluviali ostruite), a semplificarne altri (operando con un numero discreto di parametri distribuiti), e ad ignorarne altri ancora (come le proprietà dinamiche della pioggia) che però risultano, nel complesso, realmente trascurabili.

Lo schema logico impiegato dal modello è riportato nelle Figura 5-1.

In pratica, lo schema logico seguito dalle subroutines di calcolo può essere così descritto:

- viene individuato lo ietogramma d'ingresso sul bacino, o i diversi ietogrammi afferenti alle diverse parti del bacino (ingresso distribuito);
- il bacino viene suddiviso in sottobacini;
- ogni sottobacino viene schematizzato assimilandolo ad una falda piana scolante in un canale che ne percorre un lato (cunetta) il quale a sua volta termina in corrispondenza di una caditoia di ingresso nei condotti veri e propri;
- per ogni superficie scolante si considera una precipitazione uniforme nello spazio e si applicano le procedure di calcolo delle perdite per detenzione superficiale e di infiltrazione, per lo scorrimento superficiale, sulla superficie e lungo la cunetta, fino alla determinazione dell'idrogramma che perviene alla rete drenante;
- si calcola il moto vario nella rete drenante originato da tutte le immissioni considerate.

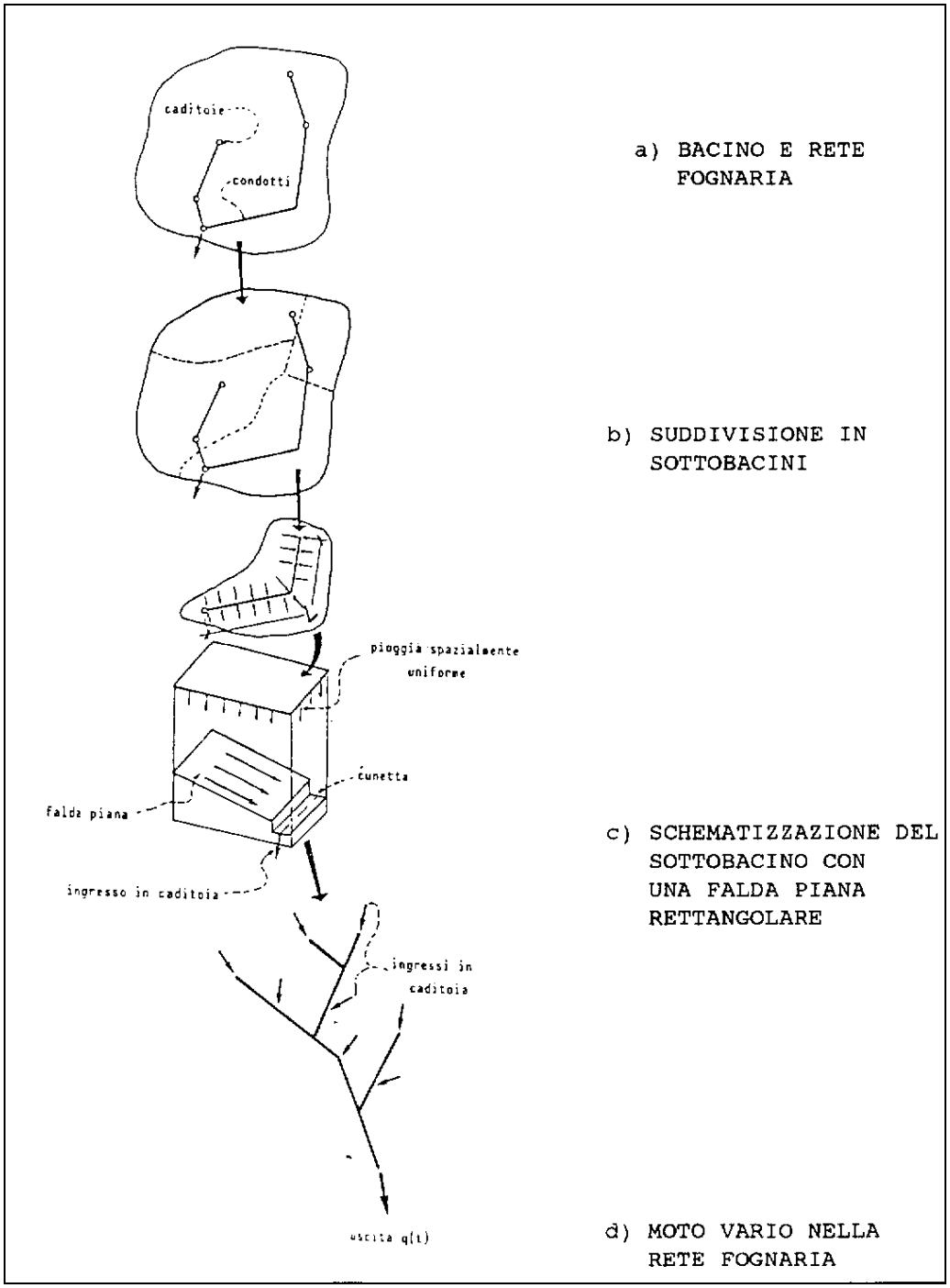


Figura 5-1. Schematizzazione di un bacino così come operata nel modello SWMM (da PAOLETTI, 1986).

A1 - PROCEDURE DI CALCOLO

Nella serie di simulazioni effettuate vengono impiegate sostanzialmente due ruotines; una preposta alla quantificazione del deflusso (modulo RUNOFF) e l'altra alla sua propagazione nella rete (modulo EXTRAN).

MODULO RUNOFF

Il blocco Runoff è quello in grado di generare l'idrogramma superficiale basandosi su una serie di informazioni riguardanti sia le precipitazioni che il bacino (vedi Figura 5-2). Ai fini della determinazione dell'idrogramma, ha grande importanza la quantificazione dell'entità e dell'andamento temporale delle "perdite idrologiche" che si verificano in un bacino durante la precipitazione. Le cause di sottrazione di volume sono: intercettazione, evapotraspirazione, formazione di un velo d'acqua sul terreno, detenzione nelle depressioni superficiali ed infiltrazione; mentre la prima viene trascurata, le seconde tre vengono valutate in modo sintetico sottraendo in blocco, all'inizio della precipitazione, un volume d'acqua stimato in base alle caratteristiche della superficie, mentre l'infiltrazione viene valutata più in dettaglio. Il modello consente due diversi tipi di approcci per determinare l'infiltrazione: un'equazione di tipo semi – teorico (Green Ampt) ed una di tipo semi – empirico (Horton).

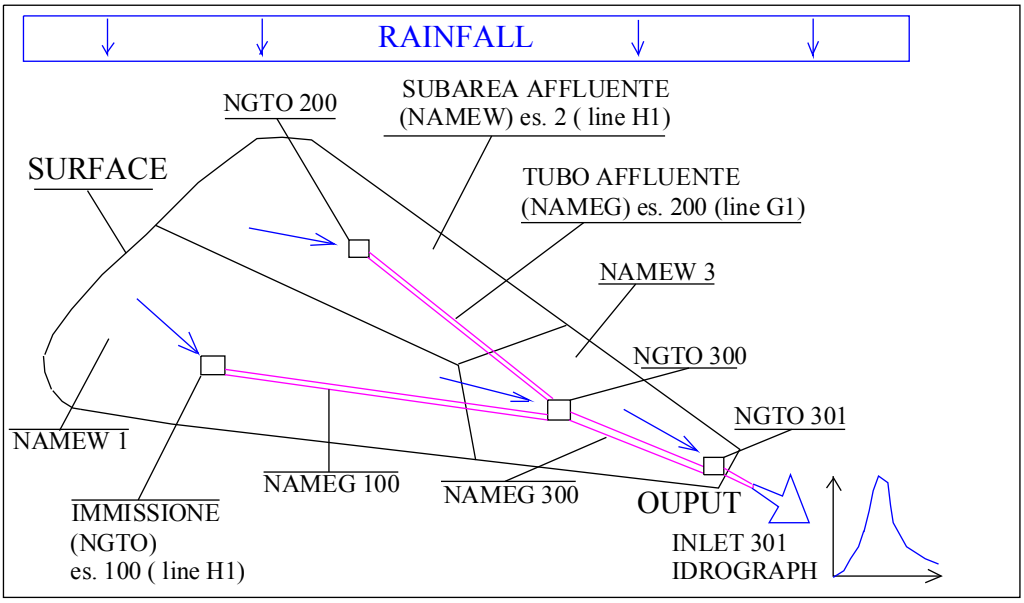


Figura 5-2. Schema logico di funzionamento del blocco RUNOFF.

Si è scelto di operare considerando l'infiltrazione utilizzando l'approccio semi empirico proposto e sviluppato da HORTON, (1940) il quale teorizza che il contenuto idrico del suolo cambi nel tempo durante la precipitazione stessa, in modo proporzionale alla sua imbibizione, che può avvenire più o meno rapidamente.

Questo concetto è espresso dalla seguente notazione, che prende il nome di equazione di Horton:

$$f = f_c + (f_o - f_c) * e^{-k\,t}$$

in cui:

f = capacità d'infiltrazione del suolo (mm/h);

f_c= capacità d'infiltrazione asintotica o soglia minima d'infiltrazione (mm/h);

f_o= capacità d'infiltrazione iniziale (mm/h);

k = costante di decadimento (Decay) della curva d'infiltrazione (h^{-1});

t = pouding time (tempo necessario alla formazione del velo d'acqua, espresso in h^{-1}).

I valori di f_o, f_c e k (vedi Figura 5-3) esprimono rispettivamente: la capacità di penetrazione della pioggia nella superficie del suolo, la velocità di propagazione attraverso gli strati saturi del terreno e la velocità con cui quest'ultimo si va saturando, in relazione alla specifica tessitura. La velocità di saturazione del suolo può essere vista come percentuale di declino della capacità d'infiltrazione dopo un tempo prefissato. I valori di questi parametri sono strettamente legati allo specifico complesso suolo – copertura ed all'iniziale contenuto idrico.

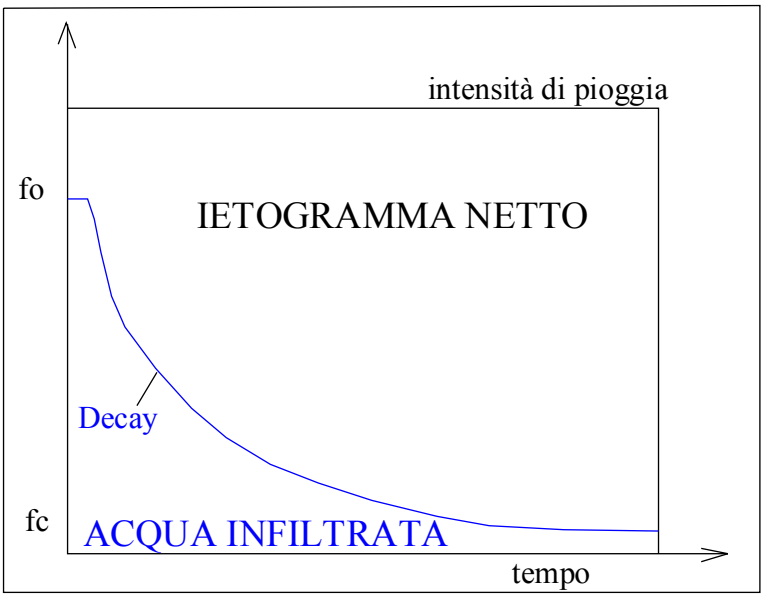


Figura 5-3. Andamento della capacità d'infiltrazione dell'acqua nel suolo (HORTON, 1940) e ottenimento dello ietogramma netto.

A2 - MODULO EXTRAN

E' il modulo che computa la propagazione dell'onda di piena, il cui schema logico è riassunto in Figura 5-4. Come già detto il modello ipotizza che il comportamento del bacino sia analogo a quello di una falda piana che versa, con distribuzione uniforme, in una cunetta. Lo scorrimento superficiale viene calcolato tramite le equazioni di De Saint Venant del moto vario monodimensionale, le quali consistono in un sistema di equazioni differenziali alle derivate parziali del primo ordine, che andrebbero integrate, di volta in volta, basandosi su assegnate condizioni del contorno.

Tali equazioni però non sono applicate in forma completa, in quanto ammettendo le seguenti semplificazioni:

- scarsa influenza dei fenomeni inerziali;
- modesti effetti di rigurgito provocati dalle cunette stradali e dalle caditoie;

- frequente accorpamento delle singole superfici scolanti (tetti, strade, cortili) in un'unica falda " equivalente";
- si giunge ad approssimare il problema alla più semplice condizione di moto uniforme, con l'applicazione dell'onda cinematica.

Questa è espressa come:

$$\frac{\partial Y}{\partial t} + \frac{\partial Y}{\partial X} \times (m+1) \times a \times Y^m = i - f$$

dove:

y = profondità della corrente;

i = intensità istantanea della pioggia;

f = intensità d'infiltrazione;

x = ascissa, crescente verso valle;

t = tempo;

a, m = coefficienti dipendenti dal tipo di formula di resistenza utilizzato;

La propagazione dell'onda di piena viene affrontata applicando le equazioni di conservazione della massa e della quantità di moto, espresse come:

$$Q = V_1 A_1 = V_2 A_2$$

e

$$\sum F = \rho Q(V_1 - V_2)$$

In cui : **Q =** portata, **V =** velocità, **A =** area, **∑F** = impulso delle forze esterne, **ρ=**massa volumica.

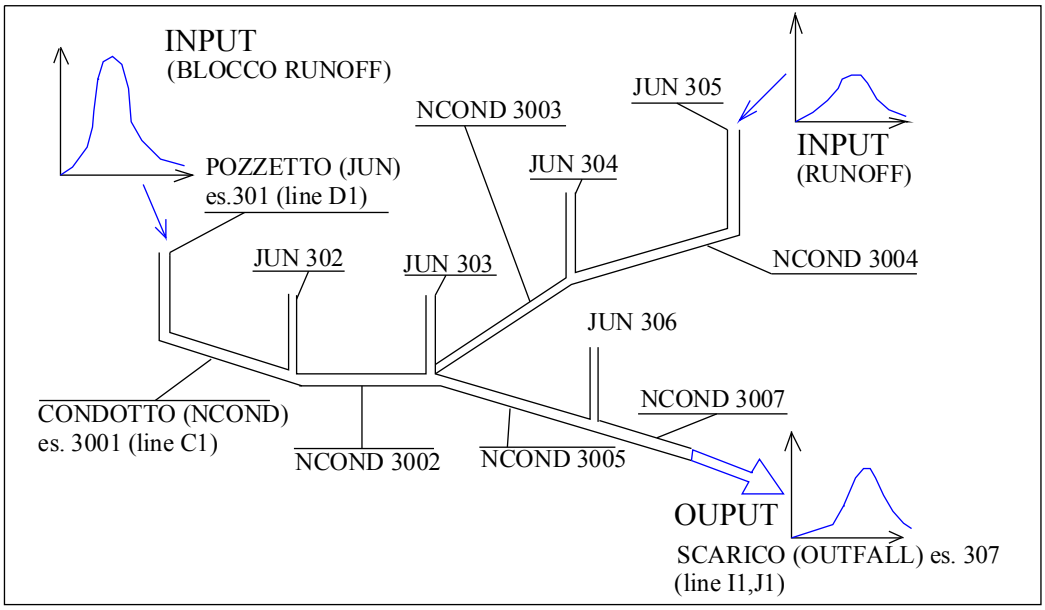


Figura 5-4. Schema logico di funzionamento del blocco EXTRAN.

APPENDICE B DATI IN INGRESSO

```
$ANUM
$RUNOFF
A1   '871-UNICALCE - AGGIORNAMENTO AGOSTO 2017'
A1   'Pluviometro di Madonna della Guardia - Ietogramma di Chicago Tr 200 anni 120 minuti '
*
* PROGRAM CONTROL LINE
* METRIC  ISNOW    NRGAG    INFILM  KWALTY  IVAP     NHR    NMN     NDAY  MONTH   IYRSTR
B1   1       0       1       0       0       0       00      0       30      8       17
*
* IPRN(1) IPRN(2) IPRN(3)
B2   0       0       0
*
*    WET    WET/DRY DRY    LUNIT     LONG
B3   60      180     60      1       120.0
*
* RAINFALL CONTROL LINE
*
* ROPT
D1   0
*
* KTYPE    KINC   KPRINT  KTHIS   KTIME    KPREP   NHISTO THISTO    TZRAIN
E1   2       1       0       0       0       0       24      5       0.0
*
* STEP-FUNCTION HYETOGRAPH
*
* TIME=REIN(1)  TIME=REIN(2)
E3   5       77.23
E3   10      77.23
E3   15      79.51
E3   20      82.13
E3   25      85.18
E3   30      88.81
E3   35      93.25
E3   40      98.88
E3   45      106.44
E3   50      117.54
E3   55      137.02
E3   60      215.89
E3   65      215.89
```

```
E3   70      137.02
E3   75      117.54
E3   80      106.44
E3   85      98.88
E3   90      93.25
E3   95      88.81
E3   100     85.18
E3   105     82.13
E3   110     79.51
E3   115     77.23
E3   120     75.21
*    Enter comment here
*    Enter comment here
*    settori attraversati dal ruscellamento
*
*  NAMEG   NGTO    NPG    GWIDTH    GLEN     G3     GS1     GS2       G6     DFULL GDEPHT
*    RAMO SETTENTRIONALE
G1   RN1     10      1       196     85      1.78    0       0       0.100   0.5     0
G1   L1      5       1       154     115     0.01    0       0       0.100   0.5     0
G1   L2      10      1       73      67      0.01    0       0       0.100   0.5     0
G1   L3      100     1       128     120     0.37    0       0       0.100   0.5     0
*    Enter comment here
*    RAMO CENTRALE
G1   RN3C    30      1       102     73      0.31    0       0       0.100   0.5     0.01
G1   RN3A    RN2     1       105     36      1.72    0       0       0.200   0.5     0.01
G1   RN2     5       1       151     24      0.31    0       0       0.200   0.5     0.01
G1   RN3D    RN3C    1       68      15      0.67    0       0       0.200   0.5     0.01
*    RAMO MERIDIONALE
G1   RN3     RN3E    1       280     20      2.43    0       0       0.200   0.5     0
G1   RN2     5       1       152     23      0.44    0       0       0.200   0.5     0
G1   RN3E    N8      1       280     20      0.01    0       0       0.200   0.5     0
G1   N8      RN5     1       29      61      0.26    0       0       0.200   0.5     0
G1   RN5     RN5A    1       90      65      0.55    0       0       0.200   0.5     0
G1   RN5A    G4      1       58      22      0.73    0       0       0.200   0.5     0
G1   G4      230     1       82      59      3.94    0       0       0.100   0.5     0
G1   L32     240     1       78      90      0.01    0       0       0.100   0.5     0
G1   G7      POND4   1       12      75      0.01    0       0       0.100   0.5     0.01
*    Enter comment here
*    Enter comment here
```

```
*    Enter comment here
*SUBCATCHMENT DATA
*Alla superficie in asfalto è assegnata scabrezza di 0.014 (pag 4-49 manuale SWMM)
*Decay 0.002 per l'asfalto (infiltrazione inziale 1mm  finale 0.1mm)K=7.2
*
*    JK    NAMEW    NGTO    WIDTH     AREA    %IMP     SLP     IMPN    PERVN    IDS     PDS      WLMAX  WLMIN     DECAY
*    RAMO SETTENTRIONALE
H1   1       N3      RN1      70      0.96    2       0.8     0.030   0.2      0.5     4        200     12.7     0.00056
H1   1       RN1     L2       196     1.78    2       1.17    0.030   0.2      0.5     4        125     6.3      0.00056
H1   1       L2      10       73      1.78    2       0.01    0.030   0.2      0.5     4        125     6.3      0.00056
H1   1       N10     L2       122     0.12    2       1.25    0.030   0.2      0.5     4        125     6.3      0.00056
H1   1       RN1A    20       150     0.22    2       1.27    0.030   0.2      0.5     4        125     6.3      0.00056
H1   1       N11     L3       77      0.09    2       0.4     0.030   0.2      0.5     4        200     12.7     0.00056
H1   1       L3      100      128     1.58    2       0.37    0.030   0.2      0.5     4        125     6.3      0.00056
H1   1       L21     110      100     0.18    2       0.23    0.030   0.2      0.5     4        125     6.3      0.00056
H1   1       L22     110      37      0.33    2       0.33    0.030   0.2      0.5     4        125     6.3      0.00056
H1   1       L23     120      82      0.24    2       0.33    0.030   0.2      0.5     4        125     6.3      0.00056
H1   1       L23A    POND3    52      0.09    2       0.36    0.030   0.2      0.5     4        125     6.3      0.00056
H1   1       L24     POND3    60      0.18    2       0.37    0.030   0.2      0.5     4        125     6.3      0.00056
H1   1       PZ3     POND3    48      0.15    2       0.01    0.030   0.2      0.5     4        76      2.5      0.00056
*    Enter comment here
*    Enter comment here
*    RAMO CENTRALE
H1   1       N1      L1       19      0.05    2       0.27    0.030   0.2      0.5     4        200     12.7     0.00056
H1   1       L1      5        149     2.04    2       0.01    0.030   0.2      0.5     4        125     6.3      0.00056
H1   1       RN1A    20       134     0.22    2       1.27    0.030   0.2      0.5     4        125     6.3      0.00056
H1   1       RN3A    RN2      105     0.34    2       1.72    0.030   0.2      0.5     4        125     6.3      0.00056
H1   1       RN2     5        152     0.39    2       0.44    0.030   0.2      0.5     4        125     6.3      0.00056
H1   1       RN3B    RN3D     56      0.20    2       1.5     0.030   0.2      0.5     4        125     6.3      0.00056
H1   1       RN3D    RN3C     68      0.14    2       0.67    0.030   0.2      0.5     4        125     6.3      0.00056
H1   1       RN3C    50       68      0.14    2       0.67    0.030   0.2      0.5     4        125.    6.3      0.00056
H1   1       G1      54       24      0.18    2       0.67    0.030   0.2      0.5     4        125.    6.3      0.00056
H1   1       PZ1     POND1    50      0.09    2       0.01    0.030   0.2      0.5     4        76      2.5      0.00056
H1   1       L25     60       114     1.95    2       0.01    0.030   0.2      0.5     4        125     6.3      0.00056
H1   1       L26     60       114     1.92    2       0.01    0.030   0.2      0.5     4        125     6.3      0.00056
H1   1       PZ2     POND2    50      0.44    2       0.01    0.030   0.2      0.5     4        76      2.5      0.00056
H1   1       L28     POND2    113     0.24    2       0.33    0.030   0.2      0.5     4        125.    6.3      0.00056
H1   1       G6      POND2    99      0.18    2       1.07    0.030   0.2      0.5     4        125     6.3      0.00056
H1   1       N9      G7       107     0.13    2       1.42    0.030   0.2      0.5     4        125     6.3      0.00056
```

```
*    Enter comment here
*    Enter comment here
*    RAMO MERIDIONALE
H1   1       N5      RN3A    37      0.22    2       0.73    0.030   0.2     0.5     4       200     12.7    0.00056
H1   1       N6      RN3     123     0.61    2       0.44    0.030   0.2     0.5     4       200     12.7    0.00056
H1   1       N7      RN3     125     0.89    2       0.51    0.030   0.2     0.5     4       200     12.7    0.00056
H1   1       RN3     RN3E    280     0.73    2       2.43    0.030   0.2     0.5     4       125     6.3     0.00056
H1   1       RN3E    N8      280     0.46    2       0.01    0.030   0.2     0.5     4       125     6.3     0.00056
H1   1       RN3F    RN3D    54      0.18    2       1.65    0.030   0.2     0.5     4       125     6.3     0.00056
H1   1       N8      RN5     28      0.17    2       0.21    0.030   0.2     0.5     4       200     12.7    0.00056
H1   1       RN5     RN5A    90      0.36    2       0.55    0.030   0.2     0.5     4       125     6.3     0.00056
H1   1       RN5A    G4      58      0.13    2       0.72    0.030   0.2     0.5     4       125     6.3     0.00056
H1   1       RN6     L32     32      0.34    2       1.28    0.030   0.2     0.5     4       125     6.3     0.00056
H1   1       G4      230     82      0.42    2       3.94    0.030   0.2     0.5     4       125     6.3     0.00056
H1   1       L32     240     78      0.72    2       0.01    0.030   0.1     0.5     4       125     6.3     0.00056
H1   1       L30     POND4   116     0.13    2       0.33    0.030   0.1     0.5     4       125     6.3     0.00056
H1   1       L31     240     154     1.92    2       0.01    0.030   0.1     0.5     4       125     6.3     0.00056
H1   1       G3      220     44      0.68    2       0.01    0.030   0.2     0.5     4       125     6.3     0.00056
H1   1       G7      POND4   12      0.09    2       0.01    0.030   0.2     0.5     4       125     6.3     0.00056
H1   1       RN4A    200     123     1.02    2       0.82    0.030   0.2     0.5     4       125     6.3     0.00056
H1   1       PZ4     POND4   67      0.24    2       0.01    0.030   0.2     0.5     4       76      2.5     0.00056
*PRINT CONTROL
*
* NPRNT INTERV
M1   2       1
*
* NDET STARTP(1) STOPPR(1)
M2   0       0       0
*
*IPRNT(1).....IPRNT(NRPNT)
M3   RN2     RN3C
*
$ENDPROGRAM
```

```
$ANUM
$EXTRAN
*    871 - Cava aggiornamento agosto 2017
A1
A1   'Ietogramma Tr 200 anni durata 120 minuti'
*    ISOL    KSUPER  KREDO   TOLCS1  QLOWCS  TOLCS2
B0   1       0       0       0       0       0
*    NTCYC   DELT    TZERO   NSTART  INTER   JNTER   REDO    IDATZ
B1   1350    8       0.0     1       0       15      0       083017
*    METRIC  NEQUAL  AMEN    ITMAX   SURTOL
B2   1       1       8       30      0.05
*    NHPRT   NQPRT   NPLT    LPLT    NJSW
B3   7       5       0       0       0
*    PRINT HEADS
B4   POND1   POND2   POND3   POND4   52      60      OUT
*    PRINT FLOWS
B5   1122    1060    1240    2050    1062
*    Rete CONDOTTI
*    NCOND   NJUNC1  NJUNC2  QO      NKLASS  AFULL   DEEP    WIDE    LEN     ZP(1)   ZP(2)   ROUGH   STHETA  SPHI    ENTK    EXITK
OTHERK
*    RAMO NORD
C1   1010    10      20      0       6       0       0.5     4       137     0       0       0.050   0.2     0.2
C1   1020    20      100     0       6       0       0.5     2       93      0       0       0.050   0.2     0.2
C1   1100    100     110     0       6       0       0.5     2.5     38      0       0       0.050   0.2     0.2
C1   1110    110     120     0       6       0       0.5     2       48      0       0       0.050   0.2     0.2
C1   1120    120     POND3   0       6       0       0.5     2       40      0       0.5     0.050   0.2     0.2
C1   1122    POND3   POND2   0       6       0       0.5     2       250     0       0       0.050   0.2     0.2
*    RAMO CENTRALE
C1   1005    5       20      0       6       0       0.5     2       100     0       0       0.050   0.2     0.2
C1   1020    20      100     0       6       0       0.5     2       104     0       0       0.050   0.2     0.2
C1   1030    30      50      0       6       0       0.5     2       107     0       0       0.050   0.2     0.2
C1   1050    50      52      0       6       0       0.5     1       35      0       0       0.050   0.2     0.2
C1   1054    54      52      0       6       0       0.5     1       74      0       0       0.050   0.2     0.2
C1   1052    52      POND1   0       6       0       0.5     2       42      0       0.5     0.050   0.2     0.2
C1   1056    POND1   60      0       6       0       0.5     2       143     0       0       0.050   0.2     0.2
C1   1060    60      POND2   0       6       0       0.5     2       110     0       0.5     0.050   0.2     0.2
C1   1062    POND2   POND4   0       6       0       1       2       110     0       0       0.050   0.2     0.2
C1   1062    POND2   POND4   0       6       0       1       2       70      0       0       0.050   0.2     0.2
*    RAMO SUD
```

```
C1   1200    200     210     0       6       0       0.5     2       54      0       0       0.050   0.2     0.2
C1   1210    210     220     0       6       0       0.5     2       54      0       0.5     0.050   0.2     0.2
C1   1220    220     230     0       6       0       1       2       60      0       0       0.050   0.2     0.2
C1   1230    230     240     0       6       0       1       2.5     54      0       0       0.050   0.2     0.2
C1   1240    240     POND4   0       6       0       1       3       40      0       0       0.050   0.2     0.2
*    Enter comment here
C1   2050    POND4   OUT     0       6       0       1.5     2       40      0       0       0.050   0.2     0.2
*    Enter comment here
*    Enter comment here
*    Enter comment here
*    Enter comment here
*    Enter comment here
*    NODI
*    RAMO NORD
D1   10      280     279.5   0       0
D1   20      276.5   276     0       0
D1   100     235     234.5   0       0
D1   110     230     229.5   0       0
D1   120     210     209.5   0       0
D1   POND3   201     200     0       0
*    RAMO CENTRALE
D1   5       315     314.5   0       0
D1   20      276.5   276     0       0
D1   30      296     295.5   0       0
D1   50      295.0   294     0       0
D1   52      265     264.5   0       0
D1   54      265.5   265     0       0
D1   POND1   233     232     0       0
D1   60      190     189.5   0       0
D1   POND2   146     145     0       0
*    RAMO SUD
D1   200     265     264.5   0       0
D1   210     264.5   264     0       0
D1   220     220     219     0       0
D1   230     170     169     0       0
D1   240     140     139     0       0
*    Enter comment here
D1   POND4   137.5   136     0       0
D1   OUT     136     133     0       0
```

```
*    Piazzali
E1   POND1   233     -1      2
E2   0.09    0       0.09    1
E1   POND2   146     -1      2
E2   0.44    0       0.44    1
E1   POND3   201     -1      2
E2   0.15    0       0.15    1
E1   POND4   137.5   -1      2
E2   0.24    0       0.24    1.5
*    Enter comment here
*    JFREE   NBCF
I1   OUT     1
* tide
J1   1
$ENDPROGRAM
```

APPENDICE C – RISULTATI

```
1          ************************************************
           *    U.S. Environmental Protection Agency      *
           *    Storm Water Management Model  (SWMM)      *
           *                Version 4.4GU                 *
           *                                              *
           *                 CDM/OSU Beta                 *
           *       Release Date - November 23, 1999       *
           * Camp Dresser & McKee and Oregon State Univ.  *
           *          Chuck Moore and Wayne Huber         *
           *  Compiled using Digital Visual Fortran 6.0   *
           ************************************************

                           Developed by

           ************************************************
           *             Metcalf & Eddy, Inc.             *
           *            University of Florida             *
           *       Water Resources Engineers, Inc.        *
           *     (Now Camp, Dresser and McKee, Inc.)      *
           *              September 1970                  *
           ************************************************

                    Distributed and Maintained by

           ************************************************
           *      U.S. Environmental Protection Agency    *
           * Center for Exposure Assessment Modeling (CEAM)*
           *    Athens Environmental Research Laboratory  *
           *            960 College Station Road          *
           *            Athens, GA    30605-2720          *
           ************************************************

           ************************************************
           *     This is a new release of SWMM.  If any   *
           *     problems occur executing this model      *
           *     system, contact Mr. Frank Stancil,       *
           *     U.S. Environmental Protection Agency.    *
           *     706/355-8328 (voice)                     *
           *     e-mail: stancil@athens.ath.epa.gov       *
```

```
          *     Or contact Wayne C. Huber at Oregon St. U.*
          *     541/737-6150 or wayne.huber@orst.edu      *
          *     Or Michael F. Schmidt at Camp Dresser &   *
          *     McKee (904) 281-0170 SCHMIDTMF@CDM.COM    *
          ************************************************

          ************************************************
          *  This is an implementation of EPA SWMM 4.4GU  *
          *  "Nature is full of infinite causes which     *
          *   have never occurred in experience" da Vinci *
          ************************************************


 ########################################
 #         File names by SWMM Block     #
 #          JIN  -> Input to a Block    #
 #         JOUT  -> Output from a Block #
 ########################################

    JIN for Block #     1 File #    8  PCTmp1a.int
   JOUT for Block #     1 File #    9  PCTmp1.int

 ########################################
 # Scratch file names for this simulation. #
 ########################################

 NSCRAT #     1 File #   21  SCRT1.UF
 NSCRAT #     2 File #   22  SCRT2.UF
 NSCRAT #     3 File #   23  SCRT3.UF
 NSCRAT #     4 File #   24  SCRT4.UF
 NSCRAT #     5 File #   25  SCRT5.UF
 NSCRAT #     6 File #   26  SCRT6.UF
 NSCRAT #     7 File #   27  SCRT7.UF
 NSCRAT #     8 File #   28  SCRT8.UF

 ************************************************
 *    Parameter Values on the Tapes Common Block   *
 ************************************************
```

```
  Number of Subcatchments in the Runoff Block (NW)..... 1000
  Number of Channel/Pipes in the Runoff Block (NG)..... 1000
  Number of Connections to Runoff Channels/Inlets (NCP).    6
  Number of Water Quality Constituents (MQUAL).........   20
  Number of Runoff Land Uses per Subcatchment (NLU).....   20
  Number of Groundwater Subcatchments in Runoff (NGW)...  100
  Number of Interface Locations for all Blocks (NIE).... 1000
  Number of Elements in the Transport Block (NET).......  500
  Number of Storage Junctions in Transport (NTSE).......  100
  Number of Transport interface input locations (NTHI)..  500
  Number of Transport interface output locations (NTHO).  500
  Number of Transport input locations on R lines (NTHR).   80
  Number of Transport printed output locations (NTOA)...   80
  Number of Tabular Flow Splitters in Transport (NTSP)..   50
  Number of Elements in the Extran Block (NEE)......... 4000
  Number of Pumps in Extran (NEP).......................   75
  Number of Orifices in Extran (NEO)....................  200
  Number of Tide Gates/Free Outfalls in Extran (NTG)....  200
  Number of Extran Weirs (NEW)..........................  400
  Number of Extran Printout Locations (NPO).............  150
  Number of Tide Elements in Extran (NTE)...............   50
  Number of Natural Channels (NNC)...................... 1200
  Number of Storage Junctions in Extran (NVSE)......... 1000
  Number of Time History Data Points in Extran (NTVAL)..  500
  Number of Data Points for Variable Storage Elements
    in the Extran Block (NVST)..........................   25
  Number of Input Hydrographs in Extran (NEH)...........  500
  Number of Allowable Channel Connections to
    Junctions in the Extran Block (NCHN)................   15
  Number Rain Gages in Rain and Runoff (MAXRG).........  200
  Number PRATE/VRATE Points for Extran Pump
    Input (MAXPRA)......................................   10
  Number of Variable Orifices in Extran (NVORF).........   50
  Number of Variable Orifice Data Points (NVOTIM).......   50
  Number of Allowable Precip. Values/yr in Rain (LIMRN). 5000
  Number of Storm Events for Rain Analysis (LSTORM).....20000
  Number of Plugs for Plug-flow in S/T (NPLUG)......... 3000
  Number Conduits for Extran Results to ASCII
    File (MXFLOW).......................................  400
```

```
 ********************************************************
 * Entry made to the EXTENDED TRANSPORT MODEL (EXTRAN)   *
 * developed 1973 by Camp, Dresser and McKee (CDM) with  *
 * modifications 1977-1991 by the University of Florida. *
 *                                                       *
 * Most recent update: March 1999 by CDM, Oregon         *
 * State University, and XP Software, Inc.               *
 *                                                       *
 * "Smooth runs the water where the brook is deep."      *
 *                  Shakespeare, Henry VI, II, III, 1    *
 ********************************************************


1-------------------------------------------------------------------------------
 ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY             ****   EXTENDED TRANSPORT PROGRAM   ****        WATER RESOURCES DIVISION
 WASHINGTON, D.C.                            ****                                ****        CAMP DRESSER & MCKEE INC.
                                             ****         ANALYSIS MODULE        ****        ANNANDALE, VIRGINIA

     A1
     1


 Control information for simulation
 ----------------------------------

 Integration cycles.................    1350

 Length of integration step is......    8.00 seconds
 Simulation length..................    3.00 hours

 Create equivalent conduits based
 on the COURANT condition (no local
 losses)............................       1

 Use metric units for I/O...........       1
```

```
 Printing starts in cycle.....       1

 Intermediate printout intervals of.******** cycles
 Intermediate printout intervals of.******** minutes

 Summary printout intervals of......      15 cycles
 Summary printout time interval of..    2.00 minutes

 Hot start file parameter (JREDO)...       0

 Initial time (TZERO)...............    0.00 hours
 This is time displacement from JIN interface file starting date/time when
 interface file is used.
 This also describes starting hour in K3 line hydrograph input when K3
 lines are used.
 Initial date (IDATZ).............  19083017 (yr/mo/day)
 NOTE: Initial date from JIN interface file will be used, if accessed,
 unless IDATZ is negative.

 Iteration variables: ITMAX.........      30
                      SURTOL.........  0.0500

 Default surface area of junctions..  8.00 square meters.

 EXTRAN VERSION 3.3 SOLUTION. (ISOL = 0).
 Sum of junction flow is zero during surcharge.

 NORMAL FLOW OPTION WHEN THE WATER
 SURFACE SLOPE IS LESS THAN THE
 GROUND SURFACE SLOPE (KSUPER=0)....

 NJSW INPUT HYDROGRAPH JUNCTIONS....     0

 Printed output for the following  7 Junctions

     POND1      POND2      POND3      POND4      52         60         OUT

 Printed output for the following  5 Conduits
```

```
     1122       1060       1240       2050       1062

     INTERMEDIATE HEADER LINES ARE PRINTED AS IN ORIGINAL PROGRAM

     IDS ARE WRITTEN AS IN ORIGINAL PROGRAM

     CONDUIT LENGTHS ON C1 LINE MUST EQUAL IRREGULAR SECTION LENGTH ENTERED ON THE C3 OR X1 LINES (IWLEN = 0)

     JELEV = 0 (DEFAULT). STANDARD INPUTS ARE DEPTHS NOT ELEVATIONS

     JDOWN = 0 - Minimum of normal or critical depth will be used at free outfalls (I1).

     Characteristic depth for M2 and S2 water surface profiles will be computed as in previous versions of EXTRAN (IM2 = 0).

     SEDIMENT DEPTHS WILL NOT BE READ FROM C1 LINES

     Intermediate continuity output will not be created

1--------------------------------------------------------------------------------
 ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY             ****   EXTENDED TRANSPORT PROGRAM   ****        WATER RESOURCES DIVISION
 WASHINGTON, D.C.                            ****                                ****        CAMP DRESSER & MCKEE INC.
                                             ****         ANALYSIS MODULE        ****        ANNANDALE, VIRGINIA

     A1
     1


1
 ***************************************************
 *                    Conduit Data                 *
 ***************************************************

  INP  CONDUIT    LENGTH   CONDUIT     AREA    MANNING MAX WIDTH     DEPTH       JUNCTIONS          INVERT HEIGHT     TRAPEZOID
  NUM   NUMBER     (M)       CLASS    (SQ M)     COEF.    (M)          (M)       AT THE ENDS        ABOVE JUNCTIONS   SIDE SLOPES
 ----   ------   -------  --------   -------   ------- ---------     -----   -------   -------     ---------------   ----- -----
    1 1010           137. TRAPEZOID      2.05   0.05000      4.00      0.50  10          20                          0.20   0.20
    2 1020            93. TRAPEZOID      1.05   0.05000      2.00      0.50  20          100                         0.20   0.20
    3 1100            38. TRAPEZOID      1.30   0.05000      2.50      0.50  100         110                         0.20   0.20
    4 1110            48. TRAPEZOID      1.05   0.05000      2.00      0.50  110         120                         0.20   0.20
```

5	1120	40.	TRAPEZOID	1.05	0.05000	2.00	0.50	120	POND3	0.00	0.50	0.20	0.20
6	1122	250.	TRAPEZOID	1.05	0.05000	2.00	0.50	POND3	POND2			0.20	0.20
7	1005	100.	TRAPEZOID	1.05	0.05000	2.00	0.50	5	20			0.20	0.20
8	1020	104.	TRAPEZOID	1.05	0.05000	2.00	0.50	20	100			0.20	0.20
9	1030	107.	TRAPEZOID	1.05	0.05000	2.00	0.50	30	50			0.20	0.20
10	1050	35.	TRAPEZOID	0.55	0.05000	1.00	0.50	50	52			0.20	0.20
11	1054	74.	TRAPEZOID	0.55	0.05000	1.00	0.50	54	52			0.20	0.20
12	1052	42.	TRAPEZOID	1.05	0.05000	2.00	0.50	52	POND1	0.00	0.50	0.20	0.20
13	1056	143.	TRAPEZOID	1.05	0.05000	2.00	0.50	POND1	60			0.20	0.20
14	1060	110.	TRAPEZOID	1.05	0.05000	2.00	0.50	60	POND2	0.00	0.50	0.20	0.20
15	1062	110.	TRAPEZOID	2.20	0.05000	2.00	1.00	POND2	POND4			0.20	0.20
16	1062	70.	TRAPEZOID	2.20	0.05000	2.00	1.00	POND2	POND4			0.20	0.20
17	1200	54.	TRAPEZOID	1.05	0.05000	2.00	0.50	200	210			0.20	0.20
18	1210	54.	TRAPEZOID	1.05	0.05000	2.00	0.50	210	220	0.00	0.50	0.20	0.20
19	1220	60.	TRAPEZOID	2.20	0.05000	2.00	1.00	220	230			0.20	0.20
20	1230	54.	TRAPEZOID	2.70	0.05000	2.50	1.00	230	240			0.20	0.20
21	1240	40.	TRAPEZOID	3.20	0.05000	3.00	1.00	240	POND4			0.20	0.20
22	2050	40.	TRAPEZOID	3.45	0.05000	2.00	1.50	POND4	OUT			0.20	0.20

```
 ****************************************
 *  Equivalent Conduit Volume Analysis  *
 ****************************************

 Input full depth volume.............    2.5323E+03 cubic meters
 New full depth volume...............    2.5323E+03 cubic meters
 New volume / Old volume ratio......         1.0000

1-------------------------------------------------------------------------------
 ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY             ****   EXTENDED TRANSPORT PROGRAM   ****        WATER RESOURCES DIVISION
 WASHINGTON, D.C.                            ****                                ****        CAMP DRESSER & MCKEE INC.
                                             ****         ANALYSIS MODULE        ****        ANNANDALE, VIRGINIA

     A1
     1


1
```

```
**************************************************
*                  Junction Data                 *
**************************************************
```

INP NUM	JUNCTION NUMBER	GROUND ELEV.	CROWN ELEV.	INVERT ELEV.	QINST CMS	INITIAL DEPTH(M)	CONNECTING CONDUITS			
1	10	280.00	280.00	279.50	0.00	0.00	1010			
2	20	276.50	276.50	276.00	0.00	0.00	1010	1020	1005	1020
3	100	235.00	235.00	234.50	0.00	0.00	1020	1100	1020	
4	110	230.00	230.00	229.50	0.00	0.00	1100	1110		
5	120	210.00	210.00	209.50	0.00	0.00	1110	1120		
6	POND3	201.00	201.00	200.00	0.00	0.00	1120	1122		
7	5	315.00	315.00	314.50	0.00	0.00	1005			
8	20	276.50	276.00	276.00	0.00	0.00	1010	1020	1005	1020
9	30	296.00	296.00	295.50	0.00	0.00	1030			
10	50	295.00	294.50	294.00	0.00	0.00	1030	1050		
11	52	265.00	265.00	264.50	0.00	0.00	1050	1054	1052	
12	54	265.50	265.50	265.00	0.00	0.00	1054			
13	POND1	233.00	233.00	232.00	0.00	0.00	1052	1056		
14	60	190.00	190.00	189.50	0.00	0.00	1056	1060		
15	POND2	146.00	146.00	145.00	0.00	0.00	1122	1060	1062	1062
16	200	265.00	265.00	264.50	0.00	0.00	1200			
17	210	264.50	264.50	264.00	0.00	0.00	1200	1210		
18	220	220.00	220.00	219.00	0.00	0.00	1210	1220		
19	230	170.00	170.00	169.00	0.00	0.00	1220	1230		
20	240	140.00	140.00	139.00	0.00	0.00	1230	1240		
21	POND4	137.50	137.50	136.00	0.00	0.00	1062	1062	1240	2050
22	OUT	136.00	134.50	133.00	0.00	0.00	2050			

```
1-------------------------------------------------------------------------------
 ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY             ****   EXTENDED TRANSPORT PROGRAM   ****        WATER RESOURCES DIVISION
 WASHINGTON, D.C.                            ****                                ****        CAMP DRESSER & MCKEE INC.
                                             ****         ANALYSIS MODULE        ****        ANNANDALE, VIRGINIA

     A1
     1
```

```
**************************************************
*          STORAGE JUNCTION DATA SUMMARY         *
**************************************************
```

STORAGE JUNCTION NUMBER OR NAME	JUNCTION TYPE	MAXIMUM OR CONSTANT SURFACE AREA (M2)	PEAK OR CONSTANT VOLUME (CUBIC MET.)	CROWN ELEVATION (M)
POND1	VARIABLE	900.00	900.00	233.000
POND2	VARIABLE	4400.00	4400.00	146.000
POND3	VARIABLE	1500.00	1500.00	201.000
POND4	VARIABLE	2400.00	3600.00	137.500

```
**************************************************
*          FREE OUTFALL DATA (DATA GROUP I1)     *
*         BOUNDARY CONDITION ON DATA GROUP J1    *
**************************************************

 OUTFALL AT JUNCTION....OUT        HAS BOUNDARY CONDITION NUMBER...         1

1--------------------------------------------------------------------------------
 ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY             ****   EXTENDED TRANSPORT PROGRAM   ****        WATER RESOURCES DIVISION
 WASHINGTON, D.C.                            ****                                ****        CAMP DRESSER & MCKEE INC.
                                             ****         ANALYSIS MODULE        ****        ANNANDALE, VIRGINIA

     A1
     1



**************************************************
*        INTERNAL CONNECTIVITY INFORMATION       *
**************************************************

     CONDUIT      JUNCTION     JUNCTION
     -------      --------     --------
     FREE  #1     OUT          BOUNDARY
```

```
1
 ***************************************************
 *         BOUNDARY CONDITON INFORMATION           *
 *                 DATA GROUPS J1-J4               *
 ***************************************************



 BC NUMBER..          1 HAS NO CONTROL WATER SURFACE.


 ###########################################
 # Header information from interface file: #
 ###########################################

 Title from first computational block:
 871-UNICALCE - AGGIORNAMENTO AGOSTO 2017
 Pluviometro di Madonna della Guardia - Ietogramma di Chicago Tr 200 anni 120 min

 Title from immediately preceding computational block:
 871-UNICALCE - AGGIORNAMENTO AGOSTO 2017
 Pluviometro di Madonna della Guardia - Ietogramma di Chicago Tr 200 anni 120 min

 Name of preceding block:.............Runoff Block
 Initial Julian date (IDATEZ)..................... 1917242
 Initial time of day in seconds (TZERO).....      0.0
 No. transfered input locations.................      18
 No. transfered pollutants......................       0
 Size of total catchment area (acres).........     63.41
 ID numbers (JCE=0) or alphanumeric (JCE=1).....       1

 ################################################
 # Element numbers of interface inlet locations: #
 ################################################
 10         5          100        30         230        240        POND4      20         110
 120        POND3      50         54         POND1      60         POND2      220        200

 Conversion factor to cfs for flow units
 on interface file.  Multiply by:    35.31467
```

```
 >>> STARTING DATE AND TIME OF EXTRAN RUN ARE:
 JULIAN DATE: 1917242
 YR/MO/DA:   1917/ 8/30
 TIME OF DAY:  0.000 HRS
 THIS IS  0.000 HOURS BEYOND INTERFACE FILE STARTING TIME
 AS PROVIDED BY TZERO ON LINE B1.
  TZERO =      1917242  0.0000000E+00

 **********************************
 *    INITIAL MODEL CONDITION     *
 * INITIAL TIME =      0.00 HOURS  *
 **********************************
 ################################################
 #           Surcharge Iteration Summary        #
 ################################################

 Maximum number of iterations in a time step.....        1
 Total number of iterations in the simulation..       2700
 Average number of iterations per time step......     2.00
 Surcharge iterations during the simulation......        0
 Maximum surcharge flow error during simulation.. 0.00E+00 cms
 Total number of time steps during simulation..       1350


1
 ************************************************
 *         CONDUIT COURANT CONDITION SUMMARY    *
 * TIME IN MINUTES DELT > COURANT TIME STEP     *
 ************************************************
 * SEE BELOW FOR EXPLANATION OF COURANT TIME STEP. *
 ************************************************

  CONDUIT #  TIME(MN)  CONDUIT #  TIME(MN)  CONDUIT #  TIME(MN)CONDUIT #  TIME(MN)
  ---------  --------  ---------  --------  ---------  ----------------  --------
 1010            0.00 1020            0.00 1100           18.67 1110           16.13
 1120           58.27 1122            0.00 1005            0.00 1020            0.00
 1030            0.00 1050            1.47 1054            0.00 1052            0.13
 1056            0.00 1060            0.00 1062            0.00 1062            0.00
```

```
 1200            0.13 1210            0.00 1220            0.00 1230            0.00
 1240            0.00 2050           60.40

1
 ************************************************
 *         CONDUIT COURANT CONDITION SUMMARY    *
 ************************************************
 * COURANT   =            CONDUIT LENGTH        *
 * TIME STEP = ------------------------------- *
 *             VELOCITY + SQRT(GRVT*AREA/WIDTH) *
 ************************************************
 * AVERAGE COURANT CONDITION TIME STEP(SECONDS) *
 ************************************************

  CONDUIT # TIME(SEC)  CONDUIT # TIME(SEC)  CONDUIT # TIME(SEC)CONDUIT # TIME(SEC)
  --------- --------  --------- --------  --------- -----------------  --------
 1010          254.31 1020          129.41 1100           39.98 1110           46.41
 1120           31.98 1122          345.40 1005          303.45 1020          147.77
 1030          197.12 1050           40.76 1054          150.24 1052           46.48
 1056          167.02 1060           73.41 1062          131.66 1062           78.38
 1200          124.85 1210          106.09 1220           99.57 1230           98.91
 1240           33.96 2050           49.70

1
 ************************************************
 * EXTRAN CONTINUITY BALANCE AT THE LAST TIME STEP *
 ************************************************

 ************************************************
 * JUNCTION INFLOW, OUTFLOW OR STREET FLOODING *
 ************************************************

    JUNCTION   INFLOW, CU M
    --------  -------------
  10            4.1336E+03
  20            5.6685E+02
  100           1.9204E+03
  110           6.2463E+02
  120           3.0173E+02
```

```
 POND3          5.5316E+02
 5              2.9494E+03
 30             6.9518E+02
 50             1.7878E+02
 54             2.2190E+02
 POND1          1.3194E+02
 60             3.1571E+03
 POND2          1.0825E+03
 200            1.2575E+03
 220            5.7258E+02
 230            3.5536E+03
 240            3.1052E+03
 POND4          7.4863E+02

   JUNCTION  OUTFLOW, CU M
   --------  -------------
 OUT            2.5445E+04

 ******************************************************
 * INITIAL SYSTEM VOLUME        =     1.8030E-02 CU M  *
 * TOTAL SYSTEM INFLOW VOLUME   =     2.5755E+04 CU M  *
 * INFLOW + INITIAL VOLUME      =     2.5755E+04 CU M  *
 ******************************************************
 * TOTAL SYSTEM OUTFLOW         =     2.5445E+04 CU M  *
 * VOLUME LEFT IN SYSTEM        =     3.4564E+02 CU M  *
 * OUTFLOW + FINAL VOLUME       =     2.5790E+04 CU M  *
 ******************************************************
 * ERROR IN CONTINUITY, PERCENT =          -0.14       *
 ******************************************************


 TEST WRITE OF ALTERNATIVE CONTINUITY ERROR CALCULATION
 VOLUME LEFT IN SYSTEM       =     3.1058E+02 CU. FT.
 ERROR IN CONTINUITY PERCENT =          -0.02

1
 ############################################################
 #  T i m e  H i s t o r y  o f  t h e  H. G. L. (meters)  #
 ############################################################
```

A1
1

	Junction:POND1		Junction:POND2		Junction:POND3		Junction:POND4		Junction:52	
Time	Ground:	233.00	Ground:	146.00	Ground:	201.00	Ground:	137.50	Ground:	265.00
Hr:Mn:Sc	Elevation	Depth	Elevation	Depth	Elevation	Depth	Elevation	Depth	Elevation	Depth
0: 2: 0	232.00	0.00	145.00	0.00	200.00	0.00	136.00	0.00	264.50	0.00
0: 4: 0	232.02	0.02	145.00	0.00	200.00	0.00	136.00	0.00	264.50	0.00
0: 6: 0	232.05	0.05	145.00	0.00	200.00	0.00	136.00	0.00	264.52	0.02
0: 8: 0	232.05	0.05	145.00	0.00	200.01	0.01	136.00	0.00	264.52	0.02
0:10: 0	232.04	0.04	145.00	0.00	200.02	0.02	136.00	0.00	264.53	0.03
0:12: 0	232.04	0.04	145.01	0.01	200.02	0.02	136.00	0.00	264.52	0.02
0:14: 0	232.04	0.04	145.01	0.01	200.03	0.03	136.00	0.00	264.52	0.02
0:16: 0	232.03	0.03	145.01	0.01	200.03	0.03	136.00	0.00	264.52	0.02
0:18: 0	232.03	0.03	145.02	0.02	200.03	0.03	136.01	0.01	264.52	0.02
0:20: 0	232.02	0.02	145.02	0.02	200.03	0.03	136.01	0.01	264.52	0.02
0:22: 0	232.02	0.02	145.02	0.02	200.03	0.03	136.01	0.01	264.51	0.01
0:24: 0	232.02	0.02	145.02	0.02	200.03	0.03	136.01	0.01	264.51	0.01
0:26: 0	232.02	0.02	145.02	0.02	200.03	0.03	136.01	0.01	264.51	0.01
0:28: 0	232.02	0.02	145.03	0.03	200.03	0.03	136.02	0.02	264.51	0.01
0:30: 0	232.02	0.02	145.03	0.03	200.03	0.03	136.02	0.02	264.51	0.01
0:32: 0	232.02	0.02	145.03	0.03	200.03	0.03	136.03	0.03	264.51	0.01
0:34: 0	232.02	0.02	145.03	0.03	200.03	0.03	136.03	0.03	264.51	0.01
0:36: 0	232.02	0.02	145.03	0.03	200.03	0.03	136.03	0.03	264.51	0.01
0:38: 0	232.02	0.02	145.03	0.03	200.03	0.03	136.04	0.04	264.51	0.01
0:40: 0	232.02	0.02	145.03	0.03	200.03	0.03	136.05	0.05	264.51	0.01
0:42: 0	232.02	0.02	145.04	0.04	200.04	0.04	136.05	0.05	264.52	0.02
0:44: 0	232.02	0.02	145.04	0.04	200.05	0.05	136.06	0.06	264.52	0.02
0:46: 0	232.02	0.02	145.04	0.04	200.07	0.07	136.08	0.08	264.52	0.02
0:48: 0	232.02	0.02	145.05	0.05	200.09	0.09	136.09	0.09	264.52	0.02
0:50: 0	232.03	0.03	145.06	0.06	200.11	0.11	136.11	0.11	264.53	0.03
0:52: 0	232.03	0.03	145.07	0.07	200.14	0.14	136.14	0.14	264.53	0.03
0:54: 0	232.04	0.04	145.08	0.08	200.17	0.17	136.17	0.17	264.54	0.04
0:56: 0	232.05	0.05	145.10	0.10	200.20	0.20	136.20	0.20	264.54	0.04
0:58: 0	232.05	0.05	145.12	0.12	200.23	0.23	136.23	0.23	264.54	0.04

1: 0: 0	232.06	0.06	145.14	0.14	200.26	0.26	136.28	0.28	264.55	0.05
1: 2: 0	232.06	0.06	145.16	0.16	200.29	0.29	136.33	0.33	264.55	0.05
1: 4: 0	232.07	0.07	145.19	0.19	200.34	0.34	136.40	0.40	264.56	0.06
1: 6: 0	232.08	0.08	145.23	0.23	200.39	0.39	136.47	0.47	264.56	0.06
1: 8: 0	232.09	0.09	145.27	0.27	200.43	0.43	136.56	0.56	264.57	0.07
1:10: 0	232.10	0.10	145.31	0.31	200.47	0.47	136.65	0.65	264.57	0.07
1:12: 0	232.10	0.10	145.35	0.35	200.49	0.49	136.75	0.75	264.57	0.07
1:14: 0	232.10	0.10	145.38	0.38	200.48	0.48	136.82	0.82	264.57	0.07
1:16: 0	232.09	0.09	145.40	0.40	200.46	0.46	136.89	0.89	264.56	0.06
1:18: 0	232.09	0.09	145.42	0.42	200.43	0.43	136.93	0.93	264.56	0.06
1:20: 0	232.09	0.09	145.42	0.42	200.40	0.40	136.96	0.96	264.56	0.06
1:22: 0	232.08	0.08	145.41	0.41	200.38	0.38	136.97	0.97	264.55	0.05
1:24: 0	232.08	0.08	145.41	0.41	200.37	0.37	136.97	0.97	264.55	0.05
1:26: 0	232.08	0.08	145.40	0.40	200.36	0.36	136.96	0.96	264.55	0.05
1:28: 0	232.07	0.07	145.39	0.39	200.35	0.35	136.94	0.94	264.55	0.05
1:30: 0	232.07	0.07	145.38	0.38	200.34	0.34	136.93	0.93	264.55	0.05
1:32: 0	232.07	0.07	145.38	0.38	200.34	0.34	136.91	0.91	264.55	0.05
1:34: 0	232.07	0.07	145.37	0.37	200.33	0.33	136.89	0.89	264.55	0.05
1:36: 0	232.07	0.07	145.36	0.36	200.33	0.33	136.88	0.88	264.55	0.05
1:38: 0	232.07	0.07	145.36	0.36	200.32	0.32	136.86	0.86	264.55	0.05
1:40: 0	232.06	0.06	145.35	0.35	200.32	0.32	136.85	0.85	264.54	0.04
1:42: 0	232.06	0.06	145.35	0.35	200.32	0.32	136.84	0.84	264.54	0.04
1:44: 0	232.06	0.06	145.35	0.35	200.31	0.31	136.82	0.82	264.54	0.04
1:46: 0	232.06	0.06	145.34	0.34	200.31	0.31	136.81	0.81	264.54	0.04
1:48: 0	232.06	0.06	145.34	0.34	200.31	0.31	136.80	0.80	264.54	0.04
1:50: 0	232.06	0.06	145.34	0.34	200.31	0.31	136.80	0.80	264.54	0.04
1:52: 0	232.06	0.06	145.33	0.33	200.30	0.30	136.79	0.79	264.54	0.04
1:54: 0	232.06	0.06	145.33	0.33	200.30	0.30	136.78	0.78	264.54	0.04
1:56: 0	232.06	0.06	145.33	0.33	200.30	0.30	136.77	0.77	264.54	0.04
1:58: 0	232.06	0.06	145.33	0.33	200.30	0.30	136.77	0.77	264.54	0.04
2: 0: 0	232.06	0.06	145.32	0.32	200.30	0.30	136.76	0.76	264.54	0.04
2: 2: 0	232.05	0.05	145.30	0.30	200.26	0.26	136.70	0.70	264.53	0.03
2: 4: 0	232.04	0.04	145.27	0.27	200.19	0.19	136.64	0.64	264.52	0.02
2: 6: 0	232.04	0.04	145.24	0.24	200.15	0.15	136.57	0.57	264.52	0.02
2: 8: 0	232.03	0.03	145.21	0.21	200.11	0.11	136.52	0.52	264.51	0.01
2:10: 0	232.03	0.03	145.18	0.18	200.09	0.09	136.46	0.46	264.51	0.01
2:12: 0	232.02	0.02	145.16	0.16	200.07	0.07	136.41	0.41	264.51	0.01
2:14: 0	232.02	0.02	145.14	0.14	200.06	0.06	136.37	0.37	264.51	0.01
2:16: 0	232.02	0.02	145.12	0.12	200.05	0.05	136.33	0.33	264.51	0.01

2:18: 0	232.01	0.01	145.11	0.11	200.05	0.05	136.30	0.30	264.51	0.01
2:20: 0	232.01	0.01	145.10	0.10	200.04	0.04	136.27	0.27	264.51	0.01
2:22: 0	232.01	0.01	145.09	0.09	200.04	0.04	136.25	0.25	264.51	0.01
2:24: 0	232.01	0.01	145.08	0.08	200.03	0.03	136.23	0.23	264.50	0.00
2:26: 0	232.01	0.01	145.07	0.07	200.03	0.03	136.21	0.21	264.50	0.00
2:28: 0	232.01	0.01	145.07	0.07	200.03	0.03	136.19	0.19	264.50	0.00
2:30: 0	232.01	0.01	145.06	0.06	200.02	0.02	136.18	0.18	264.50	0.00
2:32: 0	232.01	0.01	145.06	0.06	200.02	0.02	136.16	0.16	264.50	0.00
2:34: 0	232.01	0.01	145.05	0.05	200.02	0.02	136.15	0.15	264.50	0.00
2:36: 0	232.01	0.01	145.05	0.05	200.02	0.02	136.14	0.14	264.50	0.00
2:38: 0	232.01	0.01	145.05	0.05	200.02	0.02	136.13	0.13	264.50	0.00
2:40: 0	232.01	0.01	145.04	0.04	200.02	0.02	136.12	0.12	264.50	0.00
2:42: 0	232.01	0.01	145.04	0.04	200.01	0.01	136.12	0.12	264.50	0.00
2:44: 0	232.00	0.00	145.04	0.04	200.01	0.01	136.11	0.11	264.50	0.00
2:46: 0	232.00	0.00	145.04	0.04	200.01	0.01	136.10	0.10	264.50	0.00
2:48: 0	232.00	0.00	145.03	0.03	200.01	0.01	136.10	0.10	264.50	0.00
2:50: 0	232.00	0.00	145.03	0.03	200.01	0.01	136.09	0.09	264.50	0.00
2:52: 0	232.00	0.00	145.03	0.03	200.01	0.01	136.09	0.09	264.50	0.00
2:54: 0	232.00	0.00	145.03	0.03	200.01	0.01	136.08	0.08	264.50	0.00
2:56: 0	232.00	0.00	145.03	0.03	200.01	0.01	136.08	0.08	264.50	0.00
2:58: 0	232.00	0.00	145.03	0.03	200.01	0.01	136.08	0.08	264.50	0.00
3: 0: 0	232.00	0.00	145.03	0.03	200.01	0.01	136.07	0.07	264.50	0.00
Mean	232.04	0.04	145.16	0.16	200.16	0.16	136.36	0.36	264.53	0.03
Maximum	232.10	0.10	145.42	0.42	200.49	0.49	136.97	0.97	264.57	0.07
Minimum	232.00	0.00	145.00	0.00	200.00	0.00	136.00	0.00	264.50	0.00

1
```
 ############################################################
 #  T i m e  H i s t o r y  o f  t h e  H. G. L. (meters)  #
 ############################################################


          A1
          1

            Junction:60          Junction:OUT
    Time       Ground:    190.00    Ground:    136.00
```

Hr:Mn:Sc	Elevation	Depth	Elevation	Depth
0: 2: 0	189.50	0.00	133.00	0.00
0: 4: 0	189.50	0.00	133.00	0.00
0: 6: 0	189.51	0.01	133.00	0.00
0: 8: 0	189.53	0.03	133.00	0.00
0:10: 0	189.54	0.04	133.00	0.00
0:12: 0	189.54	0.04	133.00	0.00
0:14: 0	189.54	0.04	133.00	0.00
0:16: 0	189.53	0.03	133.00	0.00
0:18: 0	189.53	0.03	133.00	0.00
0:20: 0	189.53	0.03	133.00	0.00
0:22: 0	189.53	0.03	133.00	0.00
0:24: 0	189.53	0.03	133.00	0.00
0:26: 0	189.52	0.02	133.00	0.00
0:28: 0	189.52	0.02	133.00	0.00
0:30: 0	189.52	0.02	133.00	0.00
0:32: 0	189.52	0.02	133.01	0.01
0:34: 0	189.52	0.02	133.01	0.01
0:36: 0	189.52	0.02	133.01	0.01
0:38: 0	189.52	0.02	133.02	0.02
0:40: 0	189.52	0.02	133.02	0.02
0:42: 0	189.53	0.03	133.04	0.04
0:44: 0	189.53	0.03	133.06	0.06
0:46: 0	189.53	0.03	133.07	0.07
0:48: 0	189.54	0.04	133.09	0.09
0:50: 0	189.55	0.05	133.11	0.11
0:52: 0	189.55	0.05	133.13	0.13
0:54: 0	189.56	0.06	133.16	0.16
0:56: 0	189.57	0.07	133.19	0.19
0:58: 0	189.58	0.08	133.23	0.23
1: 0: 0	189.59	0.09	133.27	0.27
1: 2: 0	189.61	0.11	133.33	0.33
1: 4: 0	189.62	0.12	133.39	0.39
1: 6: 0	189.64	0.14	133.47	0.47
1: 8: 0	189.65	0.15	133.56	0.56
1:10: 0	189.67	0.17	133.65	0.65
1:12: 0	189.67	0.17	133.74	0.74
1:14: 0	189.68	0.18	133.82	0.82

1:16: 0	189.68	0.18	133.89	0.89
1:18: 0	189.68	0.18	133.93	0.93
1:20: 0	189.67	0.17	133.96	0.96
1:22: 0	189.67	0.17	133.97	0.97
1:24: 0	189.67	0.17	133.97	0.97
1:26: 0	189.67	0.17	133.96	0.96
1:28: 0	189.67	0.17	133.94	0.94
1:30: 0	189.67	0.17	133.93	0.93
1:32: 0	189.67	0.17	133.91	0.91
1:34: 0	189.66	0.16	133.89	0.89
1:36: 0	189.66	0.16	133.88	0.88
1:38: 0	189.66	0.16	133.86	0.86
1:40: 0	189.66	0.16	133.85	0.85
1:42: 0	189.66	0.16	133.84	0.84
1:44: 0	189.66	0.16	133.82	0.82
1:46: 0	189.66	0.16	133.81	0.81
1:48: 0	189.66	0.16	133.80	0.80
1:50: 0	189.66	0.16	133.80	0.80
1:52: 0	189.65	0.15	133.79	0.79
1:54: 0	189.65	0.15	133.78	0.78
1:56: 0	189.65	0.15	133.77	0.77
1:58: 0	189.65	0.15	133.77	0.77
2: 0: 0	189.65	0.15	133.76	0.76
2: 2: 0	189.55	0.05	133.70	0.70
2: 4: 0	189.54	0.04	133.64	0.64
2: 6: 0	189.54	0.04	133.58	0.58
2: 8: 0	189.53	0.03	133.52	0.52
2:10: 0	189.53	0.03	133.46	0.46
2:12: 0	189.52	0.02	133.42	0.42
2:14: 0	189.52	0.02	133.37	0.37
2:16: 0	189.52	0.02	133.33	0.33
2:18: 0	189.52	0.02	133.30	0.30
2:20: 0	189.52	0.02	133.27	0.27
2:22: 0	189.51	0.01	133.25	0.25
2:24: 0	189.51	0.01	133.23	0.23
2:26: 0	189.51	0.01	133.21	0.21
2:28: 0	189.51	0.01	133.19	0.19
2:30: 0	189.51	0.01	133.18	0.18
2:32: 0	189.51	0.01	133.16	0.16

2:34: 0	189.51	0.01	133.15	0.15
2:36: 0	189.51	0.01	133.14	0.14
2:38: 0	189.51	0.01	133.13	0.13
2:40: 0	189.51	0.01	133.12	0.12
2:42: 0	189.51	0.01	133.12	0.12
2:44: 0	189.51	0.01	133.11	0.11
2:46: 0	189.51	0.01	133.10	0.10
2:48: 0	189.51	0.01	133.09	0.09
2:50: 0	189.51	0.01	133.09	0.09
2:52: 0	189.51	0.01	133.08	0.08
2:54: 0	189.51	0.01	133.08	0.08
2:56: 0	189.51	0.01	133.08	0.08
2:58: 0	189.51	0.01	133.07	0.07
3: 0: 0	189.51	0.01	133.07	0.07
Mean	189.57	0.07	133.36	0.36
Maximum	189.68	0.18	133.97	0.97
Minimum	189.50	0.00	133.00	0.00

1

****
* J U N C T I O N S U M M A R Y S T A T I S T I C S *
****

A1
1

JUNCTION NUMBER	GROUND ELEVATION (M)	UPPERMOST PIPE CROWN ELEVATION (M)	MEAN JUNCTION ELEVATION (M)	JUNCTION AVERAGE % CHANGE	MAXIMUM JUNCTION ELEV. (M)	TIME OF OCCURENCE HR.	MIN.	METERS OF SURCHARGE AT MAX ELEVATION	METERS MAX. DEPTH IS BELOW GROUND ELEVATION	LENGTH OF SURCHARGE (MIN)	LENGTH OF FLOODING (MIN)	MAXIMUM JUNCTION AREA (SQ.MET)
10	280.00	280.00	279.62	0.1181	279.90	1	12	0.00	0.10	0.0	0.0	5.560E+02
20	276.50	276.50	276.06	0.0573	276.17	1	10	0.00	0.33	0.0	0.0	8.569E+02
100	235.00	235.00	234.65	0.1465	234.97	1	10	0.00	0.03	0.0	0.0	2.712E+02
110	230.00	230.00	229.61	0.1089	229.83	1	10	0.00	0.17	0.0	0.0	1.097E+02
120	210.00	210.00	209.64	0.1316	209.91	1	10	0.00	0.09	0.0	0.0	1.031E+02

POND3	201.00	201.00	200.16	0.0727	200.49	1	12	0.00	0.51	0.0	0.0	1.781E+03
5	315.00	315.00	314.55	0.0704	314.65	1	10	0.00	0.35	0.0	0.0	1.111E+02
20	276.50	277.00	276.00	0.0000	276.00	0	0	0.00	0.50	0.0	0.0	8.000E+00
30	296.00	296.00	295.59	0.1201	295.75	1	11	0.00	0.25	0.0	0.0	1.196E+02
50	295.00	294.50	294.04	0.0770	294.12	1	10	0.00	0.88	0.0	0.0	1.509E+02
52	265.00	265.00	264.53	0.0325	264.57	1	10	0.00	0.43	0.0	0.0	1.594E+02
54	265.50	265.50	265.09	0.0838	265.28	1	10	0.00	0.22	0.0	0.0	8.200E+01
POND1	233.00	233.00	232.04	0.0196	232.10	1	12	0.00	0.90	0.0	0.0	1.054E+03
60	190.00	190.00	189.57	0.0580	189.68	1	15	0.00	0.32	0.0	0.0	2.694E+02
POND2	146.00	146.00	145.16	0.0602	145.42	1	19	0.00	0.58	0.0	0.0	5.018E+03
200	265.00	265.00	264.65	0.1459	264.99	1	10	0.00	0.01	0.0	0.0	6.621E+01
210	264.50	264.50	264.03	0.0240	264.08	1	10	0.00	0.42	0.0	0.0	1.189E+02
220	220.00	220.00	219.03	0.0140	219.09	1	10	0.00	0.91	0.0	0.0	6.938E+01
230	170.00	170.00	169.06	0.0264	169.18	1	14	0.00	0.82	0.0	0.0	2.030E+02
240	140.00	140.00	139.12	0.0586	139.39	1	11	0.00	0.61	0.0	0.0	2.030E+02
POND4	137.50	137.50	136.36	0.0925	136.97	1	22	0.00	0.53	0.0	0.0	2.928E+03
OUT	136.00	134.50	133.36	0.0965	133.97	1	22	0.00	2.03	0.0	0.0	1.036E+02

1
```
 ############################################
 #     Time History of Flow and Velocity    #
 #    Q(cms), Vel(m/s), Total(cubic meters)  #
 ############################################
```

A1
1

Time Hr:Mn:Sc	Conduit:1122 Flow	Conduit:1122 Veloc.	Conduit:1060 Flow	Conduit:1060 Veloc.	Conduit:1240 Flow	Conduit:1240 Veloc.	Conduit:2050 Flow	Conduit:2050 Veloc.	Conduit:1062 Flow	Conduit:1062 Veloc.
0: 2: 0	0.0000	0.0002	0.0019	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1675	0.0000	0.0000
0: 4: 0	0.0000	0.0005	0.0182	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0401	0.0000	0.0083
0: 6: 0	0.0001	0.0625	0.0021	0.3255	0.0001	0.0309	0.0000	0.0263	0.0000	0.0314
0: 8: 0	0.0035	0.2787	0.0662	1.1106	0.0019	0.1321	0.0000	0.0326	0.0001	0.0570
0:10: 0	0.0100	0.4426	0.1211	1.4604	0.0061	0.2250	0.0001	0.0412	0.0006	0.1076
0:12: 0	0.0180	0.5690	0.1234	1.4842	0.0107	0.2851	0.0001	0.0530	0.0015	0.1581
0:14: 0	0.0255	0.6577	0.1052	1.3991	0.0142	0.3217	0.0002	0.0709	0.0028	0.2029

0:16: 0	0.0317	0.7178	0.0891	1.3101	0.0167	0.3449	0.0004	0.0919	0.0044	0.2428
0:18: 0	0.0372	0.7677	0.0769	1.2363	0.0189	0.3623	0.0007	0.1126	0.0062	0.2791
0:20: 0	0.0415	0.8011	0.0672	1.1714	0.0208	0.3763	0.0011	0.1376	0.0084	0.3136
0:22: 0	0.0451	0.8297	0.0598	1.1179	0.0224	0.3895	0.0018	0.1646	0.0108	0.3475
0:24: 0	0.0479	0.8494	0.0539	1.0727	0.0238	0.3980	0.0026	0.1924	0.0134	0.3778
0:26: 0	0.0502	0.8648	0.0493	1.0347	0.0249	0.4056	0.0039	0.2238	0.0164	0.4104
0:28: 0	0.0523	0.8813	0.0461	1.0070	0.0261	0.4129	0.0056	0.2590	0.0199	0.4439
0:30: 0	0.0538	0.8903	0.0434	0.9842	0.0271	0.4193	0.0079	0.2987	0.0237	0.4753
0:32: 0	0.0553	0.8992	0.0418	0.9684	0.0249	0.3650	0.0111	0.3405	0.0279	0.5068
0:34: 0	0.0565	0.9078	0.0407	0.9580	0.0250	0.3339	0.0152	0.3870	0.0326	0.5389
0:36: 0	0.0577	0.9151	0.0400	0.9509	0.0257	0.3106	0.0208	0.4378	0.0351	0.5345
0:38: 0	0.0588	0.9095	0.0411	0.9591	0.0343	0.3470	0.0283	0.4944	0.0373	0.5177
0:40: 0	0.0659	0.9548	0.0445	0.9876	0.0620	0.4943	0.0403	0.5661	0.0404	0.5054
0:42: 0	0.0801	1.0332	0.0524	1.0494	0.1143	0.7041	0.0627	0.6696	0.0450	0.4975
0:44: 0	0.1062	1.1496	0.0656	1.1447	0.1846	0.8802	0.1054	0.8268	0.0515	0.4955
0:46: 0	0.1486	1.3089	0.0851	1.2658	0.2687	1.0195	0.1381	0.9152	0.0609	0.5008
0:48: 0	0.2109	1.4970	0.1132	1.4166	0.3696	1.1561	0.1899	1.0318	0.0748	0.5158
0:50: 0	0.2958	1.7041	0.1427	1.5518	0.4688	1.2698	0.2710	1.1793	0.0948	0.5441
0:52: 0	0.4060	1.9228	0.1875	1.7239	0.5779	1.3758	0.3695	1.3273	0.1234	0.5897
0:54: 0	0.5448	2.1471	0.2392	1.8987	0.6844	1.4114	0.4961	1.4781	0.1639	0.6523
0:56: 0	0.7108	2.3711	0.2990	2.0656	0.8122	1.4492	0.6584	1.6396	0.2186	0.7292
0:58: 0	0.9092	2.5953	0.3720	2.2513	0.9792	1.5084	0.8681	1.8076	0.2922	0.8161
1: 0: 0	1.1363	2.8147	0.4460	2.4125	1.1382	1.5321	1.1289	1.9826	0.3860	0.9079
1: 2: 0	1.4120	3.0375	0.5727	2.6440	1.4872	1.6710	1.4759	2.1708	0.5075	1.0028
1: 4: 0	1.8068	3.3089	0.7210	2.8867	1.8878	1.7930	1.9663	2.3872	0.6699	1.0991
1: 6: 0	2.2875	3.5889	0.8808	3.1111	2.2435	1.8304	2.5967	2.6112	0.8782	1.2009
1: 8: 0	2.8090	3.8489	1.0431	3.3141	2.5933	1.8376	3.3551	2.8303	1.1321	1.3045
1:10: 0	3.3278	4.0746	1.1990	3.4906	2.9484	1.8337	4.2409	3.0377	1.4219	1.4001
1:12: 0	3.7369	4.2416	1.2673	3.5728	3.0142	1.7187	5.1742	3.2229	1.7154	1.4786
1:14: 0	3.9026	4.3124	1.2988	3.6076	3.0084	1.5982	6.0196	3.3667	1.9628	1.5311
1:16: 0	3.9001	4.3208	1.3043	3.6164	2.9612	1.4972	6.7384	3.4762	2.1402	1.5538
1:18: 0	3.7758	4.2838	1.2873	3.5998	2.8350	1.3925	7.2625	3.5505	2.2392	1.5535
1:20: 0	3.4910	4.1052	1.2703	3.5820	2.7125	1.3130	7.5862	3.5949	2.2655	1.5365
1:22: 0	3.2458	3.9248	1.2470	3.5591	2.5760	1.2478	7.7129	3.6128	2.2286	1.5048
1:24: 0	3.0716	3.8151	1.2276	3.5384	2.4559	1.2005	7.6845	3.6106	2.1667	1.4742
1:26: 0	2.9449	3.7463	1.2103	3.5202	2.3546	1.1689	7.5631	3.5962	2.0998	1.4494
1:28: 0	2.8402	3.6949	1.1924	3.5008	2.2574	1.1419	7.3845	3.5737	2.0351	1.4304
1:30: 0	2.7524	3.6538	1.1785	3.4854	2.1820	1.1253	7.1872	3.5479	1.9754	1.4158
1:32: 0	2.6806	3.6230	1.1625	3.4687	2.1095	1.1102	6.9899	3.5215	1.9217	1.4045

1:34: 0	2.6148	3.5936	1.1487	3.4533	2.0484	1.0988	6.7967	3.4949	1.8733	1.3957
1:36: 0	2.5601	3.5704	1.1359	3.4396	1.9970	1.0911	6.6162	3.4692	1.8302	1.3884
1:38: 0	2.5099	3.5491	1.1223	3.4242	1.9465	1.0820	6.4509	3.4451	1.7915	1.3823
1:40: 0	2.4648	3.5292	1.1106	3.4110	1.9069	1.0764	6.3008	3.4228	1.7565	1.3768
1:42: 0	2.4256	3.5130	1.0974	3.3966	1.8670	1.0699	6.1643	3.4022	1.7250	1.3721
1:44: 0	2.3877	3.4958	1.0854	3.3828	1.8322	1.0644	6.0369	3.3823	1.6960	1.3676
1:46: 0	2.3548	3.4815	1.0742	3.3700	1.8021	1.0603	5.9231	3.3644	1.6695	1.3633
1:48: 0	2.3229	3.4670	1.0622	3.3560	1.7713	1.0546	5.8189	3.3477	1.6450	1.3591
1:50: 0	2.2933	3.4533	1.0515	3.3438	1.7467	1.0512	5.7239	3.3323	1.6221	1.3551
1:52: 0	2.2667	3.4415	1.0402	3.3308	1.7209	1.0467	5.6367	3.3179	1.6008	1.3513
1:54: 0	2.2400	3.4288	1.0297	3.3180	1.6978	1.0427	5.5551	3.3043	1.5807	1.3475
1:56: 0	2.2161	3.4178	1.0194	3.3060	1.6773	1.0399	5.4774	3.2912	1.5618	1.3439
1:58: 0	2.1925	3.4065	1.0089	3.2933	1.6561	1.0356	5.4051	3.2788	1.5437	1.3401
2: 0: 0	2.1700	3.3955	0.9994	3.2819	1.6385	1.0330	5.3377	3.2671	1.5266	1.3364
2: 2: 0	1.7716	3.1187	0.1923	1.7937	0.1264	0.1173	4.7573	3.1724	1.3762	1.3080
2: 4: 0	1.1381	2.4314	0.1372	1.5576	0.0451	0.0465	4.1069	3.0400	1.1630	1.2318
2: 6: 0	0.7236	1.8763	0.0990	1.3740	0.0225	0.0256	3.5196	2.9040	0.9482	1.1283
2: 8: 0	0.4797	1.4918	0.0735	1.2209	0.0135	0.0171	2.9945	2.7649	0.7624	1.0232
2:10: 0	0.3323	1.2232	0.0562	1.0971	0.0089	0.0125	2.5361	2.6258	0.6126	0.9280
2:12: 0	0.2399	1.0307	0.0440	0.9949	0.0062	0.0098	2.1467	2.4902	0.4953	0.8453
2:14: 0	0.1790	0.8879	0.0325	0.8957	0.0045	0.0079	1.8146	2.3571	0.4040	0.7742
2:16: 0	0.1370	0.7766	0.0248	0.7926	0.0034	0.0067	1.5381	2.2316	0.3323	0.7127
2:18: 0	0.1074	0.6901	0.0205	0.7348	0.0026	0.0057	1.3145	2.1160	0.2762	0.6595
2:20: 0	0.0860	0.6202	0.0172	0.6849	0.0021	0.0050	1.1211	2.0040	0.2318	0.6137
2:22: 0	0.0701	0.5635	0.0146	0.6417	0.0017	0.0044	0.9675	1.9037	0.1963	0.5734
2:24: 0	0.0580	0.5159	0.0125	0.6034	0.0014	0.0040	0.8353	1.8088	0.1677	0.5382
2:26: 0	0.0486	0.4757	0.0108	0.5697	0.0012	0.0036	0.7251	1.7196	0.1444	0.5068
2:28: 0	0.0412	0.4415	0.0094	0.5395	0.0010	0.0033	0.6368	1.6411	0.1253	0.4790
2:30: 0	0.0353	0.4118	0.0083	0.5123	0.0008	0.0031	0.5618	1.5698	0.1094	0.4541
2:32: 0	0.0305	0.3861	0.0073	0.4868	0.0007	0.0029	0.4914	1.4944	0.0962	0.4315
2:34: 0	0.0266	0.3633	0.0065	0.4645	0.0006	0.0026	0.4352	1.4292	0.0850	0.4107
2:36: 0	0.0233	0.3430	0.0058	0.4440	0.0005	0.0025	0.3892	1.3711	0.0756	0.3917
2:38: 0	0.0206	0.3248	0.0052	0.4254	0.0005	0.0023	0.3507	1.3192	0.0675	0.3746
2:40: 0	0.0183	0.3090	0.0047	0.4080	0.0004	0.0022	0.3180	1.2716	0.0605	0.3592
2:42: 0	0.0163	0.2939	0.0043	0.3923	0.0004	0.0021	0.2856	1.2230	0.0545	0.3450
2:44: 0	0.0146	0.2806	0.0039	0.3766	0.0003	0.0020	0.2544	1.1705	0.0493	0.3316
2:46: 0	0.0132	0.2684	0.0035	0.3638	0.0003	0.0019	0.2292	1.1249	0.0448	0.3187
2:48: 0	0.0119	0.2576	0.0032	0.3518	0.0003	0.0018	0.2082	1.0848	0.0408	0.3066
2:50: 0	0.0108	0.2473	0.0030	0.3385	0.0002	0.0017	0.1905	1.0488	0.0373	0.2955

2:52: 0	0.0099	0.2379	0.0027	0.3289	0.0002	0.0016	0.1752	1.0157	0.0342	0.2850
2:54: 0	0.0090	0.2286	0.0025	0.3169	0.0002	0.0016	0.1619	0.9855	0.0314	0.2753
2:56: 0	0.0083	0.2206	0.0023	0.3078	0.0002	0.0015	0.1502	0.9574	0.0289	0.2662
2:58: 0	0.0076	0.2132	0.0022	0.2996	0.0002	0.0014	0.1398	0.9317	0.0267	0.2578
3: 0: 0	0.0070	0.2061	0.0020	0.2911	0.0002	0.0014	0.1305	0.9070	0.0248	0.2498
Mean	1.0215	1.8089	0.4111	1.7504	0.7907	0.6321	2.3566	1.8612	0.6742	0.7823
Maximum	3.9026	4.3208	1.3043	3.6164	3.0142	1.8376	7.7129	3.6128	2.2655	1.5538
Minimum	0.0000	0.0002	0.0019	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0263	0.0000	0.0000
Total	1.103E+04		4.439E+03		8.540E+03		2.545E+04		7.281E+03	

1

****
* C O N D U I T S U M M A R Y S T A T I S T I C S *
****

A1
1

CONDUIT NUMBER	DESIGN FLOW (CMS)	DESIGN VELOCITY (M/S)	CONDUIT VERTICAL DEPTH (M)	MAXIMUM COMPUTED FLOW (CMS)	TIME OF OCCURRENCE HR.	TIME OF OCCURRENCE MIN.	MAXIMUM COMPUTED VELOCITY (MPS)	TIME OF OCCURRENCE HR.	TIME OF OCCURRENCE MIN.	RATIO OF MAX. TO DESIGN FLOW	MAXIMUM DEPTH ABOVE INV. AT CONDUIT ENDS UPSTREAM (M)	MAXIMUM DEPTH ABOVE INV. AT CONDUIT ENDS DOWNSTREAM (M)	LENGTH OF NORM FLOW (MIN)	CONDUIT SLOPE (M/M)
1010	3.61E+00	1.76	0.500	1.50E+00	1	12	1.29	1	12	0.42	0.40	0.17	18.9	0.02555
1020	6.94E+00	6.61	0.500	1.34E+00	1	10	2.03	1	10	0.19	0.17	0.47	176.0	0.44624
1100	4.85E+00	3.73	0.500	3.34E+00	1	10	3.25	1	11	0.69	0.47	0.33	2.0	0.13158
1110	6.70E+00	6.38	0.500	3.58E+00	1	10	4.62	1	11	0.53	0.33	0.41	173.9	0.41667
1120	4.93E+00	4.69	0.500	3.69E+00	1	10	4.28	1	11	0.75	0.41	0.41	0.0	0.22500
1122	4.87E+00	4.64	0.500	3.92E+00	1	14	4.32	1	15	0.80	0.49	0.42	106.0	0.22000
1005	6.44E+00	6.14	0.500	9.64E-01	1	10	2.95	1	10	0.15	0.15	0.17	128.1	0.38500
1020	6.56E+00	6.25	0.500	1.27E+00	1	10	1.92	1	10	0.19	0.17	0.47	176.0	0.39904
1030	1.23E+00	1.17	0.500	2.59E-01	1	11	8.05	0	0	0.21	0.25	0.12	0.0	0.01402
1050	4.24E+00	7.71	0.500	1.01E+00	0	3	119.17	0	3	0.24	0.12	0.07	67.6	0.84286
1054	3.80E-01	0.69	0.500	9.32E-02	1	10	1.26	0	5	0.25	0.28	0.07	28.5	0.00676
1052	9.06E+00	8.63	0.500	3.85E+00	0	4	7.52	0	3	0.42	0.07	0.07	0.1	0.76190

1056	5.66E+00	5.39	0.500	4.41E-01	1	12	1.59	1	12	0.08	0.10	0.18	167.7	0.29720
1060	6.57E+00	6.25	0.500	1.31E+00	1	15	3.62	1	15	0.20	0.18	0.18	0.0	0.40000
1062	8.39E+00	3.82	1.000	2.27E+00	1	19	1.56	1	16	0.27	0.42	0.97	150.9	0.08182
1062	1.05E+01	4.78	1.000	2.84E+00	1	19	1.95	1	16	0.27	0.42	0.97	150.9	0.12857
1200	9.99E-01	0.95	0.500	5.34E-01	1	10	8.19	0	5	0.53	0.49	0.08	0.0	0.00926
1210	9.43E+00	8.98	0.500	5.34E-01	1	10	3.25	1	10	0.06	0.08	0.08	0.1	0.82407
1220	2.68E+01	12.18	1.000	6.86E-01	1	10	2.54	1	7	0.03	0.09	0.18	170.8	0.83333
1230	2.85E+01	10.54	1.000	1.97E+00	1	14	2.73	1	14	0.07	0.18	0.39	174.5	0.55556
1240	1.29E+01	4.05	1.000	3.02E+00	1	11	1.84	1	8	0.23	0.39	0.97	141.1	0.07500
2050	1.46E+01	4.24	1.500	7.72E+00	1	22	3.61	1	22	0.53	0.97	0.97	0.0	0.07500
FREE #1	UNDEF	UNDEF	UNDEF	7.72E+00	1	22								

1

```
          ************************************************
          * SUBCRITICAL AND CRITICAL FLOW ASSUMPTIONS FROM *
          * SUBROUTINE HEAD.  SEE FIGURE 5-4 IN THE EXTRAN *
          *       MANUAL FOR FURTHER INFORMATION.          *
          ************************************************
```

CONDUIT NUMBER	LENGTH OF DRY FLOW(MIN)	LENGTH OF SUBCRITICAL FLOW(MIN)	LENGTH OF UPSTR. CRITICAL FLOW(MIN)	LENGTH OF DOWNSTR. CRITICAL FLOW(MIN)	MEAN FLOW (CMS)	AVERAGE % CHANGE	TOTAL FLOW CUBIC MET	MAXIMUM HYDRAULIC RADIUS(MET)	MAXIMUM CROSS SECT AREA(SQ.M)
1010	5.47	174.53	0.00	0.00	0.38	0.0616	4.1331E+03	0.2528	1.1583
1020	0.27	179.73	0.00	0.00	0.36	0.0300	3.9311E+03	0.2487	0.6596
1100	0.27	179.73	0.00	0.00	0.89	0.1059	9.5687E+03	0.3105	1.0287
1110	0.40	179.60	0.00	0.00	0.94	0.0823	1.0193E+04	0.2804	0.7743
1120	0.40	0.00	0.00	179.60	0.97	0.1164	1.0495E+04	0.3032	0.8625
1122	0.53	179.47	0.00	0.00	1.02	0.1191	1.1033E+04	0.3141	0.9064
1005	0.13	179.87	0.00	0.00	0.27	0.0288	2.9513E+03	0.1404	0.3269
1020	0.27	179.73	0.00	0.00	0.34	0.0300	3.7176E+03	0.2487	0.6596
1030	0.13	179.87	0.00	0.00	0.06	0.0517	6.9494E+02	0.1554	0.3681
1050	0.40	179.60	0.00	0.00	0.08	0.0664	8.7755E+02	0.0810	0.0967
1054	5.20	174.80	0.00	0.00	0.02	0.0367	2.2182E+02	0.1353	0.1844
1052	0.27	0.00	0.00	179.73	0.11	0.1173	1.1707E+03	0.0677	0.1455
1056	0.40	179.60	0.00	0.00	0.12	0.0139	1.2556E+03	0.1222	0.2787
1060	0.40	0.00	0.00	179.60	0.41	0.0375	4.4141E+03	0.1530	0.3614
1062	1.87	178.13	0.00	0.00	0.67	0.0398	7.2796E+03	0.4345	1.4836

```
1062              1.87      178.13        0.00        0.00        0.84      0.0398  9.1255E+03      0.4345      1.4836
1200              5.07      174.93        0.00        0.00        0.12      0.0793  1.2574E+03      0.2285      0.5909
1210              5.33        0.00        0.00      174.67        0.12      0.0084  1.2573E+03      0.0758      0.1641
1220              5.07      174.93        0.00        0.00        0.17      0.0038  1.8299E+03      0.1209      0.2753
1230              5.20      174.80        0.00        0.00        0.50      0.0103  5.3835E+03      0.2348      0.7223
1240              5.07      174.93        0.00        0.00        0.79      0.0346  8.4889E+03      0.4771      2.0763
2050              0.40      179.60        0.00        0.00        2.36      0.0774  2.5445E+04      0.5359      2.1356
FREE  #1     UNDEFINED   UNDEFINED   UNDEFINED   UNDEFINED        2.36              2.5445E+04

************************************************************
* AVERAGE % CHANGE IN JUNCTION OR CONDUIT IS DEFINED AS:   *
* CONDUIT  % CHANGE ==> 100.0 ( Q(n+1) - Q(n) ) / Qfull    *
* JUNCTION % CHANGE ==> 100.0 ( Y(n+1) - Y(n) ) / Yfull    *
************************************************************

 The Conduit with the largest average change... 1122       had     0.119 percent
The Junction with the largest average change... 100        had     0.146 percent


===> Extended Transport model simulation ended normally.

===> SWMM 4.4GU  simulation ended normally.
     Always check output file for possible warning messages.

===> Your input file was named : PCTmp1.dat
===> Your output file was named: PCTmp1.out

****************************************************
*       SWMM 4.4GU  Simulation Date and Time Summary  *
****************************************************
* Starting Date... September   5, 2017               *
*          Time...          18:44:29.687             *
*   Ending Date... September   5, 2017               *
*          Time...          18:44:29.921             *
*  Elapsed Time...               0.004 minutes.      *
*  Elapsed Time...               0.232 seconds.      *
****************************************************
```